



Document public

*Surveillance des Systèmes
Aquifères des Sables Infra-molassiques et Dano-
Paléocène en régions Aquitaine et Midi-Pyrénées*

Etat des connaissances et suivi piézométrique à fin 1998

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service Public du BRGM 99D014 et 99D027

Novembre 1999
R 40790

Mots clé : piézométrie, stockage de gaz souterrain, eau souterraine, Sables Infra-molassiques, Dano-Paléocène, IZAUTE, LUSSAGNET, Nord-Pyrénées, Sud Adour-Garonne.

En bibliographie ce rapport sera cité de la façon suivante :

BENHAMMOUDA S., RICARD J., R. SCHOEN, SEGUIN J.J., SOURISSEAU B., TILLOLOY F. (1999) – R40790 – Surveillance des systèmes aquifères des Sables Infra-molassiques en régions Aquitaine et Midi-Pyrénées - Etat des connaissances et suivi piézométrique à fin 1998, 48 pages, 10 tableaux, 55 figures, 4 planches. BRGM 1999.

Résumé

Le système aquifère captif 214 dit de l'Eocène, est appelé Sables Infra-molassiques, pour la partie Sud du Bassin Adour Garonne.

Les sous-limites des Sables Infram-olassiques sont :

A l'ouest : une ligne nord-sud qui va du sud de Pau à Aire sur l'Adour et Mont-de-Marsan. Au-delà vers l'ouest, les Sables passent à des calcaires plus ou moins marneux.

Au sud : des séries qui affleurent le long du front Nord-Pyrénéen.

A l'est : les bassins de Foix et d'Albi.

Au nord : les lignes de crêtes de Roquefort-Créon-Barbotan qui s'ennoient vers l'est.

Cette ressource en eau souterraine d'excellente qualité a permis en 1998 d'extraire plus de **10,8 millions de m³**, soit + 2 % par rapport à 1997.

Ces eaux sont destinées à :

- L'eau potable 76 %
- L'irrigation 3 % (exceptionnellement bas en 97)
- Le thermalisme 8 %
- L'industrie et la géothermie 13 %

Deux importants stockages de gaz souterrains sont en exploitation :

- à **LUSSAGNET** avec **1,65 milliard de m³** de gaz maximum stocké en 1998 (autorisé à 1,7 pour 1998-1999),
- à **IZAUTE** avec **2,36 milliards de m³** de gaz (autorisé progressivement de 2,6 à 3 milliards).

Fin 1998, le volume total de gaz stocké est en diminution de 235 Mm³ par rapport à fin 1997, en liaison avec l'augmentation des soutirages par rapport aux injections.

Des impacts entre les diverses activités peuvent générer des conflits d'usage.

De ce fait, les **Directions Régionales de l'Industrie d'Aquitaine et de Midi-Pyrénées** en accord avec **l'Agence de l'Eau Adour-Garonne**, ont demandé depuis 16 ans, au **BRGM Service Public** de suivre les niveaux, les prélèvements, les qualités des eaux, en liaison avec les stockages et d'établir chaque année un bilan sur l'état des nappes et sur les connaissances acquises.

Au cours de l'année 1998, aucun forage d'eau ou de recherche pétrolière n'a été réalisé.

Dans la zone des stockages de gaz, la gestion des mouvements d'entrées-sorties a eu pour effet de maintenir les pressions maximales de la nappe, et d'induire des variations des charges hydrauliques sur les ouvrages environnants.

Sur l'ensemble des piézomètres le niveau moyen a tendance à baisser de quelques centimètres à deux mètres par an. Cet abaissement est à mettre en relation avec l'augmentation de certains prélèvements pour l'eau potable dans cette nappe.

La caractéristique principale de l'année 1998 est la régulation des prélèvements en eau.

Une analyse par convolution, des tendances évolutives, montre sans ambiguïté que la nappe des Sables Infra-molassiques baisse progressivement de manière pseudo-linéaire, en raison des prélèvements par forages.

Le système aquifère 233, du Dano-Paléocène, correspond à une bande de 50 kilomètres de large qui s'étend depuis l'Ariège jusqu'au Sud des Landes à hauteur de Dax. Il est recouvert, pour partie et généralement séparé, par l'aquifère des Sables Infra-molassiques. Son principal exutoire doit se situer au droit des structures géologiques du Bas-Adour. Là, il contribue largement aux ressources en eaux thermo-minérales.

Un important projet de stockage de gaz est à l'étude aux Landes de Siougos (commune de Campagne).

Les suivis des niveaux révèlent principalement de faibles fluctuations, en relation avec les variations climatiques. Des phénomènes de recharge sont bien identifiés, ceux de vidanges semblent imposés par des niveaux de base proches. Ainsi, en de nombreux points, les variations de piézométrie sont réduites. Ces phénomènes sont encore mal connus. Ils devront être précisés.

Sommaire

Résumé	1
Sommaire	3
Liste des figures	5
Liste des planches	6
Liste des tableaux dans le texte	6
1. Données nouvelles acquises sur l'aquifère	1
1.1. Forages pétroliers.....	1
1.2. Forages d'eau.....	1
2. Evolution des stockages de gaz de Lussagnet et Izaute.....	2
2.1. Variations des stocks	2
2.2. Variations des pressions	3
3. Volumes prélevés sur la nappe	4
3.1. Détail des prélèvements.....	4
3.1.1. En Région Aquitaine.....	4
3.1.2. En Région Midi-Pyrénées.....	4
3.2. Débit total annuel.....	6
3.3. Répartition par département.....	6
3.4. Utilisation de l'eau	6
3.5. Localisation des forages d'exploitation	7
4. Piézométrie des systèmes aquifères.....	8
4.1. Etat du réseau piézométrique à fin 1998.....	9
4.1.1. Suivi effectué par le BRGM	9
4.1.2. Réseau Elf Aquitaine Gaz France Stockage	10
4.1.3. Evolution du réseau.....	11
4.2. Evolution générale de la piézométrie en 1998.....	12
4.2.1. Zone des stockages	12
4.2.2. Zone Orientale, Midi-Pyrénées.....	13
4.2.3. Zone occidentale, Aquitaine	15
4.3. Nappe du Dano-Paléocène.....	17
4.3.1. Forage de Toulouzette.....	17
4.3.2. Forage de Louer	17
4.3.3. Forage Christine Marie à Eugénie-les-Bains	17
4.3.4. Forage Buccuron 2 à Gamarde	18
4.3.5. Forage IZA 101	18
4.3.6. Forage de Lannecaube	18
4.3.7. Piézomètres des Landes de Siougos	19
4.3.8. Piézomètre de Gourbera.....	19
4.3.9. Tendances du système aquifère du Dano-Paléocène.....	19

5. Analyse de quelques chroniques piézométriques dans la nappe des Sables Infra-molassiques.....	20
5.1. Tendances évolutives.....	20
5.2. Exploitation des chroniques pour la détermination des paramètres hydrodynamiques.....	21
5.3. Analyse spectrale.....	22
5.4. Modélisation par fonction de transfert.....	25
5.5. Tendances sur 20 séries piézométriques.....	30
5.6. Paramètres hydrodynamiques par analyse des fluctuations périodiques.....	37
5.7. Fonctions de transfert relatives au volume de gaz stocké et à la pluie efficace et simulation par convolution des niveaux piézométriques à Castelnau-Tursan, Uby et B102.....	40
6. Cartographie de la piézométrie de 1998.....	44
6.1. Piézométrie des Sables Infra-molassiques.....	44
6.2. Piézométrie du Dano-Paléocène.....	44
6.3. Piézométries des Sables Infra-molassiques liées aux injections et soutirages de gaz.....	45
7. Qualité chimique des eaux.....	46
CONCLUSION.....	47

Liste des figures

1. Stockage de gaz à Izaute et Lussagnet – Evolution du volume de gaz
2. Volumes en stock et débits de gaz d'avril 97 à mars 98
3. Volumes en stock et débits de gaz de janvier 98 à décembre 98
4. Lussagnet : injection et soutirage de gaz, période 1992-1998
5. Izaute : injection et soutirage de gaz, période 1992-1998
6. IZA 6bis : variation de la pression en tête de puits
7. LUG 18 : variation de la pression en tête de puits
8. Historique des prélèvements dans l'aquifère des Sables Infra-molassiques
9. Répartition des prélèvements dans l'aquifère des Sables Infra-molassiques en 1998
10. Usages de l'eau prélevée dans l'aquifère des Sables Infra-molassiques en 1998
11. Localisation des forages d'exploitation dans les aquifères des Sables Infra-molassiques et Dano-Paléocène
12. Localisation des piézomètres dans les aquifères des Sables Infra-molassiques et Dano-Paléocène
13. Evolution des niveaux d'eau : Lussagnet, Izaute, Laiterie, UBY, GSR1
14. Evolution du niveau d'eau à Nogaro 1
15. Historique des évolutions piézométriques à Castelnau-Magnoac 1
16. Historique des évolutions piézométriques à Senac 1
17. Historique des évolutions piézométriques à Puymaurin 2
18. Historique des évolutions piézométriques à Polastron 101
19. Historique des évolutions piézométriques à Muret 104
20. Historique des évolutions piézométriques à Auvillar
21. Historique des évolutions piézométriques à Labruguière
22. Historique des évolutions piézométriques à Betbezer
23. Historique des évolutions piézométriques à Saint-André 1
24. Historique des évolutions piézométriques à Saint-Cricq
25. Historique des évolutions piézométriques à Lauzerte
26. Historique des évolutions piézométriques à Valdurenque
27. Historique des évolutions piézométriques à Ponson-Dessus 1
28. Historique des évolutions piézométriques à Plehaut
29. Historique des évolutions piézométriques à PCE 101 ; Castelnau-Tursan ; Geaune 3
30. Historique des évolutions piézométriques à ASA - Geaune
31. Historique des évolutions piézométriques à Pecorade 101
32. Historique des évolutions piézométriques à Geaune 1
33. Historique des évolutions piézométriques à Geaune 2
34. Historique des évolutions piézométriques à Geaune 3
35. Historique des évolutions piézométriques à Sorberts 4
36. Historique des évolutions piézométriques à Lacquy 101
37. Historique des évolutions piézométriques à Garlin - Burosse
38. Historique des évolutions piézométriques à Garlin
39. Historique des évolutions piézométriques à Lespielle 1
40. Historique des évolutions piézométriques à Lespielle-Simacourbe
41. Historique des évolutions piézométriques à Esso - Lembeye

42. Historique des évolutions piézométriques à Lassepe - Lalongue
43. Historique des évolutions piézométriques à Angaïs 1 - Les Bordes
44. Historique des évolutions piézométriques à Angaïs 2 - Les Bordes
45. Historique des évolutions piézométriques à Angaïs 3 - Les Bordes
46. Historique des évolutions piézométriques à Angaïs 4 - Les Bordes
47. Suivi du niveau piézométrique au forage ELB2 à Eugénie les Bains
48. Mesures de pression et de température sur le puits de Toulouzette
49. et 49 bis. Aquifère Danien-Crétacé : Historiques des évolutions piézométriques d'octobre 1995 à septembre 1997 à la station : Louer « Lavigne »
50. Historique des évolutions piézométriques au forage de Christine-Marie à Eugénie-les-Bains du 27/04/1994 au 03/12/1997
51. Historique des évolutions piézométriques au forage Buccuron 2 à Gamarde-les - Bains de septembre 1994 à janvier 1999
52. Forage IZA 101 - Suivi piézométrique, période de janvier 1997 à novembre 1998
53. Historique des évolutions piézométriques à Lannecaube
54. et 54 bis. Suivi piézométrique aux Landes de Siougos -LS2 de juin 1987 à juin 1999 et de janvier 1998 à juin 1999
55. Données piézométriques à Gourbera

Liste des planches

- PL I Piézométrie 1998 des systèmes Sables Infra-molassiques et Dano-Paléocène
- PL II Répartition des charges hydrauliques équivalentes dans le Bas-Adour
- PL III Piézométrie du système des Sables Infra-molassiques en période de soutirage de gaz à Izaute et Lussagnet (saison hivernale)
- PL IV Piézométrie du système des Sables Infra-molassiques en période d'injection de gaz à Izaute et Lussagnet (saison estivale)

Liste des tableaux dans le texte

1. Stockage du gaz à Izaute et à Lussagnet 1998
2. Variations de pression à PZ1 6 bis et LUG 18
3. Prélèvements dans les nappes profondes
4. Historique des prélèvements annuels
5. Répartition des prélèvements par département
- 5 bis Répartition des prélèvements par usage
6. Piézomètres du réseau BRGM
7. Suivis des forages d'exploitation
8. Suivi du réseau EAGFS
9. Tendances évolutives de 20 chroniques piézométriques
10. Paramètres hydrodynamiques des Sables Infra-molassiques

1. Données nouvelles acquises sur l'aquifère

1.1. FORAGES PETROLIERS

Selon les rapports mensuels d'activité de la DHYCA, aucun nouveau forage pétrolier d'exploration et/ou de développement n'a été foré en 1998, en Aquitaine et Midi-Pyrénées. Trois (3) forages d'exploration ont été réalisés dans la zone du bassin de Parentis et 6 forages d'extension développement ont été exécutés. Aucun de ces ouvrages ne concerne les limites des Sables Infra-molassiques. Il n'apporte donc pas de connaissance nouvelle sur cet aquifère.

1.2. FORAGES D'EAU

Aucun forage d'eau n'a été exécuté dans les nappes des Sables Infra-molassiques et du Dano-Paléocène en 1998.

2. Evolution des stockages de gaz de Lussagnet et Izaute

2.1. VARIATIONS DES STOCKS

Le volume maximal en stock à Izaute qui était de 2,48 milliards de m³ en 1997, est de 2,36 milliards de m³ en octobre (volume inférieur aux 2,6 milliard de m³ autorisés actuellement).

A Lussagnet le volume maximal stocké en septembre 1998 est voisin de 1,65 milliard (seuil autorisé à 1,7 milliard de m³ en 1998). Il a progressivement augmenté.

De 1991 à 1993, le stock de gaz cumulé à Izaute et à Lussagnet augmente progressivement. A partir de 1994, EAP décide de moduler les stockages des deux sites, dans le cadre des volumes totaux autorisés, de manière à limiter les impacts piézométriques sur Barbotan. Au cours de l'année 1998, on observe une diminution du stock de gaz :

- à *Izaute*, 858 millions de m³ ont été injectés et 1021 millions de m³ soutirés, soit une diminution du stock de 163 millions de m³,
- à *Lussagnet*, 634 millions de m³ ont été injectés et 706 millions de m³ soutirés, soit une diminution du stock de 72 millions de m³.

Cette diminution est de l'ordre de 235 millions m³ pour l'ensemble des deux réservoirs. Les forts volumes injectés en 1997 font suite à une période à fort soutirage pendant l'hiver 1996-1997 essentiellement liée aux conditions météorologiques, avec entre décembre 1996 et mai 1997 un important soutirage. Un froid précoce en novembre – décembre 1998 a favorisé un déstockage prématuré fin 1998.

La figure 1 présente les volumes de gaz stockés en juin 1999 depuis mai 1988 à Izaute et à Lussagnet et les influences des mouvements de stockage-soutirage sur les niveaux des forages environnants.

Les figures 2 et 3 indiquent les mouvements de gaz dans ces réservoirs d'avril 1997 à décembre 1998.

Les diminutions des stockages se traduisent entre fin décembre 1997 et fin décembre 1998 par :

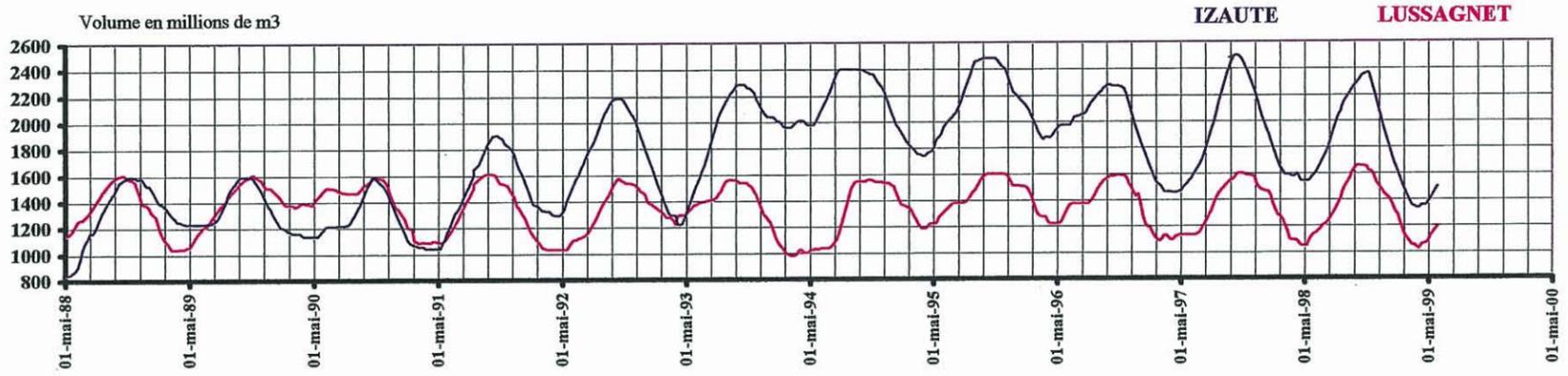
IZAUTE, - 163 millions de m³ pression en baisse de 1,44 bars (54,67 passe à 53,40 bars)

LUSSAGNET, - 72 millions de m³ pression en baisse de 1,06 bars (63,66 passe à 62,60 bars)

Le tableau 1 et les figures 4 et 5, indiquent les volumes annuels de soutirage et d'injection de gaz dans chacun des stockages de gaz d'Izaute et de Lussagnet pour l'année 1998 et de 1992 à 1998.

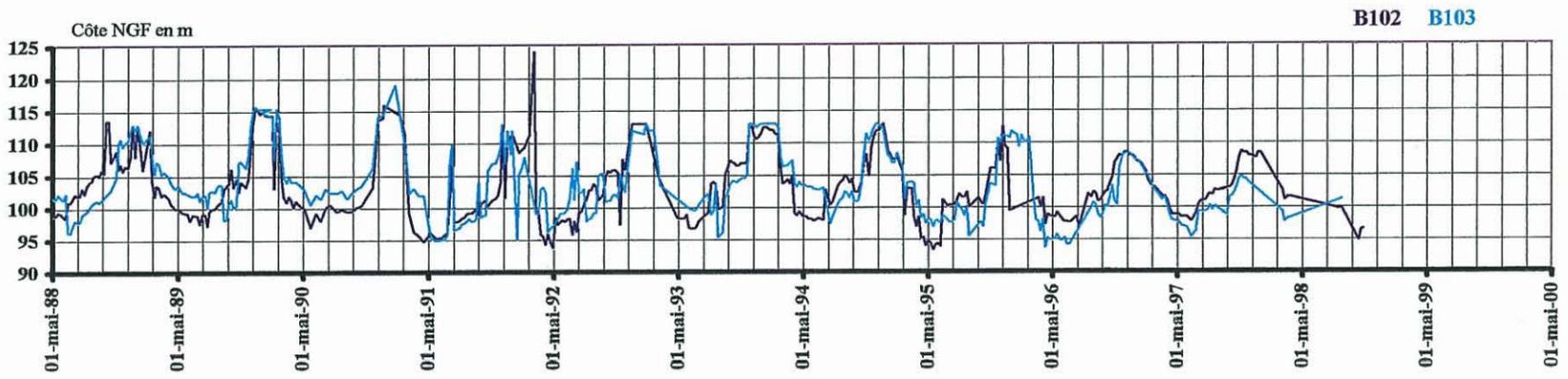
STOCKAGE DE GAZ D'IZAUTE ET DE LUSSAGNET

Evolution du volume de gaz en stock



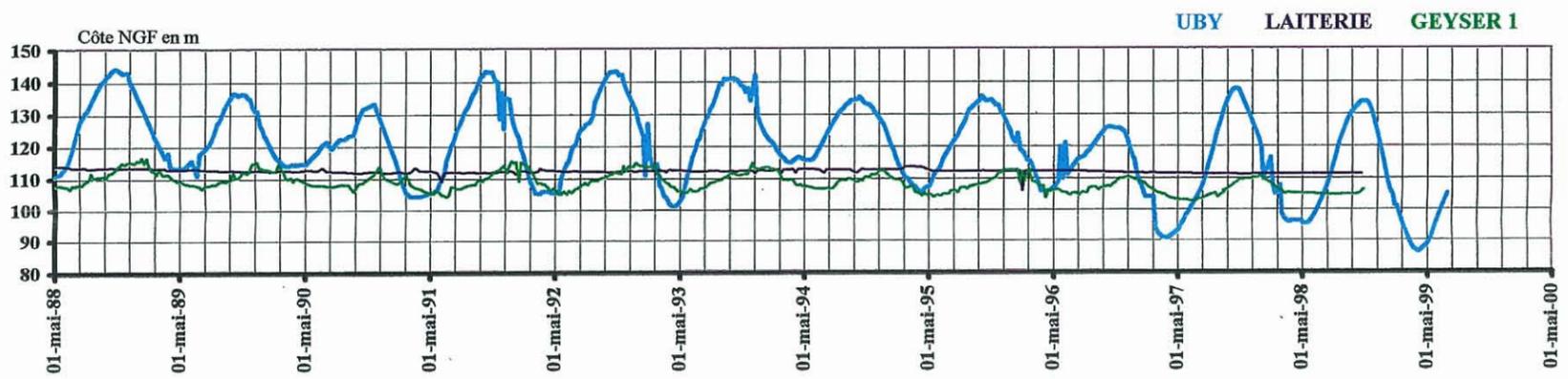
PUITS DE POMPAGE DE BARBOTAN

Evolution des niveaux d'eau



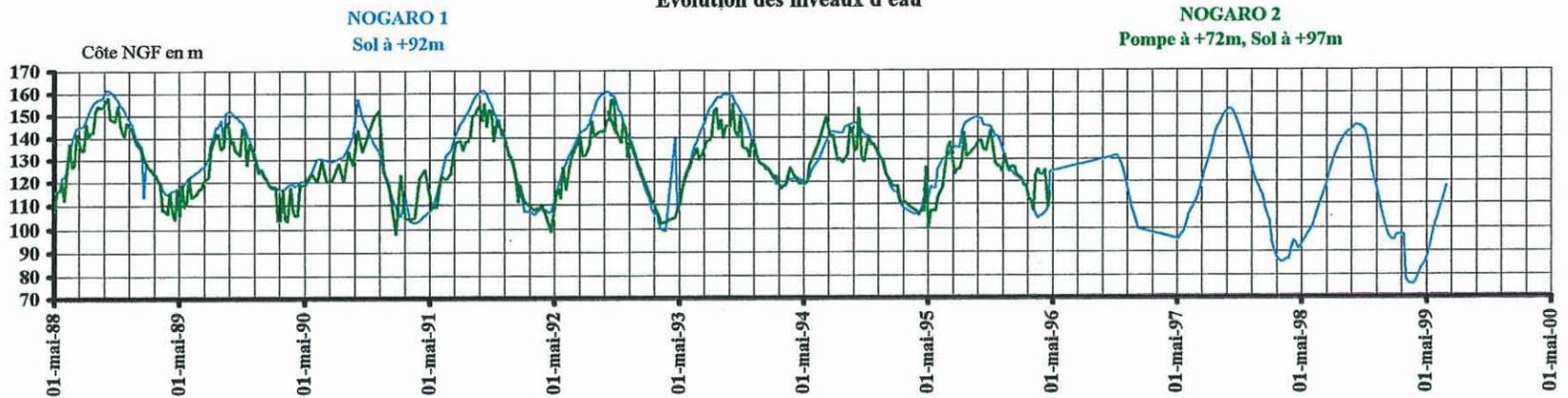
PIEZOMETRES DE SURVEILLANCE DE BARBOTAN

Evolution des niveaux d'eau



FORAGES DE NOGARO

Evolution des niveaux d'eau



PUITS DE GEAUNE ET DE CASTELNAU-TURSAN

Evolution des niveaux d'eau

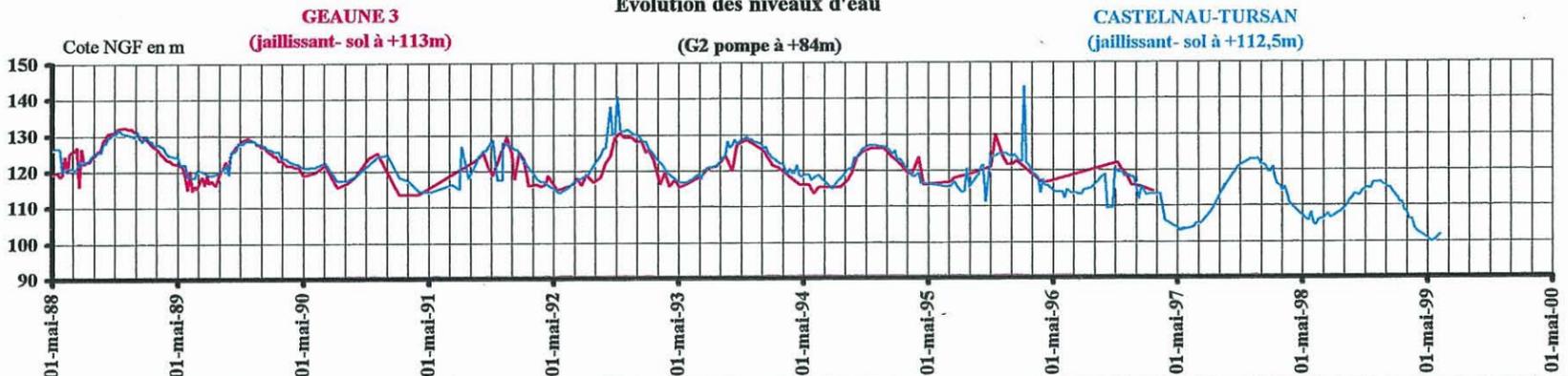


Fig. 1 - Stockage de gaz d'Izaute et Lussagnet - Evolution du volume de gaz

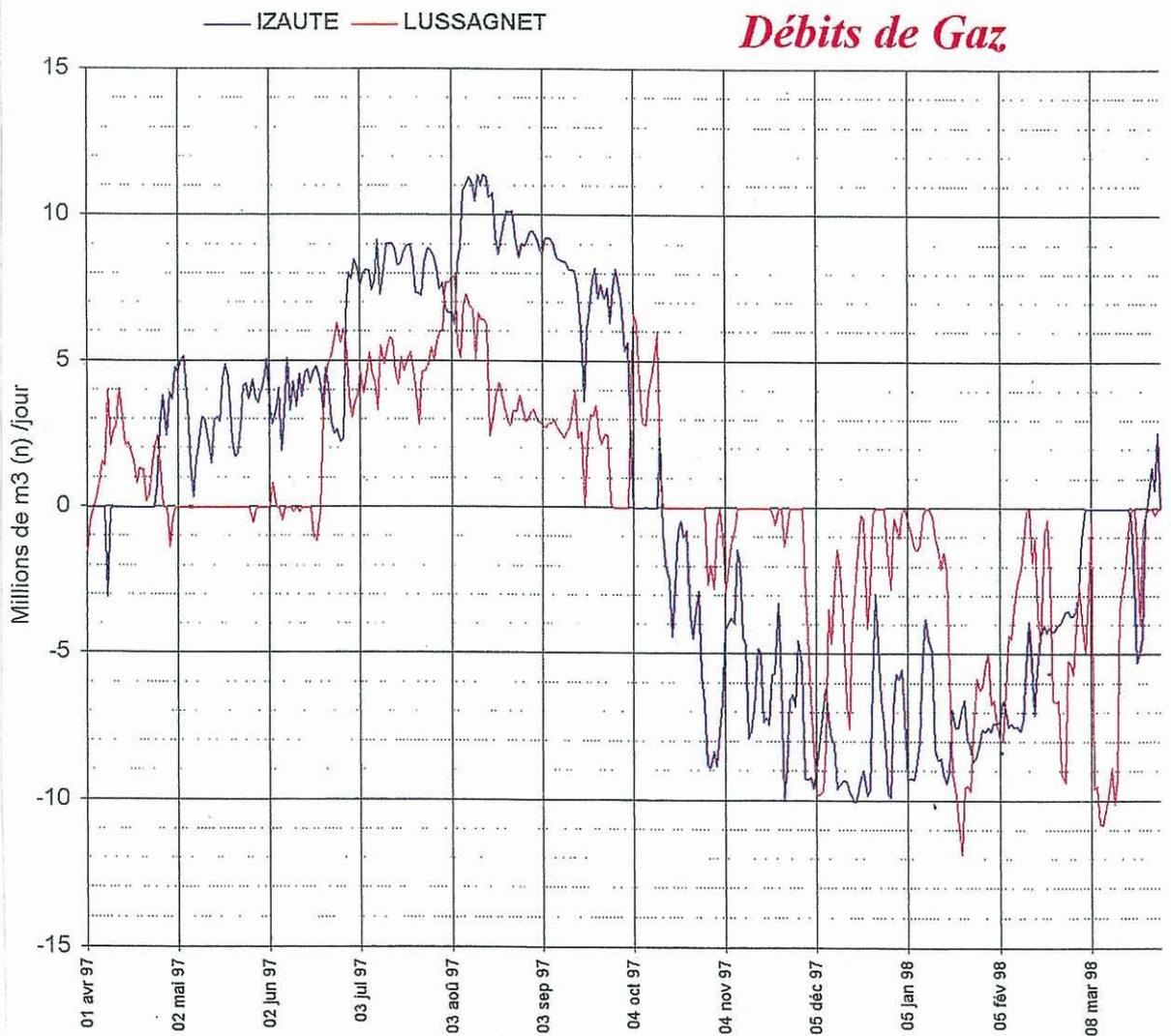
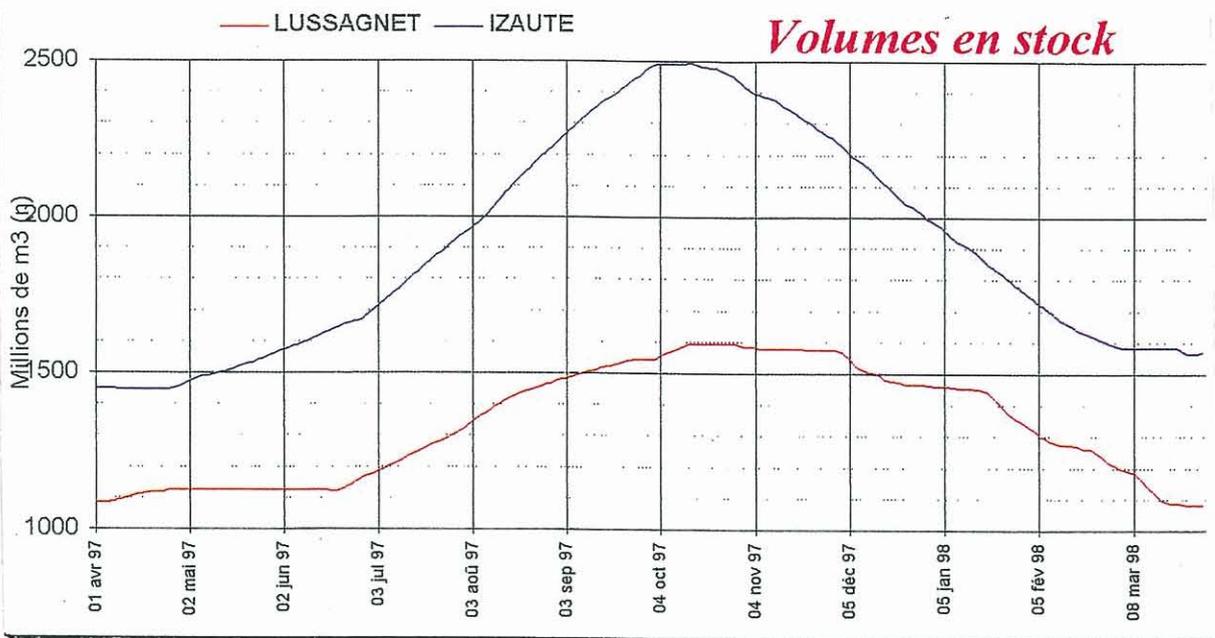


Fig. 2 - Volumes en stock et débits de gaz de avril 1997 à mai 1998

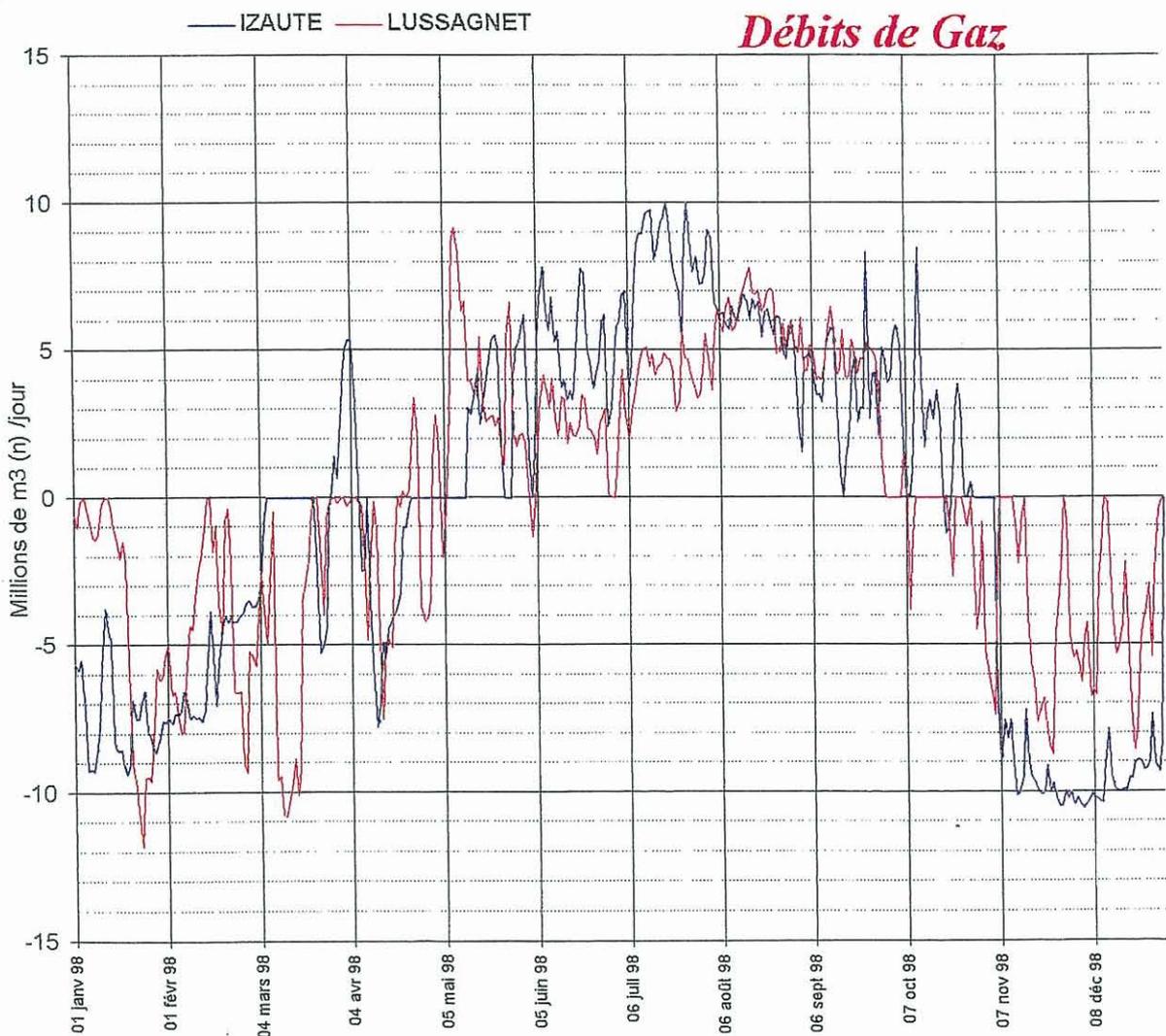
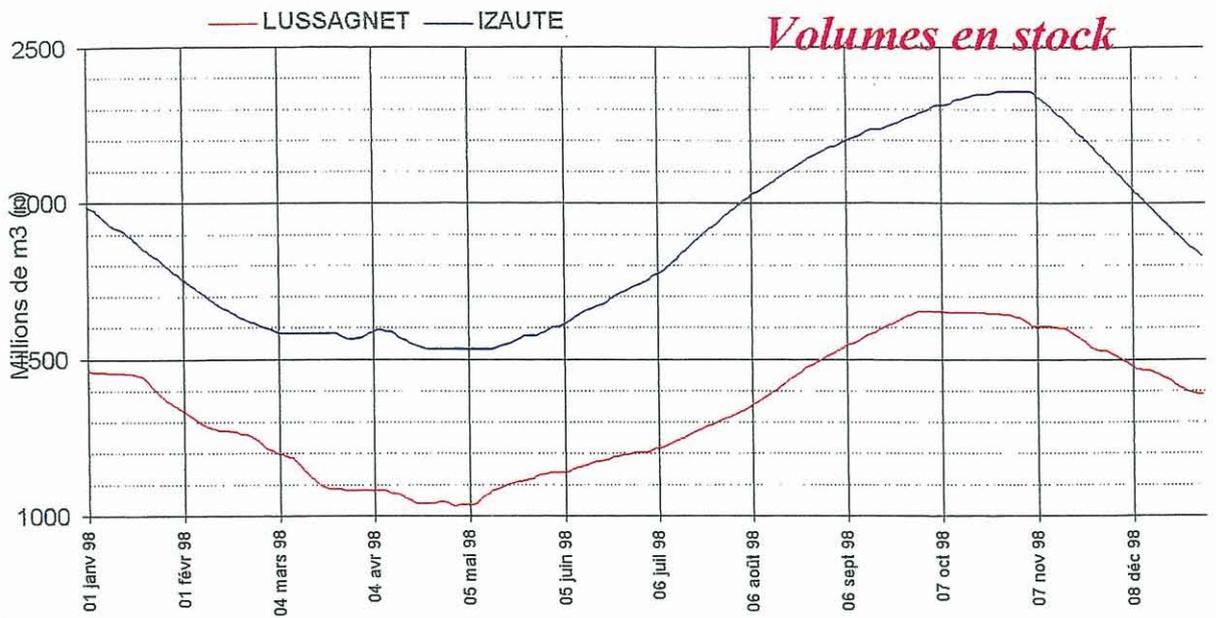


Fig. 3 - Volumes en stock et débits de gaz de janvier 1998 à décembre 1998

Tableau 1

Stockage du gaz à Izaute et à Lussagnet 1998

IZAUTE	Soutirages	Injections	Total
Janvier	231526	0	1763307
Février	162556	0	1600751
Mars	32880	5122	1572993
Avril	61564	24208	1535637
Mai	0	65547	1601184
Juin	0	143268	1744452
Juillet	0	241247	1985699
Août	0	195238	2180937
Septembre	0	110650	2291587
Octobre	2523	72810	2361874
Novembre	233294	0	2128580
Décembre	296811	0	1831769
Total	1021.154	858.090	-163.064

LUSSAGNET	Soutirages	Injections	Total
Janvier	122862	0	1341573
Février	123855	0	1217718
Mars	134488	0	1083230
Avril	56264	8109	1035075
Mai	3393	110099	1141781
Juin	2721	68632	1207692
Juillet	0	120013	1327705
Août	0	189568	1517273
Septembre	0	135269	1652542
Octobre	20533	2695	1634704
Novembre	110497	0	1524207
Décembre	132021	0	1392186
Total	706634	634385	-72.249

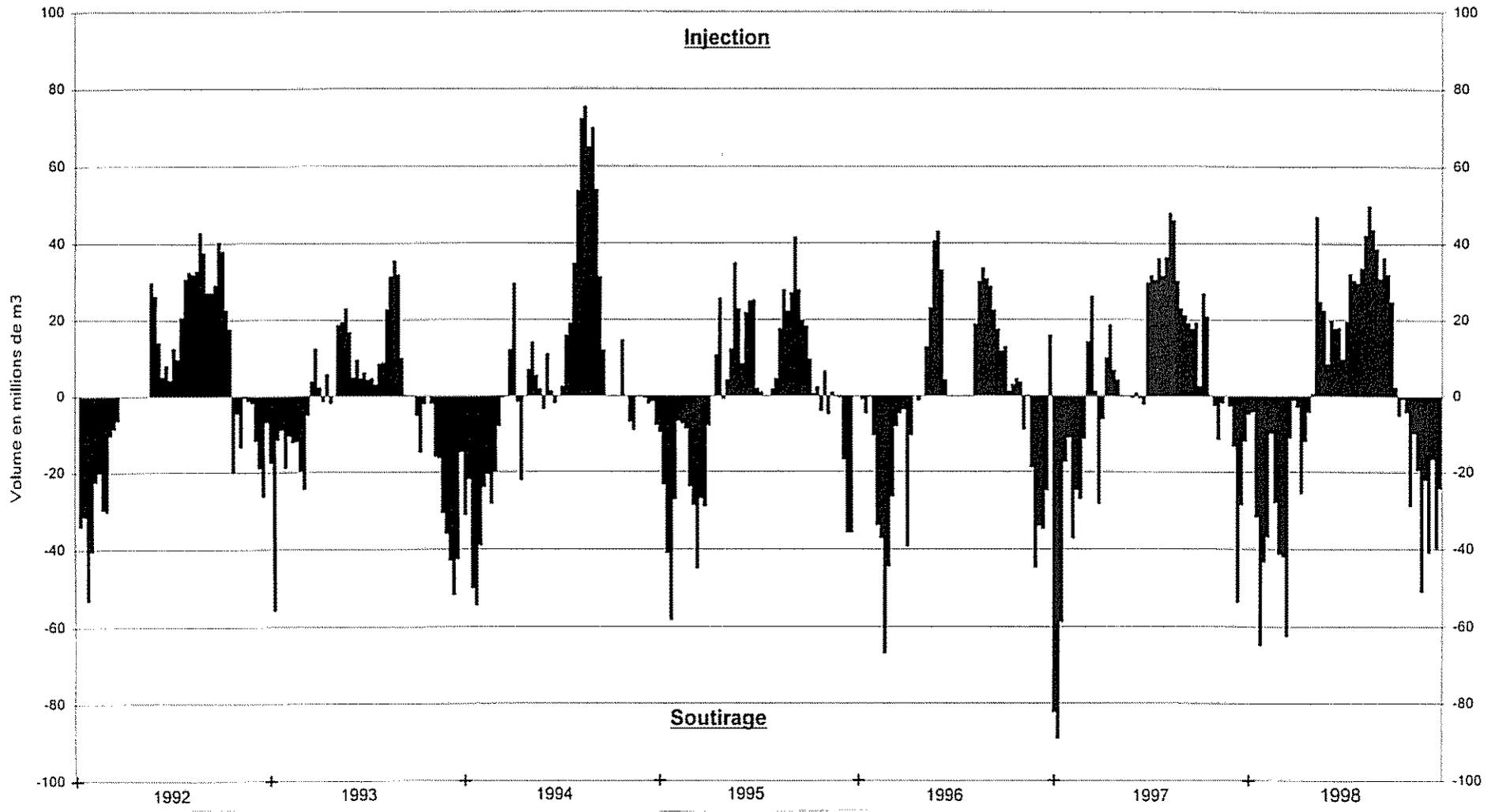


Fig. 4 - Lussagnet : injection et soutirage de gaz, période 1992 - 1998

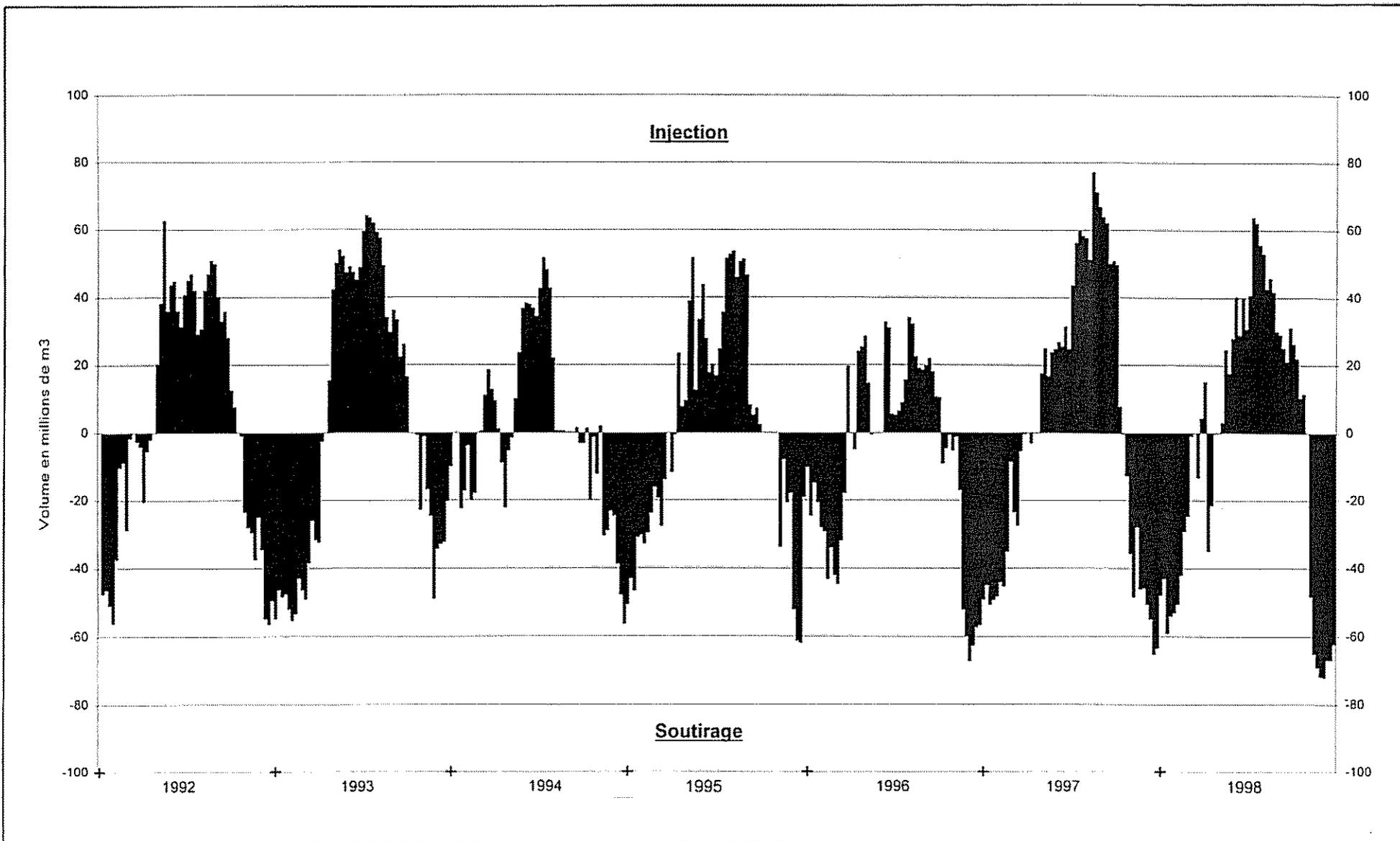


Fig. 5 - Izaute : injection et soutirage de gaz, période 1992 - 1998

2.2. VARIATIONS DES PRESSIONS

Tableau 2

Variations des pressions mesurées en tête de puits en bars absolus (1998)

Les pressions mesurées en tête de puits sont en bars absolus.

	IZA 6bis	LUG 8
Juin 97	52.37	55.78
Juill. 97	54.12	60.20
Août 97	57.33	65.25
Sept. 97	59.40	66.00
Oct. 97	60.35	66.13
Nov. 97	57.07	65.60
Déc. 97	54.67	63.66
Janv. 98	51.67	60.96
Fév. 98	49.60	56.40
Mars 98	48.40	53.20
Avr. 98	49.10	49.10
Mai 98	49.30	50.10
Juin 98	51.70	59.60
Juil. 98	53.80	60.30
Août 98	57.30	64.20
Sept. 98	57.80	67.10
Oct. 98	58.70	67.30
Nov. 98	58.00	65.50
Déc. 98	53.40	62.60

Les valeurs des années précédentes (minima et maxima) sont sensiblement retrouvées en 1998, avec une légère tendance à la hausse à Lussagnet (maximum observé : + 67,30 bars). La pression du gisement de Lussagnet peut être identique à celle d'Izaute, mais elle est généralement plus élevée (différence maximale observée de 10 bars), voir figures 6 et 7.

Ces variations périodiques peuvent influencer les niveaux de la nappe. Ces phénomènes sont illustrés figure 1. Leur impact est étudié au chapitre 5.

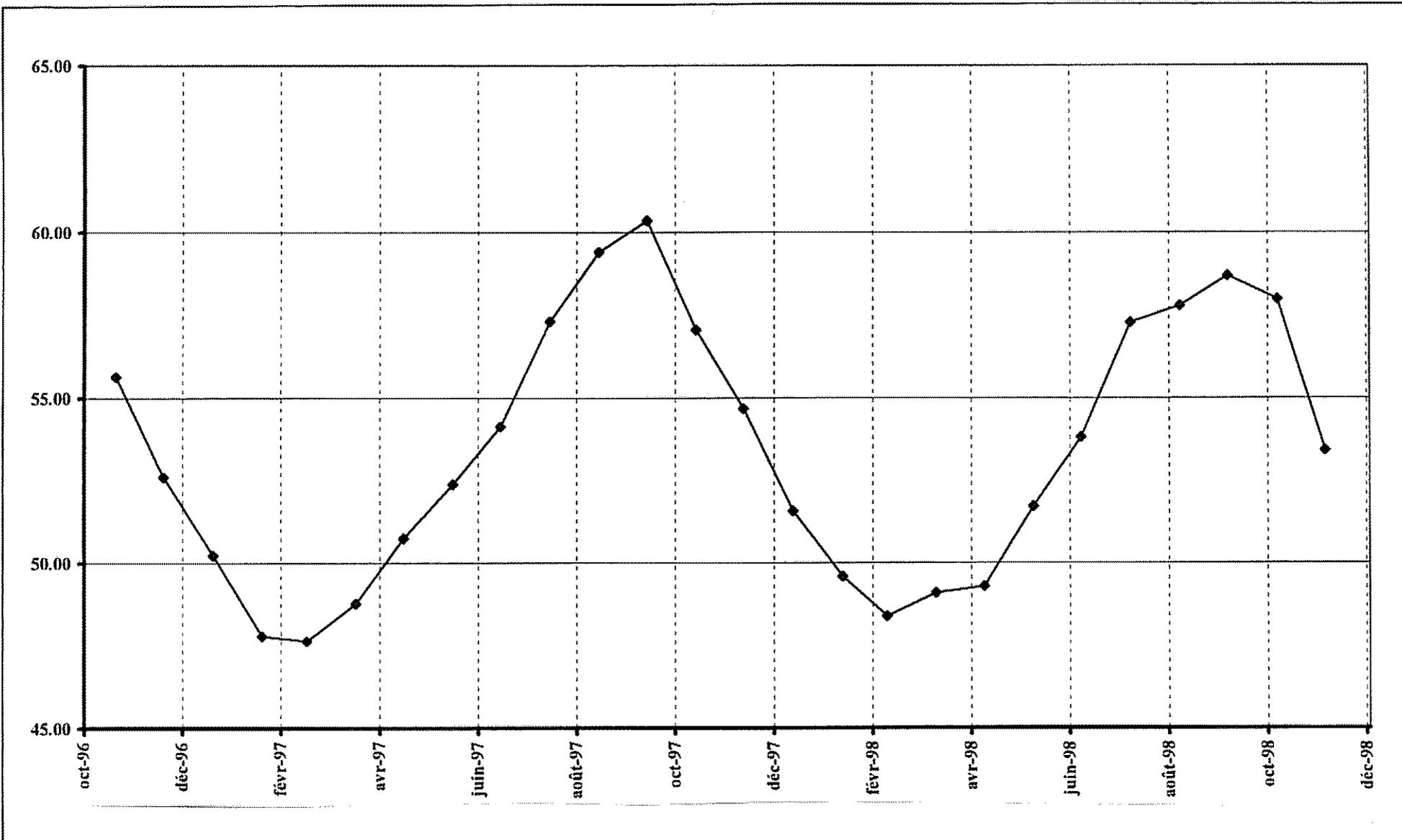


Fig. 6 - IZA 6bis : variation de la pression en tête de puits

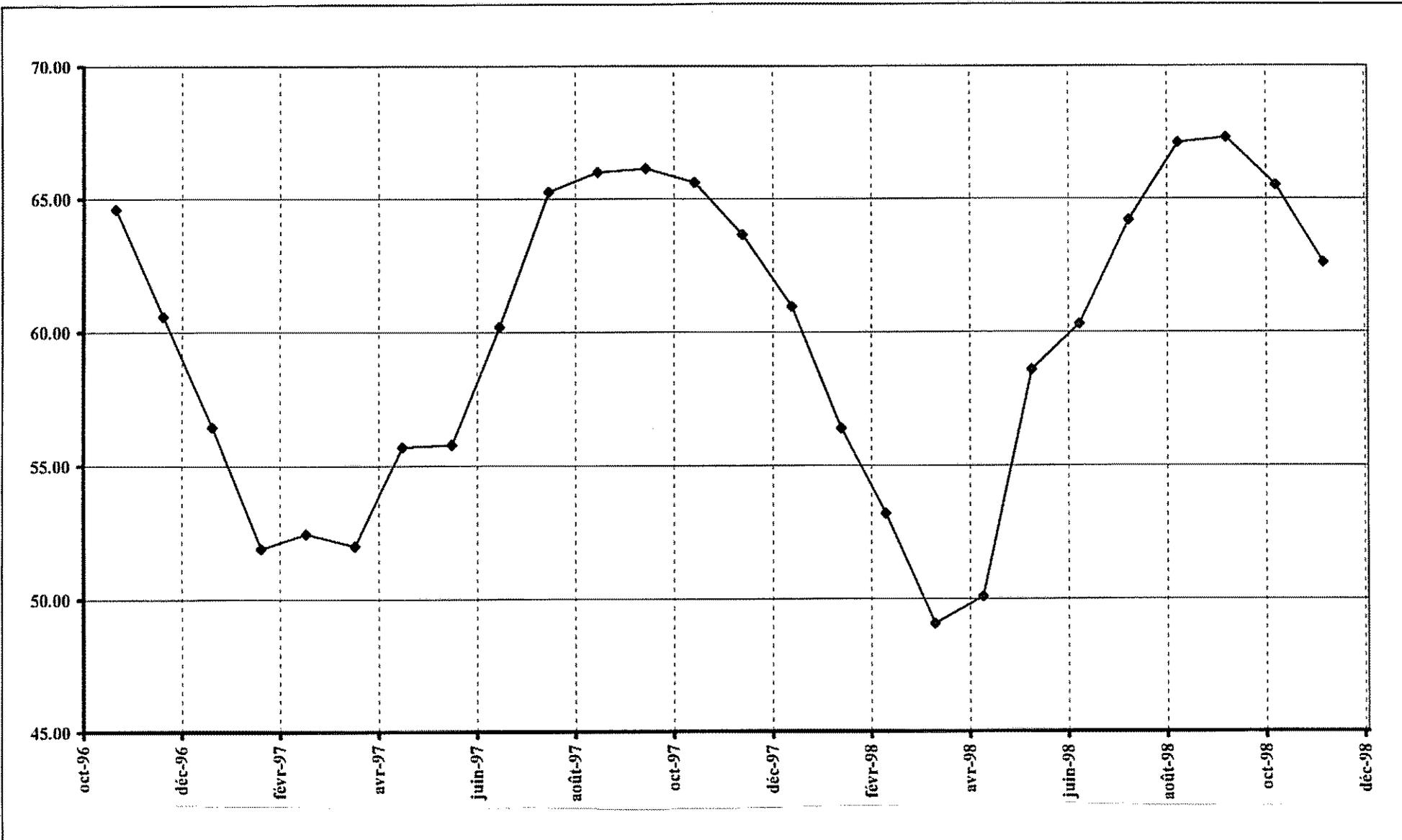


Fig. 7 - LUG 18 : variation de la pression en tête de puits

3. Volumes prélevés sur la nappe

3.1. DETAIL DES PRELEVEMENTS

L'année 1998 confirme une stabilisation des volumes prélevés autour de 10 à 11 millions de m³ par an.

Le tableau 3 et la figure 8 donnent, forage par forage, le volume annuel d'eau soutirée en milliers de m³/an et son usage pour les années 1995 - 1996 - 1997 - 1998.

En 1998, les prélèvements totaux ont augmenté de 240 000 m³. Ils passent à 10,883 millions de m³.

3.1.1. En Région Aquitaine

En 1998, 6 362 193 m³ ont été prélevés, soit une diminution de 526 284 m³ par rapport à 1997. On observe une diminution notable des prélèvements pour l'A.E.P de 702 000 m³, avec au Syndicat du Tursan (Pécorade - Geaune) une baisse par rapport à 1997 de 40 000 m³, une légère baisse sur l'ouvrage de Garlin (- 3000 m³) et sur les quatre forages de Bordes une très forte diminution (- 659 000 m³ en 1998).

Les besoins industriels avec les forages de Pécorade 101 et le Houga sont en légère réduction de 4 200 m³ en 1998.

Les ouvrages utilisés pour l'irrigation ont été très peu utilisés :

- Sur le forage ASA à Geaune, les prélèvements augmentent de 86 500 à 141 791 m³.
- Pour le Syndicat de la vallée du Lées, les pompages ont considérablement augmenté de 120 000 m³ en 1998 pour le forage Lespielle 1, celui de Simacourbe n'a pas été utilisé. **Ces deux ouvrages ne sont toujours pas équipés de compteur volumétrique**, malgré les demandes faites à la MISE par l'intermédiaire de la DIREN. Les volumes fournis sont estimés en fonction des temps moyens de marche et du débit d'exploitation. Ils sont approximatifs et invérifiables.

3.1.2. En Région Midi-Pyrénées

En 1998, avec 4 519 917 m³, les volumes totaux prélevés en MPY sont en très forte hausse de 767 867 m³, en particulier à Nogarro 2 et Pléhaut.

Prélèvements dans les nappes profondes

Tableau 3

N° BSS	Désignation	Dept	Usage	Volumés prélevés en 1995		Volumés prélevés en 1996		Volumés prélevés en 1997		Volumés prélevés en 1998	
				(m3)		(m3)		(m3)		(m3)	
				Compteur	Estimés à partir	compteur	Estimés à partir	compteur	Estimés à partir	compteur	Estimés à partir
			des durées de		des durées de		des durées de		des durées de		des durées de
				volumétrique	pompaje	volumétrique	pompaje	volumétrique	pompaje	volumétrique	pompaje
0926-6X-0004	LACQUY 101	40	Piézomètre		0		0	0			
0926-8X-0059	BARBOTAN 102	32	Thermalisme	281000		19400		117223		470361	
0926-8X-0059	BARBOTAN 103	32	Thermalisme	396000		521300		329290		7317	
0926-8X-0062	LOTUS 1	32	Thermalisme	162000		140400		121776		64812	
0926-8X-0063	LOTUS 2	32	Thermalisme	180000		168900		93330		174081	
0928-7X-0023	LECTOURE	32	Thermalisme		263000		216000		144400	194400	
0952-6X-0210	LE HOUGA (Lug57)	64	Industrie	43756		53232		33522		30975	
0952-8X-0002	NOGARO 1	32	Industrie	15000		12000		0		0	
0952-8X-0063	NOGARO 2	32	AEP	315500		310700		206668		AEP+industrie=	
0952-8X-0063	NOGARO 2	32	Industrie		3600		222000		144699	547297	
0953-3X-0016	GONDRIN	32	AEP	281600		654900		625926		626257	
0953-8X-0008	DEMU	32	AEP	181000		185800		183400		190392	
0954-5X-0017	CASTERA-VERDUZAN	32	AEP		96000		113700		92416	109062	
0954-5X-0018	PLEHAUT	32	AEP	0		0		236831		703770	
0958-6X-0008	GRAULHET (PPB)	81	Industrie		4500		4000	4500		5866	
0958-7X-0001	GRAULHET (WEISHARDT)	81	Industrie	421400		454500		448533		458166	
0978-4X-0010	CASTELNAU 3	40	Irrigation		1000		1000		1000		
0978-8X-0003	PECORADE 1	40	AEP		0		0	0		0	
0978-8X-0004	PECORADE 2	40	AEP	1103866		610365		1213200		1528175	
0978-8X-0011	PECORADE 3 (GEAUNE)	40	AEP	238379		1095644		1247730		686654	
0978-8X-0014	PECORADE 101	40	Industrie	98189		77871		18144		1015	
0978-8X-0015	GEAUNE (ASA)	40	Irrigation	434257		705074		86500		141791	
0979-5X-0219	SORBETS (GEAUNE 4)	40	AEP	390344		1345319		706923		913797	
0983-8X-0203	BLAGNAC piscine	31	Géothermie		87600		87600		87600		87600
0983-8X-0421	BLAGNAC géoth.	31	Géothermie	309600		251500		358655		358667	
0985-7X-0104	LALBAREDE	81	AEP	137400		142000		149220		153730	
1005-2X-0006	GARLIN 1 (BUROSSE)	64	AEP	306617		264824		270683		266764	
1005-2X-0038	LANNECAUBE	64	AEP					0		0	
1005-2X-0037	LALONGUE (Lassepe)	64	AEP		0		0	0		0	
1005-3X-0002	LESPIELLE 1	64	Irrigation		245000		217590		13600		155112
1005-7X-0001	LEMBEYÉ (ESSO)	64	Piézomètre		0		0	0		0	
1005-7X-0003	SIMACOURBE	64	Irrigation		738500		120884		0		0
1007-1X-0012	LAMAZERE	32	Géothermie		324000		275400		275400		275400
1012-1X-0013	MASCARENS	81	AEP	135200		120700		132183		92739	
1030-6X-0033	BORDES 2	64	AEP	772506		690054		802388		584989	
1030-6X-0034	BORDES 3	64	AEP	1280867		1359251		1444495		1177455	
1030-6X-0035	BORDES 4	64	AEP	963785		790293		1050292		756253	
1030-6X-0036	BORDES 1	64	AEP	60767		0		0		119213	
total partiel				8509033	1763200	9974027	1258174	9973828	666699	10363998	518112
imprécision en %				3%	10%	3%	10%	3%	10%	3%	10%
imprécision en m3				255271	176320	299221	125817	299215	66670	310920	51811
total imprécision en m3					431591		425038		365885		362731
TOTAL ANNUEL en m3				10 272 233 à + ou - 431500		11 232 201 à + ou - 425000		10 640 527 à + ou - 366000		10 882 110 + ou - 363000	

TABLEAU DES PRELEVEMENTS ANNUELS DANS L'AQUIFERE DES SABLES INFRAMOLASSIQUES EN REGIONS AQUITAINE ET MIDI-PYRENEES

Tableau 4

Année	Prélèvements dans la nappe des sables inframolassiques en millions de m3 en régions Aquitaine et Midi-Pyrénées
1980	5.3
1981	5.4
1982	6.4
1983	6.3
1984	6.9
1985	6.5
1986	7.4
1987	9.7
1988	8.9
1989	8.7
1990	9.1
1991	9.9
1992	8.9
1993	10.3
1994	13.8
1995	10.3
1996	11.2
1997	10.6
1998	10.9

HISTORIQUE DES PRELEVEMENTS ANNUELS DANS L'AQUIFERE DES SABLES INFRAMOLASSIQUES EN REGIONS AQUITAINE ET MIDI-PYRENEES

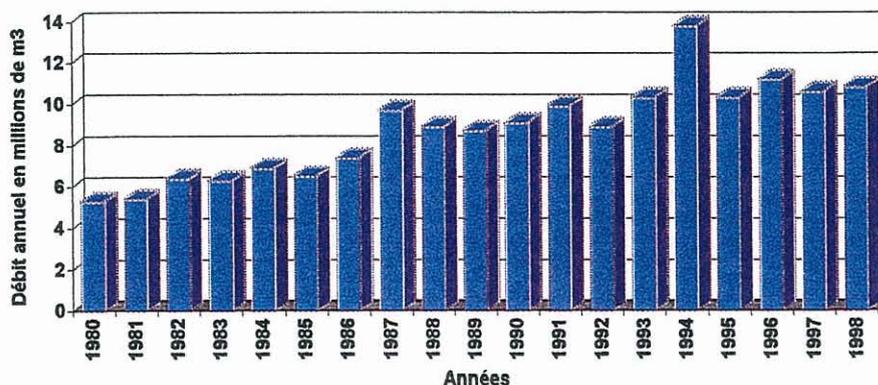


Fig. 8 - Historique des prélèvements dans l'aquifère des Sables Infra-molassiques

Pour les forages de Lalbarède, Demu, Blagnac piscine, Graulhet Weishardt (pour les besoins de l'AEP uniquement), les prélèvements sont équivalents aux années antérieures ou en très légère augmentation.

Il est à remarquer que :

- les volumes pompés sur les forages de *Lalbarède*, et de l'usine *Weishardt* à Graulhet sont en légère augmentation de 3 500 à 9 600 m³,
- le forage de *Demu* alimente 8 communes du syndicat, le volume pompé a augmenté de 7 000 m³,
- le forage de « *Blagnac piscine* » n'est pas équipé de compteur ; le volume est estimé à partir d'un débit horaire de 10 m³/h en continu (365 j/an). Au titre de la loi sur l'eau de 1992, il faudra équiper cette installation d'un dispositif de comptage,
- le forage de *Lectoure* a été équipé d'un compteur volumétrique,
- le forage de *Pléhaut* mis en service en 97 est passé de 236 831 m³ à 703 770 m³,
- les besoins pour l'AEP et industriels de *Nogaro 2* sont désormais comptabilisés. Ce volume est en forte augmentation avec 547 297 m³ en 1998. Ils n'étaient que de 144 400 m³ en 1997.

L'examen des données amène les remarques suivantes :

- Les deux forages de *Barbotan (B102 et B103)*, dont les eaux sont utilisées pour les soins, fonctionnent généralement en alternance. En 1996, seul le forage B103 a réellement fonctionné. Le volume cumulé prélevé, en 1996, dans ces deux forages était en net recul par rapport à celui de 1995 et encore en net recul en 1997. Cette baisse est liée à un changement de type de fonctionnement pour les soins. En 1998, avec 477 678 m³ principalement extraits de B 102, les volumes prélevés augmentent de 31 165 m³.
- Les forages *Lotus 1 et 2* sont utilisés pour le fonctionnement des pompes à chaleur de la station thermale de Barbotan. Les prélèvements sont liés à la demande, elle-même conditionnée par les conditions météorologiques, ils augmentent de 23 787 m³ en 1998 avec 238 893 m³.
- Le forage de *Lamazère* est utilisé pour le chauffage de serres. Il est arrêté en période estivale (entre mi-mai et mi-septembre). Les surfaces irriguées dans les serres sont rigoureusement identiques, mais les volumes devront être comptés.
- Sur les *forages géothermiques de Blagnac*, l'exploitation d'un forage avait été arrêtée durant deux mois en fin d'année 1996. En 1997 et 1998, le volume d'eau est de l'ordre de 446 267 m³. Un compteur doit être installé à la piscine.
- Sur le forage de *Lectoure*, les prélèvements sont stabilisés autour de 200 000 m³/an.
- Le forage *Nogaro 1* n'est plus exploité depuis 1997.
- Le forage de *Graulhet (PPB)* est en nette augmentation, celui de *Mascarens* est en diminution.
- Les prélèvements varient peu pour les forages de *Castéra Verduzan* (109 062 m³), et de *Gondrin* (626 257 m³).

3.2. DEBIT TOTAL ANNUEL

Les volumes prélevés en 1998 sont de **10,88 millions de m³** pour les régions **Aquitaine** et **Midi-Pyrénées**, soit + 241 583 m³ (soit 2,3 %) par rapport à 1997. Si l'on ne tient pas compte de l'année 1994 (13,8 millions de m³), la valeur observée en 1996 correspond au maximum de l'historique, 1998 est en seconde position. Depuis 1980 on observe une augmentation du prélèvement de 5,3 millions de m³ à près de 11 millions. Globalement les prélèvements ont été multipliés par 2,05 soit environ de 105 % et environ 5,5 % par an en moyenne.

L'évolution des prélèvements annuels dans l'aquifère des sables infra-molassiques de 1980 à 1998 est illustrée figure 8.

3.3. REPARTITION PAR DEPARTEMENT

La figure 9 représente la répartition géographique des prélèvements par département. Ceux du Gers, de Landes et des Pyrénées Atlantiques se partagent 89 % de la ressource à parts sensiblement égales.

3.4. UTILISATION DE L'EAU

La figure 10 donne la répartition de l'eau par usage :

- L'alimentation en eau potable représente 76 % des prélèvements. Elle est pratiquée dans l'ensemble des départements excepté la Haute-Garonne.
- La géothermie (7 %) est localisée en Haute-Garonne (Blagnac) et dans le Gers (Lamazère).
- L'irrigation 3 % est pratiquée dans les Landes (Geaune, Bats, Urgons) et dans les Pyrénées Atlantiques (Lespielle). Elle est en très forte baisse depuis 2 années avec 0,1 millions de m³ en 1997 et 0,3 en 1998, alors qu'il avait été pompé 1,04 millions en 1996.
- Le thermalisme (8 %) est localisé dans le Gers (Barbotan et Lectoure).
- L'industrie (6 %), les captages destinés à cet usage se situent dans le Gers (Le Houga et Nogaro), dans les Landes (Pecorade) et dans le Tarn (Graulhet).

Entre 1995 et 1996 d'une part et 1997 et 1998 d'autre part, des changements importants sont observés pour chaque usage :

	1995	1996	1997	1998
AEP	61%	69%	78%	76 %
Industrie	5%	7%	6%	6 %
Irrigation	14%	9%	1%	3 %
Thermalisme	13%	10%	8%	8 %
Géothermie	7%	5%	7%	7 %
soit un total de :	10 272 232	11 232 201	10 640 527	10 882 110

**REPARTITION PAR DEPARTEMENT DES PRELEVEMENTS
DANS LA NAPPE DES SABLES INFRAMOLASSIQUES EN 1998**

Tableau 5

Départements où la nappe des sables inframolassiques est exploitée	Quantité prélevée en 1998 en m3	Pourcentage
Haute-Garonne	446267	4%
Gers	3363149	31%
Landes	3271432	30%
Pyrénées-Atlantiques	3090761	28%
Tarn	710501	7%
TOTAL	10882110	100%

**REPARTITION PAR DEPARTEMENT DES PRELEVEMENTS
DANS LA NAPPE DES SABLES INFRAMOLASSIQUES EN 1998**

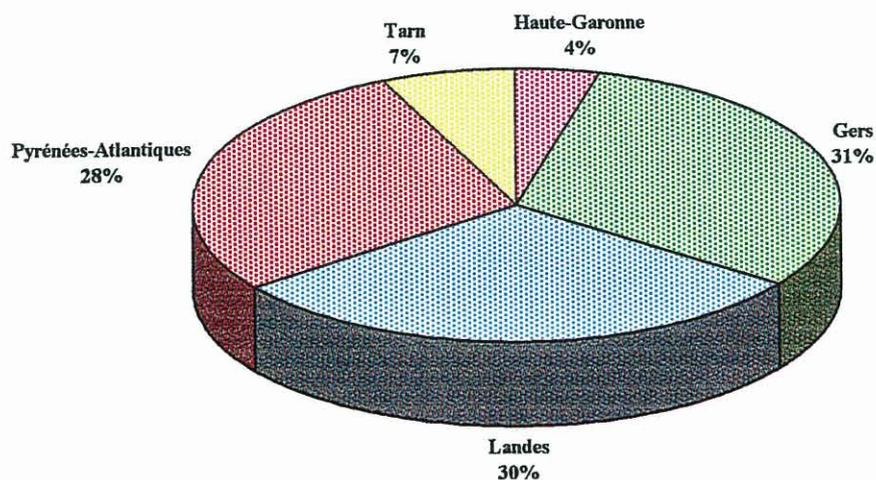


Fig. 9 - Répartition des prélèvements dans l'aquifère des Sables Infre-molassiques en 1998

**USAGES DE L'EAU PRELEVEE DANS LA NAPPE DES SABLES INFRAMOLASSIQUES EN 1998
(AQI et MPY)**

Tableau 5bis

Usages de la nappe en 1998 de la nappe des sables inframolassiques	Région Aquitaine volume annuels en millions de m3	Région Midi-Pyrénées volume annuels en millions de m3	Régions AQI et MPY cumuls annuels en millions de m3	Pourcentage
Alimentation en eau potable	6.03	2.29	8.32	76%
Géothermie	-	0.72	0.72	7%
Irrigation	0.30	-	0.30	3%
Thermalisme	-	0.91	0.91	8%
Industrie	0.03	0.60	0.63	6%
TOTAL	6.36	4.52	10.88	100%

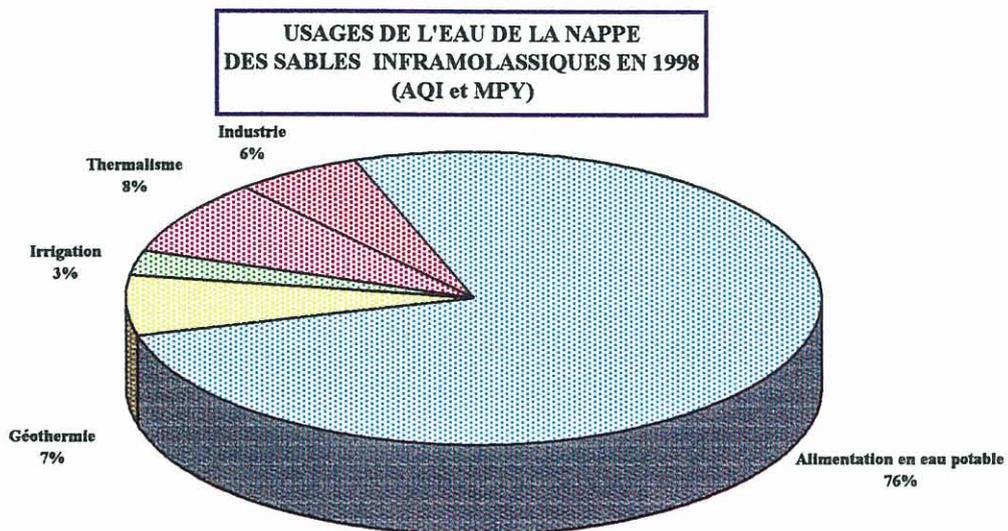


Fig. 10 - Usages de l'eau prélevée dans l'aquifère des Sables Infra-molassiques en 1998

Les conditions climatiques (ou aussi les pratiques agricoles) ont permis de limiter dans des proportions importantes les pompages d'irrigation.

3.5. LOCALISATION DES FORAGES D'EXPLOITATION

La carte de la figure 11 extraite du SIGES MPY complétée pour l'Aquitaine, montre les emplacements des principaux forages exploitant la nappe des sables infra-molassiques et celle du Dano-Paléocène.

Les captages AEP de Lalongue et Lannecaube (64) sont reportés sur cette carte, ils n'ont pas encore été mis en service.

Le forage de Bordes 1 n'avait pas été exploité en 1996 et 1997 suite à des indices de nitrates, il a été remis en service en 1998.

Le forage d'irrigation de Simacourbe n'a pas été exploité en 97 et 98.

Cette carte visualise la concentration des forages sur la bordure ouest de l'aquifère (dans le Gers, les Landes et Pyrénées Atlantiques). Cela explique les baisses piézométriques enregistrées dans cette zone.

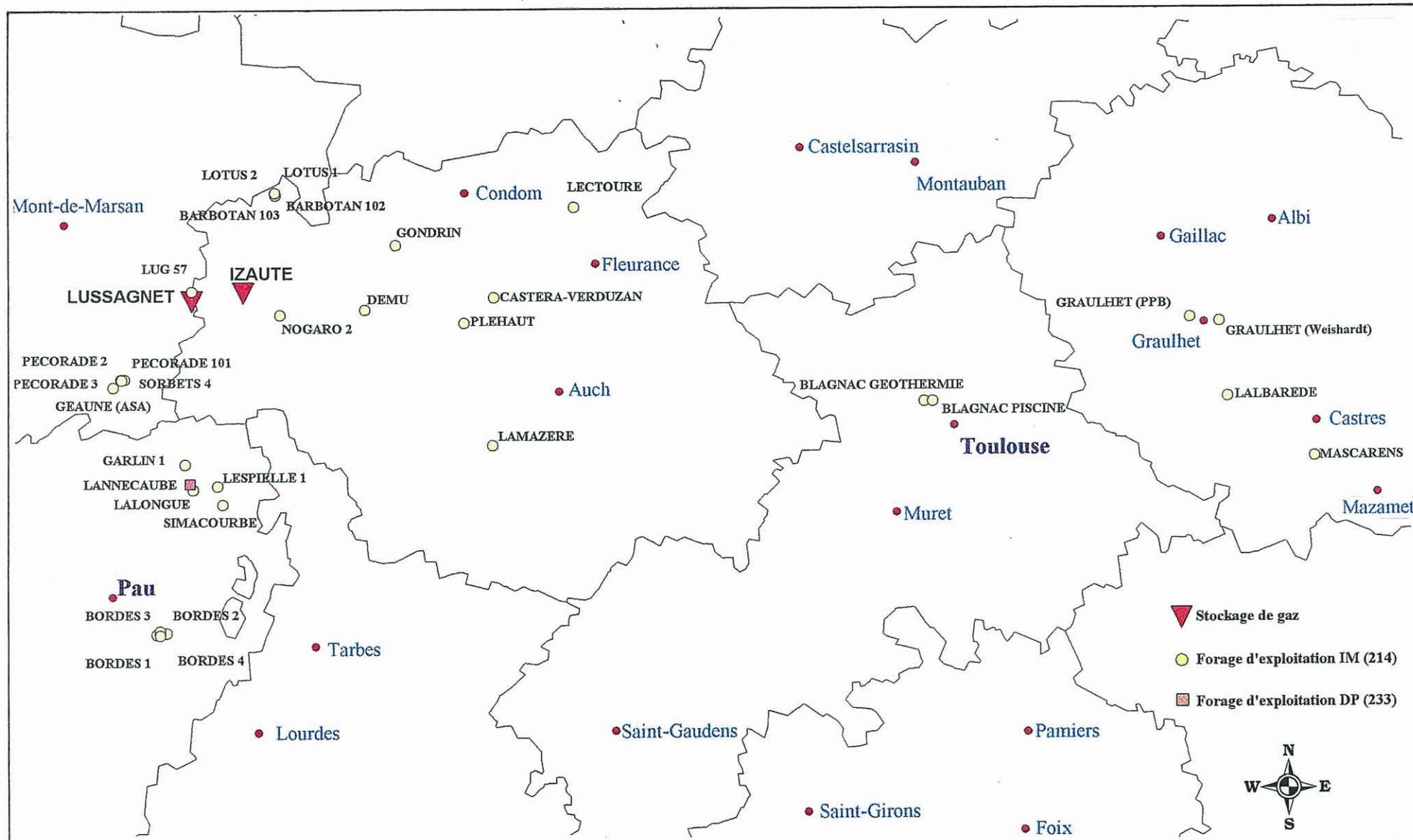


Fig. 11 - Localisation des forages d'exploitation dans les aquifères des Sables Infra-molassiques et Dano-Paléocène

4. Piézométrie des systèmes aquifères

La surveillance piézométrique est assurée dans trois types d'ouvrage :

- a) Forages de reconnaissance pétrolière réhabilités en piézomètres (opération réalisée à l'initiative de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne).
- b) Forages d'eau équipés d'un système de pompage et en exploitation pour différents usages : AEP, irrigation, thermalisme, etc... permettant d'effectuer des mesures de niveaux dans des conditions particulières d'arrêt des exploitations.
- c) Sondages spécialement conçus en piézomètres et équipés d'appareils d'enregistrement du niveau d'eau.

Initialement, compte tenu de la profondeur des aquifères, il n'a pas été possible, pour des raisons financières, de créer de véritables piézomètres réservés exclusivement à la mesure des niveaux en vue du suivi de leur évolution. Devant la nécessité de disposer de mesures fiables, non influencées, plusieurs forages pétroliers ont été aménagés pour servir de piézomètres et ont été équipés d'appareils d'enregistrement des niveaux. Les ouvrages inutilisés ou abandonnés pour diverses raisons : baisse de productivité, évolution de la qualité de l'eau... , sont diagnostiqués puis équipés en piézomètre.

Les mesures de niveaux effectuées sur les forages en exploitation sont influencées par les actions de pompage. Pour être utilisées, elles doivent subir des traitements pour filtrer les impacts des pompages.

En pratique, le suivi piézométrique de la nappe des Sables Infra-molassiques est effectué à partir de deux réseaux gérés par :

- le BRGM,
- Elf Aquitaine Gaz France Stockage (EAGFS).

L'aquifère carbonaté (Dano-Paléocène) fait l'objet d'un suivi sur les ouvrages suivants :

- * *Siougos* ; .LS2 (Gaz de France) à Campagne
- * *Louer 1* (Conseil Général des Landes),
- * *Toulouzette* (GdF),
- * *Christine-Marie* à Eugénie-les-Bains (GdF),
- * *Bucuron 2* à Gamarde (GdF),
- * *Lannecaube* (Syndicat de N.E. de Pau Garlin)
- * *Izaute 101* à Izaute (EAGFS)

L'aquifère du Cénomaniens (base du Crétacé supérieur) est suivi par Gaz de France à Gourbera, au nord de Saint-Paul-lès-Dax.

4.1. ETAT DU RESEAU PIEZOMETRIQUE A FIN 1998

4.1.1. Suivi effectué par le BRGM

Les piézomètres suivis par le BRGM sont localisés en figure 12.

Le réseau des piézomètres est actuellement composé de 18 points de mesures dont 5 équipés d'enregistreurs. et 13 autres points de mesures manuelles, à une fréquence bimestrielle (cf. *tableau 6*)

Tableau 6

Piézomètres du réseau de suivi du BRGM

N° BS\$	Nom ouvrage	Dpt	X Lamb.	Y Lamb.	Z	Prof. en m	Aquifère	Equipement	Début des mesures	pas des mesures
0929-3X-0123	AUVILLAR	82	487.030	3198.230	91.00	579.3	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles	Déc-90	bimestriel
0926-7X-0014	BETBEZER	40	400.110	3189.960	120.00	110.0	Calcaires du Crétacé	Limnigraphe depuis 1989	Jan-91	continu
1032-6X-0009	CASTELMAU-MAGNOAC 1	65	450.850	3109.150	330.00	4155.5	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles	Mai-73	bimestriel
1012-2X-0055	LABRUGUIERE	81	595.825	3138.800	217.00	177.0	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles	Juin-90	bimestriel
0926-6X-0004	LACQUY	40	390.625	187.785	107.70	4002.0	Sables infra-molassiques et calcaires Crétacé supérieur	Limnigraphe	Oct-94	continu
0904-2X-0001	LAUZERTE	82	507.280	3219.720	125.00	154.2	Calcaires fissurés - Bajocien	Mesures manuelles	Déc-90	bimestriel
1005-7X-0001	LEMBEYE	64	399.830	131.300	177.00	3316.0	Sables infra-molassiques	Mado	Fév-96	continu
1009-8X-0004	MURET 104	31	521.870	3128.510	173.80	1410.0	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles	Oct-66	bimestriel
1008-2X-0001	POLASTRON 101	32	481.980	3136.780	214.86	2751.0	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles	Juin-73	bimestriel
1030-4X-0002	PONSON-DESSUS 1	64	406.425	3115.045	341.06	5730.0	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles	Jan-75	bimestriel
1007-8X-0001	PUYMAURIN 2	32	468.640	3122.060	220.70	3821.8	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles	Mai-71	bimestriel
1033-6X-0002	SAINT-ANDRE 1	31	478.425	3111.000	305.00	4202.0	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles	Fév-76	bimestriel
1007-2X-0026	SAINT-MEDARD	32	449.660	3134.930	178.00	253.0	Sables infra-molassiques	Mado	Juil-97	continu
0982-4X-0002	SAINT-CRICQ	32	491.990	3155.380	153.00	1035.0	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles	Fév-92	bimestriel
1031-2X-0001	SENAC 1	65	424.220	3120.470	222.65	5234.0	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles	Déc-71	bimestriel
0986-6X-0074	VALDURENQUE	81	597.750	3140.270	232.00	129.0	Argiles à graviers + calcaires	Mesures manuelles	Juin-90	bimestriel
09546X0022	LE MASCA	32	450.300	3167.225	140.00	57.8	Sables infra-molassiques	Mado	Fév-98	continu
0954-1X-0021	BEAUCAIRE	32	443.567	3172.350	97.00	768	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles	Fév-97	bimestriel

Les forages de Betbezer et Lauzerte ne captent pas la nappe infra-molassique, mais concernent les aquifères des calcaires fissurés respectivement du Crétacé et du Bajocien.

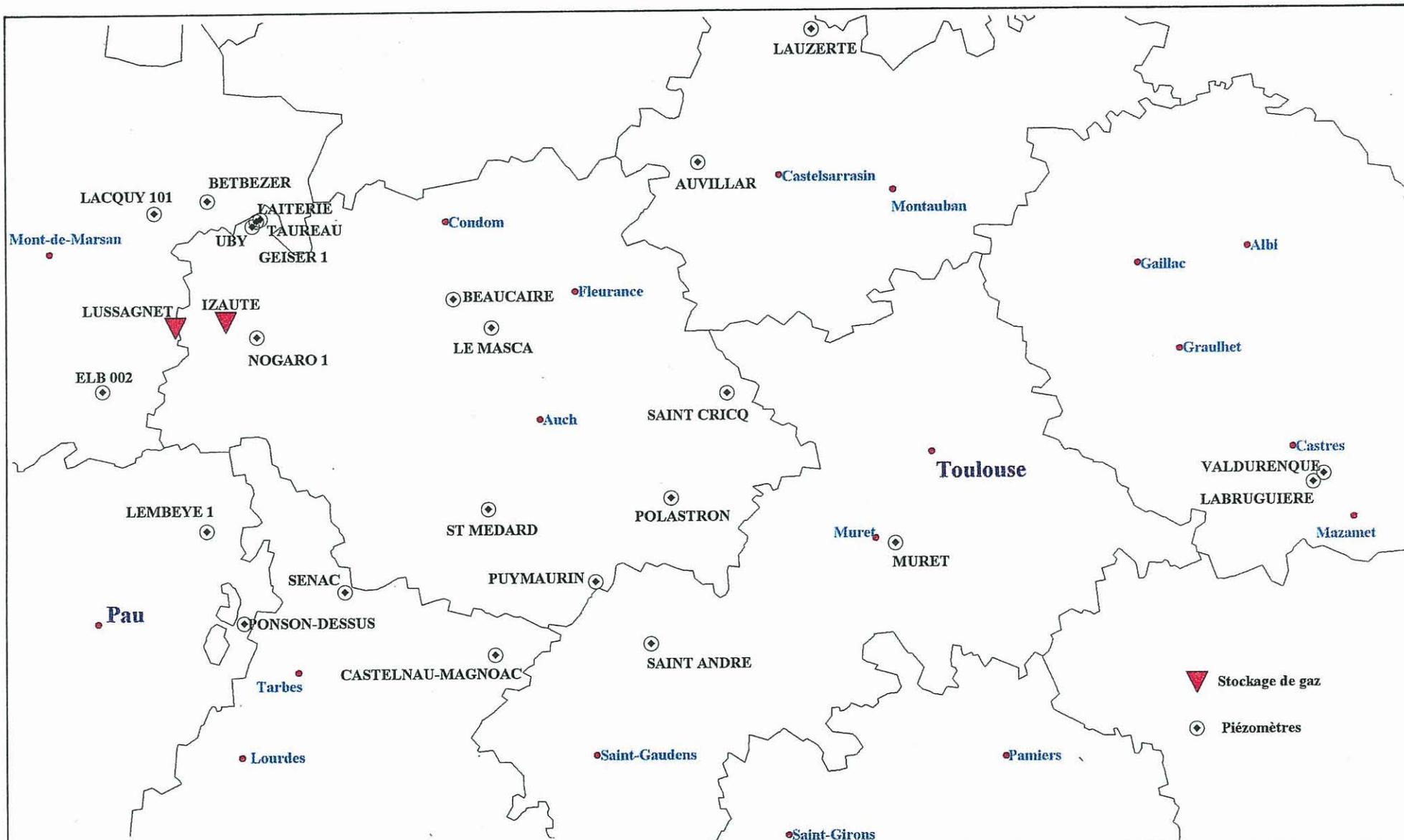


Fig. 12 - Localisation des piézomètres dans les aquifères des Sables Infra-molassiques et Dano-Paléocène

Le forage de Lacquy capte deux systèmes aquifères. Il est essentiellement représentatif du Crétacé.

De plus, le BRGM réalise des relevés trimestriels sur un réseau de 16 ouvrages en exploitation (tableau 7). Leur implantation est donnée en figure 12.

Tableau 7

Suivi des forages d'exploitation

N° BSS	Nom ouvrage	Dpt	X Lamb.	Y Lamb.	Z	Prof. en m	Aquifère	Equipement	Début des mesures	Pas des mesures
0954-5X-0018	PLEHAUT	32	4442,080	3163,085	105,00	562,0	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1995	trimestriel
0978-8X-0003	PECORADE 1	40	381,800	153,20	107,00	423,5	Sables molassiques infra-	Linnigraphe depuis 1989	1984	Continu
0978-8X-0004	GEAUNE 2	40	381,750	153,350	102,50	487,0	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1984	trimestriel
0978-8X-0011	GEAUNE 3	40	382,000	153,220	115,00	482,0	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1984	trimestriel
0978-8X-0014	PECORADE 101	40	381 7167	157,316	91,0	554,0	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1988	trimestriel
0978-8X-0015	BATS URGONS	40	380,575	151,900	88,00	476,0	Sables molassiques infra-	Manuelles Mado	1989	trimestriel
0979-5X-0219	SORBETS 4	40	382,520	153,25	120,00	535,0	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1993	trimestriel
1005-2X-0006	GARLIN	64	393,210	138,360	147,00	650,0	Sables molassiques infra-	Manuelles Mado	1984	trimestriel
1005-2X-0037	LALONGUE	64	394,600	133,850	180,00	322,0	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1994	trimestriel
1005-2X-0038	LANNECAUBE	64	394,280	131,150	165,00	933,0	Dano-Paléocène	Mesures manuelles	1993	trimestriel
1007-3X-0002	LESPIELLE 1	64	398,930	134,500	162,00	415,0	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1984	mensuel
1005-7X-0003	LESPIELLE 2	64	399,860	131,280	178,00	510,1	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1984	mensuel
1030-6X-0033	BORDES 2	64	389,350	108,700	230,00	100,0	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1989	trimestriel
1030-6X-0034	BORDES 3	64	389,850	109,050	227,60	106,0	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1989	trimestriel
1030-6X-0035	BORDES 4	64	389 7850	108 729	226,90	100,5	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1989	trimestriel
1030-6X-0036	BORDES 1	64	389,220	105,40	218,70	85,0	Sables molassiques infra-	Mesures manuelles	1995	trimestriel

Les forages de Pecorade 1, Lalongue et Lannecaube ne sont pas exploités. Selon les décisions des maîtres d'ouvrage, ils pourront être affectés au réseau piézométrique. Dans cette hypothèse, les forages de Lalongue et Lannecaube seront équipés d'enregistreurs continus.

4.1.2. Réseau Elf Aquitaine Gaz France Stockage

Quatre forages font l'objet d'un relevé manuel quotidien hors week-end (5 jours/7) par la Chaîne Thermale du Soleil (CTS), à Barbotan.

EAGFS fait faire par ANTEA le suivi de neuf ouvrages à l'aide d'enregistreurs de niveaux d'eau dont deux suivis mensuellement par la CTS (tableau 8). En 1997, ce

réseau a été complété avec le piézomètre d'Eugénie-les-Bains (ELB 002), qui a été crépiné dans les grès à Nummulites.

Tableau 8 – Réseau suivi par EAGFS

N° BSS	Nom ouvrage	Dpt	X Lamb.	Y Lamb.	Z	Prof. en m.	Aquifère	Équipement	date de mise en place	Début des mesures	pas des mesures
0926-8X-0037	LAITERIE	32	409.500	3186.600	163.50	93	Sables infra-molassiques	Mesures manuelles		Mai-88	quotidien (5j/7)
0926-8X-0055	UBY	32	408.120	3185.380	102.10	596	Sables infra-molassiques	Mado solo et mesures manuelles	Nov-94	Nov-94	12 heures
0926-8X-0045	GEYSER 1 *	32	408.860	3186.280	117.1	120	Sables infra-molassiques	Mado solo et Mesures manuelles	Avr-96	Mai-88	1/2 heures quotidien (5j/7)
0926-8X-0035	TAUREAU	32	408.870	3186.300	118.40	68	Sables infra-molassiques	Mado solo et mesures manuelles	1995	Juil-87	12 heures
0954-5X-00017	CASTERA VERDUZAN	32	447.300	3167.630	113.00	230	Sables infra-molassiques	Mado solo	1995	Mai-96	1 heure
0953-6X-0008	DEMU	32	424.660	3165.450	155.00	781	Sables infra-molassiques	Mado solo	1995	Août-95	1 heure
0953-3X-0016	GONDRIN	32	430.040	3176.970	106.00	728	Sables infra-molassiques	Mado solo			
0978-8X0015*	BATS URGONS	40	380.575	3151.900	88.00	476	Sables infra-molassiques	Mado solo	1994	Nov-94	1 heure
1005-2X-0006*	GARLIN	64	393.210	3138.360	147.00	650	Sables infra-molassiques	Mado solo	1995	Mai-95	1 heure
0952-8X-0002	NOGARO 1	32	408.850	3165.750	92	928	Sables infra-molassiques	Mado solo	1995	Avr-95	1 heure
0978-4X-0031	ELB 002 Eugénie les Bains	40	381.654	3158.627	96.40		Yprésien sup.	Module num.	fin 1997	Fév-99	1 heure

- Suivi trimestriel complémentaire par le BRGM

Les localisations des piézomètres de la station thermale de Barbotan (laiterie, Uby, Geysier 1, Taureau) et celui de Nogaro 1 sont illustrées en figure 12.

Les ouvrages qui sont en exploitation, sont localisés en figure 11.

4.1.3. Evolution du réseau

Le forage de Beaucaire (32), inexploitable pour l'AEP, a été retenu pour un suivi piézométrique avec un enregistreur. Une démarche est engagée auprès du maître d'ouvrage.

4.2. EVOLUTION GENERALE DE LA PIEZOMETRIE EN 1997

4.2.1. Zone des stockages

La gestion saisonnière des stockages provoque des variations plus ou moins importantes de la piézométrie. La figure 1 présente les fluctuations piézométriques depuis mai 1988 des principaux points d'eau situés dans la zone des stockages, en liaison avec les périodes d'injection et de soutirage.

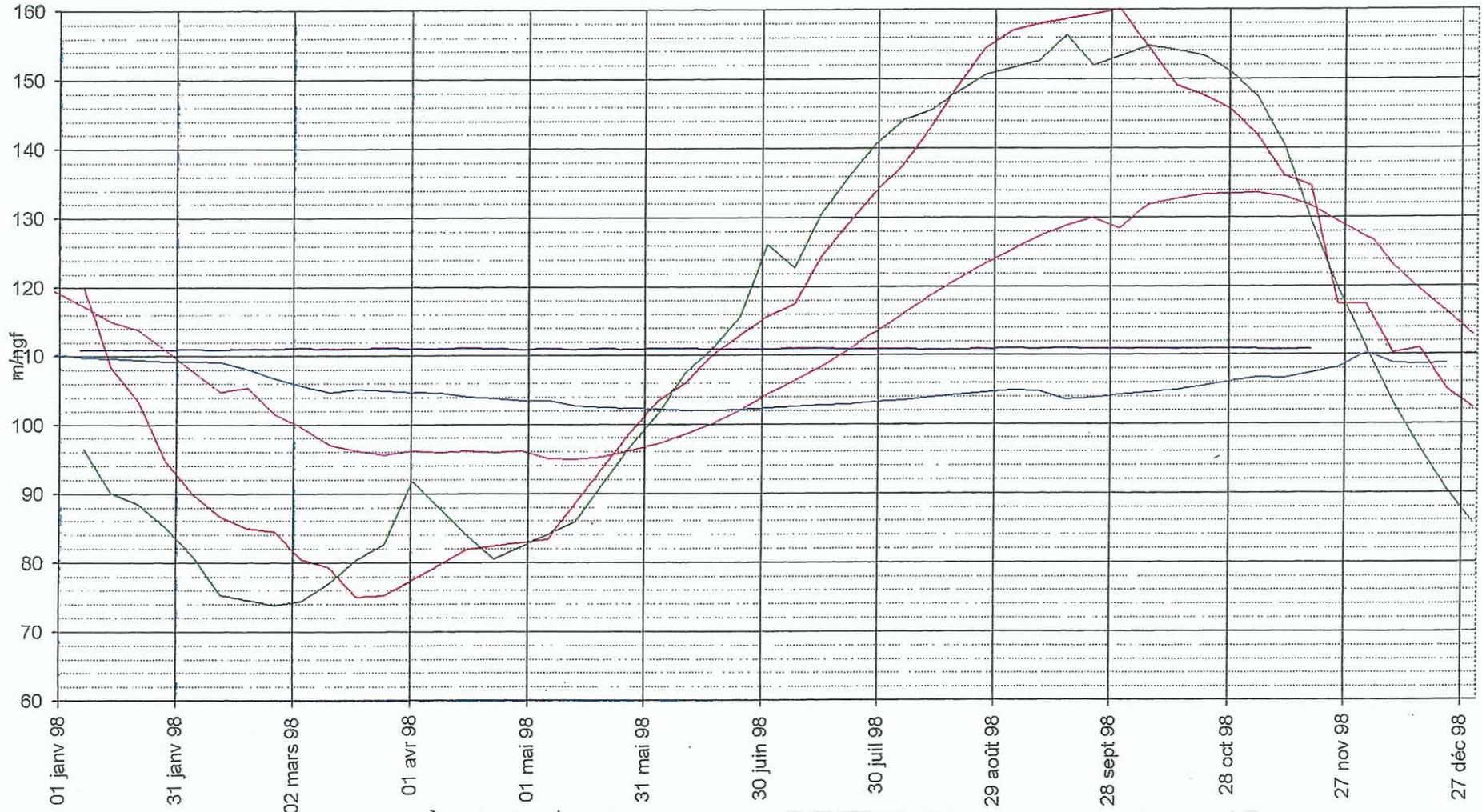
Dans le secteur des stockages (figure 13), les variations piézométriques sont très importantes.

- A Izaute (IZA 2), l'amplitude piézométrique a atteint 82 m entre février 1998 et septembre 1998. Elle était de 105 m en 1997. La cote piézométrique maximum est de + 156 NGF en 1995, + 138 m NGF en 1996, + 169 m en 1997, + 158 m en 1998, soit une baisse de 11 m en 1998, après une augmentation de 31 mètres en 1997.
- A Lussagnet (LUG 9), l'amplitude piézométrique annuelle a très légèrement augmenté. Elle est de 67 m en 1995, 50 m en 1996, 84 m en 1997 à 85 m en 1998. La cote piézométrique maximum est à 160 NGF en 1998.
- Au forage de Uby, au nord des stockages, la cote maximale avait nettement augmenté à + 136 m NGF en octobre 1997, elle stabilise à + 134 en novembre 1998. Cette légère baisse est liée à la diminution du volume injecté en 1998. En 1998, l'amplitude piézométrique annuelle qui était *de 20 m à 30 m* est **passée à 40-50 mètres**, soit une augmentation de 20 m. La cote minimale (+ 106 m NGF) qui ne variait quasiment pas depuis plusieurs années est descendue à + 90 m NGF et à 86 NGF en 1999.
- Au forage de Geysier 1, situé au nord de Uby, les variations du niveau de la nappe sont retardées de l'ordre de 2 mois par rapport à celles du stockage à Izaute. L'amplitude est très amortie à 8 mètres. La cote la plus basse est enregistrée en 98 à + 102 NGF.
- A Laiterie, l'influence des stockages n'est pas identifiée. Curieusement, ni les pompes ni les variations naturelles de niveaux ne sont identifiés. Une limite géologique est supposée, mais la représentativité de cet ouvrage devra être contrôlée.
- A Nogaro 1, (figure 14), au Sud-Est des stockages, le comportement de la nappe est similaire à celui observé à Uby. Jusqu'en 1996, le niveau fluctuait entre + 100 et + 160 mètres, soit 60 mètres d'amplitude. Depuis 1997, l'amplitude reste similaire mais la baisse de pression atteint + 90 NGF et un maximum à 145 NGF en 1998.

Il est confirmé que les fortes baisses des niveaux d'eau, observées en début 1997 dans la zone des stockages, sont directement liées aux variations de stock de gaz dans les réservoirs d'Izaute et Lussagnet. La baisse a été d'autant plus importante que les soutirages des hivers 1997 et 1998 ont succédé à des périodes où les injections de gaz ont été inférieures ou identiques à celles des années antérieures.

NIVEAU PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE

— LUSSAGNET — IZAUTE — LAITERIE — UBY — GSR1

**Fig. 13 - Evolution des niveaux d'eau : Lussagnet, Izaute, Laiterie, Uby, GSR1**

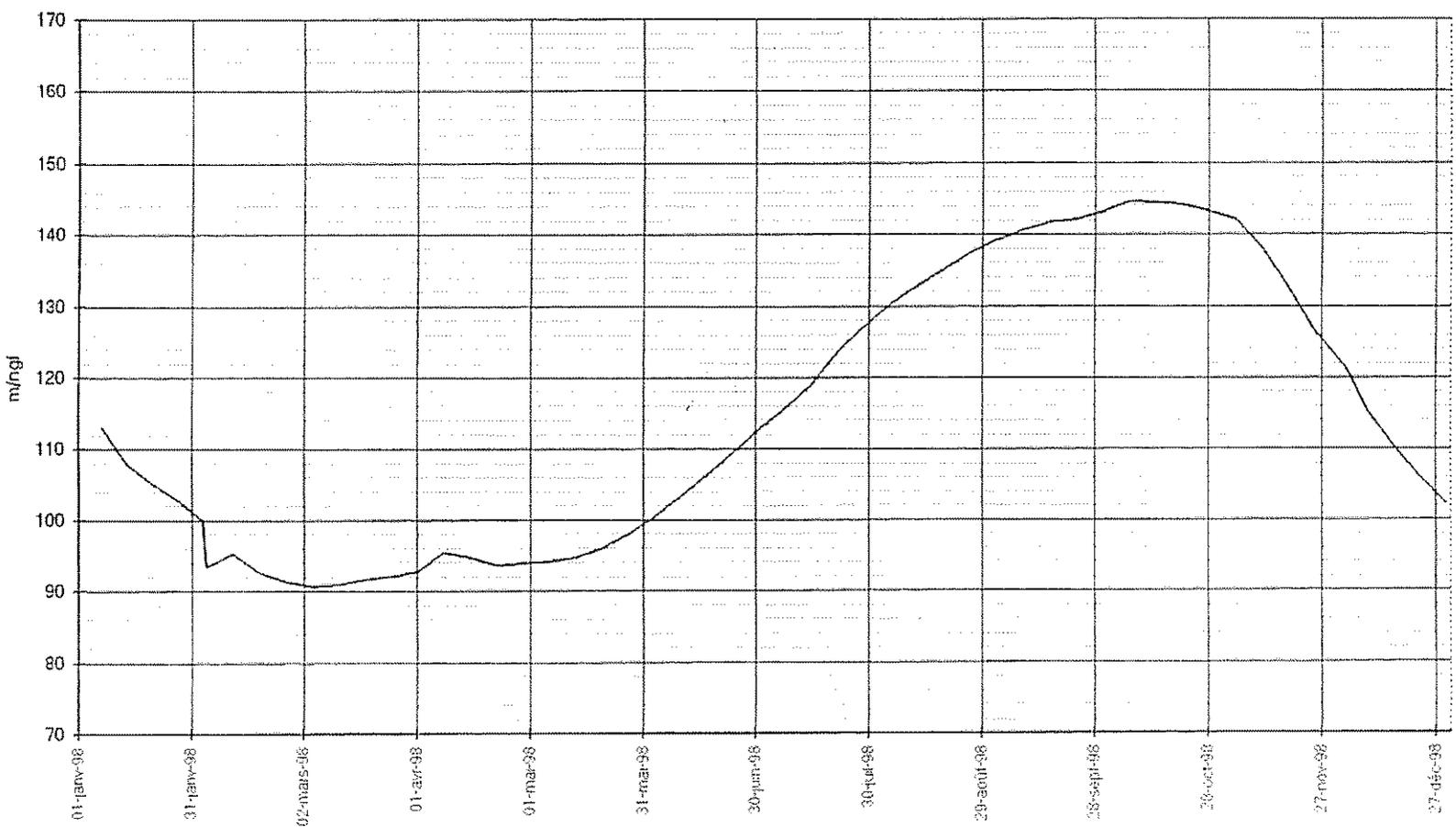


Fig. 14 - Evolution du niveau d'eau à Nogaro 1

4.2.2. Zone Orientale, Midi-Pyrénées

- Le forage de *Plehaut* (figure 28) a été mis en exploitation en 1997, il ne peut plus être enregistré.

Piézomètres peu influencés

- *Castelnau-Magnoac 1* (figure 15) : baisse continue et régulière du niveau au rythme moyen de 40 cm/an (14,0 m depuis le début des observations). Cette évolution est observée depuis 1973 (soit 24 années). Elle a simplement été interrompue, entre 1983 et 1986, par l'exécution d'un essai de décolmatage.
- *Sénac 1* (figure 16) : baisse continue et régulière du niveau au rythme moyen de 0,30 m/an depuis 1991 (7 années). Les variations brutales du niveau (1978, 1986, 1987 - 1988) sont toujours inexplicables.
- *Puymaurin 2* (figure 17) : baisse continue et régulière du niveau au rythme moyen de 0,15 m/an depuis 1980 (18 années). Cette évolution s'accroît légèrement depuis juin 1994 (5 années). Elle atteint un rythme moyen de 0,20 m/an. Depuis les travaux de transformation du forage pétrolier en piézomètre en 1971, le niveau d'eau dans le forage n'a pas cessé de descendre. Il conviendrait de s'assurer de l'étanchéité du bouchon mis en place à cette occasion et, donc, de la fiabilité des données. Au vu des résultats d'analyse, le faciès hydrochimique correspondrait à des eaux provenant de l'aquifère Dano-Paléocène plutôt que de celui des Sables Infra-molassiques.
- *Polastron 101* (figure 18) : baisse continue et irrégulière du niveau au rythme moyen de 0,23 m/an de 1992 à 1995, elle s'accroît depuis 1996 pour atteindre un rythme de 0,50 m/an. Le piézomètre est sensible à l'exploitation de la nappe. En effet, la courbe piézométrique s'infléchit nettement lors des différents arrêts d'exploitation du forage de St-Cricq en 1988 et depuis décembre 1991. La baisse totale depuis 1973 est de l'ordre de 8 mètres (soit 0,31 m/an en moyenne).
- *Muret 104* (figure 19) : ce piézomètre stable jusqu'en 1983, baisse depuis 1984 au rythme moyen de 0,07 m/an depuis 1984 (14 années). Le changement correspond à la tentative d'un pompage d'essai dans le forage. Cette faible variation du niveau est probablement liée à la faible sollicitation locale de la nappe des Sables Infra-molassiques.

Piézomètres fortement influencés

- *Auvillar* (figure 20) : baisse continue du niveau au rythme moyen de 1,25 m/an depuis le début des observations en 1991 (8 années). Cette importante baisse n'est pas précisément expliquée en raison de la faible sollicitation locale de la nappe des Sables Infra-molassiques. Depuis 1997, elle s'estompe légèrement avec 1 m par an.

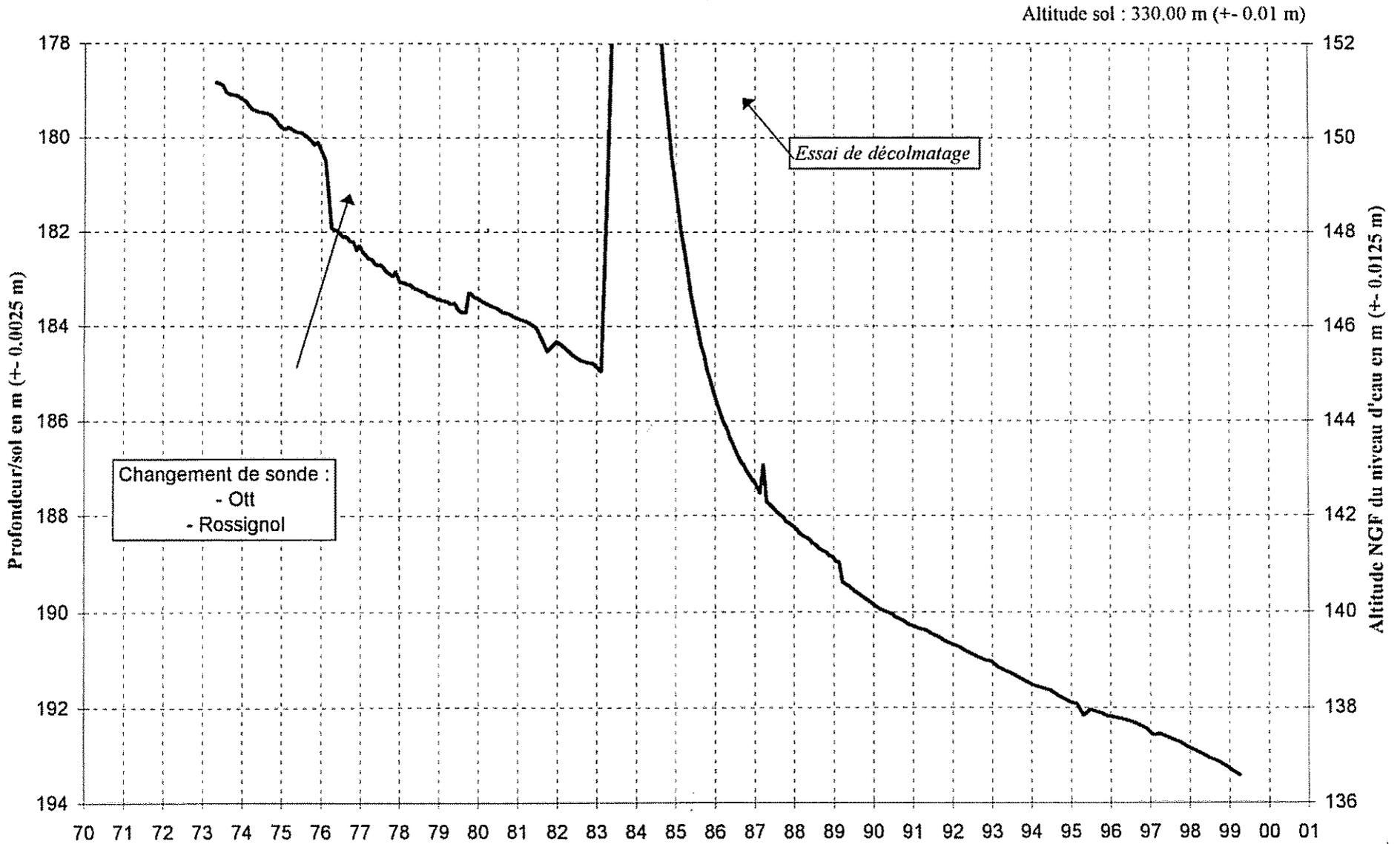


Fig. 15 - Historique des évolutions piézométriques à Castelnau-Magnoac 1

Altitude sol : 222.70 m (± 0.01 m)

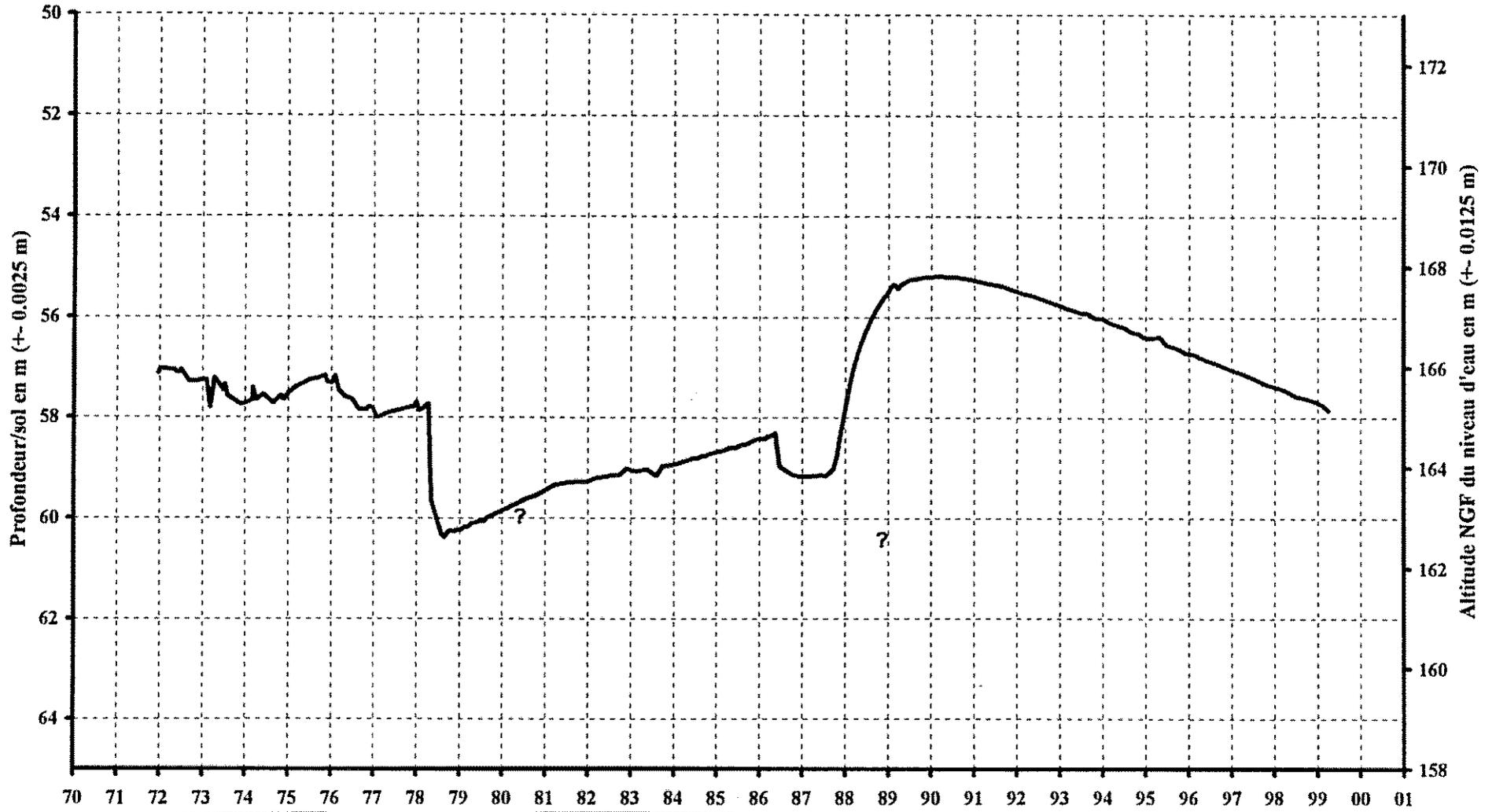


Fig. 16 - Historique des évolutions piézométriques à Senac 1

Puymaurin 2 (Monbardon, 32)

1007-8X-0001

Altitude sol : 220.70 m (+- 0.01 m)

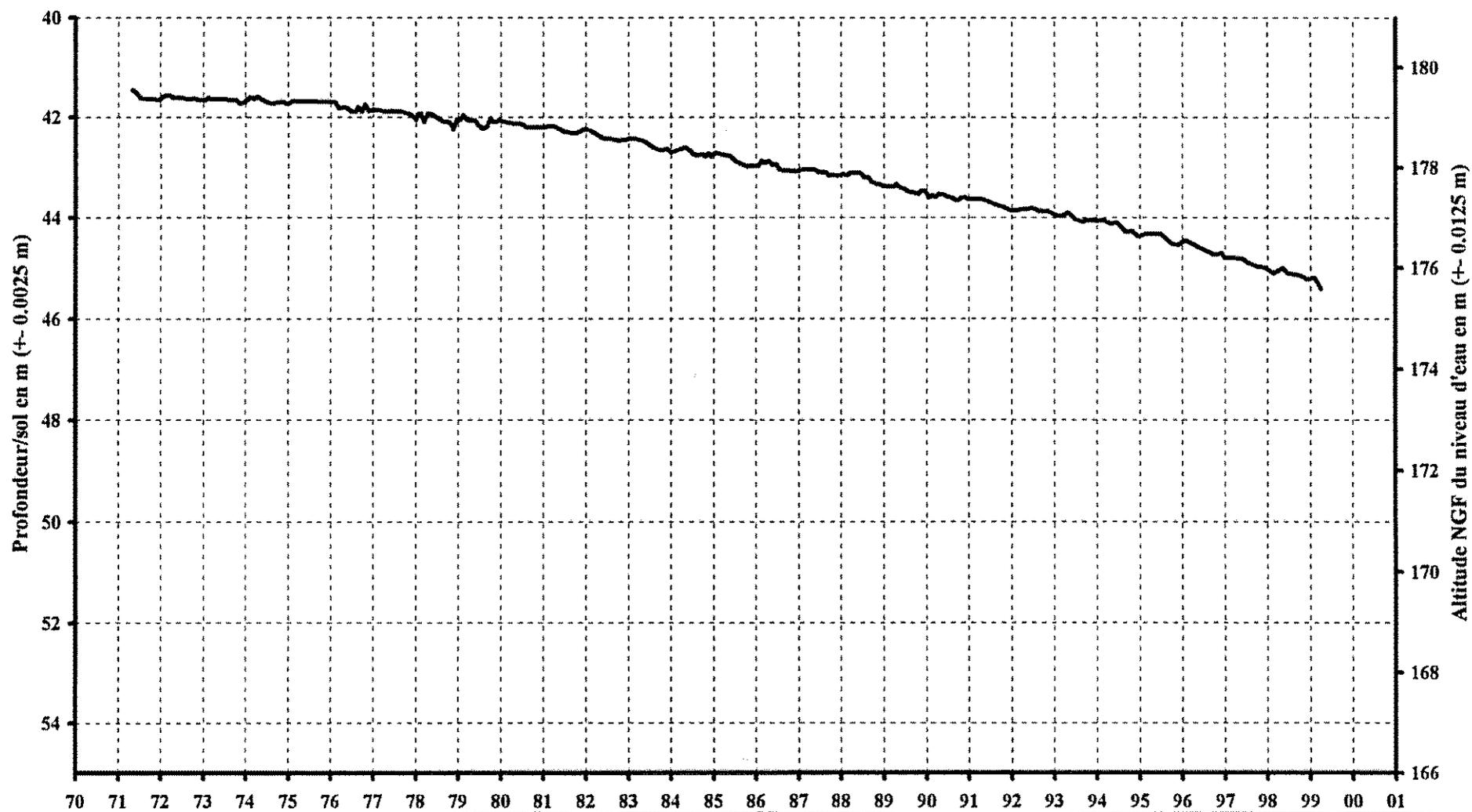


Fig. 17 - Historique des évolutions piézométriques à Puymaurin 2

Polastron 101 (Polastron, 32)

1008-2X-0001

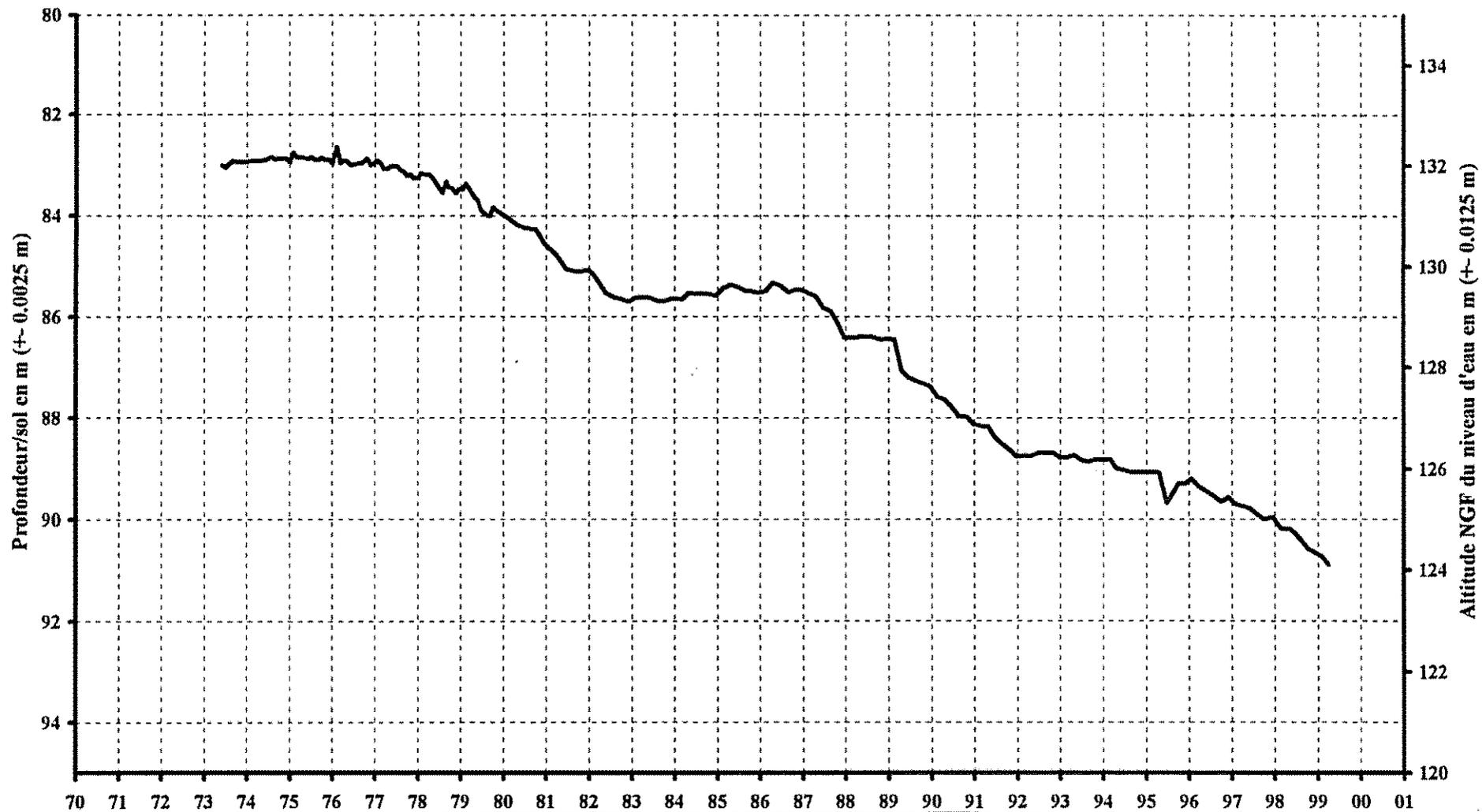
Altitude sol : 214.86 m (± 0.01 m)

Fig. 18 - Historique des évolutions piézométriques à Polastron 101

Muret 104 (Eaunes, 31)

1009-8A-0004

Altitude sol : 173.80 m (± 0.01 m)

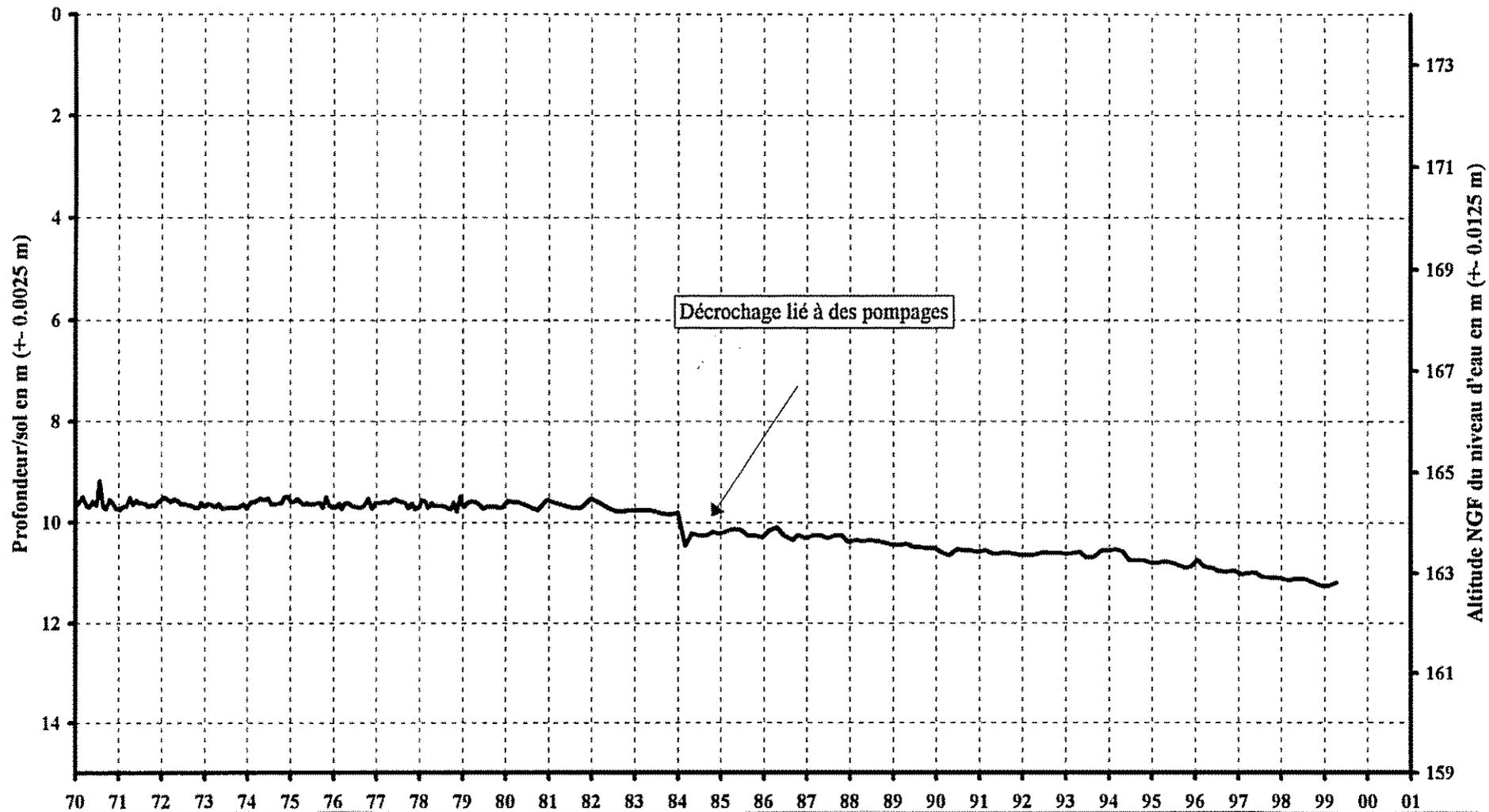


Fig. 19 - Historique des évolutions piézométriques à Muret 104

Auvillar (Saint-Michel, 82)

0929-3X-0123

Altitude sol : 90 m (\pm 2.5 m)

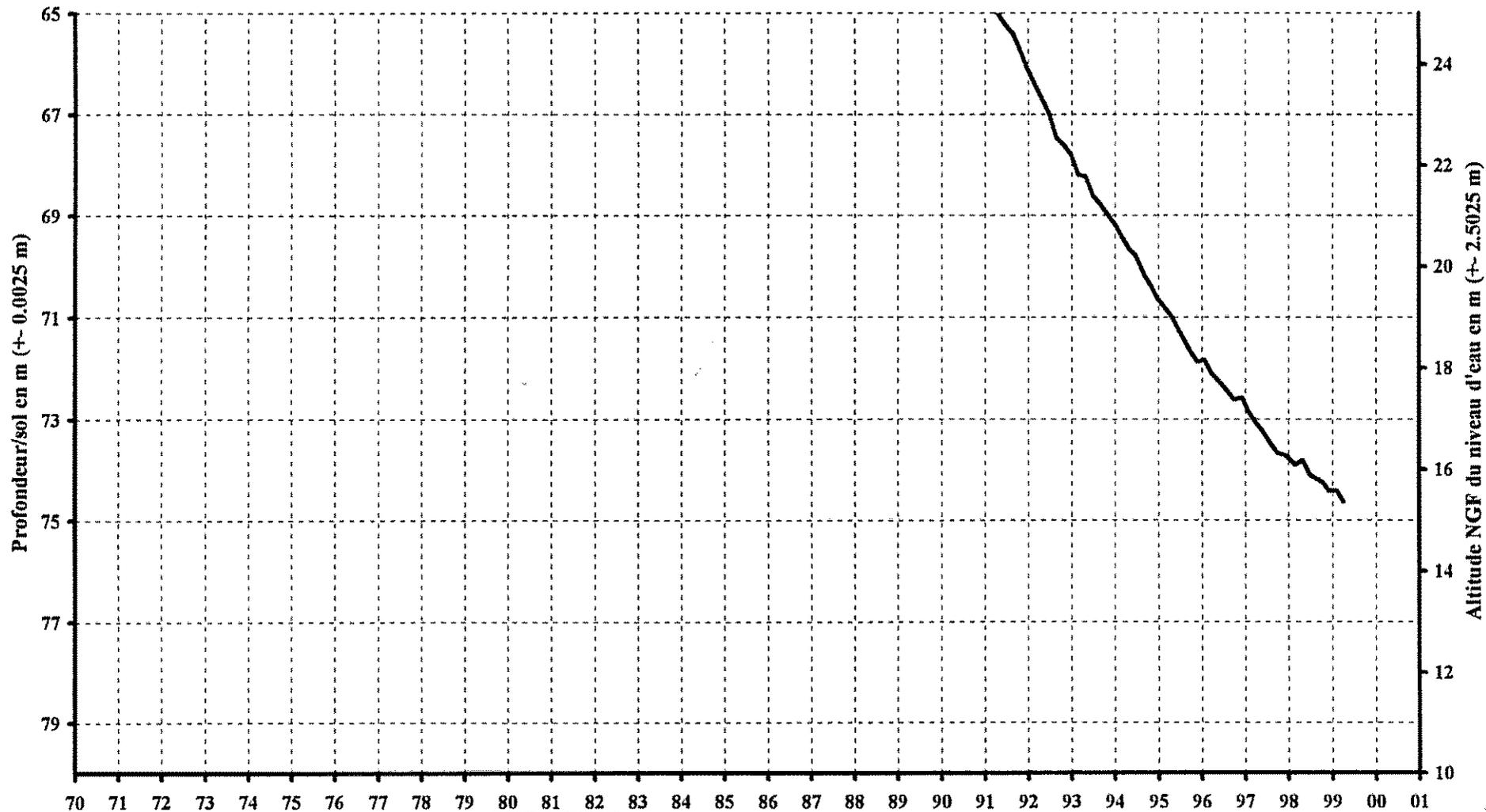


Fig. 20 - Historique des évolutions piézométriques à Auvillar

- *Labruguière* (figure 21) : baisse continue et régulière du niveau au rythme moyen de 1,37 m/an depuis le début des observations en 1990 (7 années). Elle doit être liée à l'exploitation du forage AEP de Mascarens situé à 4 km. En 1996, la courbe piézométrique s'infléchit légèrement, avec une baisse de 0,9 m sur l'année. En 1998, 30 % de réduction des prélèvements ont été constatés sur le forage de Mascarens. Une remontée des niveaux sur la même période a été observée sur le piézomètre de Valdurenque situé à moins de 2,5 km. En 1998, le niveau se stabilise puis remonte en fin d'année.
- *Betbezer* (figure 22) : ce piézomètre capte la nappe des calcaires fissurés du Crétacé. Les niveaux d'étiage observés au mois de novembre-décembre sont interrompus par les recharges de nappe au printemps. De 1994 à 1996, les niveaux ont baissé d'environ 9 m. En 1997 la recharge a été faible, celle de 1998 est conséquente. Ce forage est très réactif aux conditions climatiques.

Piézomètres non influencés

- *Saint-André I* (figure 23) : ce point est situé dans une zone où la nappe est faiblement sollicitée et à proximité des zones d'alimentation en bordure de la chaîne pyrénéenne. Depuis le début des observations, en 1976, les niveaux oscillent autour de la cote + 289 m NGF. Dans ce secteur, la nappe est "à potentiel constant".
- *Saint-Cricq* (figure 24) : l'importante remontée des niveaux d'eau (de l'ordre de 9 mètres entre 1992 et 1993, est liée à l'arrêt de l'exploitation du forage en décembre 1991. Le niveau d'équilibre n'est restitué que 4 ans après, à la cote + 121,6 m NGF. Depuis, il amorce une descente confirmée en 1998 (0,25 m par an).
- *Lauzerte* (figure 25) : ce piézomètre capte les calcaires fissurés du Bajocien à l'extrême nord du département du Tarn-et-Garonne. Les niveaux se sont stabilisés jusqu'en 1993 autour de la cote + 114 m NGF, avec, depuis 1994, une légère tendance à l'abaissement (0,10 à 0,20 m par an).

Piézomètres atypiques

- *Valdurenque* (figure 26) : la remontée du niveau d'eau est de l'ordre de 3 m depuis 1991. Ce piézomètre capte la nappe des calcaires de Castres. Il est probablement sous l'influence de l'impluvium local. L'amplitude moyenne saisonnière des niveaux piézométriques varie beaucoup d'une année à l'autre : environ 0,8 m, en 1996, 2,00 m en 1997 et 1,20 m en 1998. Dans ce secteur, la nappe se recharge.
- *Ponson-Dessus I* (figure 27) : depuis 1983, une remontée des niveaux d'eau de l'ordre de 7 mètres en 16 années est observée. Ce piézomètre est situé dans une zone où la nappe est fortement exploitée. Ce comportement est difficilement explicable. Un diagnostic de ce piézomètre est nécessaire (colmatage de la partie crépinée, corrosion du tubage dans la partie supérieure permettant des infiltrations d'eau...)

Labruguière (Labruguière, 81)

1012-2X-0055

Altitude sol : 217 m (+/- 2.5 m)

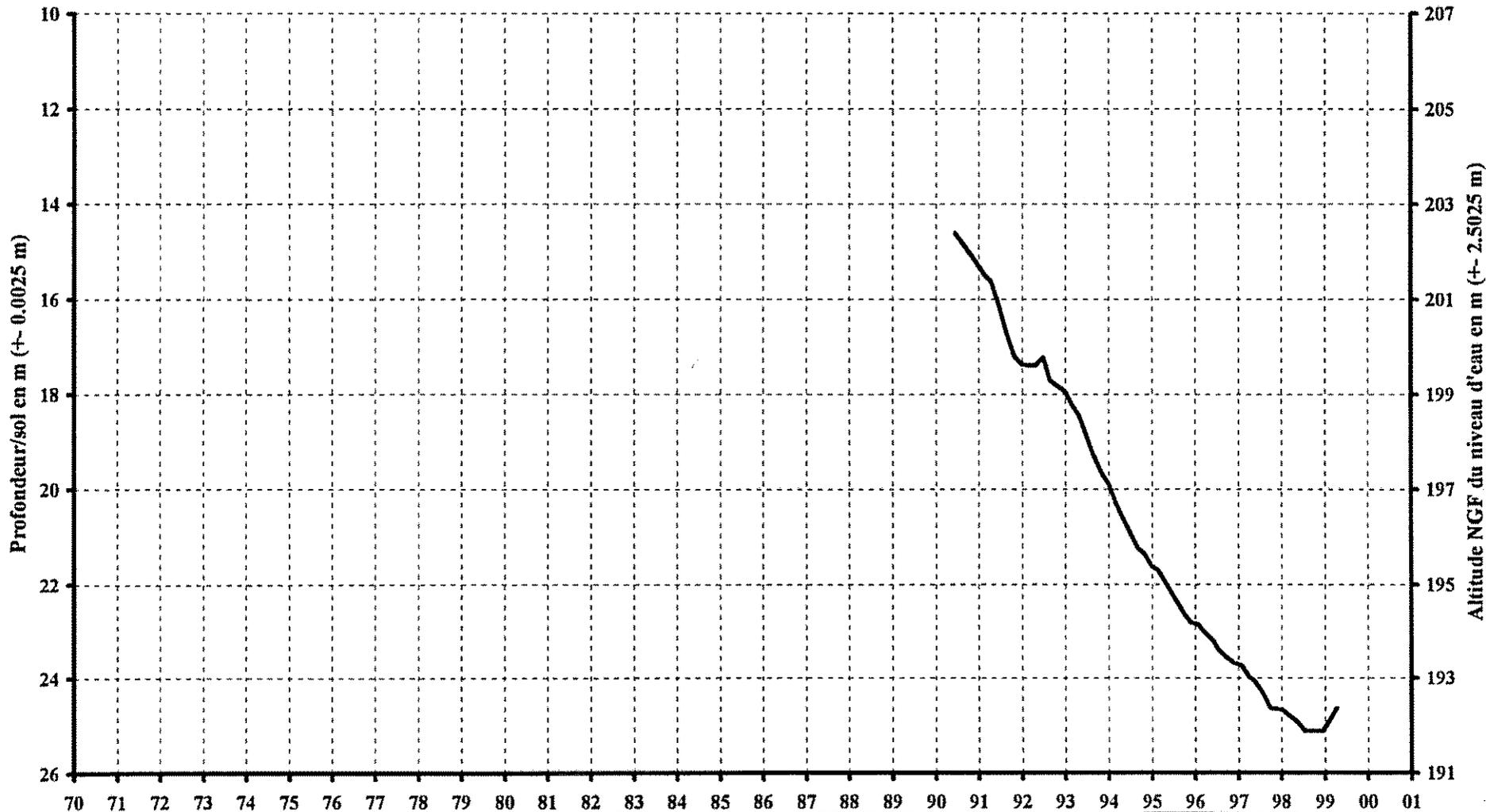


Fig. 21 - Historique des évolutions piézométriques à Labruguière

Betbezer (Betbezer, 40)

0926-7X-0014

Altitude sol : 120 m (+/- 2.5 m)

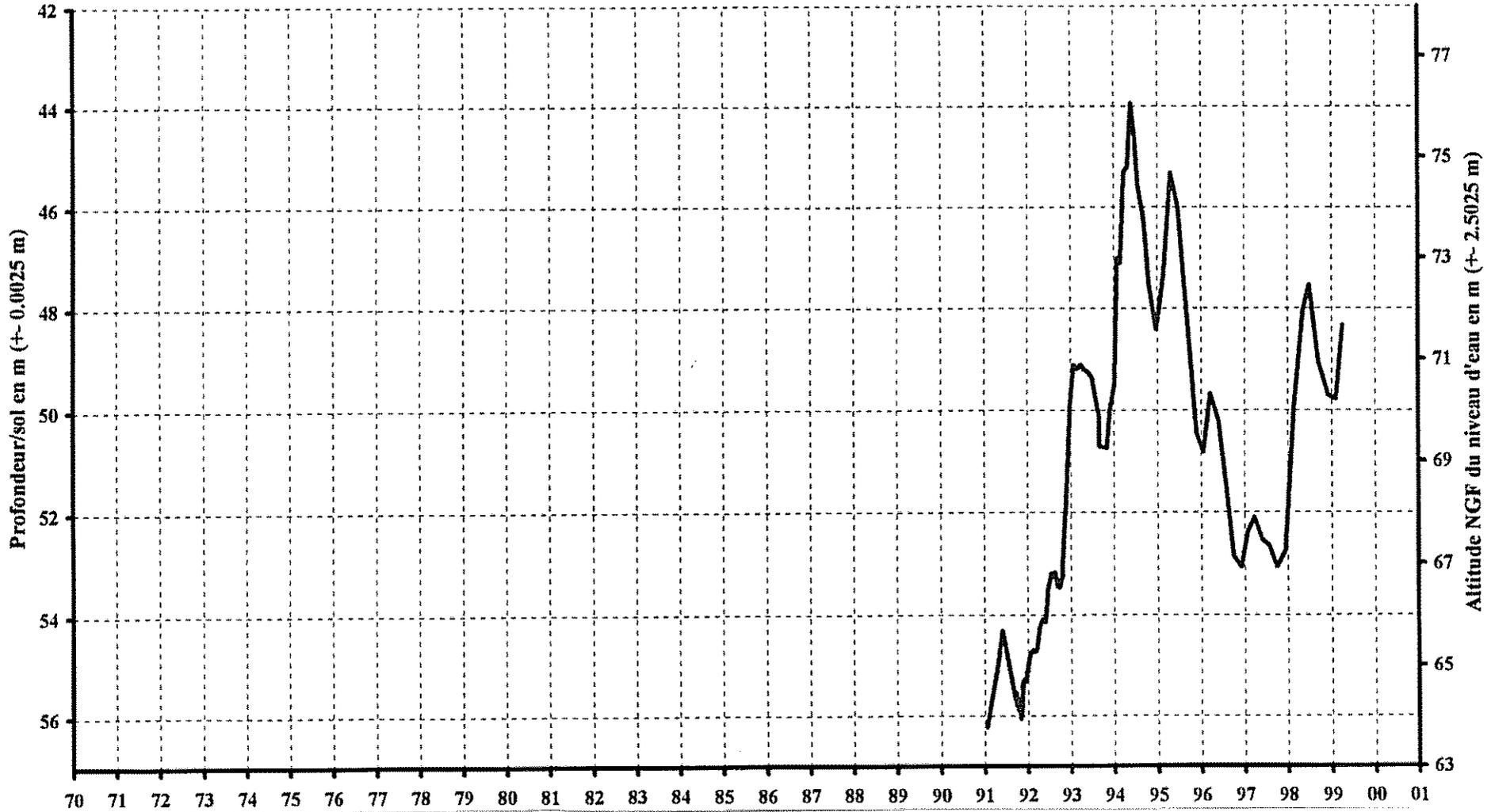


Fig. 22 - Historique des évolutions piézométriques à Betbezer

Saint-André 1 (Saint-André, 31)

1033-6X-0002

Altitude sol : 305.00 m (+/- 0.01 m)

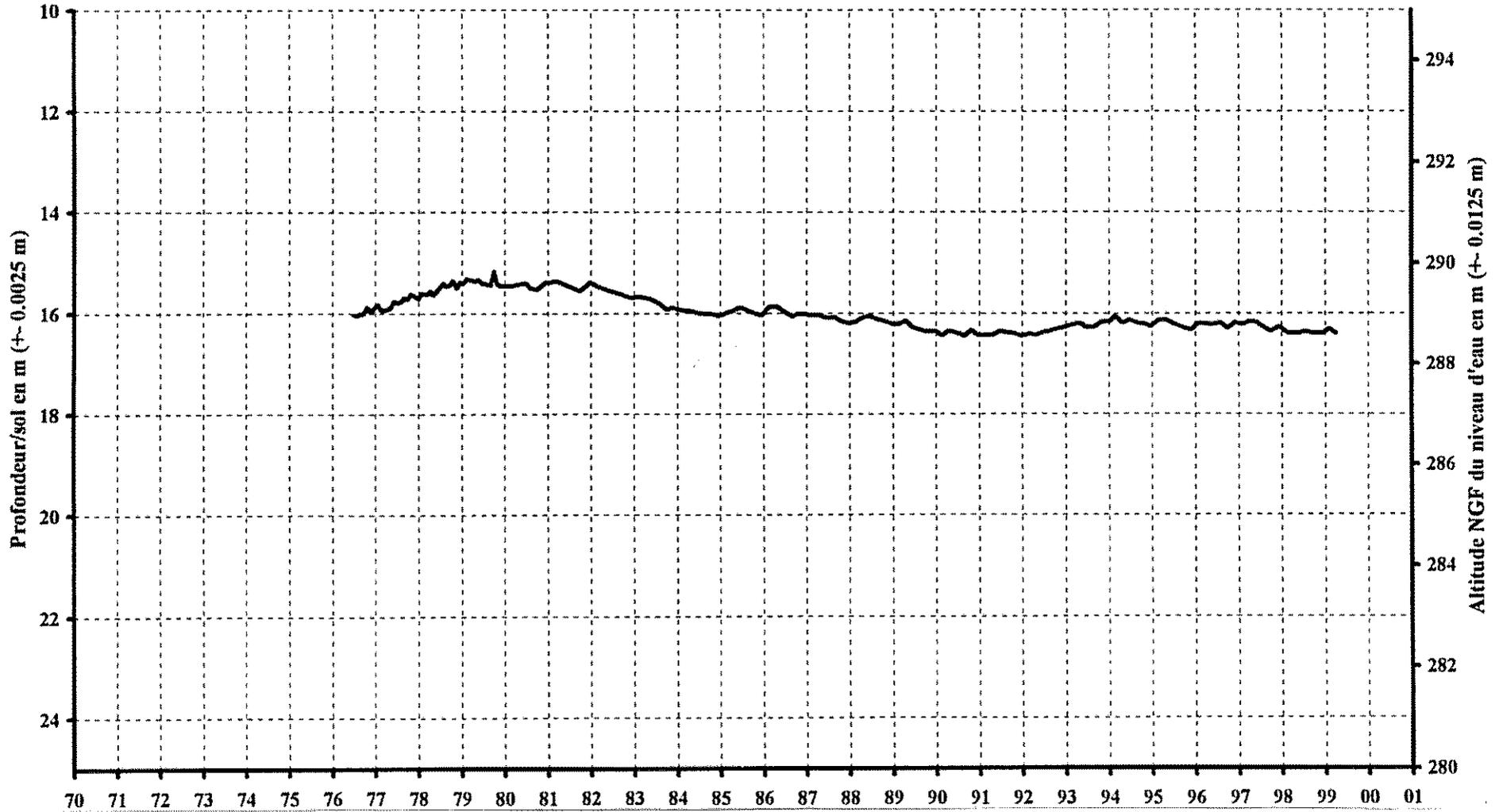


Fig. 23 - Historique des évolutions piézométriques à Saint-André 1

Saint-Cricq (Thoux, 32)

982-4X-0002

Altitude sol : 153 m (+/- 2.5 m)

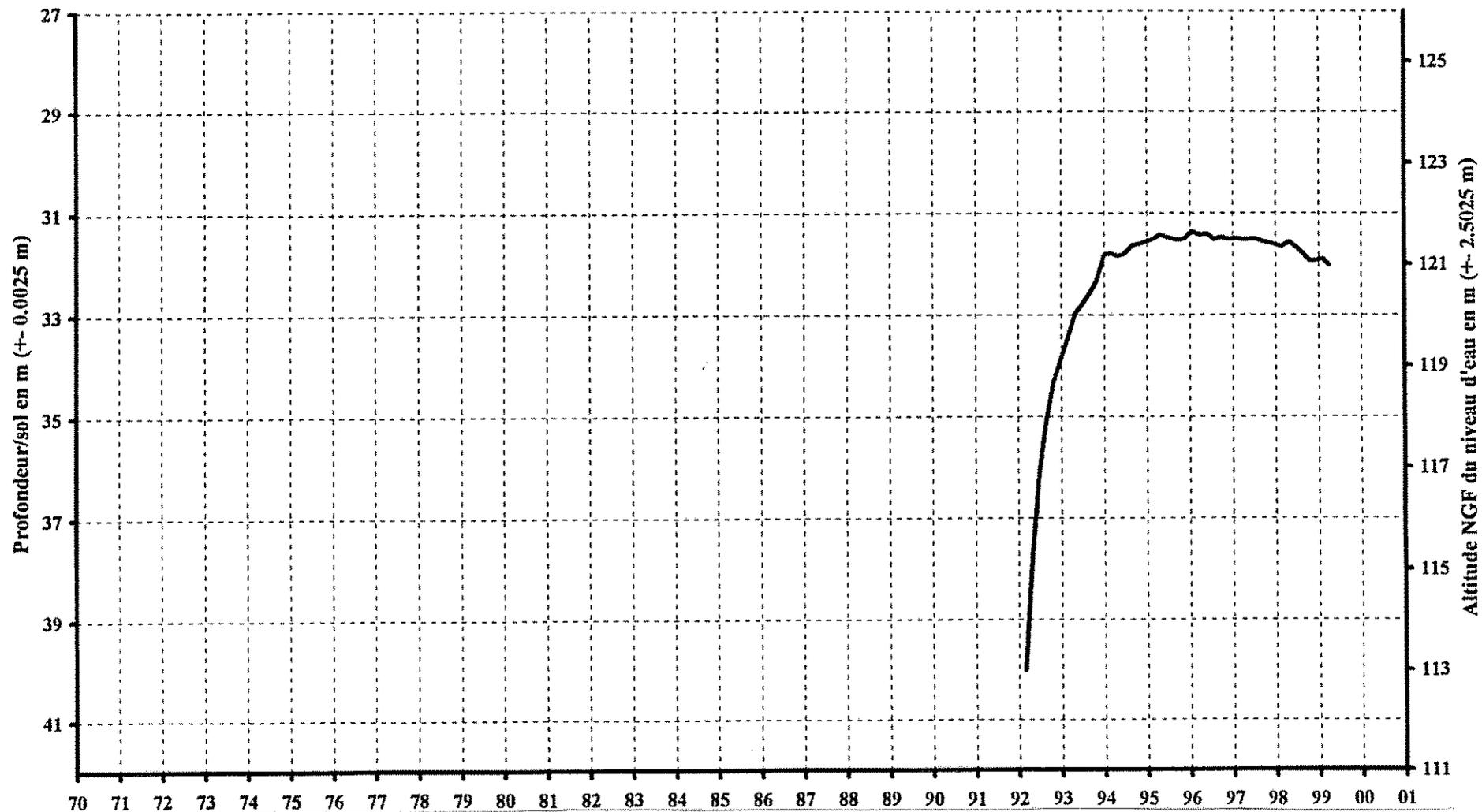


Fig. 24 - Historique des évolutions piézométriques à Saint-Cricq

Lauzerte (Lauzerte, 82)

0904-2X-0001

Altitude sol : 125 m (+/- 2.5 m)

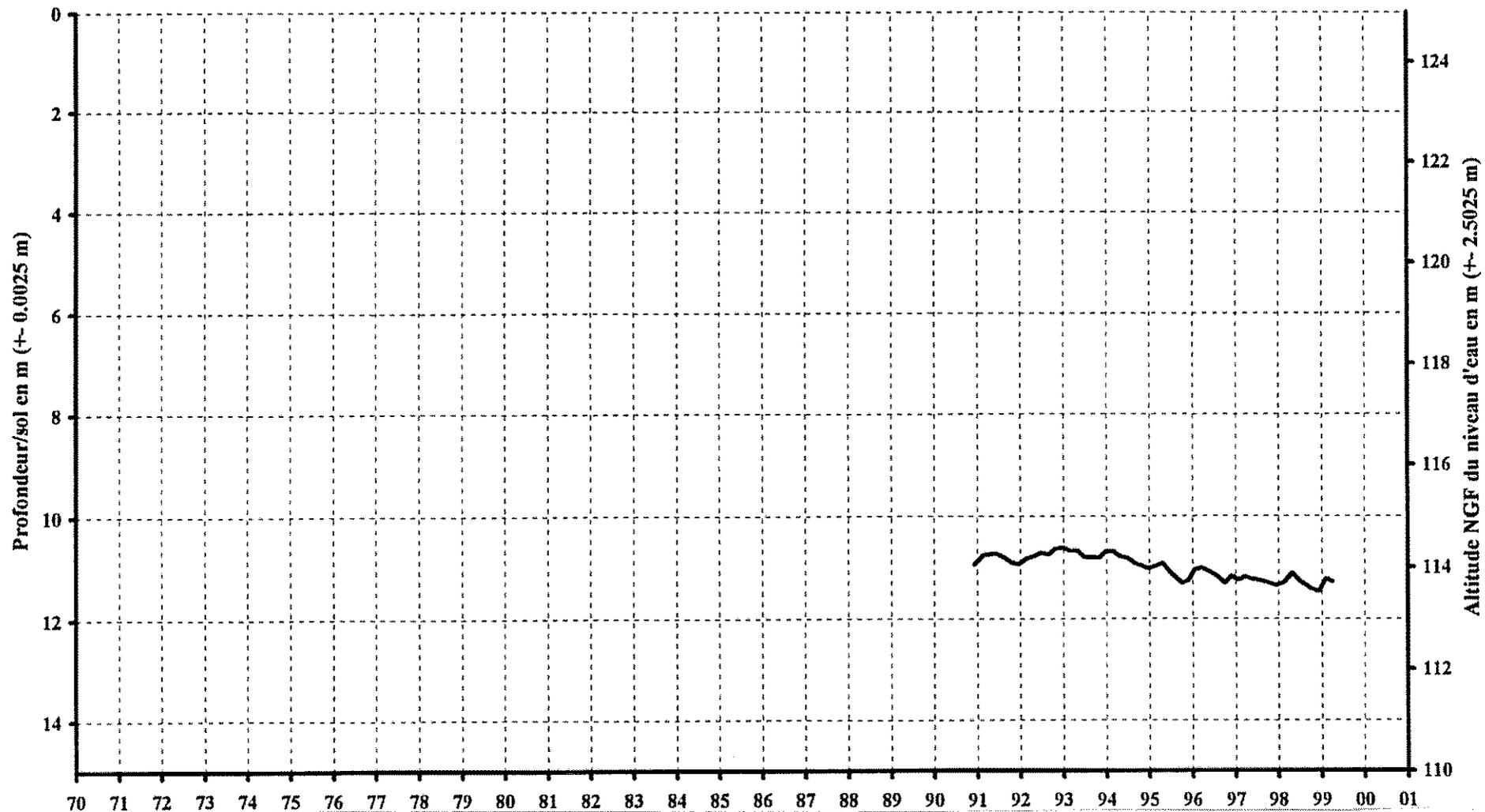


Fig. 25 - Historique des évolutions piézométriques à Lauzerte

Valdurenque (Valdurenque, 81)

Altitude sol : 232 m (+- 2.5 m)

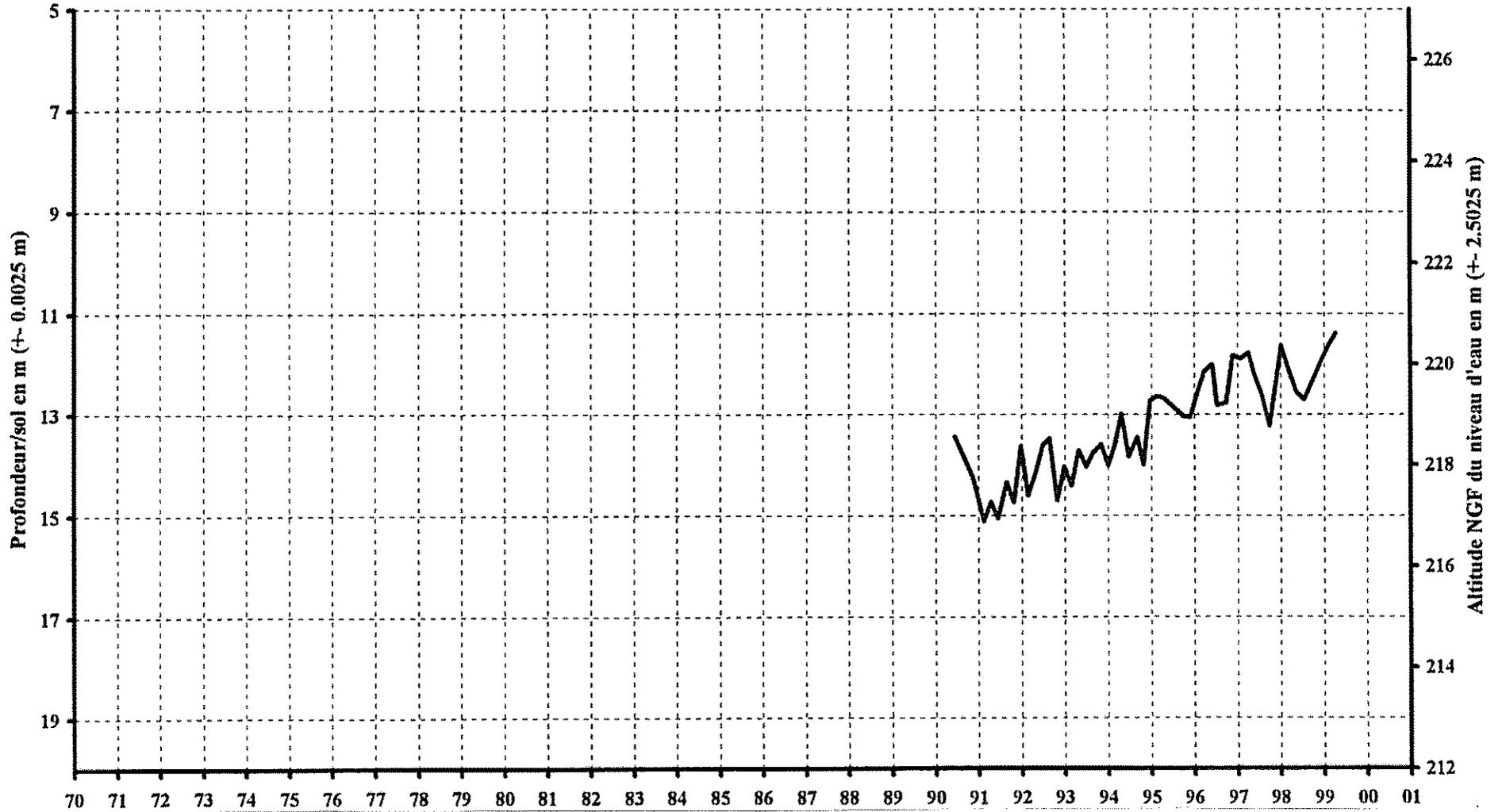


Fig. 26 - Historique des évolutions piézométriques à Valdurenque

Ponson-Dessus 1 (Ponson-Dessus, 64)

1030-4X-0002

Altitude sol : 341.06 m (+- 0.01 m)

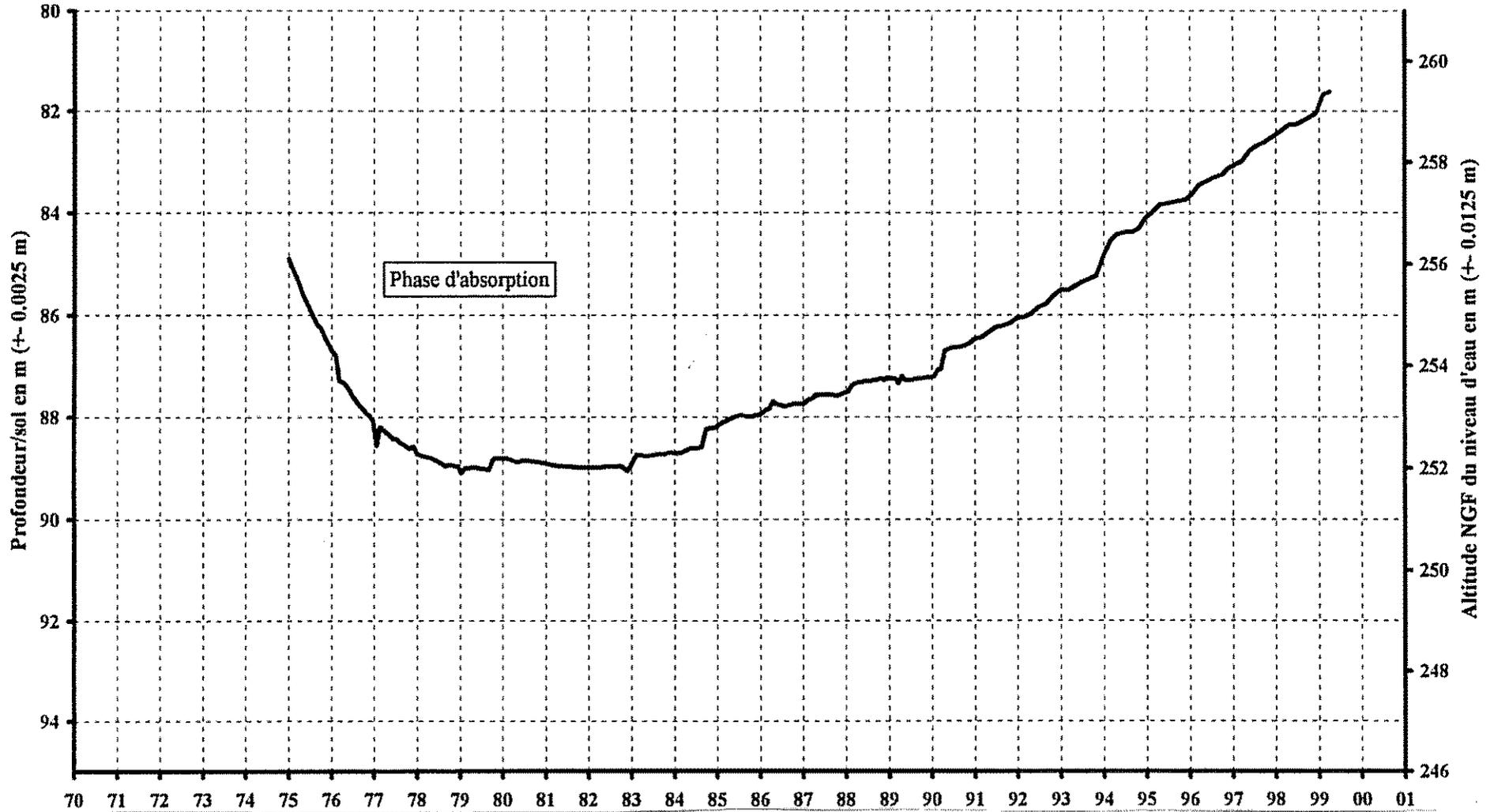


Fig. 27 - Historique des évolutions piézométriques à Ponson-Dessus 1

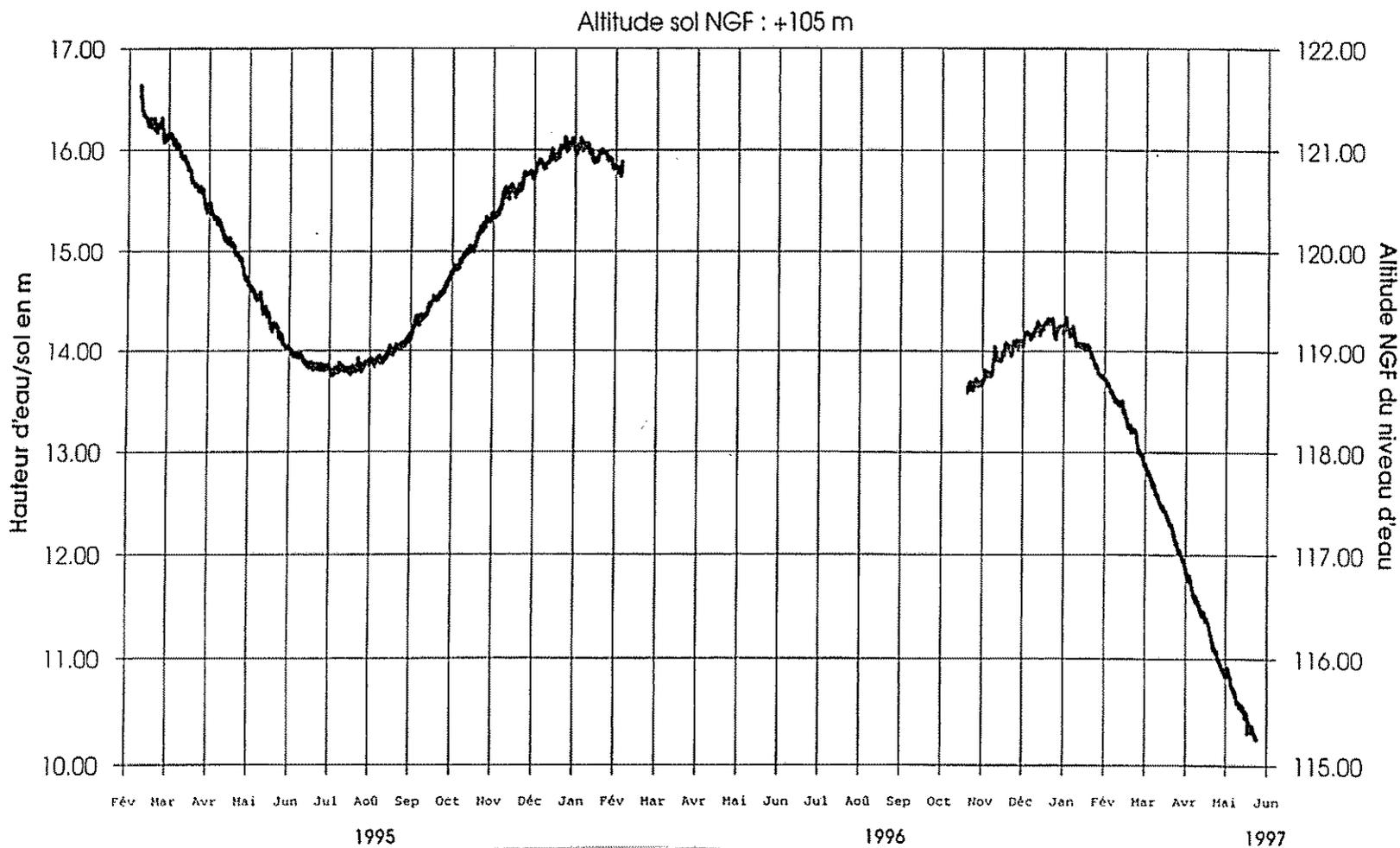


Fig. 28 - Historique des évolutions piézométriques à Plehaut

Aucune anomalie piézométrique importante n'est à signaler en 1998 par rapport aux années précédentes. L'évolution des niveaux reste néanmoins très contrastée suivant les piézomètres. L'examen des données recueillies fait apparaître une baisse généralement régulière des niveaux d'eau dans la majorité des piézomètres. Cette évolution est à mettre en relation avec le développement des prélèvements. En effet, les forages sollicitant la nappe sont principalement concentrés dans la partie occidentale de l'aquifère et dans une moindre part dans le département du Tarn ; seuls deux forages sont exploités dans le département de la Haute Garonne - (cf. carte de la localisation des forages d'exploitation dans la nappe des Sables Infra-molassiques : figure 11).

4.2.3. Zone occidentale, Aquitaine

Dans le secteur de *Geaune - Pécorade*, d'après les graphes fournis par EAGFS (figures 1 et 29), les variations des stockages de gaz entraînent sur la piézométrie des forages *Geaune 3, PCE 101 et de Castelnaud Tursan* des écarts de pression de l'ordre de 1,6 bar.

Depuis 1997, avec les intensifications des exploitations d'eau potable et des mouvements de stockages déstockages, les amplitudes augmentent et les pressions de printemps baissent à + 104 m NGF.

Les graphes ont été complétés par le BRGM :

- *Forage ASA à Geaune* (figure 30)
De 1988 à 1991, une baisse piézométrique de l'ordre de 12 mètres est enregistrée. A partir de 1992 et jusqu'à fin 1994 une pseudo-stabilisation du niveau moyen à + 118 NGF est observée. Les fluctuations saisonnières amplifiées par les pompages pour l'irrigation sont d'environ 10 mètres. Une baisse brutale des niveaux est identifiée en 1995, d'environ 10 mètres induisant une cote moyenne à + 108 m NGF. En 1996 une récupération des niveaux repositionne la cote piézométrique moyenne vers + 120 m NGF, soit une valeur comparable à celles enregistrées de 1992 à 1994. En 1997, malgré un faible volume déclaré, les niveaux baissent vers +103 mètres NGF, comme dans les autres puits. En 1998, une reprise modérée de l'irrigation n'engendre pas de baisse complémentaire.
- *Forage Pécorade 101 à Geaune* (figure 31)
L'amplitude des variations piézométriques annuelles est de 12 à 14 mètres. En 1997, elle avait dépassé 18 mètres. Elle est de 29 mètres en 1998 alors que le forage a très peu été exploité. Cet ouvrage confirme l'impact des prélèvements de Geaune et les variations de pression des stockages de gaz.
- *Forages 1 - 2 - 3 et 4 de Pécorade et Geaune* (figures 32, 33, 34, 35)
Les graphes permettent d'observer l'importante baisse de pression de 25 à plus de 40 mètres selon les points entre 1984 et 1998. En 1998, les niveaux sont plus de 10 mètres plus bas que les années antérieures à Geaune 2 et 3 par les effets conjugués des pompages et des stockages. Le forage de Geaune 4-Sorbet, conserve une pression plus élevée en raison des diminutions des pompages par rapport à 1996.

EVOLUTION de la COTE NGF aux ENVIRONS de GEAUNE

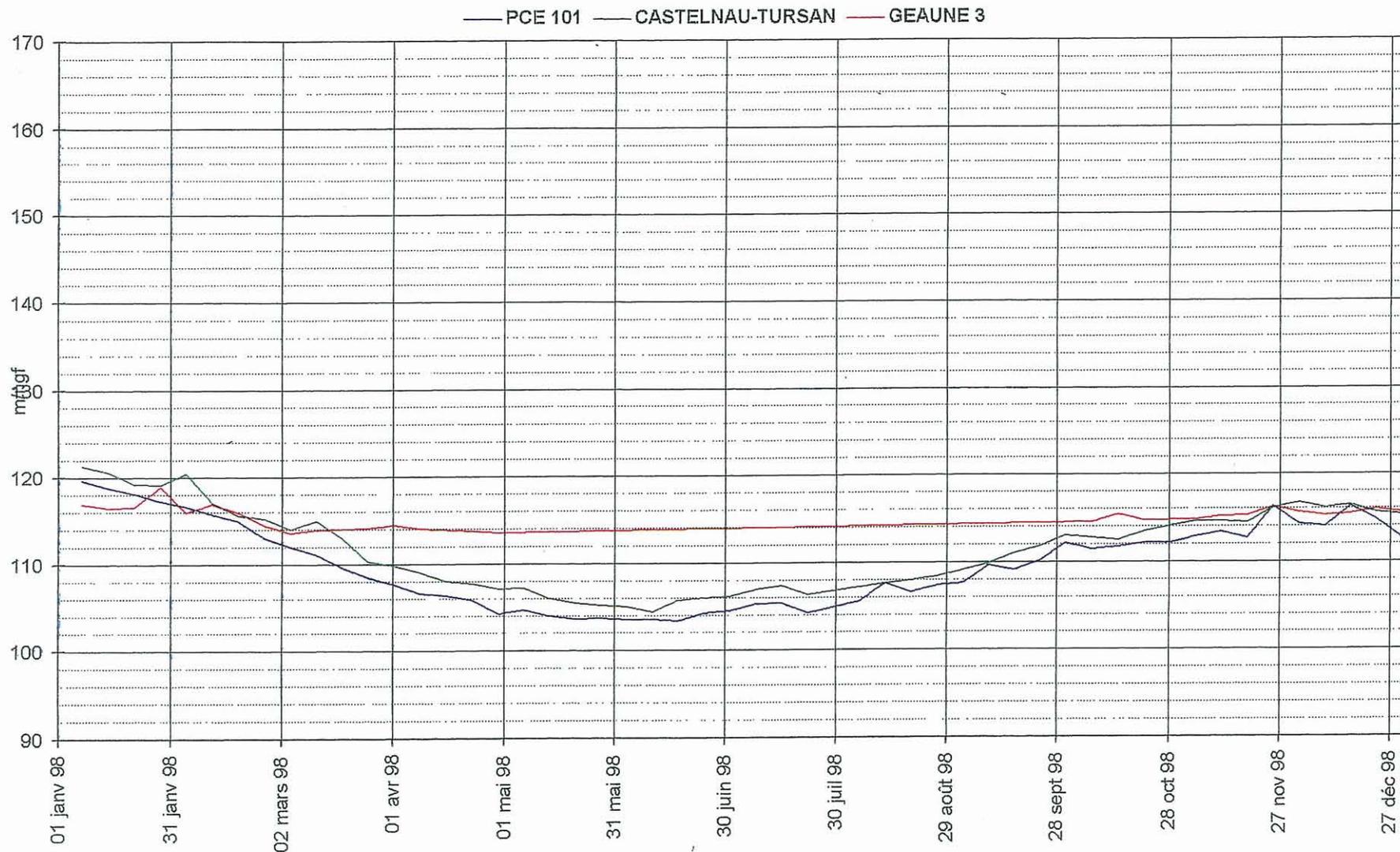


Fig. 29 - Historique des évolutions piézométriques à PCE 101; Castelnaud-Tursan; Geaune 3

FORAGE ASA - GEAUNE (0978-8X-0015)

Côte NGF du repère : + 89.398m

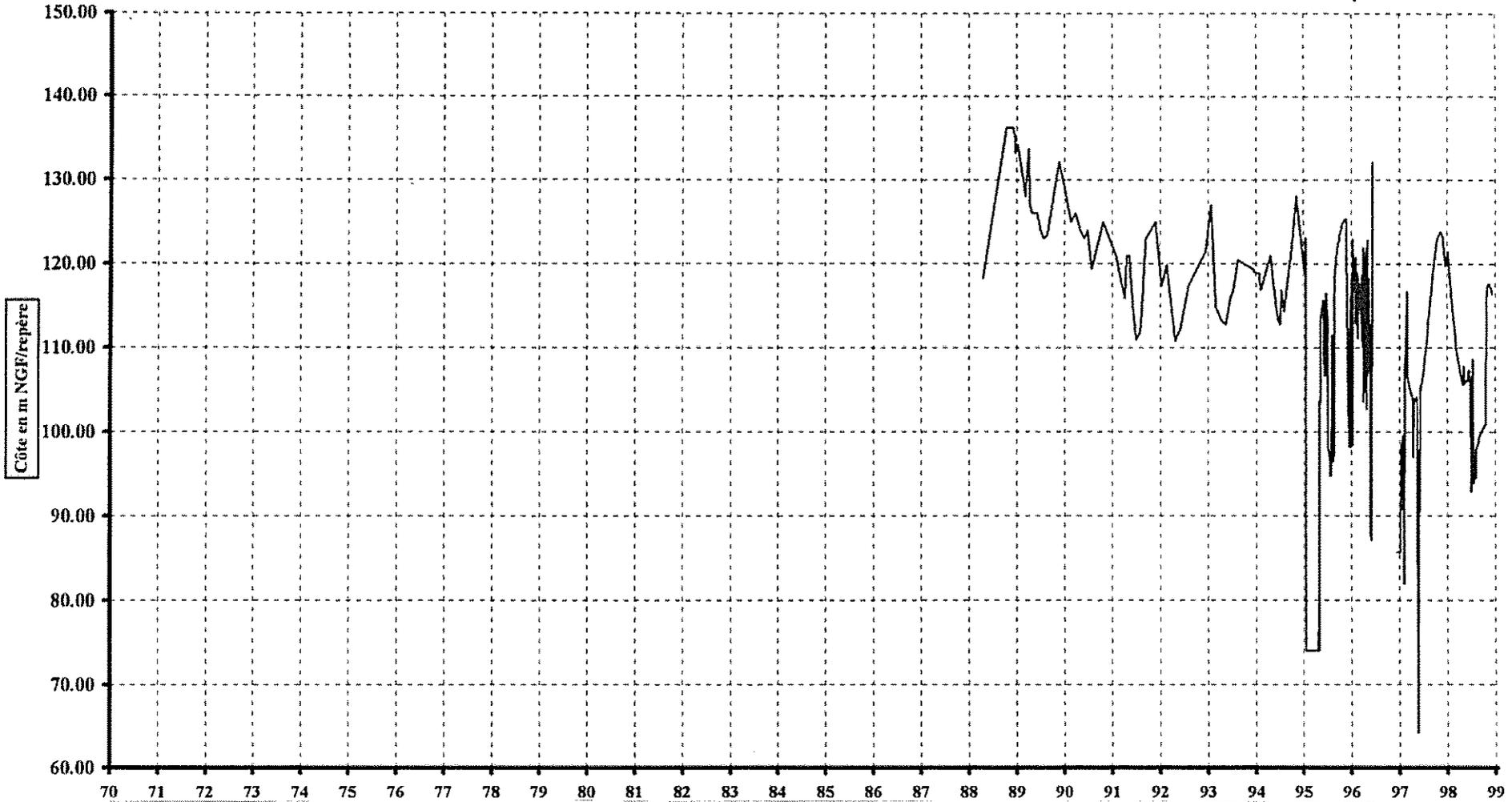


Fig. 30 - Historique des évolutions piézométriques à ASA - Geaune

FORAGE PECORADE 101 - GEAUNE (0978-8X-0014)

Côte NGF du repère : +91.48m

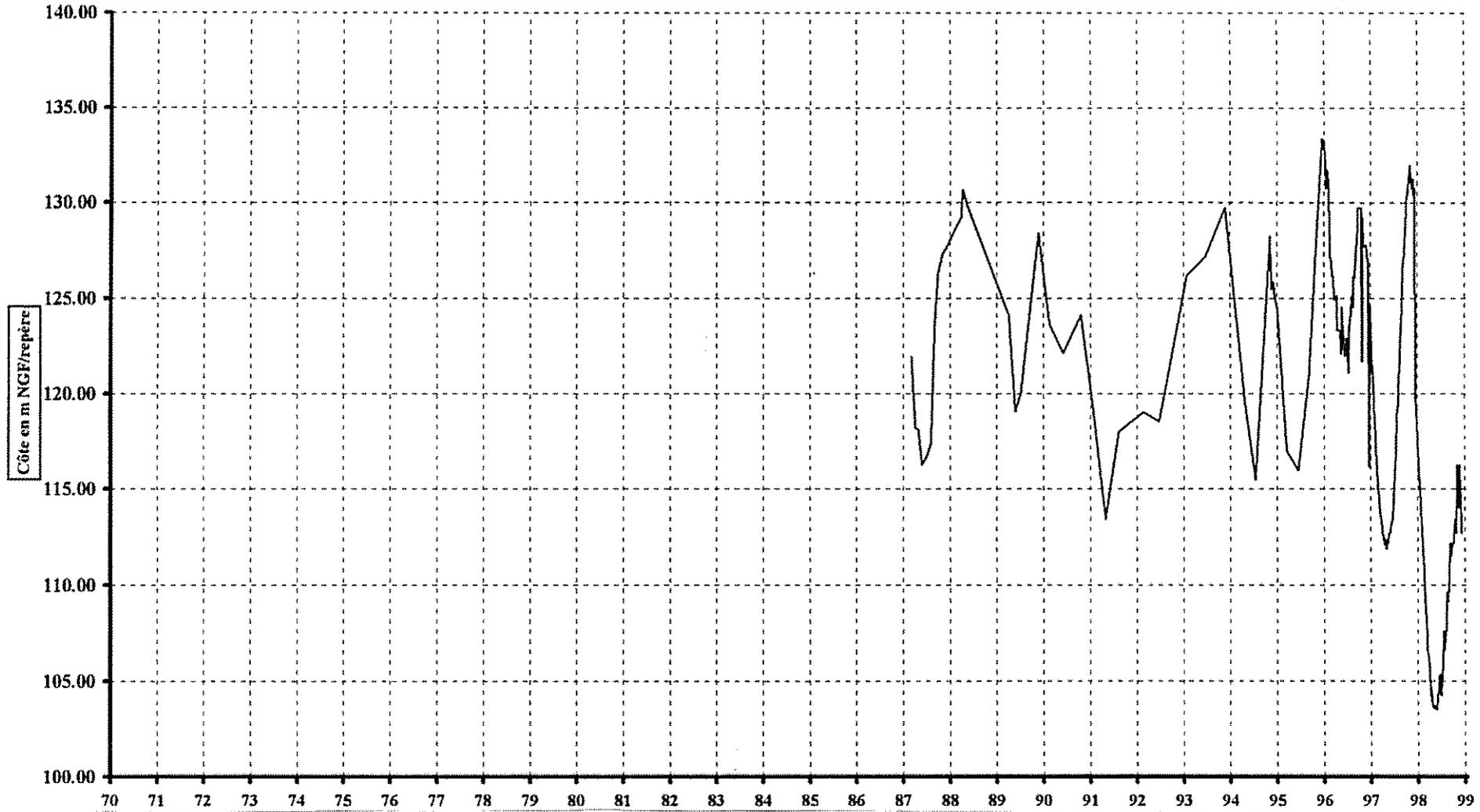


Fig. 31 - Historique des évolutions piézométriques à Pecorade 101

FORAGE 1 - GEAUNE (0978-8X-0003)

Côte NGF du repère : +101.90m

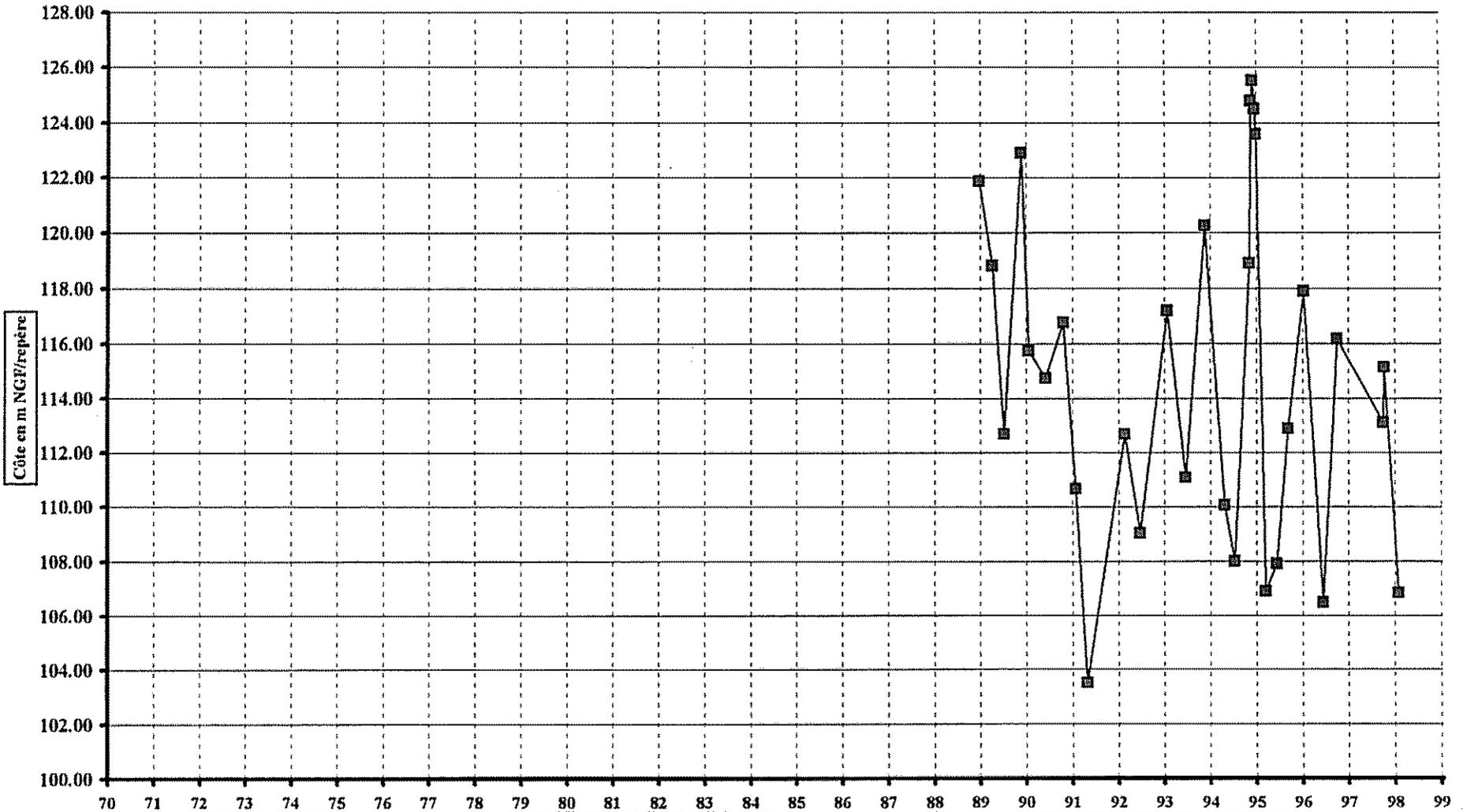


Fig. 32 - Historique des évolutions piézométriques à Geaune 1

FORAGE 2 - GEAUNE (0978-8X-0004)

Côte NGF du repère : +109.96m

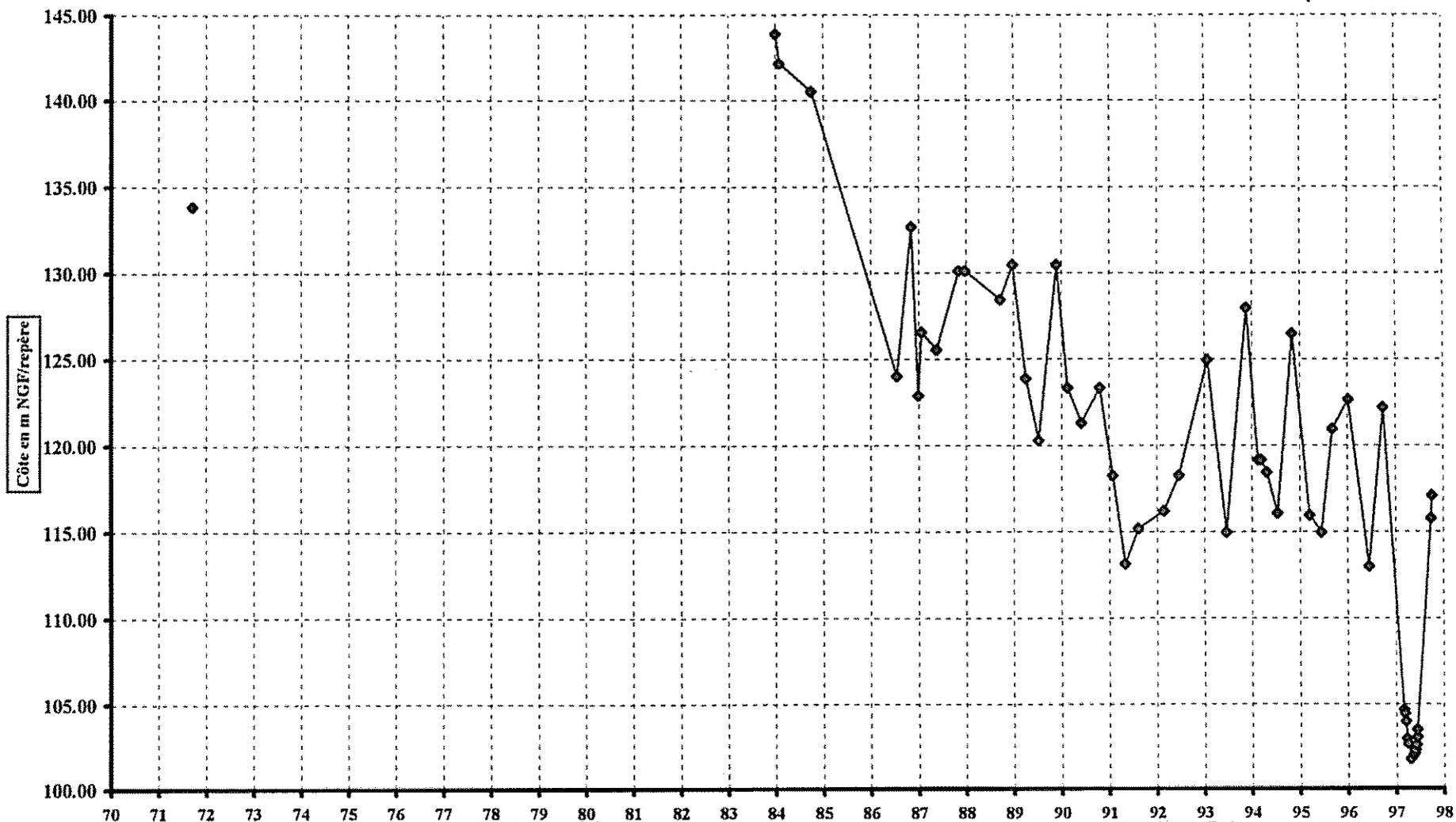


Fig. 33 - Historique des évolutions piézométriques à Geaune 2

FORAGE 3 - GEAUNE (0978-8X-0011)

Côte NGF du repère : +116.58m

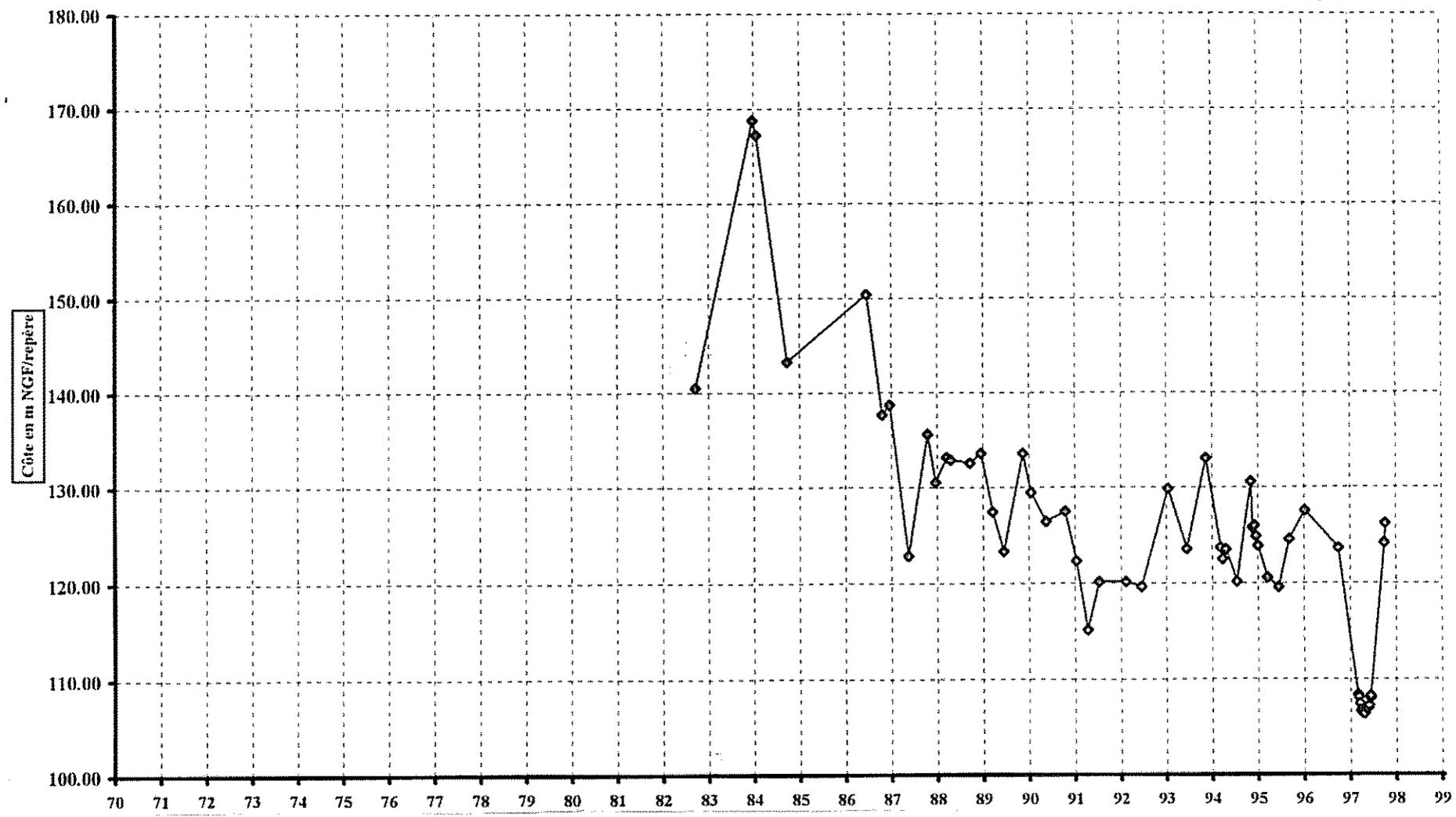


Fig. 34 - Historique des évolutions piézométriques à Geaune 3

FORAGE 4 - SORBETS (0979-5X-219)

Côte NGF du repère : +120.95m

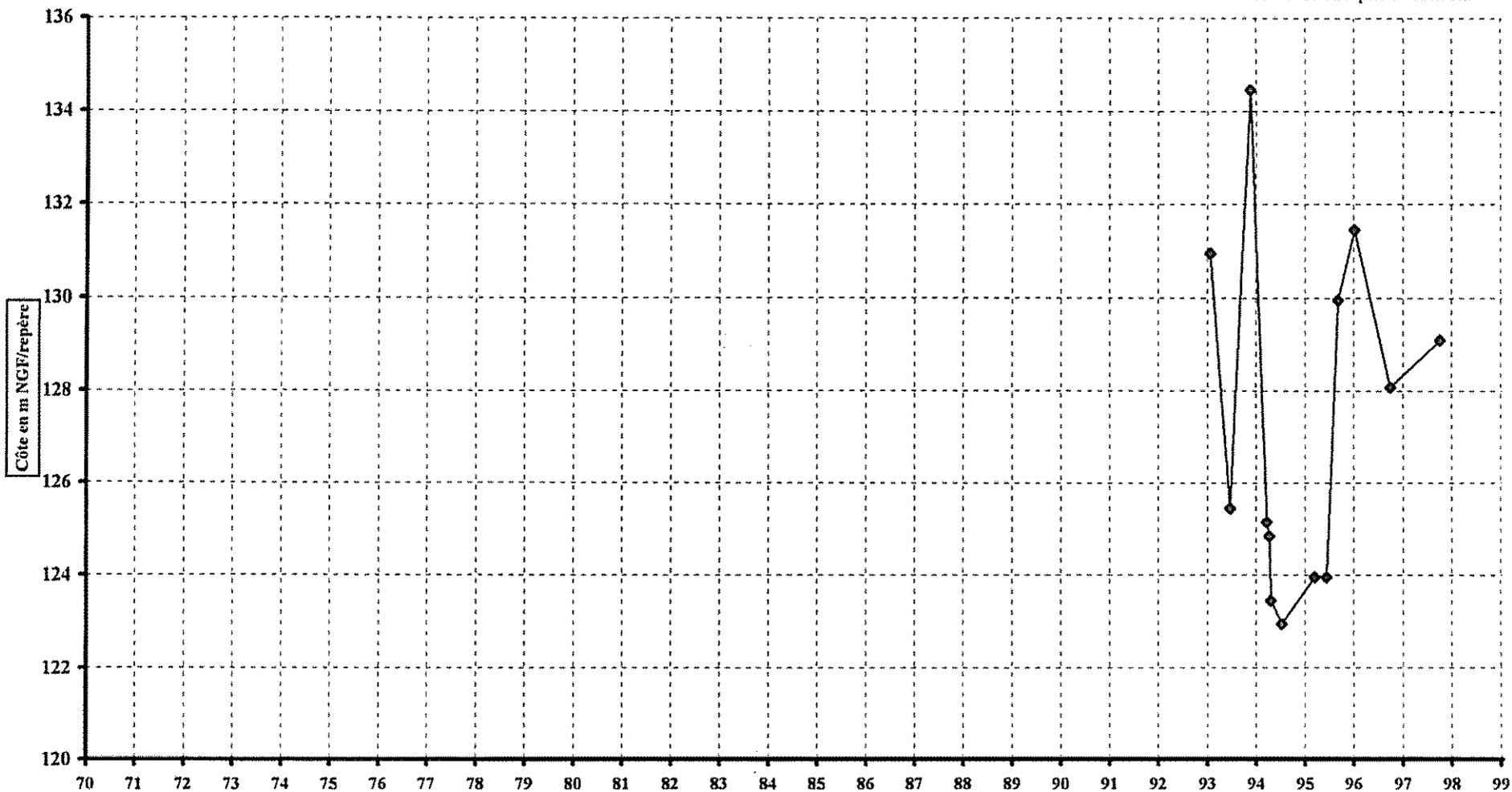


Fig. 35 - Historique des évolutions piézométriques à Sorbets 4

- *Au Nord-Ouest, forage de Lacquy 101* (figure 36)
Entre 1974 et 1998, une baisse d'environ 3,0 mètres est enregistrée régulièrement au rythme de 0,10 à 0,15 m par an. En 1998, la baisse est de 0,25 mètre avec une cote piézométrique à + 81,75 m NGF. Ce forage capte un horizon plus profond que les sables infra-molassiques. Il n'est pas influencé par les stockages.

Dans le secteur sud, les pressions de la nappe baissent plus ou moins selon les points :

- *Forage de Garlin* (figures 37 et 38)
La baisse du niveau moyen est de l'ordre de 40 mètres entre 1980 et 1998. Ce phénomène s'est produit par phases successives. La plus récente se situe en 1995 - 1997 avec une baisse de l'ordre d'une dizaine de mètres. L'amplitude des variations atteint 25 mètres durant l'année 1996. Depuis 1997, le niveau moyen, avec une amplitude de 16 m, oscille autour de + 110 m NGF, avec un déphasage de six mois par rapport aux stockages.
- *Forage 1 Lespielle* (figure 39)
La baisse des niveaux entre 1984 et 1998 est régulière. Elle atteint environ 20 mètres. En 1998, le niveau piézométrique se situe vers + 133 m NGF avec une amplitude des variations de l'ordre de 18 mètres car le forage a été fortement utilisé.
- *Forage 2 Lespielle (Simacourbe)* (figure 40)
Les variations sont pratiquement identiques à celles enregistrées sur le forage 1 de Lespielle, la baisse généralisée de 2 mètres par an semble se poursuivre.
- *Forage 1 Esso à Lembeye* (figure 41)
Antérieurement très influencé par le forage de Lespielle 1, en 1996 et 1997 une pseudo-stabilisation est identifiée avec une cote piézométrique proche de + 140 m NGF. En 1998, les niveaux perdent 2 mètres supplémentaires à + 138 NGF.
- *Forage Lassepe Lalongue* (figure 42)
Cet ouvrage n'est pas exploité depuis sa réalisation en 1993. Une baisse régulière des niveaux est observée. Elle est d'environ 4 mètres entre 1994 et 1996. En 1997, le niveau descend vers + 134 m NGF, avec une baisse de 4 mètres qui semble due aux impacts des stockages. Cet effet est maintenu en 1998.
- *A l'extrême Sud, à Angais les Bordes* (figures 43, 44, 45 et 46), quatre ouvrages participent à l'alimentation en eau potable. Du fait de pollution par des nitrates provenant probablement du drainage de la nappe alluviale du Gave de Pau, peu éloigné, en 1998, les prélèvements ont été diminués et de préférence mieux répartis entre les ouvrages, l'essentiel de la production venant des forages 3, 4 et 2, dont les niveaux remontent de 2 mètres environ. Par contre, le puits n° 1 qui n'était pas pompé en 1996 et 1997, baisse de 3,50 mètres.
- *Piézomètre ELB2 à Eugénie-les-Bains* (figure 47).
Le graphe débute en février 1996. La pression baisse de 10 mètres jusqu'en mai 1999, puis augmente de 15 mètres jusqu'en septembre 1999, où une chute de 13 mètres correspondrait au démarrage d'un forage vers la station thermale.

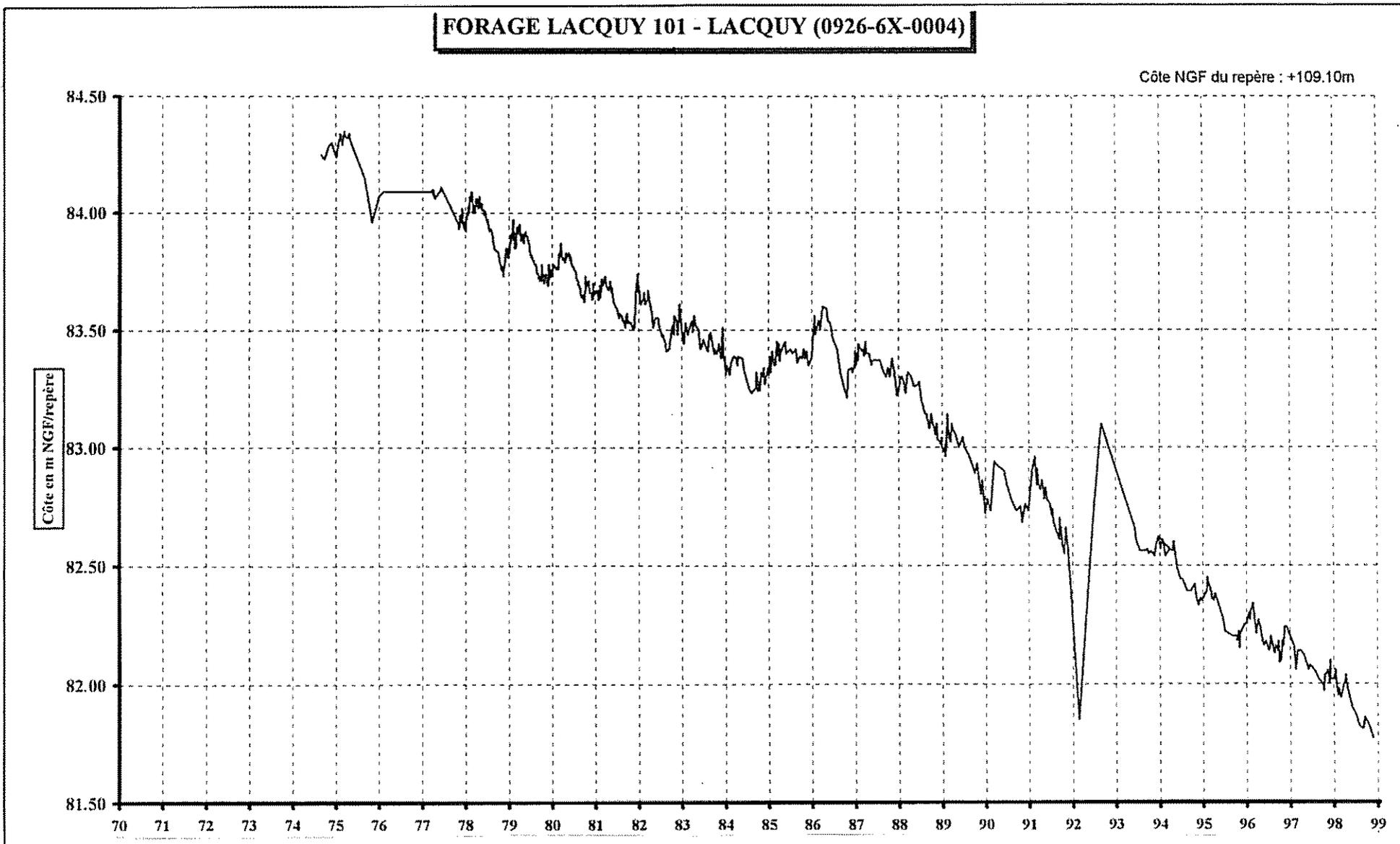


Fig. 36 - Historique des évolutions piézométriques à Lacquy 101

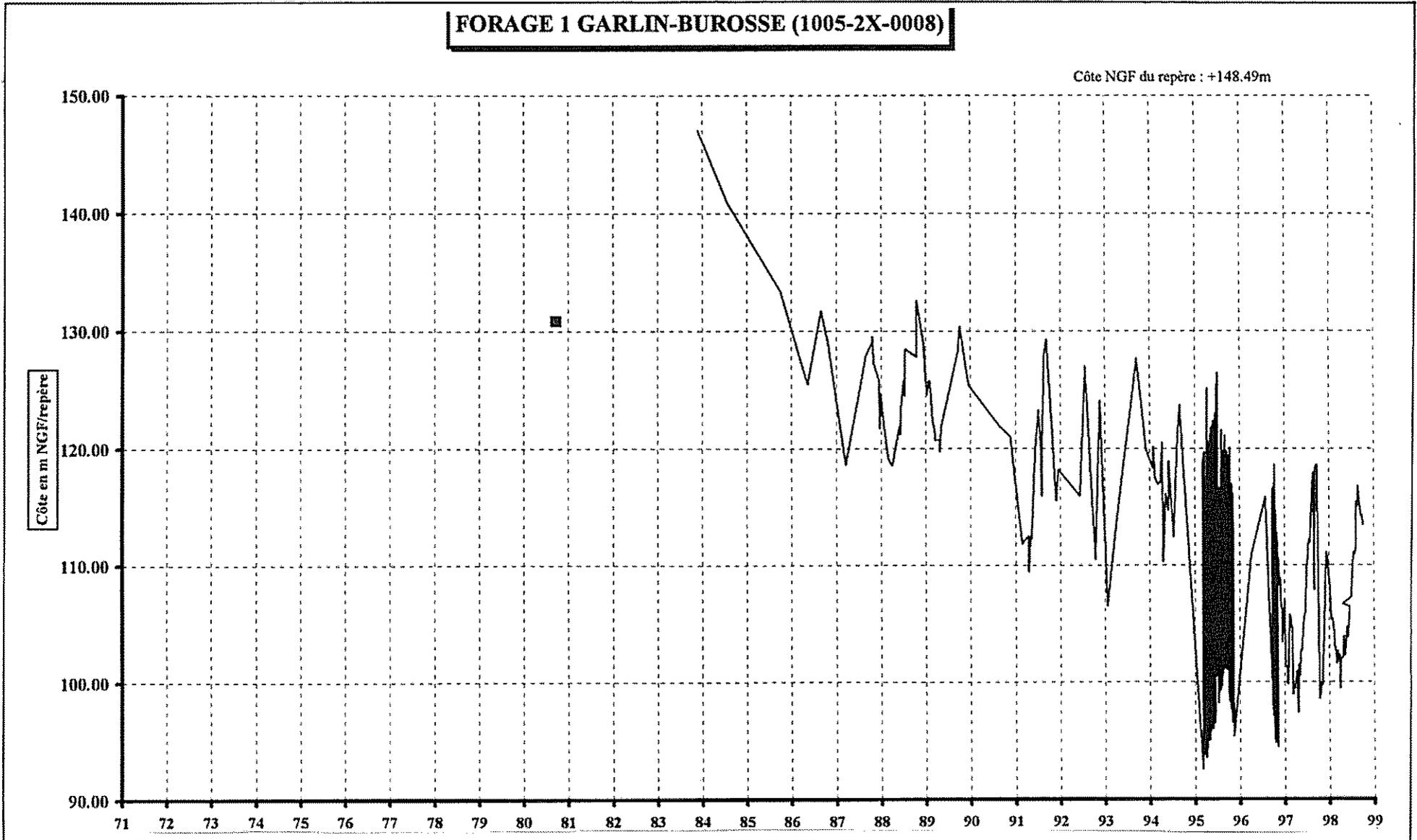


Fig. 37 - Historique des évolutions piézométriques à Garlin - Burosse

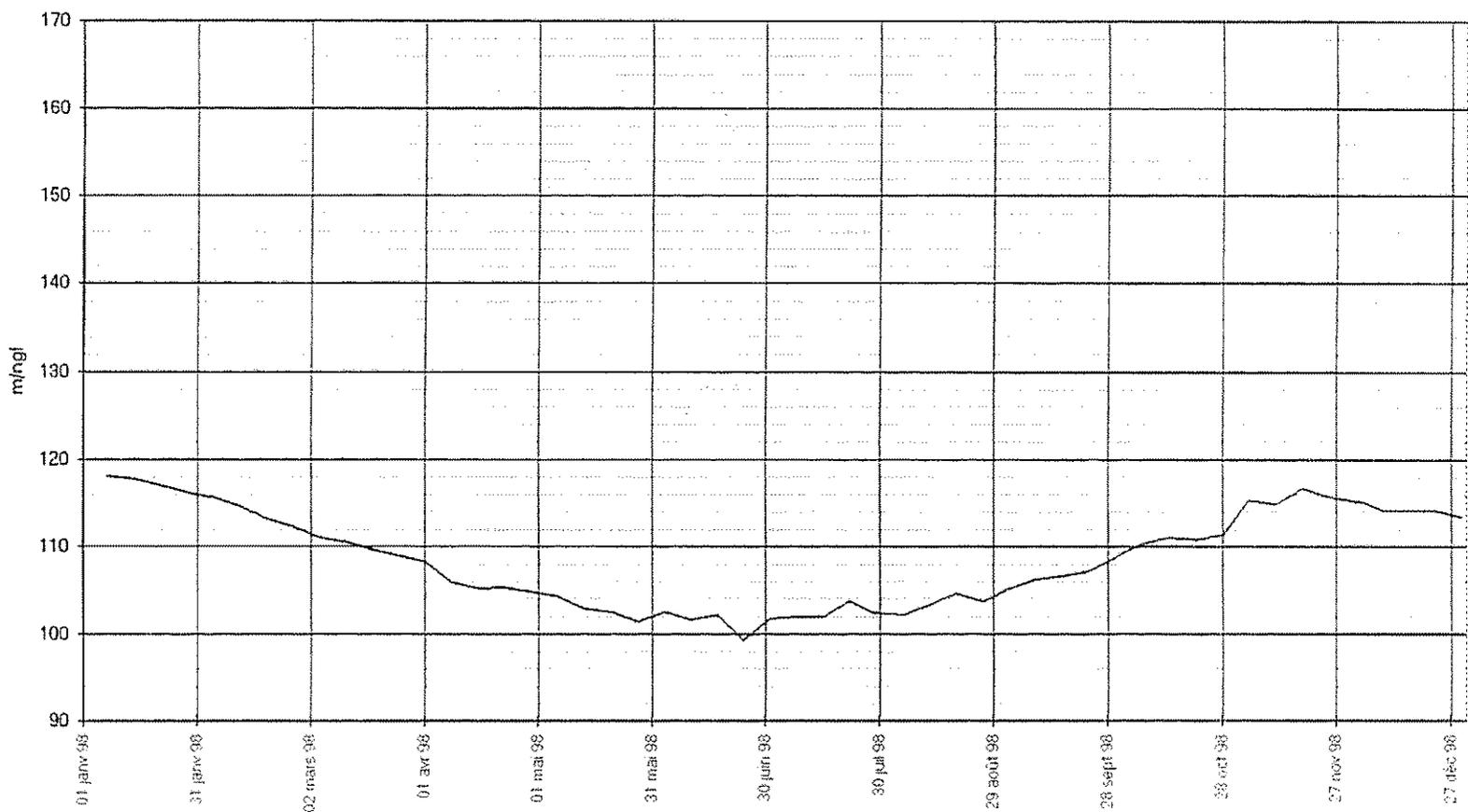


Fig. 38 - Historique des évolutions piézométriques à Garlin

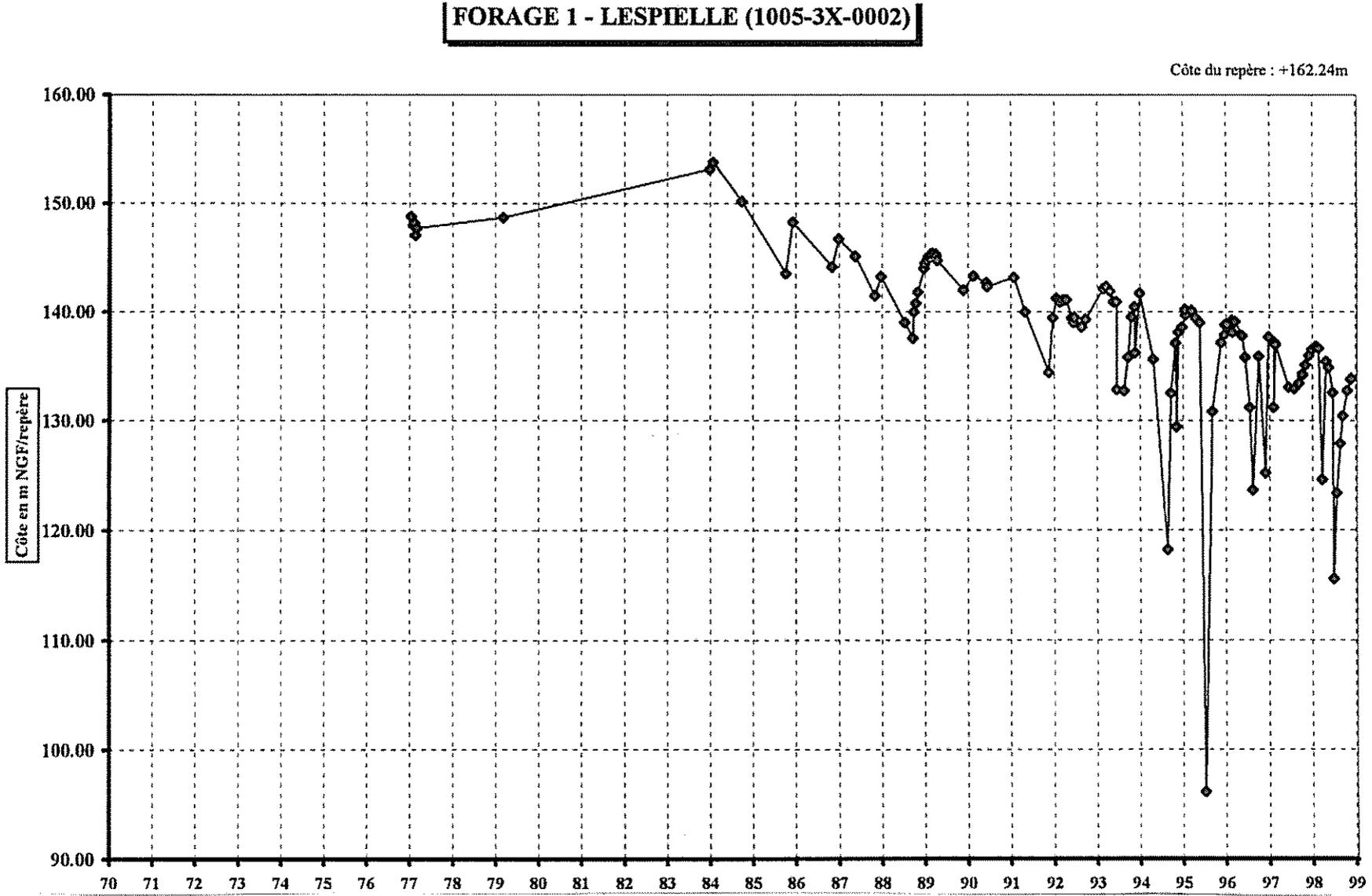


Fig. 39 - Historique des évolutions piézométriques à Lespelle 1

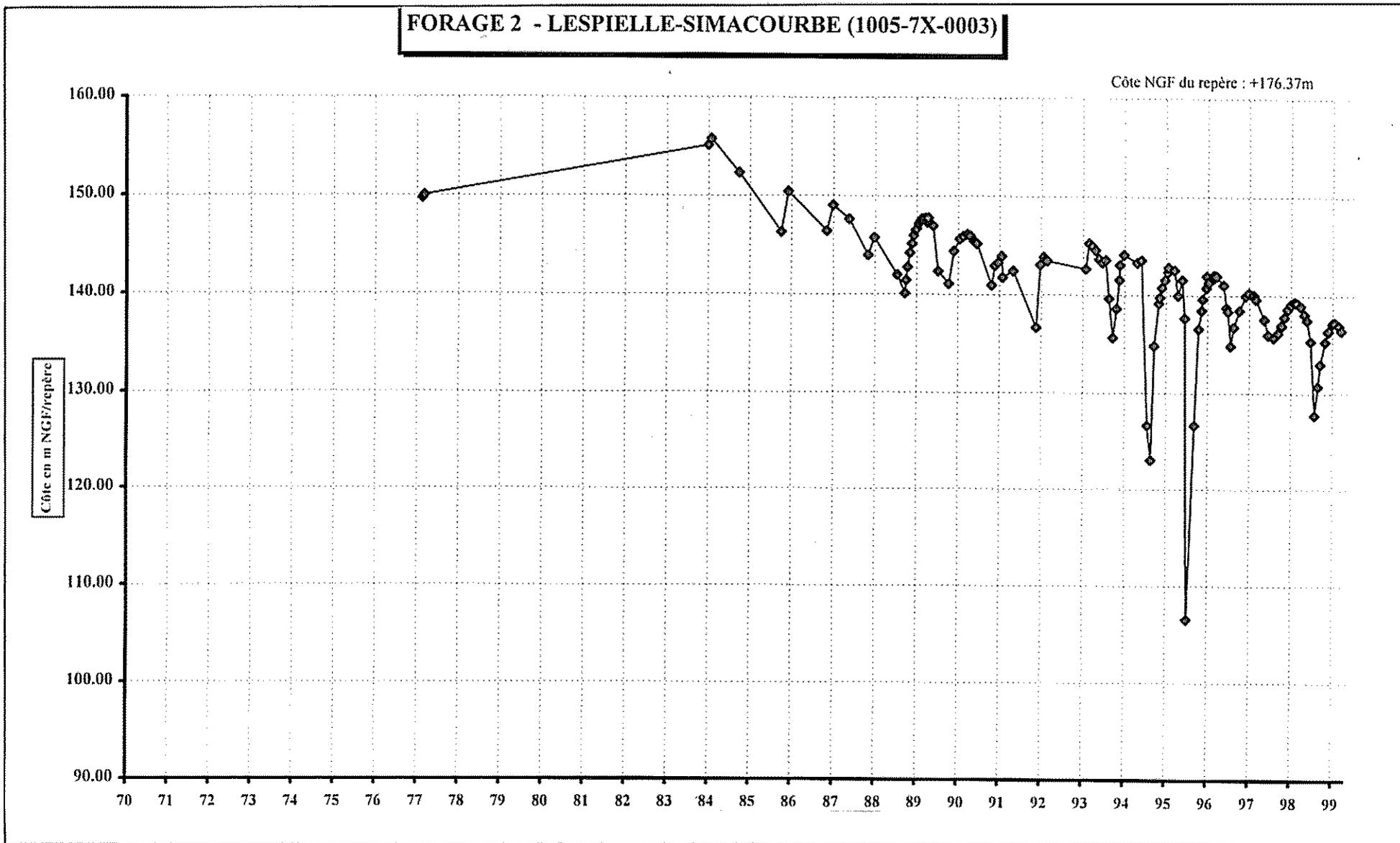


Fig. 40 - Historique des évolutions piézométriques à Lespielle - Simacourbe

FORAGE 1 ESSO - LEMBEYE (1005-7X-0001)

Côte NGF du repère : +177.71m

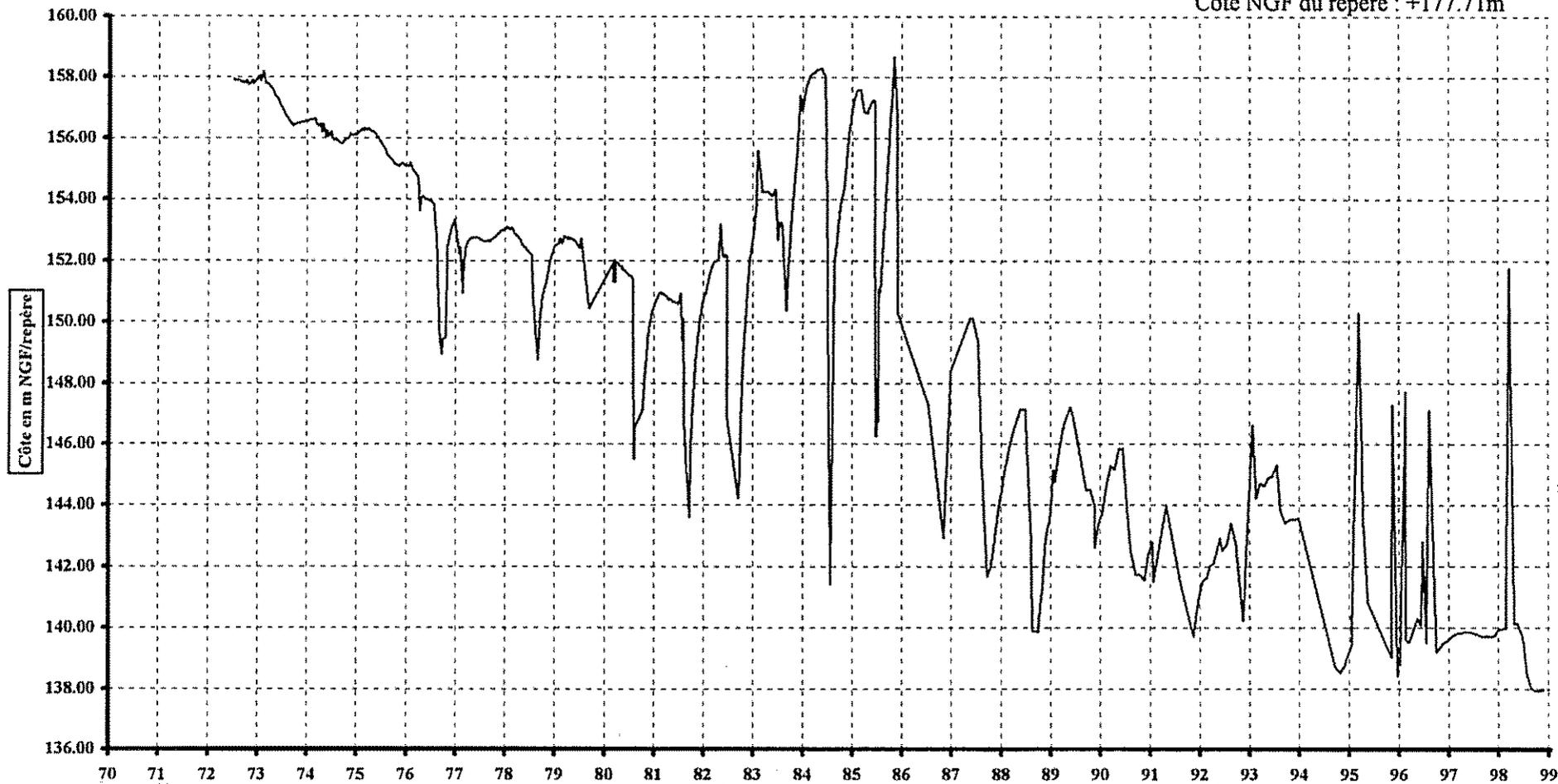


Fig. 41 - Historique des évolutions piézométriques à Esso - Lembeye

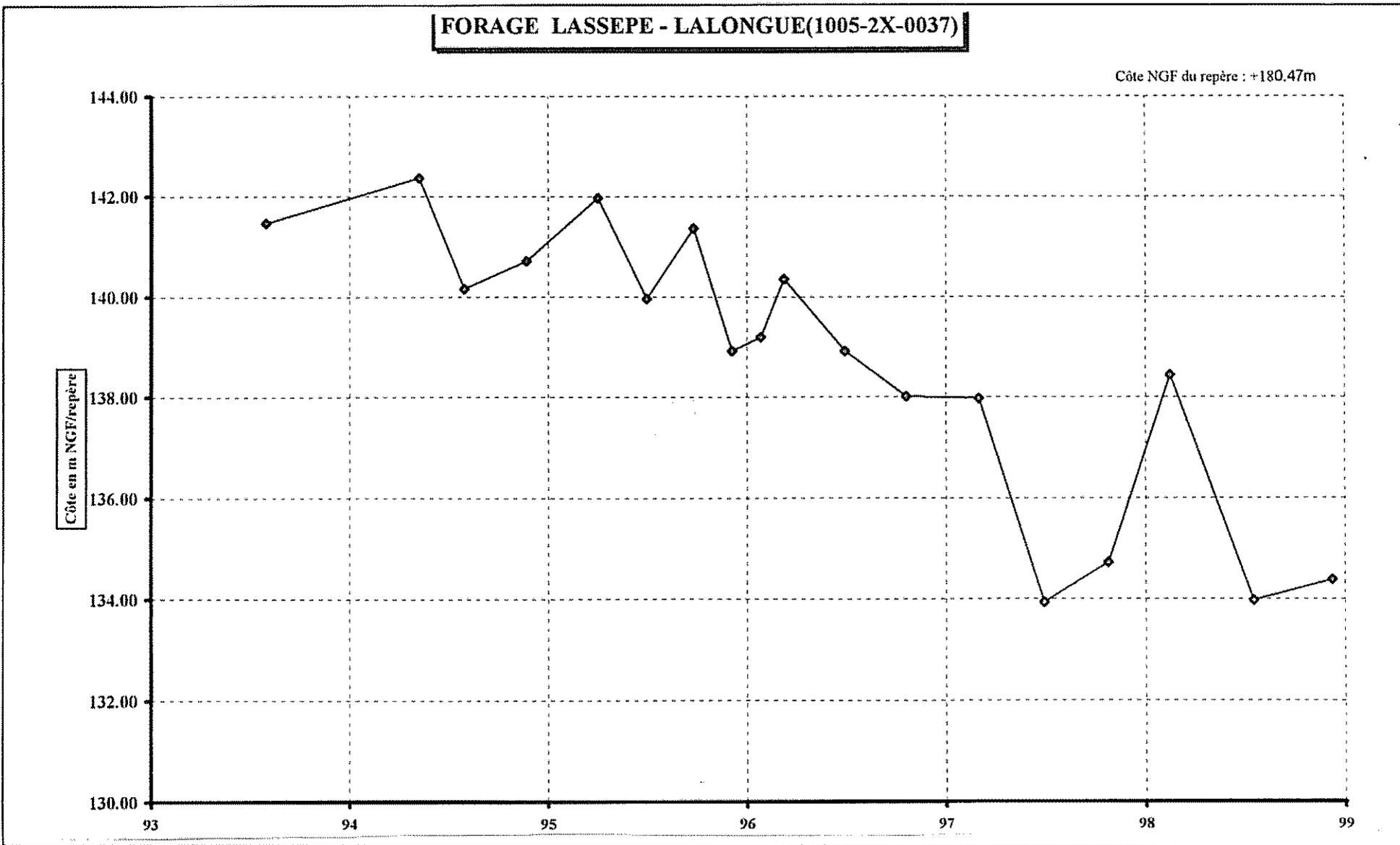


Fig. 42 - Historique des évolutions piézométriques à Lassepe - Lalongue

FORAGE 1 ANGAÏS - LES BORDES (1030-6X-0036)

Côte NGF du repère : +218.97m

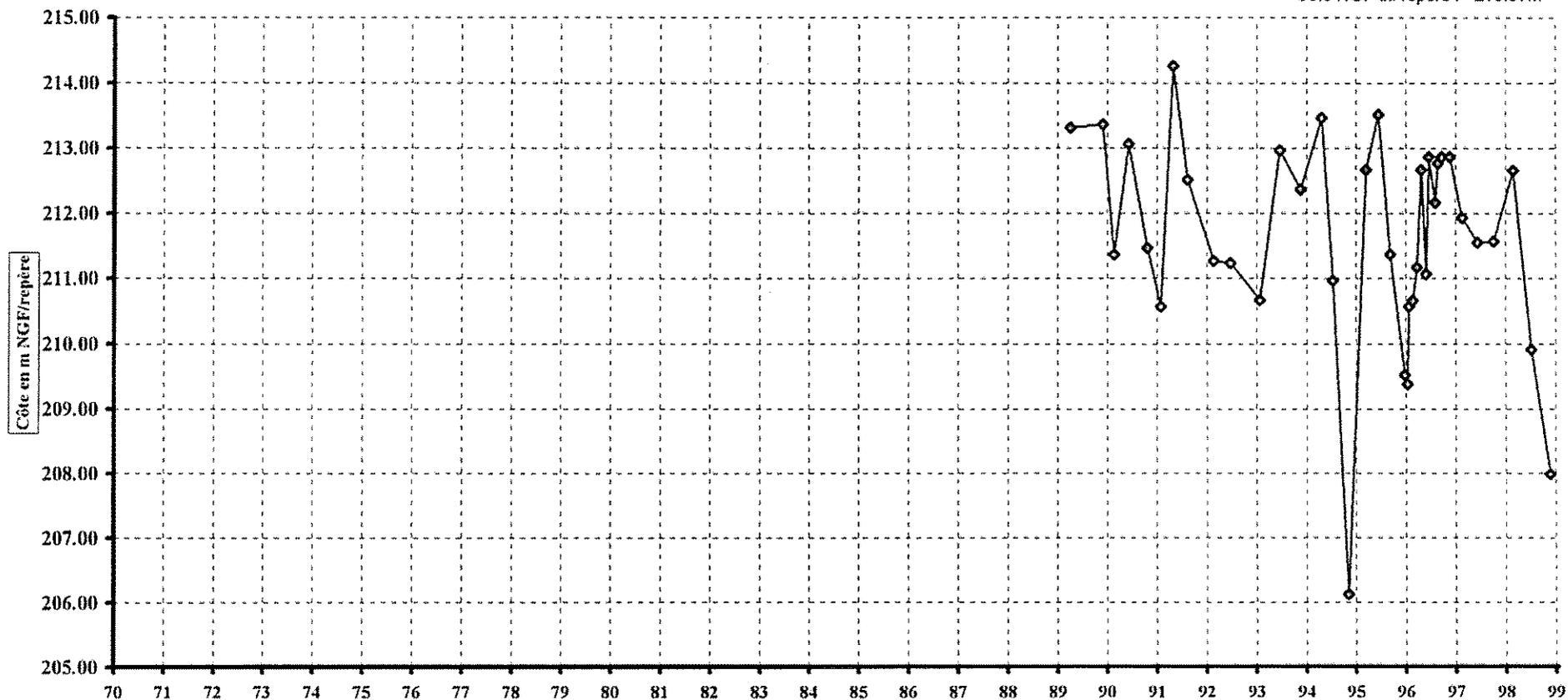


Fig. 43 - Historique des évolutions piézométriques à Angaïs 1 - Les Bordes

FORAGE 2 ANGAÏS - LES BORDES (1030-6X-0033)

Côte NGF du repère : +230.49m

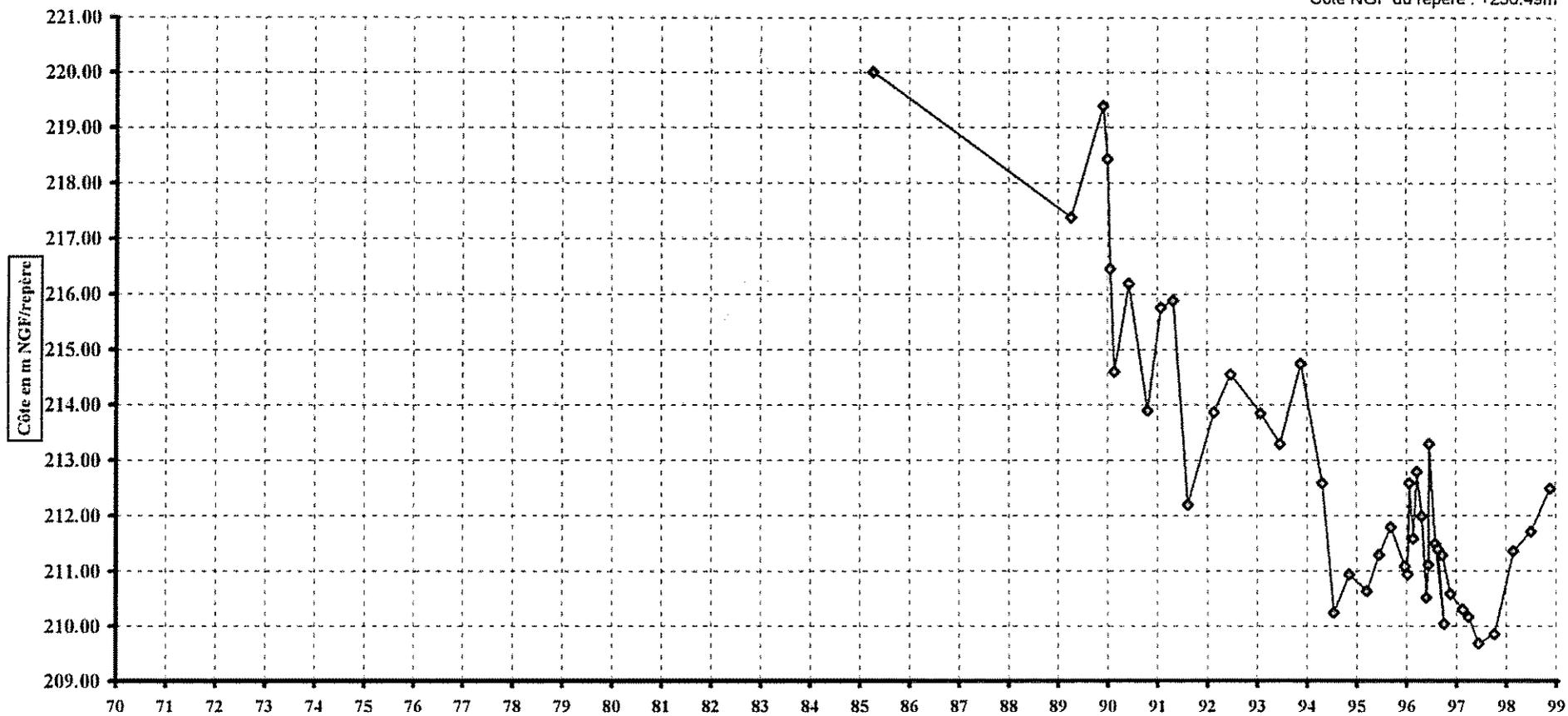


Fig. 44 - Historique des évolutions piézométriques à Angaïs 2 - Les Bordes

FORAGE 3 ANGAÏS - LES BORDES (1030-6X-0034)

Côte NGF du repère : +230.63m

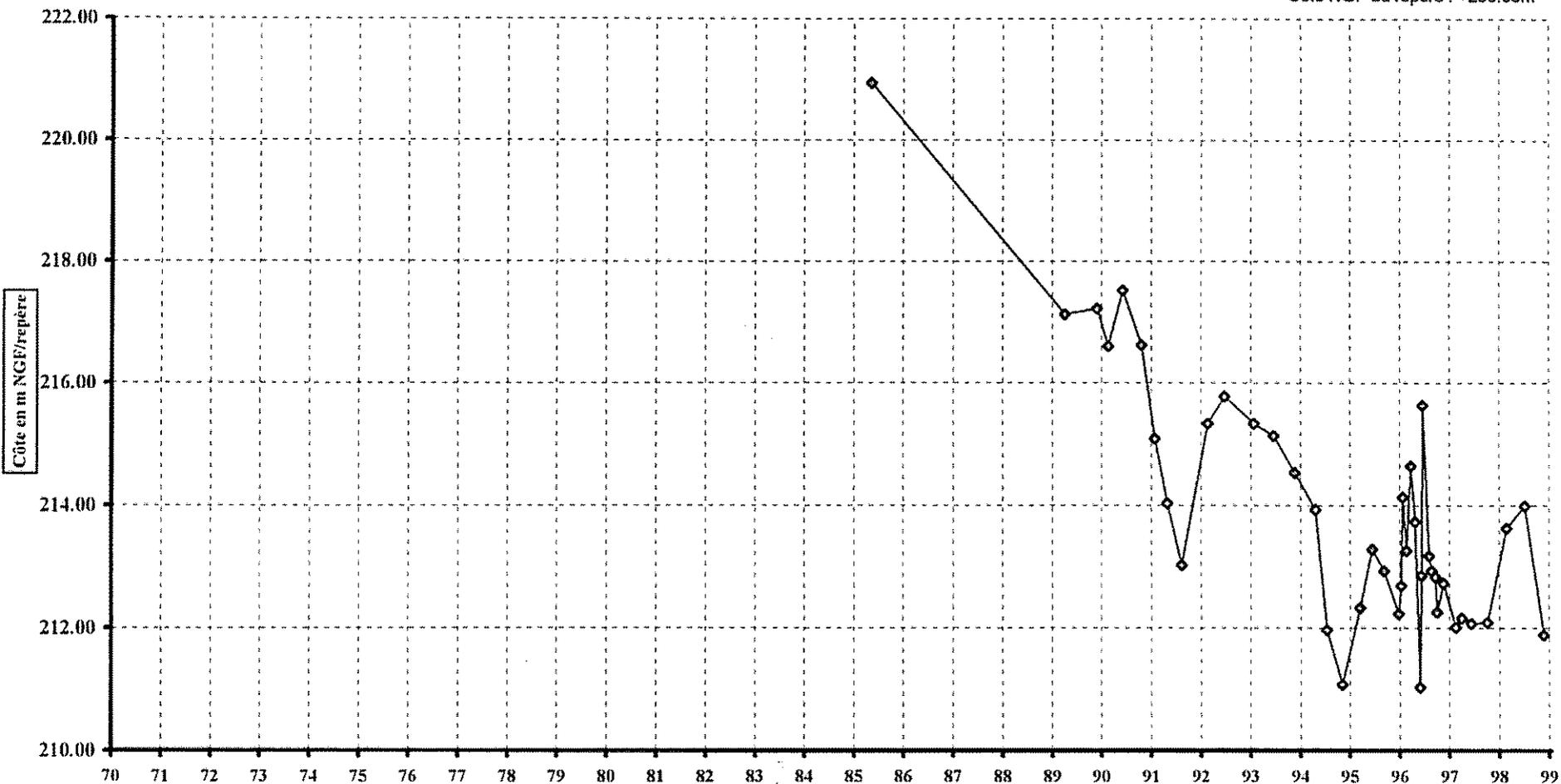


Fig. 45 - Historique des évolutions piézométriques à Angaïs 3 - Les Bordes

FORAGE 4 ANGAÏS - LES BORDES (1030-6X-0035)

Côte NGF du repère : +220.55m

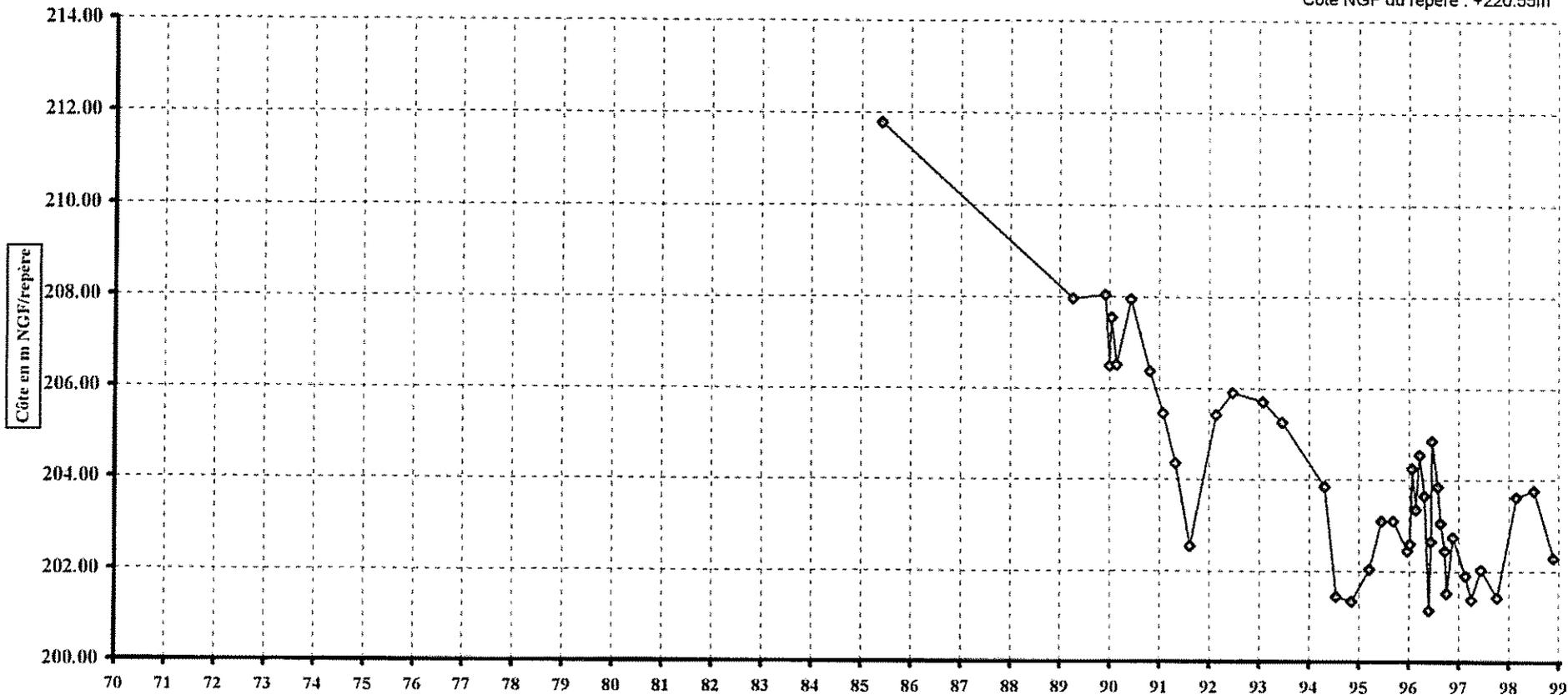


Fig. 46 - Historique des évolutions piézométriques à Angaïs 4 - Les Bordes

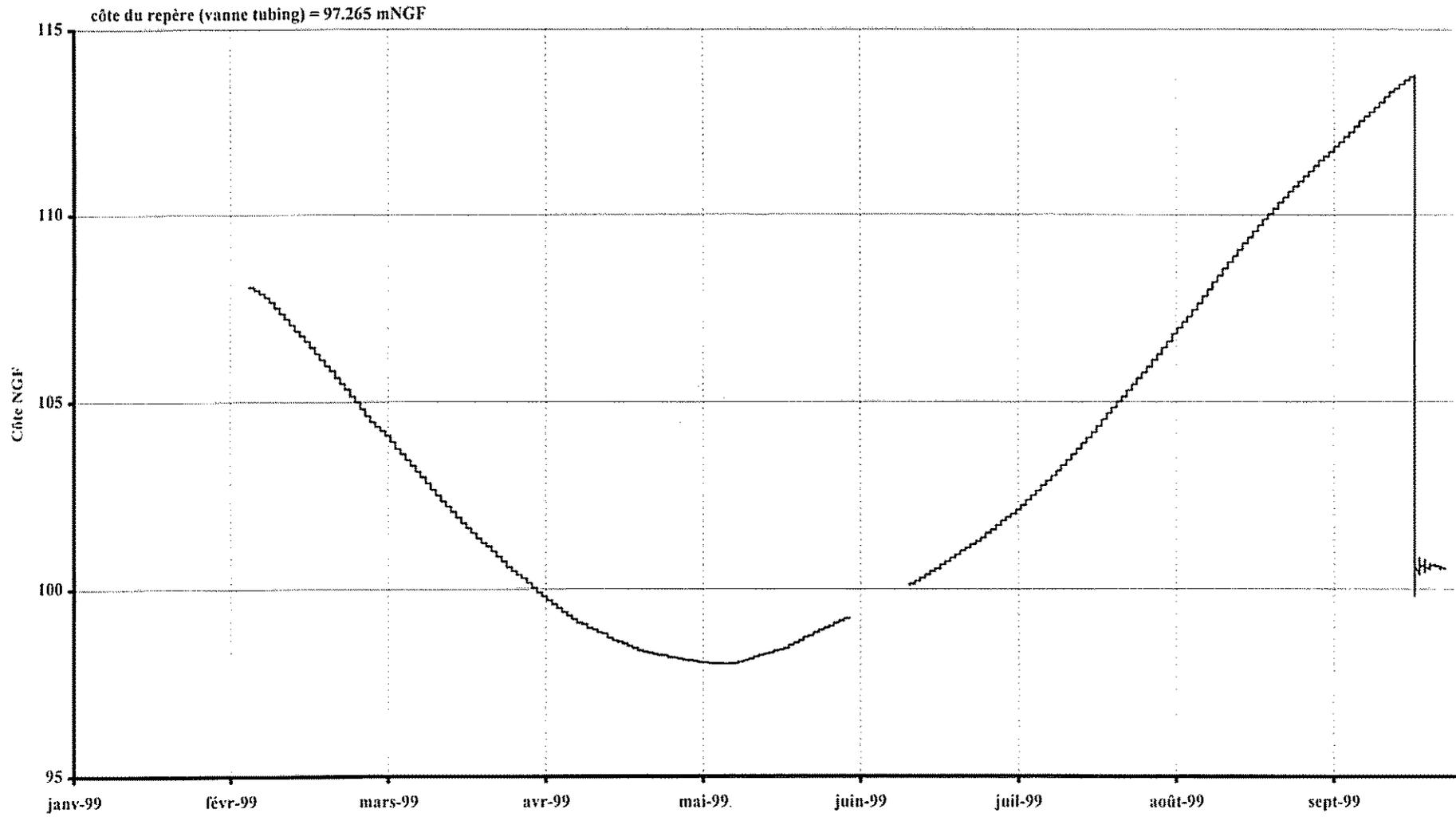


Fig. 47 - Suivi du niveau piézométrique au forage ELB2 à Eugénie les Bains

Sous réserve de vérification, ces observations indiquent :

1. Que les influences des stockages pourraient atteindre l'aquifère des grès à nummulithes jusqu'au camping d'Eugénie-les-Bains. Le déphasage est de l'ordre de deux mois environ ;
2. Que les pompages de la région d'Eugénie-les-Bains interfèrent sur les piézomètres. Ceci met en cause le rôle d'écran supposé d'une importante faille géologique entre le Camping et Eugénie-les-Bains.

Il convient de ne pas tirer de conclusions hâtives, mais :

- de bien identifier les phénomènes qui entrent en jeu,
- de bien préciser les systèmes aquifères concernés.

Une étude spécifique des fonctionnements des divers systèmes aquifères de la station thermale et des environs est absolument nécessaire, d'autant que des phénomènes difficilement explicables ont déjà été enregistrés sur le forage Christine-Marie.

4.3. NAPPE DU DANO-PALÉOCÈNE

4.3.1. Forage de Toulouzette (figure 48)

Cet ouvrage est géré par Gaz de France. La température reste constante à 40°C, les niveaux indiquent des variations de l'ordre de 0,9 bars en liaison avec des fluctuations saisonnières.

4.3.2. Forage de Louer 1 (figures 49 et 49 bis)

Cet ouvrage est géré par le Service hydrogéologique du Conseil Général des Landes.

Le forage de Louer indique une amplitude saisonnière de l'ordre de 1 mètre, avec une rapide recharge en novembre et au printemps 1998, suivie d'une lente décreue à l'image des années précédentes. Cette nappe est probablement soutenue à distance et en communication proche avec des zones de recharge et d'exutoire qui maintiennent des niveaux relativement constants.

4.3.3. Forage Christine Marie à Eugénie-les-Bains (figure 50)

Ce forage de la Chaîne Thermale du Soleil a été contrôlé d'avril 1993 à décembre 1997 (depuis, l'enregistreur a été démonté).

Les enregistrements des niveaux ont été communiqués par Gaz de France en accord avec CTS.

Les variations journalières enregistrées sont de l'ordre de 0,80 à 1,00 mètre, consécutive aux nombreuses alternances de marche et arrêt du groupe de pompage. L'amplitude

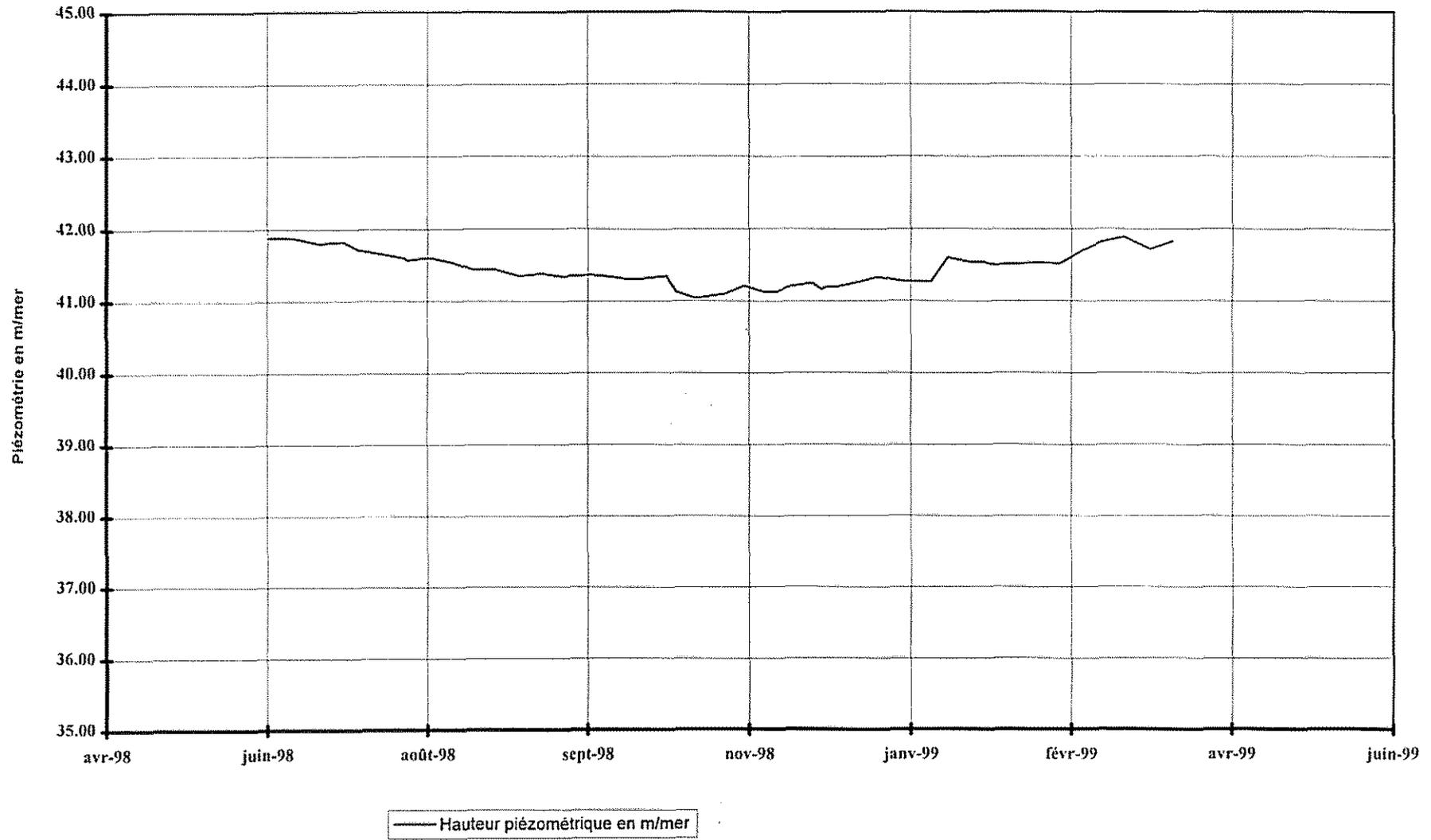


Fig. 48 - Mesures de pression et de température sur le puits de Toulouzette

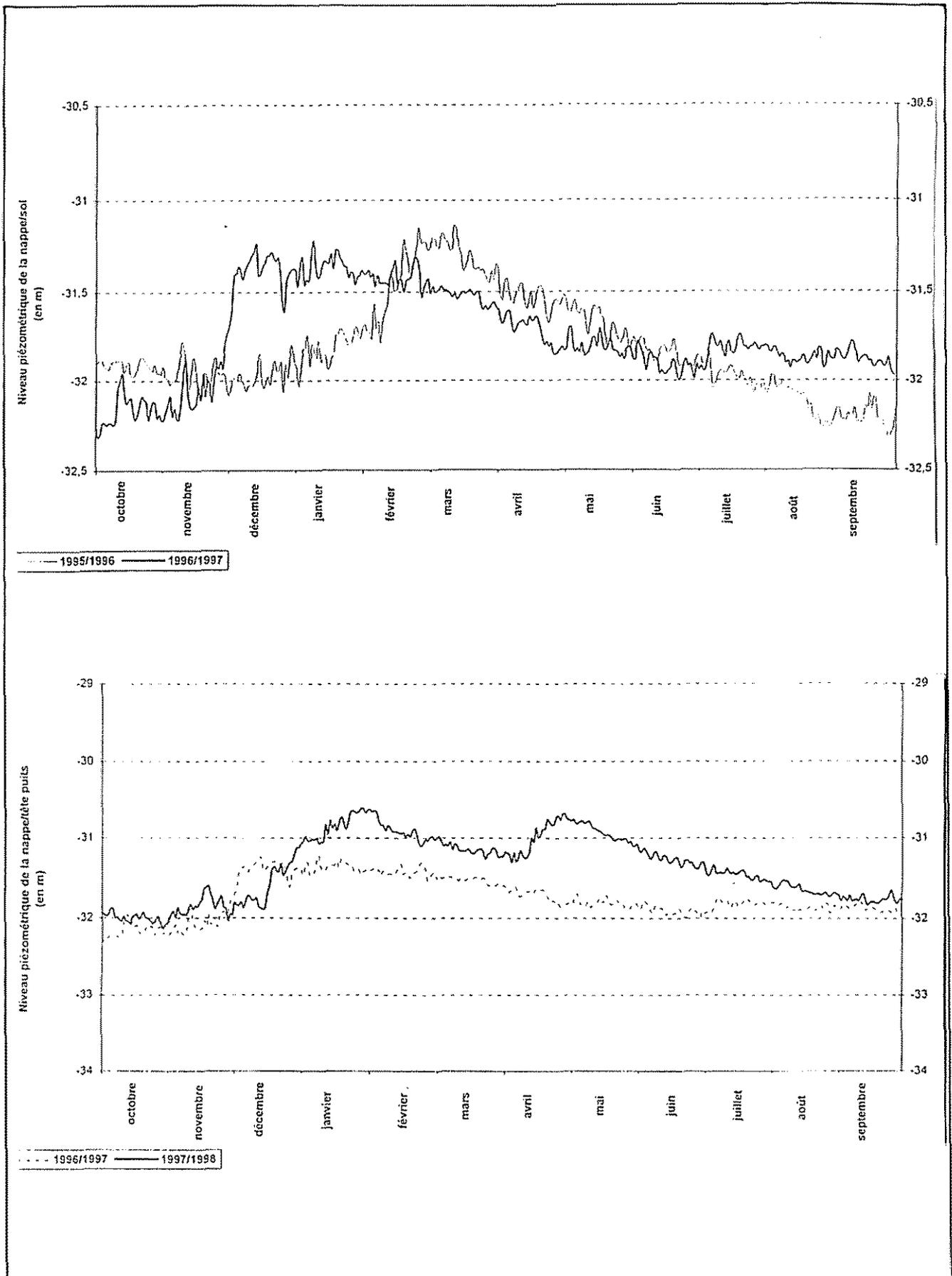


Fig. 49 et 49bis - Aquifère Danien-Crétacé : Historiques des évolutions piézométriques d'octobre 1995 à septembre 1997 à la station : Louer - Lavigne

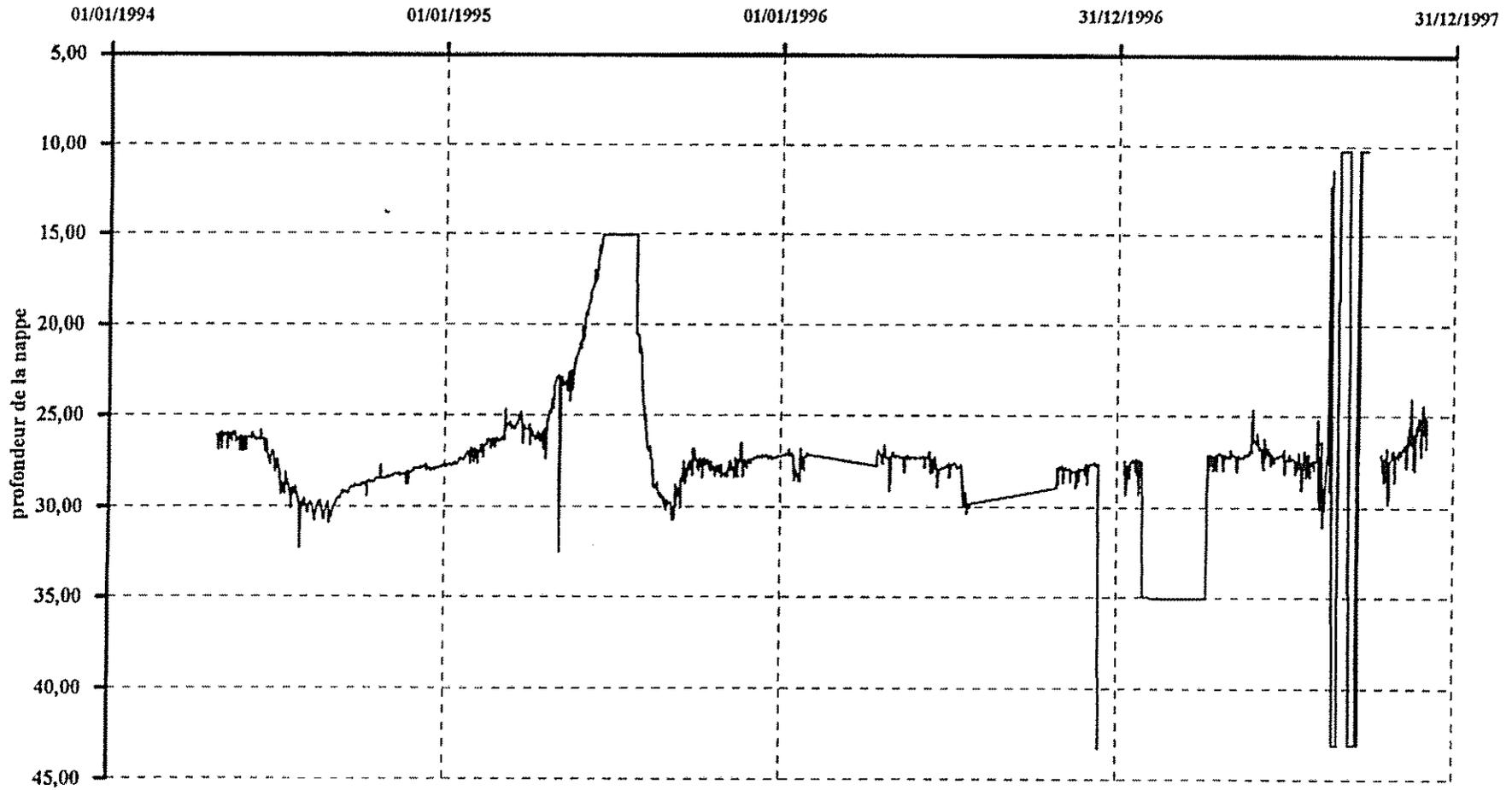


Fig. 50 - Historique des évolutions piézométriques au forage de Christine-Marie à Eugénie-les-Bains du 27/04/1994 au 03/12/1997

annuelle est de l'ordre de 5 mètres, fin 1997 la recharge semble supérieure à celle observée en 1995, exception faite d'une anomalie exceptionnelle.

Les pompages de la station thermale et surtout les impacts des irrigations entraînent des baisses de niveaux de l'ordre de 4,5 mètres.

Il est indispensable de disposer d'un piézomètre, non exploité, situé en dehors de la station thermale, bien représentatif des impacts que peuvent occasionner les pompages des divers utilisateurs du secteur.

4.3.4. Forage Buccuron 2 à Gamarde (figure 51)

Cet ouvrage est contrôlé depuis septembre 1994 par Gaz de France qui nous a communiqué les résultats avec l'accord de Thermes-Adour.

Les fluctuations sont de faible amplitude annuelle (environ 1,50 mètre). Le niveau moyen de la nappe se situe entre 3 et 4m par rapport au sol.

Les quatre cycles hydrologiques enregistrés semblent indiquer comme à Louer que cette nappe est réalimentée tous les ans. Elle se vidange progressivement pendant l'étiage jusque vers un niveau compris entre + 14 et + 15 NGF, puis, est rechargée d'environ 1,50 mètre en hiver.

La recharge de l'hiver 1997-1998 n'a pas été enregistrée, mais les pentes de courbes de recharge et de vidange peuvent laisser penser qu'elle a été exceptionnellement importante.

4.3.5. Forage IZA 101 (figure 52)

Ce forage est suivi par EAP. En 1997 les variations de niveaux liées au poids de l'eau en liaison avec les injections-soutirages de gaz créent une amplitude de l'ordre de 2 mètres. En période de soutirage le niveau est vers 25 mètres de profondeur et en période d'injection vers 27 mètres, en deux cycles d'environ 7 mois et 4 mois. Avec les diminutions des stockages, le poids de l'eau fait monter le niveau de plus d'un mètre en 1998 et 1999.

4.3.6. Forage de Lannecaube (figure 53)

Les mesures faites de mars 1997 à février 1998 indiquent une légère baisse du niveau consécutive à une première décompression du système (baisse de 0,80 mètres). En 1998, il a perdu 0,50 mètre et le déclin s'accroît début 1999.

Si cet ouvrage n'est pas mis en exploitation, il sera équipé d'un enregistreur par le SGR Aquitaine, avec l'accord du propriétaire.

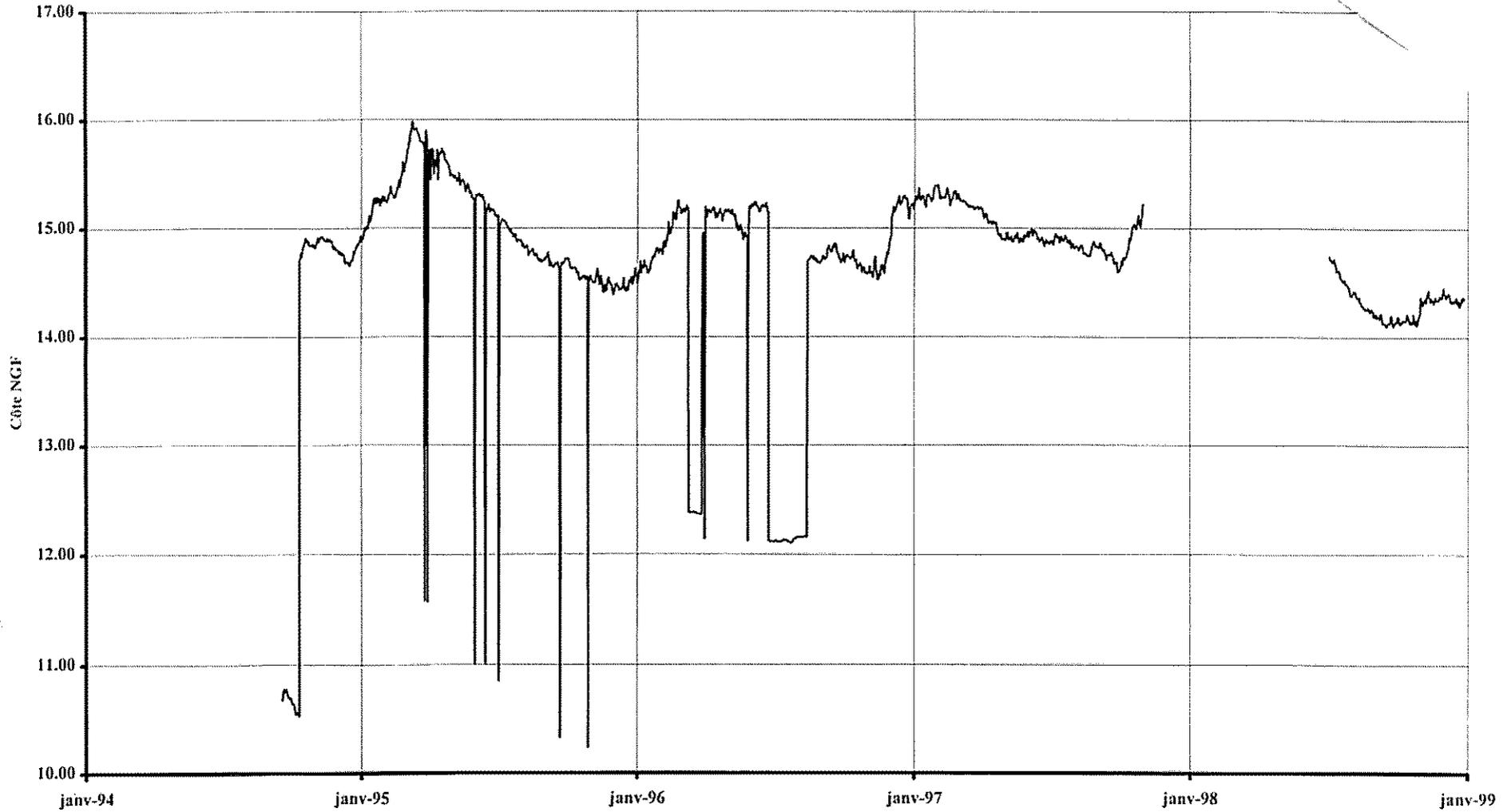


Fig. 51 - Historique des évolutions piézométriques au forage Buccuron 2 à Gamarde-les-Bains du 01/09/1994 au 01/01/1999

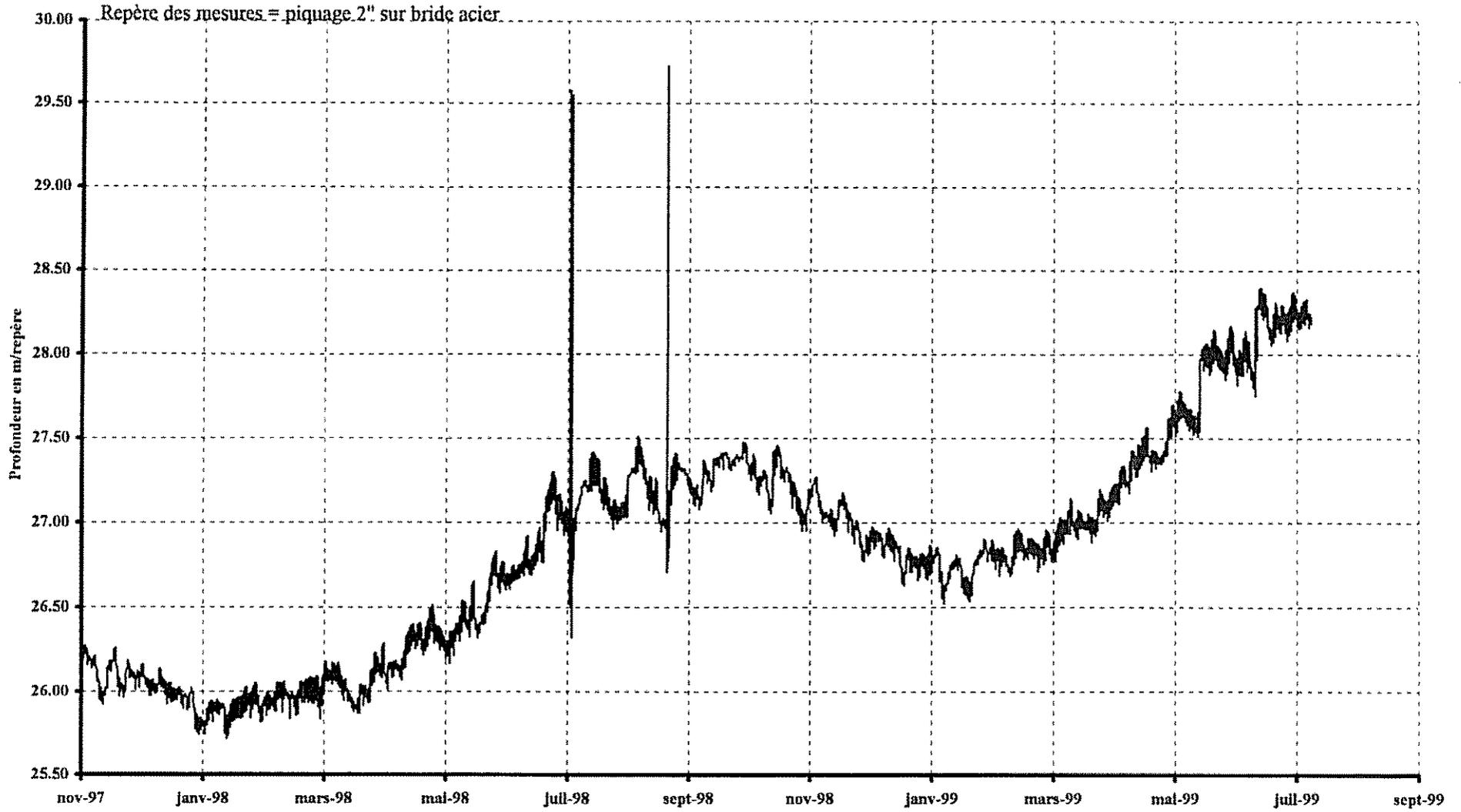


Fig. 52 - Forage IZA 101 - Suivi piézométrique, période de janvier 1997 à novembre 1998

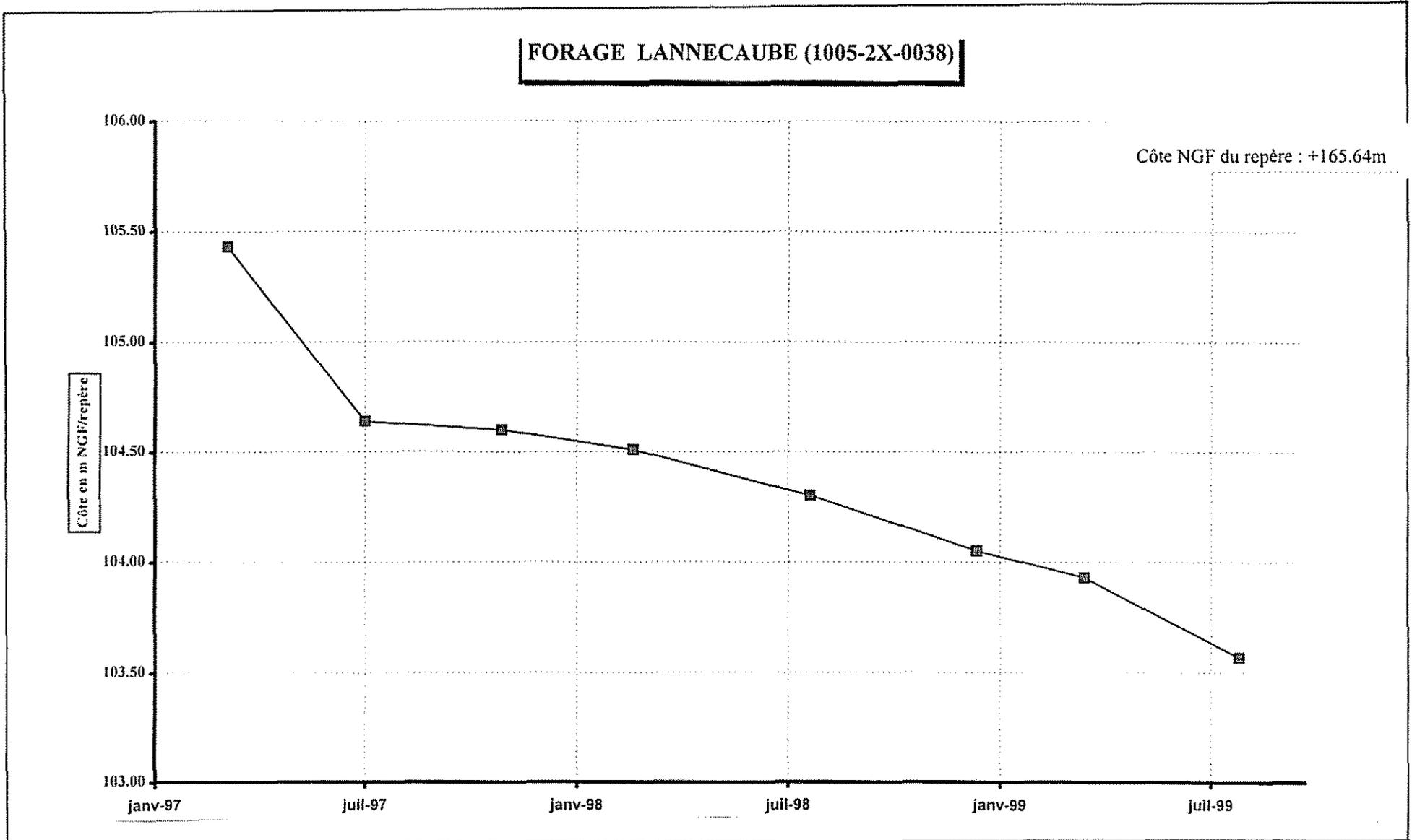


Fig. 53 - Historique des évolutions piézométriques à Lannecaube

4.3.7. Piézomètres des Landes de Siougos (figures 54 et 54 bis)

Sur le site des Landes de Siougos, Gaz de France enregistre des fluctuations de la nappe du Dano.

Le graphe d'historique indique que dans le secteur de Siougos, le système a perdu 2,25 mètres de pression depuis 12 ans. Cela peut s'expliquer par la décompression de l'eau au droit de Siougos par les ouvrages de reconnaissance réalisés et par quelques pompages dans le Dano-Paléocène où les systèmes en relation sont marqués par une stabilisation des niveaux : 1992, 1993, 1994, et 1998.

L'amplitude des variations annuelles est de l'ordre de 0,50 mètres.

4.3.8. Piézomètre de Gourbera (figure 55)

Cet ouvrage ne capte pas le Dano-Paléocène, mais le Cénomaniens au Nord de Saint-Paul-lès-Dax.

Les 9,5 premiers mois d'observation de la pression n'indiquent pas d'influence sur cet ouvrage dont le niveau piézométrique fluctue très faiblement autour de + 20,50 mètres.

Des données plus complètes permettront d'observer si les impacts des pompages du Bas Adour (Sébastopol, Saint-Paul-les-Dax) et la géothermie de Mont-de-Marsan sont identifiables, ce qui n'est pas le cas actuellement.

4.3.9. Tendances du système aquifère du Dano-Paléocène

Les graphes d'enregistrement des niveaux (pressions) des ouvrages existants montrent l'existence d'un système aquifère en pseudo équilibre, avec des épisodes de recharge et de vidange de faibles amplitudes (moins de 2 mètres sur tous les ouvrages).

Les niveaux de base sont imposés par des limites peu éloignées qui régularisent les sorties à niveau constant et les trop-pleins liés aux épisodes de pluviosité importante. Les structures géologiques, où affleurent les terrains du Dano-Paléocène, permettent des alimentations annuelles, bien identifiables.

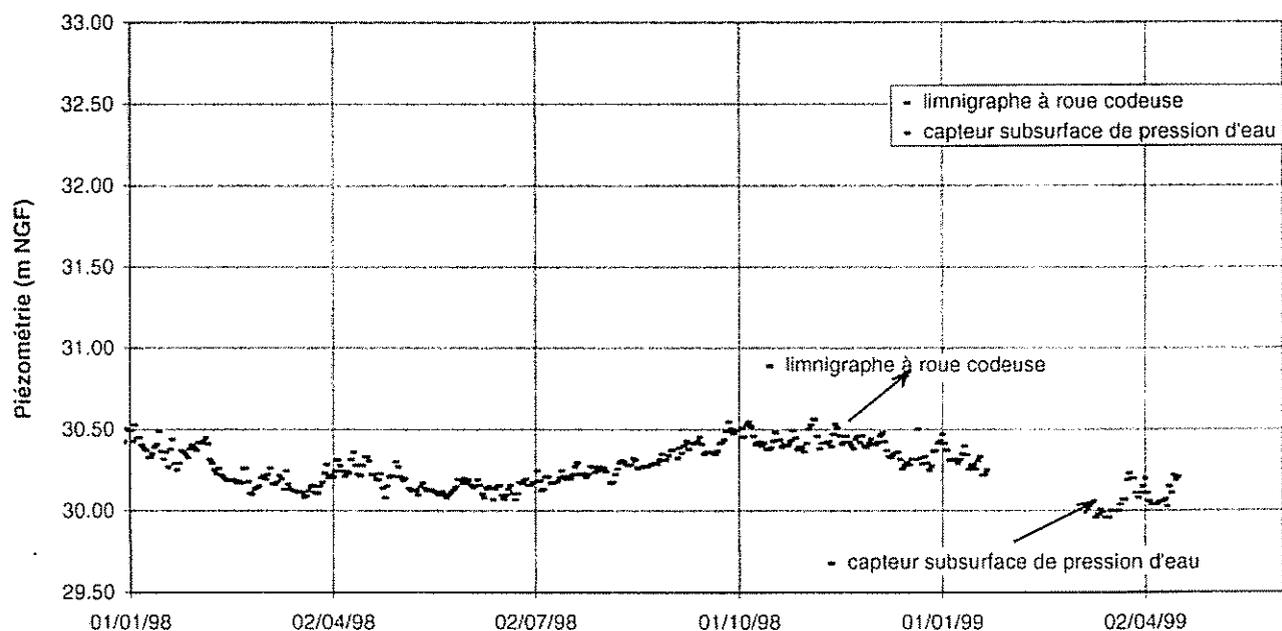
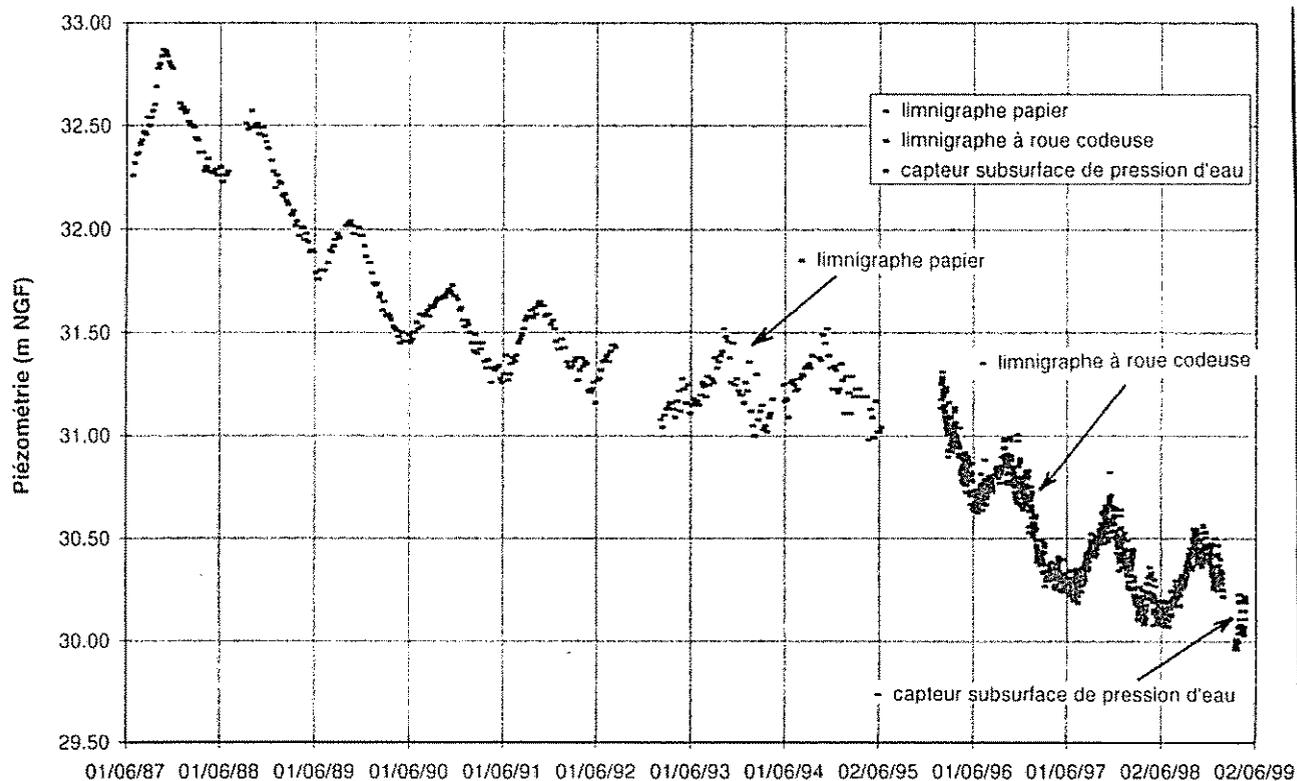


Fig. 54 et 54bis - Suivi piézométrique aux Landes de Siougos - LS2 depuis juin 1998 et de janvier 1998 à juin 1999

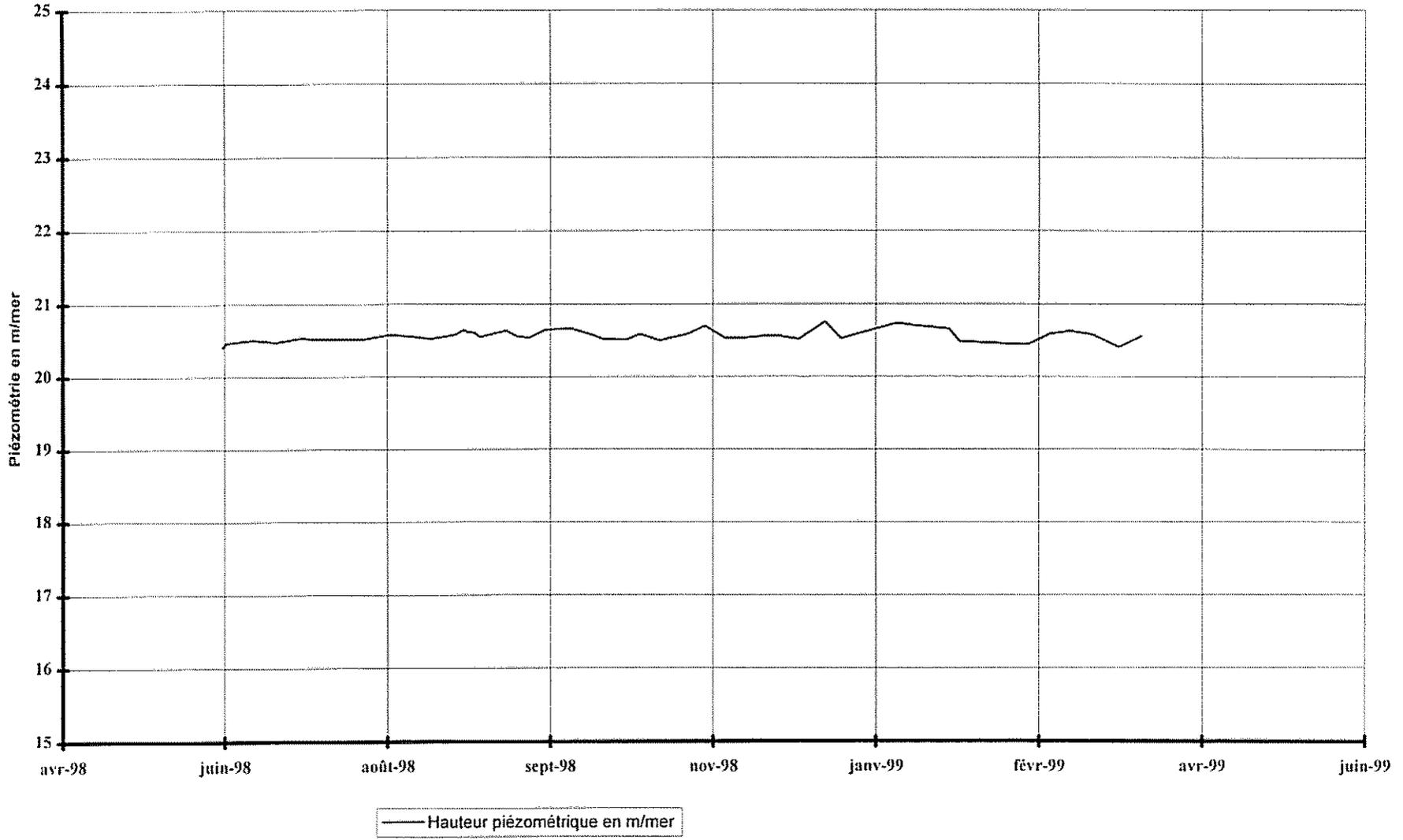


Fig. 55 - Données piézométriques à Gourbera

5. Analyse de quelques chroniques piézométriques dans la nappe des sables infra-molassiques

5.1. TENDANCES EVOLUTIVES

Les tendances de la piézométrie sur 10 ans (1988 à 1998) ont été analysées sur 20 points de mesures (tableau 9 ci-dessous et figures de l'annexe 1). Sur chaque chronique piézométrique étudiée une droite de tendance a été ajustée; compte tenu des fluctuations de niveaux parfois importantes caractérisant certaines chroniques, la pente de cette droite n'est bien sûr qu'indicative mais elle permet de dégager une tendance évolutive sur la période considérée et d'établir des regroupements de points en fonction de cette tendance.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau ci-dessous où les points de mesures ont été rangés en fonction de l'importance de la tendance évolutive .

Point de mesure	Variation des niveaux de 1988 à 1998
Garlin	-26.2 m
Nogarol	-23.0 m
Pecorade 2	-21.8 m
Bats Urgon	-21.7 m
Geaune forage 3	-21.2 m
Uby	-18.0 m
Castelnau Tursan	-14.4 m
Lespiey	-12.1 m
Simacourbe	-10.2 m
Pecorade 101	- 9.1 m
Lalongue	- 8.0 m (de 1994 à 1999)
Angaïs 2	- 7.4 m
Lembey	- 6.8 m (17.6 m de 72 à 98)
Angaïs 4 (Les Bordes)	- 6.3 m
Angaïs 3	- 5.6 m
Geyser 1	- 4.60 m
Pecorade 1	- 3.2 m
Angaïs 1	- 1.7 m
B102 (Barbotan)	- 1.2 m
Lacquy	- 0.95 m (-1.9 m de 78 à 98)

Tableau 9 – Tendance évolutive de 20 chroniques piézométriques dans les Sables IM sur la période 1988 –1999.

Sur les 20 points étudiés, tous présentent une baisse des niveaux. Sur les 10 dernières années, 15 de ces points (75%) sont caractérisés par des baisses supérieures à 5 m et 5 par des baisses dépassant 20 m (26 m à Garlin).

5.2. EXPLOITATION DES CHRONIQUES POUR LA DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES HYDRODYNAMIQUES

En mettant à profit la périodicité des variations piézométriques observées sur les points situés dans la zone d'influence des stockages, il est possible d'obtenir une estimation locale des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère. La méthode, détaillée en annexe 2, a été utilisée par N. Labat dans son travail de thèse (*Rôle des particularités sédimentaires et structurales sur le comportement de l'aquifère des sables sous-molassiques soumis aux fluctuations induites par des stockages souterrains de gaz*. Thèse Institut EGID, Bordeaux III, 1998).

Les résultats obtenus par N. Labat sont les suivants

Tableau 10

	Perméabilité (m/s)	Emmagasinement spécifique (m^{-1})
Garlin 1	$2.4 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-6}$
Pécorade 101 (moyenne de 2 valeurs)	$1.5 \cdot 10^{-5}$	$1.4 \cdot 10^{-6}$
Geaune 3	$2.3 \cdot 10^{-5}$	$1.4 \cdot 10^{-6}$
C. Tursan (moyenne de 2 valeurs)	$2.0 \cdot 10^{-5}$	$1.3 \cdot 10^{-6}$
Nogaro 1 (moyenne de 4 valeurs)	$5.4 \cdot 10^{-5}$	$3.4 \cdot 10^{-6}$
Nogaro 2 (moyenne de 3 valeurs)	$4.3 \cdot 10^{-5}$	$2.7 \cdot 10^{-6}$
Uby (moyenne de 2 valeurs)	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-6}$
Taureau	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.3 \cdot 10^{-6}$
Geyser 1	$8.2 \cdot 10^{-6}$	$1.2 \cdot 10^{-6}$
F3	$7.5 \cdot 10^{-6}$	$1.2 \cdot 10^{-6}$

Tableau 10 – Paramètres hydrodynamiques dans les Sables infra-molassiques
(d'après N. Labat, 1998)

Bien que les hypothèses qui sous-tendent la méthode (milieu **homogène**, propagation **unidimensionnelle** d'une onde **cyclique régulière**) soient fortes, les valeurs obtenues sont cohérentes avec celles déjà disponibles pour cet aquifère : les **perméabilités** sont comprises entre 10^{-4} m/s et 10^{-5} m/s et les coefficients d'**emmagasinement spécifique** sont de l'ordre de 10^{-6} m⁻¹.

Néanmoins, comme le souligne N. Labat, les conditions géologiques particulières rencontrées par les ondes de pression pourront amortir celles-ci plus rapidement que ne le prévoit l'équation théorique décrivant leur propagation.

5.3. ANALYSE SPECTRALE

D'une façon générale, une série chronologique peut être caractérisée par :

- une dérive, c'est à dire une baisse ou une hausse plus ou moins régulière des valeurs mesurées, sur une certaine période de temps ;
- des composantes oscillatoires reflétant la périodicité de certaines sollicitations s'exerçant sur la nappe, par exemple des effets saisonniers comme les recharges par infiltration, des pompages intermittents (pour irrigation,...), des injections périodiques de fluide (stockage de gaz...),...

Ces différentes composantes peuvent être mises en évidence par une analyse spectrale, méthode intéressante à mettre en œuvre pour déceler certaines composantes périodiques pouvant être masquées par l'influence d'une sollicitation beaucoup plus forte que les autres.

L'analyse spectrale permet de passer du domaine temporel au domaine fréquentiel à l'aide de la transformée de Fourier de la fonction d'autocorrélation de la série de mesures. Cette transformation permet d'associer à chaque fréquence du signal d'origine une quantité (appelée *densité spectrale de puissance* ou *densité spectrale de variance*) représentant une part de la variance totale du signal. Il est donc possible de construire un spectrogramme ou *périodogramme* qui permet de représenter la part de variance (ou quantité d'information) portée par chaque fréquence.

Le périodogramme est construit en portant en ordonnées la densité spectrale DS (normée par la variance totale) et en abscisse les fréquences associées. En général, on adopte une échelle logarithmique en ordonnées ce qui permet de faciliter l'étude du périodogramme en amplifiant les valeurs relatives aux fréquences pour lesquelles la variance est faible.

Dans le périodogramme, les phénomènes périodiques seront traduits par des "pics", d'autant plus importants que l'influence de la sollicitation d'origine se sera fortement fait sentir. La tendance de la série sera quant à elle traduite par une forte valeur à l'origine.

En réalisant cette analyse, on cherche à déceler une périodicité pouvant correspondre à l'influence sur la nappe d'un apport d'eau (agissant soit directement, par infiltration au niveau des affleurements des Sables à Barbotan ou ailleurs, soit, plus vraisemblablement, indirectement par transfert de pression au travers d'une formation superficielle autre).

Dans la zone d'influence des stockages, 4 séries piézométriques ont été étudiées de 1988 à 1998 (le pas de temps, à peu près hebdomadaire, a été régularisé par interpolation). Il s'agit des séries de :

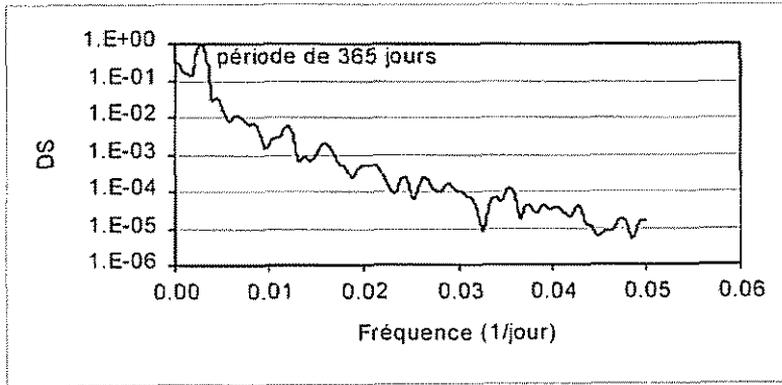
Nogaro 1,
Castelnau-Tursan,

Uby,
B102 (Barbotan).

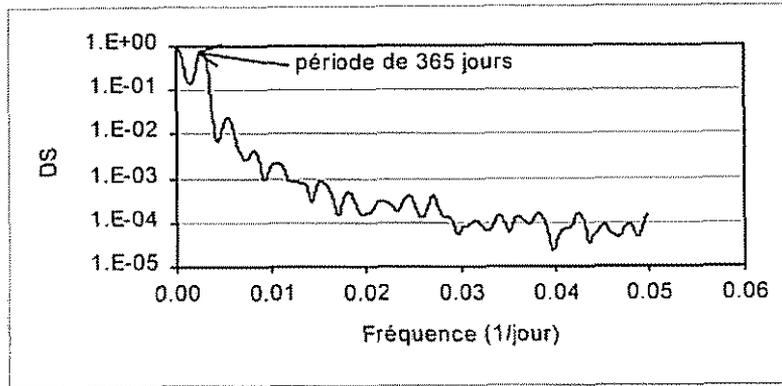
Pour l'analyse, le logiciel TEMPO du BRGM a été utilisé. Les spectrogrammes obtenus sont présentés par la figure 1.

Pour Nogaro1, Castelnau Tursan et Uby, seule la périodicité liée aux stockages de gaz se manifeste significativement (par exemple, à Uby le premier pic correspond à la fréquence de $2.73 \cdot 10^{-3} \text{ jour}^{-1}$ ce qui correspond à une période de 366 jours). La fonction densité spectrale décroît ensuite très rapidement et ne fait apparaître aucune information significative.

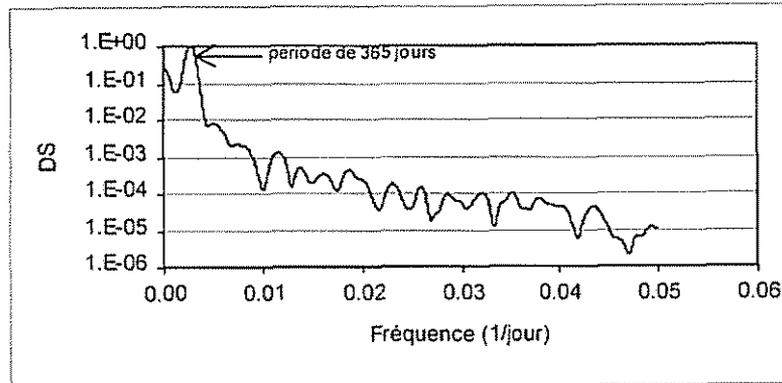
Par contre, dans le cas du point B102 à Barbotan, deux périodicités émergent : l'une de 365 jours, correspondant aux cycle des stockages de gaz et l'autre de l'ordre de 6 mois. Cette dernière pourrait correspondre à une remontée des niveaux de la nappe en automne (Octobre - Novembre) et au printemps (Avril-Mai) consécutivement aux épisodes de recharge au niveau des affleurements, mais il s'agit plus sûrement d'une périodicité liée aux pompages de la station thermale (alternance avec le puits de pompage B103 ?).



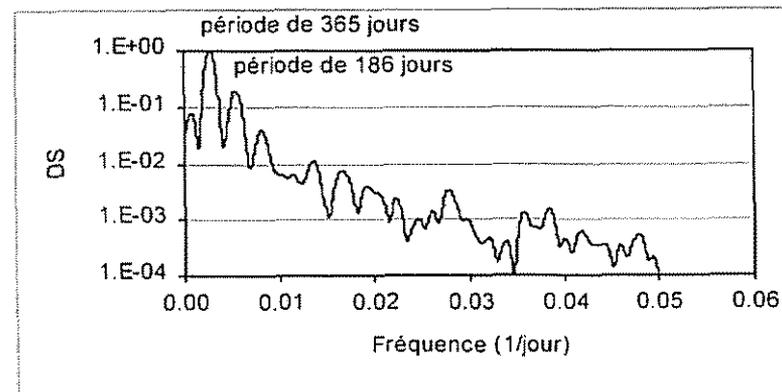
Nogaro 1



Castelnau-Tursan



Uby



B102
(Barbotan)

Figure 1 – Périodogrammes calculés à partir des séries piézométriques de Nogaro1, Castelnau Tursan, Uby et B102 (Barbotan)

5.4.. MODÉLISATION PAR FONCTION DE TRANSFERT

L'objectif est ici de tenter une reconstitution des séries piézométriques à partir des chroniques de volumes de gaz stockés et des chroniques de pluie efficace disponibles sur une période de 10 ans (1988-1998).

Dans ce type de modélisation par fonction de transfert, on suppose que la variation de la grandeur de sortie, le niveau piézométrique, peut être représentée par la superposition des effets résultants des grandeurs d'entrée considérées : le volume de gaz et la pluie efficace.

Il s'agit d'une opération classique de convolution. Dans le cas d'une seule variable d'entrée, par exemple le volume de gaz stocké, le niveau piézométrique peut être calculé par l'intégrale suivante :

$$H(t) = \int_0^T g_V(\tau) \cdot V(t - \tau) d\tau$$

t est le temps et τ la variable d'intégration

V(t) est le volume de gaz ;

$g_V(\tau)$ est la fonction de transfert ;

T représente la mémoire du système, c'est à dire la durée au delà de laquelle les valeurs de la variable d'entrée n'influent plus sur la sortie.

Si l'on fait intervenir deux variables d'entrée, gaz et pluie efficace, une deuxième intégrale de convolution s'ajoute à l'intégrale ci-dessus avec une fonction de transfert $g_p(\tau)$ propre à la pluie efficace.

Les volumes de gaz à Izaute et la pluie efficace calculée à Mont de Marsan (période 1988-1998) sont présentés par les figures 2 et 3.

Dans un premier temps, on détermine la fonction de transfert par une technique de minimisation des écarts entre valeurs observées et valeurs calculées.

Une fois la fonction de transfert obtenue, il devient alors possible de restituer les niveaux piézométriques à partir des valeurs de stockages de gaz (et de passer éventuellement au stade de la prévision).

Les figures 4 et 5 montrent la reconstitution des séries piézométriques à partir des fonctions de transfert calculées par le logiciel TEMPO. Dans les 4 cas étudiés, les deux variables d'entrée considérées suffisent à bien restituer les niveaux piézométriques.

Dans le cas d'Uby, les niveaux simulés s'ajustent parfaitement aux niveaux observés (les deux courbes sont pratiquement confondues). La reconstitution est également très bonne au puits B102 à Barbotan.

La contribution de la pluie efficace dans la reconstitution est faible (cf. annexe 3 : fonctions de transfert et contribution respective des variables d'entrée aux variations des niveaux piézométriques). Néanmoins, dans tous les cas, la simulation des niveaux est nettement moins bonne si on ne la fait pas intervenir.

Enfin, compte tenu de ce rôle secondaire des fonctions de transfert "pluie efficace" dans la reconstitution des séries étudiées, la périodicité de l'ordre de 6 mois mise en évidence au puits B102 de Barbotan est sans doute plus à relier à des cycles de pompage qu'à des cycles de recharge.

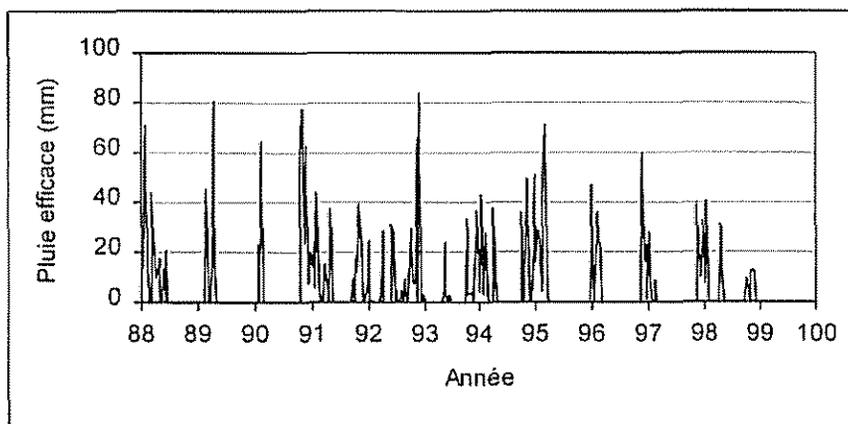


Figure 2 - Pluie efficace calculée à la station de Mont de Marsan (RU = 100 mm) de 1988 à 1999. (Calculs réalisés par Météo France)

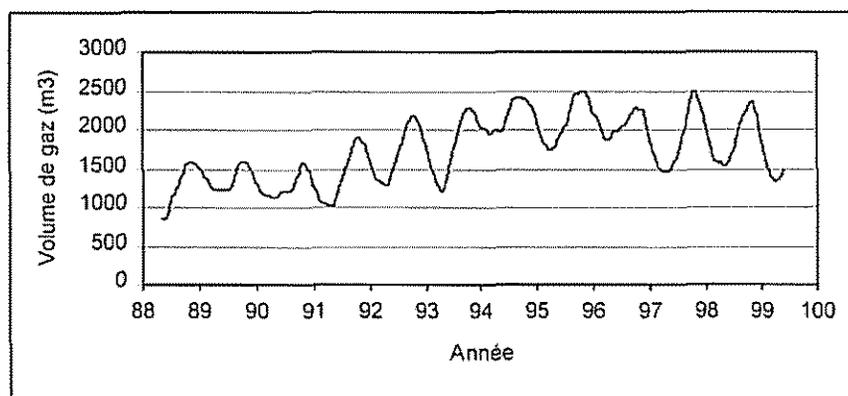
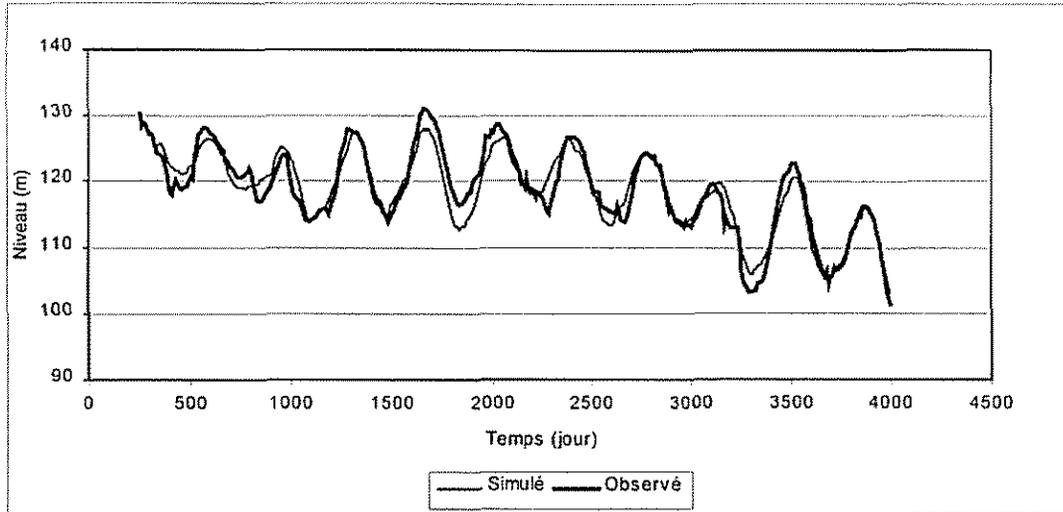


Figure 3 - Volume de gaz stocké à Izaute de 1988 à 1998

Castelnau Tursan



Uby

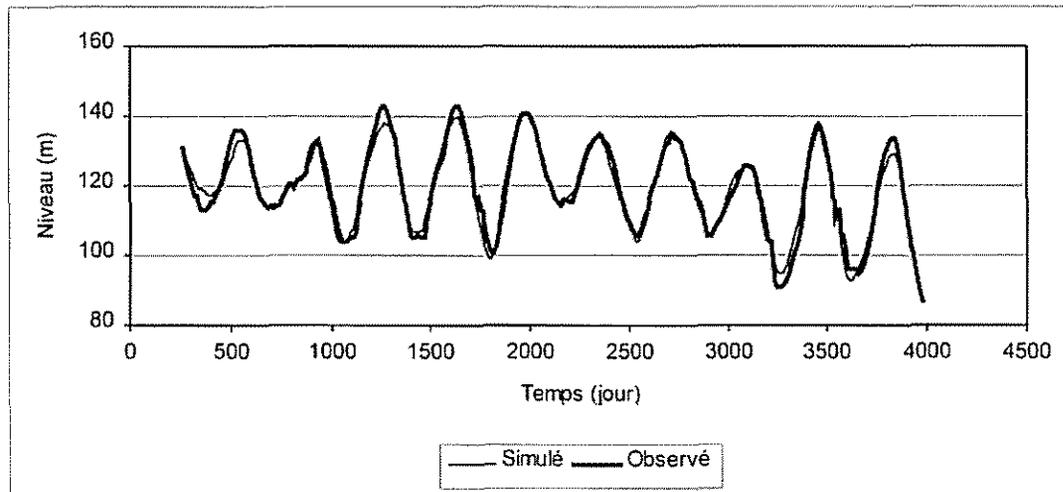
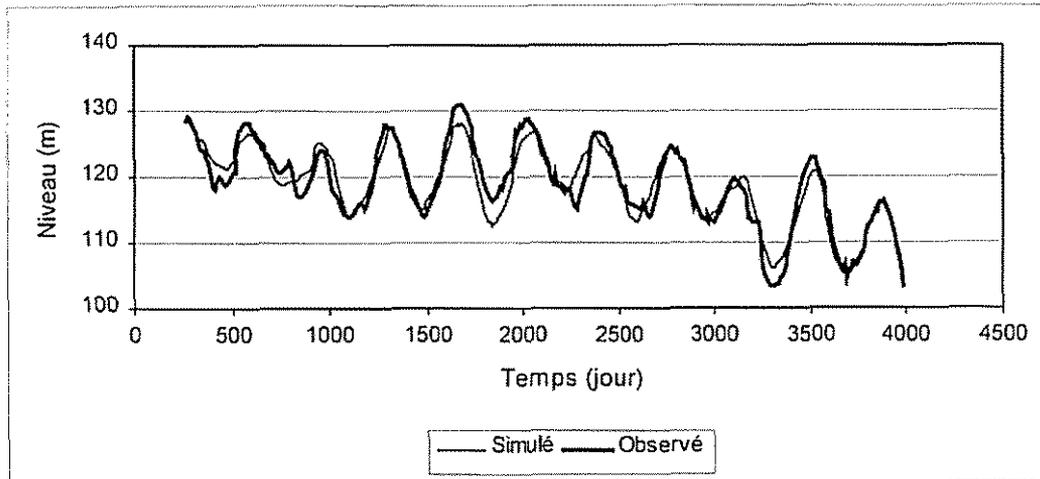


Figure 4 – Comparaison des séries piézométriques observées et simulées de Castelnau Tursan et Uby de 1988 à 1998.

B102 (Barbotan)



Nogaro 1

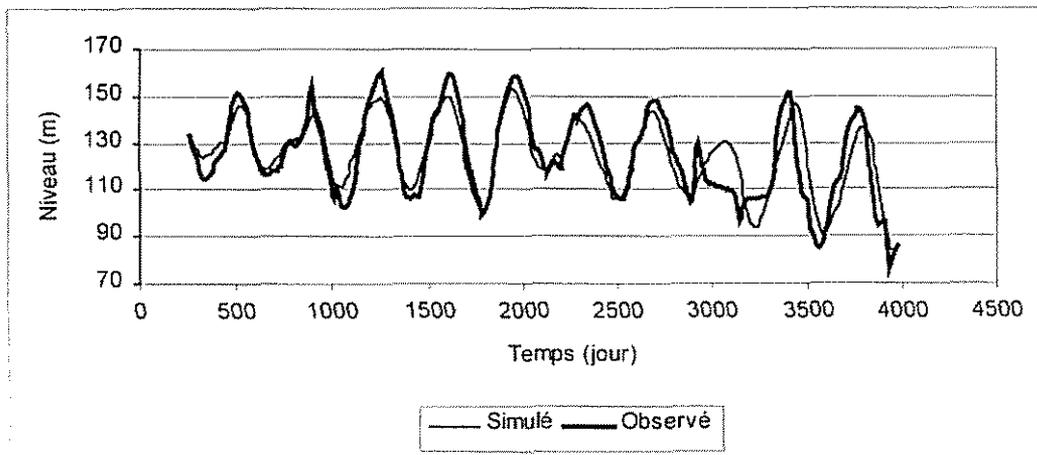
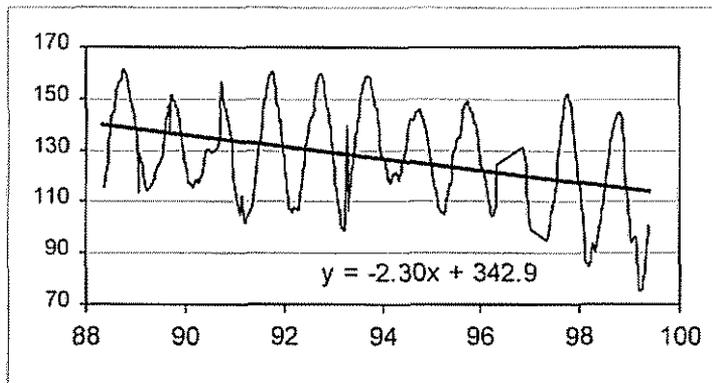


Figure 5 – Comparaison des séries piézométriques observées et simulées de B102 (Barbotan) et Nogaro 1 de 1988 à 1998.

5.5. TENDANCES SUR 20 SÉRIES PIÉZOMÉTRIQUES

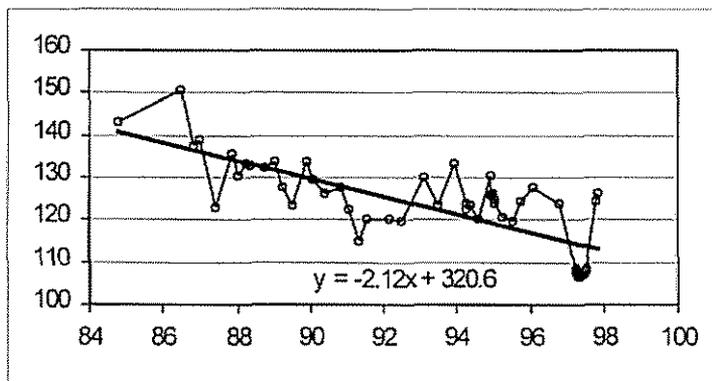
1) Secteur des stockages

- Nogaro1

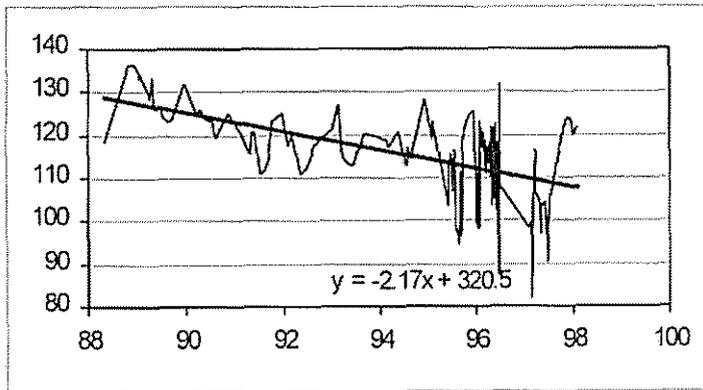


2) Secteur d'Audignon

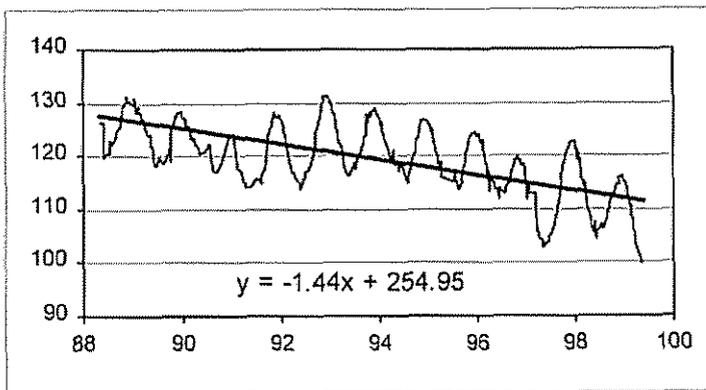
- Geaune forage 3



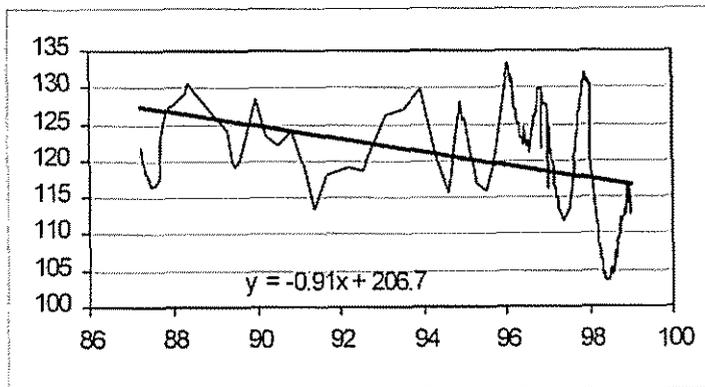
- Bats Urgon



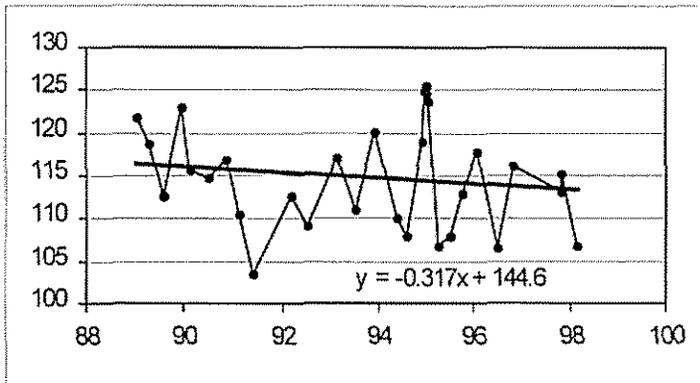
- Castelnau-Tursan



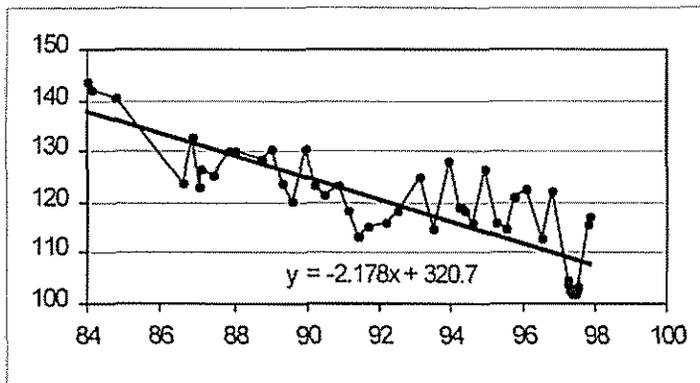
- Pecorade 101



- Pecorade 1

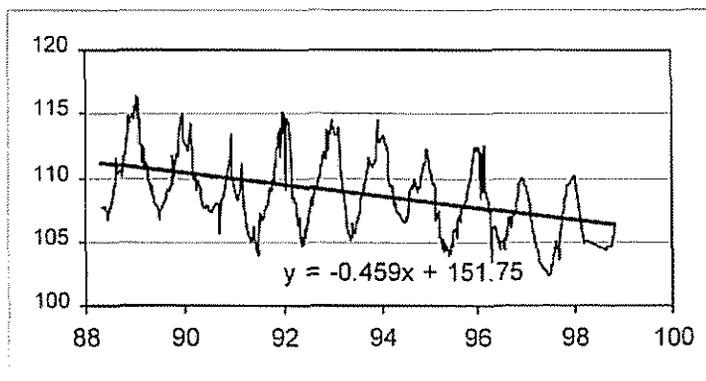


- Pecorade 2

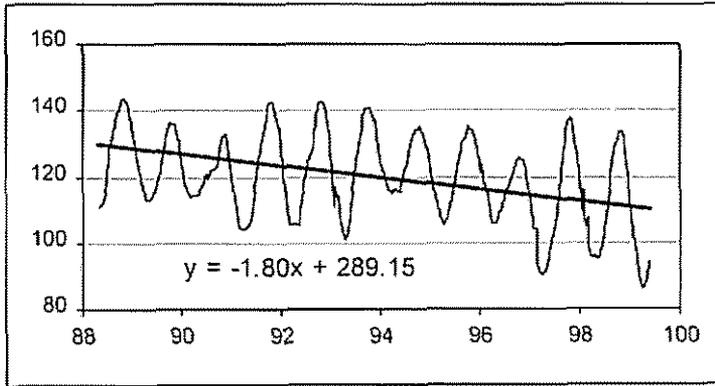


3) Secteur de Barbotan

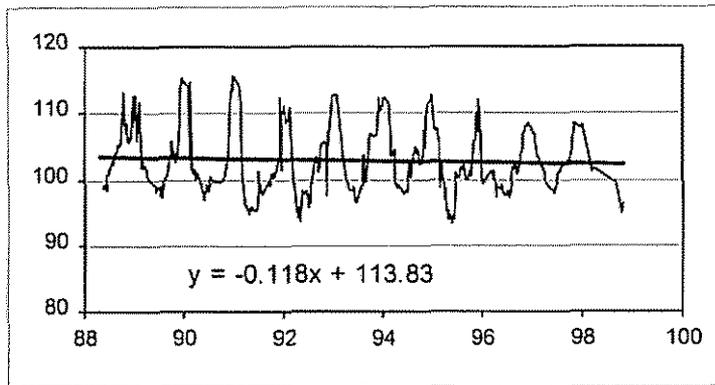
Geyser 1



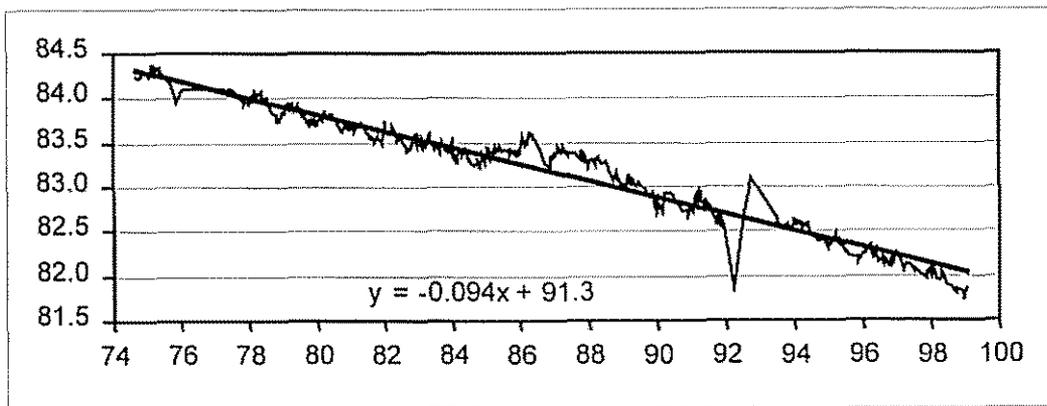
Uby



Taureau (B102)

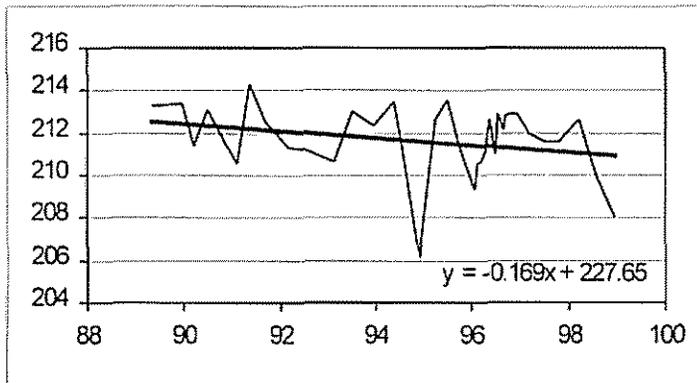


- Lacquy

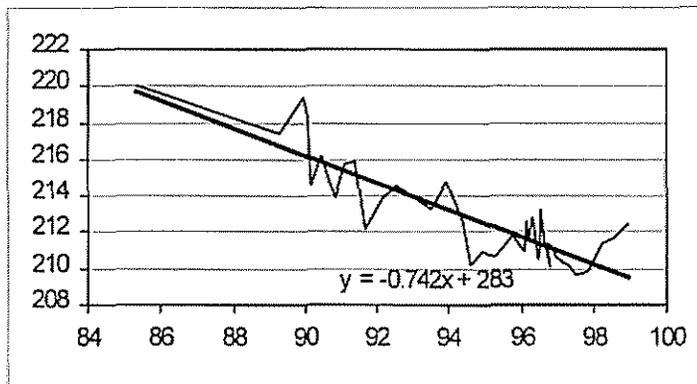


4) Région de Tarbes

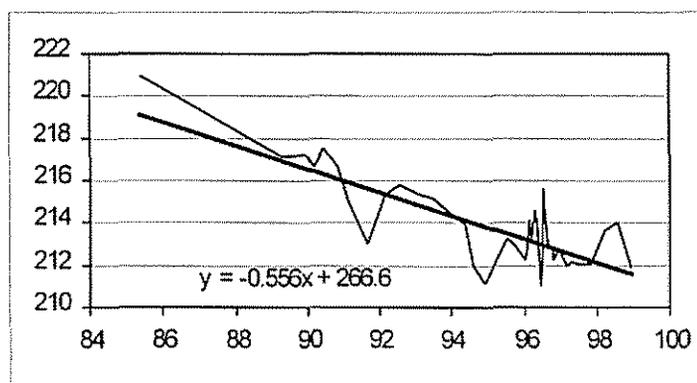
- Angaïs 1



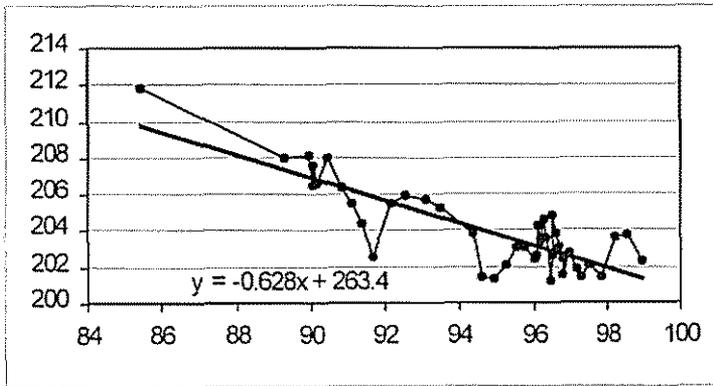
- Angaïs 2



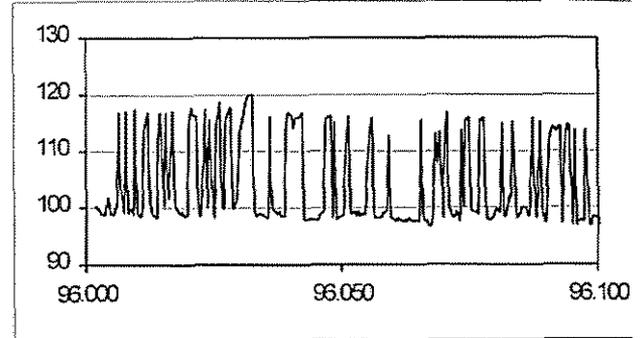
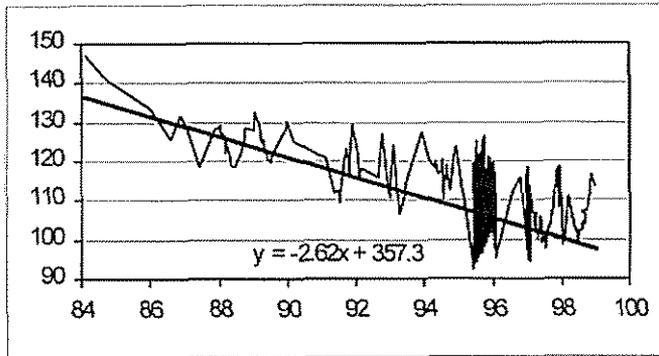
- Angaïs 3



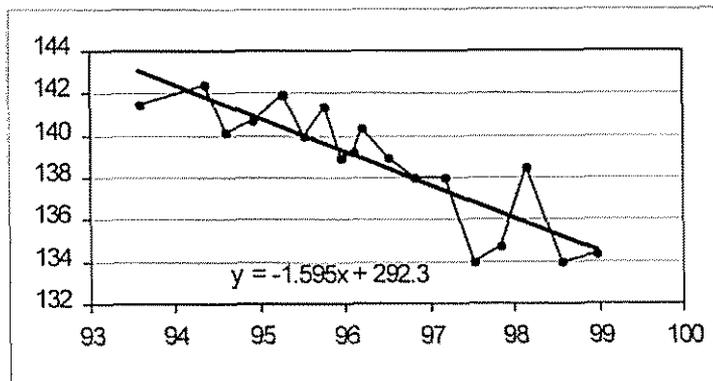
- Angais 4



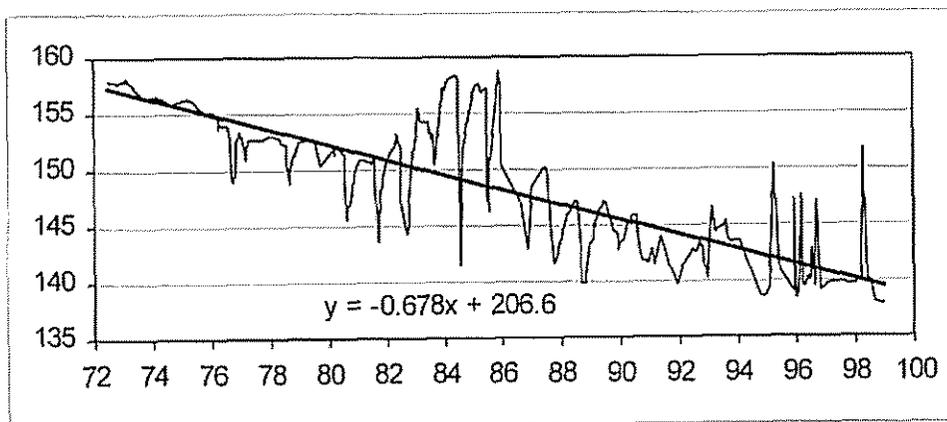
- Garlin



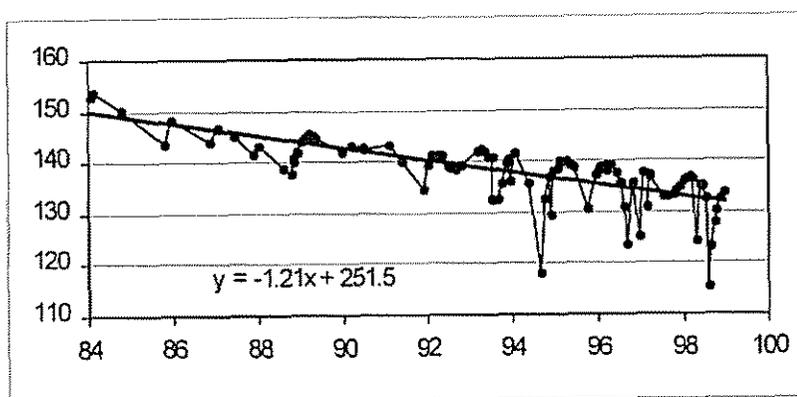
- Lalongue



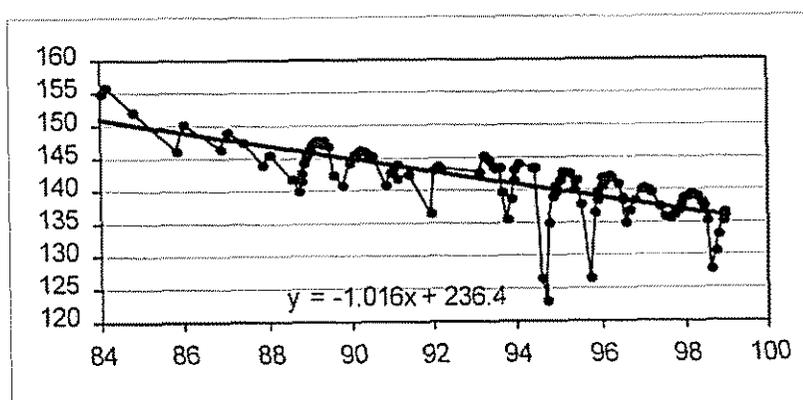
- Lembeye



- Lespielle



- Simacourbe



5.6. PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES PAR ANALYSE DES FLUCTUATIONS PERIODIQUES

1. Théorie

On considère une nappe non limitée à l'amont (milieu semi-infini) sur laquelle s'exerce à l'origine une sollicitation cyclique représentable par une sinusoïde d'équation :

$$H = H_0 \cdot \sin\left(2\pi \frac{t}{t_p}\right)$$

H_0 est l'amplitude des fluctuations de charge.

t_p est la période des fluctuations.

On notera D la diffusivité de la nappe : $D = K/Ss$

• *Conditions aux limites et initiales :*

$$\begin{aligned} H(x,0) &= 0 & \forall x > 0 \\ H(0,t) &= H_0 \cdot \sin\left(2\pi \frac{t}{t_p}\right) & t \geq 0 \\ H(\infty,t) &= 0 & t \geq 0 \end{aligned}$$

• *Solution de l'équation de l'hydrodynamique :*

Compte tenu de ces conditions, la résolution de l'équation de l'hydrodynamique en fonction du temps et d'une seule dimension d'espace (x) fournit la charge en un point d'abscisse x et au temps t (Carslaw and Jaeger, *Conduction of heat in porous media*, 1959) :

$$H(x,t) = H_0 \exp\left(-x \sqrt{\frac{\pi}{D \cdot t_p}}\right) \cdot \sin\left(\frac{2\pi t}{t_p} - x \sqrt{\frac{\pi}{D \cdot t_p}}\right)$$

$$H(x,t) = H_0 \exp\left(-2\pi \frac{x}{l}\right) \cdot \sin\left[2\pi \left(\frac{t}{t_p} - \frac{x}{l}\right)\right]$$

$l = \sqrt{4\pi \cdot D \cdot t_p}$ est la longueur d'onde des oscillations.

On peut aussi écrire :

$$H(x, t) = H_0 \exp\left(-2\pi \frac{x}{l}\right) \cdot \sin\left[\frac{2\pi}{t_p}(t - t_{Lag})\right]$$

$$t_{lag} = x \sqrt{\frac{t_p}{4\pi D}} \text{ est le décalage temporel de l'onde au point } x \quad (1)$$

• *Vitesse de propagation de l'onde :*

Elle donne le temps mis par un "pic" de l'onde pour atteindre une certaine distance :

$$v = \frac{x}{t} = \frac{l}{t_p} = \sqrt{\frac{4\pi D}{t_p}}$$

• *Déphasage :*

Entre la fluctuation d'origine et l'onde lors de sa propagation, il existe un déphasage φ donné par

$$\varphi = 2\pi \frac{x}{l} = \sqrt{\frac{\pi}{D t_p}} x$$

Ce déphasage varie linéairement avec la distance.

• *Amortissement de la fluctuation avec la distance.*

L'amortissement de l'amplitude est donné par le terme exponentiel de la solution :

$$A_m = \exp\left(-x \sqrt{\frac{\pi}{D \cdot t_p}}\right) \quad (2)$$

Il en résulte que l'amplitude des oscillations décroît très rapidement avec la distance :

Valeur de x en fonction de la longueur d'onde l	Valeur du facteur d'amortissement A_m
$x=l/2\pi$	0,37
$x=l/2$	0,04
$x=l$	$1,87 \cdot 10^{-3}$

Pratiquement, les fluctuations ne seront mesurables que sur une distance inférieure à la demi-longueur d'onde $l/2$.

2. Utilisation de la solution pour déterminer la diffusivité

La méthode pour déterminer la perméabilité et le coefficient d'emmagasinement est exposée par P.A. Carr et G.S. Van der Kamp (*Determining aquifer characteristics by the tidal method*, Water Resources Research, Vol 5, n°5, 1969).

La diffusivité D peut être calculée à partir de la relation (2) si l'on estime l'amortissement A_m à partir de la série des données disponibles:

$$\frac{1}{D} = \frac{t_p}{\pi x^2} (\text{Ln} A_m)^2$$

ou bien à partir de la relation (1) si l'on évalue sur la série de données le décalage temporel, c'est à dire le temps t_{Lag} mis par un pic de l'onde pour atteindre le point x :

$$\frac{1}{D} = \frac{4\pi}{t_p} \frac{t_{Lag}^2}{x^2} \quad (3)$$

En fait, il faut tenir compte de la compressibilité de l'aquifère (eau + terrain) et l'amortissement sera en fait :

$$A_m = TE \exp\left(-x \sqrt{\frac{\pi}{D \cdot t_p}}\right) = TE \exp\left(\frac{2\pi}{t_p} t_{Lag}\right) \quad (4)$$

Le facteur TE (*Tidal Efficiency*, défini en 1940 par Jacob dans le cas où la surcharge sur un aquifère est exercée par une onde de marée) est donné par :

$$TE = \frac{\alpha}{\alpha + \omega \beta_c}$$

- ω est la porosité
- β_c est la compressibilité de l'eau (en Pa^{-1})
- α est la compressibilité spécifique du terrain (en Pa^{-1})

Par ailleurs, le coefficient d'emmagasinement spécifique est donné par :

$$S_s = \rho_e \cdot g(\alpha + \omega \beta_c)$$

- ρ_e est la masse volumique de l'eau en kg/m^3

Soit, en fonction de TE :

$$\boxed{S_s = \frac{\rho_e g \alpha}{TE}} \quad (5)$$

Les relations (3), (4), et (5) permettent de déterminer K et S_s après avoir estimé le décalage temporel et l'amortissement à partir des mesures :

- avec la relation (4), on peut calculer TE, puis S_s avec la relation (5) :

$$TE = A_m \exp\left(\frac{2\pi}{t_p} t_{Lag}\right)$$

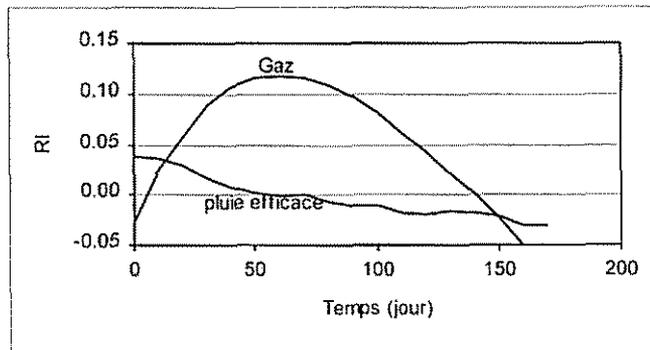
- avec la relation (2), on peut calculer K :

$$K = S_s \frac{t_p X^2}{4\pi t_{Lag}^2}$$

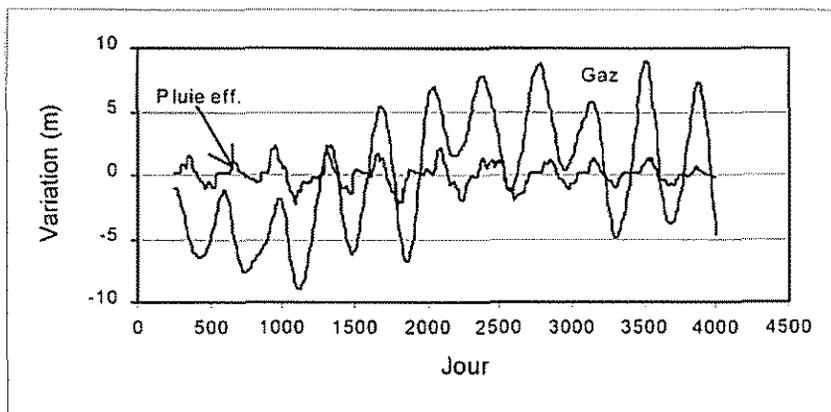
5.7. FONCTIONS DE TRANSFERT RELATIVES AU VOLUME DE GAZ STOCKÉ ET A LA PLUIE EFFICACE ET SIMULATION PAR CONVOLUTION DES NIVEAUX PIÉZOMÉTRIQUES A CASTELNAU-TURSAN, UBY ET B102 .

Castelnau-Tursan

1) Réponse impulsionnelle (fonction de transfert)

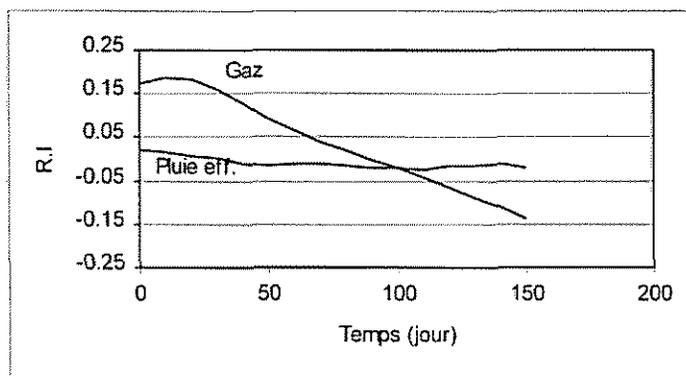


2) Contributions du volume de gaz et de la pluie efficace aux variations piézométriques

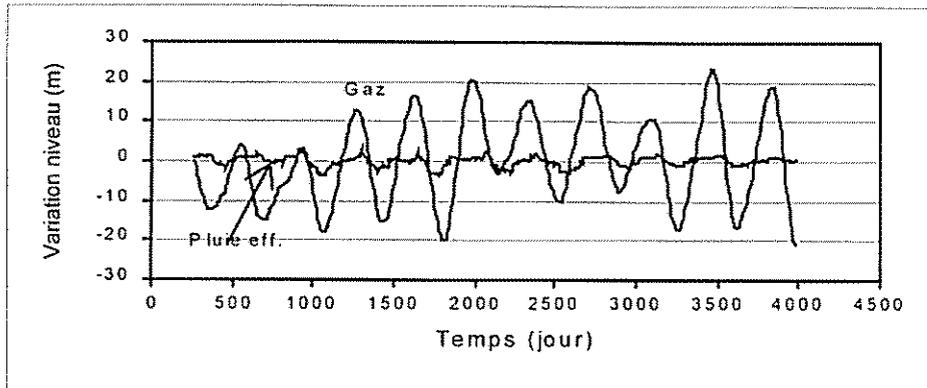


Uby

1) Réponse impulsionnelle (fonction de transfert)

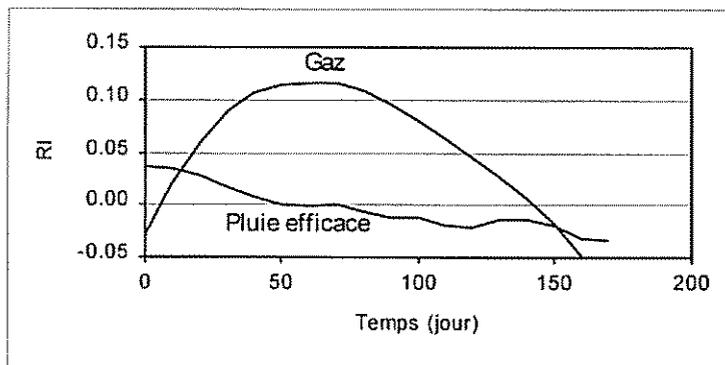


2) Contributions du volume de gaz et de la pluie efficace aux variations piézométriques

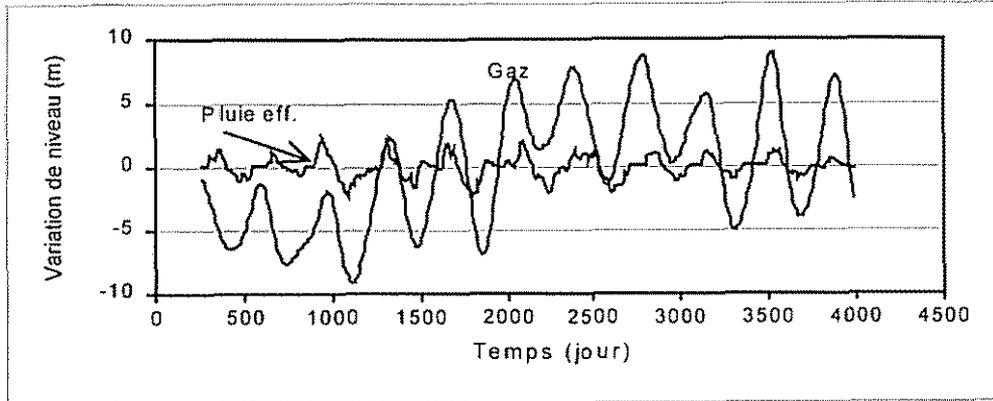


B102 (Barbotan)

1) Réponse impulsionnelle (fonction de transfert)



2) Contributions du volume de gaz et de la pluie efficace aux variations piézométriques



6. Cartographie de la piézométrie de 1998

6.1. PIEZOMETRIE DES SABLES INFRA-MOLASSIQUES (planche P)

Le nouveau concept, initié en 1997, présente deux domaines limités par l'accident tectonique de la Ride de Roquefort-Créon-Barbotan et de ses prolongements vers l'Ouest-Nord-Ouest et l'Est-Sud-Est.

La cartographie confirme des zones d'alimentation le long du Piémont Pyrénéen, avec des potentiels et des gradients très élevés entre + 250 et + 150 NGF. Ils témoignent de secteurs ayant des perméabilités réduites, donc des capacités d'infiltration relativement faibles, mais à fort pouvoir régulateur.

La partie aval correspond à une vaste zone comprise entre + une piézométrie de 130 et 110 NGF, d'étalement de la nappe, avec une transmissivité hydraulique très élevée, mais des écoulements relativement faibles, probablement limités vers l'Ouest par un changement de faciès, mais "ouverts vers le Nord-Ouest", par une fenêtre étroite, en direction de Mont-de-Marsan.

Un piézomètre dans le secteur de Maurin- Le Vignau, comme il avait été proposé, serait très utile, pour mieux comprendre, caler et évaluer "les sorties" de ce système, soit dans cette direction, soit vers le Bas-Adour.

Au Sud de cet accident, les eaux sont douces. Elles témoignent de l'absence de confinements par "blocage des eaux", et de l'efficacité des phénomènes de lessivage des sols minéraux par dilution, donc par renouvellement des ressources.

Au Nord de l'accident, le système en provenance du Massif Central et du dôme de Montauban, est largement "ouvert" sur l'estuaire girondin. Les potentiels sont compris entre + 150 et + 10 NGF avec des gradients faibles et réguliers illustrant de bonnes perméabilités. En bordure sud, loin de l'axe de drainage principal, les phénomènes de lessivage ont été moins actifs et d'importantes minéralisations résiduelles ne permettent pas d'utiliser les eaux de l'Eocène pour l'alimentation en eau potable.

6.2. PIEZOMETRIE DU DANO-PALÉOCÈNE

Les données piézométriques de 1998 confirment le décalage d'environ 30 mètres entre les pressions des Sables Infra-molassiques et du Dano-Paléocène. Les écoulements de ce système aquifère sont rapidement drainés vers l'Ouest, avec des gradients réguliers. Le

Bas-Adour constitue le niveau de base de ce système avec un potentiel apparent de + 10 NGF, compte tenu des effets thermiques, qui permettent aux eaux de remonter, mais probablement vers - 8 NGF, en raisonnant en charge d'eau équivalente.

Dans le cadre de la Synthèse des connaissances sur la ressource thermique du Bas Adour, recommandations de protection et de suivi, rapport BRGM R 40539 de mars 1999, une répartition géographique des charges hydrauliques équivalentes a été proposée. Planche II.

6.3. PIEZOMETRIES DES SABLES INFRA-MOLASSIQUES LIEES AUX INJECTIONS ET SOUTIRAGES DE GAZ

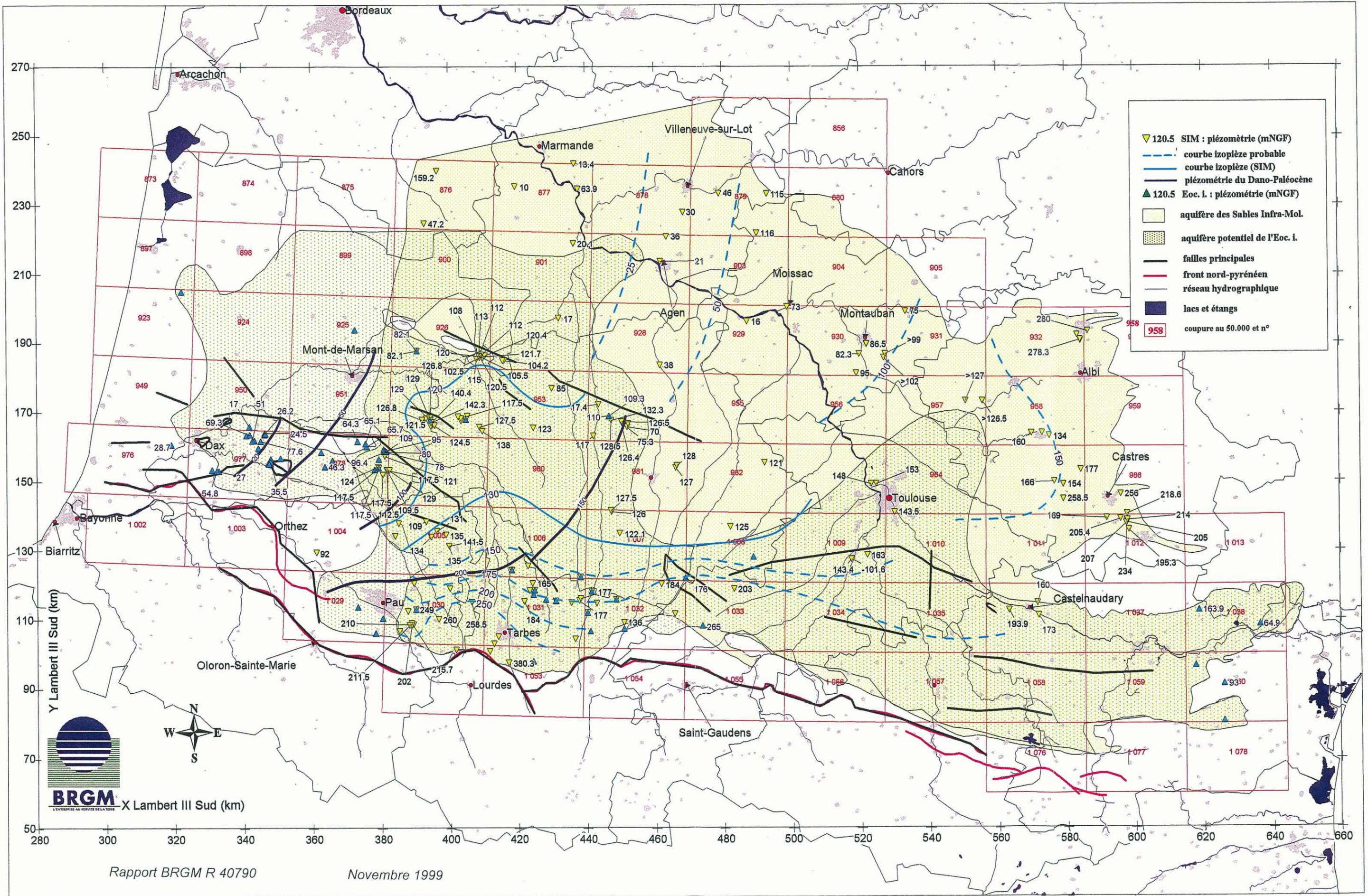
Les injections et soutirages de gaz d'Izaute et de Lussagnet ont un important impact sur la piézométrie du système des Sables Infra-molassiques, sur approximativement 40 kilomètres vers le Sud et l'Est, 20 km vers le Nord et l'Ouest (du fait dans cette direction des limites d'extension de la nappe).

La planche III, en période d'injection, indique une pression de 150 NGF dans l'environnement des forages, soit environ 60 mètres plus haut qu'en période de soutirage, planche IV.

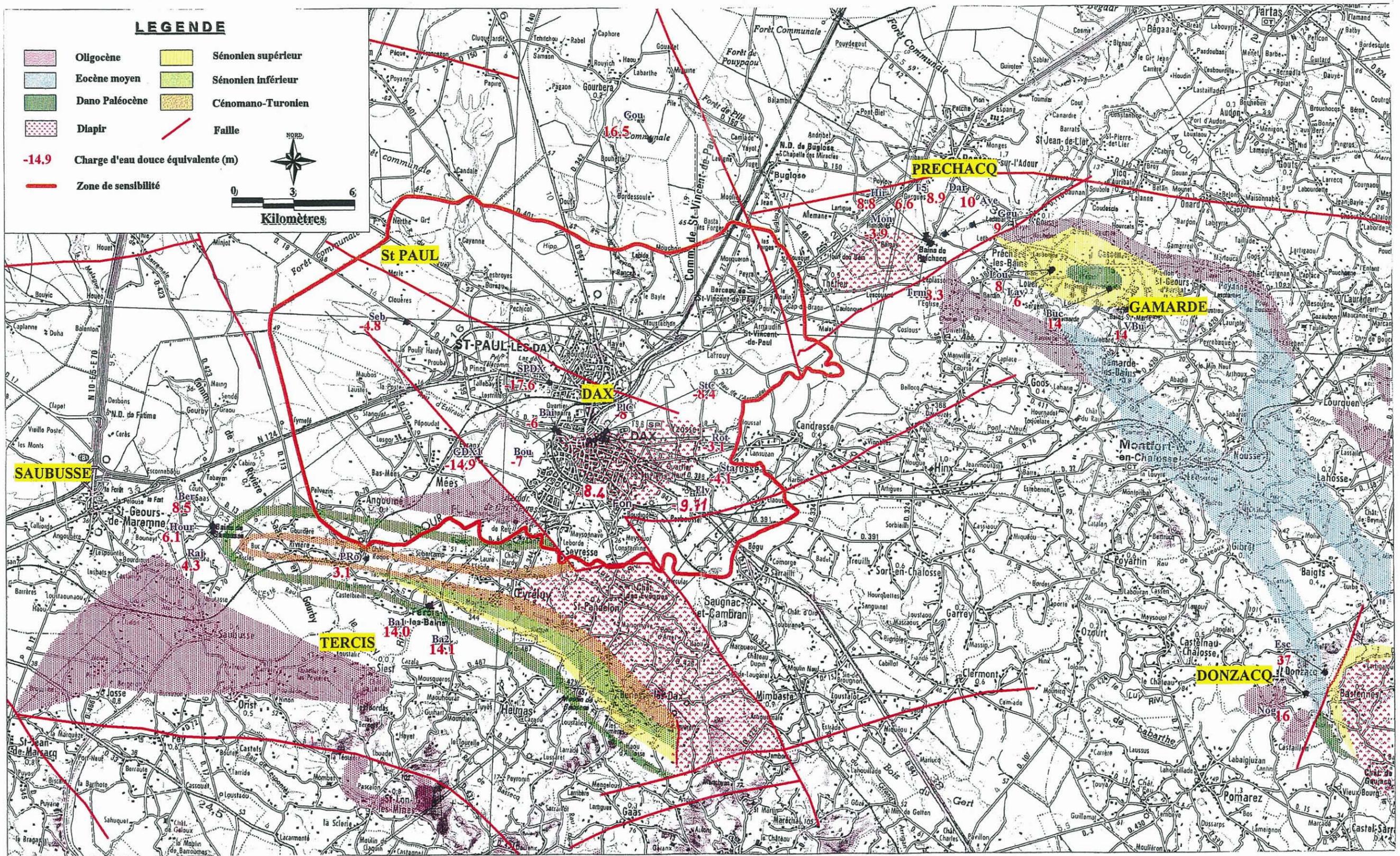
A Barbotan, la pression peut varier de 30 mètres.

Vers le Sud, en amont de l'hydroisohypse + 130 m NGF, les variations liées à la respiration du stockage ne sont plus perceptibles.

Piézométrie 1998 des systèmes Sables Inframolassiques et Dano-Paléocène



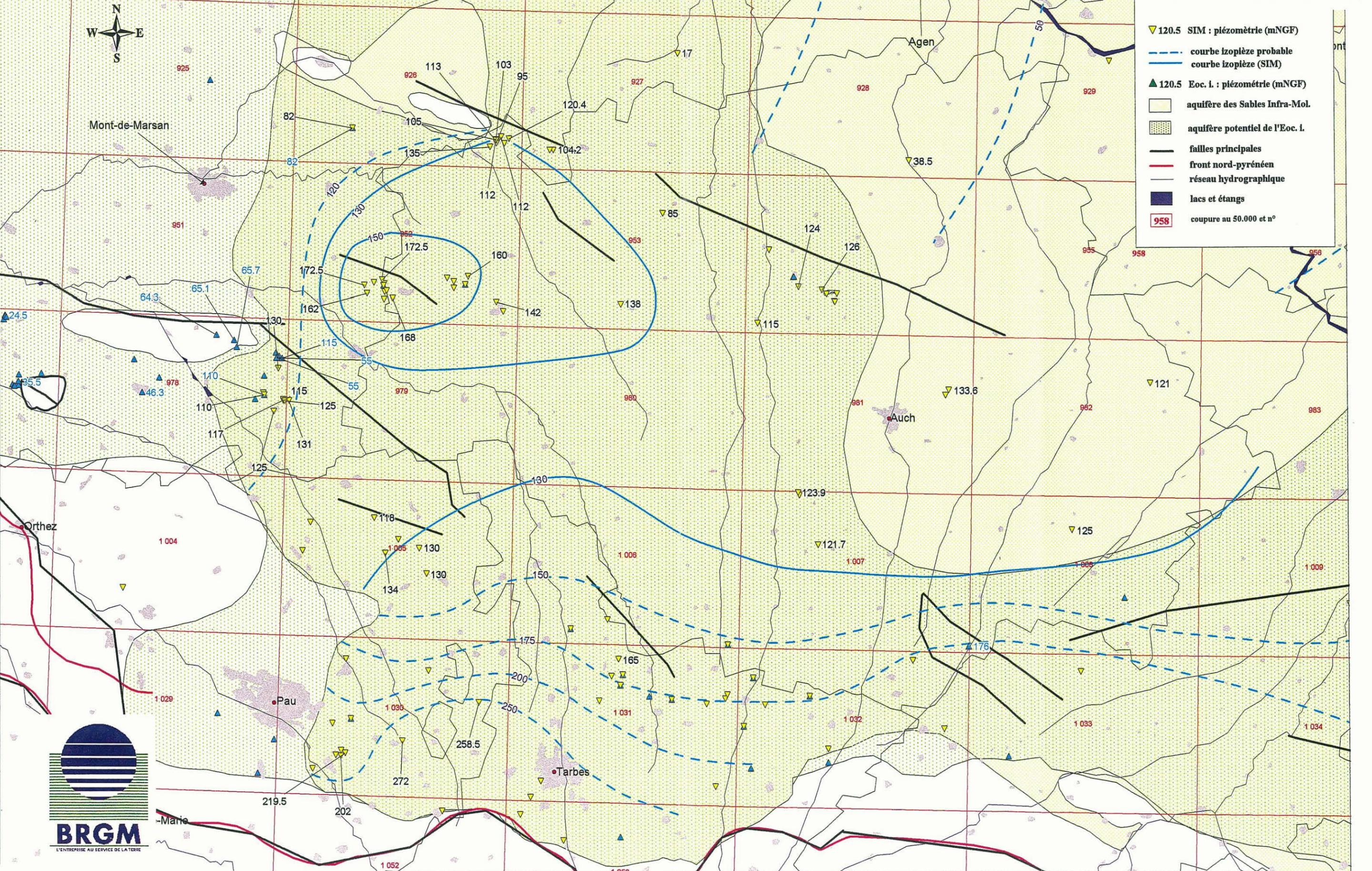
BRGM
L'ENTREPRISE AU SERVICE DE LA TERRE



Répartition des charges hydrauliques équivalentes dans le Bas-Adour

Piézométrie du système des Sables Infraclassiques et zone d'influence en période d'injection de gaz à IZAUTE et LUSSAGNET (saison estivale)

PLANCHE IV



7. Qualité chimique des eaux **(nouvelles données)**

Dans le cadre de l'opération "Ressources thermominérales" du Bas Adour – Grille d'observation de la qualité des eaux – Rapport de synthèse (BRGM R 40675 de septembre 1999), les données hydrochimiques et isotopiques des systèmes aquifères profonds du Sud du Bassin Adour Garonne ont été rassemblés et interprétés. Elles ont contribué à l'établissement d'un concept hydrogéologique cohérent.

Ce programme a permis :

- de définir l'état initial,
- de contribuer à la connaissance du système,
- de mettre à disposition les données et connaissances,
- d'évaluer les impacts des prélèvements sur la qualité des eaux.

Les textes, tableaux, conclusions et annexes du rapport R 40675 fournissent la liste des ouvrages des historiques de données sur la qualité des eaux et proposent des procédures de suivi pour les différents exploitants de la ressource.

Pour les années ultérieures, les informations sur la qualité des eaux des Sables Infra-molassiques et du Dano-Paléocène, seront poursuivies dans le cadre du présent projet.

CONCLUSION

Au cours de l'année 1998, les connaissances hydrogéologiques et hydrochimiques sur les systèmes aquifères des Sables Infra-molassiques et du Dano-Paléocène ont progressé sur les plans géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques en cohérence avec les autres opérations menées dans le Sud du bassin Adour Garonne et dans le Bas Adour. Elles ont permis de mieux structurer les données et les représentations géographiques de ces systèmes.

L'analyse des tendances évolutives de 20 points du système Infra-molassique, indique une dérive généralisée des valeurs mesurées et des composantes oscillatoires reflétant la périodicité de certaines sollicitations s'exerçant sur la nappe.

Les séries piézométriques sont très bien reconstituées à partir des chroniques de gaz stockés et des pluies efficaces sur une période de 10 ans, en utilisant une modélisation par fonction de transfert.

Il ressort que les variations des niveaux de la nappe sont essentiellement dues aux sollicitations par les pompages. Le déclin des pressions obéit à des lois de régression linéaires qui devraient se poursuivre au cours des prochaines années, si les volumes prélevés sont maintenus.

En 1998, à Izaute, le volume maximal de gaz en stock a atteint, en octobre, 2,36 milliards de m³, avec 163 millions de m³ de moins qu'en 1997. A Lussagnet, il est de 1,65 milliard, avec 72 millions de mieux qu'en 1996. Fin 1998, le volume total de gaz stocké est en diminution de l'ordre de 235 millions de m³ par rapport à fin 1997. Les pressions ont baissé de 1,27 bar à Izaute et de 1,06 bars à Lussagnet, correspondant à des pressions totales de 54,67 et 63,66 bars.

Les valeurs de pression sont sensiblement identiques à celles des années précédentes (légère hausse à Lussagnet).

A Uby et Nogaro, les amplitudes ont augmenté de 25 mètres environ ainsi que les pressions maximales (respectivement de 12 m et 16 m).

En 1998, les prélèvements cumulés dans la nappe des Sables Infra-molassiques atteignent 10,8 millions de m³. Ils sont légèrement supérieurs (+ 2 %) à ceux de 1997. Trois départements prélèvent 89 % du débit total ; Pyrénées Atlantiques 28 % - Gers 31 % (qui a le plus augmenté ses prélèvements) - Landes 30 %. Ils sont destinés

- à l'eau potable (76 %),
- au thermalisme (8 %),

- à la géothermie (7 %),
- à l'industrie (6 %)
- à l'irrigation (3 %).

Les variations les plus importantes par rapport à 1997 concernent l'irrigation (+ 200 %).

En région Aquitaine les prélèvements d'eau potable ont augmenté de 9 %, mais l'irrigation qui avait considérablement réduit ses prélèvements en 1997 les a repris avec modération en 1998 (un tiers de ceux de 1996). En Midi-Pyrénées les prélèvements AEP augmentent pour l'eau potable de département du Gers.

Le suivi de la piézométrie est réalisé à partir d'un réseau de points d'observation gérés par les BRGM et par Elf Aquitaine Gaz France Stockages. Des points complémentaires sont observés par le Conseil Général des Landes et par GdF.

L'examen des données recueillies sur les différents piézomètres suivis par les opérateurs, indique des baisses des niveaux moyens de la nappe des Sables Infra-molassiques en 1998, sur la plupart des points malgré une modération des prélèvements dans cette nappe. Dans la région de Geaune, l'intensification des pompages, et l'augmentation des mouvements dans les stockages provoquent des amplitudes pouvant dépasser 20 mètres. Dans les forages exploités, d'importantes baisses sont observées.

La chute des niveaux est comprise entre quelques centimètres et plus d'un mètre. L'analyse spectrale des tendances évolutives révèle sans ambiguïté que ces baisses sont dues aux prélèvements par pompage.

Les constats actuels montrent la nécessité de mieux connaître la piézométrie en direction de Mont-de-Marsan, et le projet de construire un piézomètre à Maurin reste posé.

Un vrai piézomètre au Dano-Paléocène au Nord-Ouest d'Eugénie-les-Bains est indispensable pour comprendre les variations du nouveau forage du camping d'Eugénie, qui a révélé en 1998, des fluctuations très significatives.

Par contre, le système aquifère de Dano-Paléocène, peu exploité, révèle peu de fluctuations saisonnières et peu de baisse de la pression de la nappe. Des phénomènes d'alimentation et de sortie sont identifiés.

Novembre 1999
BRGM-AQI et MPY