

VILLE DE GRENOBLE
BUREAU D'ETUDES RESEAUX

NAPPE PHREATIQUE
DE LA VILLE DE GRENOBLE

ETUDE DES VARIATIONS PIEZOMETRIQUES

CAUSES ET INCIDENCES

RAPPORT DEFINITIF

10 0449 R2

Mars 1997

agence
de l'eau

RHÔNE MÉDITERRANÉE
CORSE

2-4, allée de Lodz - 69363 VON Cedex 07
04 72 71 26 00 - contact.doc@eaurnc.fr



S O G R E A H

INGENIERIE

SOMMAIRE

1. OBJET DU MARCHE - PRESENTATION	1
2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	2
2.1 Présentation, cadre géologique général	2
2.2 Les sédiments de la nappe alluviale	5
2.2.1 Description de la nappe alluviale du Drac	5
2.2.2 Perméabilité et transmissivité	8
2.3 Caractéristiques des limites latérales de la nappe	9
2.4 Fonctionnement des écoulements souterrains en relation avec les eaux du Drac et de l'Isère : conditions aux limites amont, Ouest et Nord	9
2.4.1 Examen préliminaire des relations Drac-nappe	9
2.4.2 Schéma hydraulique des eaux de surface et gestion des eaux du Drac	12
2.4.3 Evolution historique des lignes d'eau du Drac	15
2.4.4 Variation des débits du Drac	17
2.4.5 Examen préliminaire des relations nappe-Isère	17
2.4.6 Evolution historique des lignes d'eau de l'Isère	18
2.4.7 Principaux aménagement hydroélectriques sur l'Isère	19
2.4.8 Variation des débits de l'Isère à Grenoble de 1960 à 1996	20
2.5 Evolution historique de la surface piézométrique	20
2.6 Utilisation de l'eau de la nappe	23
2.7 Pluviométrie et infiltration	25
2.8 Rôle du réseau d'égouts et du réseau d'assainissement pluvial	25
2.8.1 Réseau général	25
2.8.2 Drains EDF	28

3.	ANALYSE QUANTITATIVE DES CAUSES DES EVOLUTIONS HISTORIQUES DE LA SURFACE DE LA NAPPE	30
3.1	Description des causes et possibilités de calcul des effets	30
3.1.1	Causes naturelles	31
3.1.2	Modification des échanges nappe-rivière	32
3.1.3	Evolution des prélèvements par pompage	32
3.1.4	Aménagement et gestion des eaux des rivières par EDF	33
3.1.5	Urbanisation	33
3.2	Principes et hypothèses à retenir pour le calcul des évolutions de la piézométrie	35
4.	MODELISATION	36
4.1	Calculs réalisés	36
4.2	Résultats	37
4.3	Conclusion	37
5.	PROPOSITIONS D'ACTIONS PERMETTANT DE CONTROLER ET LIMITER LA REMONTEE DE LA SURFACE DE LA NAPPE SOUS GRENOBLE	38
5.1	Modification des ouvrages hydrauliques existants	38
5.2	Création de nouveaux ouvrages en relation directe avec la nappe	40
5.3	Modification du lit et des rivières	41

ANNEXES :

Annexe 1 : MESURES PIEZOMETRIQUES

Annexe 2 : DONNEES EDF

Annexe 3 : SYSTEME INFORMATIQUE

Annexe 4 : DONNEES HYDROMETEOROLOGIQUES

Annexe 5 : EVOLUTION HISTORIQUE DES PRELEVEMENTS PAR POMPAGE SUR LE SECTEUR DE GRENOBLE

LISTE DES PLANCHES

- | | |
|--------------|--|
| Planche 1 | CARTE DE LOCALISATION ET CONTEXTE GEOLOGIQUE (en pochette) |
| Planche 2 | CARTE DE LA BASE DES GRAVIERS ET SABLES EXPLOITES EN FORAGE (en pochette) |
| Planche 3 | COUPES HYDROGEOLOGIQUES (en pochette) |
| Planche 4 | ZONES DE FORTES EPAISSEURS DE TENEUR EN LIMON ARGILEUX EN SURFACE (en pochette) |
| Planche 5 | SURFACE PIEZOMETRIQUE, MESURES GENERALES DE 1985, CARTE AU 1/25 000 (en pochette) |
| Planche 6 | IMPLANTATION DES OUVRAGES SOUTERRAINS DU SITE (piézomètres et forages) (en pochette) |
| Planche 7 | ANALYSES GRANULOMETRIQUES DES ALLUVIONS DE LA NAPPE PHREATIQUE |
| Planche 8 | ANALYSES GRANULOMETRIQUES DES ALLUVIONS DU DRAC |
| Planche 9 | SCHEMA DU RESEAU DES EAUX DE SURFACE : AMENAGEMENTS EDF DU DRAC INFERIEUR |
| Planche 9bis | PRINCIPAUX AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES SUR L'ISERE |
| Planche 10 | LIGNES D'EAU DU DRAC ENTRE LA RN75 ET LE SEUIL DE COMBOIRE (en pochette) |
| Planche 11 | EVOLUTION DES DEBITS DU DRAC, DE L'ISERE, PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURE (en pochette) |
| Planche 12 | LIGNES D'EAU DU DRAC JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC L'ISERE |

Planche 13	LIGNES D'EAU DE L'ISERE
Planche 14	ABAISSMENT DE LA LOI HAUTEUR-DEBIT DU DRAC AU PONT DU VERCORS
Planche 15	LOI HAUTEUR-DEBIT DE L'ISERE AU DROIT DU SEUIL DE PIQUE-PIERRE AVANT ET APRES CONSTRUCTION DU SEUIL
Planche 16	VARIATION DES DEBITS DE L'ISERE DE 1960 A 1996 (moyennes mensuelles)
Planche 17	VARIATION DES DEBITS DU DRAC DE 1969 A 1993 AU SAUTET
Planche 18	VARIATION DES DEBITS DU DRAC A FONTAINE
Planche 19	VARIATION JOURNALIERE DES DEBITS DE L'ISERE A PIQUE-PIERRE
Planche 20	LOI HAUTEUR-DEBIT SUR L'ISERE A L'AVANT DU SEUIL DE PIQUE-PIERRE
Planche 21	SURFACE PIEZOMETRIQUE SUR LE SITE DU CENG AVANT AMENAGEMENT EDF
Planche 22	LIGNES D'EAU DES DRAINS DRAC ET MARTYR
Planche 23	VARIATION DE LA PLUVIOMETRIE A GRENOBLE DE 1973 A 1996
Planche 24	VARIATION DES NIVEAUX D'EAU SUR LE PIEZOMETRE PX3 (SECTEUR SUD) DE 1962 A 1996
Planche 25	VARIATION DES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES DANS LE SECTEUR NORD
Planche 26	VARIATION DES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES DES PLUIES ET DES DEBITS DES RIVIERES
Planche 27	SURFACE PIEZOMETRIQUE DE SEPTEMBRE 1996 ET EVOLUTION DEPUIS 1965
Planche 28	SURFACES PIEZOMETRIQUES SUR LE SITE DU SYNCHROTRON PENDANT LA MISE EN EAU DE LA RETENUE EDF

-

rapport définitif
a priori ?

1. OBJET DU MARCHÉ - PRESENTATION

Le présent marché concerne la réalisation d'une étude portant sur les causes et les conséquences des variations des niveaux de la surface piézométrique de la nappe phréatique de Grenoble.

Cette étude comporte 4 volets :

- . Recensement des causes des variations de la nappe et de son évolution depuis 1960.
- . Analyse des conséquences.
- . Proposition d'action.
- . Modélisation mathématique des écoulements.

Le présent rapport d'étape est relatif au recensement des causes des variations des niveaux de la nappe. La synthèse hydrogéologique du site est donnée dans un premier chapitre qui inclut une description de la géométrie de la nappe, le cadre géologique, le fonctionnement naturel de la nappe en relation avec l'alimentation en eau par les rivières et la pluie, le drainage et les prélèvements par pompage.

L'analyse de l'évolution des niveaux est présentée et les causes possibles de l'évolution sont rappelées.

→ NON, à priori il s'agit bien du rapport définitif d'étude, on y retrouve p. 36 et 37 la modélisation et p. 38 à 41 des propositions d'actions

85
le 30/07/98

2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

La synthèse hydrogéologique présentée ci-après comprend :

- . la description de la géométrie des couches géologiques perméables qui constituent la nappe phréatique,
- . la description du milieu poreux : le remplissage alluvial,
- . les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe,
- . le fonctionnement des écoulements souterrains en relation avec les lignes d'eau du Drac, de l'Isère, des pluies et d'une, façon générale, avec l'ensemble des éléments qui constituent les conditions aux limites de la nappe (échanges d'eau). Les évolutions historiques des lignes d'eau des rivières sont analysées et les variations des paramètres hydrométéorologiques sont fournies.

Cette description porte sur un secteur hydrogéologique plus vaste que le secteur même de la ville de Grenoble. Il inclut la partie amont jusqu'à Pont-de-Claix de façon à couvrir une unité hydrogéologique (ensemble cohérent) permettant de bien intégrer les conditions d'alimentation amont de la nappe de Grenoble.

2.1 PRESENTATION, CADRE GEOLOGIQUE GENERAL

La ville de Grenoble, située entre l'Isère et le Drac, est implantée sur le cône de déjection du Drac. La plaine de Grenoble est, en effet, un surcreusement glaciaire dont le **remplissage récent** en sédiment est le résultat des dépôts apportés principalement par le Drac et par l'Isère dans le secteur Nord.

En profondeur, la sédimentation plus ancienne est d'une autre nature.

Le surcreusement glaciaire recoupe une série de couches géologiques monoclinales d'axe NNE à SSW qui comprend d'Est en Ouest :

- . les calcaires ou calcaire marneux du Lias inférieur,
- . les schistes du Lias supérieur souvent gypseux, recouvert au Sud par les dépôts d'origine glaciaire du plateau de Champagnier,
- . les calcaires jurassiques moyens,
- . les calcaires jurassiques supérieurs,
- . à l'Ouest, massif Jurassique, Crétacé et Urgonien du Moucherotte.

Au quaternaire, la succession des périodes glaciaires et interglaciaires ont entraîné des phases de dépôts sédimentaires hétérogènes de types glaciaires, lacustres, torrentiels, marécageux, fluviaux :

- . les lacs ont fourni des sédiments fin argileux,
- . les marécages ont déposé des sédiments argilo-tourbeux riches en fer et manganèse,
- . les torrents ont édifié des cônes de déjection de matériaux sablo-graveleux grossiers qui se sont intercalés dans les dépôts lacustres plus argileux,
- . les glaciers ont apporté des dépôts hétérogènes.

Suivant une coupe verticale on rencontre la succession suivante des terrains, déduite des observations et mesures sur le forage PX11 implanté au Sud de Grenoble (profondeur 144,70 m, altitude du sol environ 252 m) :

Profondeur	Cote NGF	Description	Epaisseur (m)	Perméabilité (m/s)
0	245,87			
5,6	240,27	Alluvions sableuses grossières	5,6	1×10^{-3}
8,2	237,67	Alluvions sableuses fines	2,6	$1,5 \times 10^{-3}$
11,6	234,27	Alluvions sablo-limoneuses	3,4	8×10^{-4}
16,2	229,67	Alluvions grossières sable + limons	4,6	6×10^{-4}
18,8	227,07	Alluvions sableuses + gros galets	2,6	1×10^{-3}
22,2	223,67	Alluvions sablo-limoneuses	3,4	2×10^{-3}
24,28	221,59	Alluvions sablo-limoneuses + galets	2,08	4×10^{-3}
26,40	219,47	Alluvions sablo-limoneuses + galets	2,12	2×10^{-3}
30,10	215,77	Alluvions sablo-limoneuses + gros galets	3,70	5×10^{-3}
32,80	213,07	Alluvions limoneuses	2,70	1×10^{-3}
46,60	199,27	Sables argileux grisâtre	13,80	3×10^{-6}
48,70	197,17	Argile sableuse + gravier	2,10	1×10^{-6}
68,78	177,09	Limon argileux grisâtre	20,08	$< 10^{-7}$
75,30	170,57	Argile légèrement sableuse	6,52	10^{-5}
79,50	166,37	Alluvions sableuses	4,20	4×10^{-3}
		Alluvions sablo-argileuses	3,10	5×10^{-4}

Profondeur	Cote NGF	Description	Epaisseur (m)	Perméabilité (m/s)
82,60	163,27	Alluvions marneuses	3,10	1×10^{-4}
85,70	160,17	Alluvions sablo-argileuses	5,90	1×10^{-3}
91,60	154,27	Limons argileux grisâtre	6,40	1×10^{-7}
98,00	147,87	Limons grisâtre sableux	5,00	1×10^{-5}
103,00	142,87	Sables limoneux grisâtre	5,00	2×10^{-5}
108,00	137,87	Sables limoneux gris dur	13,00	1×10^{-6}
121,00	124,87	Limon grisâtre légèrement sableux	23,70	$< 10^{-7}$
144,70	101,17			

On distingue donc en profondeur deux niveaux aquifères importants séparés par une couche argileuses :

- de 0 à 32,8 m de profondeur : nappe alluviale du Drac, très perméable,
- de 32,8 à 75,30 m : couche argileuse plus ou moins sableuse (quasi imperméable entre 48,7 et 68,78 m),
- de 75,3 à 91,60 m : nappe captive dans des formations hétérogènes de perméabilités fortes (75,30 à 79,50 m), à moyennes.

Le niveau aquifère profond est mal connu.

Plus au Nord, on retrouve la couche graveleuse de surface et la couche argileuse sous-jacente.

Par exemple, les forages de reconnaissance sur le site du SYNCHROTRON ont fourni les résultats suivants (altitude moyenne du sol 207 m) :

Profondeur (m)	Cote NGF	Description	Epaisseur (m)
0	207	Graves	25 à 30
20 à 30	187 à 177	Sables graveleux	1 à 18
21 à 48	183 à 159	Silts sablo-argileux - débris végétaux	17 à 44
65	142	Argile silteuse	> 30

D'une façon générale, les alluvions sont peu connues au-delà de 50 à 60 m sous le niveau du sol.

Les sondages les plus profonds (600 m) n'ont pas rencontré le substratum rocheux.

Dans le présent rapport on s'intéresse à la couche supérieure des alluvions sablo-graveleuses récentes déposées par les rivières : les sédiments de la nappe alluviale.

2.2 LES SEDIMENTS DE LA NAPPE ALLUVIALE

2.2.1 DESCRIPTION DE LA NAPPE ALLUVIALE DU DRAC

Dans la plaine de Grenoble, le remplissage récent en sédiment est le résultat des dépôts apportés principalement par le Drac. Le Drac a divagué librement dans toute la plaine de Grenoble jusqu'au 14^e siècle où ont eu lieu les premières tentatives d'endiguement sur la bordure Ouest de la plaine. Le Drac a déposé des sédiments et a lentement exhausé la plaine au cours de la période quaternaire récente.

Ces dépôts correspondent à la couche supérieure de 0 à 33 m. décrits dans le paragraphe précédent.

On décrit ci-après le mode de sédimentation par le Drac.

Le transport solide des matériaux sablo-graveleux du Drac, à la fois abondant et grossier, exige un écoulement sur une forte pente (0,004), alors que la vallée de l'Isère dans laquelle débouche le Drac a une pente environ 4 fois plus faible. Il en est résulté, au cours de la période quaternaire, une accumulation du transport solide grossier sous la forme d'un cône de déjection à forte pente. Ce cône est venu buter sur la montagne la plus proche, le Rabot, où il a créé un passage obligé pour l'Isère et une sorte de barrage pour l'écoulement de cette rivière.

Ce barrage a provoqué, en amont, des atterrissements du transport solide de l'Isère, mais les apports de l'Isère étant insuffisants pour suivre le même rythme d'exhaussement, il en est résulté, par effet de retenue, un adoucissement de la pente de l'Isère par rapport à sa pente normale, cela sur une certaine longueur en amont du pont Rabot.

Dans ces conditions, le comportement normal naturel des rivières était le suivant :

- a. Le Drac construisait un cône de déjection très régulier en le balayant d'un bord à l'autre. Toutefois, sur ce cône régulier, on note quelques irrégularités secondaires :
 - . Sur la bordure Est, le contour irrégulier des collines de Champagnier laisse quelques petites zones dans "l'ombre" de la sédimentation. On note aussi de petits cônes de déjection provenant des ruisseaux qui descendent de ces collines ; celui de Saint-Martin d'Hères et surtout celui d'Eybens sont les plus perceptibles.

- . Au Nord-Est, le cône se termine sur la plaine de l'Isère, qui est en légère contre-pente par rapport à lui.
- . Au Nord, les avancées de l'Isère au Rabot et aux Sablons laissent le creux de l'Île Verte que le cône de déjection ne peut atteindre.
- . Au Nord-Ouest, l'ouverture de la vallée vers l'aval permet au cône de se développer vers cette direction, aidé en cela par l'apport d'eau de l'Isère qui en adoucit la pente après le mélange des eaux.
- . A l'Ouest, les limites du cône contre le Vercors sont hors des limites du périmètre.
- . Au Sud, en haut du cône, l'apport de la Gresse est peu marqué sur le relief du champ d'inondation étroit.

Le passage actuel du Drac sous le vieux pont de Pont-de-Claix (Pont Rouge) est relativement récent.

Le Drac s'est souvent écoulé à l'Est entre la colline de Champagnier et le rocher du vieux pont de Pont-de-Claix.

Le cône en cours d'exhaussement était battu régulièrement par le lit actuel, capable de transporter les graviers. Mais en raison de la contre-pente située au bas du cône, côté Nord-Est, et due aux apports de l'Isère, le volume à mettre en place de ce côté est moins grand que vers le Nord et Nord-Ouest, où l'Isère emporte une partie des apports et où la pente vers l'aval exige plus d'apports pour le même exhaussement.

Il en résulte que le séjour du lit actif dans la partie Ouest du cône devait être plus grand que dans la partie Est.

Une ligne préférentielle de séjour du lit actif était la ligne de plus grande pente qui aboutit vers le Rabot, car l'Isère, jointe au Drac, en emportant une partie des matériaux ralentissait l'exhaussement.

- b. Les écoulements qui balayaient le cône étaient constitués par un lit actif capable de transporter les graviers et des lits secondaires plus petits, créés au hasard du microrelief, le tout étant extrêmement instable, comme le sont toutes les rivières torrentielles construisant un cône de matériaux grossiers.

Le lit actif ayant une certaine largeur, et, dans l'hypothèse où il balaye régulièrement le cône, le temps de séjour du lit actif destructeur sur un point déterminé est d'autant plus long que le point considéré est dans une bande transversale plus étroite du cône.

La variation des dépôts sédimentaires par le Drac est la suivante :

- . Au Sud, on trouve généralement en surface 0,50 m de remblais, puis de haut en bas :
 - a. des limons de surface (anciens sols) dont l'épaisseur est d'environ 0,5 m,
 - b. des sables graveleux et galets dont l'épaisseur est proche de 28 m et pouvant renfermer, vers 15 m de profondeur, des lentilles argileuses d'épaisseur variable (l'épaisseur de cette couche tend à être beaucoup plus faible au Nord),
 - c. des dépôts sablo-argileux fins, argileux ou silteux, sur une très grande épaisseur (origine lacustre probable).

En se déplaçant vers l'Isère au Nord, l'épaisseur de la couche de limon augmente et contient plus d'argile.

La carte, planche 2, montre la forme de la surface qui sépare la couche supérieure des alluvions sablo-graveleux des dépôts inférieurs sablo-argileux fins.

La carte, planche 4, montre les zones de forte épaisseur de limons argileux dans la couche de surface.

On admet généralement que les dépôts fins décrits en "c" constituent le substratum de la nappe phréatique, c'est-à-dire que l'on néglige les échanges d'eau souterraine avec les formations profondes.

Les courbes granulométriques des planches 7 et 8 montrent la forte proportion de matériaux graveleux grossiers et de blocs au Sud du site de Grenoble. On les retrouve aussi bien dans le lit du Drac (planche 8) que dans la nappe alluviale. Au Nord, les courbes granulométriques présentent de plus fortes proportions de matériaux fins.

On constate que les matériaux de la nappe alluviale sont assez hétérogènes. Le diamètre moyen d_{50} (50 pour cent en poids des matériaux sont de diamètre inférieur à d_{50}) est le suivant, d'après les mesures des planches 7 et 8 pour le secteur Sud :

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| a. prélèvement à 2 m de profondeur, | $d_{50} = 0,38 \text{ mm},$ |
| b. prélèvement à 8,5 m de profondeur, | $d_{50} = 0,50 \text{ mm},$ |
| c. prélèvement à 11 m de profondeur, | $d_{50} = 14 \text{ mm},$ |
| d. prélèvement à 12 m de profondeur, | $d_{50} = 20 \text{ mm},$ |
| e. prélèvement à 20 m de profondeur, | $d_{50} = 0,03 \text{ mm},$ |

- f. prélèvement dans le lit du Drac, $d_{50} = 35 \text{ mm}$,
- g. prélèvement puits 16 à 16 m de profondeur, $d_{50} = 28 \text{ mm}$,
- h. prélèvement puits 16 à 20 m de profondeur, $d_{50} = 8 \text{ mm}$.

- . Au Nord, le diamètre moyen est proche de 2 mm.

Le prélèvement c a été réalisé dans une lentille sablo-silteuse d'étendue réduite et de faible épaisseur. Les couches de types c et e sont de plus en plus fréquentes lorsque l'on se déplace du Sud vers le Nord.

En profondeur, les matériaux fins prélevés en forage fournissent des courbes granulométriques présentant un faible pourcentage de sable (type c ou e).

On doit noter, dans la partie graveleuse supérieure, la présence locale de couches lenticulaires argilo-tourbeuses pouvant contenir des troncs d'arbres, caractéristiques de dépôts qui se sont produits lors des crues catastrophiques au cours de la période géologique quaternaire récente (un tronc d'arbre a été trouvé lors de la foration du puits d'alimentation en eau du système de chauffage-climatisation de la mairie de Grenoble).

Cependant, ces couches tourbeuses sont surtout bien développées à l'aval du site d'étude, au Nord-Est.

2.2.2 PERMEABILITE ET TRANSMISSIVITE

La perméabilité des alluvions récentes du Drac est en moyenne comprise entre :

- . 4×10^{-3} et $8 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ pour les graviers grossiers,
- . 1×10^{-3} et $2 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ pour les sables graveleux,
- . proche de 10^{-3} m/s dans les sables limoneux,
- . au voisinage de l'Isère, au Nord-Est, la perméabilité est proche de $2 \times 10^{-3} \text{ m/s}$.

Lorsqu'on se déplace du Sud vers le Nord, en se rapprochant de l'Isère, les perméabilités moyennes des alluvions diminuent à cause, d'une part, de l'influence des dépôts fins de l'Isère qui se sont mélangés à ceux du Drac et, d'autre part, du mode de dépôt des sédiments du Drac qui sont de plus en plus fins de l'amont vers l'aval. La perméabilité des alluvions est de ce fait plus faible en moyenne au Nord-Est, zone de plus forte influence de l'Isère.

Les transmissivités sont comprises entre $10 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ et $120 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

2.3 CARACTERISTIQUES DES LIMITES LATERALES DE LA NAPPE

L'eau de la nappe phréatique est contenue exclusivement dans les alluvions sablo-graveleuses décrites ci-avant (environ 15 à 30 m d'épaisseur).

Les limites latérales Est et Ouest sont considérées comme imperméables.

La vallée est bordée, à l'Ouest, par des calcaires du Jurassique supérieur : ce sont des calcaires marneux, fins et compacts.

La vallée du Drac est bordée, à l'Est, par les formations du Lias constituées essentiellement de marnes et calcaires marneux ou argileux. Ces formations n'affleurent pas, car elles sont recouvertes par des dépôts d'origine glaciaire (plateau de Champagnier).

Sur ces limites Ouest et Est, les alluvions du Drac reposent sur des formations marneuses ou argileuses réputées imperméables.

2.4 FONCTIONNEMENT DES ECOULEMENTS SOUTERRAINS EN RELATION AVEC LES EAUX DU DRAC ET DE L'ISERE : CONDITIONS AUX LIMITES AMONT, OUEST ET NORD

Le Drac alimente directement la nappe alluviale.

Cela résulte de l'examen des cartes piézométriques qui fournissent les directions d'écoulements souterrains (voir carte, planche 5). L'Isère draine la nappe.

La complexité des relations entre le Drac et sa nappe d'une part, et entre la nappe et l'Isère d'autre part, résulte de plusieurs éléments qui sont relatifs aux caractéristiques physiques des rivières et de la nappe (forme du lit, perméabilité des berges,...) et également de la gestion des eaux et des aménagements hydroélectriques que nous décrivons ci-après.

2.4.1 EXAMEN PRELIMINAIRE DES RELATIONS DRAC-NAPPE

a. Approche générale

A l'amont du resserrement de la section alluviale de Pont-de-Claix, **le Drac alimente** :

- en rive gauche, la nappe alluviale de Reymure, de Fontagnieux et de Rochefort ;
- en rive droite, la nappe de Saint-Georges-de-Commiers et, en liaison avec la Romanche, la nappe de Basse Jarrie.

A l'aval du barrage EDF du Saut-de-Moine, en rive droite, le Drac alimente directement la nappe de Champagnier puis la nappe de Pont-de-Claix où sont implantés les captages de l'usine. Tous les débits souterrains et tous les débits de surface transitent au Nord du vieux pont de Pont-de-Claix sur la RN75 (Pont Rouge), là où la section alluviale de la vallée est la plus faible.

A l'aval de ce rétrécissement, la vallée s'élargit. La carte piézométrique (planche 5) souligne la très forte alimentation de la nappe par le Drac, ce qui se traduit par un flux d'écoulement Sud-Ouest/Nord-Est qui se conjugue à l'écoulement principal Sud-Nord.

Ce phénomène est accentué par l'effet des seuils sur le Drac :

- . Seuil situé sous le pont qu'emprunte la RN75 (Pont Rouge)

A cet endroit, le Drac coule sur les affleurements de calcaire. A l'amont du pont et sous le pont, l'alimentation à la nappe est nulle. Par contre, à l'aval de celui-ci, l'alimentation devient très importante. Les affleurements rocheux constituent un seuil naturel.

- . Seuil de Comboire

A l'aval du seuil de Comboire, la nappe s'écoule vers le Nord-Est avec un gradient régulier de l'ordre de 2,5 pour mille.

Ce seuil en enrochement a été réalisé en 1976. Il a eu pour effet de limiter la forte érosion régressive du fond du lit de la rivière qui résulte de l'exploitation intensive des matériaux graveleux dans le lit même du Drac entre 1964 et 1972.

- . Seuil rocheux sous les ponts (pont de Catane, pont du Vercors, pont Berriat)

Ces enrochements ont été mis en place pour stabiliser le fond du lit de la rivière.

- . Seuils de l'ILL

Deux seuils ont été construits. Le seuil amont a été nécessaire à la prise d'eau de l'Institut Léon Langevin. Le seuil aval construit par la DDE a eu pour objectif d'arrêter l'érosion régressive du fond du lit qui menaçait de détruire le seuil amont.

b. Perméabilité des berges

La forme du lit du Drac et les matériaux sablo-graveleux grossiers qui le constituent, sont favorables aux échanges d'eau entre la rivière et la nappe. On doit cependant distinguer 4 secteurs pour caractériser les échanges entre le Drac et sa nappe alluviale :

- A l'amont de Pont Rouge (Pont de la RN75) : la rivière est endiguée d'une manière très large au droit de la Gresse (450 m environ) ; la digue rive gauche qui protège le champ de captage de Grenoble vient s'appuyer sur la montagne du Grand Rochefort. Au droit de la montagne qui forme jusqu'au Pont-de-Claix la défense naturelle rive gauche, le tracé de la digue rive droite se rapproche jusqu'à 200 m, pour s'éloigner légèrement au droit de l'ouvrage de décharge EdF, avant de se boucler sur le verrou rocheux de Pont-de-Claix.

Cette zone jouxte le territoire des champs de captage du Service des Eaux de la ville de Grenoble. Elle prend depuis quelques années le caractère d'une "réserve naturelle".

- Les divagations du lit mineur sont importantes à l'intérieur des limites des digues. Le lit mineur occupe une largeur de quelques dizaines de mètres. Les relations nappe-rivière s'effectuent sans colmatage mesurable des fonds ou des berges de la rivière.
- Secteur du seuil rocheux de Pont Rouge : le rocher apparaît comme imperméable. Sur une distance d'environ 50 m, les échanges rivière-nappe sont considérés comme nuls.
- Secteur compris entre le Pont de la RN75 et la confluence avec l'Isère (hors voisinage des seuils) : dans ce secteur le lit du Drac a une largeur comprise entre 150 m et 100 m. Les divagations du lit mineur sont plus faibles qu'à l'amont, voire nulle.

Les alluvions du lit laissent supposés des échanges d'eau entre nappe et rivière importants. Cependant, les reconnaissances à la pelle mécanique dans le lit du Drac font localement apparaître la présence d'une couche d'argile sableuse entre 1 et 2 m de profondeur. Ces sédiments ont été déposés lors des effondrements de la colline en rive gauche, ou ont été apportés par la Gresse. Dans ce secteur, les échanges nappe-rivière semblent aussi se produire sans colmatage apparent des berges de la rivière.

Toutefois, ce mode de fonctionnement actuel résulte peut être de l'érosion régressive des fonds qui empêche actuellement le développement du colmatage.

- Secteurs proches des seuils : la stabilisation du lit par les seuils induit localement un colmatage du fond, sur des distances variables. Nous avons estimé que la perméabilité du fond était 20 fois plus faible que celle des alluvions en place dans tous les secteurs colmatés. Le colmatage le plus fort apparaît à l'amont du seuil de l'ILL.

c. Variation saisonnière des échanges Drac-nappe

Au cours des saisons, les échanges d'eau entre le Drac et sa nappe peuvent être influencés par :

- la variation de la surface d'échange entre la rivière et la nappe, liée aux variations de débit,
- la variation des dépôts sédimentaires, en particulier les crues entraînent les matières fines et permettent le décolmatage saisonnier des fonds si celui-ci s'est développé en étiage,
- la variation de la température de l'eau de la rivière : la température des eaux de la rivière passe de 4° environ en janvier à plus de 18° en août.

Ceci modifie la viscosité et donc la perméabilité des terrains à l'eau. La variation ainsi produite est de l'ordre de 20 % pour la perméabilité.

L'ensemble de ces trois facteurs concourent à une bonne alimentation en eau de la nappe par la rivière en période estivale marquée par des hautes eaux liées à la fonte des neiges.

2.4.2 SCHEMA HYDRAULIQUE DES EAUX DE SURFACE ET GESTION DES EAUX DU DRAC

La connaissance précise des échanges d'eau entre nappe et Drac suppose que soient bien connues les lignes d'eau des rivières, la forme et les caractéristiques du lit et des berges, et l'hydrologie (débits). Nous examinerons ci-après ce dernier point.

Le Drac et la Romanche sont des rivières aménagées par EdF et les débits qui circulent au droit du secteur d'étude sont fortement marqués par la gestion des centrales hydroélectriques.

Les principaux aménagements existants sur le Drac sont de l'amont vers l'aval :

Description	Débit équipé (m³/s)	Capacité (hm³)
La Retenue du Sautet	83,8	94,8
Cordéac	87	-
Saint-Pierre-de-Cognet	147	11
Monteynard	299	185
Notre-Dame-de-Commiers		17,9
Saint-Georges-de-Commiers	94,8	-
Champ II	94,8	-
Pont-de-Claix	80	-
Drac inférieur	80	-
Sur la Romanche :		
Le Chambon	13	48,5
Saint-Guillaume II	45	-
Livet	30	-
Les Vernes	27,5	-
Les Roberts	42	-
Rioupérourx	52	-
Les Clavaux	53	-
Pierre Eybesse	41,5	-
Noyer Chut	12	-
Péage de Vizille	42	-
Sur l'Eau d'Olle :		
Grand Maison	217	140
Le Verney	31,5	15,6

La capacité totale de stockage amont est donc d'environ 512,8 hm³. Ceci représente un débit annuel moyen de 16 m³/s, soit la valeur du débit moyen annuel du Drac à Pont-de-Claix en année décennale sèche. La possibilité de régularisation du débit du Drac est très importante. Le mode de gestion des aménagements hydroélectriques a fortement changé au cours des 20 dernières années puisque l'hydraulique fournit une bonne partie de l'énergie de pointe, en complément du nucléaire.

En plus de l'effet de la régularisation du débit du Drac à l'amont de Pont-de-Claix par les retenues, la dérivation des eaux du Drac dans le canal EDF à partir du barrage du Saut-du-Moine réduit considérablement les débits qui transitent dans le Drac à l'amont du secteur d'étude (secteurs Echirolles et Pont-de-Claix).

Le schéma hydraulique, planche 9, présente les aménagements qui ont une incidence forte sur l'alimentation en eau de la nappe du Drac à l'amont de la plaine de Grenoble.

- A l'amont, le confluent Drac-Romanche, marque le début de la plaine alluviale et de l'alimentation de la nappe.

On assiste en fait à la confluence :

- de la Romanche, connue par les débits mesurés à la station de jaugeage de Champeau et par la reconstitution des apports du bassin versant résiduel ;
 - du canal de fuite de la centrale hydroélectrique de Champ II, qui transite la quasi-totalité du débit du Drac ;
 - du Drac lui-même, qui n'est plus alimenté que par les lâchures de Champ II et de Notre-Dame-de-Commiers ainsi que par le bassin versant résiduel.
- Immédiatement à l'aval de la confluence Drac-Romanche se trouve le barrage du "Saut-du-Moine" qui sert à l'alimentation en série des deux centrales de Pont-de-Claix et Drac Inférieur, situées sur la rive droite du Drac.

Le canal d'amenée de ces centrales peut absorber au maximum 75 m³/s, le turbinage moyen annuel étant en réalité de 58 m³/s (53 en année sèche). Le débit réservé au Saut-du-Moine est de 3 m³/s.

Le débit du Drac est donc effectivement supérieur à l'amont du barrage du Saut-du-Moine et à l'aval de la restitution des centrales à celui qui transite dans le Drac au droit de l'usine de RHONE-POULENC.

- 4 km à l'aval du barrage, le Drac reçoit en rive gauche la Gresse dont le bassin versant est de 160 km².
- 2 km à l'aval de Pont Rouge à Pont-de-Claix, sous les rochers de Comboire, un seuil en enrochements a été construit en 1976.
- 4,5 km à l'aval de Pont Rouge débouche le canal de restitution des eaux prélevées au Saut-du-Moine après turbinage par les centrales de Pont-de-Claix et de Drac Inférieur.

Deux cents mètres plus à l'aval se trouve le pont assurant la liaison U2-U6.

- Indépendamment de ce réseau, le canal de basse Romanche, encore appelé canal d'arrosage de la Romanche (CAR), longe le pied du plateau de Champagnier. Ce canal est alimenté actuellement par le rejet des eaux de la centrale du Péage de Vizille (Romanche). Il porte alors le nom de Canal des Martinets.
- En rive gauche du Drac, au voisinage des captages de la Ville de Grenoble, un fossé a été mis en place pour la réalimentation artificielle de la nappe. Il est alimenté par le Drac à l'amont de l'usine de Champ II et permet de relever, par l'aval, les niveaux de la nappe au droit des captages de la ville. Le niveau dans un piézomètre de contrôle, installé dans la plaine de Reymure (RE3) sert d'alerte lorsque le niveau de la nappe est bas.

En ce point amont, en rive gauche du Drac, les conditions de fonctionnement hydrogéologiques ont peu varié au cours des dernières décennies, grâce à ce dispositif de contrôle. Il permet de protéger les fortes baisses de la surface de la nappe qui pourraient résulter par exemple de l'abaissement du fond du lit du Drac décrit ci-après. Nous verrons plus loin que ce phénomène d'érosion du lit du Drac a eu une forte incidence sur la nappe à l'aval, dans toute la plaine alluviale.

2.4.3 EVOLUTION HISTORIQUE DES LIGNES D'EAU DU DRAC

La ligne d'eau du Drac fixe un niveau de pression à la limite amont de la nappe qui circule sous le site de Grenoble. La ligne d'eau dépend du débit du Drac, de la forme géométrique du lit, des caractéristiques hydrauliques (pertes de charge,...).

Au cours des dernières décennies le lit même du Drac a subi de nombreuses modifications liées principalement à des travaux de diverses natures :

- . endiguements pour la protection contre les crues et recalibrage,
- . exploitation des matériaux sablo-graveleux,
- . seuil et enrochement pour la protection des ouvrages d'art,
- . etc.

De nombreux relevés topographiques des fonds et des lignes d'eau ont été réalisés.

On constate, par comparaison entre les levés topographiques anciens et récents, les évolutions suivantes du lit :

- a. A l'amont de la RN75 (amont du seuil rocheux de Pont Rouge) :
- . abaissement de 1,5 à 2,0 m du fond du lit entre 1965 et 1975,
 - . évolution lente du fond du lit depuis 1975, avec localement un léger approfondissement.
- b. A l'aval de la RN75, jusqu'au voisinage du seuil artificiel de Comboire, le lit du Drac a été profondément modifié (voir planche 10) :
- . depuis 1956 le fond du lit s'est abaissé de plus de 4,0 m en moyenne,
 - . l'évolution a été la plus importante entre 1956 et 1975,
 - . entre 1983 et 1996, on constate une lente évolution et un abaissement moyen d'environ 0,50 m du fond du lit.

En conclusion, pour le secteur amont (a et b ci-dessus) après une évolution forte du lit de 1956 à 1975, on constate donc une tendance à la stabilisation des fonds, mais qui pourrait être mise en défaut si le seuil rocher de Pont Rouge s'érodait.

- c. A l'aval du seuil de Comboire, la planche 12 montre l'évolution de la ligne d'eau du Drac au cours des dernières décennies.

On note que l'enfoncement du lit de la rivière est compris entre 1 et plus de 3 m. L'érosion des fonds a été arrêtée par la mise en place des seuils et des enrochements sous les ponts.

L'abaissement du lit à l'aval du seuil ILL a atteint 3,20 m environ en 1979. Le seuil mis en place par la DDE à l'aval de ce seuil est maintenant recouvert par le plan d'eau fixé par le barrage EdF de Saint-Egrève (environ 205,5 m en retenue normale). A la confluence Drac-Isère l'enfoncement du lit était de 2 m environ avant la réalisation du barrage EdF. Depuis la mise en eau du barrage EdF on constate un rehaussement des fonds dans le secteur de la confluence par dépôts de matériaux fins (limite amont d'influence de la retenue). Le niveau 205,50 a été établi au barrage en septembre 1991. Les autres aménagements ont été réalisés aux dates suivantes :

- . Seuil ILL (cote 207 NGF) : 1969.
- . Seuil DDE (aval ILL, cote 204,50 NGF) : 1979.

- . Seuil de stabilisation sous les ponts : 1967.
- . Pont Berriat 211,40 m NGF et pont Vercors 209,95 m NGF. Ces seuils de stabilisation sont constitués d'enrochements sur une épaisseur moyenne de 1,20 m.

La planche 14 montre l'évolution importante de la loi hauteur-débit du Drac au droit du Pont du Vercors.

2.4.4 VARIATION DES DEBITS DU DRAC

Le graphique de la planche 11 présente les variations des débits du Drac à l'aval de la restitution du canal du Drac inférieur au cours des 10 dernières années, et le graphique de la planche 17 présente les variations des débits du Drac au Sautet de 1969 à 1993.

Sur la planche 11, il apparaît que l'hydrologie du Drac a été faible au cours des années 1990 à avril 1992, marquées par l'absence de crues importantes.

L'hydrologie de l'année 1991 a été particulièrement faible. Pendant ces périodes, les débits non turbinés sur les usines EDF du Drac inférieur ont rarement dépassé 100 m³/s et les périodes de fonctionnement avec débit minimum réservé dans le Drac ont été importantes.

Pendant la période d'avril 1992 à 1996, les débits du Drac ont très souvent dépassé 72 m³/s (capacité maximum de turbinage du Drac aval) et ont conduit à de plus forts débits dans le lit même du Drac à l'amont du site d'étude autorisant ainsi une bonne recharge de la nappe alluviale dans le secteur de Pont-de-Claix.

On verra ci-après l'incidence sur les niveaux piézométriques de ces variations des conditions d'échanges entre le Drac et sa nappe.

2.4.5 EXAMEN PRELIMINAIRE DES RELATIONS NAPPE-ISERE

a. Approche générale

L'Isère draine la nappe alluviale dans toute la traversée de Grenoble sauf près de la confluence Drac-Isère. Cependant ce drainage est marqué par le réseau hydrographique. Celui-ci comprend les anciens fossés affluents de l'Isère en rive gauche et le réseau d'assainissement de la Ville de Grenoble (égouts drainants). La ligne d'eau de l'Isère représente donc un niveau de base pour les eaux de surface et pour les eaux souterraines.

b. Perméabilité des berges

Les échanges d'eau entre la nappe et la rivière (drainage) sont marqués par :

- . Les digues : les berges de la rivière ont été de longue date aménagées avec des quais quasi verticaux du côté Sud de la ville. L'endiguement interdit toute divagation du lit mineur dont la largeur est proche de 100 m. Le passage de l'eau de la Nappe vers l'Isère peut s'effectuer par des barbacanes.
- . La perméabilité des sédiments et leur faible épaisseur au droit du lit donnent des conditions d'échanges nappe-rivière qui tendent à limiter les possibilités d'échange naturelles.
- . Le collecteur du SIEPARG et les palplanches de protection de celui-ci : la coupure verticale de la nappe alluviale par les palplanches est comprise 20 et 50 % de l'épaisseur totale des alluvions (voir planche 13).

En conclusion, l'exutoire de la nappe est représentée par l'Isère, cependant le réseau d'égouts et les anciens fossés busés récupèrent une grande partie du débit souterrain avant l'Isère.

2.4.6 EVOLUTION HISTORIQUE DES LIGNES D'EAU DE L'ISERE

Jusqu'en 1969, il a été constaté une très grande stabilité du fond de la rivière dans la section amont du pont Marius Gontard. Au contraire, en aval, l'érosion régressive du lit graveleux a été importante à cause des extractions de matériaux (voir planche 13). On note :

- . à la confluence 1,7 m d'enfoncement du lit entre 1960 et 1969,
- . propagation de l'érosion régressive jusqu'au voisinage du pont de Pique-Pierre entre 1965 et 1967.

L'érosion des fonds est apparue plus à l'amont à partir de 1970 :

- . au droit du pont Marius Gontard, enfoncement de 0,6 à 0,7 m entre 1970 et 1983,
- . au pont de la Citadelle, enfoncement de 0,4 à 0,5 m entre 1970 et 1983,
- . au droit de la passerelle Saint-Laurent, il a été constaté un enfoncement de 2 m entre 1977 et 1981 (passage de 205,15 à 203,60).

La stabilisation du lit a été obtenue par mise en place d'enrochements au droit des ponts d'une part, et par la réalisation du seuil de Pique-Pierre (aval du passage SNCF) en 1985. La cote initiale du seuil était proche de 204,25.

Dans la situation actuelle, la ligne d'eau à l'aval du seuil de Pique-Pierre est fixée par la retenue EDF de Saint-Egrève (cote normale 205,50) (voir planche 13).

La planche 15 montre les effets du seuil de Pique-Pierre et du barrage de Saint-Egrève sur la relation hauteur-débit de la rivière.

2.4.7 PRINCIPAUX AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES SUR L'ISERE

L'aménagement hydraulique du bassin versant de l'Isère est schématiquement représenté sur la planche 9bis. On constate que la plupart des torrents ont fait l'objet de prise d'eau, et dérivation dans les sept secteurs d'aménagement qui sont :

- . La Haute Isère avec le barrage de Tignes et les nombreuses prises d'eau de dérivation vers le barrage de Roselend,
- . La Vanoise,
- . L'Arc supérieur,
- . L'Arc moyen,
- . Le Beaufortin,
- . Roselend,
- . L'Isère moyenne.

Les principaux réservoirs de stockage sont :

Tignes/les Brévières	228 hm ³
Roselend	213 hm ³
Mont-Cenis	264 hm ³
Soit au total	705 hm ³

Ceci représente un débit fictif continu sur une période de 1 ans de plus de 22 m³/s. La possibilité de régulation du débit de l'Isère par EDF est donc très forte. Cette possibilité est de plus marquée par les équipements de turbinage-pompage qui entraînent des modulations journalières des débits.

2.4.8 VARIATION DES DEBITS DE L'ISERE A GRENOBLE DE 1960 A 1996

La planche 16 montre les variations, en moyenne mensuelle, des débits de l'Isère à Grenoble de 1960 à 1996. On constate :

- . une période d'hydrologie moyenne à faible de 1960 à 1976,
- . une période pendant laquelle l'hydrologie a été assez forte, de 1977 à 1988,
- . une année très sèche en 1989, puis une augmentation progressive de l'hydraulicité jusqu'en 1996. La moyenne annuelle s'établit à 122 m³/s pour l'année 1989. Elle atteint 241 m³/s en 1995, soit le double environ de celle de 1989.

2.5 EVOLUTION HISTORIQUE DE LA SURFACE PIEZOMETRIQUE

En relation avec l'évolution historique des lignes d'eau du Drac et de l'Isère, des aménagements divers, de la modification de la gestion des eaux de surface et souterraines, etc., des variations hydrologiques constatées depuis 1963, la surface piézométrique a subi d'importantes variations comme le montre le graphique des planches 24 et 25. Elle présente l'évolution des niveaux au droit du piézomètre PX3 qui est localisé à l'amont du site et des piézomètres G, Z et Fbis situés sur le site du CENG.

Il faut distinguer deux sortes de variations :

- . les variations de niveau étalées sur plusieurs années,
- . les variations saisonnières liées aux crues et étiages des rivières.

Prenons pour exemple les relevés périodiques effectués sur le piézomètre PX3 : outre les variations saisonnières observées au cours de chaque année, on note une baisse générale des niveaux de la nappe, et donc une réduction de la potentialité locale de la nappe.

Ces variations sont en concordance avec les variations du niveau du Drac qui est proche :

- . les variations saisonnières sont dues aux crues et étiages ; on peut remarquer par exemple que la baisse de plus de 2 m au troisième trimestre 1962 correspond à une ligne d'eau du Drac particulièrement basse : c'est le temps de remplissage de la retenue de Monteynard,
- . les variations à long terme sont le fait des modifications du lit de la rivière, notamment de la cote du fond du lit et des diverses interventions humaines sur les eaux de surface et souterraines.

On peut observer par ailleurs sur les piézomètres de la ville les points particuliers suivants :

- . les débits importants du printemps de 1978 à 1984, dus principalement à des apports de l'Isère, sont nettement marqués sur les piézomètres Stendhal et Philippeville proches de cette rivière,
- . l'étiage de début octobre 1979 est en parfaite corrélation avec des niveaux bas dans l'ensemble des piézomètres,
- . les crues d'octobre-novembre sont dues au Drac ; elles correspondent à des hausses de niveau dans les piézomètres proches de ce torrent (Hall des Sports, SGTE, U2 Est et RGE),
- . certains piézomètres, proches des égouts, subissent de faibles variations,
- . on note l'incidence temporaire de certains travaux (construction du parking Lafayette en 1974 - voir S6 et S7,...),
- . les niveaux les plus bas ont été notés en général en décembre 1989, et pour quelques piézomètres, en décembre 1985 et janvier 1986 (piézomètre Plein Jour, Tennis, Mangin, SGTE - voir graphes annexes) ; les piézomètres Quai S3 et S4, situés le long de l'Isère, dans la zone d'influence du seuil de Pique-Pierre ont subi une importante remontée en janvier 1986 : 1,5 à 1,8 m pour Quai S3 et 2 m environ pour Quai S4.

Les variations saisonnières des lignes d'eau des rivières sont la cause principale des variations saisonnières de la nappe. Il faut cependant prendre en compte les apports de la pluie et le ruissellement sur les bassins versants bordant la plaine.

Par ailleurs, le réseau d'égouts, décrit ci-après, modifie localement l'effet naturel des fluctuations de la nappe.

Les variations de la nappe à long terme sont dues aux aménagements et à la gestion des eaux, et en particulier à l'évolution des lignes d'eau du Drac et de l'Isère.

Du point de vue des variations de nappe à long terme, l'ensemble des facteurs intervenant donne une baisse générale des niveaux. Cette baisse générale apparaît clairement sur les levés piézométriques PX3, avec cependant une tendance à la remontée des niveaux au cours des quatre dernières années.

On a noté :

- . la baisse a été d'environ 2 m depuis 1955 à l'amont de la plaine (Pont-de-Claix),
- . entre 1966 et 1985, le long de l'U2, la baisse est d'environ 1,00 m entre le Rondeau et la rue S. Allende ; elle atteint 1,70 m entre la rue S. Allende et le CD5 et, au-delà, elle est de l'ordre de 0,40 m,
- . sur les piézomètres Z et G du site du CENG, fortement influencés par le Drac et par les pompages du CENG (voir planche 25), les niveaux ont évolué de la façon suivante :
 - baisse très forte de 1962 à 1968 (plus de 2 m),
 - après 1968, évolutions fortement marquées par les variations hydrométriques.
- . On constate sur le piézomètre PX3, influencé principalement par le Drac :
 - Entre 1960 et 1964 : le niveau moyen de la nappe s'est abaissé de plus de 2 m passant de 235,7 m à 233,2 m. Cette période est également marquée par le remplissage de la retenue du Monteynard.
 - En 1965, les faibles débits dans le Drac ont conduit à des niveaux moyens proches de 233 m NGF. L'hydraulicité des 3 premiers mois de l'année était comprise entre 35 % et 60 % des moyennes mensuelles normales.
 - 1966 a été marquée par des crues importantes.
 - Sur la période 1967 à 1980, le niveau moyen était proche de 233,5, mais on voit apparaître un niveau d'étiage assez bas en 1978 (cote 232 m).
 - Entre 1983 et 1991, les mesures nous permettent de constater une baisse progressive du niveau qui a trois causes principales : la lente évolution des fonds de la rivière, une hydraulicité faible et l'augmentation des prélèvements sur le site du RHONE-POULENC (voir paragraphe 2.6 ci-après).
 - Depuis 1991, le niveau a tendance à remonter. Ce phénomène est à rapprocher de l'augmentation des débits dans le Drac (plus forte hydraulicité). Le niveau est passé en moyenne de 230 m NGF à 231,5 m NGF.

La planche 27 montre la surface piézométrique de septembre 1996 et l'évolution depuis 1965.

2.6 UTILISATION DE L'EAU DE LA NAPPE

La bonne potentialité de la nappe a conduit de nombreux industriels à utiliser de longue date les eaux souterraines pour les process industriels.

Les débits et volumes prélevés par pompage ont toutefois évolué au cours des 30 dernières années. Les ouvrages ont également changé.

Pour le secteur amont, sur le site de RHONE-POULENC qui est actuellement le plus gros consommateur d'eau du secteur, le prélèvement annuel est passé de 36 millions de m³ en 1964 à 15 millions de m³ environ en 1982, et à environ 25 millions de m³ actuellement.

Le tableau ci-après donne la liste des plus gros exploitants ainsi que les débits moyens prélevés en moyenne annuelle en 1985 et en 1996 :

Tableau n° 1

Utilisateurs importants	Débits moyens en m ³ /s	
	1983	1996
CENG	0,67	0,300
RHONE-POULENC Pont-de-Claix	0,66	0,78
MERLIN GERIN	0,31	0,02
EUROTUNGSTENE	0,12	0,05
CATERPILLAR	0,11	0,03
ALLIBERT	0,10	0
CELLATEX	0,06	0
NEYRPIC	0,06	0
ANNEAU DE VITESSE	0,03	-
HOTEL DE VILLE	0,02	-
TOTAL	2,14	1,55

Sur le site du CENG, les eaux de la nappe sont utilisées pour le refroidissement des piles Siloé et équipements. Pour Siloé, les puits A1 (appelé aussi Z9) et A2 (ou Z20) sont utilisés pendant des périodes de 22 jours séparées par des périodes d'arrêt variables comprises entre 5 jours et 45 jours : arrêt de 39 jours en janvier-février 1996 et 45 jours en août-septembre 1996). Le débit de pompage est modulé en fonction du besoin. Il est au maximum de 280 l/s sur A1 et 140 l/s sur A2. Pour les diverses installations, les puits P1 (ou Z2), P2 (ou Z21), P3 (ou 4009) et P4 (ou 4011) sont pompés aux débits maximums suivants : P1 à 56 l/s, P2 à 110 l/s, P3 à 120 l/s, P4 à 120 l/s. Le fonctionnement en automate en 1996 correspondait à 2 ou 3 pompes en fonctionnement en simultané, la priorité étant donnée à P4 (marche en continu) et P3 en secours de P4.

Pour l'année 1996, le débit total prélevé a été de 10 453 076 m³, dont 5 586 276 m³ pour Siloé. L'arrêt de Siloé est programmé pour fin 1997.

Les tableaux ci-après donnent les périodes et volumes d'eau prélevés pour chaque période et chaque puits pour l'année 1996. Le volume mensuel le plus important se trouve au mois de juillet 1996, soit 1 296 881 m³. Pendant ce mois, le débit de pompage de pointe a été proche de 600 l/s.

Notons que la pile Mélusine a été arrêtée en 1986. Elle nécessitait un prélèvement d'environ 500 m³/h.

A ces gros utilisateurs industriels il convient d'ajouter de nombreux petits utilisateurs (voir tableaux en annexe fournis par la COGESE pour la Ville de Grenoble).

Le débit total de pointe était proche de 3 m³/s en 1985. Il a été le plus élevé dans la période 1970 à 1976, et a peu à peu été réduit en relation avec, d'une part, les taxes et directives visant à la lutte contre la pollution et, d'autre part, la baisse de l'activité industrielle.

Les pompages du CENG qui provoquent une nette inflexion de l'isopièze 206 (voir carte hydrogéologique) sont un exemple de l'influence de ces prélèvements dans le fonctionnement de l'aquifère. La plus longue période d'arrêt des pompages se produit chaque année en juillet et août.

Par ailleurs, des prélèvements diffus (petites installations de pompes à chaleur...) existent et ne sont pas comptabilisés. Les principales installations de pompes à chaleur prélèvent moins de 0,2 m³/s (HEWLET PACCARD à Echirolles dispose de la plus grosse installation qui comprend un puits de reinfiltration des eaux).

Les prélèvements de la Ville de Grenoble sur les captages de Rochefort, à l'amont, en rive gauche du Drac, n'ont pas d'incidence à l'aval sur la rive droite du Drac.

Le débit total prélevé par pompage, par l'ensemble des utilisateurs était de l'ordre de 3,0 m³/s en 1985. Il est en 1996 proche de 1,7 m³/s.

Les tableaux en annexe fournissent l'évolution des prélèvements avec rejet dans le réseau d'égouts sur le site de Grenoble. On constate la forte baisse générale de ces prélèvements.

On doit noter que la partie supérieure des eaux de la nappe est récupérée à l'aval par le réseau d'égouts de la Ville de Grenoble. Le débit drainé est compris entre 0,3 m³/s en nappe basse et 2 m³/s en nappe haute (voir paragraphe 2.8 ci-après).

2.7 PLUVIOMETRIE ET INFILTRATION

L'alimentation de la nappe par infiltration des eaux du Drac constitue la part la plus importante de l'alimentation de la nappe de Grenoble, cependant l'infiltration des eaux de pluie joue un rôle non négligeable.

Le secteur est marqué par un réseau hydrographique peu développé pour la récupération naturelle des eaux de pluies. Le ruissellement est négligeable sur une grande partie des sols non imperméabilisés ou non aménagés où l'infiltration possible des pluies est forte. L'infiltration est faible dans les secteurs marqués par la présence d'une couche de limon argileux en surface.

Hors de ces secteurs, la perméabilité très forte des sols permet l'infiltration de toutes les pluies. Toutefois, plus de 70 % des surfaces sont maintenant imperméabilisées.

Le graphique de la planche 23 donne :

- . les valeurs des précipitations mensuelles,
- . les valeurs moyennes annuelles des précipitations mensuelles.

On constate que les pluies mensuelles sont relativement bien réparties au cours de l'année. L'infiltration des pluies sur les sols nus (sans végétation ni aménagement) est proche de 80 % de la pluie. Elle est de 40 % en moyenne annuelle dans les zones couvertes de végétation. Elle est nulle sur les zones imperméabilisées.

Ceci conduit à un bilan moyen d'infiltration des pluies sur le site d'étude compris entre 0,5 et 1 m³/s en moyenne annuelle.

Avant imperméabilisation liée à l'urbanisation, le débit infiltré était en moyenne 2 à 3 fois plus fort.

2.8 ROLE DU RESEAU D'EGOUTS ET DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

2.8.1 RESEAU GENERAL

Lorsque la plaine alluviale était peu urbanisée et surtout à vocation agricole, elle était parcourue par un réseau dense de canaux, de fossés, de ruisseaux (le ruisseau d'Eybens, le Verderet, la Mogne). Elle recevait par ailleurs les eaux du Canal d'Irrigation de la Romanche (CAR). Ce réseau hydrographique assurait, d'une part, l'alimentation en eau des usines et des terres irrigables à l'amont - en contribuant ainsi à maintenir des niveaux de nappes hautes - et permettait, d'autre part, le drainage à l'aval des points marécageux, comme les terrains situés au Nord-Ouest d'Eybens.

Avec l'urbanisation, le réseau d'irrigation a été progressivement abandonné, alors que les fossés et ruisseaux drainants, comme la Mogne ou le Verderet, étaient localement transformés en égouts. Le tracé même de ces anciens fossés était modifié.

Dans le centre de Grenoble, le réseau d'égouts a été conçu pour drainer la nappe. Il permet, en abaissant le niveau des eaux souterraines, d'assainir et de limiter les risques de submersion de cette partie de la ville. La planche 5 donne les cotes du radier des égouts. Le tableau ci-après montre l'influence de ce drainage sur la nappe en différents endroits de l'agglomération. La partie supérieure du tableau correspond à des piézomètres situés près d'égouts nettement drainants (cotes du radier inférieures aux cotes NGF de la nappe).

On observe que les variations de la nappe sont en général relativement faibles (0,15 à 0,50 m environ - voir également les piézomètres S5 et S7 en annexe). La partie inférieure du tableau montre des piézomètres proches d'égouts qui ne sont pas drainants ou qui ne le sont qu'en période de très hautes eaux. On voit qu'alors les fluctuations de niveau ne sont généralement importantes que dans les zones où les égouts sont drainant. Le débit d'eaux souterraines drainé par ces égouts varie suivant la position de la nappe de 0,3 à plus de 1,5 m³/s pour l'ensemble du site.

Initialement, le réseau unitaire (Mogne, Fonteney,...) se déversait directement dans l'Isère. Ainsi, les crues importantes en empêchaient le fonctionnement. Actuellement, ce réseau alimente le collecteur en rive gauche qui est relié à la station d'épuration du Fontanil. Ce collecteur est équipé de déversoirs d'orage et de stations de relèvement qui permettent un meilleur fonctionnement du réseau d'assainissement, indépendamment des crues de l'Isère.

De grands collecteurs pluviaux E.P.I., ZUP Isère s'écoulent gravitairement vers l'Isère hors des périodes de crue de la rivière. En période de crue, une station de pompage permet un rejet des eaux depuis l'aval des collecteurs vers l'Isère, indépendamment des lignes d'eau de l'Isère. Ces deux collecteurs de grande capacité n'ont pas de relation directe avec la nappe. On verra cependant, dans le chapitre suivant, les possibilités d'incidence indirecte de leur réalisation sur la nappe.

Le ruisseau du Verderet s'écoule gravitairement vers l'Isère, sans station de relevage aval. Il collecte les pluies du bassin versant du ruisseau d'Eybens à l'amont.

Les précipitations exceptionnelles telles que celles du 11 août 1986 (110 mm en 24 heures) fournissent des débits qui ne peuvent pas être totalement absorbés par le réseau d'égouts. Il y a alors possibilité de blocage du drainage par les égouts et montée rapide du niveau de la nappe.

INFLUENCE DES EGOUTS SUR LA PIEZOMETRIE

Tableau n° 2

Piézomètres (cote repère)	Cote radier du réseau d'égouts voisin	Caractéristiques du réseau d'égouts (dimensions en cm)	Cote NGF de la nappe (1982-1983)			Amplitude de variation (m)
			moyenne	mini	maxi	
VAUCANSON (211,18)	208,17	165 x 105 x 100	208,80	208,60	209,07	0,47
RIVET S4 (213,39)	209,22	250 x 40	209,94	209,83	210,15	0,32
PLEIN JOUR (215,23)	210,59	160 x 120 x 100	212,37	212,25	212,61	0,36
GALTIER (209,23)	207,26	220 x 180 x 80	207,86	207,81	207,94	0,13
K'STORE (207,28)	208,10	180 x 100 x 50	208,56	208,40	208,81	0,41
JAURES CH. (211,99)	209,28	150 x 90 x 50	209,58	209,52	209,78	0,26
MANGIN (214,68)	210,74	180 x 150 x 120 et 50	211,46	211,35	211,60	0,25
LA FAYETTE (211,02)	208,58	150 x 75 x 50	208,54	208,21	209,07	0,86
A. MOREL (212,12)	209,40	160 x 120 x 100	209,11	208,70	209,75	1,05
U2 OUEST (223,35)	(hypothèse : 220,80)	?	219,98	219,50	220,88	1,38
TOLERIE (218,03)	214,96	140 x 90 x 50	214,03	213,80	214,29	0,49
SOFITEL (220,70)	(hypothèse : 218,20)	?	217,57	217,37	217,84	0,47
SGTE (218,28)	216	160 x 100	214,64	214,34	215,00	0,66
TENNIS (220)	(hypothèse : 217,50)		214,96	214,52	215,40	0,88
HALL SPORTS (227,36)	(hypothèse : 224,60)		211,06	220,63	221,55	0,92

2.8.2 DRAINS EDF

On doit également noter la mise en place par EDF des drains à l'intérieur de la confluence Drac-Isère. Ces drains ont pour but de limiter la remontée de la nappe qui résulte de la mise en eau de la retenue du barrage de Saint-Egrève sur l'Isère. On rappelle que la remontée des lignes d'eau des rivières à la confluence Drac-Isère est de 4,5 m.

Le dispositif de stabilisation de la surface piézométrique comprend 4 drains :

- à l'amont, les drains PASCAL et FONTENAY, raccordés à la station de pompage D1, avec rejet vers l'Isère,
- autour du SYNCHROTRON, le drain du DRAC, le long du Drac, et le drain MARTYR, le long de l'Isère, raccordés à la station de pompage D2, avec rejet dans l'Isère.

Le fonctionnement hydraulique de ces drains ne fait pas l'objet actuellement de suivi.

La seule donnée connue est relative au nombre d'heure de pompage par semaine à la station D2. Rien n'est fourni pour la station D1.

Les mesures anciennes avaient montré que, à débit constant dans l'Isère et le Drac, une variation de la cote de la retenue au barrage de 50 cm entraînait une variation du débit pompé à la station ESRF-D2 de 100 l/s en moyenne.

Des mesures anciennes ont fourni les débits suivants (en 1991, pendant la mise en eau de la retenue) :

Niveau de la retenue	Débit du drain MARTYR (l/s)	Débit du drain DRAC (l/s)	Total (l/s)
203,00	380	-	-
203,50	-	50	-
204,00	490	235	725
205,00	675	500	1175
205,50	750	550	1275

Il est vraisemblable que les débits actuels sont plus faibles à cause de l'évolution du colmatage des berges des rivières.

Lors de la mise en eau du barrage en 1991, il avait été constaté entre Isère et drains des pertes de charge entre la ligne d'eau dans les drains et la surface piézométrique proche des drains, voisines de 50 cm. Aucune autre mesure n'a été réalisée à ce jour.

Le fonctionnement hydraulique des ouvrages de drainage dépend des pertes de charge liées, d'une part, au passage de l'eau depuis la nappe vers le drain et, d'autre part, à l'écoulement dans l'ouvrage lui-même.

Les lignes d'eau dans les drains DRAC et MARTYR sont présentées sur la planche 2.2. Aucune mesure n'est disponible sur les deux autres drains PASCAL et FONTENEY. Les indications suivantes ont été fournies par EDF :

Longueur du drain Fontenay	271 m
Longueur du drain Pascal	497 m

La bâche rattachée aux drains Pascal et Fontenay est équipée de trois pompes de 1 m³/s chacune. Les niveaux de fonctionnement sont compris entre 202,15 et 203,55 (démarrage et arrêt). En 1996, les pompages avaient une durée moyenne de 4 mn pour une mise en route toutes les 20 mn. Le pompage a duré 1 326 h pour l'ensemble des pompes. Cela représente 14 millions de m³ pour l'année.

La stabilisation de la nappe est particulièrement bien assurée au droit du SYNCHROTRON et à son voisinage, entre les drains DRAC et MARTYR.

Les mesures EDF de 1996 donnent, sur quelques piézomètres, les variations :

- **P 92S au centre du SYNCHROTRON** : variation saisonnière entre 202,5 et 202,8 m.

La période de nappe haute correspond aux forts débits du Drac et de l'Isère entre le 15 mai 1996 et le 30 juillet 1996. On note toutefois deux fortes baisses de la nappe de courte durée en mai et juin, lors des vidanges de la retenue, pour entraînement des dépôts fins. La nappe atteint la cote 202,38 m, c'est-à-dire proche de celle qui correspond à l'état naturel sans le barrage EDF. La crue maximum sur l'Isère à fin mai a été proche de 600 m³/s et celle du Drac de 400 m³/s (la crue du Drac étant en avance sur celle de l'Isère).

- **Piézomètre EFCIS 3**

Les battements de la nappe ont été inférieurs à 50 cm, le mois de septembre étant marqué par un phénomène particulier : l'effet du pompage SILOE en période de faible débit du Drac, ayant conduit à une baisse de la nappe de 30 cm, bien que les débits Drac + Isère soient restés supérieurs à 150 m³/s.

- **Piézomètre P87-03**, situé à la périphérie du SYNCHROTRON

La nappe a subi des variations saisonnières entre les cotes 203,21 et 203,45, soit un battement de 24 cm. A ces battements, s'ajoutent les rapides effets des deux vidanges de la retenue en mai et juin, qui tendent à restituer des lignes d'eau naturelles. On note, début juin, une cote minimum atteinte à 203,15 cm.

- **Piézomètre Fbis** (environ 500 m à l'amont du SYNCHROTRON)

Ce piézomètre est fortement influencé par le pompage du CENG (pile SILOE). L'examen attentif des diverses courbes permet d'identifier l'incidence des vidanges de la retenue des mois de mai et juin, en période de crue de l'Isère. La première vidange s'est produite pendant la remontée de la nappe, après l'arrêt du pompage SILOE. La baisse de la nappe sous l'effet de la vidange de la retenue a donc été masquée par l'effet de l'arrêt du pompage SILOE. L'effet de la deuxième vidange a été compensé par l'augmentation rapide du débit du Drac.

De l'examen des niveaux de la nappe dans le secteur du CENG, il semble que l'incidence la plus forte de la remontée des lignes d'eau du Drac et Isère sous l'effet de la mise en eau de la retenue EDF se situe dans le secteur proche de l'Isère, à l'aval du seuil de Pique-Pierre, et également à l'amont, sur une courte distance puisque l'effet de la retenue se propage dans l'Isère, à l'amont du seuil.

3. ANALYSE QUANTITATIVE DES CAUSES DES EVOLUTIONS HISTORIQUES DE LA SURFACE DE LA NAPPE

3.1 DESCRIPTION DES CAUSES ET POSSIBILITES DE CALCUL DES EFFETS

On a examiné dans le chapitre précédent les différents phénomènes qui fixent les conditions de fonctionnement aux limites de la nappe alluviale.

L'analyse qui a été faite des variations des niveaux de la nappe d'après les mesures de terrain permet d'identifier une première série de causes d'évolution liées à ces phénomènes. L'approche la plus globale doit intégrer d'autres phénomènes.

Les causes d'évolution des niveaux de la nappe peuvent être classées en quatre groupes décrits ci-après. On présente également les plus ou moins grandes possibilités de quantification des effets relatifs sur la nappe, et qui peuvent donc faire l'objet de calculs sur modèle mathématique.

Les principes et hypothèses de calcul sur modèle mathématique sont présentés dans le paragraphe 3.2.

3.1.1 CAUSES NATURELLES

Les causes naturelles d'évolution de la piézométrie sont de deux types :

3.1.1.1 CAUSES NATURELLES SANS INFLUENCES MESURABLES DE L'EFFET DES ACTIVITES HUMAINES

On a constaté de fortes variations des pluies au cours des 30 dernières années, mais aucune dérive apparente irréversible, et les variations rentrent dans le cadre des phénomènes statistiques normaux. L'augmentation de la pluviométrie au cours des 5 dernières années a pu marquer la piézométrie sur l'ensemble du site : Après les forts déficits des années 1988 et 1989, on a retrouvé une pluviométrie normale de 1991 à 1994 et une pluviométrie forte en 1996..

3.1.1.2 CAUSES NATURELLES INFLUENCEES PAR LA GESTION DES EAUX

Les débits naturels des rivières sont marqués par la gestion des aménagements EDF sur l'ensemble des deux bassins versants des rivières. La reconstitution précise des débits naturels est pratiquement impossible à l'échelle de la journée. On peut estimer toutefois que la gestion des retenues à l'amont de Grenoble ne devrait pas influencer la position moyenne de la nappe ou son évolution à long terme.

Cependant, les turbinages et pompages peuvent avoir un effet sur les battements de la nappe, en particulier au voisinage des rivières, et peuvent accentuer les occurrences des niveaux hauts ou bas. Il est possible de mesurer l'effet de ces variations journalières par mise en place d'un réseau de piézomètres équipé de limnigraphes complété par des mesures en continu sur le Drac et l'Isère.

Les phénomènes hydrométéorologiques ont par ailleurs été marqués par un déficit en eau important en 1989 et une lente augmentation de l'hydraulicité depuis cette date, ce qui perturbe l'analyse des effets de la gestion des eaux.

3.1.2 MODIFICATION DES ECHANGES NAPPE-RIVIERE

Ces modifications résultent de plusieurs phénomènes :

- . Evolution des fonds : ces données sont quantifiables au cours des 30 dernières années. On a noté une baisse de 1 à 3 m.
- . Aménagement des seuils et des berges : ces aménagements ont fait l'objet de contrôles et mesures de leurs effets. Ils ont permis de compenser l'évolution des fonds des rivières. La zone d'influence du seuil de Pique-Pierre peut être bien identifiée, de même que la zone d'influence des autres aménagements.
- . Travaux en rivière : divers travaux ont pu modifier les échanges nappe-rivière ; ce sont en particulier la pose du collecteur rive gauche de l'Isère, la pose des conduites sous-fluviales ou en bordure de rivière, la voie sur berge, la réalisation de digues bétonnées. L'effet de ces travaux sur la nappe n'est pas toujours quantifiable. L'effet est toutefois, dans de nombreux cas, temporaire.
- . Colmatage des berges des rivières : les berges des rivières se colmatent peu à peu à l'amont des seuils et dans le secteur influencé par la retenue de Saint-Egrève. Le colmatage conduit à une réduction d'un facteur de 20 de la perméabilité des berges au voisinage même des seuils. Cette valeur décroît lorsqu'on s'éloigne du seuil vers l'amont. Le colmatage du seuil de l'III s'étend sur environ 1 km. Les dépôts de sédiments de l'Isère à l'aval du seuil de Pique-Pierre n'ont pas encore fait l'objet de mesures de colmatage. La quantification des effets sur la nappe est possible.

3.1.3 EVOLUTION DES PRELEVEMENTS PAR POMPAGE

Ces phénomènes sont aisés à représenter en théorie si l'on connaît bien les débits prélevés. En pratique, on ne connaît le plus souvent que les valeurs moyennes annuelles, sauf pour les gros préleveurs. Cependant, le débit moyen annuel permet de calculer de façon assez précise les évolutions à long terme des niveaux de nappe liés à ces modifications des pompages. La connaissance détaillée locale à l'échelle de la journée, ou moins, peut toutefois être estimée avec une précision satisfaisante dans de nombreux cas.

3.1.4 AMENAGEMENT ET GESTION DES EAUX DES RIVIERES PAR EDF

Les effets des aménagements sur la nappe peuvent être correctement identifiés et calculés. Cependant, certaines données de base ne sont pas disponibles pour calculer l'effet de la gestion dynamique des eaux ; en particulier, il est difficile de reconstituer les véritables débits que l'on aurait eus dans l'Isère et dans le Drac si aucun aménagement EDF existait. L'approche globale est donc impossible en l'état actuel des données disponibles. On doit retenir des états de référence (régimes d'écoulement à débits constants ou variables) qui représentent des états particuliers supposés représentatifs des situations avant et après aménagement, par exemple les débits respectifs de 600 et 400 m³/s pour l'Isère et le Drac.

3.1.5 URBANISATION

Les effets de l'urbanisation sur la nappe de Grenoble sont relatifs à divers types d'aménagement, qui sont :

3.1.5.1 L'IMPERMEABILISATION DES SOLS

L'identification des modifications des surfaces imperméabilisées peut être réalisée par examen de photos aériennes, comme dans le cadre des calculs portant sur le fonctionnement des réseaux d'égouts. Au cours des 30 dernières années, le développement urbain a été particulièrement important dans le secteur Sud de Grenoble. Cela conduit à une réduction des infiltrations des pluies et à une augmentation des débits de pointe dans le réseau d'assainissement. On constate donc une réduction de l'effet naturel instantané de la pluie sur les remontées de nappe à l'amont du site. En revanche, dans les secteurs aval, le drainage de la nappe par les égouts est réduit à cause des remontées de la ligne d'eau dans les conduites.

Le drainage par les égouts est en effet proportionnel à l'écart entre la ligne d'eau dans l'ouvrage et la surface piézométrique à son voisinage. Ces phénomènes de courte durée, portant sur des fortes pluies, peut faire l'objet de calculs sur modèle mathématique. On doit pour cela intégrer dans les calculs les extensions de réseaux d'assainissement amont.

3.1.5.2 MODIFICATION DU RESEAU D'EGOUTS

Le réseau d'égouts de la Ville de Grenoble a plusieurs fonctions :

- . il collecte les eaux de pluie,
- . il draine et contrôle les niveaux de la nappe,
- . il collecte les eaux usées.

Certains collecteurs anciens ont été réhabilités ou complètement reconstruits. Le long du collecteur du Cours Berriat, par exemple, l'ouvrage de liaison Pierre-Sémard - Vizille - Berriat a été reconstruit lors de la mise en place de la ligne du tramway. Les nouveaux collecteurs sont parfois reconstruits non drainants. Ces ouvrages ainsi reconstruits sont peu nombreux ; on note ainsi les collecteurs des rues Chenoise, Très-Cloître et La Valette.

L'effet de ces modifications sur les niveaux de la nappe peut être calculé, mais avec une précision relative dans la mesure où le rôle drainant du collecteur ancien n'est pas connu avec précision. On doit noter que l'effet de ces modifications du réseau d'égouts porte principalement sur les situations de nappe haute.

3.1.5.3 PARKINGS SOUTERRAINS

L'effet sur la nappe des parkings souterrains est comparable à celui produit par un barrage partiel. La section verticale complète offerte à l'écoulement souterrain dans la nappe de Grenoble est d'environ 200 000 m². Un parking souterrain représente une coupure d'environ 1000 m². Son effet sera donc local. Il peut être calculé. Les parkings souterrains sont au nombre de 5 :

- . La Fayette,
- . Musée,
- . Philippeville,
- . Verdun,
- . Europole.

3.1.5.4 TRAVAUX SOUTERRAINS

Pendant les périodes de réalisation des travaux souterrains, tels que les parkings, l'effet sur la nappe dépend du mode de réalisation des travaux.

Si les pompages d'épuisement de fouille sont forts ou mal contrôlés, les effets vont porter sur des secteurs étendus (plusieurs kilomètres carrés par exemple pour le parking souterrain de la gare). Certains effets peuvent être irréversibles. C'est le cas par exemple, si le rabattement de la nappe entraîne un tassement des sols soit par modification de l'arrangement des sédiments, soit par entraînement de matériaux. Ces effets irréversibles ne peuvent pas être calculés. Seules des mesures topographiques de grande précision permettent de quantifier ces phénomènes. On doit noter que les tassements de sol peuvent être importants si le sous-sol contient des lentilles argilo-tourbeuses.

3.1.5.5 INFILTRATION ARTIFICIELLE DES EAUX DE PLUIE DES SURFACES IMPERMEABILISEES

Certains parkings de voitures non couverts et imperméabilisés sont non raccordés au réseau d'égouts. Les eaux de pluie sont directement infiltrées dans la nappe. Les débits instantanés d'infiltration peuvent être importants en période de forte pluie. On doit noter également le rejet des eaux de quelques toitures d'immeubles dans la nappe, ce qui donne également le même effet que celui décrit ci-avant, c'est-à-dire une remontée locale de la nappe.

3.2 PRINCIPES ET HYPOTHESES A RETENIR POUR LE CALCUL DES EVOLUTIONS DE LA PIEZOMETRIE

Les phénomènes à modéliser sont de diverses natures et conduisent à envisager divers types de calcul pour quantifier leur effet sur la nappe :

- . des calculs en régime permanent figurant des états caractéristiques particuliers,
- . des calculs en régime variable d'écoulement représentant des périodes courtes : quelques jours par exemple pour représenter une crue de rivière ou une forte pluie,
- . des calculs en régime variable d'écoulement représentant des périodes annuelles marquées par des phénomènes hydrométéorologiques particuliers,
- . des calculs en régime variable d'écoulement représentant de longues périodes historiques.

Le système informatique retenu pour la modélisation de la nappe de Grenoble est décrit en annexe. Il comprend :

- . Un préprocesseur AQUIFER,
- . Le logiciel MONA de calcul en régime permanent d'écoulement,
- . Le logiciel ESTRA de calcul en régime variable,
- . Le logiciel SIMUTRA de tracé de cartes piézométriques représentatives des résultats de calcul de MONA ou ESTRA,
- . Le logiciel TRAFIT de tracé des variations de niveau en fonction du temps, résultats de calcul de ESTRA.

4. MODELISATION

Le modèle de la nappe couvre un secteur géographique qui dépasse largement les limites de la ville de Grenoble : il s'étend depuis le Drac à l'amont du vieux Pont de Pont-de-Claix jusqu'à l'Isère à l'aval, entre le Campus Universitaire et la confluence Drac-Isère. On représente ainsi une unité hydrogéologique bien identifiée par des limites caractéristiques :

- . Ligne d'eau du Drac.
- . Ligne d'eau de l'Isère.
- . Limite Est imperméable (colline de Poisat).
- . Limite Ouest imperméable (pied du Vercors).

On intègre ainsi l'ensemble des phénomènes pouvant agir sur les écoulements souterrains au droit même de Grenoble.

Pour la représentation quantitative des évolutions de la surface de la nappe, on a retenu comme période de référence la période 1983 à 1996. On peut ainsi calculer :

- . L'effet des aménagements de rivière et de l'évolution des fonds topographiques,
- . L'effet de construction des parkings souterrains,
- . L'effet des modifications des pompages,
- . L'effet de l'urbanisation,
- . Le rôle du réseau d'égout.

Le fichier de base inclut l'évolution des lignes d'eau d'étiage des rivières sur la période considérée. Les débits d'étiage des rivières sont donc pris comme références. Les autres données sont présentées en moyennes mensuelles (pluie, infiltration) par secteur géographique ou aux dates précises d'effet lorsque ces dates sont identifiées (cas des pompages).

4.1 CALCULS REALISES

Les calculs réalisés portent sur les effets relatifs de :

- . La mise en place du seuil de Pique-Pierre,
- . La mise en place du barrage EDF de Saint-Egrève et des aménagements annexes (avec ou sans le seuil de Pique-Pierre),
- . La construction des parkings souterrains,
- . Les évolutions des prélèvements par pompage,
- . L'imperméabilisation des sols,
- . L'augmentation du débit de base des rivières.

4.2 RESULTATS

Les résultats sont présentés à l'écran de l'ordinateur sous forme de cartes des écarts par rapport à la situation de référence.

On note la zone d'influence des divers phénomènes représentés.

4.3 CONCLUSION

L'analyse des effets sur la nappe de chacun des phénomènes décrits précédemment montre qu'une des principales causes de remontée générale des niveaux de la nappe au cours de ces dernières années est la réduction progressive des pompages industriels.

En 1977, la situation entraîne des risques de submersion des sous-sols en période de nappe haute, principalement dans le secteur Nord-Ouest de la ville. Dans ce secteur, la position moyenne de la nappe tend à se rapprocher de celle qui existait au début des années 1960, c'est-à-dire avant l'abaissement du fond des rivières provoqué par l'érosion des lits de l'Isère et du Drac qui s'est fortement développée entre 1960 et 1984.

Les drains installés par EDF près de la confluence Drac-Isère sont le seul aménagement nouveau permettant de limiter et contrôler la remontée de la surface de la nappe. Toutefois, leur effet est limité au secteur du CENG.

L'aménagement, qui permet normalement de contrôler et limiter les remontées de la nappe dans son ensemble, est constitué par le réseau d'égouts de la ville. La fonction drainante du réseau est ancienne. Elle reste particulièrement efficace sur un vaste secteur de la vieille ville. Cependant, elle n'est plus adaptée pour des bâtiments situés dans certains secteurs. Dans ces secteurs, il semble que le calage en altitude des radiers des immeubles, de construction relativement récente, a été déterminé à partir d'une analyse du fonctionnement de la nappe pendant une période où son niveau était en moyenne bas, et sans prendre en compte les situations de la nappe en crue. Dans ces secteurs, le drainage de la nappe par pompage a induit un assainissement qui a bénéficié temporairement à l'ensemble de la collectivité. Le retour progressif vers un état de nature initial est révélé par les inondations récentes des sous-sols qui montrent que cet avantage s'est arrêté. Cependant, le relèvement de la nappe n'aboutit pas à la reconstitution exacte des conditions très anciennes. La situation de la nappe en 1997 reste toujours globalement plus favorable que celle du début des années 1960 pour l'urbanisation du Nord-Ouest de Grenoble, car les battements saisonniers de la surface de la nappe sont inférieurs à ceux de 1960.

5. PROPOSITIONS D'ACTIONS PERMETTANT DE CONTROLER ET LIMITER LA REMONTEE DE LA SURFACE DE LA NAPPE SOUS GRENOBLE

Les actions possibles permettant de contrôler et limiter la remontée de la surface de la nappe sont de diverses natures :

- . modification des ouvrages hydrauliques de drainage existants et de leur gestion,
- . création de nouveaux ouvrages en relation directe avec la nappe,
- . modification du lit des rivières et changement de gestion globale des eaux.

Les actions doivent avoir un effet sur le secteur situé au Nord du cours Berriat.

On examine sommairement, ci-après, les types d'actions et d'aménagement envisageables, les avantages et inconvénients et les principales difficultés de mise en oeuvre ou de gestion.

5.1 MODIFICATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES EXISTANTS

Nous avons estimé que les ouvrages hydrauliques à réaliser devaient avoir une capacité nouvelle supérieure de 0,5 à 1 m³/s à celle actuelle. On peut obtenir ce débit supplémentaire par les actions suivantes :

5.1.1 PROLONGEMENT VERS LE SUD DU DRAIN FONTENAY D'EDF (voir plan n° 6 : Z6-RF4)

Ce drain est implanté le long de la voie ferrée. Son calage et son dimensionnement autorisent un prolongement et la récupération d'un débit plus important que celui qu'il reçoit actuellement. Un doublement, voire un triplement de sa longueur serait souhaitable pour que son incidence sur la nappe soit efficace. La cote du radier à l'amont devrait être située entre 205,5 et 206,5 NGF.

La gestion actuelle de ce drain est faite par EDF.

La modification de ce drain entraînerait la nécessité d'une nouvelle gestion. La capacité de pompage aval serait à adapter.

La difficulté de mise en oeuvre résulte de l'occupation actuelle du sol et du sous-sol.

Les principaux avantages de cette solution sont :

- . réduction possible des eaux parasites (eau de nappe) dans le réseau d'égouts,
- . utilisation possible des eaux pompées pour l'énergie : projet de centrale thermique ou mise en place d'une pompe à chaleur de forte puissance.

5.1.2 AUGMENTATION DU DRAINAGE PAR LE RESEAU D'EGOUTS

L'augmentation du drainage de la nappe par le réseau d'égouts est possible en réalisant des barbacanes dans les ouvrages eux-mêmes ou en réalisant des forages verticaux débouchant dans les égouts.

Le choix des égouts à traiter pour la meilleure efficacité résulte du fonctionnement hydraulique. Il convient de sélectionner les égouts qui ne sont jamais saturés et qui sont dans la nappe. Les égouts proches du cours Berriat sont à examiner en priorité.

Le principal inconvénient de cette solution est l'augmentation du débit d'eau parasite. Cependant, cette augmentation peut être limitée à des périodes courtes correspondant à des situations de nappes hautes, c'est-à-dire pendant 20 à 30 jours environ (moins de 10 % du temps).

Un choix judicieux du mode de liaison entre les drains et la nappe, c'est-à-dire un bon calage en altitude des ouvrages de raccordement, bien adapté aux situation de nappe haute, permettrait de réaliser automatiquement cette fonction d'écrêtement de la nappe sur de courtes durées.

La mise en oeuvre peut être relativement aisée suivant la localisation.

5.1.3 UTILISATION DES INSTALLATION DE POMPAGE DU CENG

Les pompages actuels sur le site du CENG représentent une capacité totale de prélèvement sur la nappe de l'ordre de 1500 m³/h. La gestion de ces pompages, en relation avec les prévisions hydrométéorologiques, peut permettre de maintenir en permanence la nappe à une profondeur sous le sol satisfaisante pour les événements les plus fréquents.

Les inconvénients de cette solution sont :

- . le coût énergétique important,
- . la nécessité de modifier le circuit de rejet au Drac (rejet direct),
- . l'incidence, en cas de panne des pompes, de la remontée de la nappe,
- . une efficacité relativement réduite à cause de la distance trop importante sur les ouvrages de pompage et le site à contrôler.

Notons que ces ouvrages ne protégeront pas le site de Grenoble contre les risques de submersion exceptionnelle par remontée de nappe (période de retour 100 ans par exemple).

5.2 CREATION DE NOUVEAUX OUVRAGES EN RELATION DIRECTE AVEC LA NAPPE

Les ouvrages à créer pour contrôler la nappe peuvent être de deux catégories : des ouvrages individuels à l'échelle d'un bâtiment ou des ouvrages collectifs à l'échelle d'un secteur.

5.2.1 POMPAGE D'EPUISEMENT POUR LA PROTECTION DE CHAQUE BATIMENT

A l'échelle d'un immeuble à protéger ou d'un pavillon, le débit de pompage dans la nappe qui permet d'assainir le sous-sol est faible, de l'ordre de quelques litres par seconde, sous réserve que l'ouvrage soit judicieusement dimensionné, bien adapté au bâtiment et à la nappe.

Cette solution est l'une des plus économiques, malgré la multiplicité des installations nécessaires (environ 30). Le débit total d'équipement devrait être compris entre 100 et 200 l/s.

Le rejet des eaux pompées devra être effectué directement à l'égout. Un asservissement du pompage au niveau de la nappe permet de limiter les périodes de pompage pendant les épisodes de nappe haute.

L'un des inconvénients de cette solution est le risque de panne et la difficulté d'un entretien efficace à long terme.

5.2.2 CREATION DE GROS OUVRAGES

Les systèmes de drainage de la nappe à l'échelle d'un vaste secteur peuvent être de deux types :

- . système par drains subhorizontaux du type des drains EDF mis en place à la confluence du Drac et de l'Isère, diamètre proche de 1 m ou plus,
- . système par puits verticaux.

La pose d'un drain subhorizontal s'effectue de la même façon que la pose d'un gros collecteur d'assainissement. L'usage d'un microtunnelier peut réduire les incidences sur l'environnement pendant les phases de travaux.

L'implantation d'un tel drain près de la rue Félix-Esclangon peut apporter une bonne solution d'assainissement.

Le rejet des eaux directement dans le Drac est envisageable. Cette solution conduirait ainsi à réduire le débit d'eau parasite actuellement drainée par les égouts.

La réalisation d'une dizaine de station de pompage avec puits verticaux fournissant chacune 75 à 100 l/s serait de nature à assainir et contrôler la nappe sur un vaste secteur. La principale difficulté est liée au raccordement de l'ensemble des ouvrages pour permettre le rejet des eaux dans l'Isère ou dans le Drac. Cette solution permet de réduire au maximum les débits d'eau parasite actuellement drainés dès lors que les puits de pompage sont judicieusement répartis.

Pour ces deux systèmes, l'utilisation des eaux pour des installations énergétiques est envisageable (pompes à chaleur ou centrale thermique au gaz naturel).

Le dimensionnement de ce type d'ouvrage peut être envisagé pour des protections contre les risques exceptionnels de remontée de nappe (crues centennales).

5.3 MODIFICATION DU LIT DES RIVIERES

De légères modifications des seuils existants peuvent avoir des effets bénéfiques en période de nappe haute. Cependant, il convient d'examiner avec soin l'incidence de ces modifications sur les piles des ponts et sur les berges dans la traversée de Grenoble. Un abaissement léger du seuil de Pique-Pierre et des tapis d'enrochement disposés en protection sous les ponts du Drac est à examiner dans cette hypothèse.

oOo

Annexe 1

MESURES PIEZOMETRIQUES

39005	39006	39007	39008	39009	39010	39011	39012	39013
S7 VAUCANSON	S6 VAUCANSON	BOUGAULT	VALES	PHILIPPEVILLE NORD	PHILIPPEVILLE SUD	S0 MERLIN GERIN	PALAIS SPORTS	HELIPORT
212,83	212,34	212,44	211,77	211,67	210,85	214,17	223,23	222,57
212,880	212,321	212,440	211,807	211,623	210,460	214,170	223,230	222,570
866 384,80	866 411,94	866 975,60	868 075,30	866 228,85	866 242,09	867 640,50	866 879,41	867 526,34
326 382,35	326 359,59	325 646,15	325 788,40	326 855,60	326 787,32	324 850,49	322 331,40	322 590,32
1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994
207,56	207,55	210,45	208,57	206,76	206,68	210,82	218,61	217,10
209,12	209,16	210,99	212,24	208,60	208,85	212,12	219,98	218,36
1,56	1,61	0,54	3,67	1,84	2,17	1,30	1,37	1,26

39014	39015	39016	39017	39018	39019	39020	39 021	39022
SEMITAG	COMMANDEE	P8818	P8817	P8816	PLEIN JOUR	CEMOI	QUAIS S2	BIZANET
220,47	226,80	210,45	210,38	211,61	215,23	214,93	209,81	211,64
220,470	226,800	210,450	210,380	211,610	215,210	214,968	209,820	211,600
867 505,47	866 815,70	865 179,75	864 935,15	865 363,12	866 639,13	864 682,30	865 410,94	867 545,76
323 065,92	321 575,10	327 983,53	328 178,01	327 431,42	325 057,98	326 020,00	327 073,67	327 527,65
1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994
216,62	220,20	204,43	205,40	205,64	211,33	210,87	205,62	207,40
217,30	221,50	206,15	206,36	207,01	212,76	221,85	209,81	211,64
0,68	1,30	1,72	0,96	1,37	1,43	10,98	4,19	4,24

39023	39024	39025	39026	39027	39028	39029	39030	39031
RIVET S3	PR4	HALL DES SPORTS	TOLERIE	TENNIS	U2 OUEST	U2 EST	SGTE	MANGIN
213,07	210,40	227,36	217,01	220,00	223,35	222,13	218,28	214,68
213,075	210,440	227,336	217,010	221,989	223,350	222,097	218,279	214,823
866 509,29	865 631,49	865 836,76	865995,47	865 236,28	866 747,82	867 838,48	865381,67	865 853,95
325 734,62	326 898,76	322 222,16	324654,23	323 745,15	322 259,77	322 660,59	324616,27	325 381,24
1994	1994	1994	1 994	1994		1994	1994,00	1994
209,65	206,09	219,97	212,89	214,13	217,72	214,13	214,08	210,76
210,38	209,89	221,94	215,05	218,18	220,47	219,49	215,46	211,87
0,73	3,80	1,97	2,16	4,05	2,75	5,36	1,38	1,11

39032	39033	39034	39035	39036	39037	39038	39039	39040
JAURES CHORIER	MOREL	IMPOT	PZ3 STENDHAL	PZ1 STENDHAL	BISTESI S3	4N	FN	ZN
211,99	212,12	218,33	212,51	212,58	212,20	209,29	208,81	210,31
211,924	212,122	218,503	212,048	212,030	212,250	209,290	208,810	210,310
868 713,03	864 960,89	864 729,28	866 619,95	866 623,78	866 812,99	864 157,00	864 343,60	864 580,00
326 123,48	326 540,34	325 086,82	326 572,00	326 589,70	326 098,71	328 187,00	327 973,90	327 770,00
1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994
209,29	208,56	212,57	207,95	207,91	208,64	203,89	203,63	205,11
211,99	209,90	215,50	209,95	209,98	210,75	204,96	205,07	206,76
2,70	1,34	2,93	2,00	2,07	2,11	1,07	1,44	1,65

39041	39042	39043	39045	39046	39047	39048	39049	39050
22N	GALTIER	P8712	KSTORE	S2 FMA	DELAUNE	BLANCHISSERIE	MOYRAND	VERDUN
210,81	209,23		207,28	213,96	222,45	212,08	212,38	211,27
210,810	209,237	211,646	207,340	214,050	222,450	212,136	212,380	211,400
864158	865 773,61	864 916,40	865 831,18	866 111,39	865 535,20	867 943,59	867 180,37	866 836,35
327755	326 609,73	327 492,40	326 399,38	325 571,10	321 184,00	326 202,94	325 573,91	326 484,64
1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994
205,09	207,32	206,16	208,25	209,85	222,26	208,68	210,94	208,12
207,19	208,59	207,44	208,81	211,45	223,00	212,08	211,23	209,42
2,10	1,27	1,28	0,56	1,60	0,74	3,40	0,29	1,30

39052	39053	39054	39055	39056	39057	39058	39059	39060
MICHELET	PERROT PONSARD	VOIE 302	RONDEAU	U2 OUEST (2)	HP1	HP2	HP3	HP4
211,28	213,64	218,50	225,85	223,10	222,06	222,89	223,35	223,31
211,282	213,640	218,50	225,85	223,100	222,06	222,89	223,35	223,31
865 462,86	867 275,81	867465,94	865162,87	866 745,87	867 553,03	867 553,34	867 548,07	867 543,00
326 360,53	325 072,37	323 378,530	323 004,79	322 260,06	322 621,21	322 628,41	322 616,47	322 616,89
1992	1992	1992,00	1992	1992	1992	1992	1992	1992
208,87	211,84	215,80	218,95	219,08	217,95	218,09	217,95	217,96
209,30	212,10	216,51	219,95	220,50	218,96	218,94	218,93	218,93
0,43	0,26	0,71	1,00	1,42	1,01	0,85	0,98	0,97

39061	39062	39063	39064	39065	39066	39067	39068	39069
HP5	HP6	P 9102	P92	REYMOND	BROCHERIE	FER A CHEVAL	CRYPTTE	GEOCHARLES
223,23	223,09	208,87	206,31	212,03	213,91	212,59	209,12	229,94
223,23	223,09	208,87	206,31	212,03	213,91	212,59	209,12	229,94
867 532,92	867 513,82	863 890,32	863 388,00	866 891,90	866 665,83	866 806,05	866 754,55	864 421,90
322 617,36	322 618,73	328 536,92	328 537,00	326 995,52	326 971,64	326 889,21	326 951,64	321 854,20
1992	1992	1992	1992	1994	1994	1994	1994	1994
217,98	217,93	202,86	0,00	207,85	207,64	208,13	0,00	221,31
218,93	219,01	202,97	0,00	208,79	207,76	208,75	0,00	223,30
0,95	1,08	0,11	0,00	0,94	0,12	0,62	0,00	1,99

39070	39071	39072						
EUROPOLE	VIGNY MUSSET	EVECHE		AUBERGE DE JEUNESSE	BISTESI S1	BISTESI S4	BOULODROME P124	E.de MARCIEU
206,00	219,90	211,93		227,96	212,03	212,04	210,31	211,26
206,00	219,90	211,93		NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM
865 288,19	866 374,01	866 772,51						
326 700,15	323 944,04	326 964,32						
1994	1994	1996			1979			
208,60	215,70	207,83	0,00	220,39	208,61	208,62	204,06	207,31
208,77	216,56	207,92	0,00	221,62	210,27	211,01	207,73	211,26
0,17	0,86	0,09	0,00	1,23	1,66	2,39	3,67	3,95

LA BRUYERE	CUVIER	MUNISTADE	PISCINE	RIVET S4	QUAIS S1	QUAIS S3	QUAIS S4	GEG
218,07	213,27	213,32	212,26	213,39	211,07	209,40	209,53	211,65
NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM
214,97	209,62	209,82	210,74	209,13	206,65	203,14	202,96	204,96
215,84	211,01	211,79	211,53	211,83	209,92	207,00	206,86	207,21
0,87	1,39	1,97	0,79	2,70	3,27	3,86	3,90	2,25

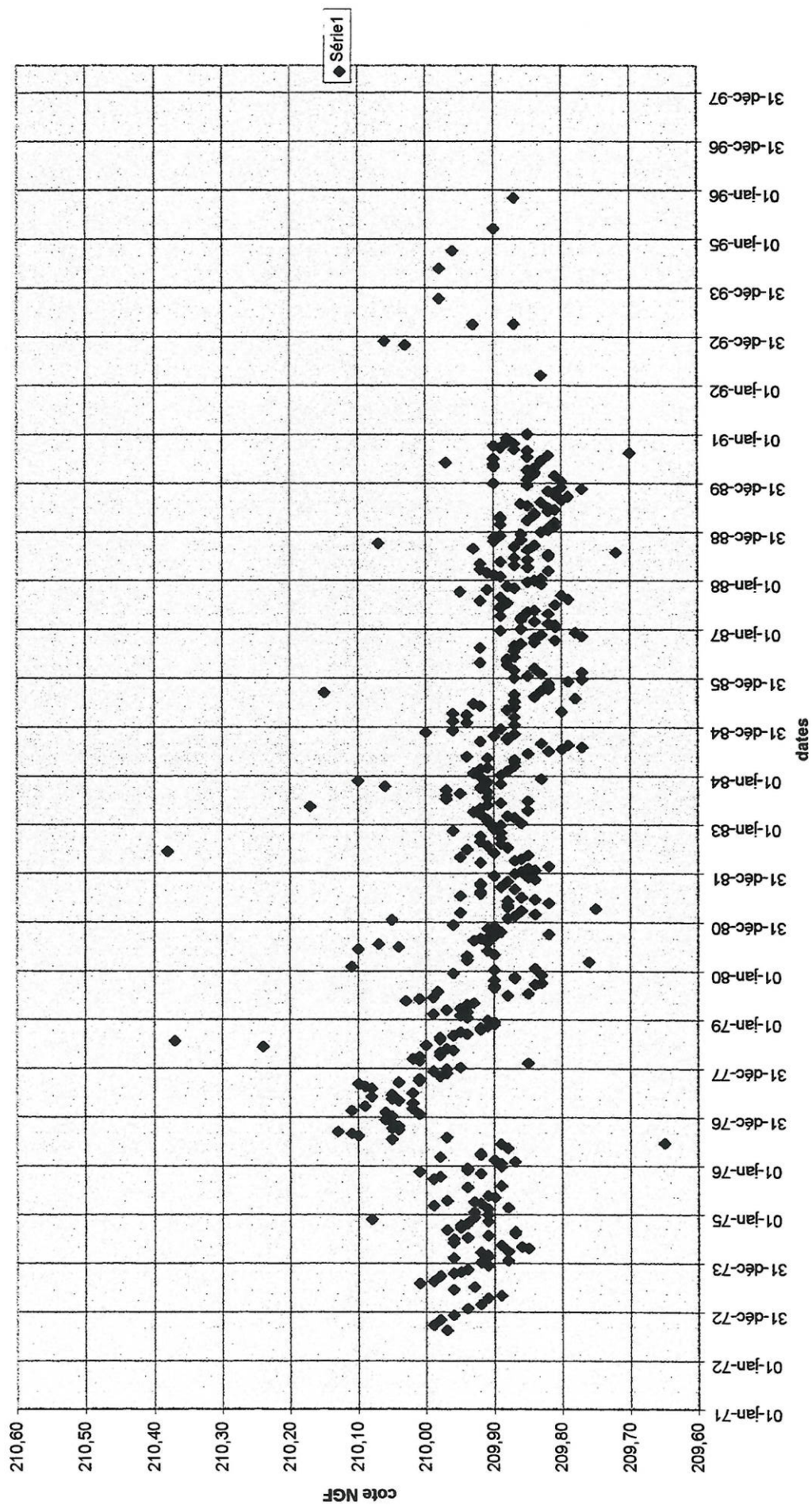
SDM	SOFITEL 1	SOFITEL 2	SOFITEL 3	SWD 2	TEYSSEIRE	S2 VAUCANSON	S3 VAUCANSON	PUITS VAUCANSON
216,10	220,70	220,71	220,61	211,55	215,31	211,18	211,14	211,51
NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM
212,18	217,18	217,19	217,32	207,15	212,38	206,55	206,40	206,88
213,77	219,50	218,40	217,95	209,64	212,84	209,67	209,21	209,26
1,59	2,32	1,21	0,63	2,49	0,46	3,12	2,81	2,38

PZ1 VAUCANSON	VFD ILE VERTE	VILLEBOIS	PZ2 STENDHAL	PZ4 STENDHAL	B LAFAYETTE	C LAFAYETTE	P1 ALLIES	JOUHAUX
211,55	214,40	212,60	212,52	212,70	211,84	211,02	217,98	215,33
NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRM
206,79	207,78	209,78	208,49	208,51	207,71	207,85	214,39	212,37
209,82	212,24	210,64	209,74	209,86	211,84	210,42	214,83	213,73
3,03	4,46	0,86	1,25	1,35	4,13	2,57	0,44	1,36

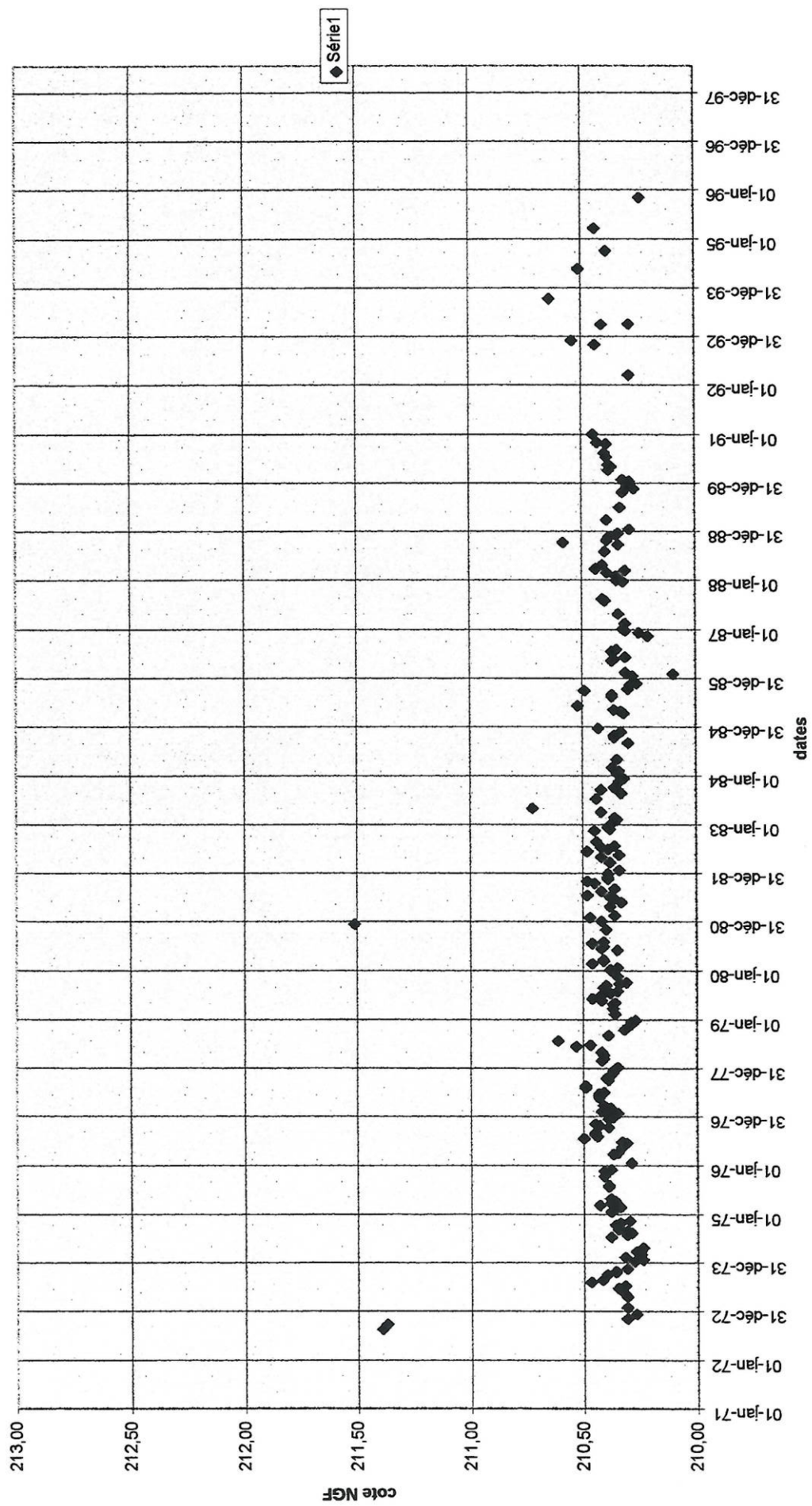
JEAN BART	Gd CHATELET	PONT CARPIN	
212,93	212,69	212,18	
NON CONFIRM	NON CONFIRM	NON CONFIRME	
211,27	209,46	209,17	
211,80	212,69	210,45	
0,53	3,23	1,28	

Graphique Graphique 29

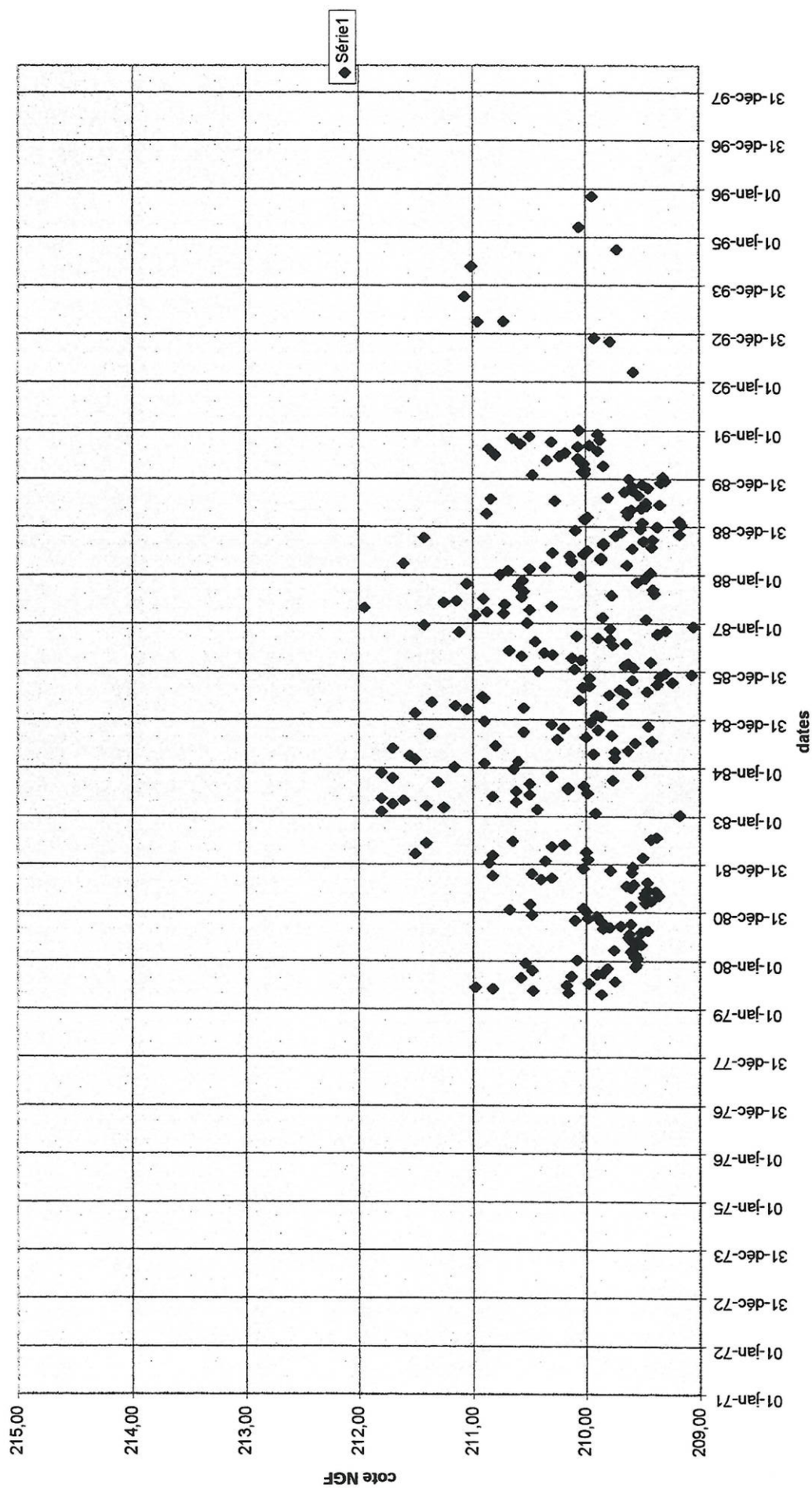
RIVET S3
2,3



Ferrié-Marceau



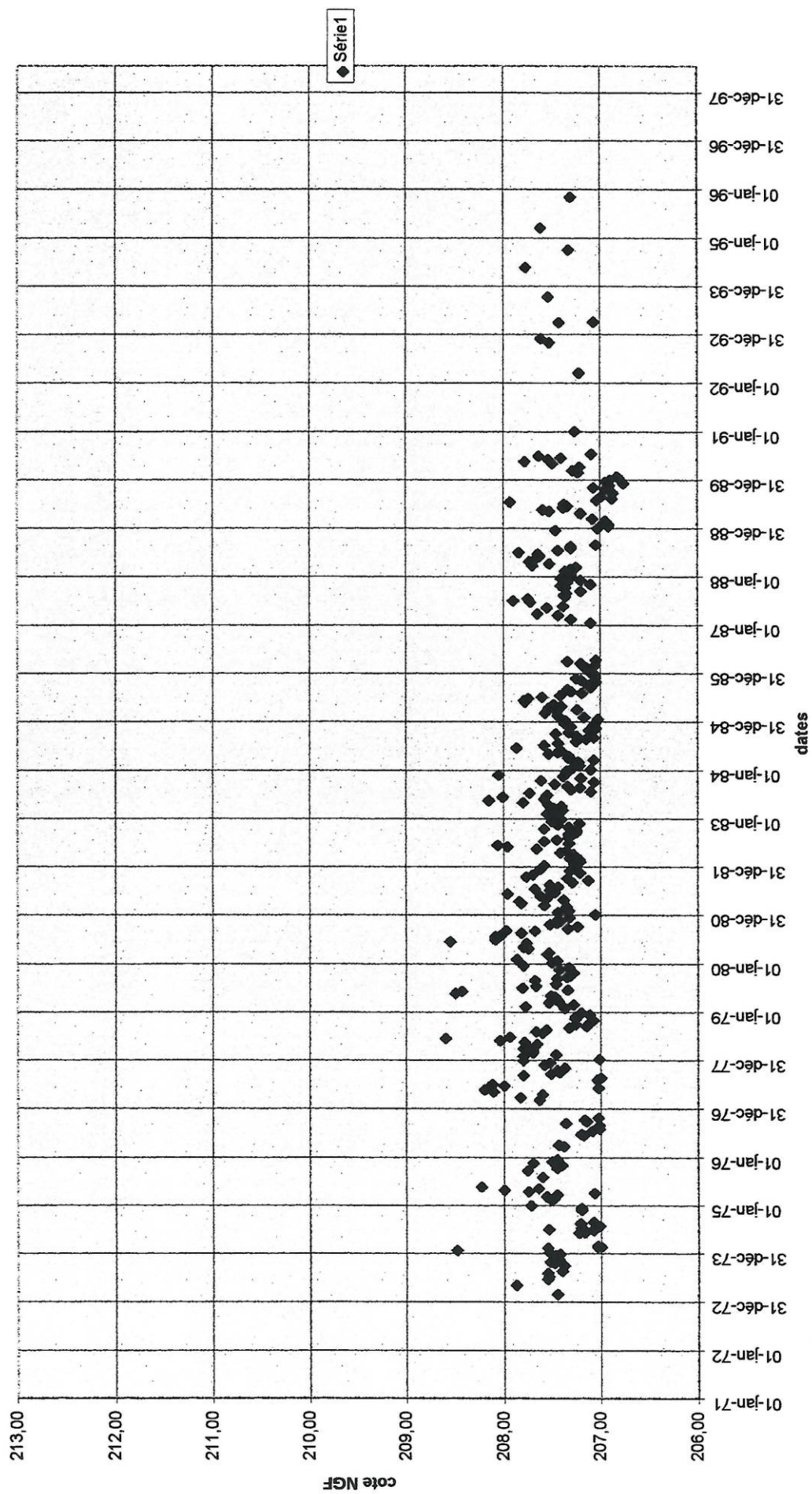
HOCHÉ



Graphique Graphique 4

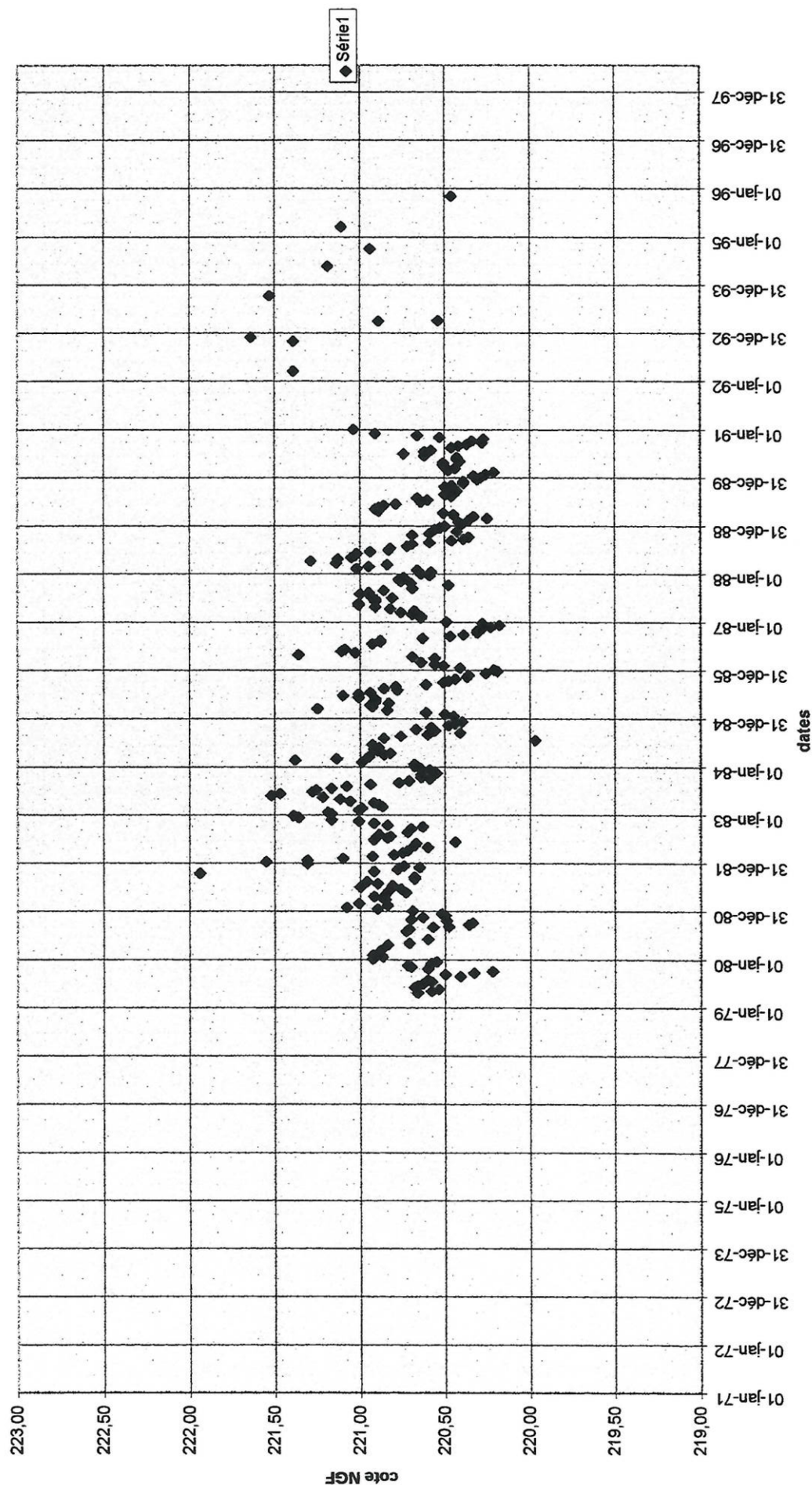
PHILIPPE VILLE NORD

9



HALL DES SPORTS

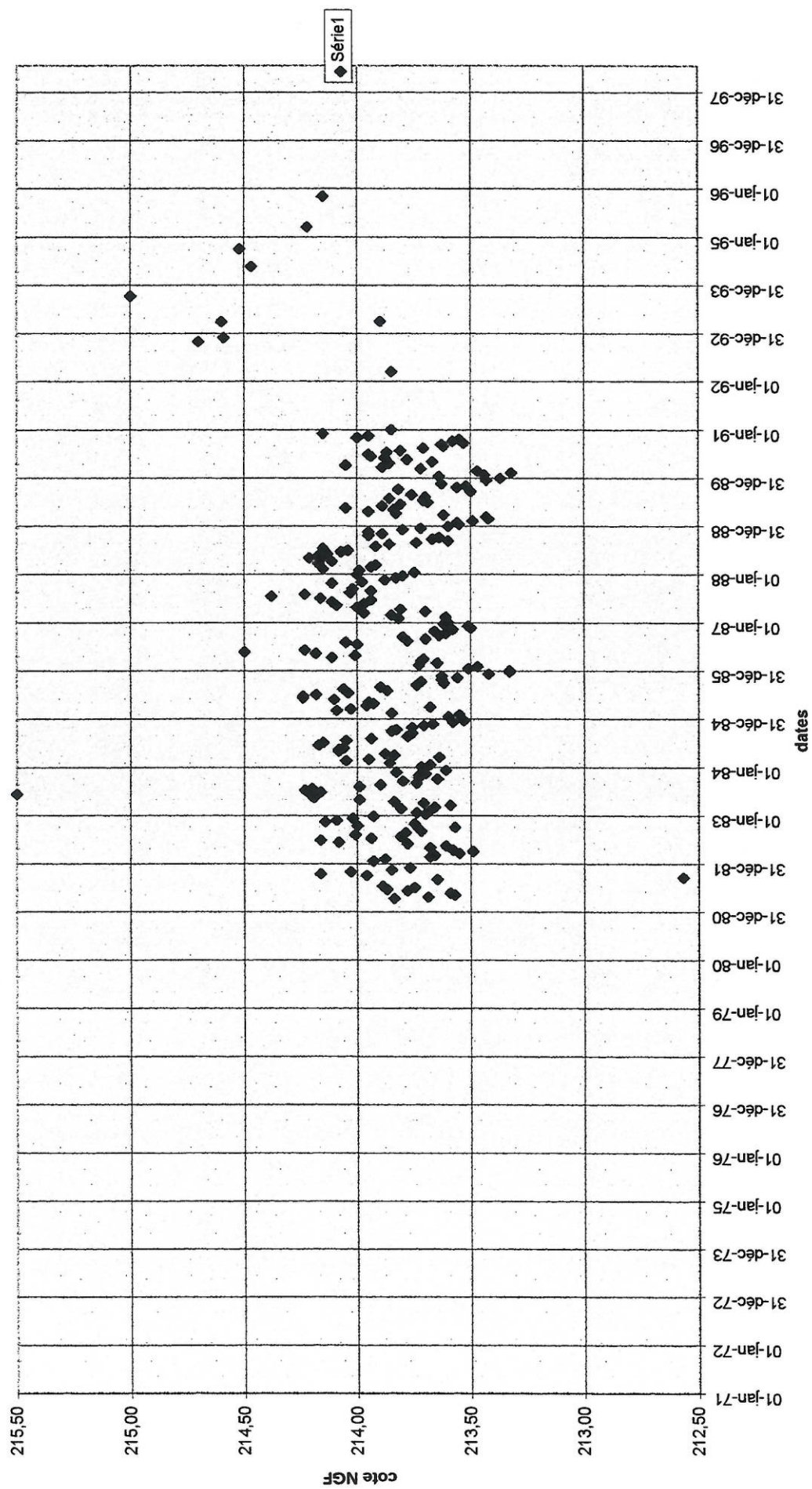
25



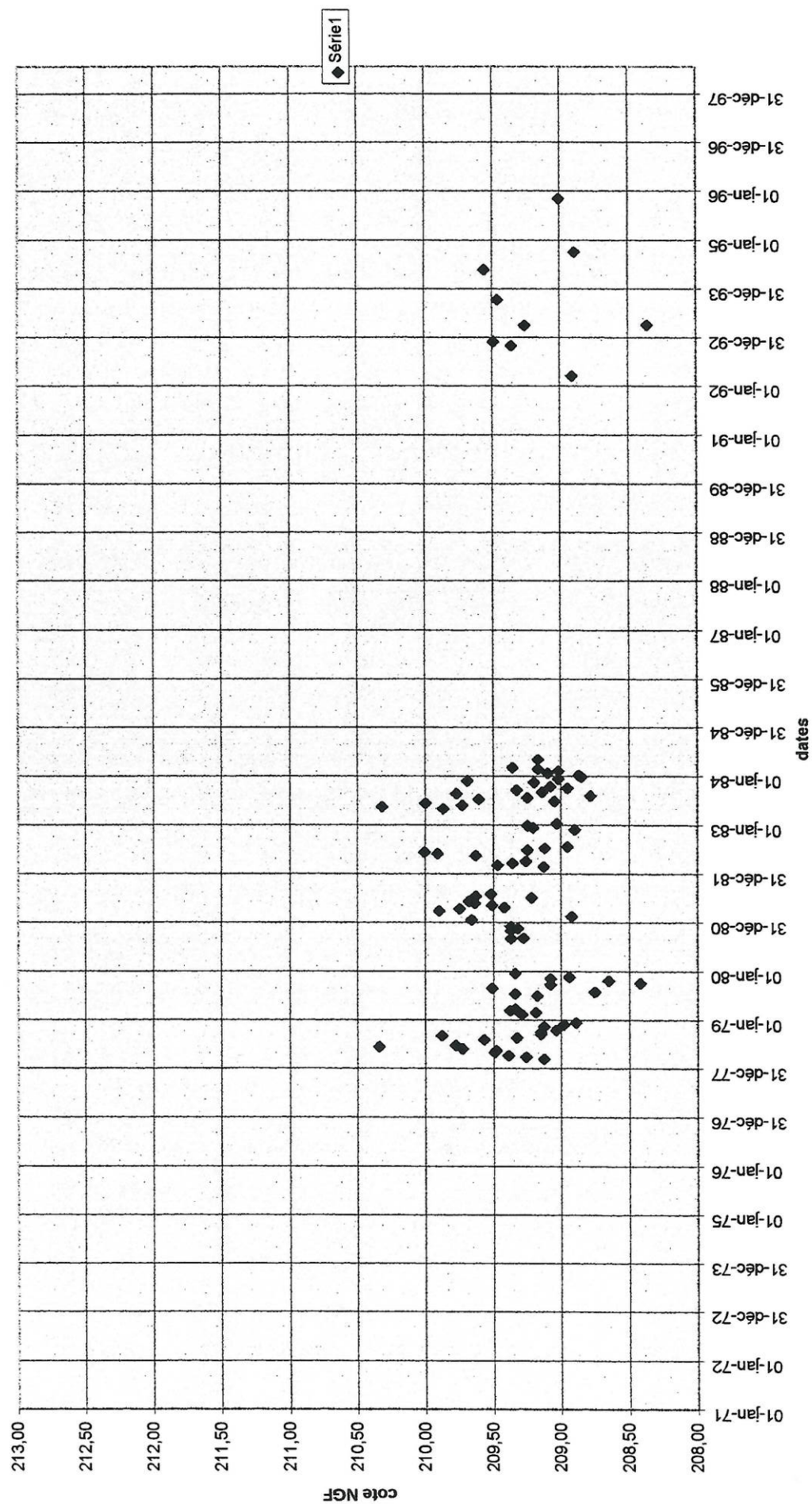
Graphique Graphique 7

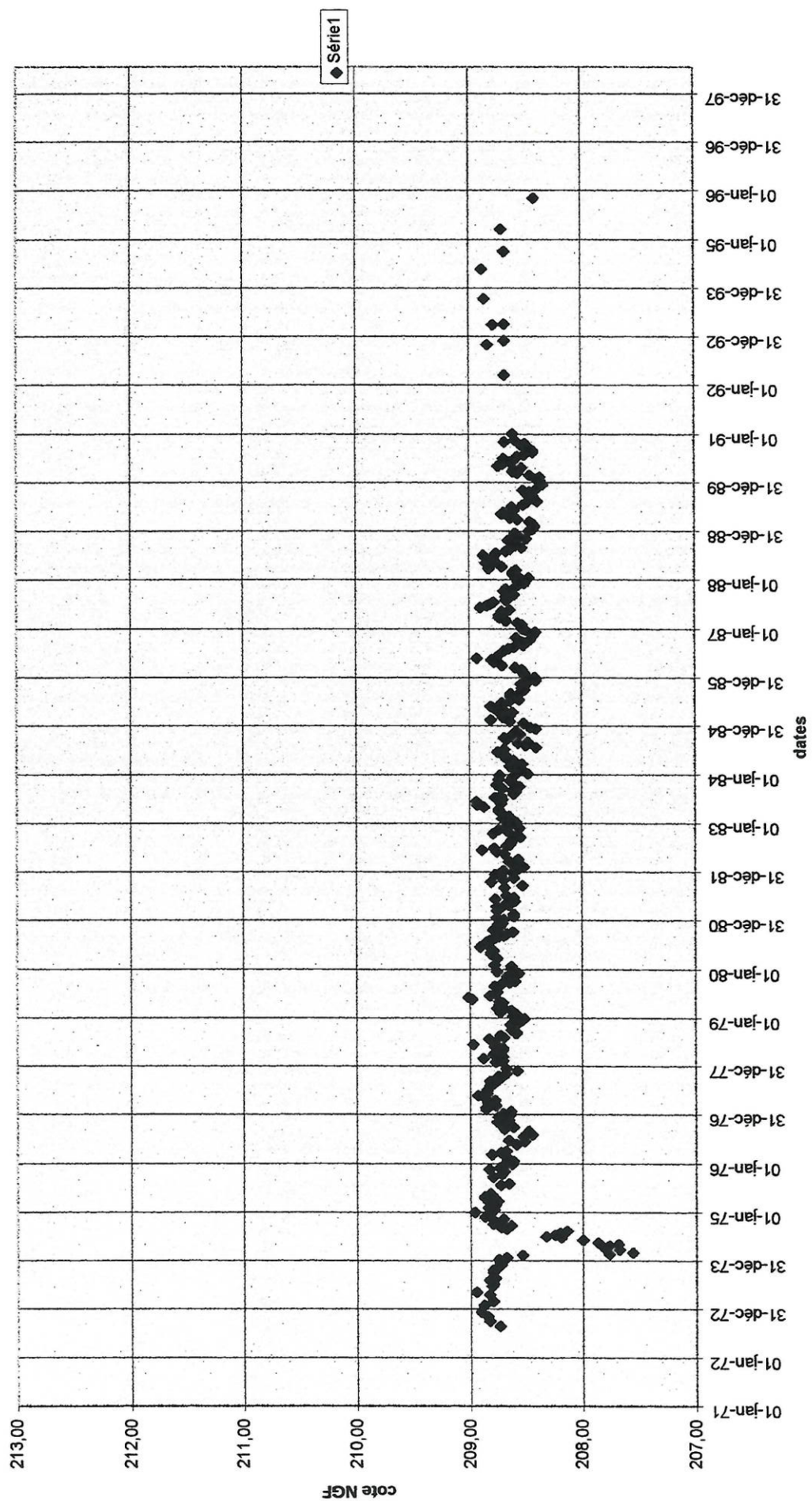
IMPOTS

34

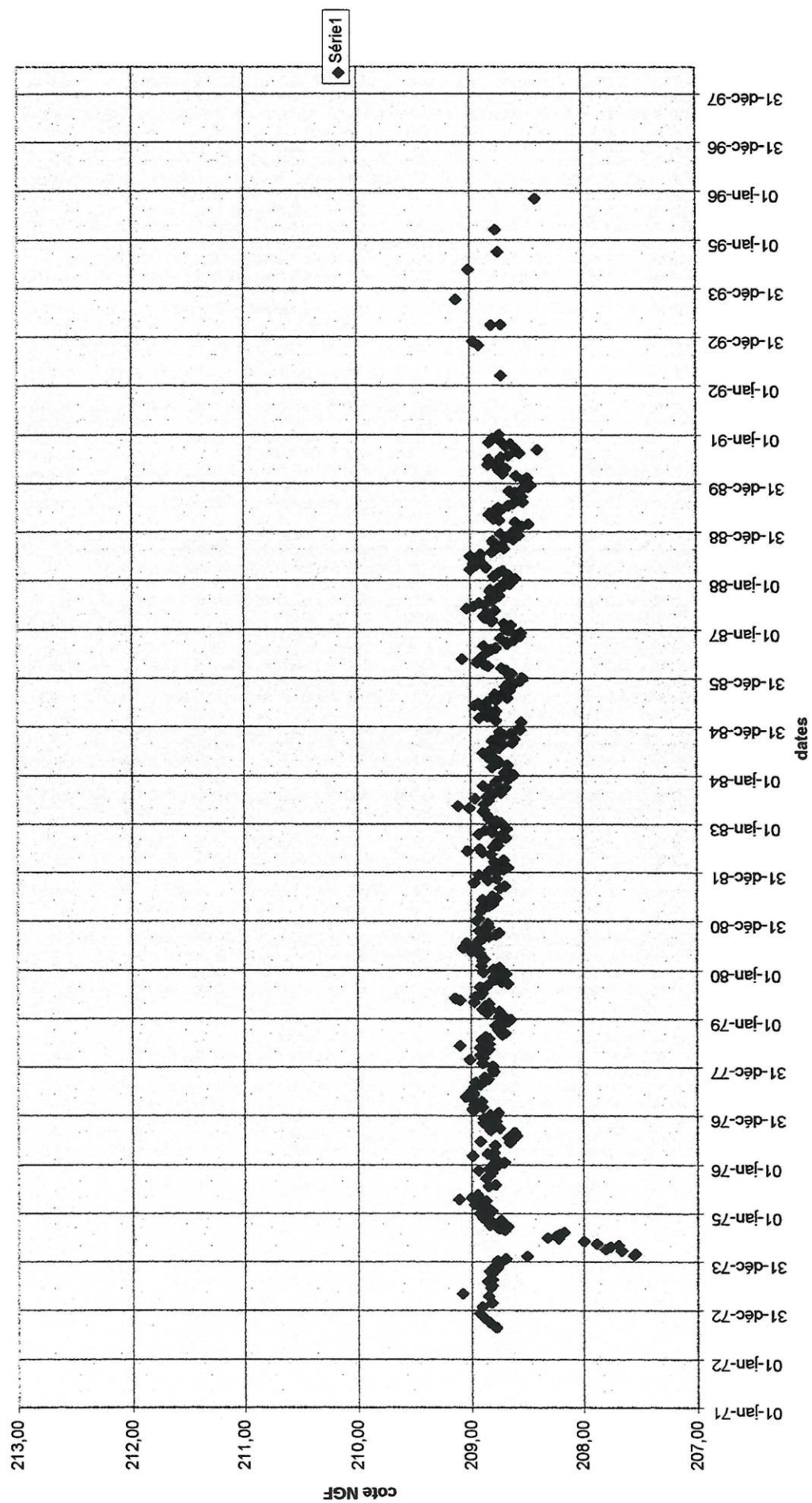


MUTALITE

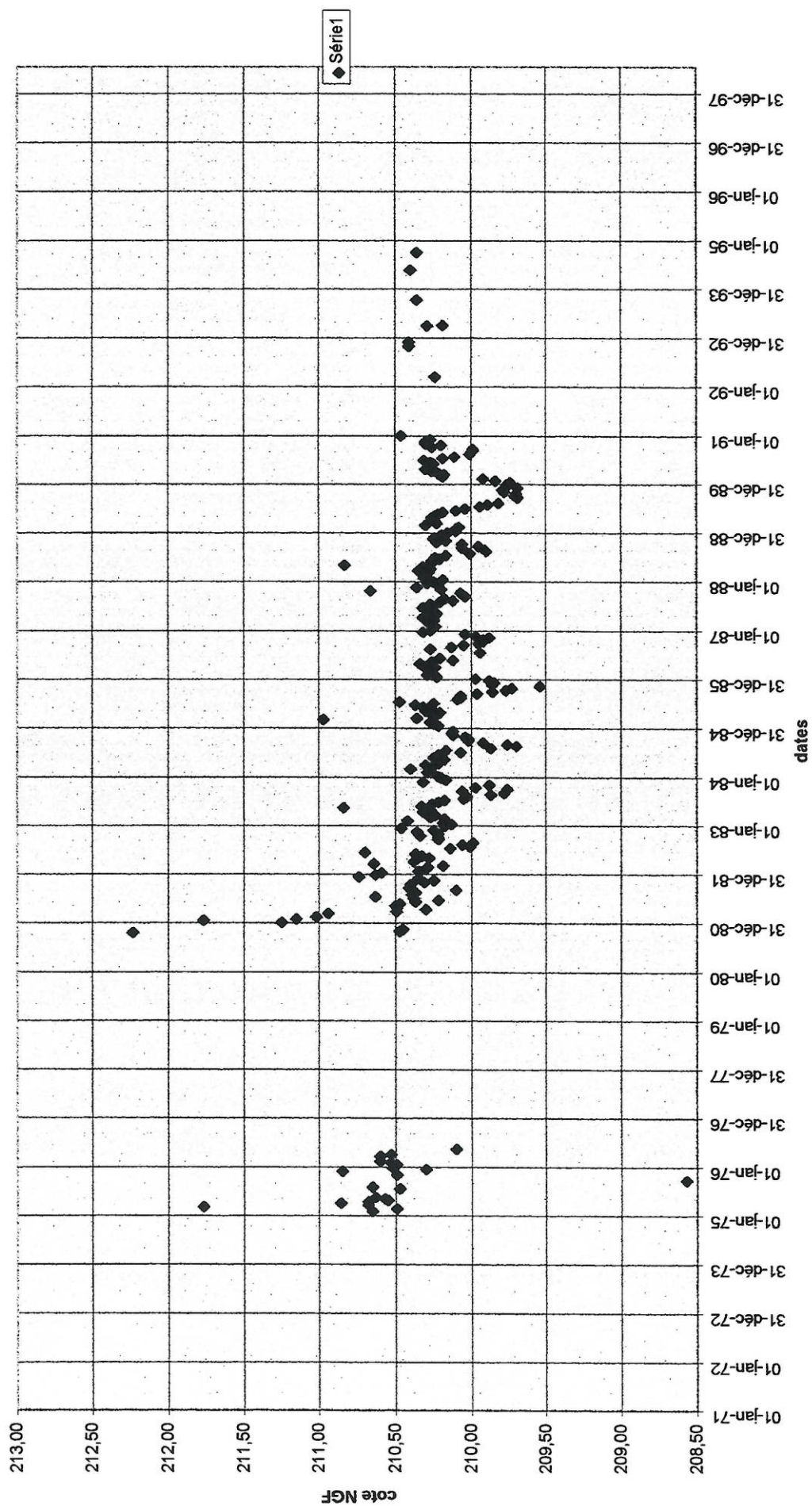




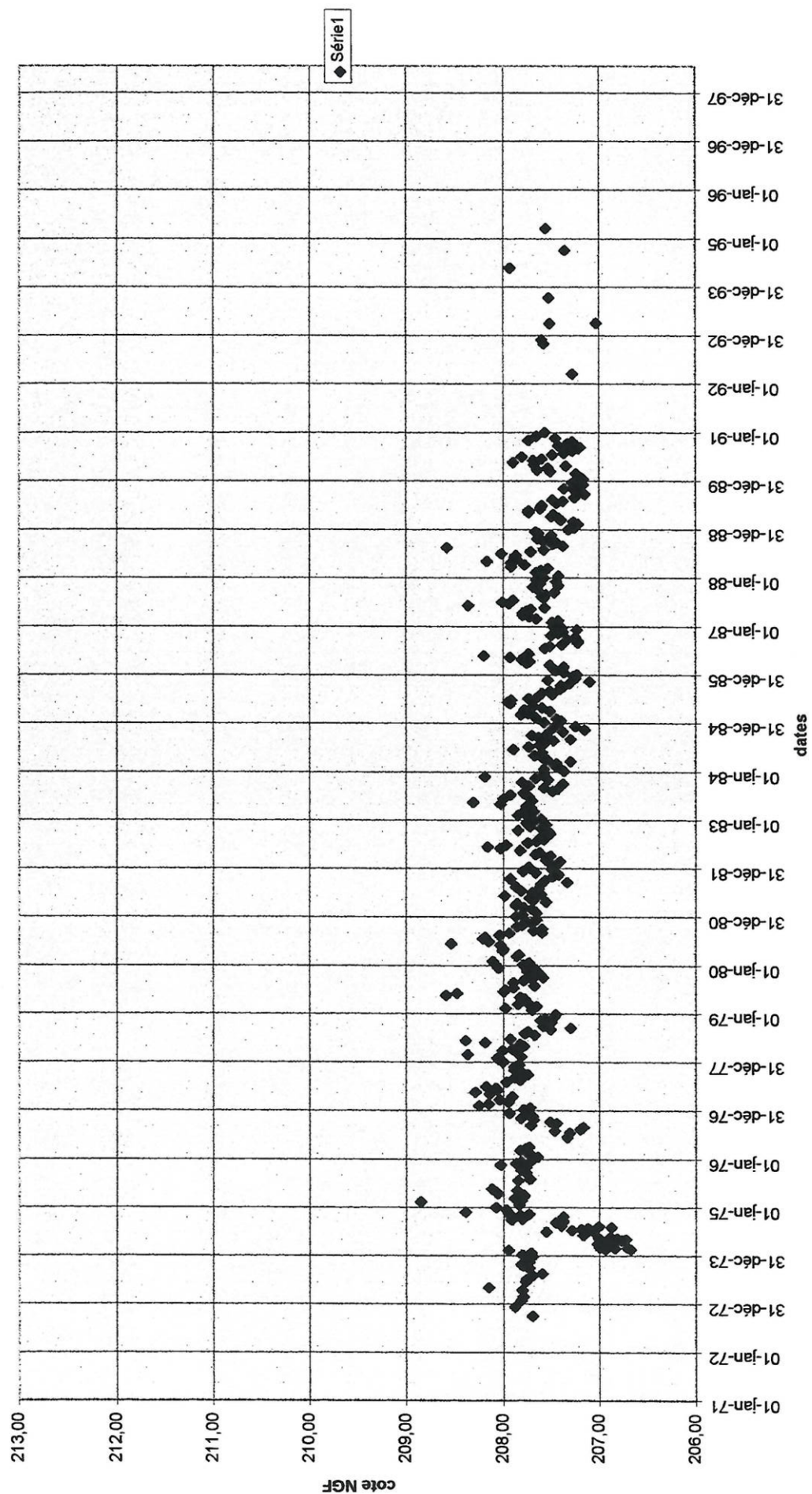
S6



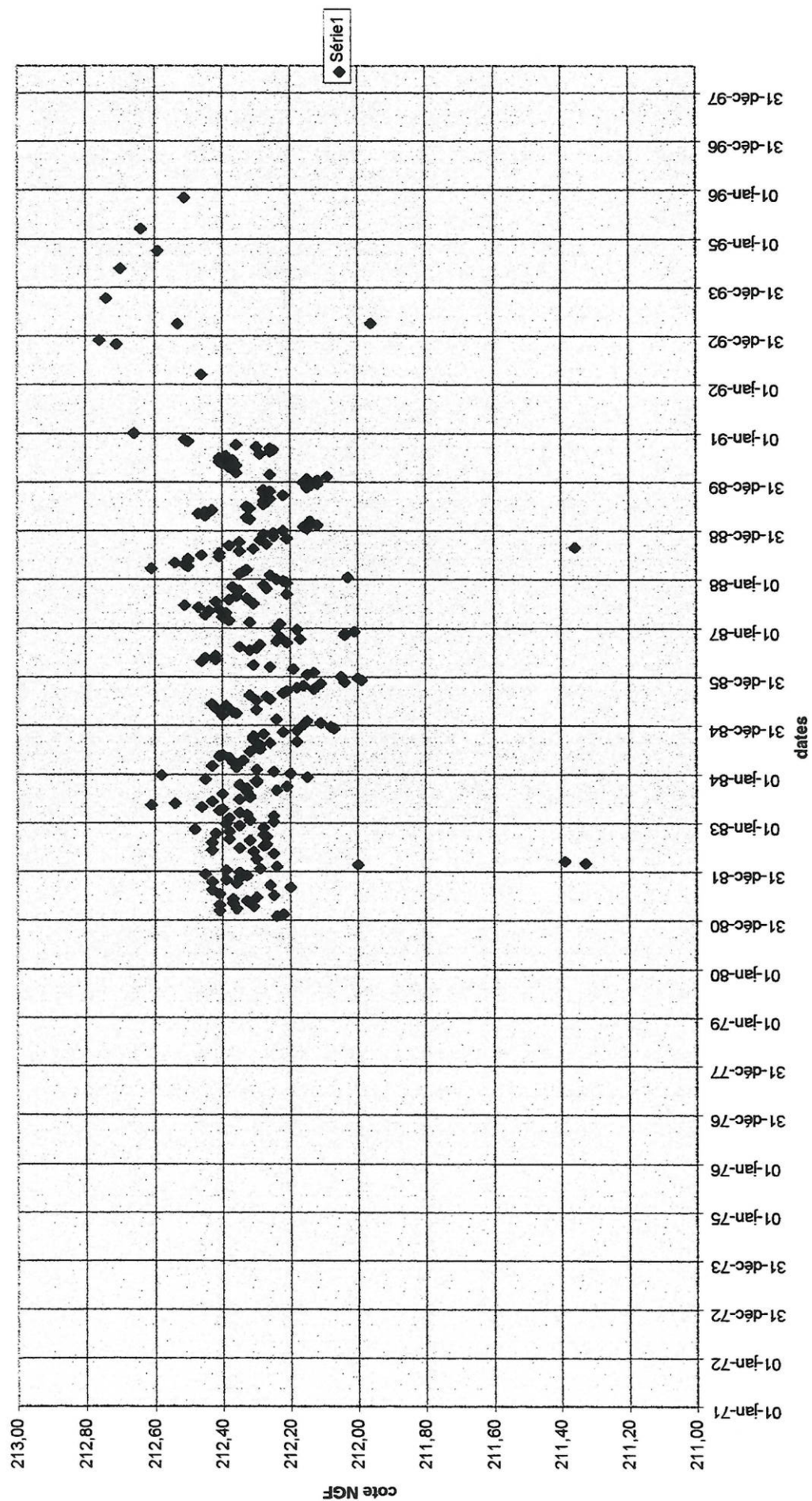
VALES



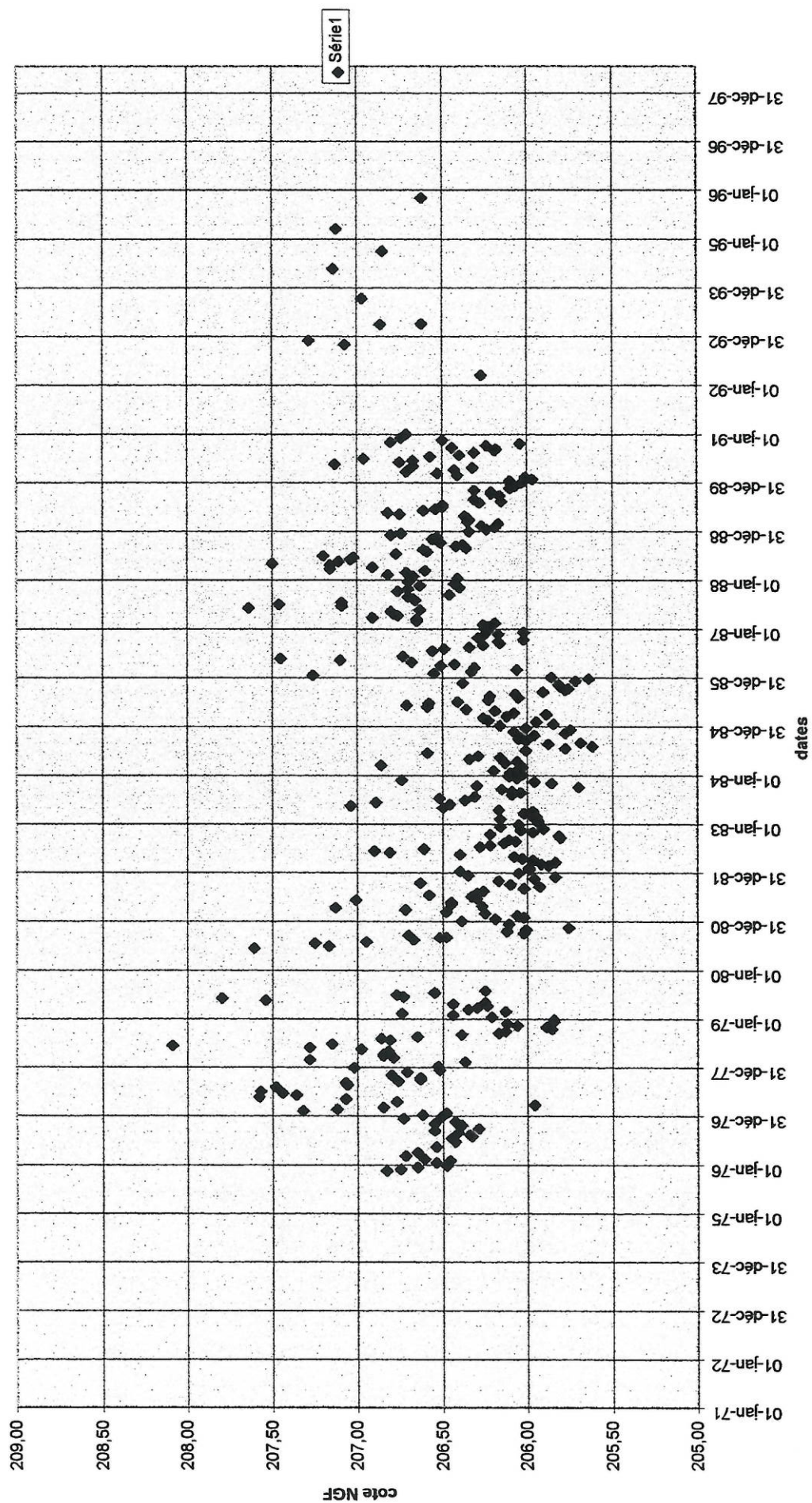
PHILIPPE VILLE SUD



PLEIN JOUR

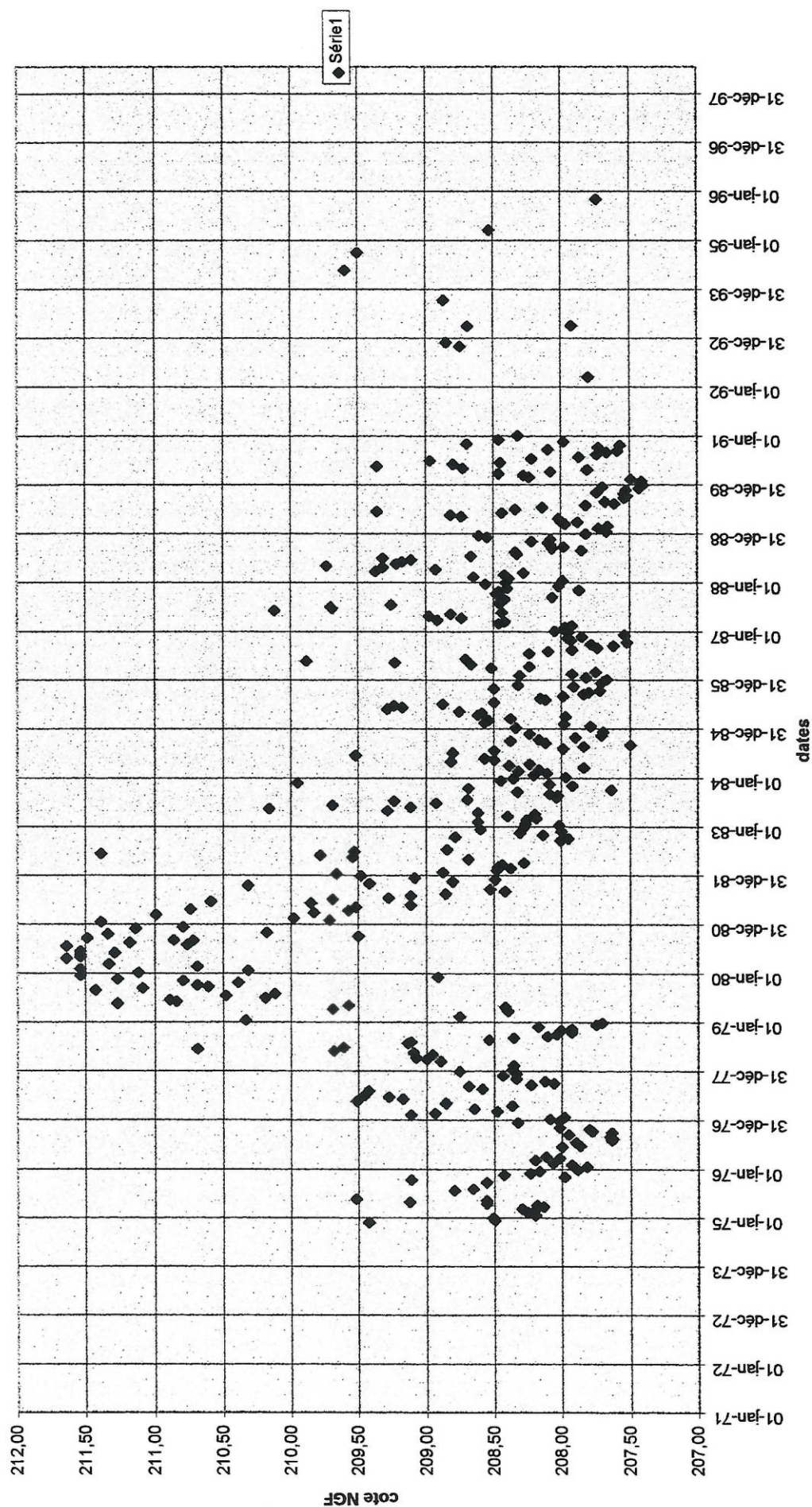


QUAI S2

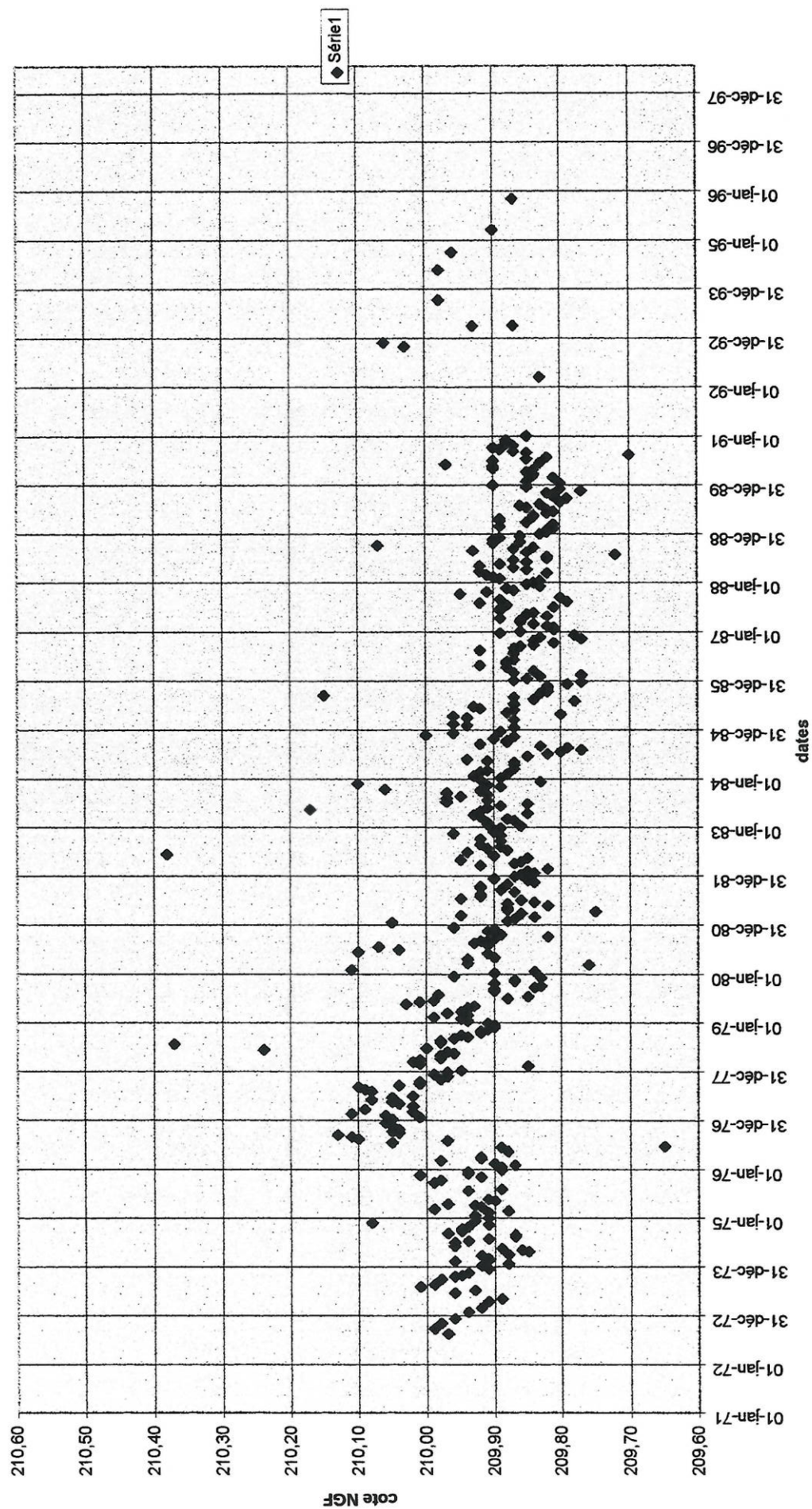


Graphique Graphique 28

BIZANET

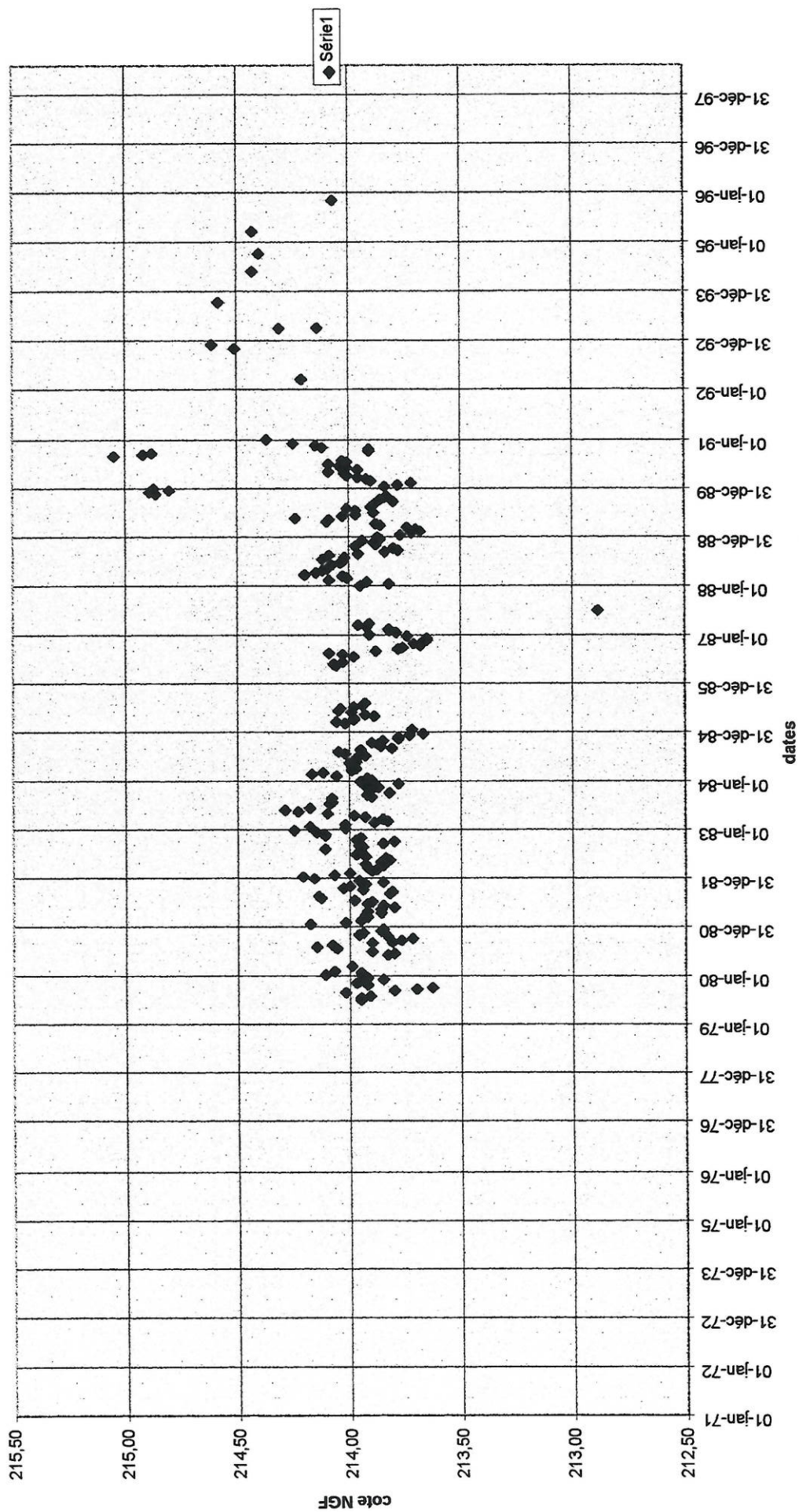


RIVET S3

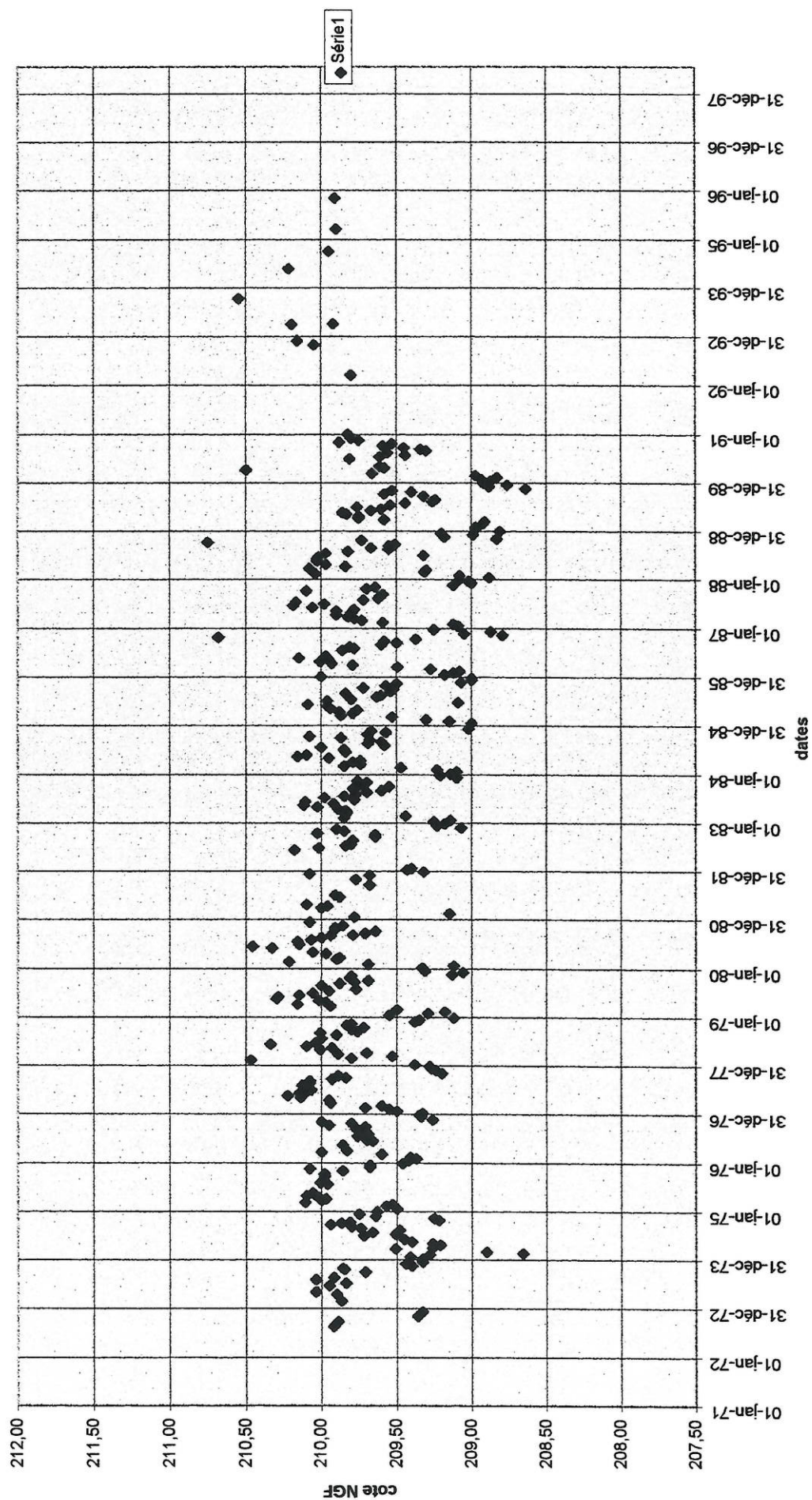


Graphique Graphique 31

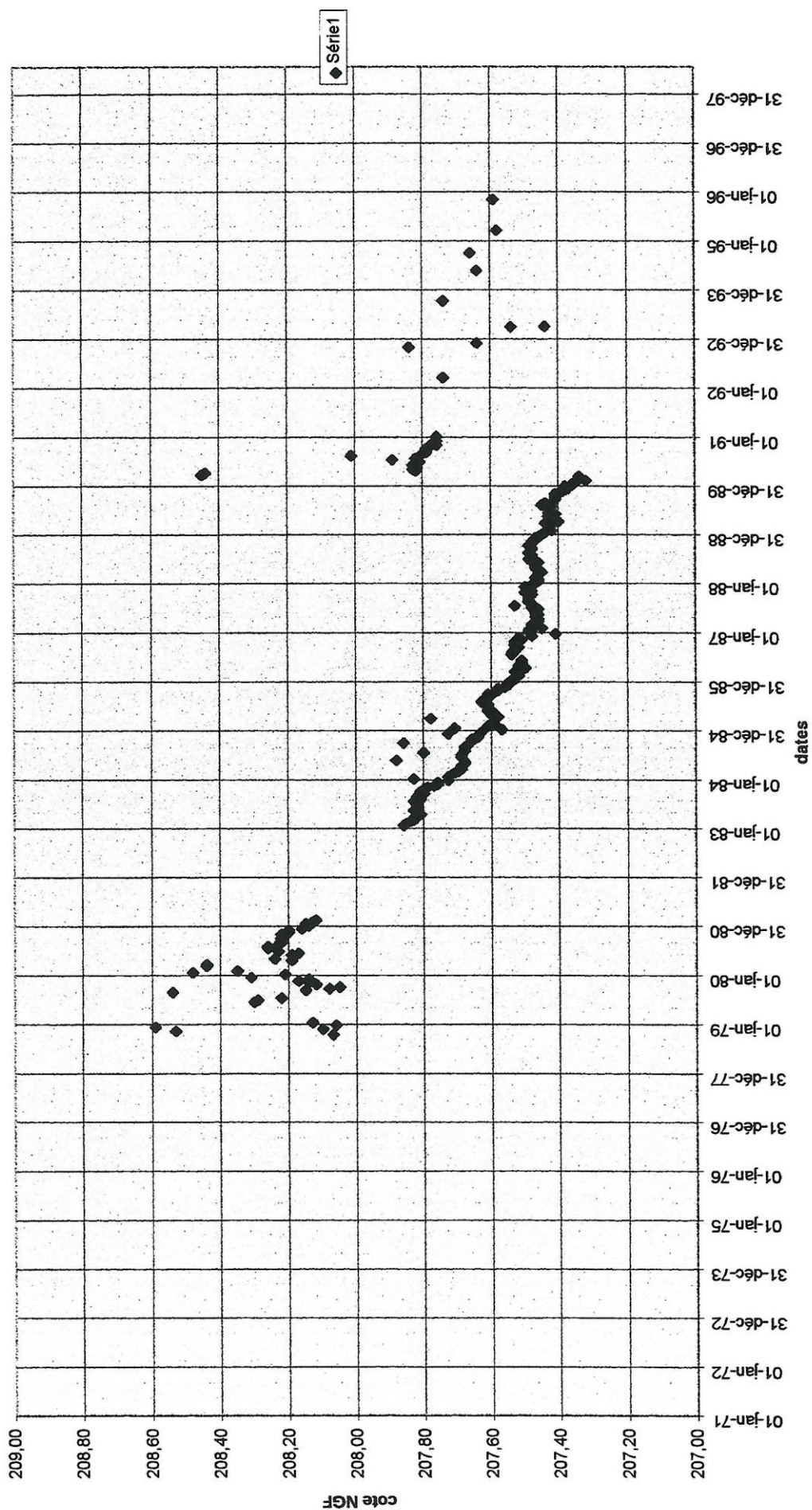
TOLERIE



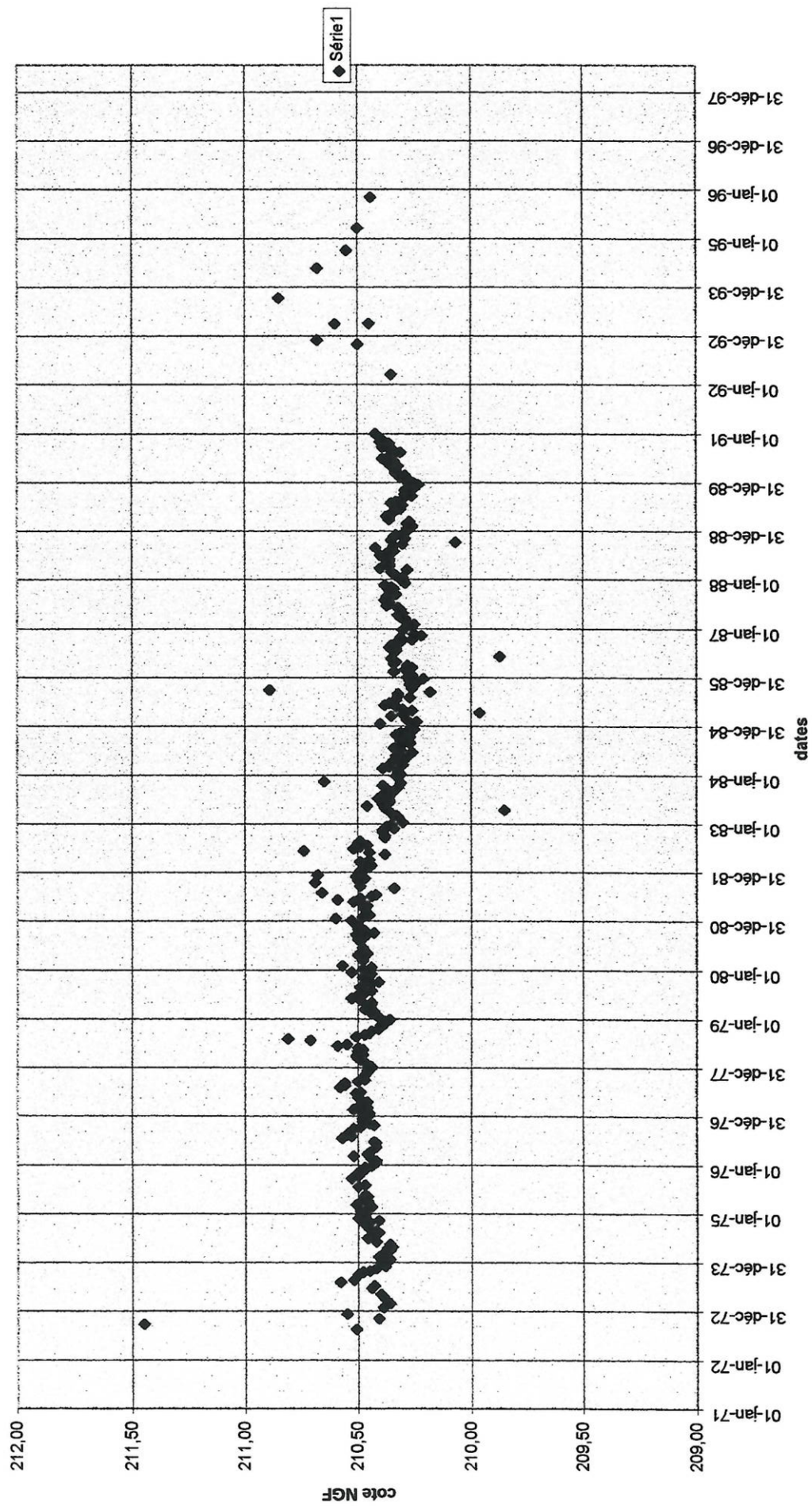
BISTESI S3



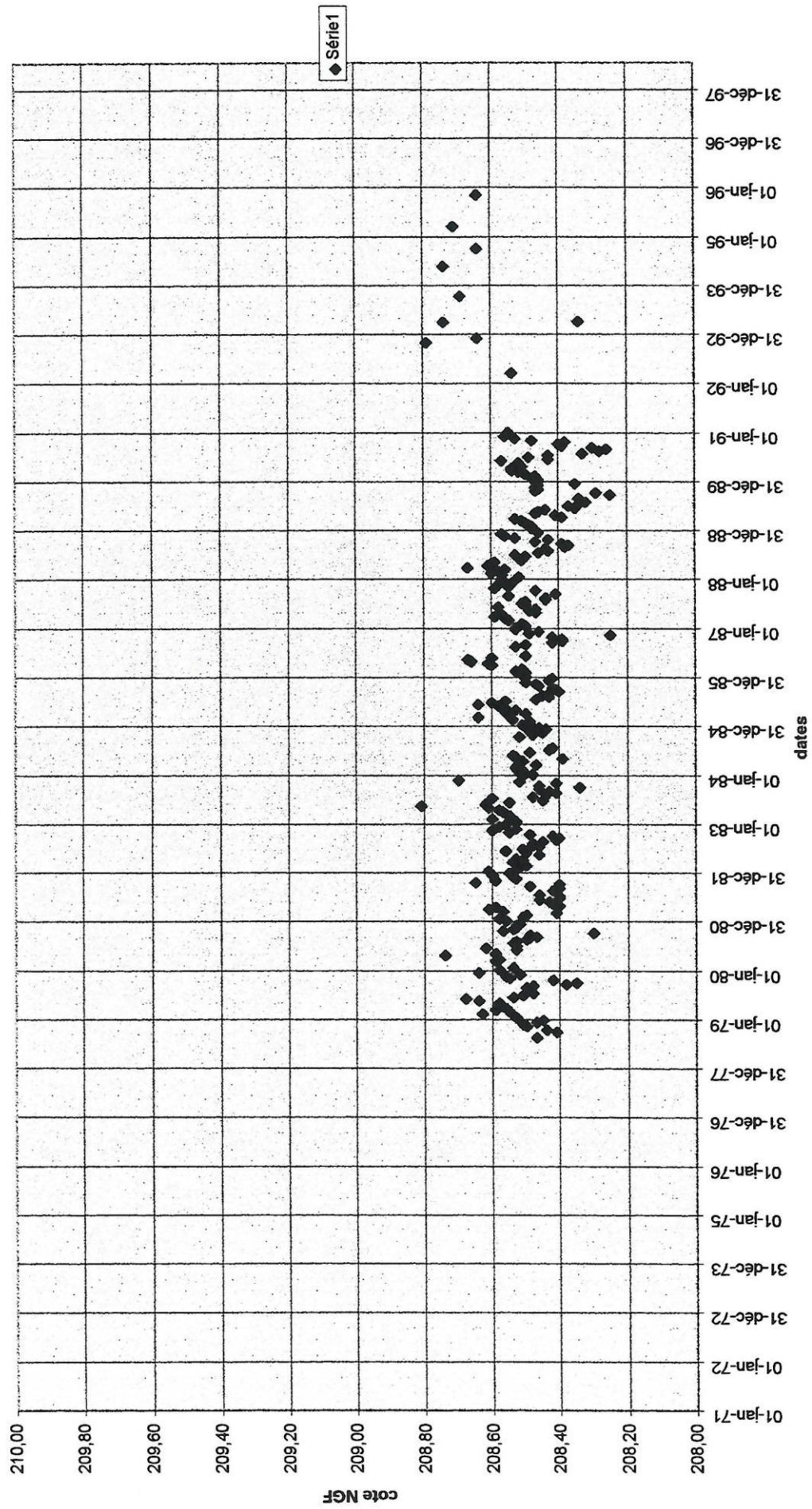
GALTIER



S2 FMA

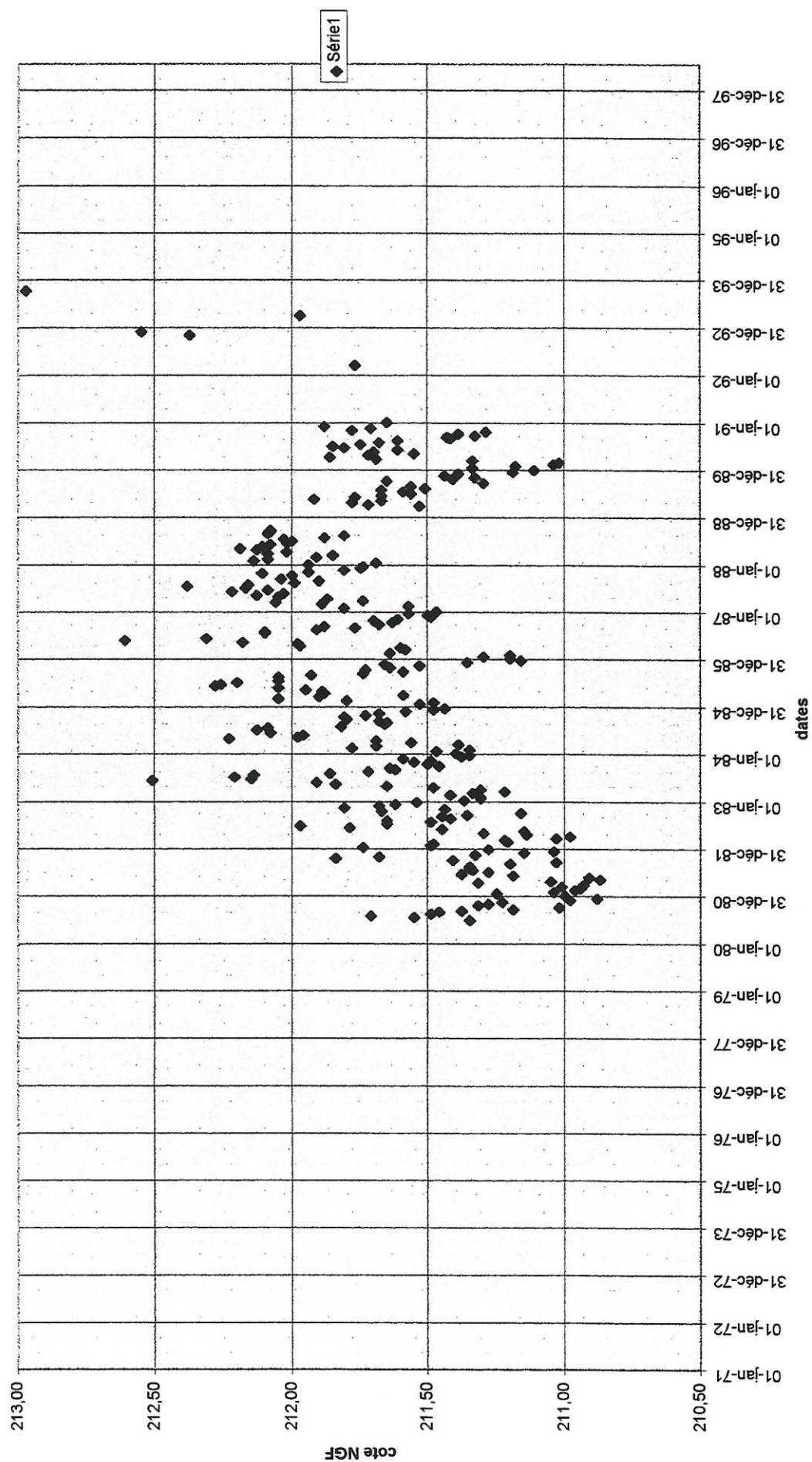


KSTORE

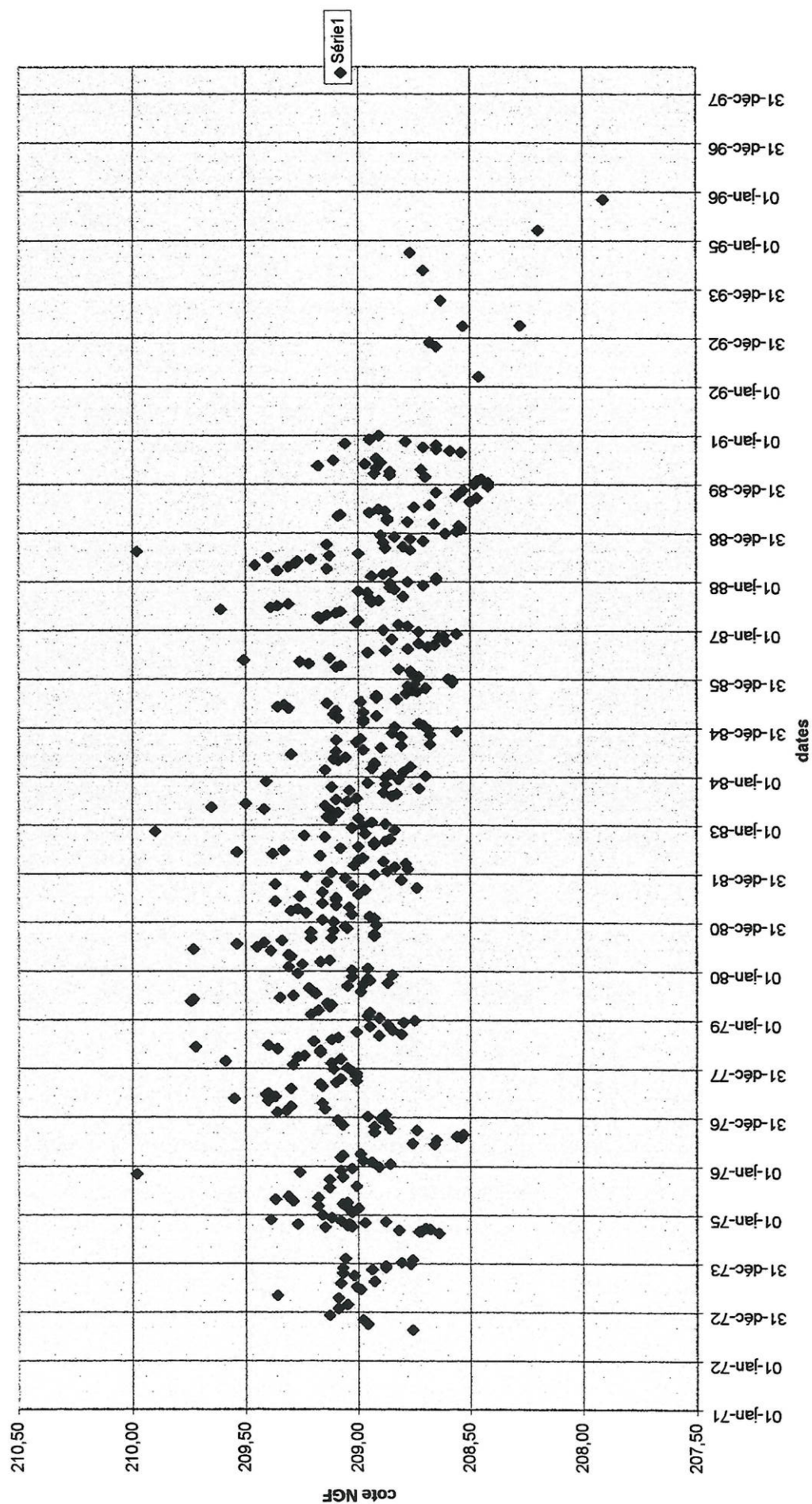


Graphique Graphique 5

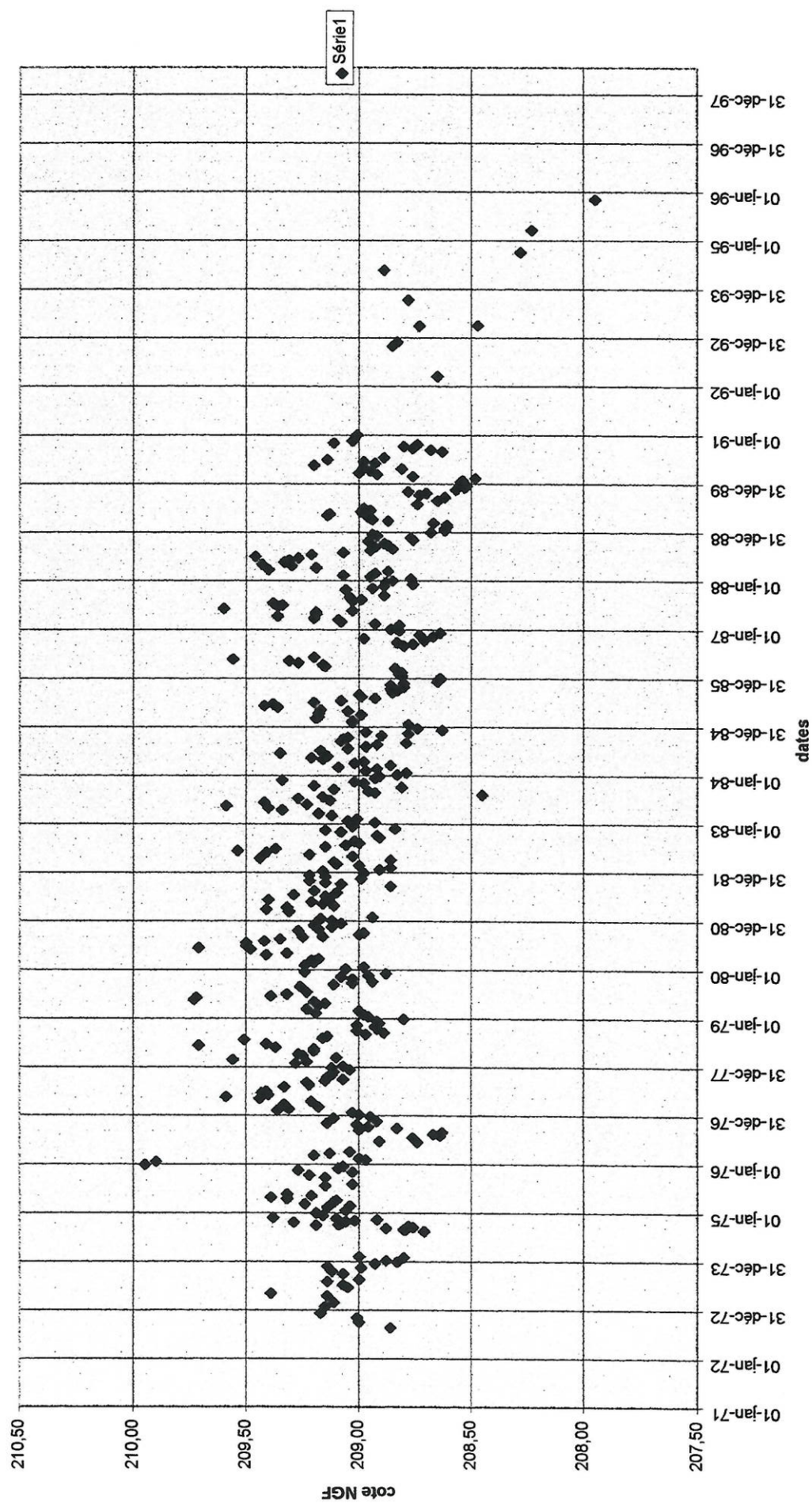
CEMOI



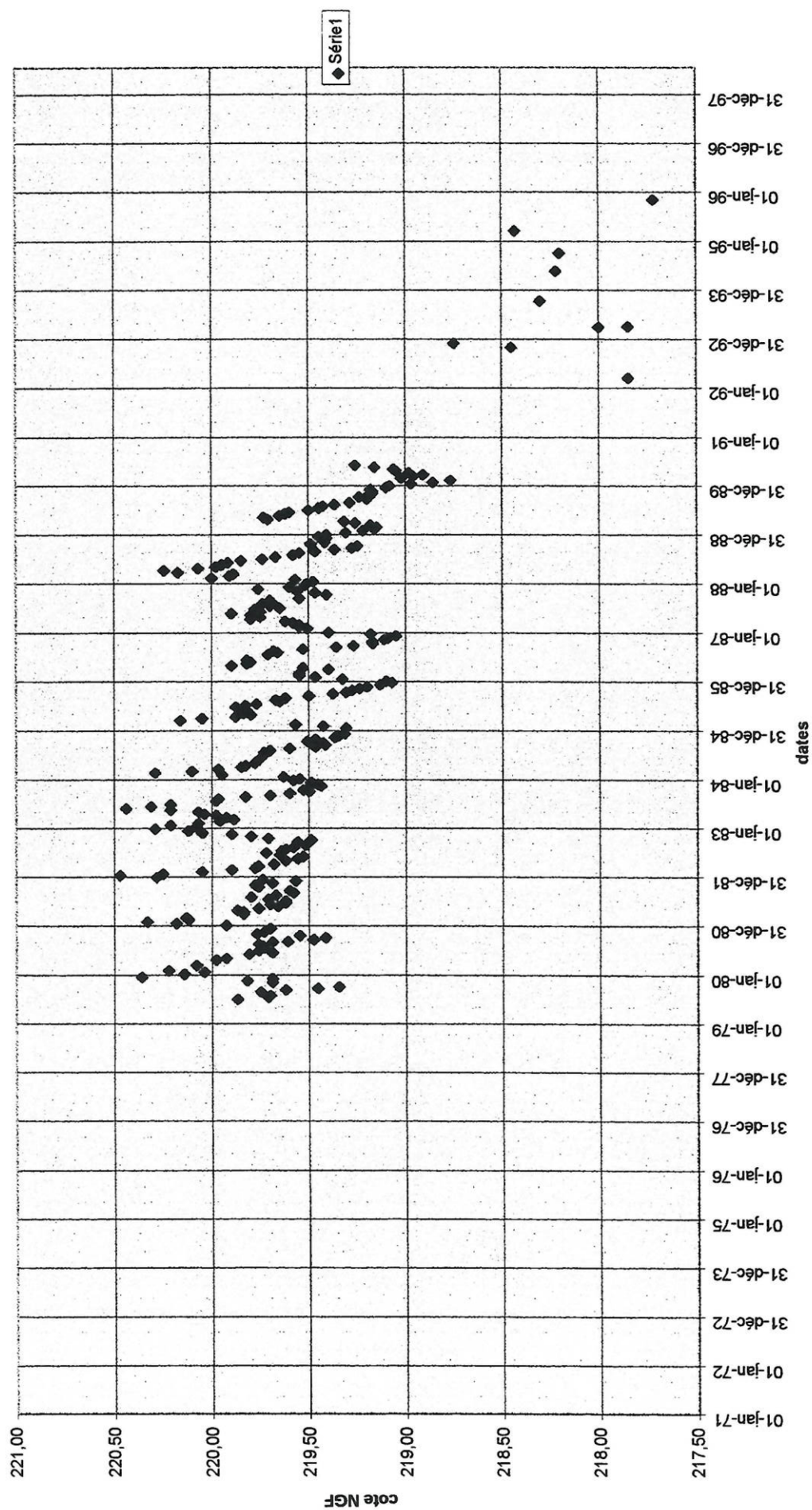
PZ1 STENDHAL



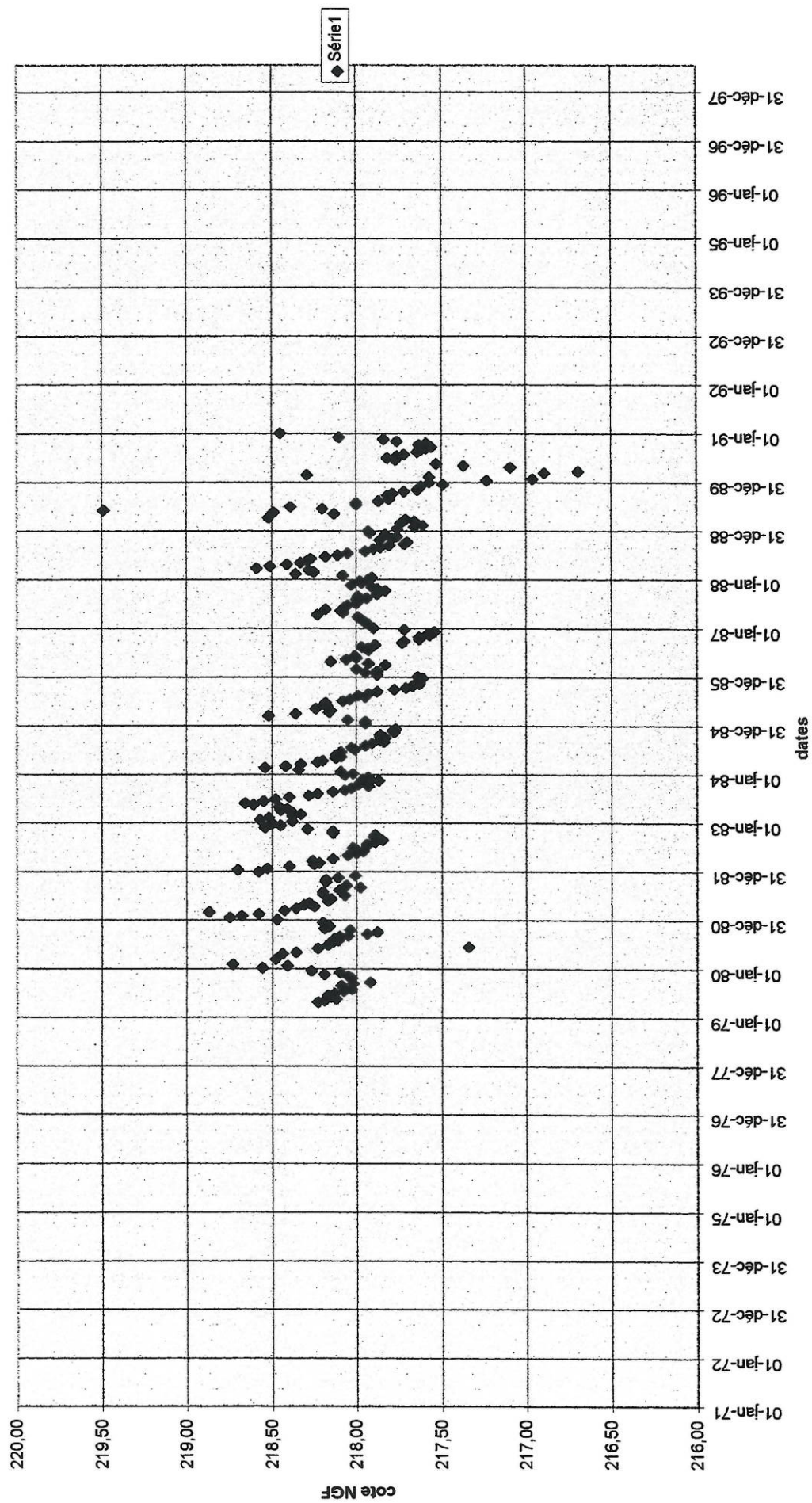
PZ3 STENDHAL



U2 OUEST

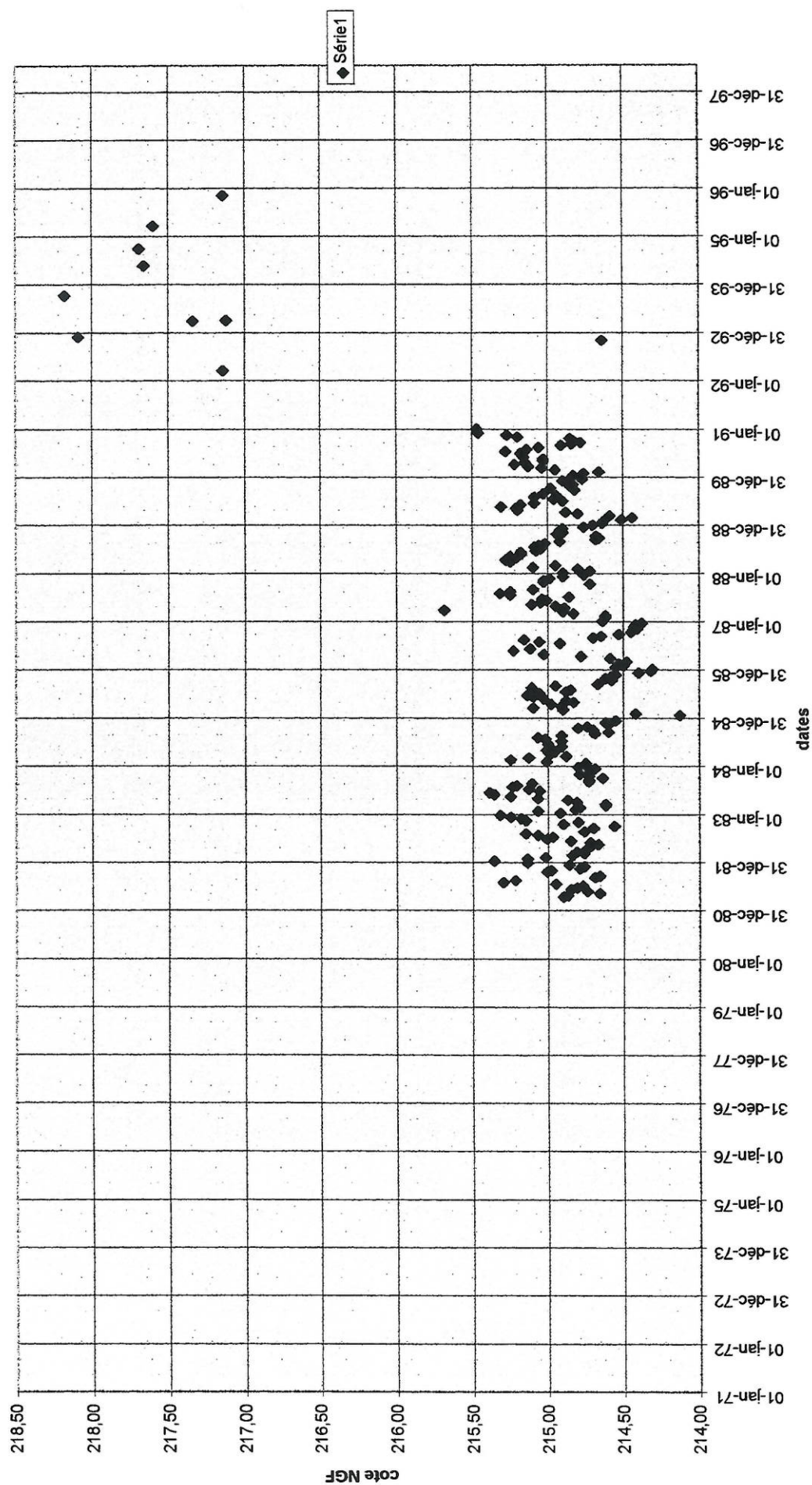


U2 EST

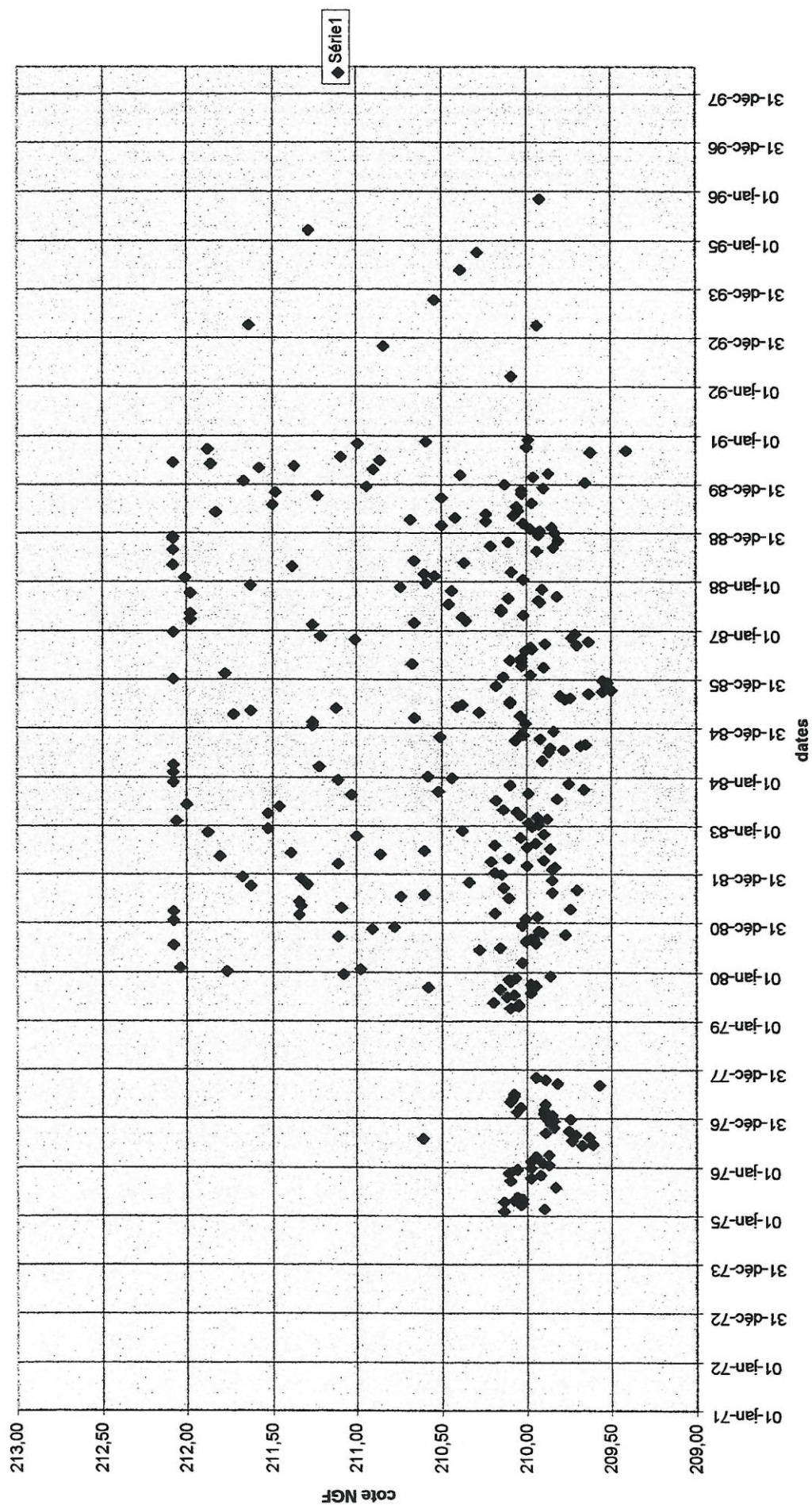


Graphique Graphique 8

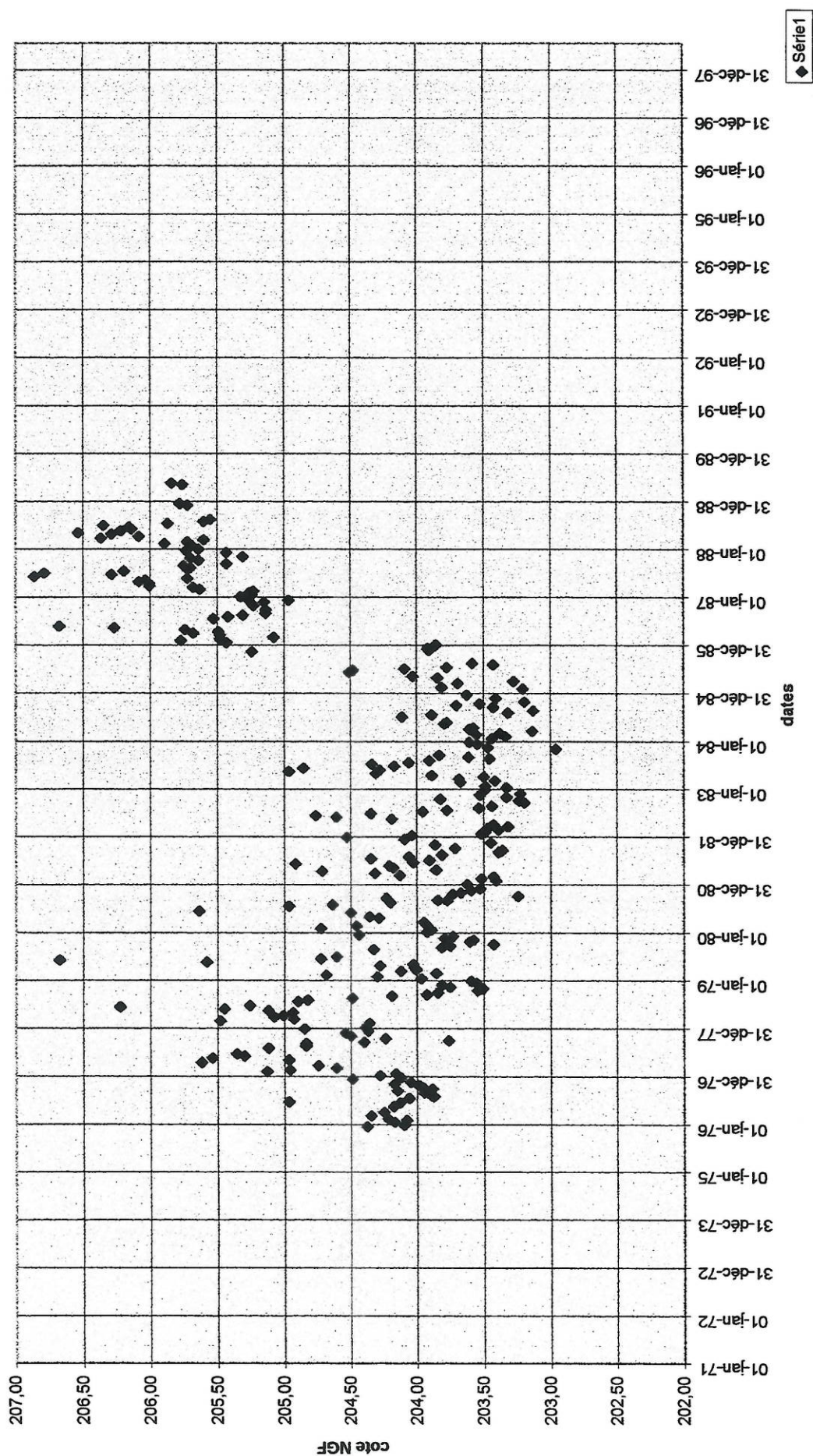
TENNIS



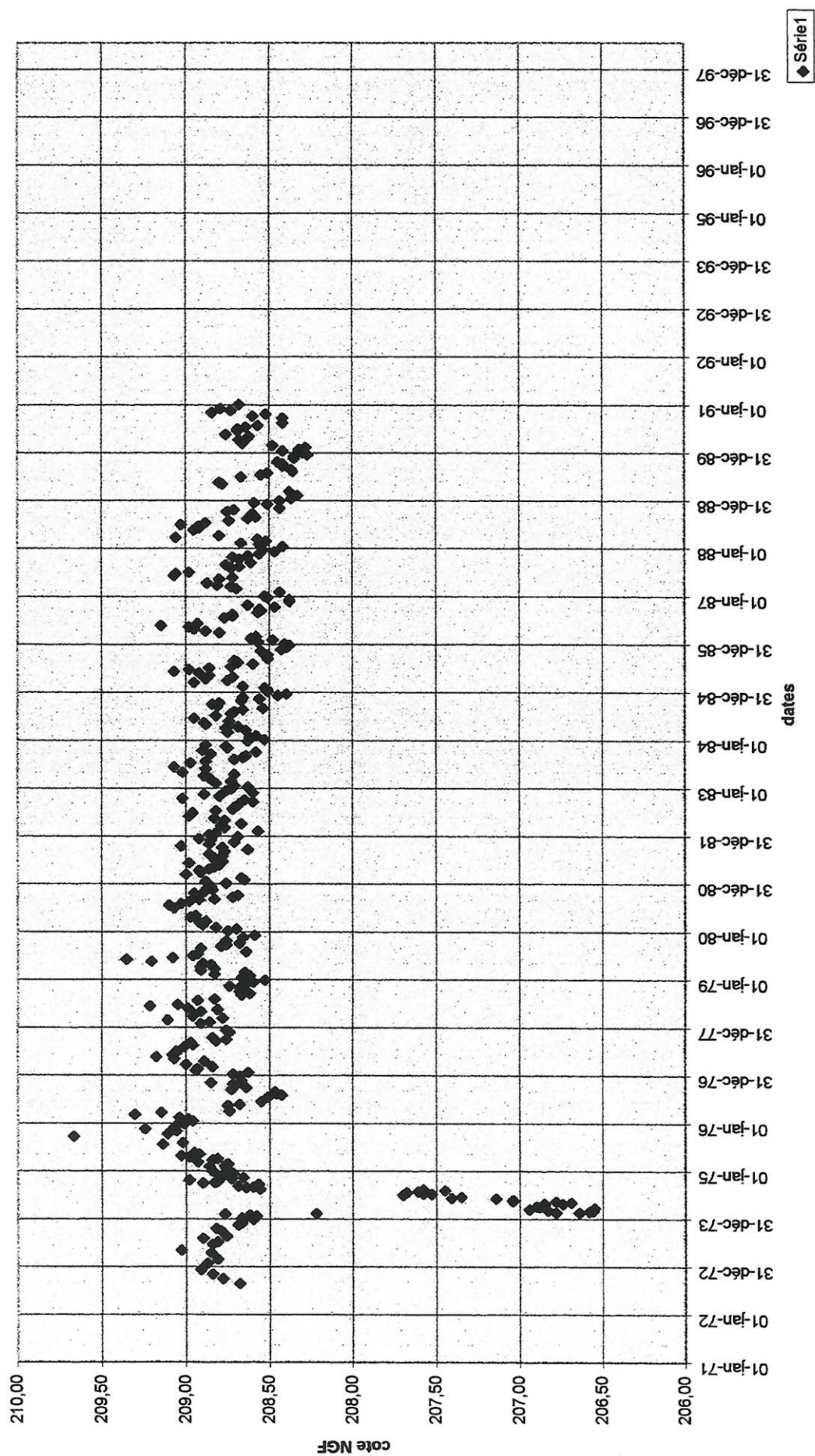
BLANCHISSERIE



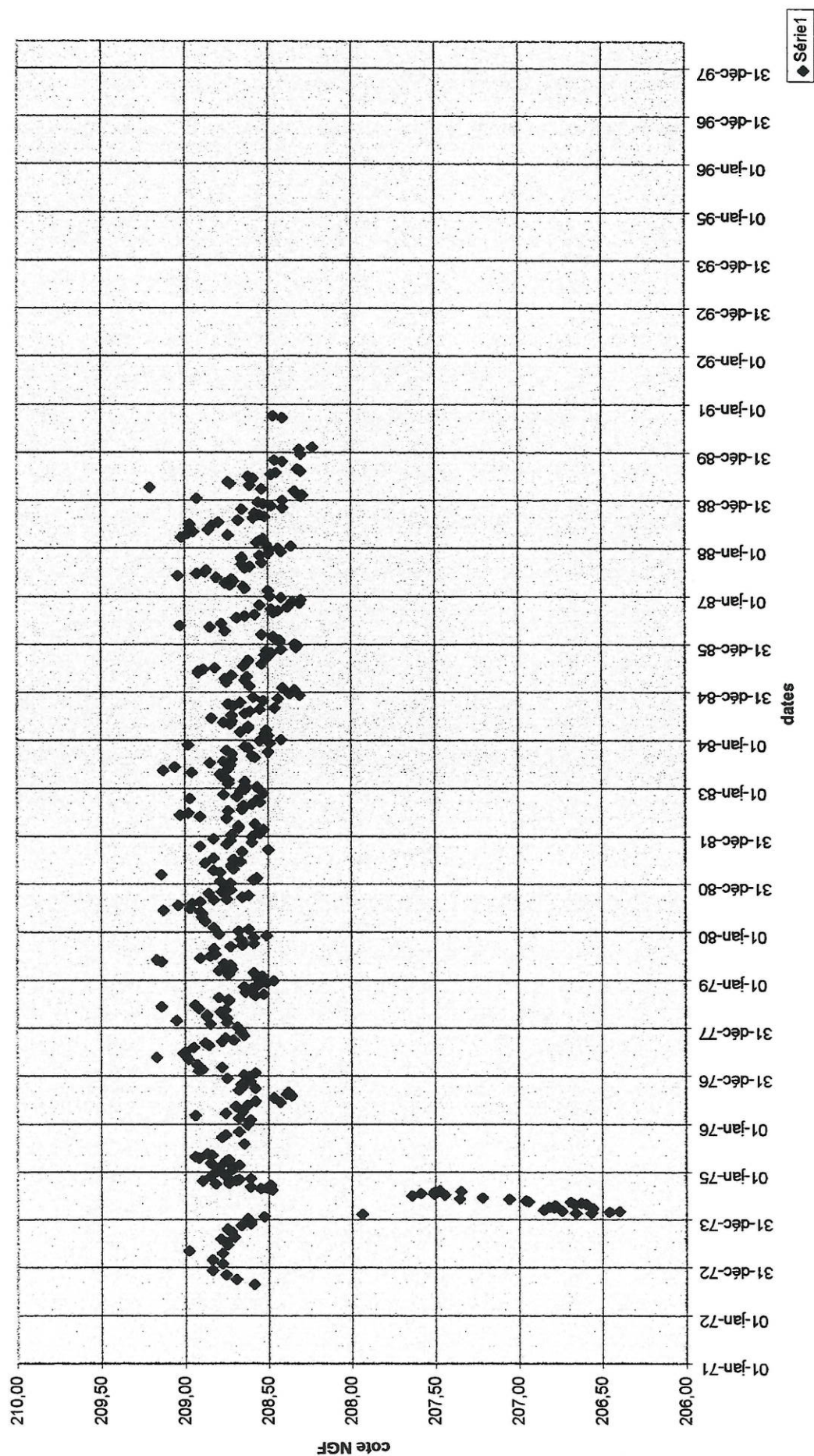
QUAI S4



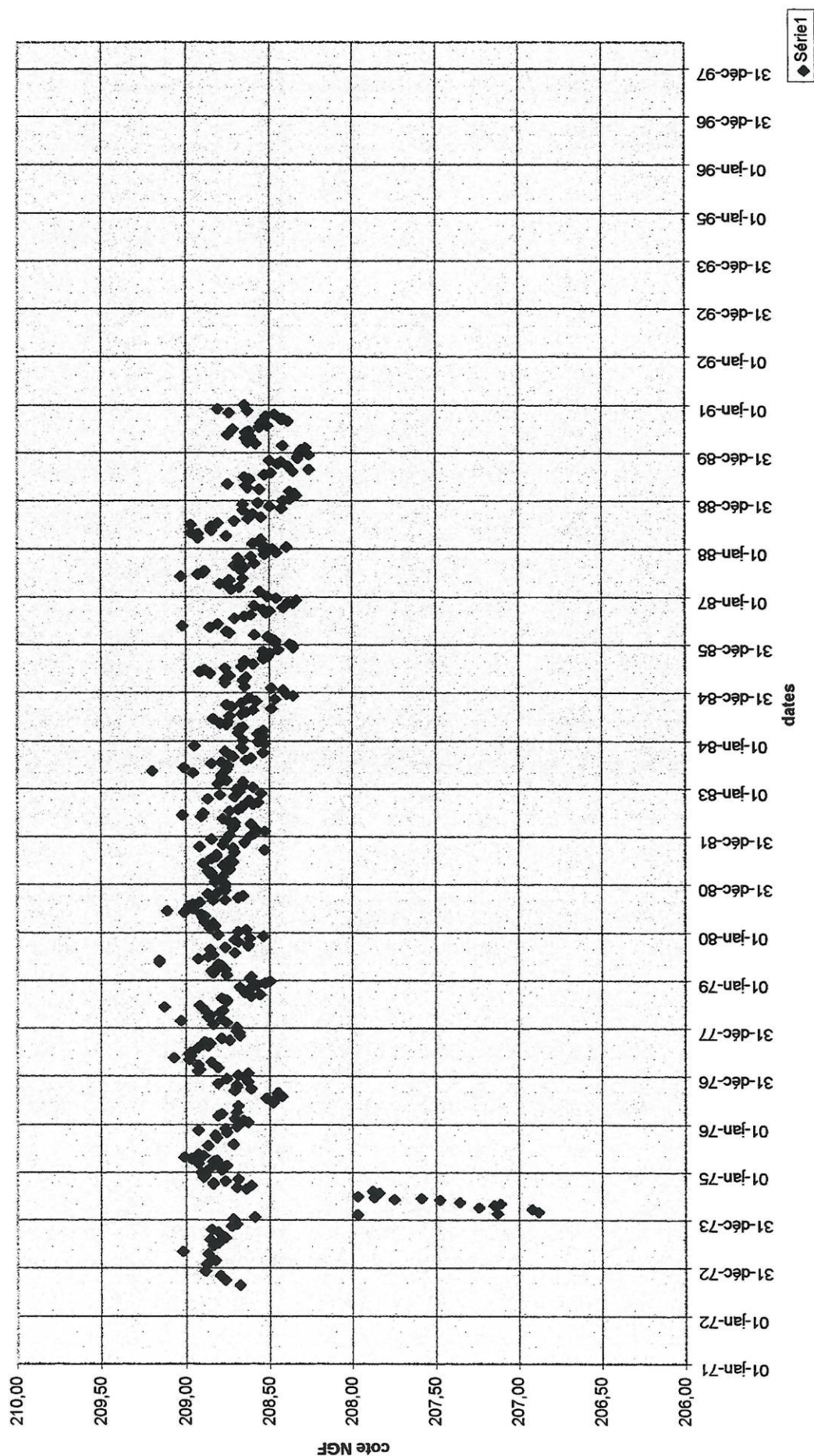
S2 VAUCANSON



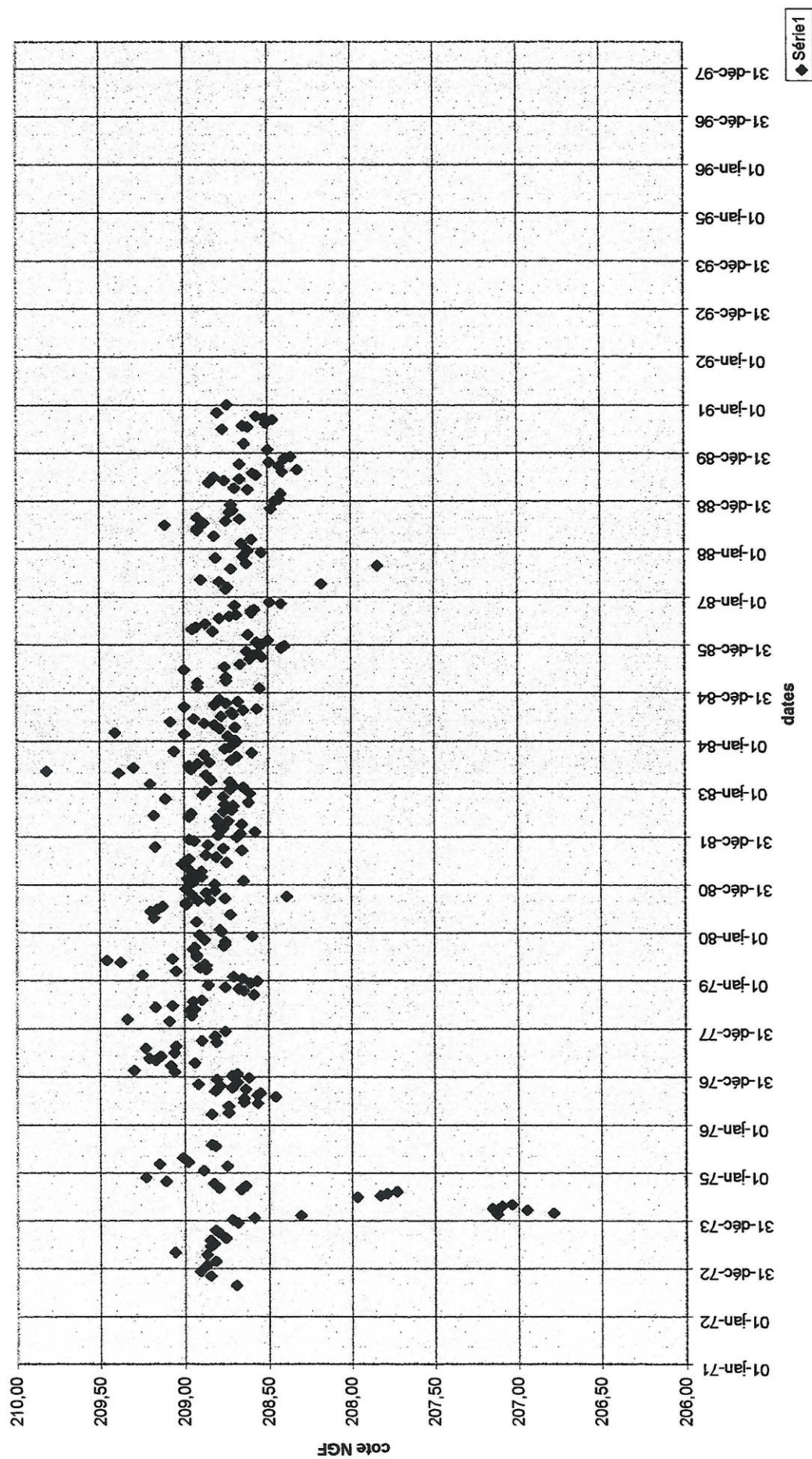
S3 VAUCANSON



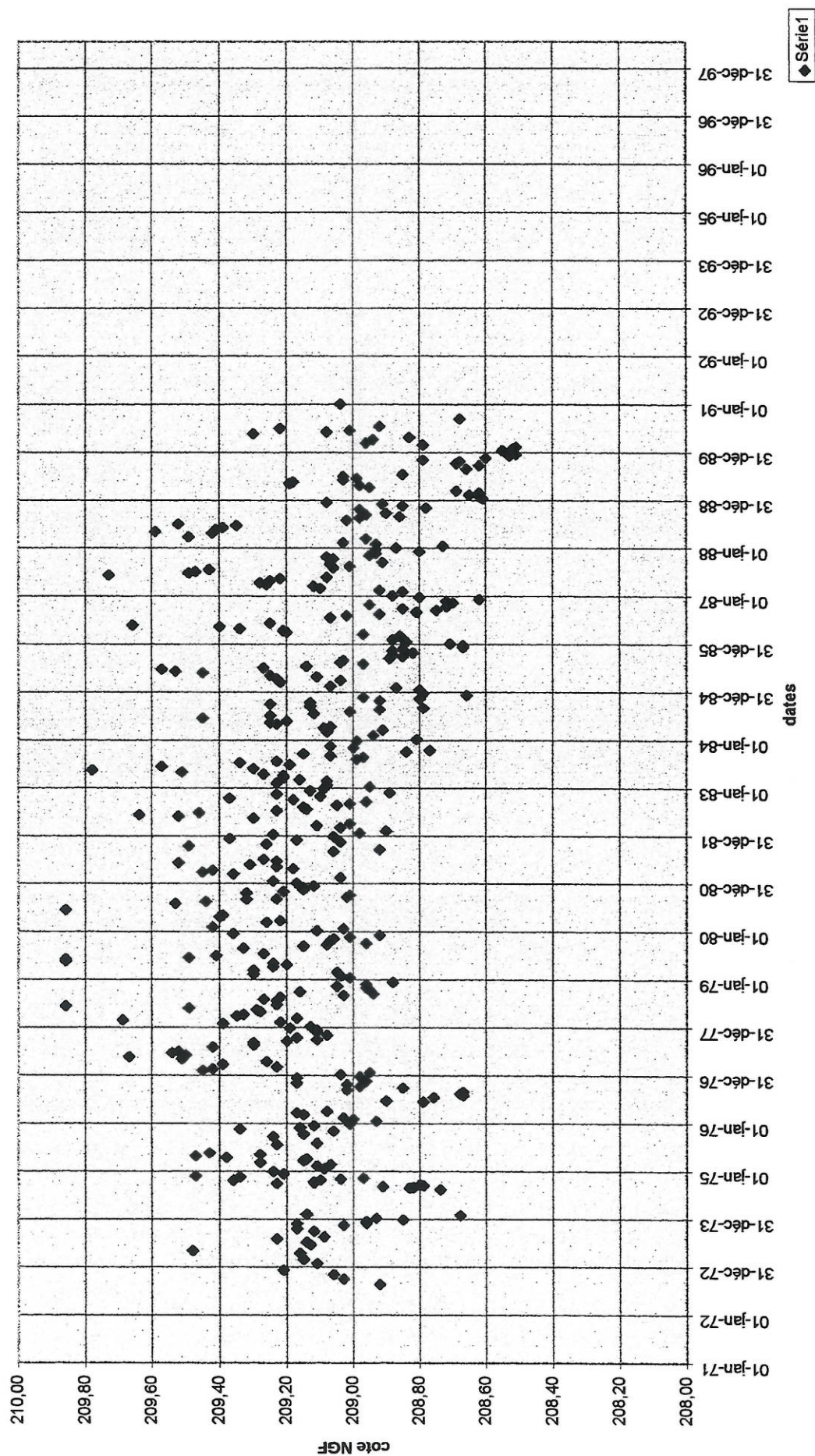
PUITS VAUCANSON



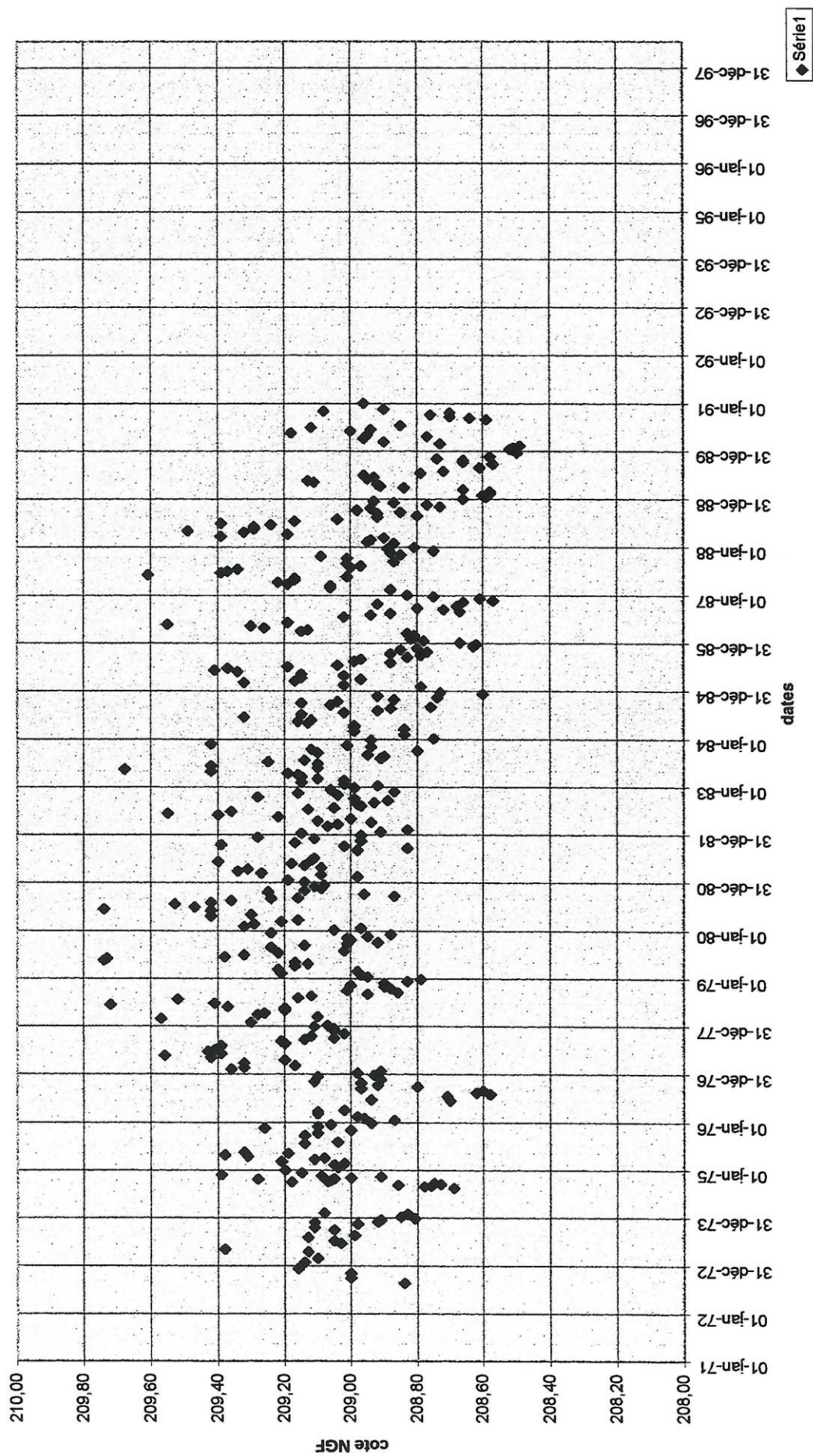
PZ1 VAUCANSON



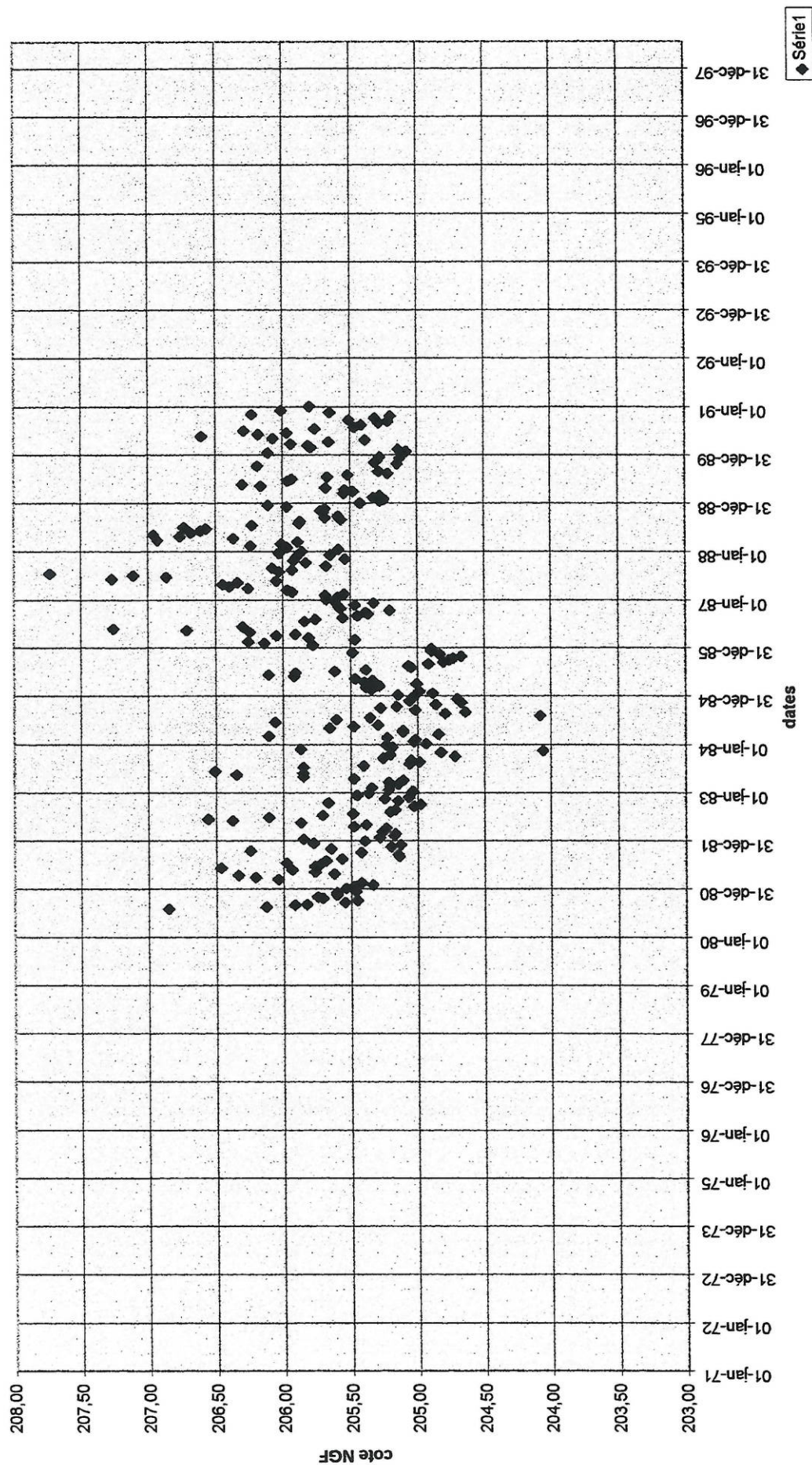
PZ4 STENDHAL



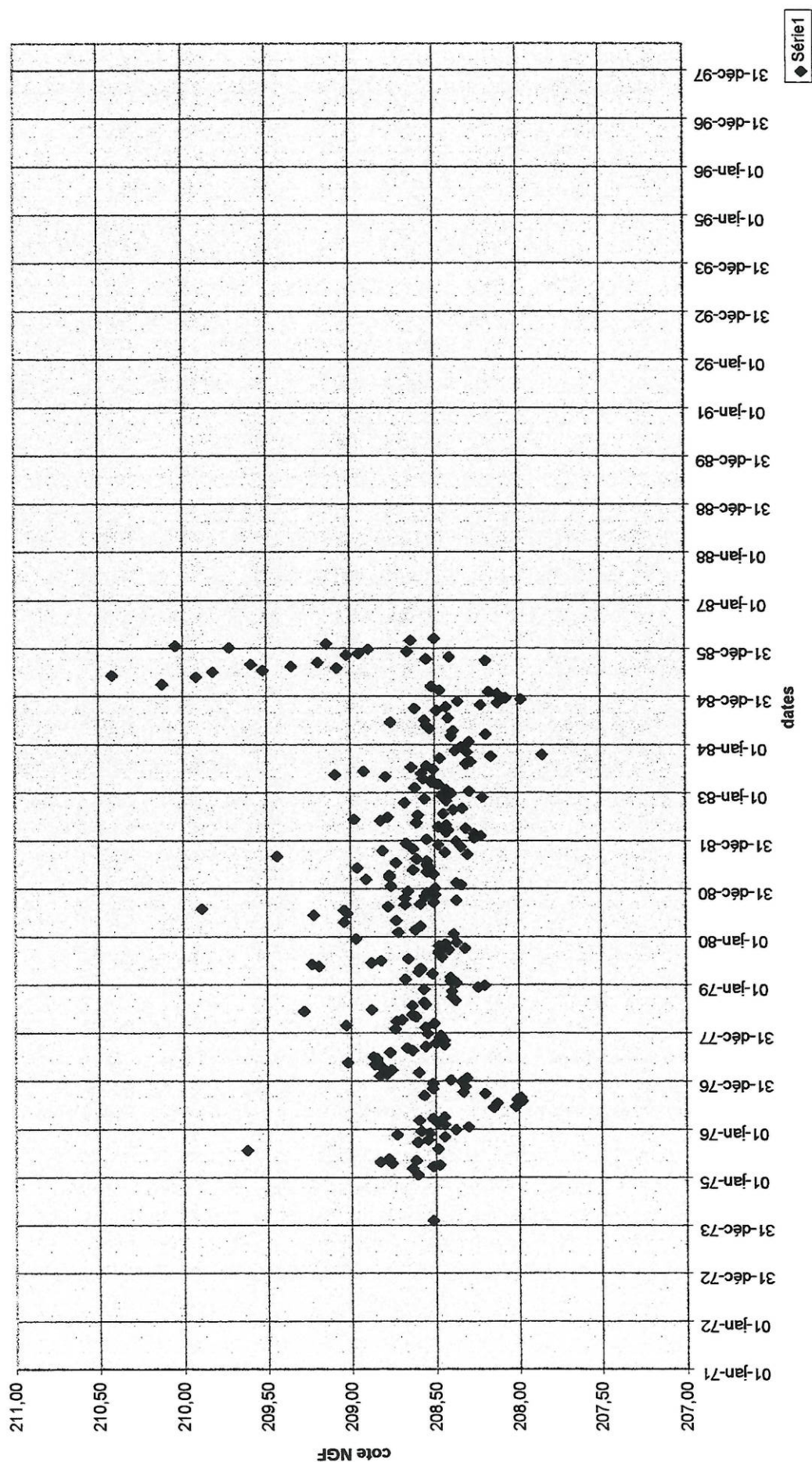
PZ2 STENDHAL



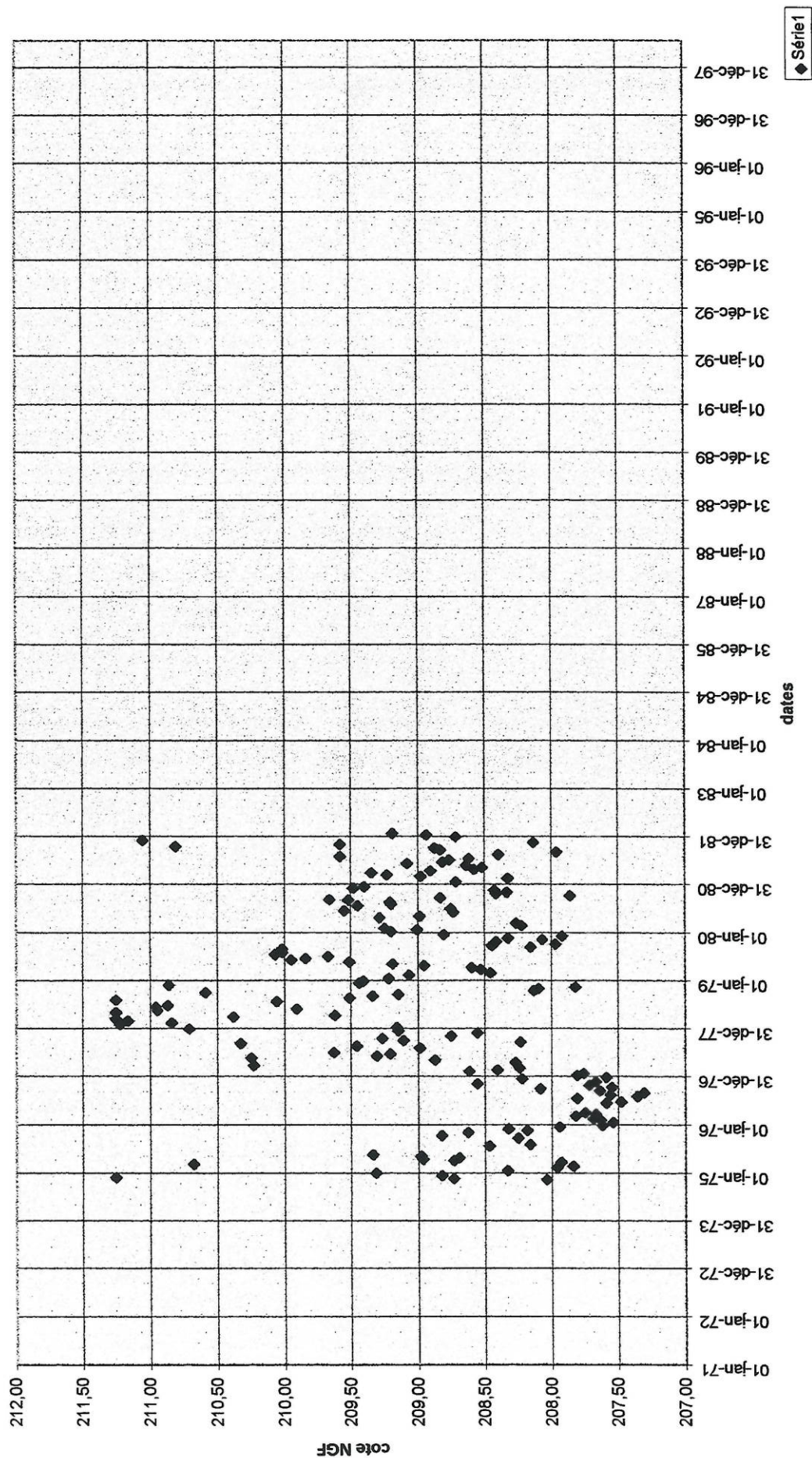
BOULODROME P124



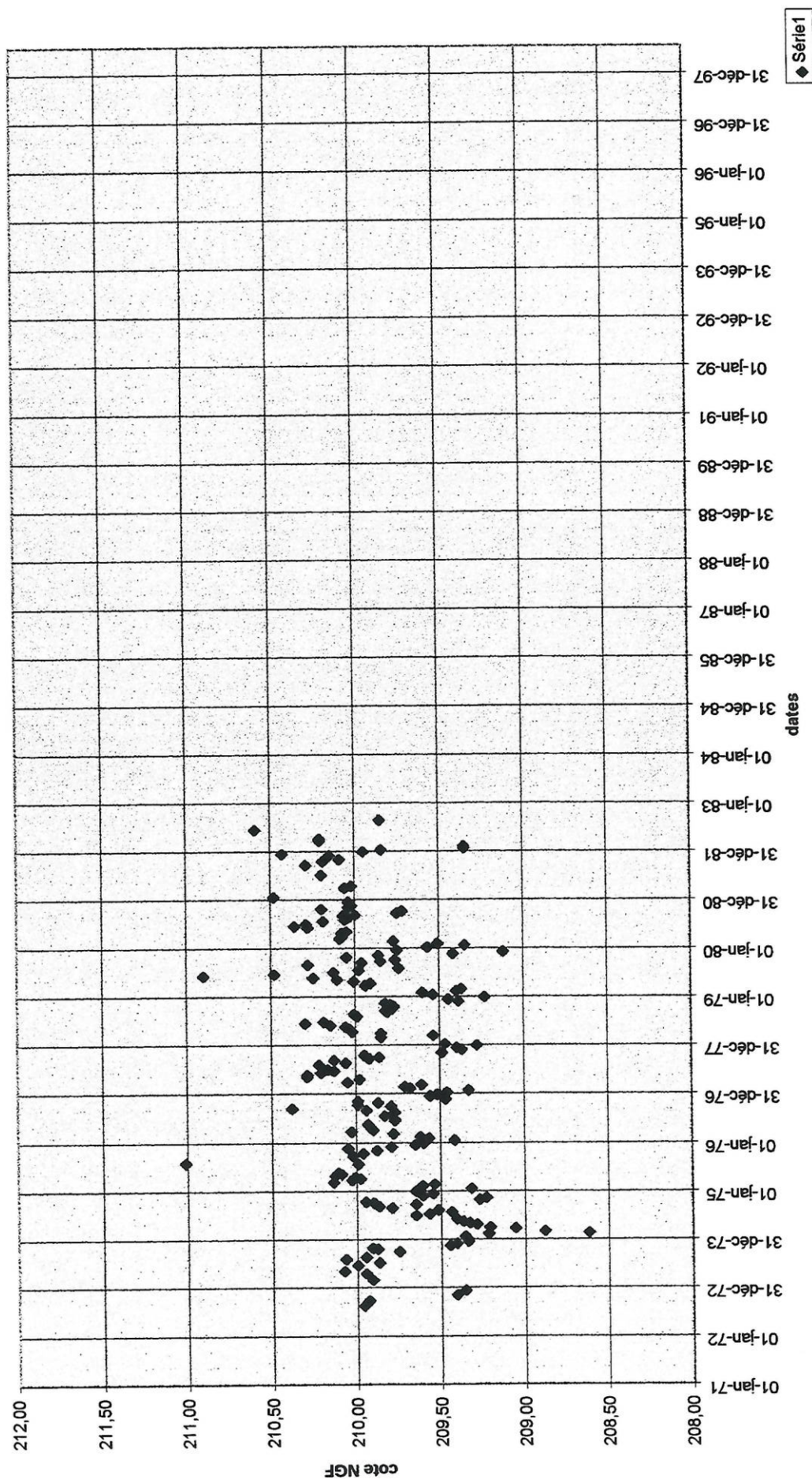
C LAFAYETTE



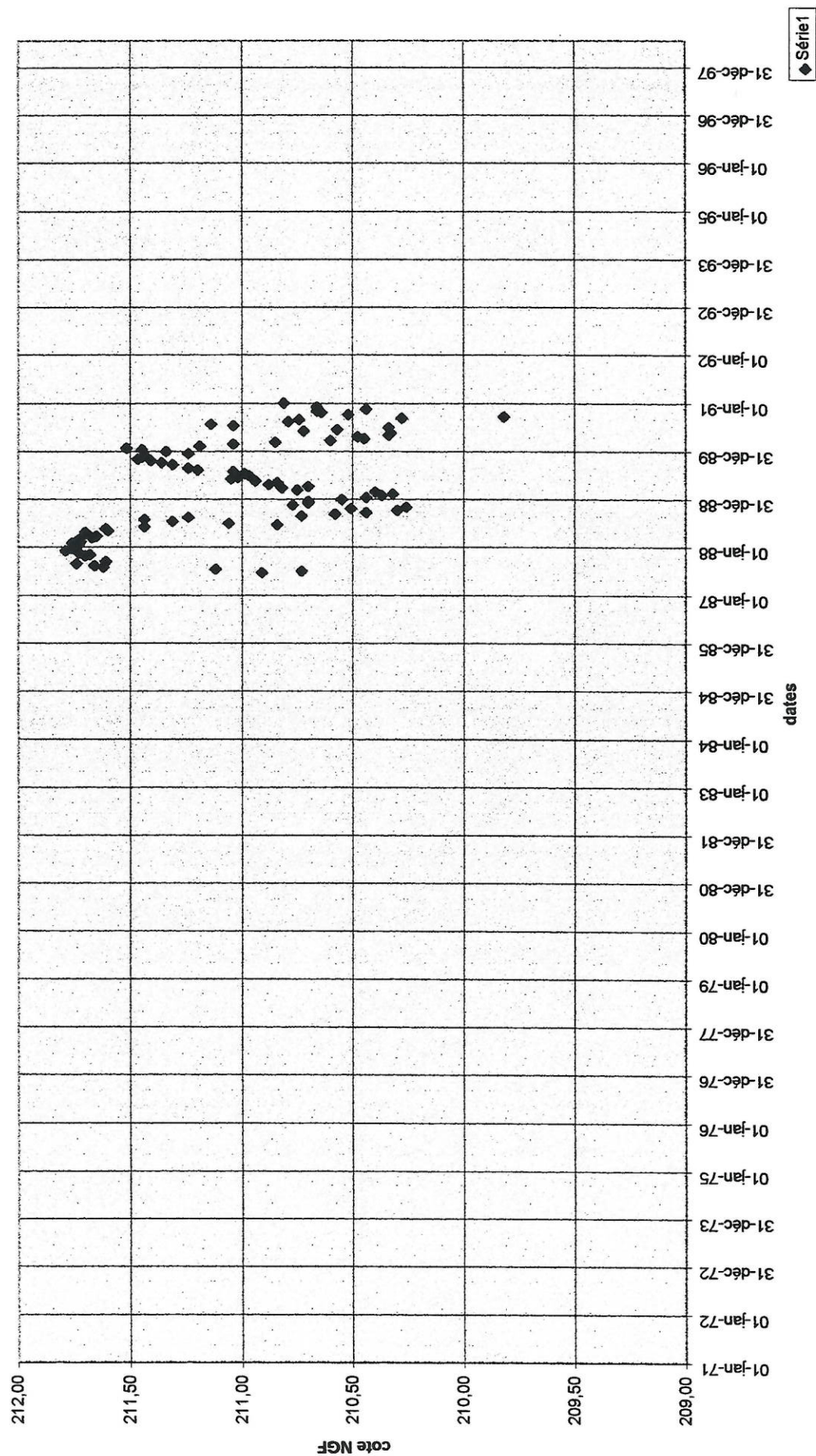
ETS DE MARCIEU



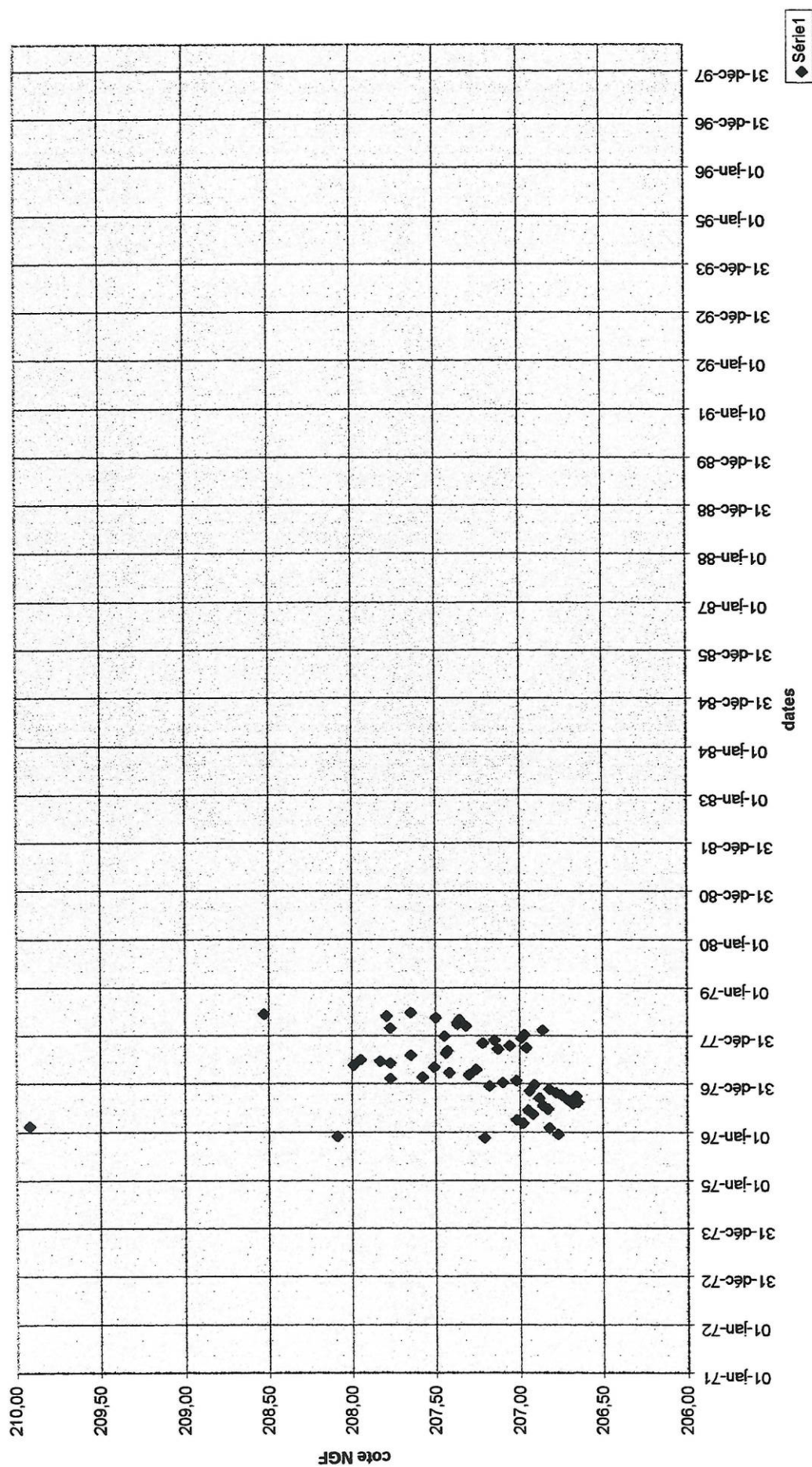
BISTESI S4



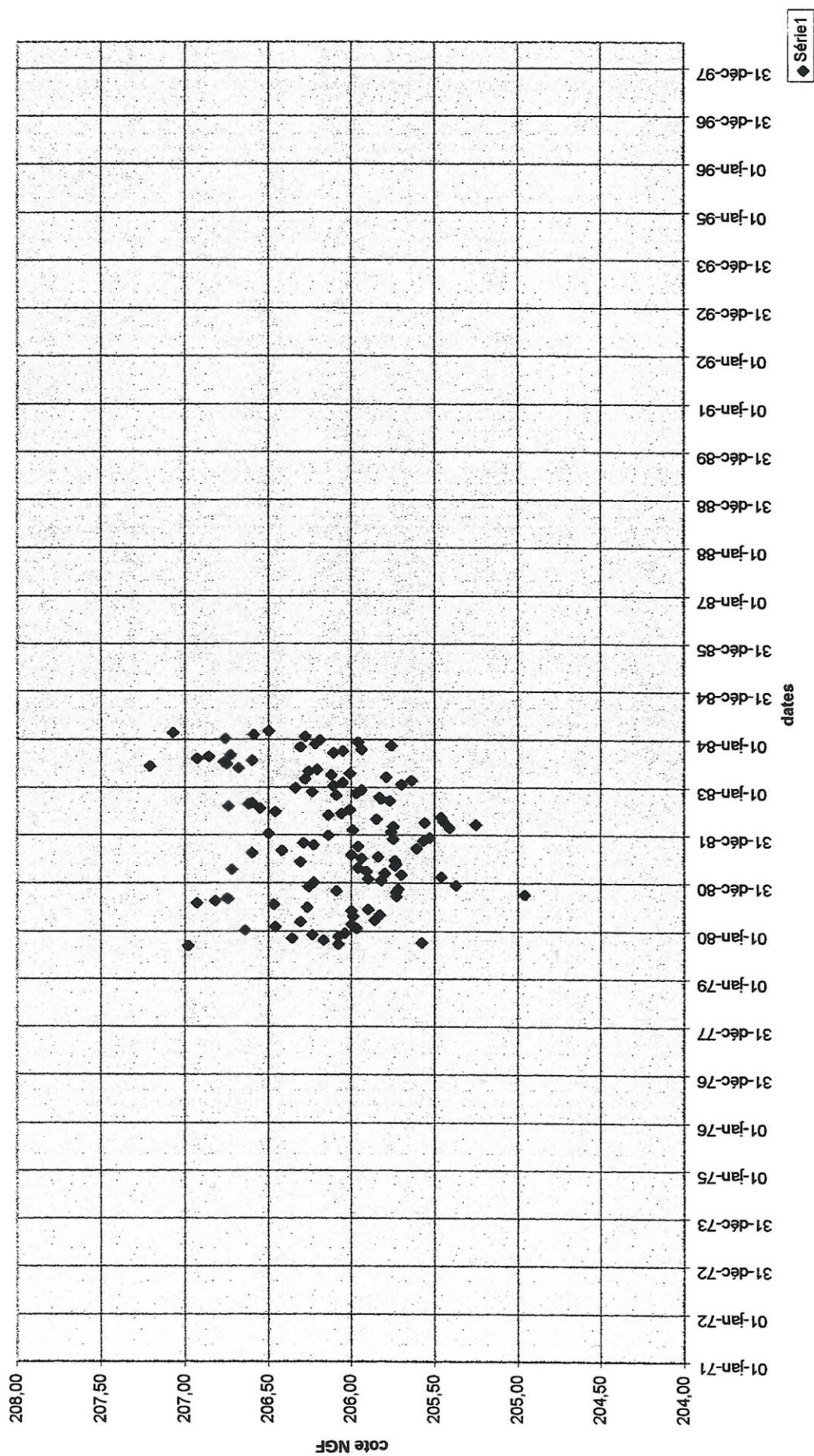
MUNISTADE



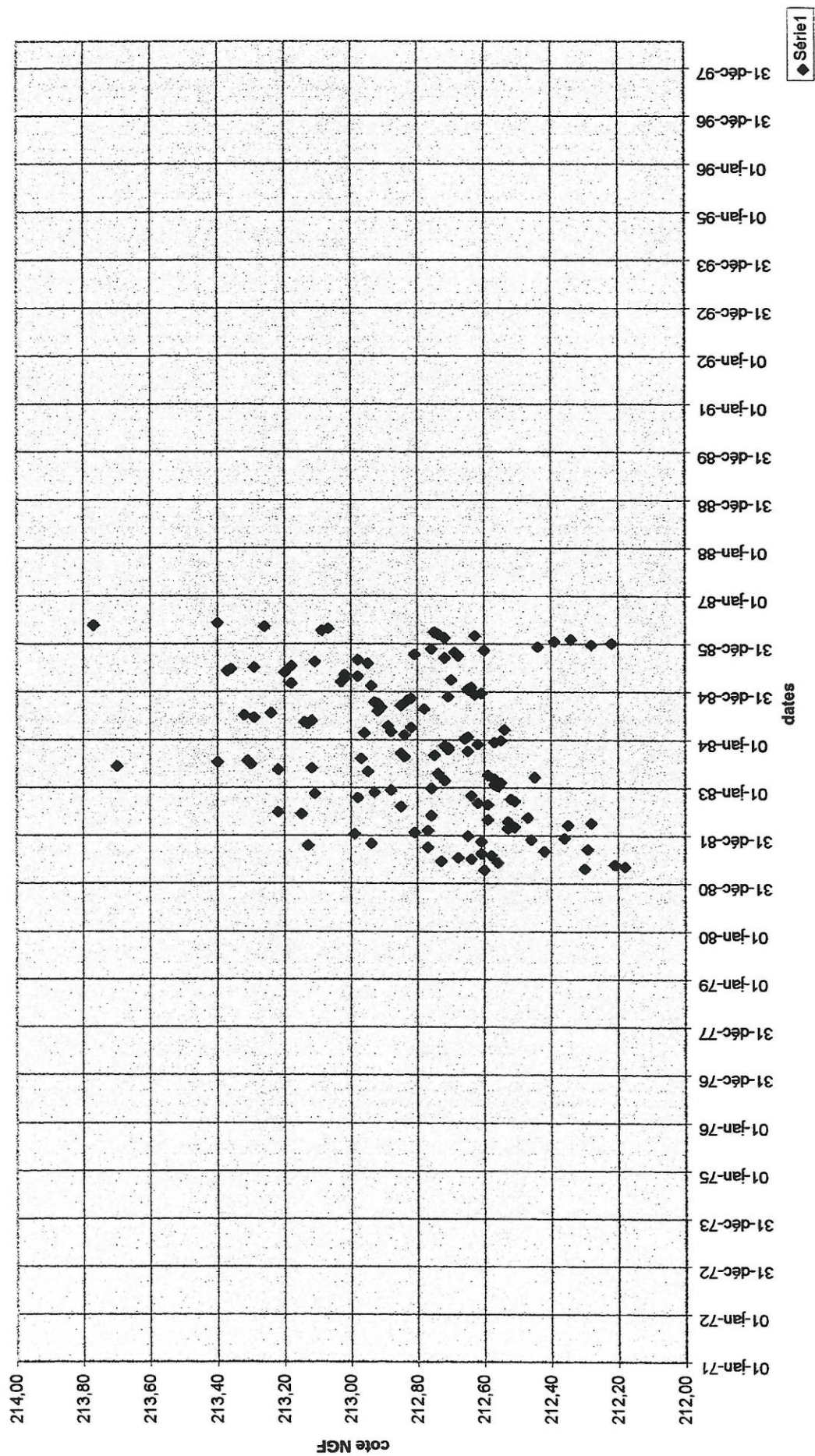
QUAI S1



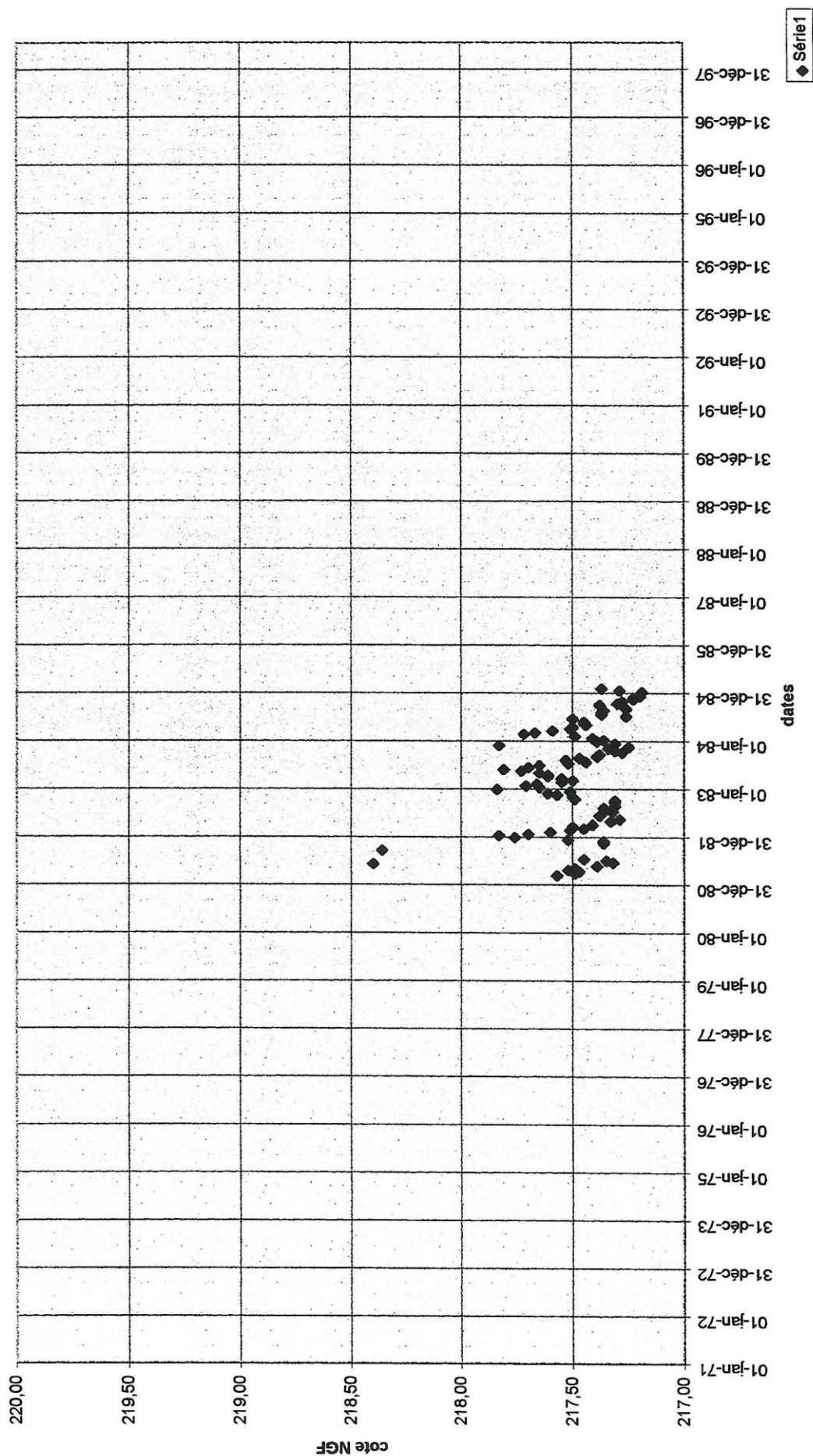
GEG



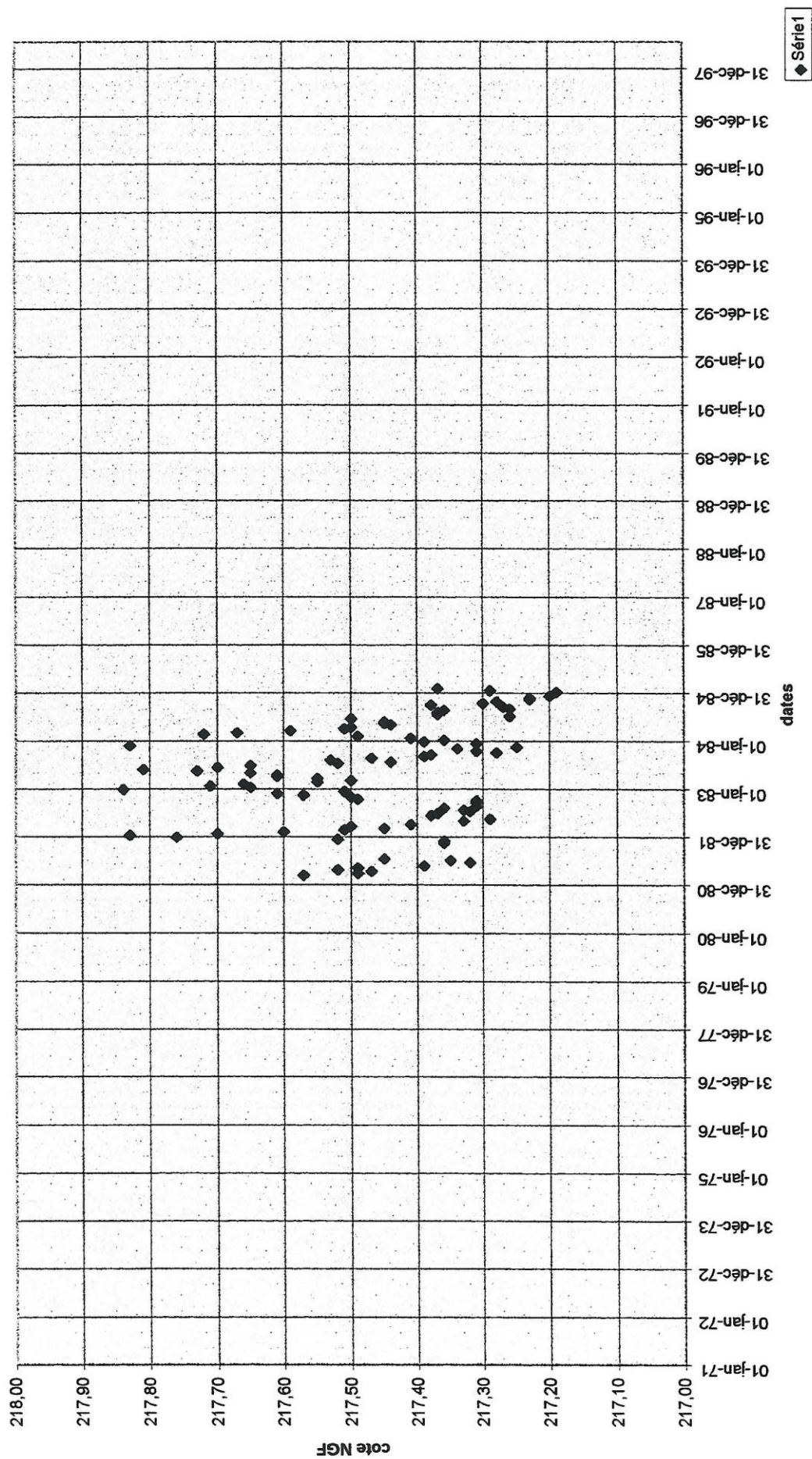
SDEM



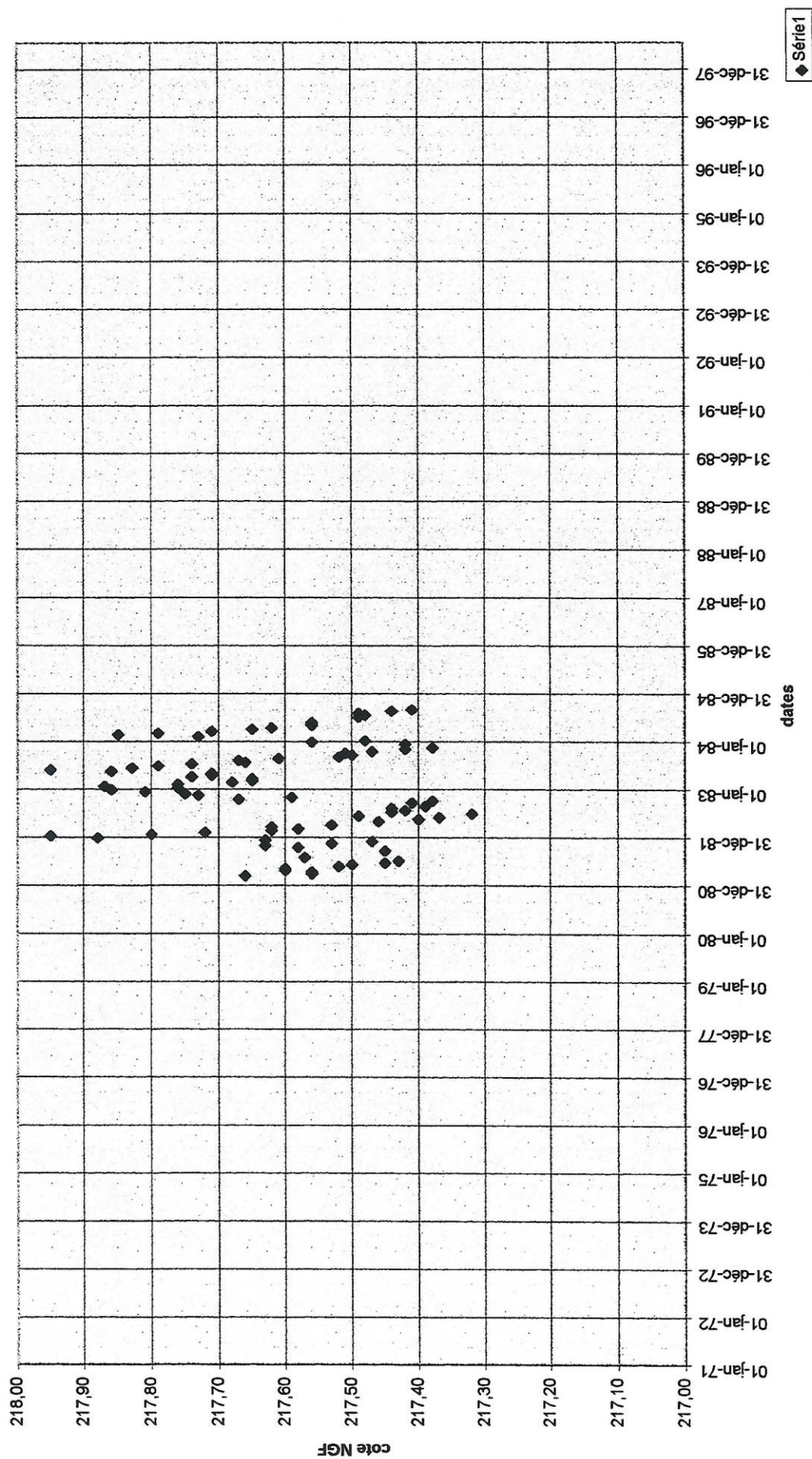
SOFITEL 2



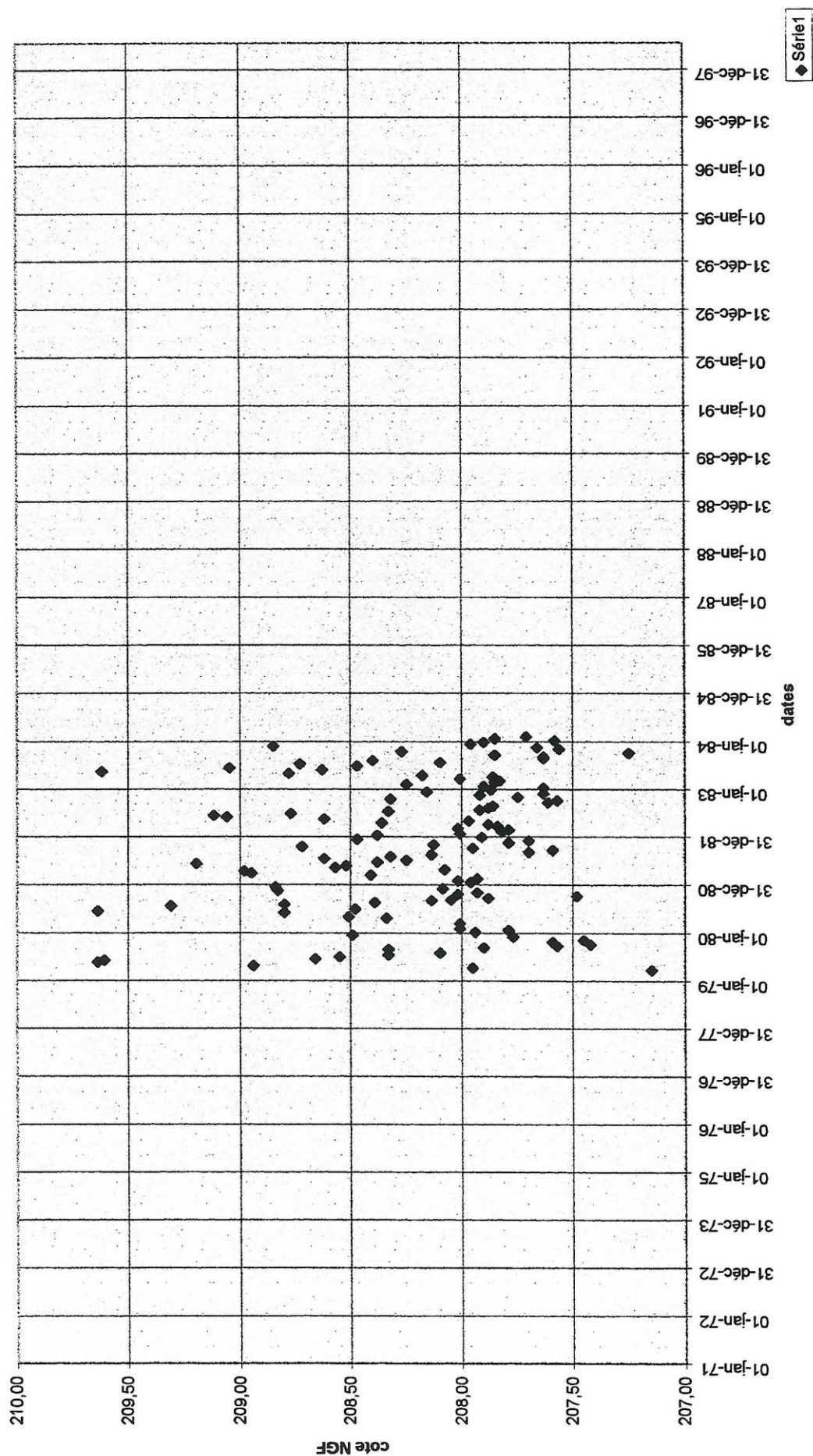
SOFITEL 3



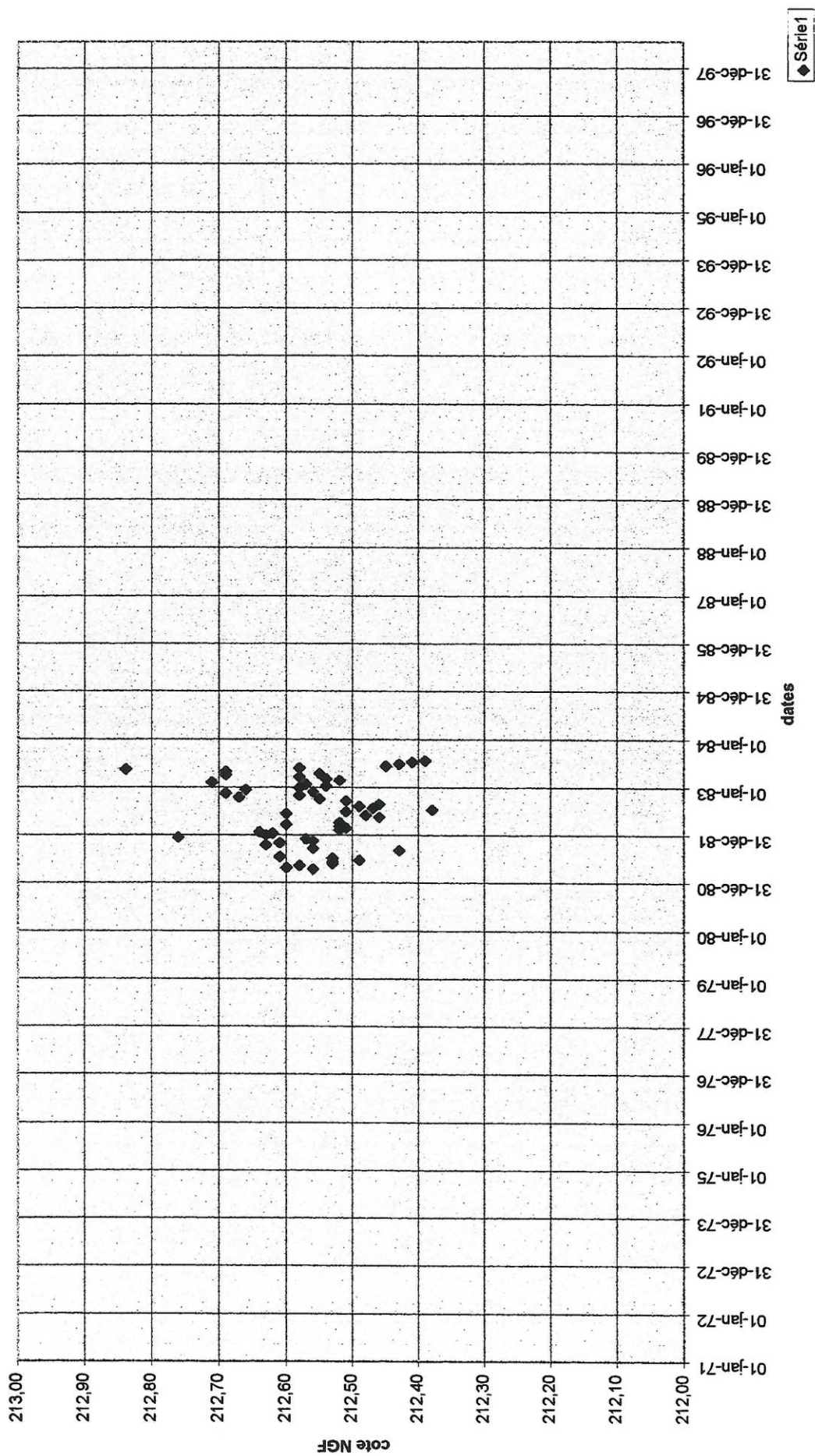
SOFITEL 3



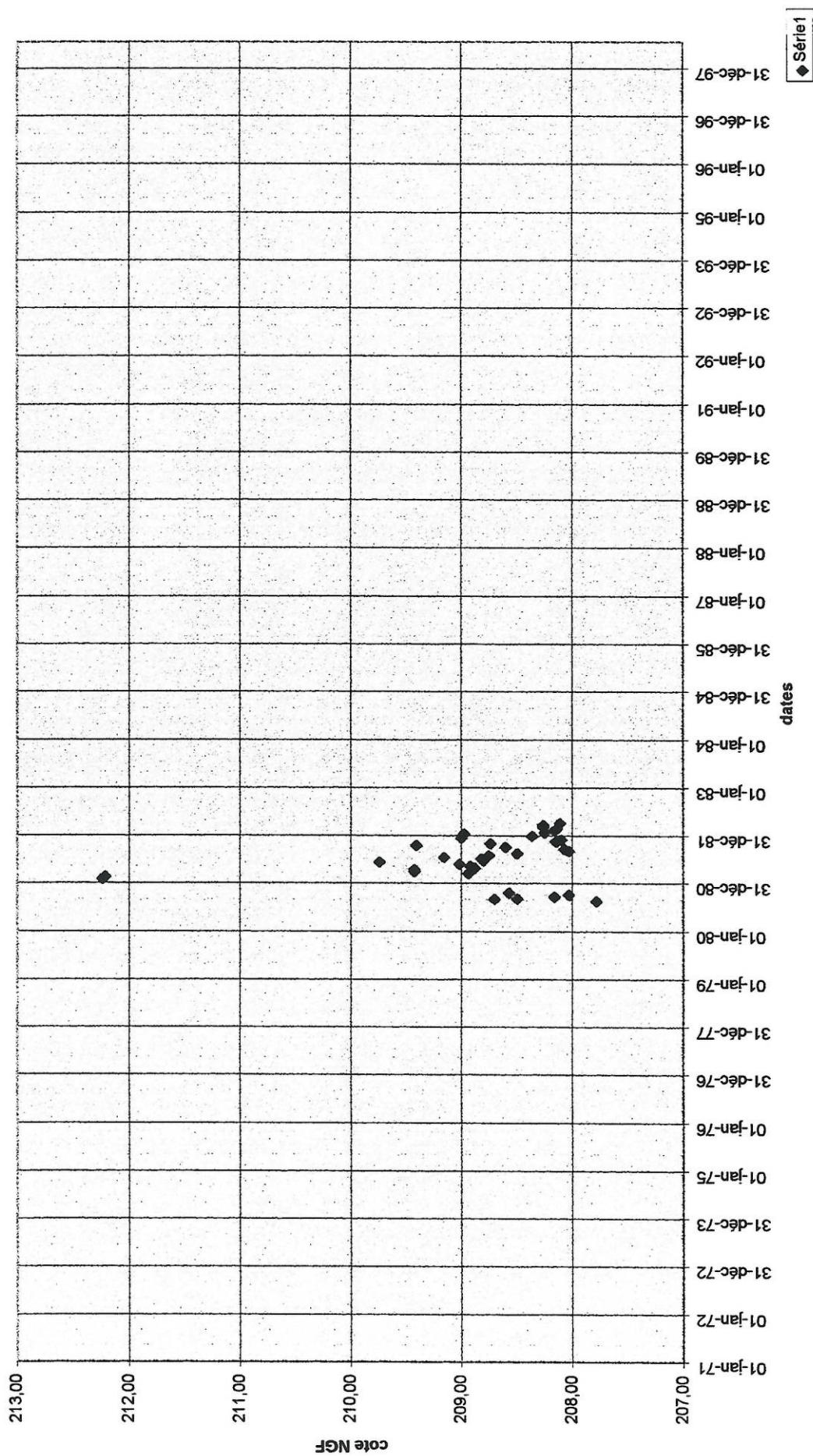
SWD 2



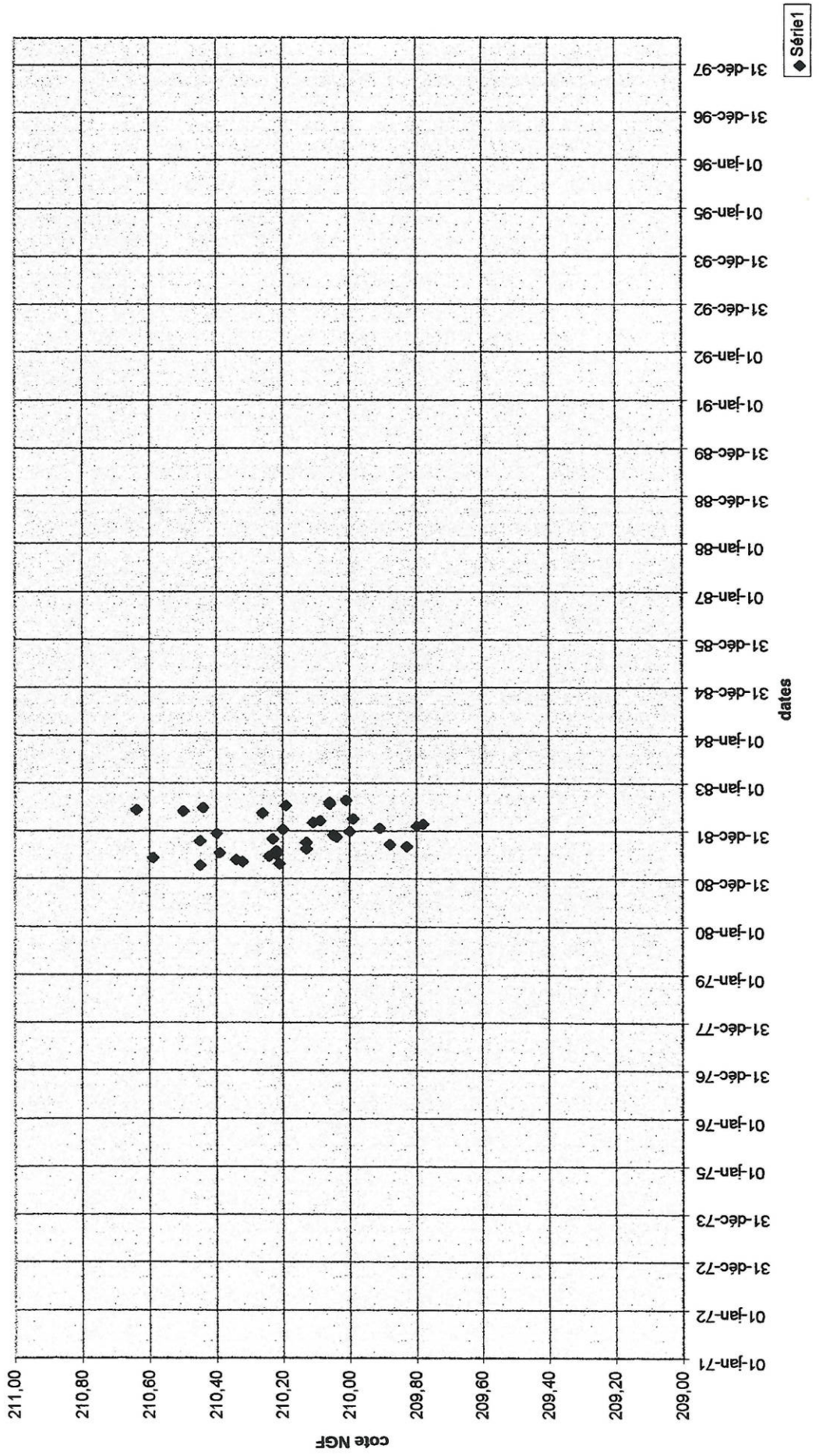
TEYSSEIRE



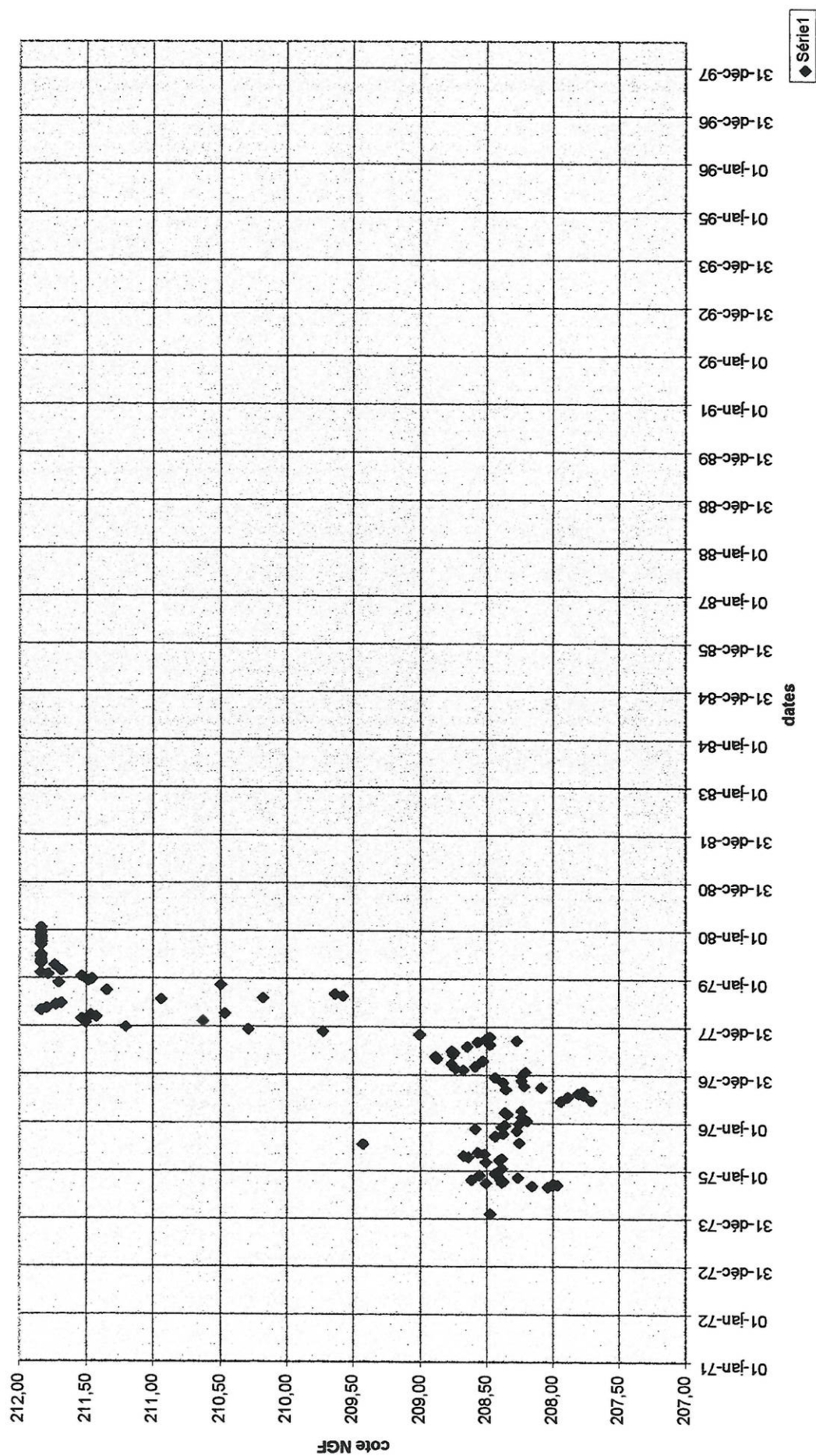
VFD ILE VERTE



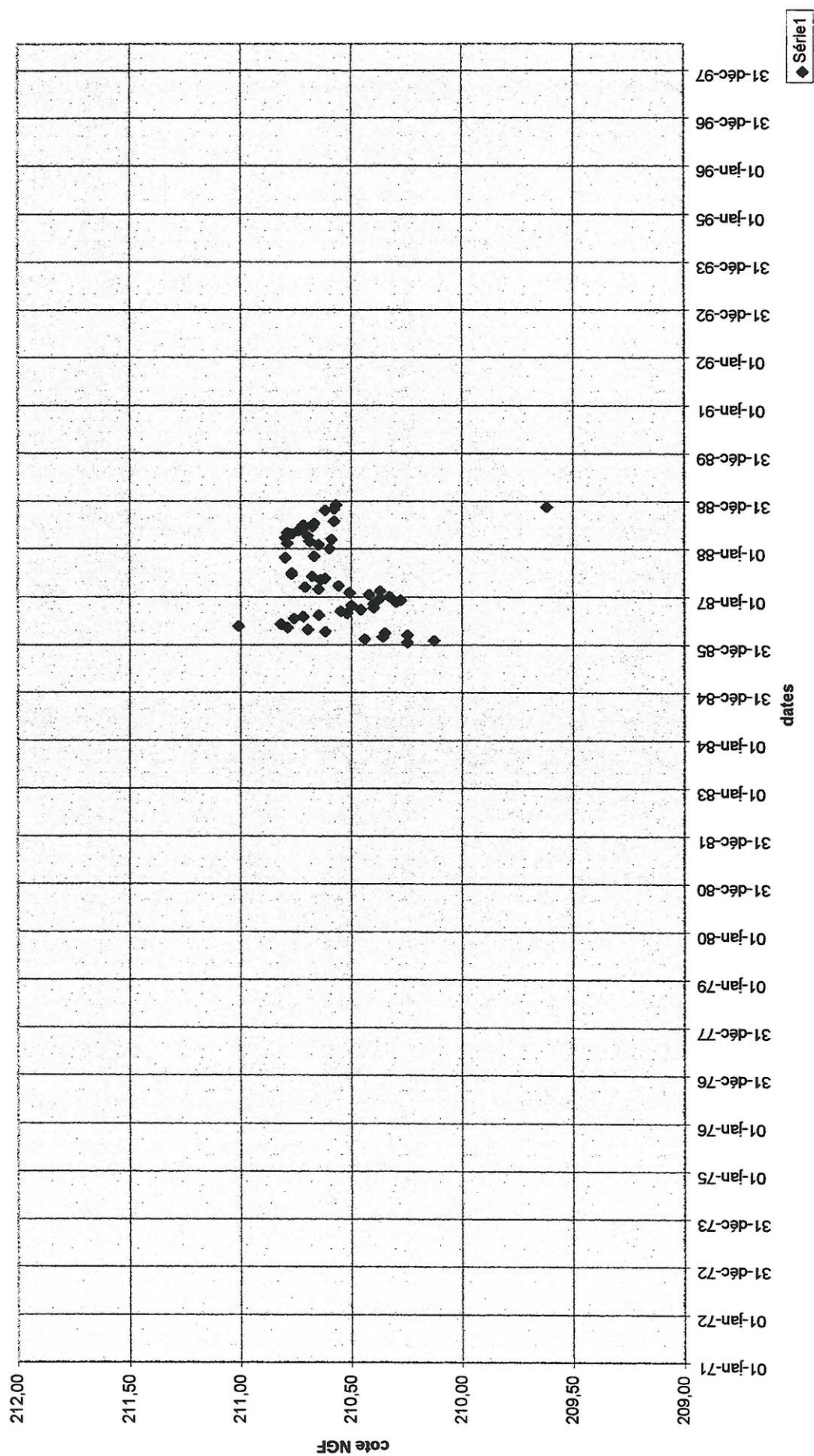
VILLEBOIS



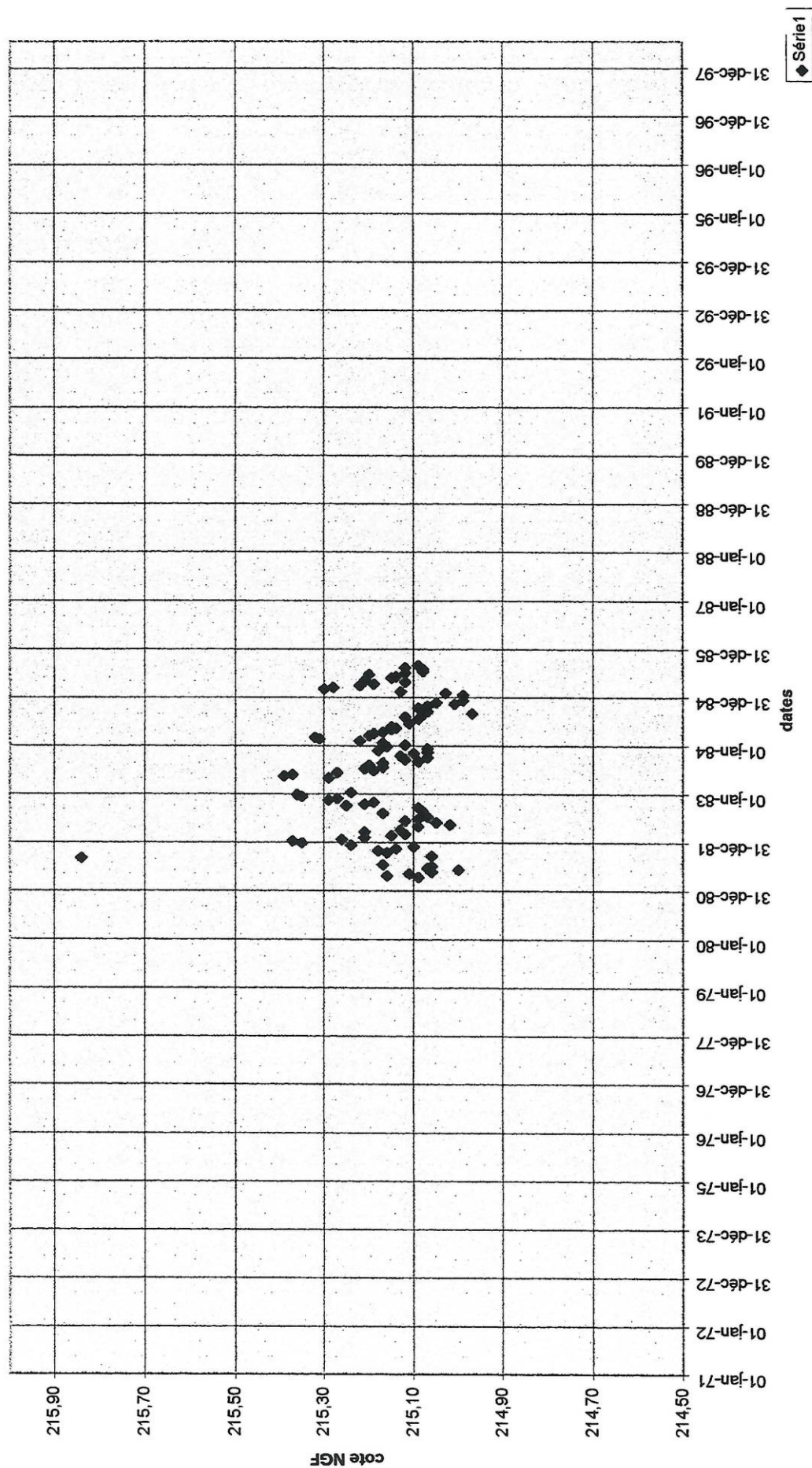
B LAFAYETTE



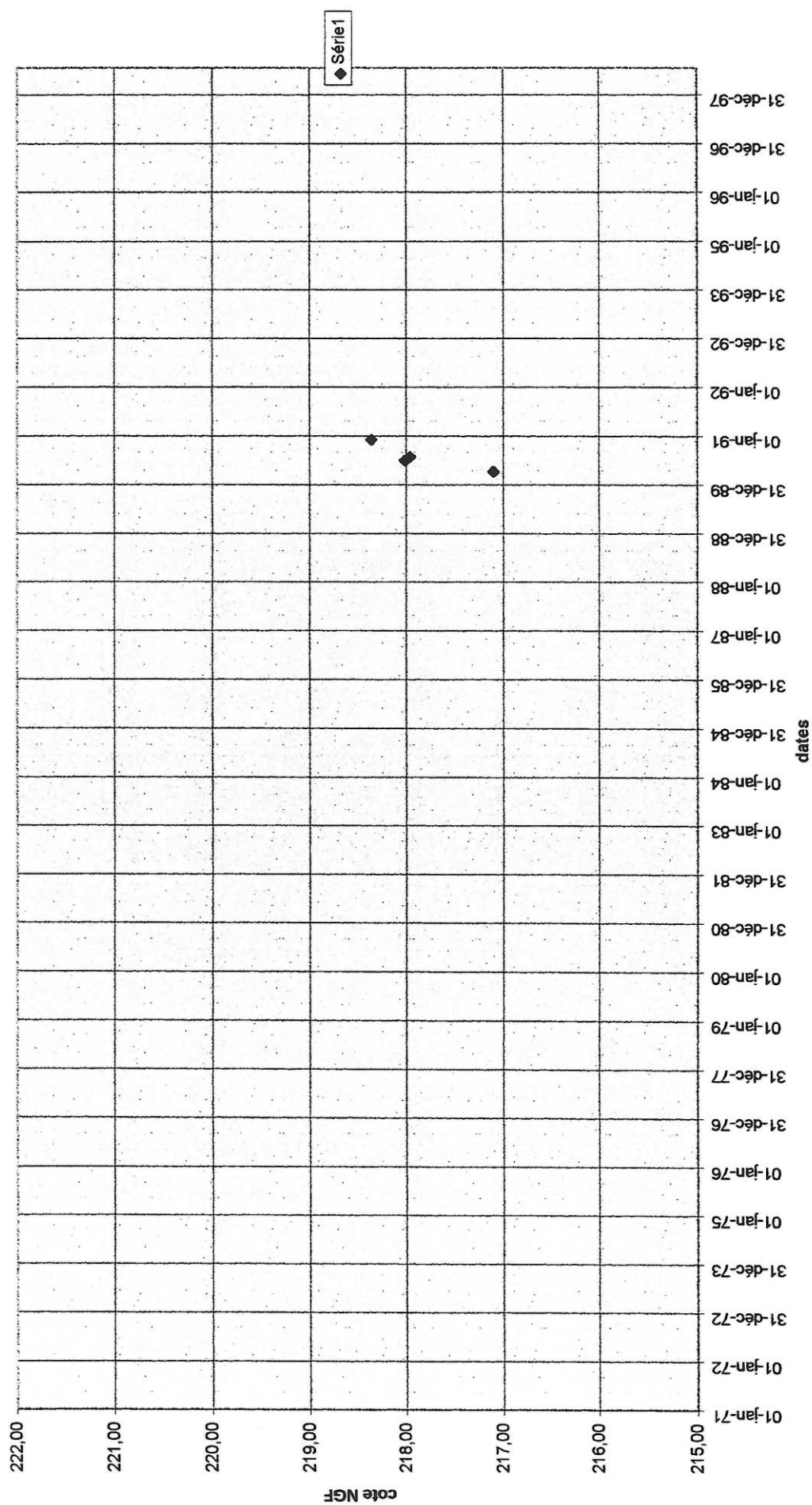
CUVIER



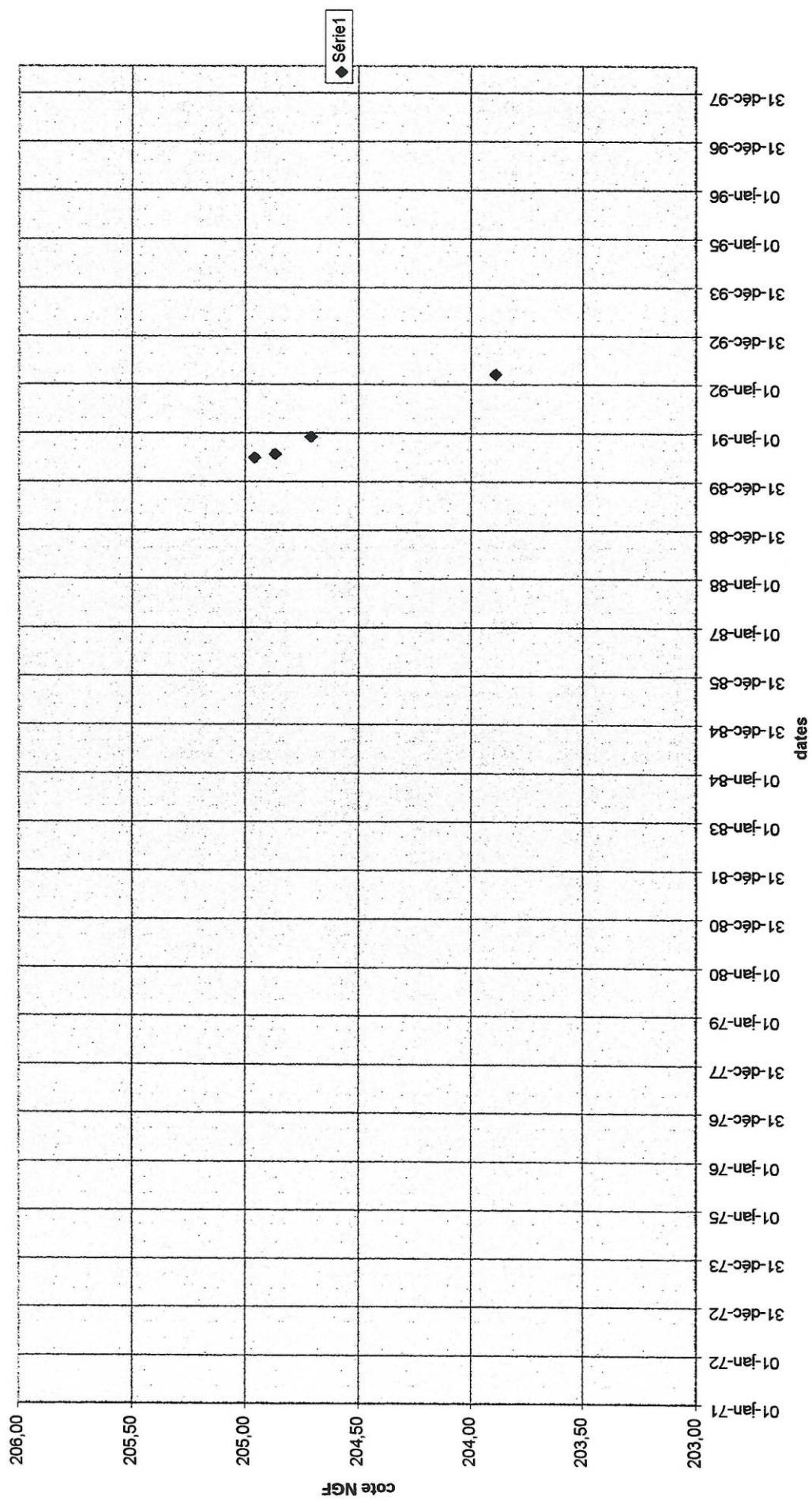
LA BRUYERE



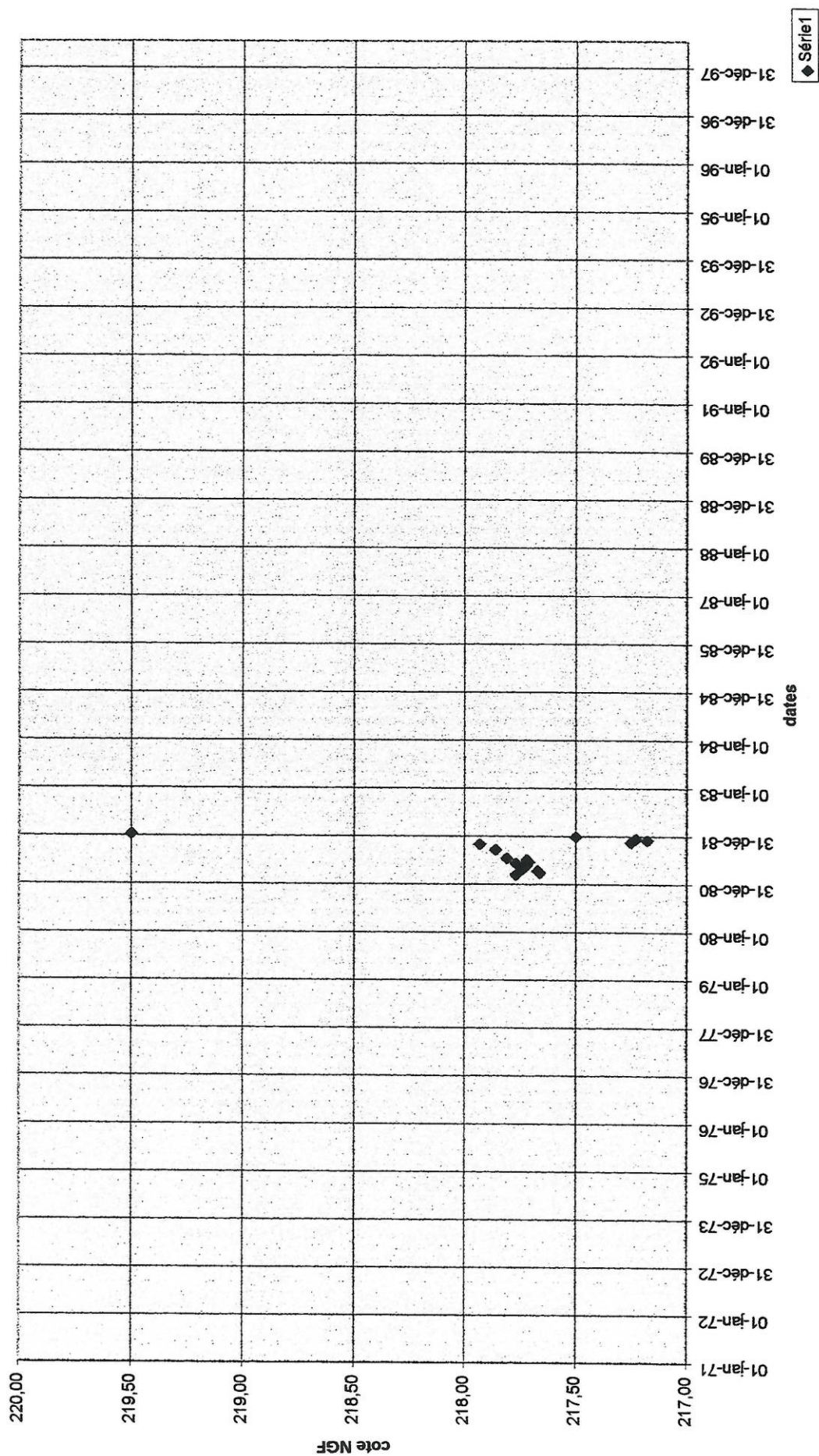
HELIPORT



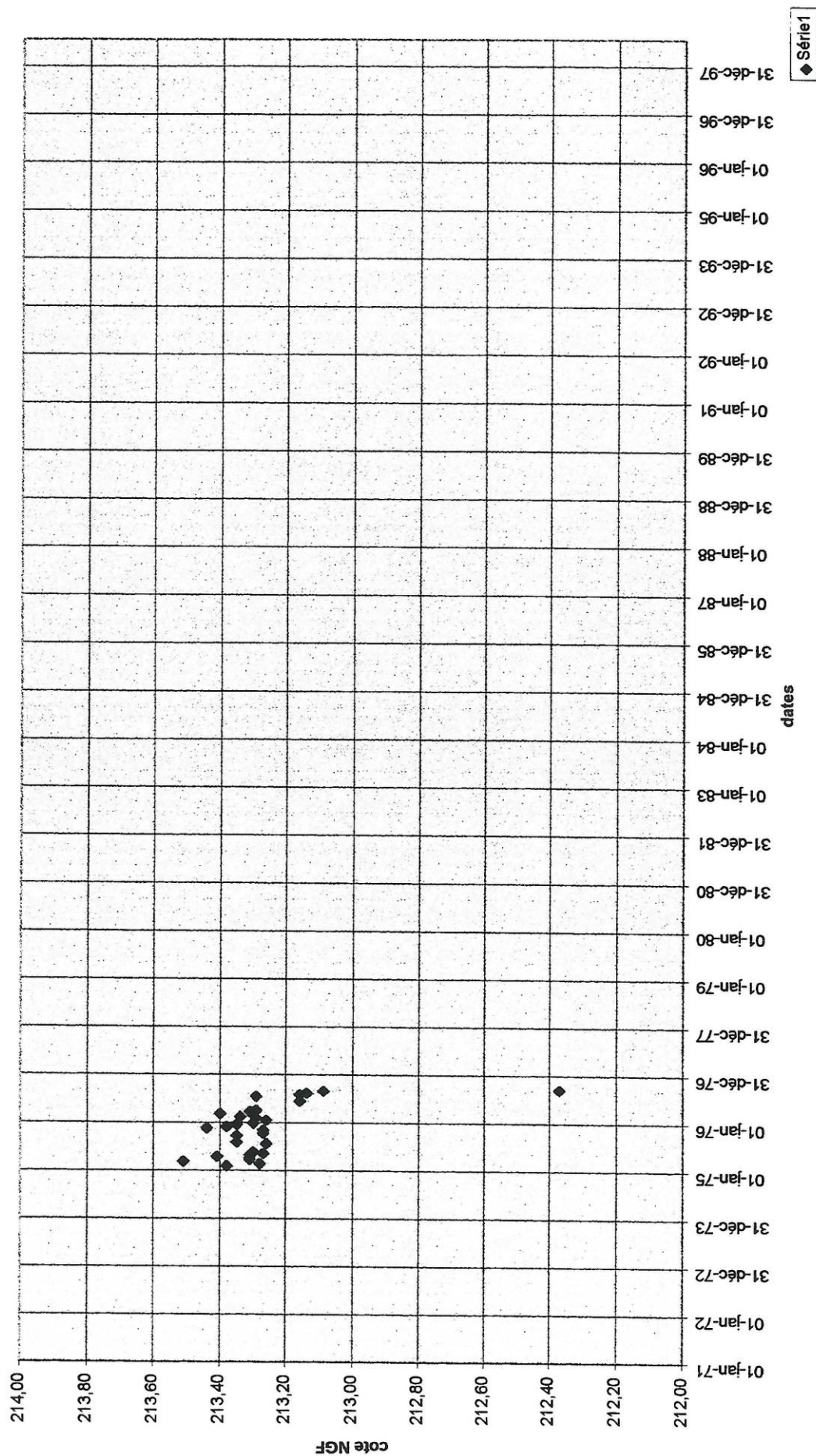
4N
38



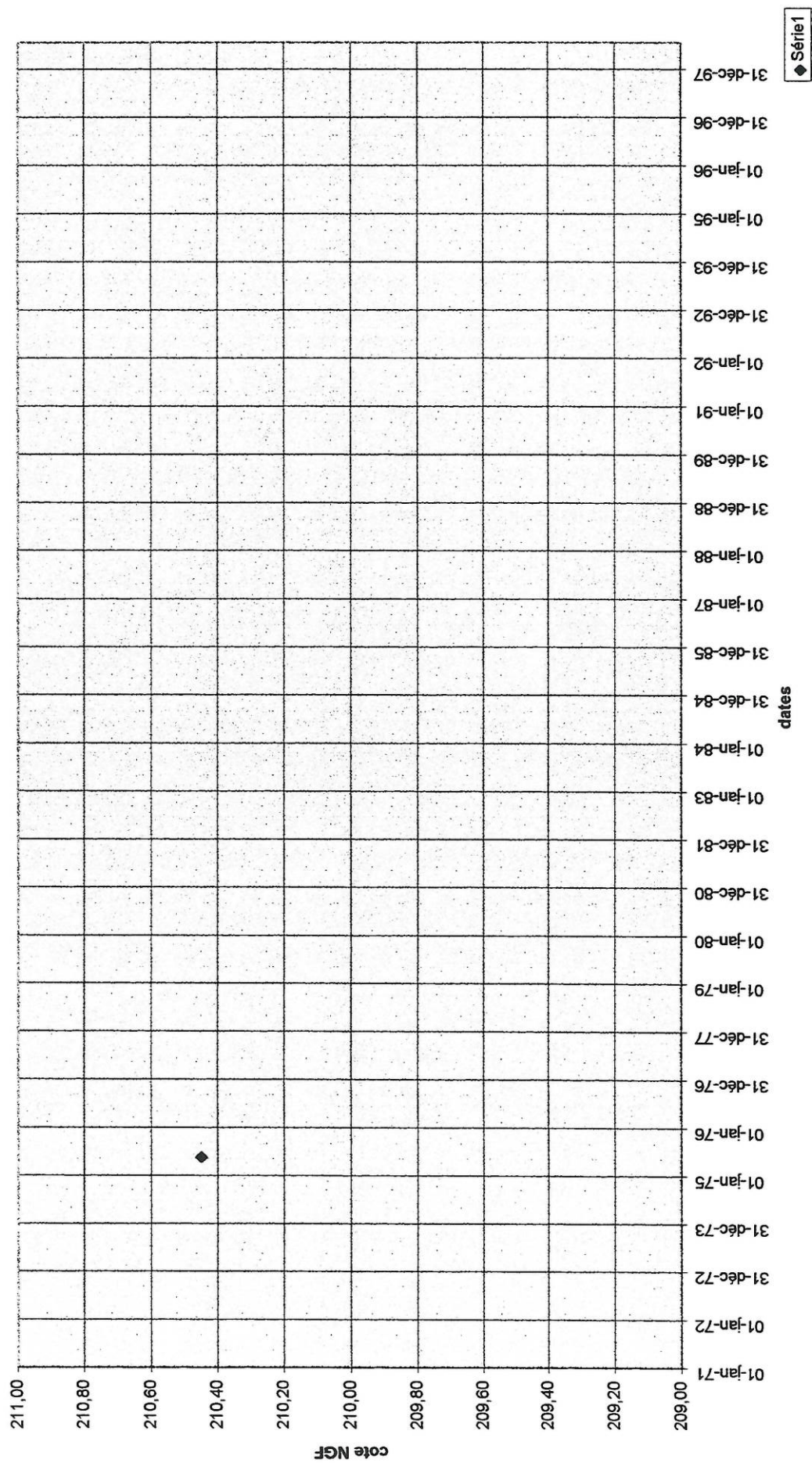
SOFITEL 1



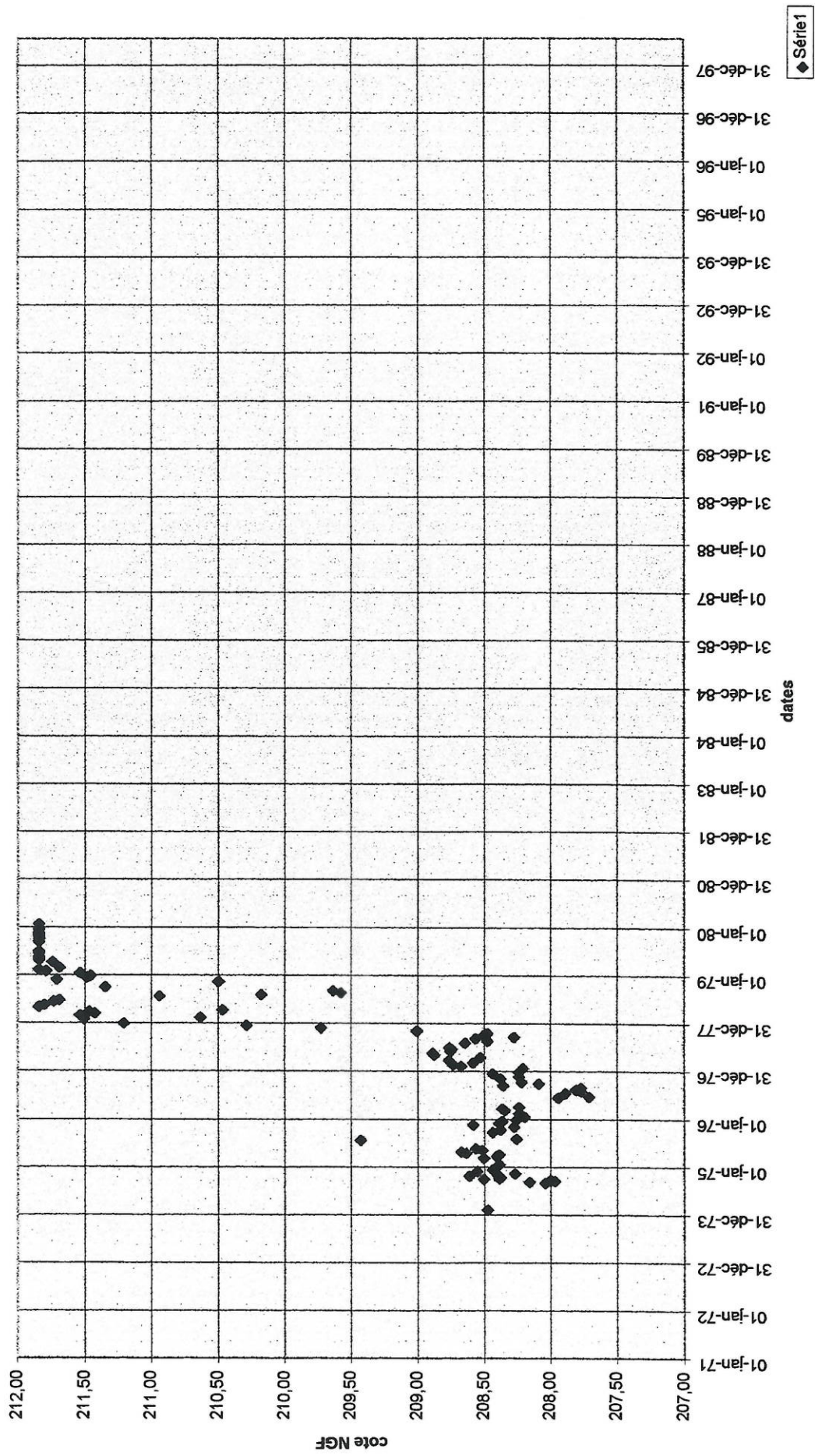
JOUHAUX



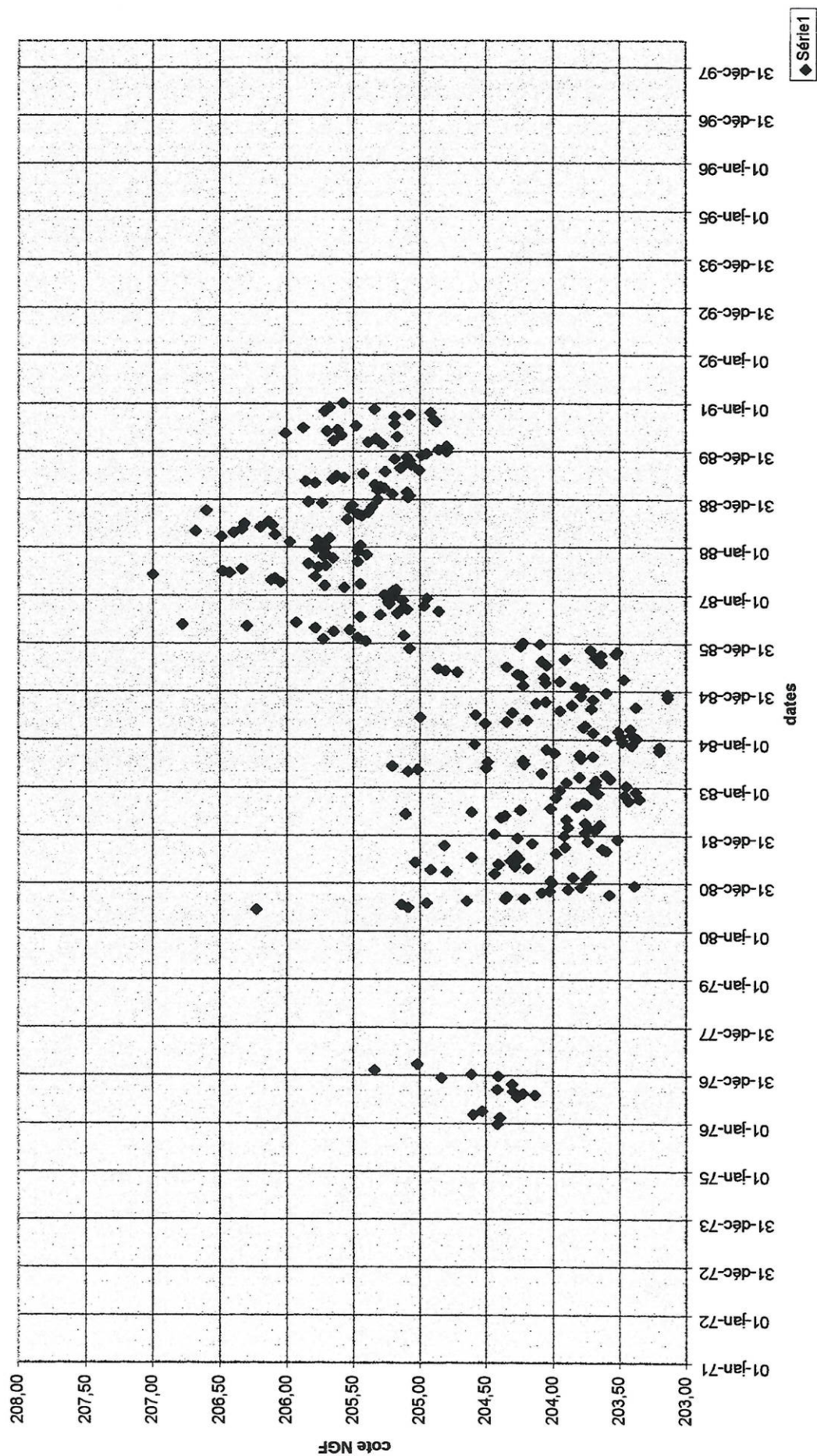
PONT CARPIN



C LAFAYETTE

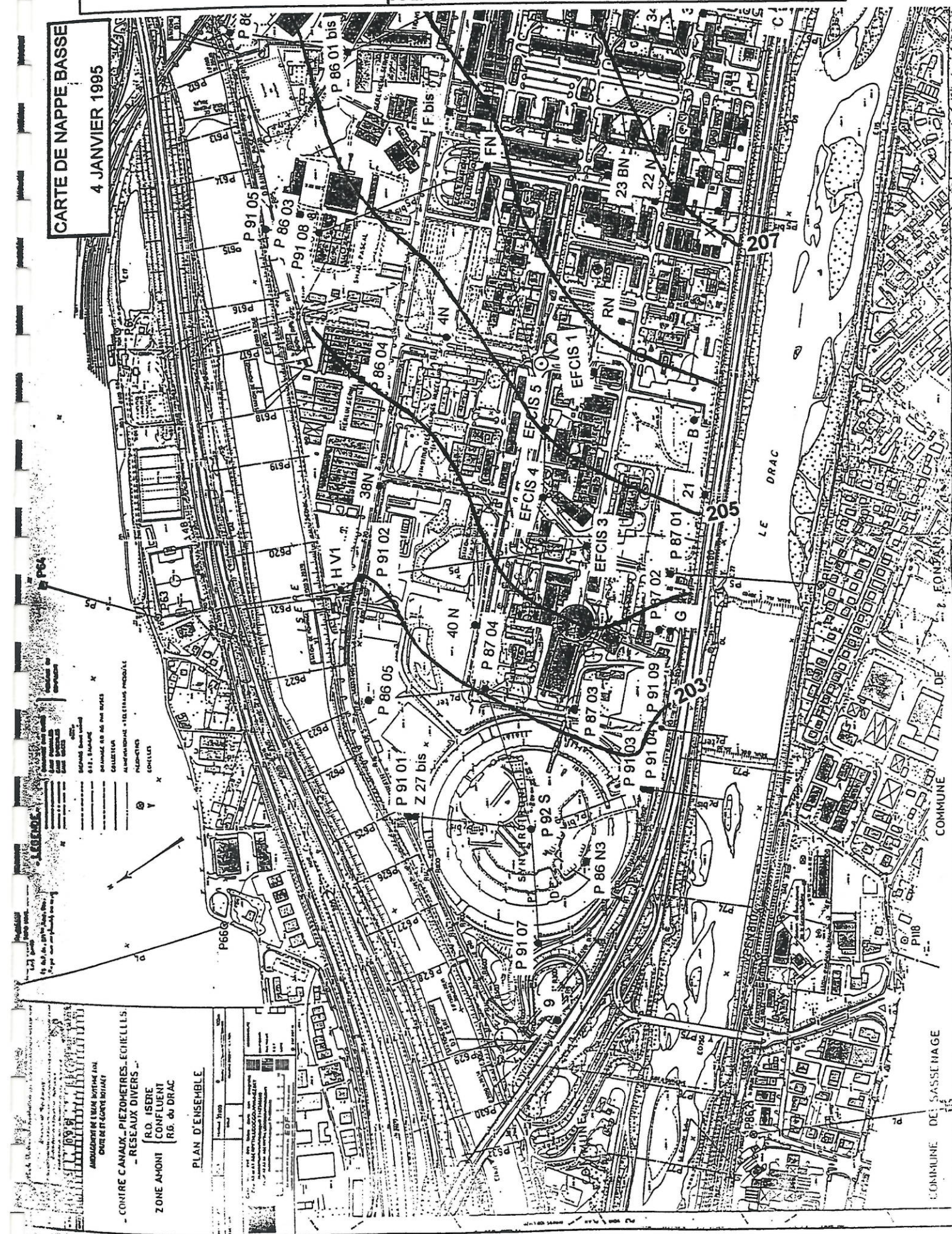


QUAI S3

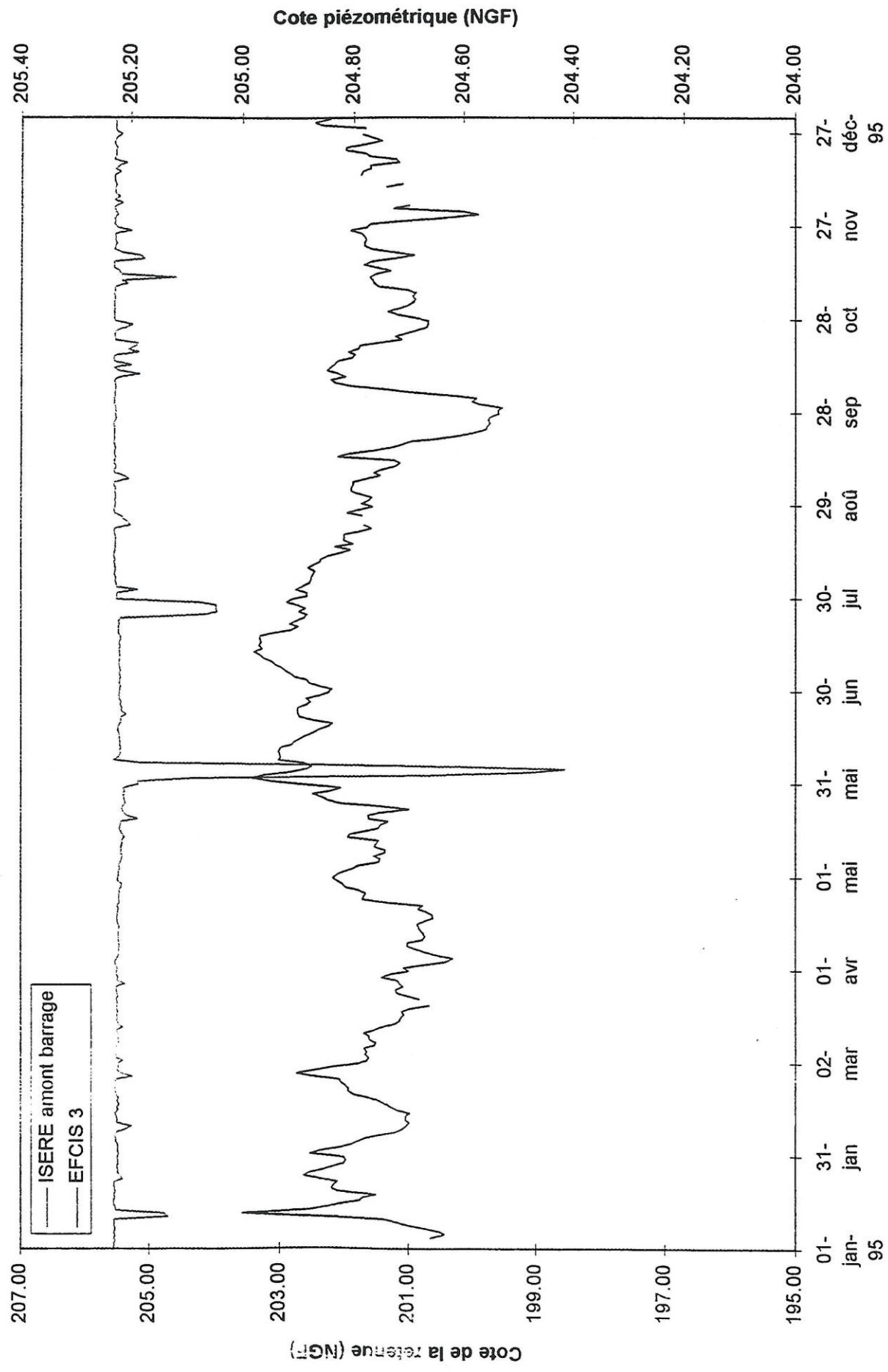


Annexe 2
DONNEES EDF

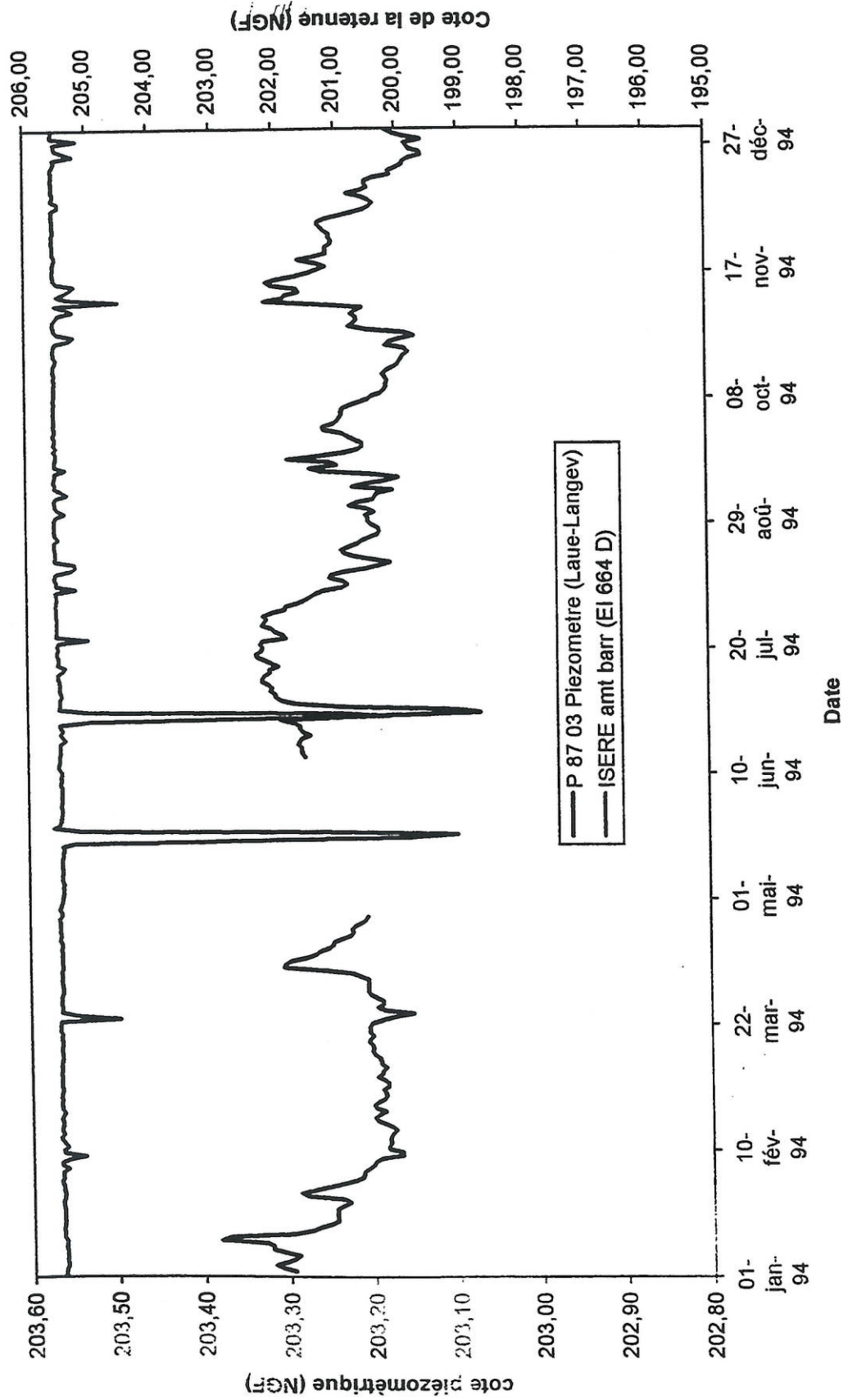
CARTE DE NAPPE BASSE
4 JANVIER 1995

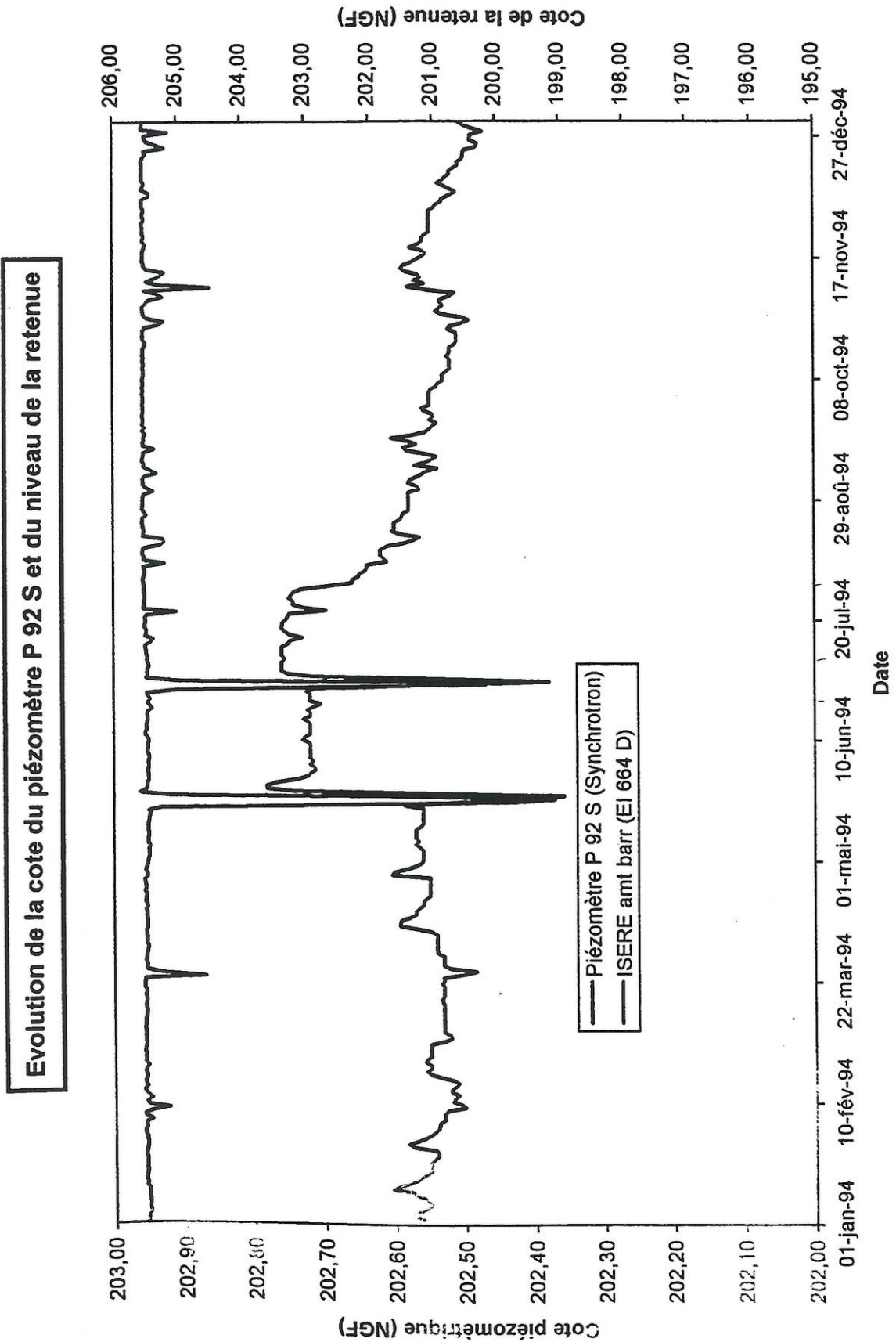


Evolution de la cote du piézomètre EFCIS 3 et du niveau de la retenue



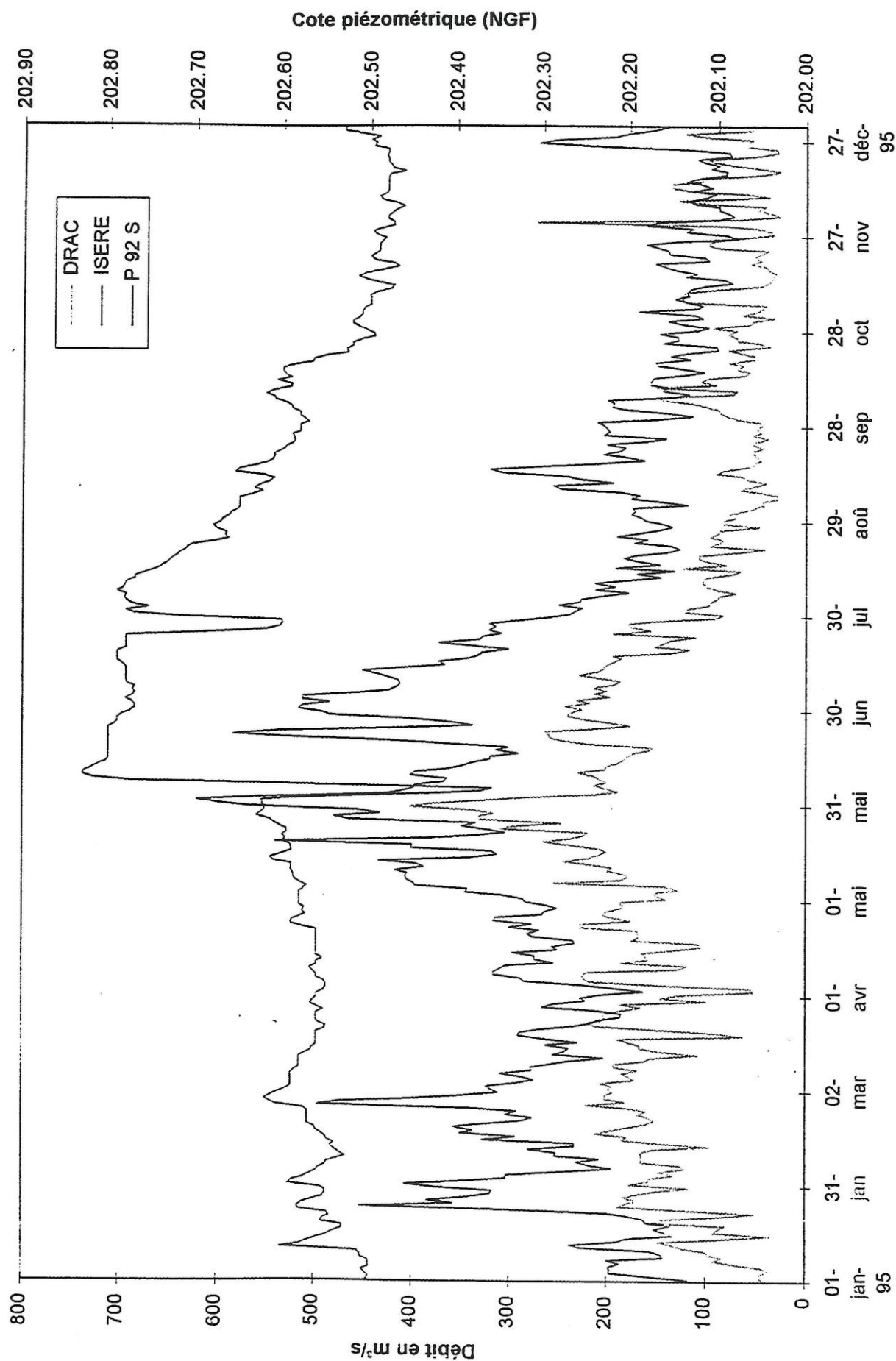
Evolution de la cote du piézomètre P 87 03 et du niveau de la retenue





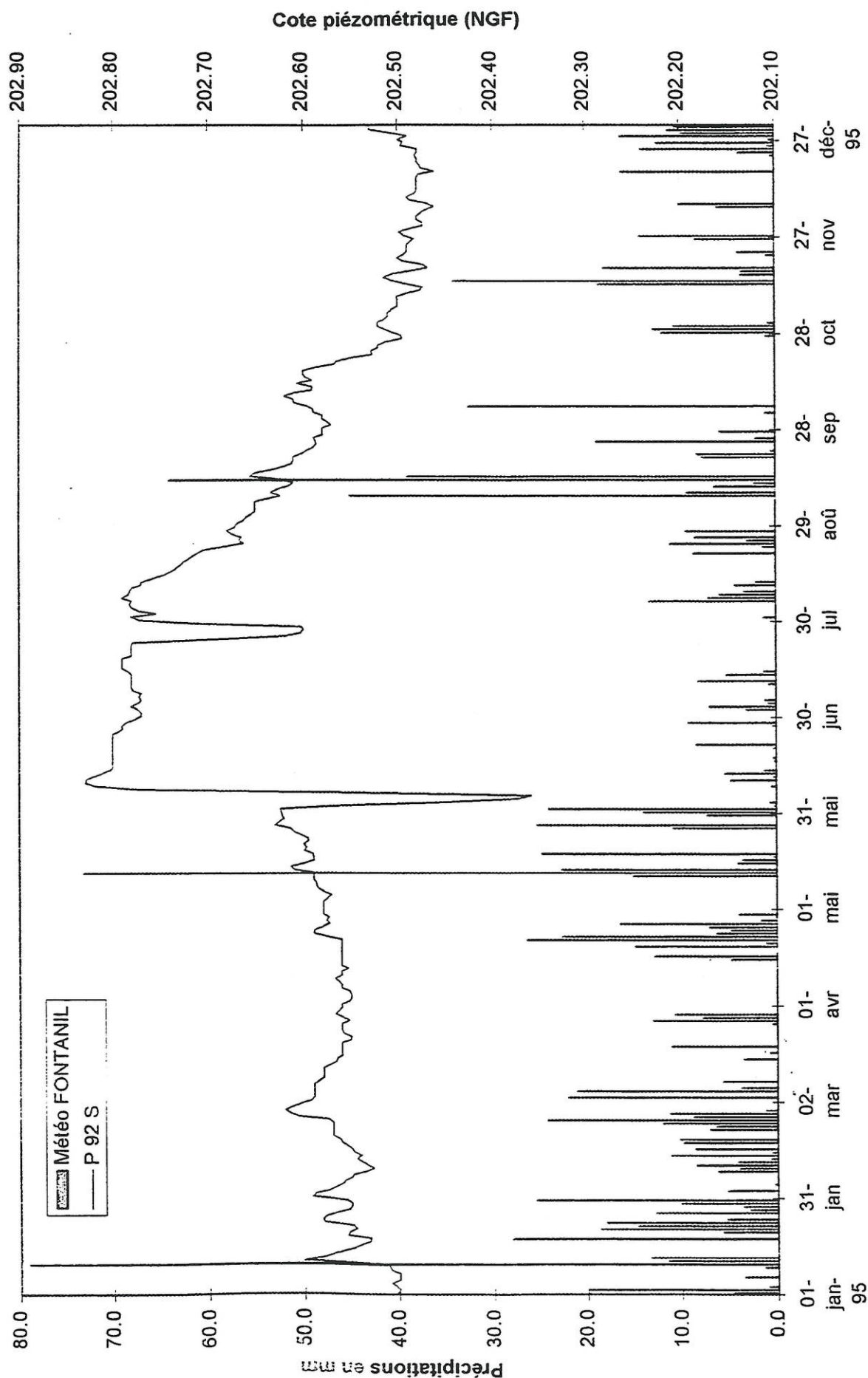
Retenue de St-Egrève - Suivi piézométrique de la nappe de l'Isère et du Drac
pour l'année 1995

Evolution de la cote du piézomètre P 92 S et des débits du Drac et de l'Isère



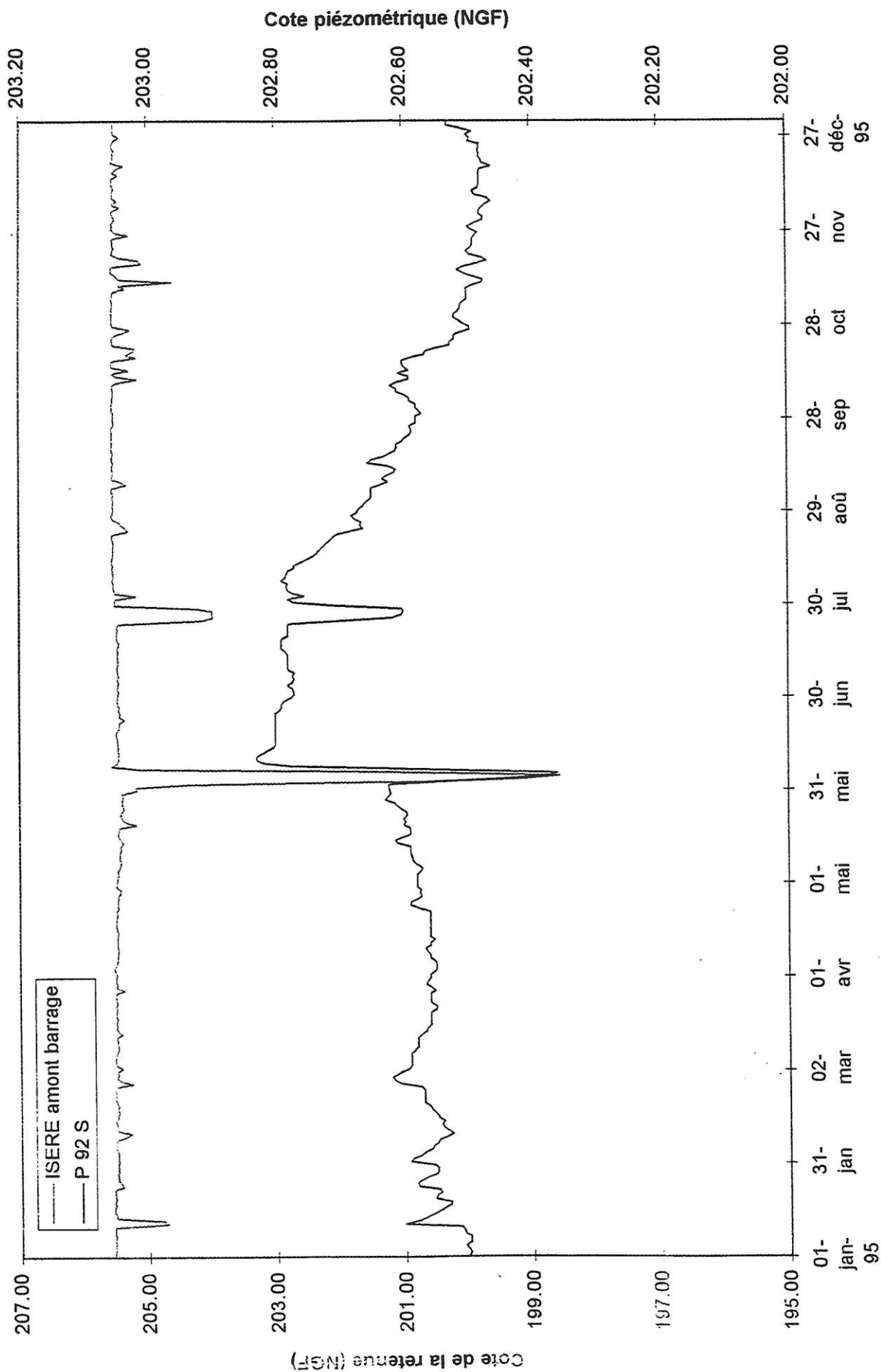
**Retenue de St-Egrève - Suivi piézométrique de la nappe de l'Isère et du Drac
pour l'année 1995**

Evolution de la cote du piézomètre P 92 S et des précipitations journalières enregistrées
à la station de Fontanil-Cornillon



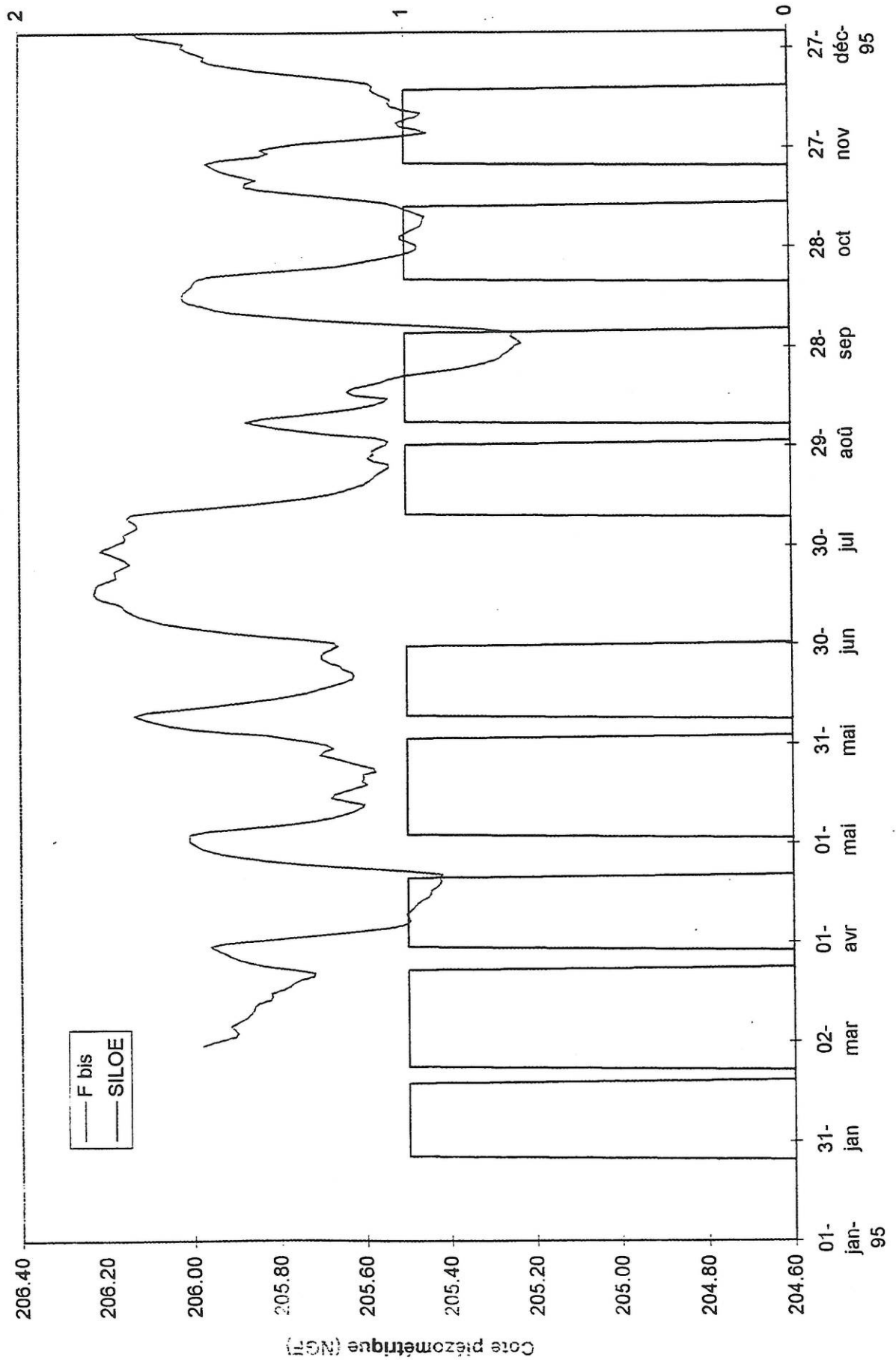
Retenue de St-Egrève - Suivi piézométrique de la nappe de l'Isère et du Drac pour l'année 1995

Evolution de la cote du piézomètre P 92 S et du niveau de la retenue



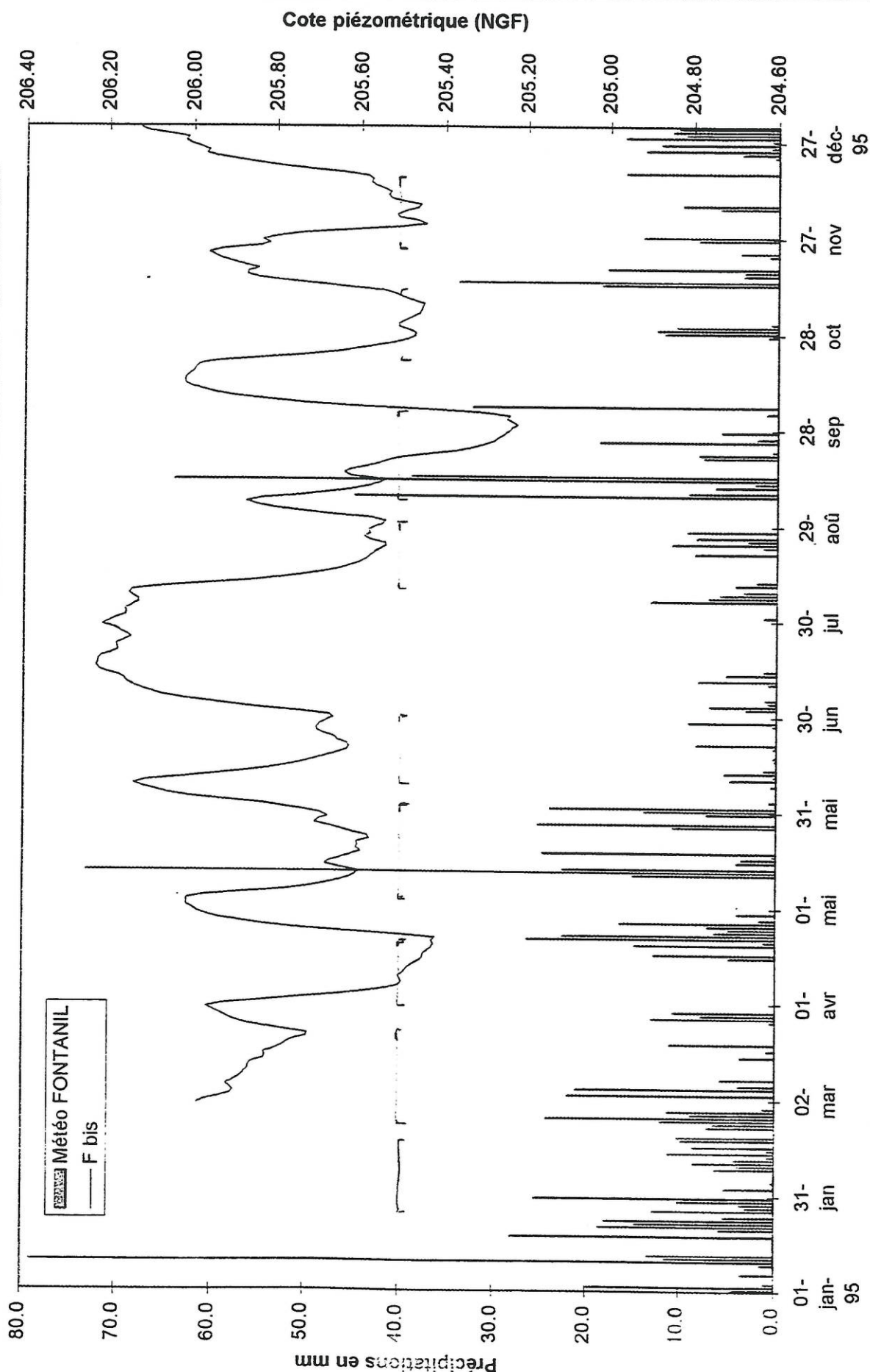
Fonctionnement des pompes SILOE

Evolution de la cote du piézomètre F bis en fonction des cycles de fonctionnement
des pompes SILOE à 650 m du centre A1-A2



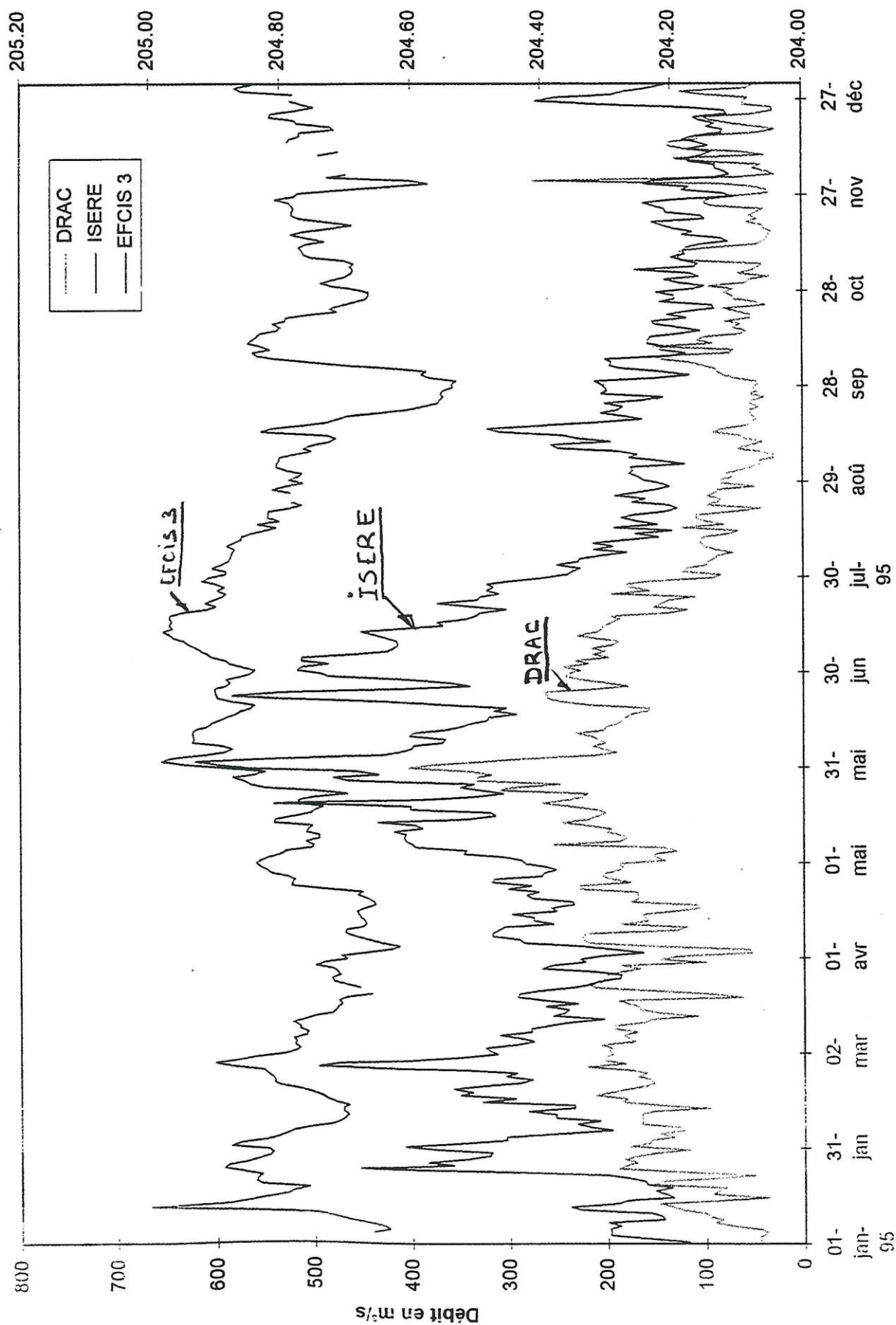
EDF - CNEH	EH.DT GC 96 054 A	ANNEXE 7	1/4
Retenue de St-Egrève - Suivi piézométrique de la nappe de l'Isère et du Drac pour l'année 1995			

Evolution de la cote du piézomètre F bis et des précipitations journalières enregistrées à la
station de Fontanil-Cornillon



Retenue de St-Egrève - Suivi piézométrique de la nappe de l'Isère et du Drac
pour l'année 1995

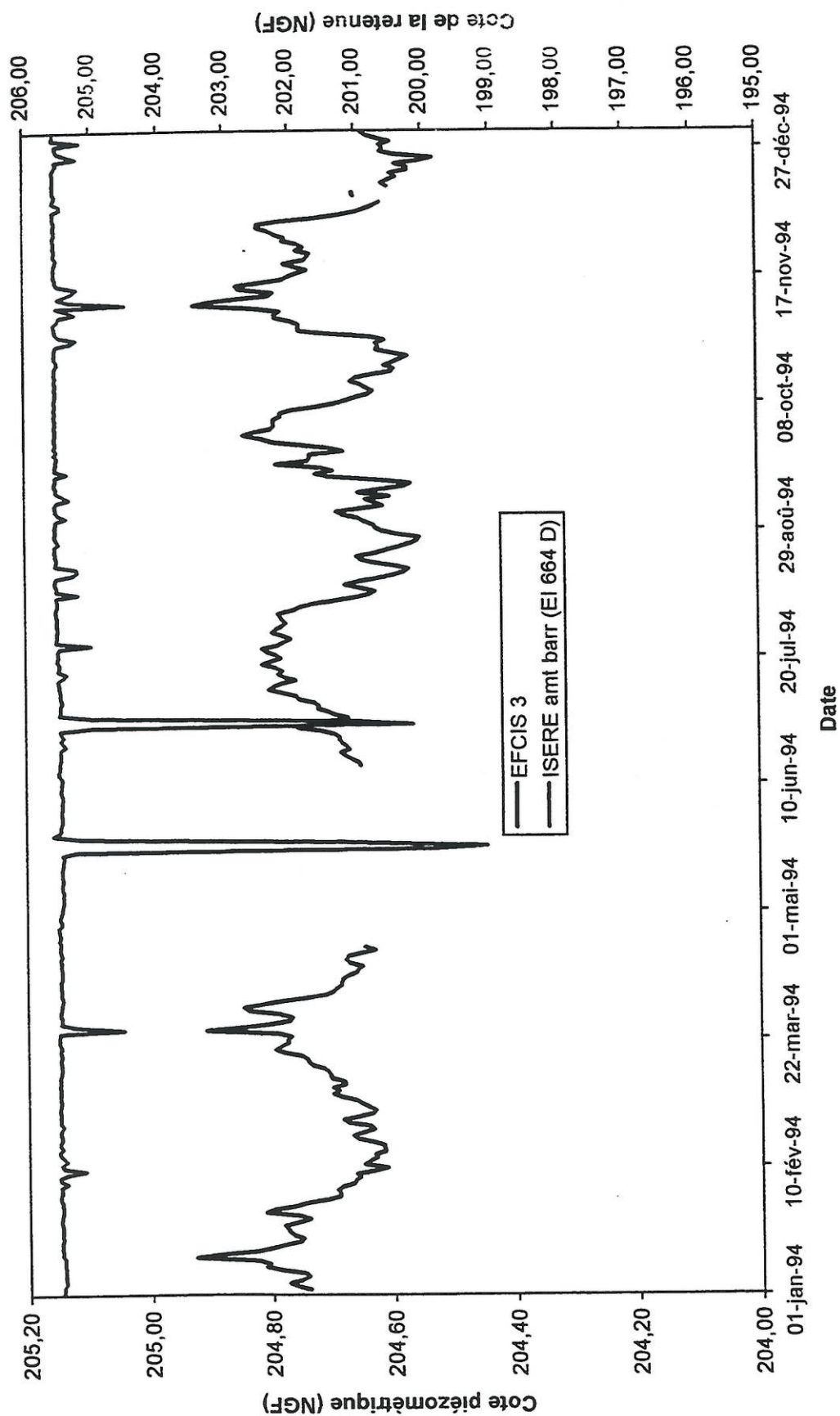
Cote piézométrique (NGF)



Retenue de St-Egrève - Suivi piézométrique

Graph2

Evolution de la cote du piézomètre EFCIS 3 et du niveau de la retenue



Annexe 3

SYSTEME INFORMATIQUE

AVERTISSEMENT

Les codes de calcul AQUIFER, MONA, ESTRA, TRAFT, SIMUTRA cités dans le rapport font l'objet de protection dans le but d'éviter leur utilisation ou reproduction illicite.

Ainsi, la présence d'une clef électronique (fournie avec le matériel informatique) branchée sur le périphérique série à l'arrière de l'ordinateur, est possible et recommandée.

Le démarrage des logiciels ne pourra alors se faire sans cette clef électronique, cependant l'utilisation normale des autres logiciels reste possible.

Certains paramètres du modèle de Grenoble ont été déterminés dans les programmes exécutable. Leur modification changera les résultats des calculs de référence. Ces paramètres, listés dans les paragraphes ci-après seront suivis de la mention "Ne pas modifier".

L'ensemble des données de ESTRA est obtenu à partir du préprocesseur AQUIFER. Ce fichier de données qui représente des états dynamiques de la nappe (calcul en régime variable) peut être transformé en fichier pour représenter des états statiques (calcul en régime d'écoulement permanent) utilisable par le logiciel MONA. Les logiciels SIMUTRA et TRAFT sont des post-processeurs graphiques. Le logiciel ESTRA est donc le logiciel de base de simulation des écoulements souterrains.

oOo

SOGREAH

LICENCE

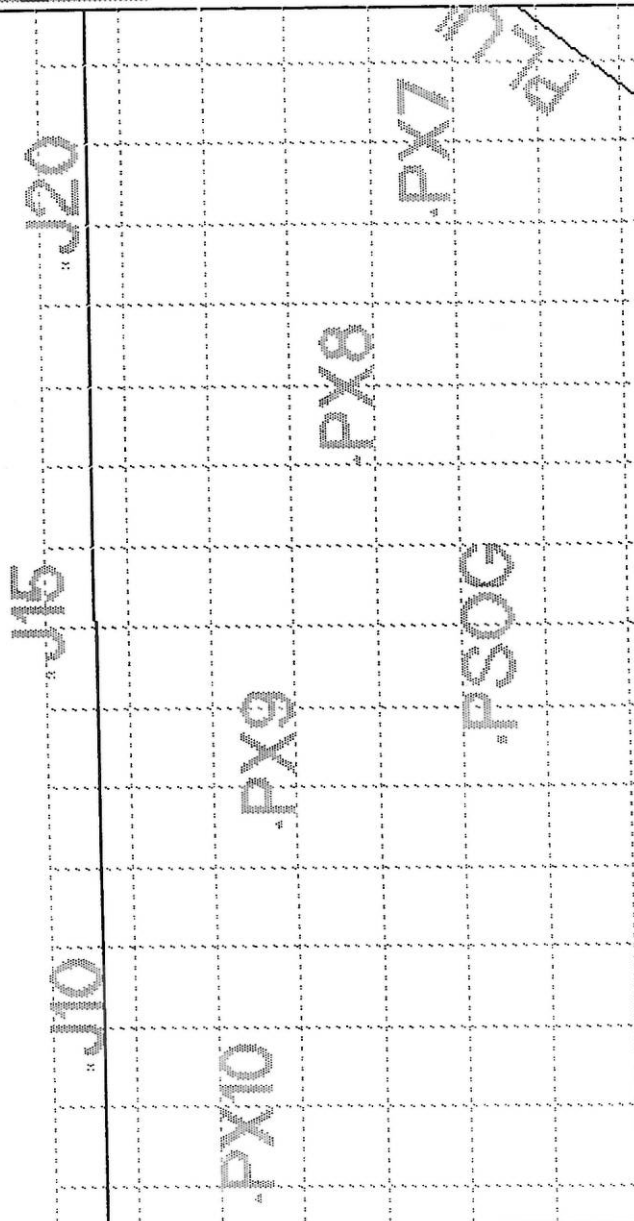
Le logiciel de simulation de circulation
hydrogéologique AQUIFERE est soumis
à une licence d'utilisation.
Cette licence vous autorise un usage du logiciel
conforme à votre contrat et à la loi.
Tout autre usage et en particulier la copie illégale
est passible de poursuites.

OK

00000000

+

ADUIFER 1.D
Choix modèle
Plan
Paramètres
Mailles
Fonction
Vues
Préc. déplacement
Config. panoramique
Fin
Retrace
Traceur
Paramètres
Fin

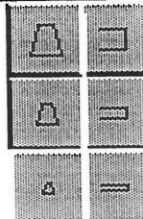


0.00 0.00
x 3

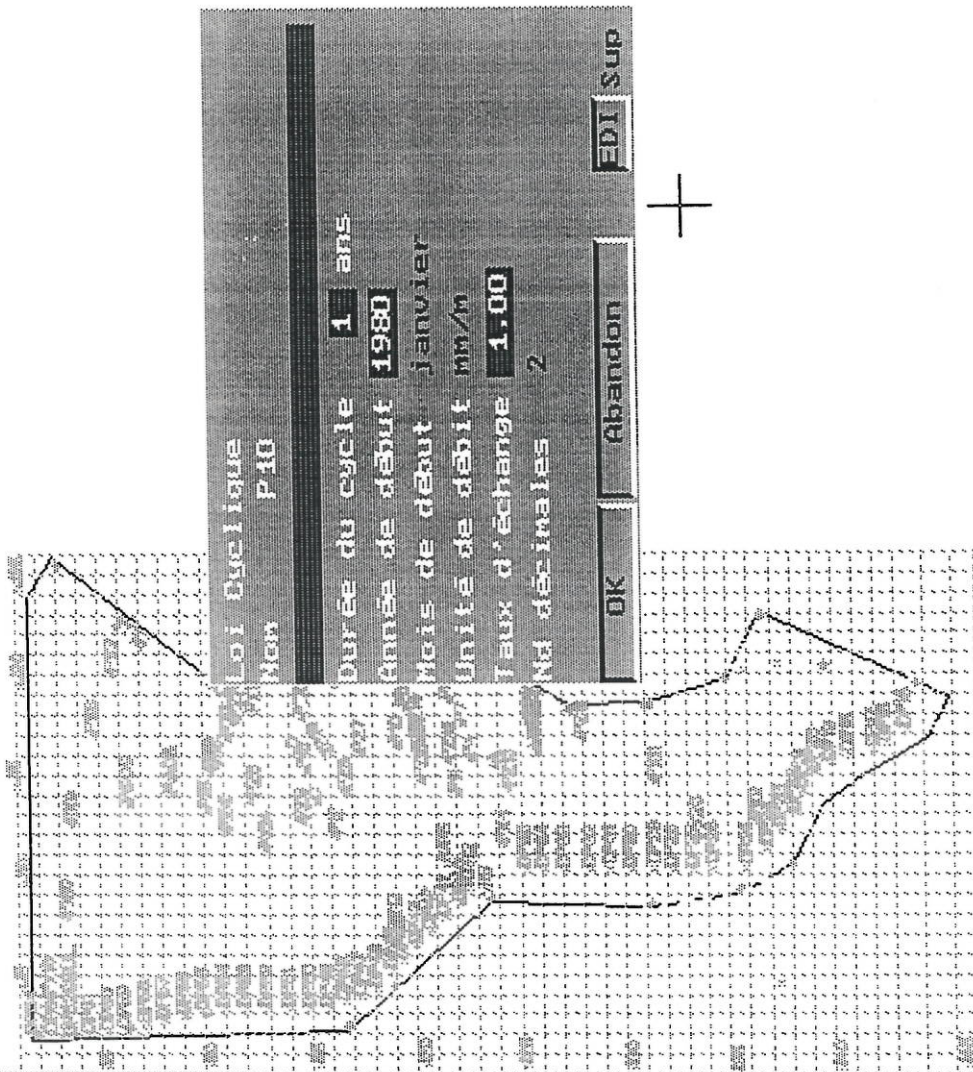
RPPE1996

- ADUIFER 1.0
- CFonctionnement
- Polois cycliques
- PPCréation
- MMModification
- ELSuppression
- VLVisualisation
- PEDébits mensuels
- CVVues
- EEFin

- Limites
- Zones
- Lignes
- Points



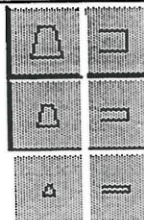
X 865021.24
Y 319487.11



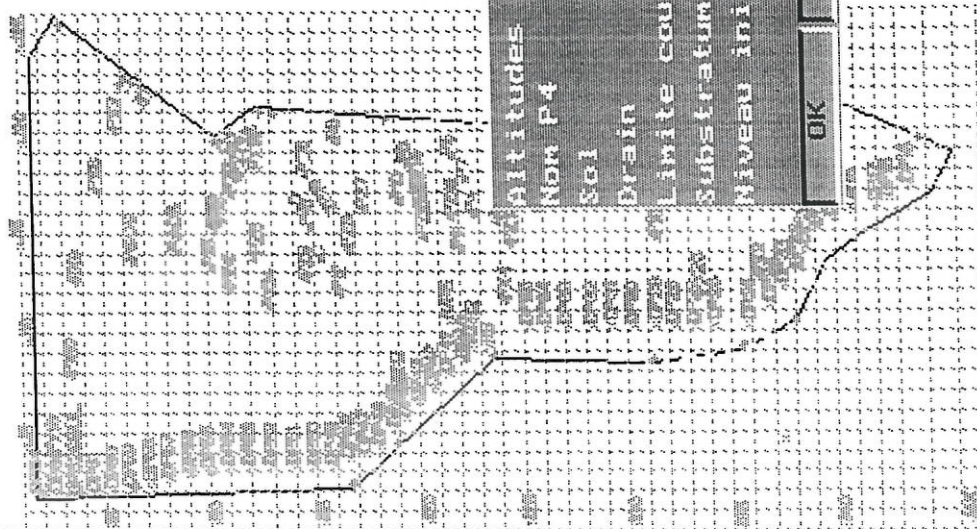
+

PP031998

AQUIFER 1.0
E Paramètres
P Nature
P Identification
M Prop. uniformes
F Drainage
U Création point
P Nom du point
D Suppression pt
F Altitudes
P Propriétés
Piez. réf.
Visu. alti.
Visu. prop.
Visu. surf.
Vues
Fin



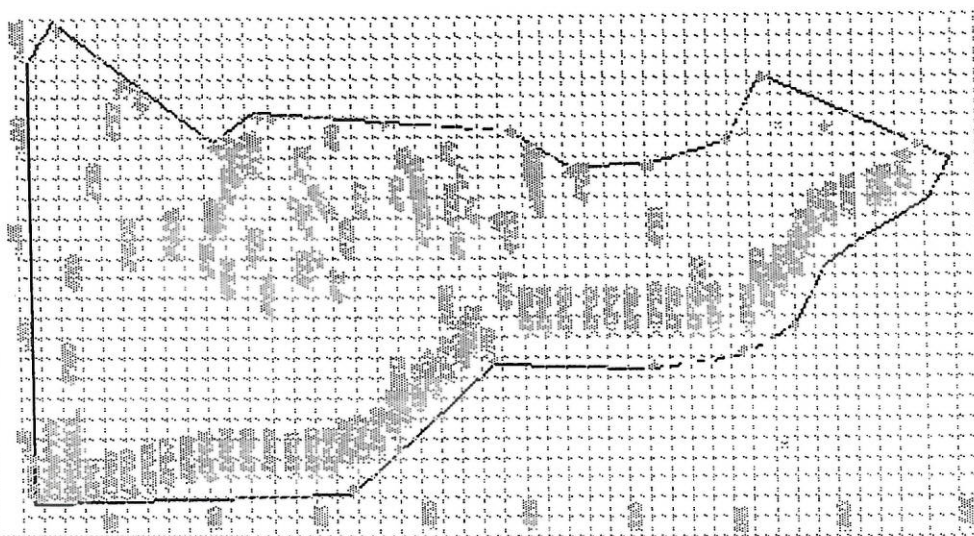
X 864945.05
Y 318831.56



Altitudes		Valide
Nom P4	Zsol	244.02 m Oui
Sol	Zd	240.00 m Oui
Drain	Zi	211.00 m Oui
Limite cou.	Zsub	194.00 m Oui
Substratum	Niveau ini.	235.00 m Oui

OK Abandon EDI Sup

AQUIFER 1.0
 C Choix modèle
 P Fichier
 R Répertoire
 W Création
 F Copie
 U Suppression
 P Taille modèle
 O Sauvegarde
 F Fin



SOMMAIRE

1.	PRESENTATION	1
2.	UTILISATION DU PREPROCESSEUR DE ESTRA : LE LOGICIEL AQUIFER.....	3
3.	LES FICHIERS UTILISES POUR ESTRA	10
2.1	Fichiers de référence	10
2.2	Fichiers de simulation	11
4.	UTILISATION DE ESTRA	11
4.1	Présentation	11
4.2	Création d'un scénario d'exploitation	12
4.3	Données générales du fichier .DON.....	12
4.4	Présentation des résultats du calcul ESTRA	23
5.	UTILISATION DES LOGICIELS DE VISUALISATION GRAPHIQUE	34
5.1	SIMUTRA	35
5.2	Utilisation de TRAFT	38

Annexe - LISTING DU FICHIER ESSAI1.DON

Cette note technique permet l'utilisation du code de calcul ESTRA et des logiciels associés. Elle a été élaborée afin que les utilisateurs puissent créer leur propre scénario de modélisation (ajout d'un pompage sur un endroit précis, variations des volumes pompés, etc.), mais la modification des données géométriques et hydrodynamiques de base (T, S, K), pour un modèle construit par SOGREAH sur un site donné ne peut pas être réalisée sans l'autorisation de SOGREAH.

Deux programmes de traçage des résultats de calculs (SIMUTRA et TRAFT) sont également décrits.

1. PRESENTATION

Le logiciel de modélisation des écoulements souterrains en régime transitoire (ESTRA) doit être installé sur le disque dur, ainsi que les autres logiciels (préprocesseur et post processeur pour une utilisation confortable).

Seuls les fichiers exécutables sont fournis, les fichiers sources, nécessaires à la modification du logiciel, restant la propriété exclusive de SOGREAH.

ESTRA modélise les écoulements souterrains en régime transitoire et permet donc de reconstituer des écoulements souterrains sur une période de temps définie. Le programme inclut les variations de précipitations, d'évaporations annuelles et peut inclure des variations dans les volumes pompés des pompages d'exploitation des eaux souterraines.

La validité des résultats calculés par le code dépend de la pertinence des données entrées par l'utilisateur qui devra donc vérifier leur cohérence.

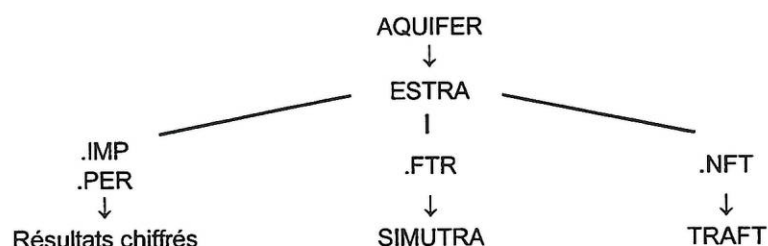
ESTRA permet l'obtention de plusieurs types de résultats :

1. Résultats sous forme chiffrée,
2. Résultats sous forme graphique à un temps donné,
3. Résultats sous forme graphique pour un point donné.

Dans le premier cas les résultats après exécution de ESTRA sont accessibles dans les fichiers .IMP et .PER de stockage des résultats. Ces fichiers seront décrits plus loin.

Dans le second cas les résultats sont stockés dans un fichier .FTR (non lisible directement), sa lecture nécessite l'utilisation du logiciel SIMUTRA qui permet un tracé en plan.

Dans le troisième cas ces résultats sont stockés dans un fichier .NFT (non lisible directement), sa lecture nécessite l'utilisation du logiciel TRAFIT qui permet un tracé en fonction du temps.



Tous les fichiers nécessaires à la modélisation sont sous le répertoire C:\MODELE.

Les fichiers se rapportant à la modélisation de référence de la nappe se trouvent sous le répertoire C:\MODELE\REF\.

Ces fichiers constituent les versions de référence et ne doivent pas être modifiés ou effacés.

Un répertoire spécial situé sous C:\MODELE\ESSAI\ contiendra l'ensemble des fichiers de modélisation créés par l'utilisateur. Seuls ces fichiers pourront être modifiés.

Le préprocesseur AQUIFER permet la saisie des données de base de la modélisation qui sont de 4 types :

- Géométrie des couches aquifères.
- Paramètres hydrodynamiques.
- Conditions aux limites.
- Conditions initiales.

Les données de base sont sous forme de fiche de forage ou cartes thématiques.

Les coordonnées X, Y ds points doivent être connues ainsi que les cotes des limites des couches géologiques.

2. UTILISATION DU PREPROCESSEUR DE ESTRA : LE LOGICIEL AQUIFER

Le lancement de AQUIFER débouche sur la présence automatique à l'écran de la dernière application. Les données proviennent d'un fichier MODELE.dat où MODELE désigne le nom du modèle pour un secteur d'étude donné. L'application comprend, à l'écran trois types de données :

- La carte du secteur.
- Un compteur x, y des coordonnées de repérage.
- Un menu **AQUIFER** comprenant neuf possibilités :
 1. Choix modèle
 2. Plan
 3. Paramètres
 4. Maillage
 5. Fonctionnement
 6. Vues
 7. Préparation du calcul
 8. Configuration
 9. Fin

Les utilisations sont les suivantes :

M1. CHOIX MODELE ouvre les possibilités suivantes:

M1.1 FICHIER	Choix d'un [fichier].dat dans la liste des fichiers stockés ou à créer.
--------------	---

M1.2 REPERTOIRE	Le recherche dans un répertoire.
-----------------	----------------------------------

M1.3 CREATION La création d'un nouveau fichier (autres applications interdites si la licences ne le permet pas).

M1.4 COPIE La recopie d'un fichier.

M1.5 SUPPRESSION Destruction d'un fichier.

M1.6 TAILLE MODELE Ne pas utiliser.

M1.7 SAUVEGARDE La sauvegarde sur disquette a:

M2. PLAN AQUIFERE qui contient les fonctions de création ou modifications de la géométrie du modèle.

M2.1 LIMITES Ces limites sont décrites par segment. Le nombre de segments autorisé est limité à 30 pour décrire les bordures extérieures du modèle. Dans le menu limite on trouve :

M2.1.1 Création - Quatre types de limites sont possibles :
Imperméable, Infiltration, Exutoire, Niveau imposé.

M2.1.2 Changement de type - Permet de changer le type d'un segment de limite.

M2.1.3 Déplacement d'un point - Permet la modification des limites.

M2.1.4 Visualisation du type de limite : l'activation conduit à un changement de la couleur des segments de limite pour le type choisi.

M2.1.5 Nom - Permet d'affecter un nom à une limite.

M2.1.6 Suppression - Permet de supprimer une limite.

M2.1.7 Vue - Permet la visualisation du modèle ou d'une partie du modèle. Cette fonction est utilisable à tous les niveaux des menus. Elle comprend :

M2.1.7.1 Zoom

M2.1.7.2 Réduction (inverse du ZOOM)

M2.1.7.3 Déplacement

M2.1.7.4 Panoramique - Vue d'ensemble.

M2.1.7.5 Retracer - Après une modification.

M2.1.7.6 Traceur - Définit l'échelle du tracé et les dimensions du cadre du tracé en relation avec les paramètres retenus.

M2.1.7.7 Paramètres - Paramètre d'affichage du tracé.

M2.2 ZONE Comprend huit parties :

M2.2.1 Création - Permet de définir des zones particulières du secteur marquées par exemple par des conditions hydrométéorologiques spécifiques. On a la possibilité :

M2.2.1.1 Exclure - d'exclure des secteurs géographiques.

M2.2.1.2 à 2.2.1.5 Culture, Crue, Pluie, Drainage - Permet d'identifier des secteurs marqués par des échanges cycliques avec l'environnement, considérés en moyenne mensuelle (Pluies, etc.).

M2.2.1.6 Bilan - Permet de définir des zones pour des calculs de bilan des échanges d'eau en moyennes mensuelles et annuelles.

M2.2.2 Changement de type - Permet de changer de type de zone.

M2.2.3 Déplacement point - Permet de modifier les limites d'une zone.

M2.2.4 Visu.type - Permet de visualiser un type de zone.

M2.2.5 Nom - Permet d'affecter un nom à un type de zone.

M2.2.6 Suppression - Permet de supprimer une zone.

M2.2.7 Vue - Voir 2.1.7

M2.3 LIGNES Reprend les fonctions de zone, mais appliquées à une ligne.

M2.4 POINT Cette fonction est l'une des plus importantes car elle permet de créer une véritable base de données à partir des données de forage. Elle comprend :

M2.4.1 Création - La localisation du point s'effectue à l'écran en coordonnées X, Y telles que indiquées dans le coin bas droit de l'écran.

5 types d'ouvrages peuvent être choisis :

- Pompage,
- Forage,
- Drainage,
- Piézomètre,
- Mesures.

M2.4.1 Création X,Y - La fonction est analogue à celle ci-dessus, mais les coordonnées doivent être fournies dans un tableau. Un nom peut être donné à l'ouvrage ainsi que la cote du sol. Si oui est affecté à l'option valide, la cote du sol servira pour l'interpolation des courbes topographiques générales.

M2.4.2 Changement type - Permet de modifier le type d'un ouvrage.

M2.4.3 Déplacement point - La fonction de déplacement se fait à l'écran.

M2.4.4 Visu Type

M2.4.5 Modif X,Y - Changement possible de tous les paramètres dans le tableau.

M2.4.6 Suppression

M2.4.7 Vue (idem 2.1.7)

M2.5 DIVERS Permet de définir deux paramètres dont la définition est fournie dans le chapitre ESTRA (voir ci-après paragraphe 3 ESTRA).

NMLIM : Nombre de valeurs de maille

MMLIZ

Mettre 0 par défaut.

M2.6 VUES (Voir 2.1.7)

M3. PARAMETRES Permet de compléter la base de données sur les ouvrages à partir des données de forage et sous une forme compatible avec la schématisation du modèle :

M3.1 NATURE Permet d'identifier le type d'aquifère.

M3.2 IDENTIFICATION Nom du Client, de l'affaire, etc.

M3.3 PROPRIETES UNIFORMES - Valeurs moyennes des paramètres hydrodynamiques.

M3.4 DRAINAGE Permet de définir les paramètres de drainage en un point sur un secteur donné.

M3.5 CREATION POINT - Permet de créer un nouveau point.

M3.6 NOM DU POINT Permet d'affecter un nom à un point.

M3.7 SUPPRESSION POINT

M3.8 ALTITUDE Reprend la géométrie de la nappe schématisée au droit de l'ouvrage.

M3.9 PROPRIETE Permet de donner les valeurs des paramètres hydrodynamiques pour les différentes couches.

M3.10 PIEZO REF Permet la définition d'une piézométrie de référence.

M3.11 VISU DIVERS TYPES

M3.12 VUE (Idem 3.1.7).

M4. MAILLAGE Permet de définir le maillage en direction et dimensions des mailles.

M5. FONCTIONNEMENT Permet de définir les conditions aux limites du modèle et divers éléments :

M5.1 DATES Pour les dates de début et fin de simulation.

M5.2 PAS DE TEMPS Tableau.

- M5.3 TITRE de la simulation
- M5.4 LOIS CYCLIQUES A affecter aux zones définies précédemment (zone de culture, etc.).
- Les valeurs sont fournies en moyennes mensuelles (voir chapitre ESTRA ci-après).
- M5.5 LOIS TEMPORELLES Permet de définir les variations de débit par ouvrage, les conditions de niveaux imposées, les niveaux observés.
- M5.6 EDITION Fixe les paramètres à éditer.
- M5.7 VUES (Voir 2.1.7).
- M6. PREPARATION CALCUL Permet de préparer le fichier [MODELE].don utile pour l'exécution du logiciel ESTRA. Ces données géométriques et hydrodynamiques sont utilisées pour interpoler et fournir des valeurs à chaque point de calcul (maille).
- M7. CONFIGURATION Définit les paramètres de tracés et les dimensions du secteur à modéliser.
- M7.1 TRACEUR
- M7.2 CONNEXION Traceur/micro
- M7.3 PARAMETRE MODELE Choix de la langue (français ou anglais).
- M7.4 LIMITE DE RESEAU Permet de définir en coordonnées Lambert les limites du secteur modélisé.

Nota

Pour lancer une nouvelle application, après avoir choisi un nom de modèle et un répertoire de stockage sur disque dur, il convient de définir les limites de l'espace à modéliser et donc de se placer dans CONFIGURATION, LIMITE DE RESEAU, en M7.4.

3. LES FICHIERS UTILISES POUR ESTRA

3.1 FICHIERS DE REFERENCE

Ces fichiers contiennent les données et résultats de la modélisation de 1997 à 2008 en conditions pluviométriques moyennes.

Ils ne doivent en aucun cas être modifiés ou effacés car ils constituent les fichiers de référence des données géométriques, hydrodynamiques et des conditions aux limites.

Ces fichiers sont sous le répertoire C:\MODELE\REF\.

Celui-ci contient les fichiers suivants⁽¹⁾, dans lesquels le mot MODELE représente le nom du fichier qui permet d'identifier la zone d'étude :

MODELE.DON	: Fichier de données de la simulation, résultat de AQUIFER.
MODELE.IMP	: Fichier de résultats lisibles de la simulation.
MODELE.PER	: Fichier de résultats lisibles donnant la piézométrie d'équilibre à une date donnée.
MODELE.NFT	: Fichier de résultats des évolutions piézométriques en fonction du temps.
MODELE.FTR	: Fichier de résultats de la piézométrie à une date donnée.
MODELE.SIM	: Fichier de données du traçage par le logiciel SIMUTRA.
ZD.INT	: Fichier des cotes de drainage.
ZI.INT	: Fichier des cotes intermédiaires entre les deux couches modélisées.
ZSOL.INT	: Listing des cotes du sol.
ZSUB.INT	: Listing des cotes du substratum.

Tous les fichiers ayant pour extension (.INT) sont inclus dans le fichier MODELE.DON.

(1) Les fichiers en gras ne doivent pas être effacés

3.2 FICHIERS DE SIMULATION

Ces fichiers peuvent être modifiés par l'utilisateur pour créer de nouveaux scénarios d'exploitation. Le fichier de base est ESSAI1.DON qui reprend les données de MODELE.DON.

Les autres fichiers sont :

ESSAI1.SIM : Fichier de données de traçage par SIMUTRA.

TEST1.DAT : Fichier de données de traçage pour TRAFT.

A chaque nom de fichier sont associés cinq fichiers ayant pour extension : .IMP, .PER, .NFT, .FTR, .DON, et un fichier de données de traçage pour SIMUTRA (.SIM).

4. UTILISATION DE ESTRA

Afin de pouvoir utiliser correctement ce modèle, il est nécessaire de se servir du programme exécutable ESTRA.EXE.

Tous les fichiers présents dans les répertoires de C:\MODELE\ESSAI\ et ayant des extensions .DON, .PER, .IMP, .RES et .INT sont formatés et lisibles sur écran grâce à l'éditeur PE2 (personal editor 2). Le chargement d'un fichier se fait par la lettre X ou PE2 suivi du nom du fichier avec son extension (ex. : X MODELE.DON charge le fichier MODELE.DON et l'affiche à l'écran).

Les fichiers *.NFT et *.FTR ne sont pas sous forme formatée et ne sont pas visualisables à l'écran.

Tous les paramètres des fichiers sont formatés d'une façon précise compréhensible par les logiciels de calculs. Ne jamais modifier la position d'un de ces paramètres, le modèle serait rapidement dérégulé et inutilisable.

4.1 PRESENTATION

Le présent programme permet de calculer l'écoulement souterrain en régime transitoire dans les aquifères présentant les caractéristiques suivantes :

- l'épaisseur de l'aquifère est supposée faible vis-à-vis de ses dimensions horizontales et le milieu est supposé de structure verticale peu hétérogène de sorte que l'on puisse négliger les gradients verticaux de charge qui accompagnent les mouvements de percolation verticale (Hypothèse de Dupuit) ;
- dans ces conditions, l'écoulement est entièrement défini par la répartition à deux dimensions de la charge $H(x,y)$, x et y étant les coordonnées horizontales du point considéré.

4.2 CREATION D'UN SCENARIO D'EXPLOITATION

Se placer dans C:\MODELE\ESSAI\.

Il est possible d'ajouter ou de supprimer des forages d'exploitation sur le modèle actuel, sans cependant modifier les autres paramètres (géométrie, transmissivité, perméabilité, etc.), afin de créer un scénario d'exploitation. Dans ce cadre les données du fichier ESSAI1.DON doivent être modifiées.

Avant toute modification, il est recommandé, afin de ne pas modifier les fichiers originaux, de recopier ces fichiers sous un autre nom (ESSAI2.DON par exemple) par la fonction COPY.

4.3 DONNEES GENERALES DU FICHIER .DON

Toutes les données ci-après sont générées à l'aide du préprocesseur AQUIFER.

4.3.1 DUREE DE LA SIMULATION

Le listing complet du fichier ESSAI1.DON est en annexe, il permet de visualiser les variables décrites ci-après :

Col. 5 à 10 :	DURCAL	Durée maximale du calcul prévue exprimée en minutes
	Format (F10.3)	
Col. 1 à 5 :	NUCAL	Numéro d'ordre du calcul, au choix de l'utilisateur (facultatif).
Col. 11 à 20 :	IDACAL	Date du calcul (facultatif)

Col. 21 à 30 : INIDAT Date initiale de la période simulée.

Col. 31 à 40 : IFIDAT Date finale de la période simulée.

Ces dates sont exprimées sous la forme :

jour = 2 chiffres.

mois = abréviation du mois 4 caractères
(JANV, FEVR, MARS, AVRI, MAI,
JUIL, AOÛT, SEPT, OCTO,
NOV, DEC).

année = 4 chiffres.

Format (I5, 5X, 3(I2, A4, I4), IX, A4).

Remarque :

Le mois de IDACAL, INIDAT, IFIDAT doit être défini en français, suivant la convention ci-dessus, quelle que soit l'option linguistique choisie. Le programme assure la traduction du mois en anglais pour l'édition des résultats dans cette langue.

4.3.2 L'ENTETE

L'entête à faire figurer au sommet de la page lors de l'édition sur imprimante des tableaux de résultats, pouvant comporter au maximum 5 lignes est à définir comme suit :

Chaque ligne est définie par une carte perforée comportant :

Col. 1-4 Le label d'identification "TETE".

Col. 5-60 La partie de l'entête figurant à gauche indiquant l'identité du Client en général.

Col. 61-80 La partie de l'entête figurant à droite donnant l'identité du prestataire de services.

Format (20A4).

4.3.3 LE TITRE GENERAL DE L'ETUDE

Le titre général de l'étude imprimé après l'entête avant l'édition de chaque tableau de données ou de résultats. Ce titre peut comporter au maximum 5 lignes.

Chaque ligne est définie par une carte perforée comportant :

Col. 1-4 Le Label d'identification "TGEN"

Col. 5-80 Le titre général qui doit être centré sur les colonnes 42-43.

Format (20A4)

4.3.4 LE TITRE DE LA SIMULATION

Le titre de la simulation à faire figurer sur la première page éditée sur imprimante. Ce titre peut comporter 10 lignes au maximum.

Chaque ligne est définie par une carte perforée comme suit :

Col. 1-4 Le label d'identification "TSIM".

Col. 5-80 Le titre particulier à la simulation exécutée centré sur les colonnes 42-43.

Format (20A4)

4.3.5 LA FIN DE LA SEQUENCE "FINT"

Les cartes définissant l'entête, le titre général et le titre de la simulation peuvent être lus dans un ordre quelconque.

La fin de la séquence doit être indiquée par une carte supplémentaire comportant le label d'identification "FINT" en col. 1 à 4.

4.3.6 LES PARAMETRES GENERAUX

- La première ligne contient 11 paramètres qu'il est déconseillé de modifier.
- La deuxième contient 16 paramètres dont seulement une partie peut être changée :

Col. 1 à 5	NEDIT	Nombre maximal de dates où l'édition sur imprimante des cotes piézométriques est demandée.
Col. 6 à 10	NPERF	Nombre maximal de dates où la sortie sur cartes perforées des cotes piézométriques est prévue.
Col. 11 à 15	NCOMP	Nombre maximal de dates où la surface piézométrique calculée doit être comparée à une surface piézométrique de référence.
Col. 16 à 20	NTRA	Nombre maximal de dates où la cote piézométrique doit faire l'objet d'une sortie sur table traçante sous forme de courbes isopièzes.
Col. 21 à 25	NBILD	Nombre maximal de dates où le bilan des débits d'échanges horizontaux et verticaux relatifs à chaque maille du modèle doit être édité sur imprimante.
Col. 26 à 30	NMDT	Nombre maximal de valeurs du pas de temps programmé.
Col. 31 à 35	NMZ	Ne pas modifier.
Col. 36 à 40	NMLZ	Ne pas modifier.
Col. 41 à 45	NFTRA	Ne pas modifier.
Col. 46 à 50	NFT	Ne pas modifier.
Col. 51 à 55	IMPE	Ne pas modifier.
Col. 56 à 60	IDEC	Nombre de décimales à prendre en compte pour l'édition sur imprimante des cotes piézométriques calculées et leurs variations au cours du temps.

Col. 61 à 65	IDEP	Nombre de décimales à prendre en compte pour la sortie de la cote piézométrique sur cartes perforées.
Col. 66 à 70	IDER	Nombre de décimales à prendre en compte lors de l'édition sur imprimante de la variation de la réserve en eau de l'aquifère.
Col. 71 à 75	IETNA	Paramètre indiquant si l'on désire éditer sur imprimante la nature de l'écoulement dans les différentes mailles du modèle aux dates d'édition des cotes piézométriques.
Col. 76 à 80	IEDCR	IETNA = 0 si aucune édition n'est demandée. Ne pas modifier.

- La troisième ligne contient 6 paramètres à ne pas modifier.
- La quatrième ligne définit 10 paramètres dont seulement une partie peut être modifiée :

Col. 1 à 5	NBIQP	Ne pas modifier.
Col. 6 à 10	NBQP	Nombre maximal de valeurs temporelles des débits imposés à tabuler pour l'ensemble du modèle.
Col. 11 à 15	NBICOB	Nombre maximal de lois d'évolution des cotes piézométriques observées définies explicitement en fonction du temps.
Col. 16 à 20	NBCOB	Nombre maximal de valeurs des niveaux piézométriques observés à tabuler pour l'ensemble du modèle.
Col. 21 à 25	NBICOV	Nombre maximal de points de calcul où la cote piézométrique suit une loi imposée en fonction du temps.
Col. 26 à 30	NBCOV	Nombre maximal de valeurs temporelles des cotes piézométriques imposées à tabuler pour l'ensemble du modèle.
Col. 31 à 35	IEPIEZ	Editions des écarts entre piézométrie observée et calculée.
Col. 36 à 40	NBPIEZ	Nombre maximal de piézomètres de référence.

Col. 41 à 45	NBPED	Nombre maximal de piézomètres dont les cotes piézométriques calculées doivent être éditées sur imprimante.
--------------	-------	--

Col. 46 à 50	FINDE	Intervalle de temps minimal séparant les valeurs des niveaux calculés dans les piézomètres à éditer sur imprimante, exprimé en jours.
--------------	-------	---

- La cinquième ligne définit 6 paramètres :

Col. 1 à 5	NBREMA	Ne pas modifier.
------------	--------	------------------

Col. 6 à 10	NBRECY	Ne pas modifier.
-------------	--------	------------------

Col. 11 à 15	NANCY	Période commune à l'ensemble des régimes cycliques considérés, exprimée en nombre entier d'années.
--------------	-------	--

NANCY = 0 dans le cas où aucun régime d'échange à caractère cyclique n'intervient dans la simulation.

Col. 16 à 25	INICYC	Date initiale du cycle des échanges à caractère périodique, exprimée par les deux nombres suivants :
--------------	--------	--

INICYC(1) = mois chiffré (Janvier : 1, Février : 2, etc.)

INICYC(2) = année

Col. 26 à 30	MOIREF	Mois de référence à prendre en compte, si le mois des dates de changement de débit n'est pas spécifié dans les données. Le mois de référence est donné sous forme numérique.
--------------	--------	--

Col. 31 à 35	NAVARD	Paramètre indiquant la nature des variations des débits imposés.
--------------	--------	--

NAVARD = 0 si les débits varient par paliers (c'est-à-dire sont constants entre deux dates de changement de débits).

NAVARD = 1 si les débits varient linéairement entre deux dates consécutives où ils sont spécifiés.

4.3.7 DONNEES DE MAIL

Dans le cas où les mailles du modèle ne sont pas de forme carrée, il est nécessaire de définir l'espacement des points de calcul suivant O_x et O_y .

Ces espacements ne doivent en aucun cas être modifiés.

4.3.8 DONNEES DE TABED

Les dates auxquelles une édition sur imprimante ou sur table traçante des cotes piézométriques moyennes et des cotes de surface libre de la nappe et des débits sont souhaitées, sont indiquées de la manière suivante :

Les données de TABED comportent :

Col. 1-4	IDENT	Label d'identification concernant le type de sortie demandé
	IDENT = EDIT	Edition sur imprimante de $H(i,j)$.
	IDENT = PERF	Perforation de $H(i,j)$.
	IDENT = COMP	Comparaison de la surface piézométrique calculée avec une surface piézométrique de référence
	IDENT = TRAC	Transfert de $H(i,j)$, $QX(i,j)$, $QY(i,j)$, $VX(l, icouch)$, $VY(l, icouch)$ sur le fichier NFTRA en vue d'une sortie sur table traçante à l'aide du post-processeur SIMUTRA.
Col. 11-80	JJOUR(k) JMOIS(k) JAN(k) JHEURE(k) k = 1 à 7	Dates auxquelles les sorties définies par IDENT sont souhaitées
		Ces dates sont exprimées sous forme numérique.
		Jour = 2 chiffres.
		Mois = 2 chiffres.
		An = 4 chiffres.
		Heure = 2 chiffres.

Format (A4,6X,7(2I2,I4,I2))

Les cartes relatives à un même type de sortie, c'est-à-dire à un même label d'identification IDENT doivent être enchaînées dans l'ordre des dates croissantes. La fin de la séquence relative à chaque type de sortie est suivie de cases blanches.

La surface piézométrique calculée relative à la date finale de la simulation est éditée systématiquement sur imprimante et sur cartes perforées. Il est donc inutile de spécifier cette date dans les données précédemment définies. Il en est de même pour l'édition du bilan des débits.

Par contre, la surface piézométrique, les débits finaux et les vitesses finales ne sont transférés sur le fichier NFTRA, en vue d'une sortie graphique, que si la date finale de simulation est spécifiée dans les données de TRAC.

4.3.9 DONNEES DE TABT

La séquence des pas de temps du calcul est définie par un ou plusieurs paramètres. Ceux-ci ne doivent pas être modifiés.

4.3.10 DONNEES DE LEC

Les caractéristiques géométriques et hydrodynamiques de l'aquifère sont lues sous forme de tableaux T(i,j).

Ces tableaux ne doivent en aucun cas être modifiés ; ils contiennent successivement :

- . la piézométrie de référence, HINI,
- . la cote de drainage, ZD,
- . la cote du sol, ZSOL,
- . la cote du substratum, ZSUB,
- . la cote intermédiaire, ZI,
- . la cote du toit, ZTS
- . les perméabilités de la couche inférieure, KX1 KY1,
- . les perméabilités de la couche supérieure, KX2 KY2,
- . les transmissivités de socle selon l'axe X, TSX,
- . les transmissivités de socle selon l'axe Y, TSY,
- . l'emmagasinement libre de la couche inférieure (SL1),
- . l'emmagasinement libre de la couche supérieure (SL2),
- . le coefficient de drainage, CD,
- . les zones de bilan NZB;
- . les limites du modèle, LIM.

Identification de la fin du fichier

Le dernier tableau T(i,j) lu doit être suivi d'une carte indiquant la fin de la phase de lecture des données de LEC. Cette carte comporte aux colonnes 79-80 la valeur :

ITEST = "99"

4.3.11 DONNEES DE LECY

Si le paramètre NANCY est différent de zéro, il convient de lire les éléments suivants qui définissent les régimes d'échanges avec l'aquifère à caractère périodique, leur répartition spatiale et les taux d'échanges correspondants.

a. Répartition spatiale des régimes cycliques et taux d'échanges

En désignant par NREMA le nombre maximum de régimes d'échanges à caractère périodique pouvant être affectés à une même maille au cours d'une simulation déterminée, la répartition spatiale de ces régimes et leurs taux d'application doivent être définis au moyen de NREMA tableaux présentés comme suit :

Ces tableaux définissent les zones d'apport par les pluies, les exports par les sources, les exports par évaporation, les pertes par ruissellement.

Il est déconseillé de modifier ces valeurs.

b. Définition temporelle des régimes cycliques

Chacun des régimes cycliques intervenant dans la simulation doit être défini comme suit.

La séquence des valeurs moyennes mensuelles caractérisant le régime considéré doit être lue sur NANCY LIGNES à raison de 12 valeurs par carte dans les colonnes 6 à 65.

Les valeurs doivent être positives dans le cas d'un apport à la nappe et négatives dans le cas d'un prélèvement.

Les colonnes 1 à 4 sont réservées au paramètre IAN indiquant généralement l'année à laquelle se rapportent les valeurs lues. Ce paramètre, inscrit pour mémoire, n'est toutefois pas tabulé ni utilisé dans le calcul.

Format (I4, 1X, 12F5.N)).

La fin du fichier est signalée par la valeur ITEST = « 99 »

4.3.12 DONNEES DE PIEZO

Il est possible de déterminer les cotes piézométriques dans des piézomètres arbitrairement disposés par rapport au réseau de points de calcul. Les cotes calculées en ces points particuliers, dénommés "piézomètres de référence" font l'objet :

- a. d'une sortie sur table traçante automatique de leur évolution temporelle,
- b. éventuellement d'une édition sur imprimante avec un intervalle de temps supérieur ou égal à une valeur donnée INTED,
- c. éventuellement d'une comparaison avec le niveau de la nappe mesuré dans des piézomètres réels situés aux mêmes emplacements.

Considérons un piézomètre compris dans le rectangle défini par les points de calcul de la figure ci-dessous :

Piézomètre IDOBS

Le niveau dans le piézomètre est interpolé à partir des niveaux déterminés aux points de calcul qui l'entourent, connaissant les coordonnées relatives DXOBS, DYOBS du piézomètre par rapport au point de calcul I,J situé dans l'angle bas gauche du rectangle.

La localisation des piézomètres de référence est en conséquence définie comme suit, à raison d'une carte perforée par piézomètre. La lecture de ces éléments est supprimée dans le cas où NBPIEZ est égal à zéro.

IDOBS Label d'identification numérique ou alphabétique de 4 caractères au maximum, correspondant par exemple à la nomenclature adoptée sur le terrain.

IDOBS = "FIN" marque la fin de la liste des piézomètres.

NPOBS	Numéro de référence du piézomètre pris en compte dans la définition des lois d'évolution temporelle des niveaux observés. Ce numéro est indépendant de l'ordre de lecture et de tabulation des piézomètres et peut donc être différent de ce dernier.
IOBS JOBS	Repères du point de calcul du modèle situé dans l'angle bas gauche du rectangle servant à l'interpolation du niveau piézométrique, soit I,J sur la figure ci-dessus.
DXOBS DYOBS	Coordonnées relatives en mètres du piézomètre par rapport aux axes parallèles à OX, OY ayant leur origine au point de calcul précité.
IEDIT	Paramètre indiquant si la cote piézométrique calculée doit ou non être éditée sur imprimante. Si IEDIT est laissé en blanc, aucune édition n'est faite. Toute autre valeur entraîne l'édition des cotes calculées avec un intervalle de temps supérieur ou égal à INTED.

Format (A4, 1X, 3I5, 2F10.0, 1X, A4).

4.3.13 DONNEES DE LOIDET

Les débits et niveaux qui suivent une loi d'évolution quelconque connue en fonction du temps doivent être définis au moyen d'un ou de plusieurs ensembles préparés de la manière suivante :

Chaque ensemble lu comporte :

Col. 1-4	IDENT	Label d'identification indiquant le type de loi imposée.
		IDENT = QIMP débit imposé dans l'aquifère en l/s.
		IDENT = NOBS cote piézométrique observée dans un piézomètre.
		IDENT = SUIT suite, et éventuellement fin, d'une loi d'évolution temporelle dont la nature a été spécifiée dans une carte précédente.
Col. 5-7	IXL	Position de la maille où la loi décrite est imposée suivant OX ou numéro de référence (= NPOBS) du piézomètre observé si IDENT = NOBS.
Col. 8-10	IYL	Position de la maille suivant OY ou zéro si IDENT = NOBS

Col. 11-70 (FDET (N), IT(M,N), M = 1,3), N = 1,3)

FDET (N) Valeur de la fonction à la date indiquée par IT, donnée positivement dans le cas d'un niveau ou d'un apport à la nappe et donnée négativement dans le cas d'un prélèvement.

Les débits sont définis en l/s et les niveaux en mètres.

IT (M,N) Date à laquelle la Nième valeur de FDET est affectée dans le cas d'un niveau ou d'un débit imposé variant de manière continue (cas où NAVARD = 1) (Cf. : chap. 3.2.4.6).

Date limite jusqu'à laquelle s'applique la valeur FDET d'un débit imposé variant par paliers (cas où NAVARD = 0).

Cette date est exprimée sous forme numérique :

jour = 2 chiffres
mois = 2 chiffres
année = 4 chiffres
heure = 2 chiffres

Les changements de débits sont supposés effectués.

Format (A4, 2I3, 3(E10.0, 2I2, I4, 2X)).

4.4 PRESENTATION DES RESULTATS DU CALCUL ESTRA

Les informations fournies par le modèle peuvent être présentées sous différentes formes.

Des sorties sont possibles sur :

- . Fichiers optionnels dénommés .IMP en vue de la visualisation écran des résultats chiffrés des calculs.
- . Fichiers optionnels dénommés NFT et FTR en vue d'une sortie graphique ultérieure des résultats du calcul sur table traçante ou imprimante.

Seuls les fichiers .IMP sont décrits dans ce rapport.

4.4.1 EDITION DE CONTROLE DES DONNEES

L'ensemble des données relatives aux simulations effectuées peut être édité sur .IMP, à titre de contrôle afin de déceler une erreur éventuelle dans la préparation des données.

- L'ensemble des données de DONGE, MAIL, TABED, TABT, PIEZO, LOIDET, de même que les lois d'évolution temporelle des régimes cycliques définis dans LECY, sont édités systématiquement.
- Les données de LEC, qui sont constituées en majeure partie par des caractéristiques invariables de l'aquifère, ne sont éditées que sur option, suivant la valeur du paramètre ITEST, cf. paragraphe 3.3.10.
- Les données de LECY relatives à la répartition spatiale des régimes cycliques et aux taux d'échanges correspondants sont également édités sur option, d'après la valeur du paramètre ITEST, cf. paragraphe 3.3.11.

4.4.2 INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

L'édition sur .IMP fournit les renseignements complémentaires suivants :

4.4.2.1 DIMENSIONS DES TABLEAUX AJUSTABLES

Le programme fournit des informations concernant la place effectivement occupée en mémoire dans les tableaux de dimensions ajustables, compte tenu des conditions particulières de simulation considérées. Il indique en particulier :

- la longueur totale LONGA de la zone de mémoire disponible pour le tableau A(i), compte tenu de la place demandée au moyen du paramètre REGION de la carte EXEC ;
- la longueur totale LONGAD du tableau A nécessaire pour la tabulation des données compte tenu des valeurs attribuées aux paramètres généraux ;
- les nombres maxima NREMA et NRECY de régimes cycliques réellement affectés à chaque maille et à l'ensemble du modèle d'après les données lues, et les maxima correspondants NBREMA et NBRECY, définis par l'allocation dynamique des tableaux ;
- la taille des tableaux IQP, PIP, etc., relatifs aux lois temporelles définies pour les niveaux imposés et observés et les débits imposés ;

- le nombre de zones de bilan lues NZM, le nombre de limites de zones tabulées NLZM, le nombre de faces latérales de mailles situées aux limites de zones NLIZ, et les nombres maxima prévus pour ces paramètres en vue de l'allocation dynamique des tableaux NMZ, NMLZ et NMLIZ.

4.4.2.2 DOMAINE DE CALCUL

Le programme donne à titre de contrôle la liste des segments suivant lesquels les équations de l'écoulement sont intégrées, en fonction de la configuration particulière du modèle définie dans le tableau LIM et des conditions aux limites définies dans les données de LOIDET.

4.4.2.3 DEBITS ASSOCIES AUX REGIMES CYCLIQUES

Après lecture des régimes cycliques, le programme détermine les éléments de calcul suivants :

- Le taux d'application global affecté à chaque régime cyclique pour chaque zone de bilan et pour l'ensemble de ces zones ou l'ensemble du domaine de calcul.
- Les débits moyens mensuels et annuels, sur toute la durée du cycle, associés à chaque régime cyclique pour chaque zone et pour l'ensemble du modèle, exprimés en m^3/s .
- Les débits moyens mensuels et annuels sur la même durée de l'ensemble des débits associés aux régimes cycliques, pour l'ensemble du modèle.

4.4.2.4 CONDITIONS INITIALES DU CALCUL

Le programme édite plusieurs éléments relatifs aux conditions initiales du calcul, à savoir :

- La répartition initiale des transmissivités globales TX, TY (i,j) suivant OX et OY, dans l'option où les perméabilités horizontales sont données (cas IOPT = 0).
- La répartition des perméabilités déduites des cotes piézométriques et des transmissivités globales imposées à l'instant initial de la simulation, dans l'option IOPT = 1.
- La répartition initiale du coefficient d'emmagasinement effectif.

- La nature de l'écoulement dans les différentes mailles du modèle à l'instant initial de la simulation, si IETNA est non nul.
- Le bilan des débits instantanés pour chaque maille du domaine de calcul à la date initiale de la simulation.

Le programme édite le cas échéant la répartition géographique des coefficients CD (i,j) associés aux débits de drainage imposés à la date initiale de la simulation.

4.4.3 EDITION DES COTES PIEZOMETRIQUES

4.4.3.1 COTES CALCULEES AUX NOEUDS DU RESEAU

L'intégration des équations de l'écoulement conduit à la détermination des cotes piézométriques aux noeuds du réseau.

Le programme édite les résultats du calcul sur .IMP pour toutes les dates prévues dans les données du module TABED et identifiées au moyen du label EDIT.

Ce sont :

- les cotes piézométriques calculées aux noeuds du réseau à la date indiquée,
- la variation des cotes piézométriques en ces points par rapport à la date initiale de la simulation, c'est-à-dire les écarts par rapport à la répartition des cotes piézométriques initiales HINI(i,j).

4.4.3.2 COTES CALCULEES DANS LES PIEZOMETRES DE REFERENCE

Nous avons vu qu'il est possible de déterminer les cotes piézométriques en des points arbitrairement disposés par rapport au réseau de points de calcul.

Les niveaux calculés dans les piézomètres de référence sélectionnés au moyen du paramètre IEDIT sont édités sur .IMP.

L'intervalle de temps séparant les niveaux édités dépend du pas de temps de calcul et peut être variable, mais est astreint à être supérieur ou égal à la valeur de INTED.

4.4.4 COMPARAISON AVEC DES COTES PIEZOMETRIQUES DE REFERENCE

4.4.4.1 COMPARAISON AUX NOEUDS DU RESEAU

Il est possible de comparer les cotes piézométriques calculées aux noeuds du réseau de calcul à une date donnée à des cotes de référence données aux mêmes points. Cette option est utilisée par exemple dans les cas suivants :

- elle permet de juger de la qualité du réglage du modèle, en comparant la surface piézométrique calculée à celle établie à partir des résultats d'une campagne de mesures sur le terrain ;
- elle permet d'éditer le rabattement de la nappe par rapport à un état antérieur à la date initiale de la simulation ;
- elle permet de comparer l'état de la nappe calculée à celui obtenu à la même date avec d'autres conditions d'exploitation des eaux souterraines. On obtient ainsi directement l'accroissement des rabattements relatifs à un accroissement des pompages.

Pour chacune des dates identifiées au moyen du label COMP, dans les données du module TABED, le programme édite la surface piézométrique de référence définie dans les données de LEC, ainsi que les écarts entre celle-ci et la surface piézométrique calculée à la même date.

4.4.4.2 COMPARAISON AVEC LES COTES OBSERVEES DANS DES PIEZOMETRES

Les cotes piézométriques observées ne sont pas toujours en nombre suffisant pour pouvoir établir une carte piézométrique suffisamment précise à une date déterminée. C'est pourquoi il est prévu une option, utile dans la phase de réglage des modèles, et qui consiste à comparer à l'emplacement d'un certain nombre de piézomètres la cote piézométrique calculée par le modèle à celle effectivement observée sur le terrain.

4.4.5 NATURE DE L'ECOULEMENT

4.4.5.1 ETAT DE LA NAPPE A UNE DATE DONNEE

Pour chacune des dates où il est prévu une édition sur imprimante des cotes piézométriques calculées sur l'ensemble du modèle, dates identifiées au moyen du label EDIT dans les données du module TABED, il est possible d'indiquer la nature de l'écoulement dans les différentes mailles. Cette option est demandée au moyen d'une valeur non nulle du paramètre IETNA.

4.4.5.2 CHANGEMENTS DE NATURE D'ÉCOULEMENT

Il est utile de connaître les changements susceptibles d'intervenir dans le régime d'écoulement de la nappe dans l'ensemble du modèle, afin de déterminer par exemple les conditions éventuelles de surexploitation de la nappe ou les risques d'irrigation excessive conduisant à une mise au refus et à un drainage par évaporation en surface.

Le modèle détecte les changements qui interviennent localement dans la nature de l'écoulement au cours de la simulation et indique la date et la position des mailles où de tels changements sont constatés.

4.4.6 BILAN DES DÉBITS INSTANTANÉS

Pour chacune des dates prévues dans les données de TABED et identifiées au moyen du label BILD, le programme édite les différents éléments du bilan des débits instantanés à deux niveaux, à savoir :

- au niveau de chaque maille d'une part,
- au niveau de l'ensemble du modèle d'autre part.

Les bilans au niveau des mailles sont établis pour toutes les mailles intérieures au domaine de calcul, où les cotes piézométriques sont inconnues.

Les bilans au niveau de l'ensemble du modèle concernent une étendue géographique qui est définie différemment suivant que l'utilisateur du programme définit ou non des zones de bilan au moyen du tableau NZB(i,j).

- Dans le premier cas, le bilan des débits instantanés et des volumes d'eau échangés entre l'aquifère et le milieu extérieur concerne l'ensemble des zones de bilan de numéro de référence non nul.
- Dans le deuxième cas, ce bilan concerne la totalité du domaine de calcul, c'est-à-dire l'ensemble des mailles où la cote piézométrique est inconnue.

Cette distinction est faite afin d'assurer la cohérence des bilans de débits instantanés avec ceux des débits moyens mensuels et annuels.

4.4.6.1 DÉBITS CYCLIQUES IMPOSÉS

La distribution spatiale des débits QCY(i,j) imposés au sein de l'aquifère sous forme de lois cycliques est présentée dans .IMP. Le tableau donne pour chaque maille la somme algébrique des apports et prélèvements de nature cyclique, avec la même convention de signe que pour les données.

En outre sont indiqués en fin de tableau, pour l'ensemble du modèle, entendu au sens défini précédemment :

- le débit total alimenté, somme des apports à la nappe,
- le débit total prélevé,
- le total des débits imposés,
- le volume d'eau total fourni à la nappe depuis le début de la simulation sous forme d'apports nets imposés,
- le volume d'eau total extrait de la nappe sur la même durée sous forme de prélèvements nets imposés,
- la variation de volume d'eau totale associée aux débits imposés quel que soit leur signe.

Les débits éventuellement imposés dans des mailles situées en dehors du modèle ne sont pas pris en compte dans ces bilans, car ils n'interviennent pas dans la simulation.

4.4.6.2 DEBITS IMPOSES SUIVANT DES LOIS TEMPORELLES SPECIFIQUES

La somme algébrique des débits $QI(i,j)$ imposés dans chaque maille du modèle sous forme de lois temporelles explicites, spécifiques à des mailles données, est présentée de la même façon que la somme des débits cycliques $QCY(i,j)$.

Les bilans globaux de débits et de volumes d'eau échangés sur l'ensemble du modèle sont fournis comme indiqué plus haut.

4.4.6.3 DEBITS D'ECHANGES VERTICAUX

La distribution spatiale des débits d'échanges verticaux $QD(i,j)$ est donnée. Ceux-ci peuvent représenter :

- soit un drainage associé à une variation du niveau piézométrique suivant une loi du type,
- soit un drainage consécutif à une mise au refus d'une nappe libre,
- soit une alimentation, ou une réduction de pompage, destinée à maintenir la cote piézométrique à une cote minimale imposée.

Dans ces deux derniers cas, le débits instantané de drainage ou de soutien de la nappe est en fait inaccessible au calcul, et la valeur de $QD(i,j)$ indiquée représente le débit moyen nécessaire pour maintenir le niveau de la nappe à la cote limite imposée au cours du pas de temps précédent la date d'édition spécifiée.

Dans le cas d'une nappe à sec, le débit de soutien calculé est le débit qui permet d'équilibrer le bilan des débits d'échanges avec la maille considérée, lorsque la somme algébrique des débits locaux imposés et des apports latéraux correspond à un déficit (cas d'une nappe soumise à un pompage local excessif).

Le programme indique également pour l'ensemble du modèle, la somme des débits d'alimentation éventuels, celle des débits de drainage et leur total, ainsi que les volumes d'eau correspondants échangés depuis le début de la simulation.

Les débits de drainage associés à des variations de niveau imposées en fonction du temps (éventuellement nulles), ne peuvent être connus par cette procédure du fait que les mailles à niveau imposé sont situées en dehors du modèle proprement dit. Ces débits particuliers doivent être déterminés à partir des débits d'échange entre zones.

4.4.6.4 DEBITS GLOBAUX REPRESENTATIFS DES ECHANGES VERTICAUX

Les débits globaux $QT(i,j)$ sont représentatifs de l'ensemble des échanges verticaux par maille, compte tenu des débits imposés et des débits de drainage ou d'alimentation précités :

$$QT(i,j) = QCY(i,j) + QI(i,j) + QD(i,j)$$

Les débits représentatifs d'apports nets à la nappe sont positifs, et ceux représentatifs de prélèvements nets sont négatifs, suivant une convention conforme à celle des débits imposés.

Les débits et volumes d'échanges totaux pour l'ensemble du modèle sont indiqués en fin de tableau.

4.4.6.5 DEBITS D'ECHANGES ENTRE MAILLES

La répartition des débits d'échanges entre mailles suivant OX et OY est définie au moyen de deux tableaux présentés comme suit :

$QX(i,j)$ désigne le débit transitant des mailles i,j à $i+1, j$, s'il est positif. Un débit négatif désigne un transfert de sens contraire.

$QY(i,j)$ désigne le débit transitant des mailles i,j à $i, j+1$.

4.4.6.6 DEBITS D'ECHANGE AUX LIMITES

Lorsque l'utilisateur du programme définit des zones de bilan $NZB(i,j)$, le programme édite le débit instantané échangé aux limites de ces zones et de la zone référencée $NZB = 0$.

Ce débit $QL(i,j)$ est défini positivement dans le cas d'un transfert d'eau vers la zone ayant un numéro de référence non nul, et négativement dans le cas contraire.

Ces débits d'échange sont affichés dans les mailles intérieures aux différentes zones de bilan prévues, qui sont en contact avec la zone $NBZ = 0$.

Si l'utilisateur ne prévoit aucune partition du bilan des débits par zones, le programme édite les débits $QL(i,j)$ d'échange aux limites du domaine de calcul.

Ces débits sont comptés positivement dans le cas d'un apport à la nappe et sont affichés dans les mailles intérieures au modèle attenant aux limites de celui-ci.

4.4.6.7 VARIATION DE LA RESERVE EN EAU DE L'AQUIFERE

La variation de la réserve en eau de l'aquifère, entre la date initiale de la simulation et chaque date où une édition du bilan des débits instantanés est souhaitée, est indiquée pour chaque maille intérieure au domaine de calcul :

$$RES(i,j) = DXM_i DYM_j \int_0^t S(i,j) \cdot \delta H / \delta t \cdot dt \quad (30)$$

Les variations du niveau piézométrique éventuellement imposées dans certaines mailles ne sont pas prises en compte dans l'évaluation de $RES(i,j)$, ni dans celle de la réserve globale de l'aquifère, car ces mailles sont situées hors du domaine de calcul.

4.4.7 BILAN DES DEBITS MENSUELS ET ANNUELS PAR ZONE

Au cours de la simulation, le programme de calcul établit les bilans mensuel et annuel des échanges entre la nappe étudiée et le milieu environnant sur l'ensemble du modèle et sur chacune des zones géographiques définies au moyen du tableau $NZB(i,j)$.

4.4.7.1 BILAN PAR ZONE

Les échanges par zone sont classés en deux principales catégories, apports à la nappe d'une part et prélèvements dans celle-ci d'autre part.

Pour permettre des recoupements avec les données de la simulation, les bilans distinguent les éléments suivants :

- Les apports à la nappe liés à des régimes cycliques imposés.
- Les apports à la nappe définis par des lois temporelles explicites.
- Les apports sur l'ensemble des limites de la zone considérée avec les autres zones du bilan ou avec l'extérieur du modèle. Le bilan des échanges mutuels entre deux zones contiguës fait l'objet d'une édition séparée.
- Les apports représentatifs des débits de soutien dans les mailles où la cote piézométrique atteint la cote minimale imposée, et où le bilan des débits est déficitaire.
- Les prélèvements dans la nappe liés à des régimes cycliques imposés.
- Les prélèvements définis par des lois temporelles explicites.
- Les prélèvements sur l'ensemble des limites de la zone considérée avec les autres zones ou avec l'extérieur du modèle.
- Les prélèvements correspondant à un drainage de la nappe, soit dans les mailles où la nappe libre est mise au refus, soit dans celles où une loi du type de drainage vertical est imposée.

La distinction entre apports et prélèvements est faite au niveau des régimes cycliques imposés et des lois de débits imposés en fonction du temps suivant leur signe.

Le bilan fait en outre apparaître :

- la somme des apports moyens mensuels et annuels,
- la somme des prélèvements correspondants,
- la somme algébrique QMVR des apports et prélèvements par zone,
- le débit moyen mensuel ou annuel QMRA correspondant à la variation de la réserve en eau souterraine de la zone considérée, et déduit des variations de niveau de la nappe,

- la variation de la réserve en eau souterraine de la zone considérée en volume depuis le début de la simulation,
- l'écart $ECAQ = QMRA - QMVR$.

La résultante des débits d'échanges avec l'aquifère QMVR est théoriquement identique au débit QMRA déduit des variations de la réserve en eau souterraine associées aux variations de niveau de la nappe, **sous réserve que la zone de bilan considérée ne comporte aucune maille à niveau imposé**. Dans ces conditions la valeur du paramètre ECAQ donne une idée de la précision de l'estimation des différents termes du bilan.

Si la zone de bilan considérée comporte des mailles à niveau imposé, ECAQ représente le débit global d'alimentation ou de drainage de la nappe transitant par ces mailles.

Le bilan des échanges est établi pour chacune des zones, numérotées de 1 à NZM. La zone comprenant les mailles numérotées $NZB = 0$ ne fait l'objet d'aucun bilan propre, sauf en ce qui concerne les échanges avec les autres zones. Cette zone sera donc normalement affectée à l'extérieur du modèle. Elle peut cependant englober en outre des mailles intérieures au domaine de calcul où l'établissement d'un bilan est jugé inopportun.

Les débits mensuels sont établis pour les mois calendaires, à compter du premier jour du mois.

Les bilans annuels sont établis pour les périodes consécutives de 12 mois, qui suivent la date de début de la simulation.

4.4.7.2 BILAN SUR L'ENSEMBLE DU MODELE

Un bilan mensuel et annuel des débits d'échanges avec la nappe est effectué pour l'ensemble du modèle suivant la classification définie pour chaque zone de bilan. Ce bilan concerne en fait suivant le cas :

- l'ensemble des NZM zones de bilan, de numéro de référence non nul, qui peut éventuellement être distinct du domaine de calcul réel.
- le domaine de calcul proprement dit (ensemble des mailles où la cote piézométrique est inconnue) si aucun bilan par zone n'est demandé.

Ce bilan d'ensemble est édité dans toutes les simulations, quelle que soit l'option choisie pour le paramètre NZM.

4.4.7.3 ECHANGES ENTRE ZONES

Les débits moyens mensuels et annuels d'échange entre les différentes zones de bilan considérées deux à deux sont présentés sous la forme indiquée sur la planche 37.

En désignant par NZ1 et NZ2 les numéros de deux zones particulières prises à titre d'exemple, avec $NZ1 < NZ2$, le bilan indique :

- la somme des débits élémentaires d'échanges entre mailles qui transitent de la zone NZ1 vers la zone NZ2, somme conventionnellement positive,
- la somme des débits d'échanges entre mailles qui transitent en sens inverse, avec le signe négatif,
- le débit moyen résultant, positif dans le cas d'un transfert vers NZ2, négatif dans le cas d'un transfert net vers NZ1.

Les mailles situées hors du modèle, y compris celles à cote piézométrique imposée, sont cataloguées dans la zone 0 généralement et il sera fait référence à ce numéro pour connaître le volume des échanges aux limites du modèle.

L'utilisateur du programme a cependant la faculté de différencier les échanges de l'aquifère avec une partie des limites du modèle en assignant un numéro particulier à la zone extérieure en contact avec cette limite. Ceci peut être appliqué par exemple pour déterminer les débits d'échanges de la nappe avec certaines mailles à niveau piézométrique imposé.

5. UTILISATION DES LOGICIELS DE VISUALISATION GRAPHIQUE

Les données stockées sur les fichiers .NFT et .FTR lors d'un calcul effectué par ESTRA sont traitées grâce à l'utilisation des logiciels TRAFIT et SIMUTRA. Ceux-ci permettent la visualisation respective des évolutions des niveaux piézométriques en fonction du temps, et de la piézométrie de la nappe à un instant donné. Des logiciels additionnels (PLOTGRS) permettent également le traçage des graphiques sur traceur HP7475 ou sur une imprimante laser Hewlett-Packard.

PLOTGRS

5.1 SIMUTRA

SIMUTRA permet l'affichage à l'écran ou le traçage sur traceur HP7475, de la piézométrie à un instant défini à la fois dans le programme principal de calcul (.DON), et dans le fichier de données de traçage (.SIM). Il permet également de visualiser l'écart piézométrie par rapport à une piézométrie de référence, le champ de vitesses (vitesses de DARCY) des écoulements souterrains (représenté par des flèches de longueurs proportionnelles à la valeur de la vitesse) et le champ de débit également représenté par des flèches.

5.1.1 UTILISATION DE FICHIERS DE TRACAGES EXISTANTS

La visualisation des cartes piézométriques sur SIMUTRA est possible en effectuant les commandes suivantes :

[SIMUTRA] puis [-] : charge le fichier SIMUTRA

Celui-ci demande l'entrée d'un fichier de données, dont l'extension est .SIM.

Exemple

Se mettre sous le répertoire C:\MODELE\ESSAI\

puis taper :

ESSAI1.SIM pour l'obtention de la piézométrie à la fin de l'essai n° 1.

Taper [1] pour la visualisation de la carte sur écran.

Pour éditer la carte sur traceur HP7475, taper [3] après le retour au menu de SIMUTRA, puis taper [1].

Remarque :

Après chargement de SIMUTRA, toujours visualiser le graphique sur écran avant de l'éditer sur traceur. Pour quitter SIMUTRA, taper [5] au menu.

5.1.2 CREATION D'UN NOUVEAU FICHIER DE TRACAGE

Les principales modifications à effectuer résident dans :

- . la légende du dessin : identificateur TEXT,
- . la date de traçage : identificateur TEMP,
- . le fichier de calcul de référence : identificateur FICR,
- . le choix de l'échelle de traçage des champs de vitesses,
- . le choix de la couche à tracer.

1. **En ce qui concerne la légende**, celle-ci est à écrire après l'identificateur TEXT, dans la limite de la ligne qui le contient.
2. **La date de traçage** doit correspondre à la date définie par le paramètre TRAC dans le fichier de calcul (.DON).

Exemple :

Le fichier ESSAI1.DON montre une commande TRAC 3112200800 définissant la date de traçage de la piézométrie et des vitesses d'écoulements, c'est-à-dire le 31 décembre 2008 à 0 h 00. Cette date est reprise dans le fichier ESSAI1.SIM par la commande TEMP 3112200800. Ces deux dates doivent impérativement être les mêmes.

3. **Le nom du fichier de calcul de référence** est celui du fichier résultats de la simulation

Exemple :

Traçage de la piézométrie résultat du fichier de calcul ESSAI1.DON, le fichier résultats a toujours une extension .FTR, dans ce cas la commande est : FICR ESSAI1.FTR.

4. **Choix de l'échelle de traçage du champ de vitesses**

Le paramètre ECHFLE défini en ligne 84 du fichier (.SIM) détermine l'échelle des flèches de vitesses.

Exemples d'échelles :

- . avec $ECHFLE = 7,5.10^{-8}$: 1 cm représente une vitesse de DARCY de 2 m/mois,
- . avec $ECHFLE = 3,75.10^{-7}$: 1 cm représente une vitesse de DARCY de 10 m/mois.

Compte tenu des types de scénarios d'exploitation, ce paramètre ne nécessitera probablement pas de changement.

5. Choix de la couche à tracer

Les modèles présents sont constitués de deux couches perméables. La visualisation des vitesses d'écoulements dans la couche supérieure se fait par la commande ICOUCH = 2. La visualisation de la couche inférieure se fait par la commande ICOUCH = 1.

5.1.3 UTILISATION DE SIMUTRA

1. Vérification de la présence de la clef électronique.
2. Allumage de l'ordinateur.
3. Taper CD MODELE [↵].
4. Se placer sous le répertoire voulu CD ESSAI.
5. Taper SIMUTRA [↵].
6. Entrer le nom du fichier (.SIM) avec l'extension ex : ESSAI1.SIM.
7. Taper [↵].
8. Taper [1] pour la visualisation écran.
9. Taper [↵] pour quitter le dessin.
10. Taper soit [3] pour traçage sur HP7475 ou [2] pour enregistrer le fichier sous format GKS (dans ce cas le fichier est nommé avec une extension .GKS ex : ESSAI1.GKS) ou [5] pour quitter.
11. Après avoir quitté, répondre "O" (Oui) à la question posée.

5.2 UTILISATION DE TRAFT

5.2.1 PRESENTATION

Le programme TRAFT a pour but d'élaborer les instructions nécessaires au tracé automatique sur table traçante des courbes d'évolution temporelles des niveaux calculés dans les piézomètres de référence pris en considération dans les calculs d'écoulements souterrains, et éventuellement au tracé des niveaux observés dans ces piézomètres, pour permettre de juger de la qualité du réglage du modèle mathématique de simulation. Les éléments nécessaires au tracé sont fournis au moyen du fichier NFT.

La visualisation sur écran est en fait réalisée par un deuxième programme couplé à TRAFT, nommé PLOTGKS.

L'évolution en fonction du temps des niveaux calculés dans les piézomètres de référence est représentée par une courbe continue en trait plein (en fait une succession de segments de droite) construite à partir des cotes calculées à chaque pas de temps, sur la durée totale de la simulation.

Les fichiers compréhensibles par TRAFT ont des extensions .DAT.

5.2.2 DONNEES DE CALCUL D'UN FICHIER .DAT

- La première ligne contient des paramètres d'allocation dynamique.

Col. 1 à 5	NFT	Ne pas modifier.
Col. 6 à 10	NPIEZO	Nombre maximal de piézomètres pour lesquels le tracé des évolutions temporelles est demandé. Ce nombre peut éventuellement être inférieur au nombre total de piézomètres de référence NPIEZ répertoriés sur le fichier.
Col. 11-15	NTCAL	Nombre maximal de dates auxquelles des niveaux piézométriques calculés ont été stockés sur fichier, pour l'un quelconque des piézomètres.
Col. 12-20	NTOBS	Nombre maximal de dates auxquelles des niveaux observés ont été stockés sur fichier, pour l'un quelconque des piézomètres.
Col. 21-25	IEDIT	Ne pas modifier.

- La deuxième ligne contient 11 paramètres qu'il n'est pas nécessaire de modifier.
- La dernière ligne définit le numéro des piézomètres à tracer :

Cette ligne commence toujours par "D" en colonne 1 (pour DEBUT). La lettre F désigne la fin de la liste des piézomètres à tracer.

5.2.3 LANCEMENT DE TRAFT

- Pour lancer le calcul, il est nécessaire de définir le nom du fichier modèle. Par exemple : ESSAI1 (sous C:\MODELE\ESSAI\)

Ce fichier modèle contient les informations nécessaires pour le calcul de TRAFT c'est-à-dire les niveaux piézométriques calculés et observés dans chaque piézomètre de référence.

- Il est également nécessaire d'entrer le nom du fichier de données de traçage de TRAFT. Ce fichier aura, pour mieux le reconnaître, une extension .DAT.

(ex. : PSi2.DAT : fichier de données pour le traçage de piézomètre PSi2).

- Mode de fonctionnement de TRAFT

Après entrée des données ci-dessus, lancement du calcul, TRAFT crée un fichier < Nom du modèle >.GKS servant au programme de visualisation à l'écran ou traçage sur traceur.

- Démarrage :

Taper TRAFT < nom du modèle > (ex. : TRAFT ESSAI1) puis le nom du fichier de données (ex. : PSi2).

Après le calcul, le programme redemande le nom du modèle (ex. : ESSAI1)

puis répondre deux fois "O" (Oui) , le graphique s'affiche alors à l'écran.

oOo

Annexe 4

DONNEES HYDROMETEOROLOGIQUES

COPIER

POSTE: 38126001 Pluies mensuelles

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	An	codes
1964	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	! 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
1965	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1966	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1967	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1968	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1969	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1970	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1971	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1972	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1973	73.3	97.6	21.1	95.6	73.4	97.6	295.1	53.9	76.9	54.7	63.5	51.2	1053.9	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1974	64.4	176.2	66.0	40.0	92.3	77.7	51.3	30.9	177.4	173.9	201.0	66.0	1217.1	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1975	130.6	8.2	98.8	96.0	118.5	91.4	47.9	130.6	197.5	46.7	142.0	84.1	1192.3	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1976	13.2	81.3	68.6	59.8	22.7	21.6	96.2	147.4	121.9	99.9	105.0	101.9	939.5	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1977	111.3	204.9	105.7	139.6	125.5	84.7	171.7	113.7	12.9	182.4	97.2	96.6	1446.2	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1978	158.2	212.1	182.8	57.7	89.8	80.5	61.6	108.2	32.3	16.2	11.1	73.4	1083.9	! 0 3 0 0 0 3 0 0 0 0 0 0
1979	112.9	107.7	129.8	99.0	77.1	111.7	17.4	111.8	36.3	160.8	105.7	194.0	1264.2	! 0 0 0 0 0 3 0 0 0 0 0 0
1980	88.2	93.7	137.9	43.0	84.3	110.1	98.5	80.9	60.0	190.9	83.0	106.1	1176.6	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3
1981	219.5	54.4	105.7	22.8	121.1	71.1	119.5	17.7	193.0	128.0	73.5	186.7	1313.0	! 0 0 0 3 0 0 0 0 0 0 0 0
1982	85.5	14.3	109.9	18.0	88.3	111.7	78.9	131.4	107.7	133.6	118.0	140.7	1138.0	! 0 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3
1983	94.5	90.0	78.2	135.9	196.2	48.7	35.1	57.5	88.8	109.7	136.7	110.2	1181.5	! 0 0 0 0 3 0 0 0 0 0 0 0
1984	170.2	139.1	83.0	22.9	78.4	76.4	16.4	48.7	155.5	99.2	65.1	42.5	997.4	! 0 0 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1985	92.8	80.7	156.8	60.9	132.8	137.4	17.4	103.5	4.5	5.7	51.4	49.6	893.5	! 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1986	231.4	68.2	50.6	164.2	69.7	51.6	56.2	137.9	46.8	68.6	55.1	181.4	1181.7	! 0 0 0 0 3 0 0 0 0 0 0 0
1987	90.6	56.3	82.7	91.5	157.3	161.8	111.5	102.0	54.9	138.1	71.9	65.2	1183.8	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1988	108.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	108.8	! 0

POSTE: 38421001 Pluies mensuelles

S. M. Heres

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	An	codes
1969	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1970	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	.0	-1.0	-1.0	.0	.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1971	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1972	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	.0	! 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
1973	71.3	85.6	22.6	93.9	62.8	92.7	274.4	53.8	83.3	56.3	61.0	36.5	994.2	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1974	62.6	136.4	58.5	36.7	90.9	82.1	49.0	31.1	167.2	135.8	180.9	62.2	1093.4	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1975	119.1	5.8	84.5	70.0	105.2	107.2	44.3	126.7	184.5	38.4	127.0	75.5	1088.2	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1976	11.7	65.7	71.7	44.7	18.3	22.7	87.7	128.8	117.1	88.2	91.9	85.8	834.3	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1977	101.3	185.3	103.0	135.1	117.0	83.0	131.2	107.0	9.1	170.9	83.1	89.5	1315.5	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1978	138.5	205.6	154.0	56.1	80.7	61.4	50.0	93.5	28.6	15.9	5.7	69.4	959.4	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1979	104.8	96.5	104.1	86.6	66.6	104.2	15.1	123.2	39.5	156.5	93.0	159.3	1149.4	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1980	74.1	82.4	121.1	35.1	84.7	101.4	94.3	74.8	42.2	170.2	63.5	90.7	1034.5	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1981	187.4	45.6	96.9	18.1	105.2	63.1	105.7	16.4	195.1	116.2	60.9	157.4	1168.0	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1982	77.6	16.5	82.3	16.7	78.5	107.9	59.7	129.1	125.3	134.0	112.9	111.8	1052.3	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1983	83.8	72.9	74.3	122.2	174.1	51.3	33.1	48.5	79.0	104.8	113.1	95.6	1052.7	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1984	142.6	112.2	72.5	17.5	70.7	62.2	12.0	49.2	144.8	93.8	58.4	39.3	875.2	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1985	71.8	63.7	133.5	51.9	130.9	125.6	19.5	105.1	4.3	6.9	44.2	46.2	803.6	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1986	187.8	60.2	42.9	141.1	71.8	38.1	51.8	165.8	52.0	57.9	49.6	145.3	1064.3	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1987	69.7	51.8	66.6	79.4	134.7	152.1	97.8	95.5	62.8	121.7	62.5	58.5	1053.1	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1988	99.0	114.1	197.3	70.8	116.5	56.1	65.5	69.3	78.3	146.4	33.4	75.5	1122.2	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1989	11.9	45.5	75.9	127.9	40.9	14.0	63.1	25.3	21.0	35.9	35.2	25.2	521.8	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1990	30.8	204.4	31.0	70.4	56.3	135.0	21.0	58.0	62.2	85.4	105.9	97.2	957.6	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1991	39.2	52.5	87.4	33.2	34.0	108.1	56.9	-1.0	131.5	126.0	59.8	138.6	867.2	! 0 0 0 0 0 0 0 4 0 0 0 0
1992	23.6	42.2	95.0	75.0	52.8	131.2	82.5	105.9	87.8	188.6	194.7	57.0	1136.3	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1993	20.6	14.2	14.6	108.0	70.0	122.8	82.0	76.4	191.0	122.6	27.6	158.9	1008.7	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1994	117.4	18.8	17.9	139.8	97.6	50.8	60.1	54.2	294.3	69.7	124.7	65.1	1110.4	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1995	204.6	114.6	83.0	86.4	123.4	42.8	-1.0	64.8	149.6	42.0	65.8	100.4	1077.4	! 0 0 0 0 0 0 4 0 0 0 0 0
1996	39.4	46.2	23.0	65.6	125.0	70.2	96.9	141.4	24.4	-1.0	.0	.0	632.1	! 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4

HYDRO : BASE DE DONNEES NATIONALE POUR L'HYDROMETRIE ET L'HYDROLOGIE

TOUMOI : ECOULEMENTS MESURES (MENSUELS ET ANNUELS) en m³/sW 14100 10 L' ISERE A GRENOBLE (5720. km2)
(GESTIONNAIRE : DIREN RHONE-ALPES)

1960	139.	142.	158.	152.	251.	258.	181.	181.	182.	253.	192.	145.	186.
1961	136.	184.	161.	189.	187.	258.	259.	168.	122.	118.	128.	200.	176.
1962	172.	132.	136.	215.	226.	285.	???	137.	120.	106.	105.	108.	???
1963	111.	108.	145.	215.	250.	364.	269.	205.	155.	136.	151.	113.	185.
1964	98.	95.	131.	136.	166.	147.	121.	101.	104.	122.	95.	90.	117.
1965	83.	106.	134.	176.	265.	294.	230.	159.	171.	152.	140.	204.	176.
1966	163.	207.	170.	287.	420.	473.	318.	232.	147.	124.	125.	142.	234.
1967	138.	148.	210.	201.	275.	305.	269.	175.	112.	112.	124.	107.	181.
1968	112.	136.	132.	205.	214.	217.	175.	217.	229.	156.	143.	146.	174.
1969	129.	128.	150.	184.	290.	213.	217.	174.	120.	107.	120.	109.	162.
1970	115.	140.	181.	284.	336.	<u>549.</u>	327.	199.	131.	135.	121.	111.	219.
1971	108.	119.	125.	172.	206.	184.	147.	116.	104.	101.	106.	101.	132.
1972	93.	123.	133.	152.	157.	182.	162.	106.	90.	92.	179.	129.	133.
1973	107.	107.	104.	111.	250.	198.	239.	176.	138.	125.	108.	123.	149.
1974 ?	123.	145.	181.	145.	147.	218.	182.	108.	117.	167.	164.	178.	156.
1975	163.	156.	145.	203.	267.	278.	267.	171.	202.	135.	143.	140.	189.
1976	107.	114.	126.	111.	119.	109.	109.	<u>68.</u>	89.	120.	113.	149.	111.
1977	134.	245.	203.	208.	315.	341.	331.	234.	167.	142.	194.	175.	224.
1978	178.	233.	267.	230.	308.	426.	332.	235.	147.	117.	137.	???	???
1979 ?	???	???	???	169.	286.	355.	195.	154.	???	???	???	200.	???
1980 ?	176.	255.	187.	209.	284.	405.	368.	265.	176.	190.	148.	137.	233.
1981	172.	196.	287.	290.	257.	340.	276.	206.	173.	273.	184.	220.	240.
1982	245.	190.	187.	210.	321.	382.	262.	193.	178.	238.	177.	222.	234.
1983	178.	219.	201.	269.	374.	431.	320.	177.	167.	149.	183.	177.	237.
1987	???	???	???	???	264.	385.	348.	210.	153.	163.	156.	155.	???
1988	149.	199.	242.	276.	358.	302.	264.	173.	154.	177.	156.	206.	222.
1989	89.	86.	125.	139.	235.	187.	153.	92.	86.	82.	111.	84.	122.
1990	80.	174.	188.	112.	258.	223.	174.	109.	91.	117.	206.	165.	158.
1991	166.	143.	142.	138.	137.	281.	192.	106.	117.	142.	153.	150.	<u>155.</u>
1992	130.	133.	131.	175.	233.	228.	220.	156.	140.	185.	326.	259.	193.
1993	156.	137.	<u>133.</u>	173.	192.	<u>252.</u>	<u>254.</u>	160.	<u>148.</u>	194.	133.	202.	178.
1994	<u>233.</u>	156.	185.	254.	<u>357.</u>	<u>319.</u>	265.	172.	221.	<u>167.</u>	164.	<u>155.</u>	221.
1995	<u>224.</u>	<u>294.</u>	245.	255.	<u>386.</u>	<u>398.</u>	363.	167.	194.	<u>132.</u>	116.	118.	241.
1996 ?	134.	129.	<u>104.</u>	110.	187.	<u>207.</u>	178.	131.	<u>120.</u>	???	???	???	???

MOYENNES 1960 - 1996 (VALEURS EXPERIMENTALES SUR 34 ANS)

JANV FEVR MARS AVRI MAI JUIN JUIL AOÛT SEPT OCTO NOVE DECE ANNEE

m ³ /s	142.	159.	167.	193.	258.	294.	241.	166.	144.	148.	150.	154.	185.
l/s/km ²	24.8	27.7	29.2	33.7	45.1	51.4	42.2	29.0	25.2	25.8	26.2	26.9	32.3
mm	66	68	78	87	121	133	113	78	65	69	68	72	1019
nb ann.	32	32	32	33	34	34	33	34	33	32	32	32	29

+++++21.11.1996+++

HYDRO : BASE DE DONNEES NATIONALE POUR L'HYDROMETRIE ET L'HYDROLOGIE

TOUMOI : ECOULEMENTS MESURES (MENSUELS ET ANNUELS) en m³/sW 30200 10 L' ISERE A VEUREY (9450. km2)
(GESTIONNAIRE : E.D.F.)

1957	???	???	214.	177.	199.	463.	363.	258.	176.	142.	140.	135.	???
1958	150.	242.	225.	247.	576.	530.	438.	257.	198.	235.	176.	166.	287.

1959	224.	184.	248.	296.	338.	389.	337.	197.	174.	175.	166.	198.	244.
1960	234.	253.	314.	295.	473.	543.	369.	356.	384.	639.	441.	256.	380.
1961	217.	295.	273.	313.	315.	426.	452.	287.	199.	203.	241.	362.	299.
1962	280.	212.	238.	411.	450.	506.	343.	225.	150.	123.	125.	130.	266.
1963	158.	151.	211.	416.	570.	693.	594.	376.	297.	205.	352.	229.	355.
1964	165.	131.	225.	266.	290.	258.	218.	158.	176.	196.	168.	141.	200.
1965	137.	162.	221.	251.	398.	467.	371.	259.	273.	242.	230.	335.	279.
1966	273.	332.	296.	423.	603.	682.	471.	356.	223.	196.	193.	213.	355.
1967	205.	223.	325.	301.	426.	458.	397.	252.	189.	160.	186.	181.	275.
1968	170.	249.	217.	326.	328.	407.	371.	330.	441.	274.	279.	267.	305.
1969	247.	231.	258.	299.	477.	426.	440.	269.	192.	177.	197.	164.	282.
1970	203.	321.	279.	463.	550.	845.	522.	342.	250.	255.	226.	188.	370.
1971	171.	207.	229.	343.	407.	408.	322.	207.	192.	155.	159.	136.	245.

1972 141. 190. 231. 257. 252. 322. 297. 167. 145. 151. 268. 209. 219.

MOYENNES 1957 - 1972 (VALEURS EXPERIMENTALES SUR 16 ANS)

	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	ANNEE
m3/s	198.	226.	250.	318.	416.	489.	394.	269.	229.	221.	222.	207.	287.
l/s/km2	21.0	23.9	26.5	33.6	44.0	51.7	41.7	28.4	24.2	23.3	23.5	21.9	30.3
mm	56	58	71	87	118	134	112	76	63	62	61	59	957
nb ann.	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15

HYDRO : BASE DE DONNEES NATIONALE POUR L'HYDROMETRIE ET L'HYDROLOGIE

TOUMOI : ECOULEMENTS MESURES (MENSUELS ET ANNUELS) en m3/s

W 28320 10 LE DRAC A VIEUX PONT DE CLAIX (3490. km2)
(GESTIONNAIRE : DIREN RHONE-ALPES)

1904	40.	75.	62.	127.	141.	140.	114.	81.	71.	57.	51.	31.	82.
1905 ?	27.	25.	55.	90.	135.	157.	120.	124.	116.	76.	114.	67.	92.
1906 ?	64.	48.	88.	108.	139.	157.	111.	79.	47.	32.	91.	43.	84.
1907	34.	30.	84.	126.	200.	187.	117.	96.	72.	131.	116.	114.	109.
1965	9.	14.	19.	13.	23.	48.	23.	33.	14.	37.	22.	33.	24.
1966	19.	35.	38.	55.	111.	126.	34.	23.	10.	10.	18.	15.	41.
1967	12.	11.	25.	22.	53.	44.	34.	8.	5.	4.	12.	8.	20.
1968	7.	15.	11.	22.	22.	89.	66.	21.	???	???	???	???	???
1969	???	???	???	25.	73.	80.	74.	26.	5.	4.	13.	4.	???
1970	10.	11.	14.	20.	21.	???	30.	12.	12.	12.	17.	13.	???
1971	10.	11.	22.	20.	40.	47.	78.	23.	4.	3.	2.	3.	22.
1974	5.	9.	10.	10.	13.	33.	23.	4.	5.	8.	16.	13.	12.
1975	18.	17.	???	18.	58.	56.	64.	35.	???	10.	7.	7.	???
1976	6.	6.	15.	7.	10.	9.	5.	3.	10.	38.	25.	20.	13.
1977 ?	15.	49.	58.	55.	77.	123.	116.	77.	21.	37.	36.	24.	57.
1980	78.	127.	100.	116.	122.	143.	149.	111.	86.	101.	87.	37.	104.

MOYENNES 1904 - 1980 (VALEURS EXPERIMENTALES SUR 16 ANS)

	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	ANNEE
m3/s	23.	32.	43.	52.	77.	96.	72.	47.	34.	37.	42.	29.	49.
l/s/km2	6.7	9.2	12.3	14.9	22.2	27.5	20.7	13.5	9.8	10.7	12.0	8.2	14.0
mm	18	22	33	39	59	71	56	36	25	29	31	22	441
nb ann.	15	15	14	16	16	15	16	16	14	15	15	15	12

+++++21.11.1996+++

HYDRO : BASE DE DONNEES NATIONALE POUR L'HYDROMETRIE ET L'HYDROLOGIE

TOUMOI : ECOULEMENTS MESURES (MENSUELS ET ANNUELS) en m3/s

W 22220 10 LE DRAC AU SAUTET (990. km2)
(GESTIONNAIRE : E.D.F.)

PLUVIOMETRIE STATION DE ROCHEFORT

ANNEE	JAN (mm)	FEV (mm)	MAR (mm)	AVR (mm)	MAI (mm)	JUN (mm)	JUL (mm)	AOU (mm)	SEP (mm)	OCT (mm)	NOV (mm)	DEC (mm)	TOTAL.AN (mm)	MOYEN.MEN (mm)
1959	82,0	0,2	81,6	83,3	18,1	83,8	46,1	63,6	36,4	153,8	43,0	125,0	816,9	68,08
1960	92,3	91,9	105,5	13,4	33,3	96,0	101,7	127,2	201,5	181,2	124,1	50,1	1218,2	101,52
1961	105,2	88,9	9,3	86,5	84,8	42,1	141,3	37,4	18,9	172,5	51,7	140,6	979,2	81,60
1962	93,6	89,2	97,0	67,4	57,7	38,8	20,9	21,8	61,3	61,4	23,8	193,1	826,0	68,83
1963	36,4	71,0	136,0	82,6	69,0	107,6	88,5	146,1	83,1	37,8	113,9	27,8	999,8	83,32
1964	2,9	50,3	176,6	42,6	57,6	44,2	59,8	117,9	47,9	56,7	37,6	45,7	739,8	61,65
1965	72,3	6,9	84,9	48,8	78,9	38,9	61,6	101,1	186,6	20,0	120,8	173,7	994,5	82,88
1966	72,4	117,4	40,2	105,7	82,2	52,6	100,8	61,0	8,2	95,4	143,6	110,6	990,1	82,51
1967	53,8	74,5	57,3	22,1	114,5	69,8	55,8	23,0	58,0	51,5	101,4	53,1	734,8	61,23
1968	96,6	60,6	12,0	44,7	85,0	73,4	56,1	123,7	119,3	30,7	81,9	65,1	849,1	70,76
1969	68,7	65,9	40,0	73,3	61,6	131,4	39,6	50,1	42,3	1,4	118,5	50,8	743,6	61,97
1970	76,9	162,6	132,3	105,0	53,5	79,4	13,3	61,4	70,4	85,5	103,9	57,4	1001,6	83,47
1971	64,2	33,9	127,1	118,6	89,0	153,9	71,0	54,7	34,5	17,7	151,7	4,8	921,1	76,76
1972	50,4	90,1	50,3	44,3	51,4	79,4	41,9	31,1	49,3	68,2	74,1	45,7	676,2	56,35
1973	54,2	43,0	22,0	53,2	48,6	85,8	186,0	32,2	68,4	54,0	45,4	29,0	721,8	60,15
1974	53,2	111,6	57,4	54,2	55,2	116,2	40,4	39,2	154,0	103,8	149,4	52,0	986,6	82,22
1975	103,6	8,6	79,6	60,4	132,0	62,8	39,2	78,2	207,2	55,2	102,6	84,2	1013,6	84,47
1976	14,2	49,2	68,0	20,4	13,2	10,6	87,6	115,4	120,4	80,2	107,6	62,4	749,2	62,43
1977	121,2	162,6	84,4	113,0	95,6	69,8	179,2	106,4	15,0	169,4	68,6	103,4	1288,6	107,38
1978	115,4	147,0	127,4	41,8	82,6	40,6	48,4	82,4	22,0	15,0	6,2	71,6	800,4	66,70
1979	106,2	91,2	103,6	60,4	83,2	137,2	31,2	105,2	42,2	171,4	56,2	105,4	1093,4	91,12
1980	74,2	61,2	101,6	38,4	71,2	86,4	69,2	61,4	34,4	163,2	78,4	63,8	903,4	75,28
1981	143,0	38,6	71,8	24,4	108,4	71,4	81,2	33,0	186,0	109,6	53,0	200,0	1120,4	93,37
1982	87,0	16,0	66,0	19,0	64,0	164,0	56,0	139,0	102,0	124,0	134,0	106,0	1077,0	89,75
1983	63,0	57,0	79,0	98,0	155,0	45,0	13,0	49,0	59,0	108,0	84,0	82,0	892,0	74,33
1984	118,0	97,0	62,0	18,0	64,0	69,0	10,0	44,0	119,0	87,0	53,0	34,0	775,0	64,58
1985	54,9	61,0	154,6	47,5	126,7	117,2	23,2	120,0	1,0	5,0	47,4	44,8	803,3	66,94
1986	142,0	67,5	31,1	140,3	55,1	37,0	35,6	80,3	47,1	60,5	38,7	119,2	854,4	71,20
1987	51,7	43,7	51,2	80,3	114,0	110,9	122,7	103,7	42,2	140,8	76,8	59,5	997,5	83,13
1988	80,7	79,9	149,5	65,8	128,5	51,4	55,8	84,0	62,0	148,5	29,7	63,3	999,1	83,26
1989	9,2	48,7	54,4	134,4	44,5	15,6	46,2	24,1	10,8	27,4	34,7	30,1	480,1	40,01
1990	38,0	177,0	19,0	54,0	87,0	97,0	16,0	36,0	71,0	96,0	104,0	91,0	886,0	73,83
1991	31,0	31,0	104,0	32,0	45,0	83,0	50,0	11,0	114,0	129,0	60,0	107,0	797,0	66,42
1992	22,7	49,8	81,1	59,4	51,0	145,4	111,7	117,5	105,7	210,8	142,0	49,6	1146,7	95,56
1993	27,2	9,3	9,4	99,7	105,6	111,4	99,2	80,6	209,1	130,4	26,4	142,6	1050,9	87,58
1994	147,9	19,0	12,8	119,0	73,1	57,7	46,4	30,9	308,2	75,9	54,3	61,1	1006,3	83,86
1995	201,5	90,2	64,3	83,5	137,0	30,5	23,3	95,4	126,6	44,1	81,4	167,6	1145,4	95,45
1996	59,7	36,2	28,6	69,8	108,1	79,0	96,4	123,1	45,8	37,5			684,2	57,02

$$I_{SERE} + DRAC + B.V. AVAL$$

ISERE + DRAC

Code station: W3200010 - ST GERVAIS LE PORT Les débits sont en 1 / 1 de m³/s

Code station: W3020010 - VEUREY Les débits sont en l / s de m3/s

Code station: W1410010 - Grenoble

[illegible]

Annexe 5

**EVOLUTION HISTORIQUE
DES PRELEVEMENTS PAR POMPAGE
SUR LE SECTEUR DE GRENOBLE**

VOLUME ANNUEL POMPE DANS LA NAPPE PHREATIQUE



			REDEVANCE D'ASSAINISSEMENT DUE POUR L'EAU										LEVEE PAR			
			POMPAGE DANS LA NAPPE PHREATIQUE (CONSUMMATION ANNUELLE EN M3)													
N°	RAISON SOCIALE	ADRESSE	68	69	70	71	72	73	74	75	76					
1	CINEMA LA NEF	18 Bd. Edouard REY	100	0	186	323	1 326	0	9 494	303	144					
2	CINEMA LE GAUMONT	17 Avenue Alsace-Lorraine	3 325	2 347	3 896	5 075	1 266	12 644	7 927	6 799	192					
3	CINEMA LE PARIS	PLACE GRENETTE	2 000	7 200	6 506	6 873	4 785	3 182	775	3 783	2 052					
4	SARL BILLARDS PUB	29 AV. Albert 1° de Belgique	1 500	5 040	1 300	2 520	889	5 065	5 104	5 004	7 322					
5	CINEMA ARIEL	23,Crs. J. JAURES	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
6	CINEMA LE ROXY	15,Crs. de la LIBERATION	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
7	CINEMA EDEN	54,Bis Crs. J. JAURES	200	5 480	8 792	8 420	5 225	9 321	6 012	10 207	552					
8	HALLS GRENOBLOISES	8, rue Raoul BLANCHARD														
9	LACHENAL (Poissonnerie)	36 Cours Berriat	5 000	18 239	18 084	30 004	30 904	17 473	38 910	23 007	31 942					
10	Sté GLACIERES et FRIGORIFIQUES	1, rue du VILLARD DE LANS	100 000	193 208	153 648	308 386	255 172	357 219	347 727	319 245	246 770					
11	PROLAI-ALPES	30, CHEMIN MENEY	5 840	7 149	6 362	6 452	9 313	8 371	8 574	1 081	0					
12	CLINIQUE MUTUALISTE	10 Rue Docteur Calmette	220 000	165 727	212 838	163 043	85 472	109 638	100 780	127 461	98 693					
13	STUDIO GIVET	14 Boulevard Gambetta	6 000	3 423	7 410	6 888	5 217	10 545	10 007	4 897	2 102					
14	B.N.L.I.	12, rue IRVOY	29 000	14 741	17 204	14 162	0	0	23 455	2 660	0					
15	CEMOI-CENOU	rue AMPERE	30 000	345 754	340 672	250 286	265 516	296 878	288 250	241 396	138 134					
16	LUSTUCRU	89, rue Abbe GREGOIRE	125 000	209 944	220 088	191 472	205 493	173 377	217 279	226 734	261 916					
17	EUROTUNGSTENE	54 Av. Rhin et Danube B.P. 152X	1 920 000	2 500 000	3 178 409	2 198 406	2 032 295	2 232 651	2 064 640	1 700 923	1 676 486					
18	C.T.A.	228,Crs. de la LIBERATION	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000					
19	E.D.F.	37, rue DIDEROT	20 000	22 315	9 478	8 642	29 658	15 247	7 749	5 892	5 840					
20	ETABLISSEMENTS RAYMOND	113 Cours Berriat	170 000	420 000	456 212	407 730	392 477	255 867	379 769	698 725	518 749					
21	Eis. FIT	96, rue de STALINGRAD	500 000	1 165 482	1 202 870	1 245 480	1 227 360	1 228 010	1 168 660	679 897	693 330					
22	Teinturerie et Apprêts des Alpes	9, rue BEVIERE	240 000	158 108	167 790	174 473	176 768	168 150	191 978	174 487	178 953					
23	Entre. DE PRESSE N°1	29,Ave. Felix VIALLET	20 000	35 118	37 718	36 656	36 534	36 305	33 394	36 200	38 020					
24	CATERPILLAR FRANCE	Avenue Léon Blum BP 438	1 410 000	1 917 655	2 475 750	2 149 980	2 514 030	2 463 805	2 333 465	3 005 045	3 158 996					
25	LA DAUPHINOISE	36, rue de NEW-YORK	75 000	126 264	129 326	136 600	131 435	113 093	149 603	115 555	136 575					
26	BOIS ET CHASSANDE S.A.	25, rue DIDEROT	25 000	31 206	33 201	32 272	32 468	37 706	41 453	35 693	39 036					
27	ETABLISSEMENTS NEYRPEC	52 Rue Général Mangin	115 000	107 382	113 376	68 724	74 502	10 134	0	0	0					
28	I M I PACIFIC S.A.	101-109 Rue des Alliés	113 000	142 173	141 506	165 702	187 109	164 128	155 638	150 418	161 868					
29	SAMES	21, rue J. MACE	150 000	77 950	34 396	62 279	34 863	52 939	26 114	18 298	27 345					
30	PECHINEY	8, rue AMPERE	50 000	24 000	0	0	0	9 900	0	0	0					
31	MOYET-PERRIN	86, rue AMPERE	20 000	18 790	20 552	20 585	18 633	17 156	19 309	18 457	16 623					
32	ETABLISSEMENT ALLIBERT	129 Avenue Léon Blum	600 000	943 930	1 063 010	1 337 070	2 288 910	2 625 190	2 554 780	2 133 440	2 155 490					
33	NOUVELLES GALERIES	B.P. 109 12,place GRENETTE	500 000	592 090	658 733	628 262	677 046	650 344	565 123	823 336	870 230					
33	NOUVELLES GALERIES	FOCH	250 000	250 000	89 710	158 352	167 509	191 570	163 582	31 595	594					
34	Eis. PARA	111, rue des ALLIES	12 000	7 309	10 310	8 687	8 189	9 375	8 269	7 508	7 469					
35	D.S.N.	8, rue MONGE	5 000	16 161	13 362	15 074	12 971	13 686	12 858	21 963	7 353					
36	MINUTUBES ET ETS RENODEX	7 Avenue du Grand Chatelet	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
37	IMPRIMERIE GENERALE	9, rue de PARIS	920	3 569	6 957	5 500	6 248	547	836	1 342	2 111					
38	Eis. RAMILLON	3, rue Emile ZOLA	20 000	45 979	35 230	28 708	0	39 569	37 033	32 434	19 962					
39	RENAULT DAUPHINE	150, rue de STALINGRAD	7 000	10 720	11 482	16 255	30 016	18 454	13 057	15 955	12 443					
40	ETABLISSEMENTS GALTIER	22 Cours Jean Jaurès	24 000	11 526	5 987	6 683	10 397	6 175	6 850	4 873	7 665					
41	GALTIER	73 Cours de la Libération	0	1 850	2 740	3 230	1 917	2 750	2 842	1 658	2 922					
42	UGINE INFRA	14, rue du DRAC	20 000	0	0	0	0	0	0	0	0					
43	ETS BOSSONNET ET FILS	70-72 Avenue Jules Vallès	1 900	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	27 823	16 952	17 957					
44	JAY ET Cie.	4, rue AMPERE	3 000	3 000	8 719	8 151	7 795	7 359	4 447	5 139	5 715					
45	PEYSSON ET BOLLARD	53 , route de LYON	6 000	1 819	1 644	1 435	1 378	776	986	1 601	2 595					
46	ORLAC	47, rue ABBE GREGOIRE	343 100	343 100	343 100	243 460	0	0	0	0	0					
47	Eis. FELT	75, rue AMPERE	10 000	0	0	0	0	0	0	0	364					

			REDEVANCE D'ASSAINISSEMENT DUE 1 ^{er} JANVIER L'EAU PRELEVEE PAR									
			POMPAGE DANS LA NAPPE PHREATIQUE (CONSUMMATION ANNUELLE EN M3)									
N°	RAISON SOCIALE	ADRESSE	86	87	88	89	90	91	92	93	94	
1	CINEMA LA NEF	18 Bd. Edouard REY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	CINEMA LE GAUMONT	17 Avenue Alsace-Lorraine	20 139	38 331	42 824	29 570	47 751	49 497	53 464	45 704	38 133	
3	CINEMA LE PARIS	PLACE GRENETTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	SARL BILLARDS PUB	29 AV. Albert 1 ^{er} de Belgique	0	0	14 476	12 189	23 955	23 545	13 213	11 596	12 677	
5	CINEMA ARIEL	23,Crs. J. JAURES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	CINEMA LE ROXY	15,Crs. de la LIBERATION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	CINEMA EDEN	54,Bis Crs. J. JAURES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	HALLS GRENOBLOISES	8, rue Raoul BLANCHARD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	LACHENAL (Poissonnerie)	36 Cours Berniat	21 378	19 482	10 263	25 269	12 002	6 315	9 427	8 332	8 642	
10	Sté.GLACIERES et FRIGORIFIQUES	1, rue du VILLARD DE LANS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	PROLAI-ALPES	30, CHEMIN MENEY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	CLINIQUE MUTUALISTE	10 Rue Docteur Calmette	125 888	65 380	48 338	64 807	52 534	116 785	61 435	65 371	46 441	
13	STUDIO GIVET	14 Boulevard Gambetta	2 660	3 239	1 845	2 510	3 993	3 736	5 187	4 196	6 924	
14	B.N.L.I.	12, rue IRVOY	3 679	1 560	2 467	6 121	0	0	0	0	0	
15	CEMOI-CENOU	rue AMPERE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	LUSTUCRU	89, rue Abbe GREGOIRE	57 184	42 364	51 684	38 660	18 016	0	0	0	0	
17	EUROTUNGSTENE	54 Av. Rhin et Danube B.P. 152X	1 865 738	1 692 578	828 765	837 308	827 155	686 478	759 307	722 099	770 733	
18	C.T.A.	228,Crs. de la LIBERATION	40 000	40 000	40 000	10 000	0	0	0	0	0	
19	E.D.F.	37, rue DIDEROT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	ETABLISSEMENTS RAYMOND	113 Cours Berniat	495 642	298 853	240 078	141 861	126 510	135 527	150 131	87 612	53 694	
21	Ets. FIT	96, rue de STALINGRAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	Teinturerie et Apprêts des Alpes	9, rue BEVIERE	207 585	237 527	207 889	185 791	213 984	187 330	157 313	148 596	123 830	
23	Entre. DE PRESSE N°1	29,Ave. Felix VIALLET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	CATERPILLAR FRANCE	Avenue Léon Blum BP 438	2 714 306	2 629 453	2 630 633	2 328 212	1 756 552	1 198 127	1 302 740	1 188 763	968 524	
25	LA DAUPHINOISE	36, rue de NEW-YORK	2 012	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	BOIS ET CHASSE S.A.	25, rue DIDEROT	11 637	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	ETABLISSEMENTS NEYRPI	52 Rue Général Mangin	25 507	25 507	66 864	96 163	60 352	71 507	74 198	77 349	82 317	
28	I M I PACIFIC S.A.	101-109 Rue des Alliés	155 134	168 439	150 160	139 909	157 564	135 459	134 919	100 694	37 167	
29	SAMES	21, rue J. MACE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	PECHINEY	8, rue AMPERE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	MOYET-PERRIN	86, rue AMPERE	28 698	20 600	0	0	0	0	0	0	0	
32	ETABLISSEMENT ALLIBERT	129 Avenue Léon Blum	2 216 479	2 396 796	2 400 000	2 254 708	2 236 593	1 471 350	1 184 560	1 261 736	1 197 450	
33	NOUVELLES GALERIES	B.P. 109 12,place GRENETTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	NOUVELLES GALERIES	FOCH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
34	Ets. PARA	111, rue des ALLIES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	D.S.N.	8, rue MONGE	12 073	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	MINITUBES ET ETS RENODEX	7 Avenue du Grand Chatelet	20 975	29 166	34 207	42 511	32 625	26 533	20 634	19 681	21 088	
37	IMPRIMERIE GENERALE	9, rue de PARIS	977	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	Ets. RAMILLON	3, rue Emile ZOLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	RENAULT DAUPHINE	150, rue de STALINGRAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	ETABLISSEMENTS GALTIER	22 Cours Jean Jaurs	1 528	1 863	2 074	3 403	2 743	2 968	6 036	1 980	852	
41	GALTIER	73 Cours de la Libération	2 209	2 577	2 229	1 908	2 232	2 232	553	269	621	
42	UGINE INFRA	14, rue du DRAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
43	ETS BOSSONNET ET FILS	70-72 Avenue Jules Vallès	25 834	23 352	15 769	15 795	16 136	0	0	0	0	
44	JAY ET Cie.	4, rue AMPERE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
45	PEYSSONNET ET BOLLARD	53 , route de LYON	340	284	310	287	0	0	0	0	0	
46	ORLAC	47, rue ABBE GREGOIRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
47	Ets. FELT	75, rue AMPERE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		REDEVANCE D'ASSAINISSEMENT DUE POUR L'EAU				ELEVEE PAR	
		POMPAGE DANS LA NAPPE PHREATIQUE (CONSUMMATION ANNUELLE EN M3)					
N°	RAISON SOCIALE	ADRESSE	95	96			
1	CINEMA LA NEF	18 Bd. Edouard REY	0				
2	CINEMA LE GAUMONT	17 Avenue Alsace-Lorraine	25 629				
3	CINEMA LE PARIS	PLACE GRENETTE	0				
4	SARL BILLARDS PUB	29 AV. Albert 1 ^{er} de Belgique	5 082				
5	CINEMA ARIEL	23, Crs. J. JAURES	0				
6	CINEMA LE ROXY	15, Crs. de la LIBERATION	0				
7	CINEMA EDEN	54, Bis Crs. J. JAURES	0				
8	HALLS GRENOBLOISES	8, rue Raoul BLANCHARD	0				
9	LACHENAL (Poissonnerie)	36 Cours Berniat	59				
10	Sté GLACIERES et FRIGORIFIQUES	1, rue du VILLARD DE LANS	0				
11	PROLAI-ALPES	30, CHEMIN MENET	0				
12	CLINIQUE MUTUALISTE	10 Rue Docteur Calmette	46 441				
13	STUDIO GIVET	14 Boulevard Gambetta	176				
14	B.N.L.I.	12, rue IRVOY	0				
15	CEMOI-CENOU	rue AMPERE	0				
16	LUSTUCRU	89, rue Abbe GREGOIRE	0				
17	EUROTUNGSTENE	54 Av. Rhin et Danube B.P. 152X	698 350				
18	C.T.A.	228, Crs. de la LIBERATION	0				
19	E.D.F.	37, rue DIDEROT	0				
20	ETABLISSEMENTS RAYMOND	113 Cours Berniat	58 339				
21	Eis. FIT	96, rue de STALINGRAD	0				
22	Teinturerie et Apprêts des Alpes	9, rue BEVIERE	113 510				
23	Entre. DE PRESSE N°1	29, Ave. Felix VIALLET					
24	CATERPILLAR FRANCE	Avenue Léon Blum BP 438	751 347				
25	LA DAUPHINOISE	36, rue de NEW-YORK	0				
26	BOIS ET CHASSANDE S.A.	25, rue DIDEROT	0				
27	ETABLISSEMENTS NEYRPI	52 Rue Général Mangin	59 040				
28	I.M.I. PACIFIC S.A.	101-109 Rue des Alliés	66 979				
29	SAMES	21, rue J. MACE	0				
30	PECHINEY	8, rue AMPERE	0				
31	MOYET-PERRIN	86, rue AMPERE	0				
32	ETABLISSEMENT ALLIBERT	129 Avenue Léon Blum	643 060				
33	NOUVELLES GALERIES	B.P. 109 12, place GRENETTE	0				
33	NOUVELLES GALERIES	FOCH	0				
34	Eis. PARA	111, rue des ALLIES	0				
35	D.S.N.	8, rue MONGE	0				
36	MINITUBES ET ETS RENODEX	7 Avenue du Grand Chatelet	23 828				
37	IMPRIMERIE GENERALE	9, rue de PARIS	0				
38	Eis. RAMILLON	3, rue Emile ZOLA	0				
39	RENAULT DAUPHINE	150, rue de STALINGRAD	0				
40	ETABLISSEMENTS GALTIER	22 Cours Jean Jaurès	1 242				
41	GALTIER	73 Cours de la Libération	403				
42	UGINE INFRA	14, rue du DRAC	0				
43	ETS BOSSONET ET FILS	70-72 Avenue Jules Vallès	0				
44	JAY ET Cie.	4, rue AMPERE	0				
45	PEYSSON ET BOLLARD	53, route de LYON	0				
46	ORLAC	47, rue ABBE GREGOIRE	0				
47	Eis. FELT	75, rue AMPERE	0				

			REDEVANCE D'ASSAINISSEMENT DUE POUR L'EAU										ELEVÉE PAR	
			POMPAGE DANS LA NAPPE PHREATIQUE (CONSUMMATION ANNUELLE EN M3)											
N°	RAISON SOCIALE	ADRESSE	68	69	70	71	72	73	74	75	76			
48	GENTY CATHIARD. JBART	57, rue Leon JOUHAUX	3 640	0	0	0	0	0	0	0	0			
49	C.A.P.D.S.	63, rue AMPERE	2 400	20 077	7 480	6 546	2 971	3 922	2 466	2 653	2 083			
50	LE PROPHETE	1, rue du canal FONTENAY	12 000	12 260	22 753	22 332	24 153	26 380	9 757	0	10 624			
51	U.F.I. 11, rue BOUCHAYER	8/10, rue de la BOURSE, 69002, LYON	500	3 282	2 333	3 479	2 278	3 569	1 390	720	3 142			
52	HOTEL DE SAVOIE	52, Ave. Alsace LORRAINE	4 000	14 000	13 954	18 099	16 343	13 949	16 719	17 760	15 913			
53	TEINTURERIE CHOUNET	67, rue Nicolas CHORIER	1 400	3 211	3 234	802	1 672	551	0	0	0			
54	TEINTURERIE MALLIFAUD	8 Rue Mallifaud	600	2 000	2 391	838	0	1 416	2 186	2 138	645			
55	SOCIETE L'ECONOMIQUE SUMA	35 Rue de Stalingrad	15 000	37 403	27 521	23 046	33 003	28 789	28 116	29 491	35 728			
56	REXITUB	3/5, rue Claude GENIN	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100	0	0	0	0			
57	BLANCHISSERIE GRAND CHATELET	31 Avenue du Grand Chatelet	15 000	12 341	14 537	20 261	25 584	20 062	24 421	24 338	29 635			
58	Sic. ALPES RHONE	155, Crs. BERRIAT	75 000	240 000	120 000	0	0	0	0	0	0			
59	TEINTURERIE DARD	12, Ave. Jean PERROT	1 000	1 533	1 123	599	831	281	288	496	991			
60	B.N.L.I	22 Boulevard Edouard Rey	10 000	14 000	69 586	61 414	80 557	72 846	19 159	90 137	25 381			
61	SUPERMARCHÉ CASINO	24 bis Bd Joseph Vallier	70 000	50 921	59 814	49 023	51 129	35 059	36 478	68 948	41 143			
62	USINE a GAZ	24, bis rue Pierre SEMARD	479 650	853 310	657 070	902 600	790 770	827 760	819 630	526 760	500 750			
63	IMM. 14, rue D. BORDIER	M.E. BONNET, 40, Ave. Jean PERROT	100	0	3 460	6 138	0	4 557	5 443	0	0			
64	PRISUNIC	22 Rue Lafayette	45 000	34 626	28 945	28 438	20 566	25 866	19 276	10 997	25 940			
65	DAUPHINET PRESSING	12, rue LAFAYETTE	4 000	8 586	10 405	10 498	6 856	2 999	1 966	5 846	7 045			
66	Ets. SAMUEL	17, rue du VILLARD DE LANS	5 000	21 800	17 258	12 641	24 219	41 784	39 092	21 389	43 005			
67	CONFISERIE DES ALPES	rue BEVIERE	17 000	3 656	10 857	18 319	17 065	13 649	8 450	7 298	9 806			
68	IMM. 32, rue Gay LUSSAC	AGENCE PRIMA	1 200	4 609	30 182	33 500	13 124	26 306	8 925	15 678	56 840			
69	MINOTERIE ARMAND	17 rue René Thomas	8 700	8 184	10 648	6 906	13 770	9 496	7 849	9 158	2 135			
70	CONFISERIE MILLAND	8, rue Charles TESTOUD	4 000	2 518	1 876	1 596	1 782	1 014	0	0	0			
71	SOGREAH	B.P. 145	57 000	540 000	192 760	206 574	79 139	23 040	59 760	0	0			
72	STE DAUPHINOISE THOMSON	40 Rue Marcel Peretto	25 000	16 586	26 330	34 205	43 304	42 912	33 742	28 400	40 964			
73	TEISSEIER FRANCE	15, rue GENERAL RAMBAUD	6 400	4 335	28 684	45 991	0	14 495	11 059	6 631	13 632			
74	ETABLISSEMENTS DURAND	3 Rue Elie Vernet	25 000	13 880	18 960	13 410	9 088	0	0	25 000	14 709			
75	BRASSERIE DE LA PAIX	43, Ave. Alsace LORRAINE	400	1 581	2 196	2 427	0	4 791	345	1 320	418			
76	ETABLISSEMENTS GAVET	4 Rue Voltaire	15 000	14 000	5 800	69 635	70 118	40 162	80 092	1 574	78 282			
77	SOCIETE RHONE ALPES VIANDES	18 Rue Colbert	5 500	10 000	15 814	10 191	14 351	14 351	30 000	8 423	9 911			
78	Ets. CLOITRE rue du FOUR	rue BARRAL	1 500	4 000	3 172	10 204	2 639	1 854	0	0	0			
79	VINS DAGAND	2, rue de la FRISE	3 000	3 000	600	19 125	4 095	4 879	181	0	0			
80	BLANCHISSERIE BEZARD	16, rue de la BLANCHISSERIE	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	0	0	0			
81	TRIPERIE NOUVELLE	19, rue HUMBERT II	1 400	4 000	2 474	8 525	9 421	9 316	3 842	8 715	8 694			
82	MODERNE SERVICE	17, rue Docteur MAZET	3 500	3 500	3 526	7 389	9 615	8 521	4 731	4 206	3 325			
83	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine A.B.C.	92 000	92 800	356 057	590 254	362 390	202 300	263 980	211 730	264 490			
84	MERLIN GERIN USINE C	depart. industriel, usine J-D	344 000	344 000	387 813	464 893	160 386	182 533	117 620	100 414	100 103			
85	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine G.H.	18 560	15 000	0	0	0	0	0	0	0			
86	MERLIN GERIN USINE C	Depart Industriel, usine S.	356 400	356 400	278 150	395 268	253 614	323 780	319 013	252 241	316 793			
87	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine H.	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
88	CLINIQUE DES BAINS	32 Rue Thiers	240	1 241	0	523	2 095	4 339	377	2 257	50 551			
89	BOUCHERIE PRINCIPALE	42 Cours Berriat	6 000	6 000	4 252	6 678	6 314	3 291	8 323	4 164	6 764			
90	PISCINE ABBAYE	44, rue Leon JOUHAUX	20 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000			
91	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Mallifaud	600 000	0	600 000	669 120	491 290	640 500	981 020	522 350	734 210			
92	C.R.P.D.	11, rue Général CHAMPON	0	443	1 315	0	0	0	0	0	0			
93	ETABLISSEMENTS RAYMOND S.A.	21 Rue des Champs Elysées	0	1 000	800	1 349	986	473	294	184	96			
94	S.N.C.F	8 Place de la Gare	0	21 327	32 551	35 360	29 406	35 901	24 746	24 145	22 726			
95	M. AIGLUN GERANT	Buffet de la Gare	0	4 689	4 684	4 564	1 490	3 255	586	1 717	2 276			

		REDEVANCE D'ASSAINISSEMENT DUE PAR JOUR L'EAU PRELEVEE PAR POMPAGE DANS LA NAPPE PHREATIQUE (CONSUMMATION ANNUELLE EN M3)											
N°	RAISON SOCIALE	ADRESSE	77	78	79	80	81	82	83	84	85		
48	GENTY CATHIARD. J.BART	57, rue Leon JOUHAUX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	
49	C.A.P.D.S.	63, rue AMPERE	750	822	2 922	0	0	0	0	0	0	0	
50	LE PROPHETE	1, rue du canal FONTENAY	72 474	80 350	69 840	6 143	0	0	0	0	0	0	
51	U.F.I.11, rue BOUCHAYER	8/10, rue de la BOURSE, 69002, LYON	342	1 354	28	1 703	3 812	0	0	0	0	0	
52	HOTEL DE SAVOIE	52, Ave. Alsace LORRAINE	13 787	13 220	13 400	13 123	10 600	7 148	8 187	10 096	9 385		
53	TEINTURERIE CHOUNET	67, rue Nicolas CHORIER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
54	TEINTURERIE MALLIFAUD	8 Rue Mallifaud	1 023	589	431	596	642	307	396	521	803		
55	SOCIETE L'ECONOMIQUE SUMA	35 Rue de Stalingrad	43 314	35 854	27 050	21 991	33 069	396	18 856	8 753	10 285		
56	REXITUB	3/5, rue Claude GENIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
57	BLANCHISSERIE GRAND CHATELET	31 Avenue du Grand Chatelet	42 084	65 337	60 683	56 397	44 291	43 191	44 497	45 813	55 882		
58	Stc. ALPES RHONE	155, Crs. BERRIAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
59	TEINTURERIE DARD	12, Ave. Jean PERROT	522	846	846	676	0	0	0	0	0	0	
60	B.N.I	22 Boulevard Edouard Rey	32 922	28 190	18 691	35 061	26 288	32 571	17 199	9 528	14 760		
61	SUPERMARCHÉ CASINO	24 bis Bd Joseph Vallier	50 974	33 374	32 899	49 183	52 831	84 674	57 265	52 025	50 051		
62	USINE a GAZ	24, bis rue Pierre SEMARD	254 480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
63	IMM.14, rue D. BORDIER	M.E. BONNET, 40, Ave. Jean PERROT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
64	PRISUNIC	22 Rue Lafayette	28 328	23 289	32 471	36 105	26 313	30 665	32 006	23 394	22 371		
65	DAUPHINET PRESSING	12, rue LAFAYETTE	3 290	3 949	2 864	1 667	0	0	0	0	0	0	
66	Ets. SAMUEL	17, rue du VILLARD DE LANS	24 576	5 044	6 879	730	0	0	0	0	1 419		
67	CONFISERIE DES ALPES	rue BEVIERE	8 298	8 926	9 204	9 065	2 307	0	0	0	0	0	
68	IMM. 32, rue Gay LUSSAC	AGENCE PRIMA	12 272	469	1 409	0	0	0	0	0	0	0	
69	MINOTERIE ARMAND	17 rue René Thomas	924	5 740	761	13 100	14 362	19 775	18 727	20 994	21 317		
70	CONFISERIE MILLAND	8, rue Charles TESTOUD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
71	SOGREAH	B.P.145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
72	STE DAUPHINOISE THOMSON	40 Rue Marcel Peretto	62 382	66 649	72 111	84 490	76 022	56 730	65 808	70 529	84 945		
73	TEISSEIRE FRANCE	15, rue GENERAL RAMBAUD	7 279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
74	ETABLISSEMENTS DURAND	3 Rue Elie Vemet	15 034	15 251	14 942	21 618	12 239	11 687	8 166	9 955	10 903		
75	BRASSERIE DE LA PAIX	43, Ave. Alsace LORRAINE	1 992	2 233	1 087	247	83	143	41	597	577		
76	ETABLISSEMENTS GAVET	4 Rue Voltaire	83 876	79 448	74 753	72 995	70 482	65 892	71 086	48 750	45 224		
77	SOCIETE RHONE ALPES VIANDES	18 Rue Colbert	4 752	2 779	3 766	7 056	15 324	20 570	14 837	12 487	11 807		
78	Ets. CLOITRE rue du FOUR	rue BARRAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
79	VINS DAGAND	2, rue de la PRISE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
80	BLANCHISSERIE BEZARD	16, rue de la BLANCHISSERIE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
81	TRIPERIE NOUVELLE	19, rue HUMBERT II	9 100	1 240	5 170	0	0	0	0	0	0	0	
82	MODERNE SERVICE	17, rue Docteur MAZET	2 325	3 325	2 989	3 102	5 464	4 349	4 417	7 439	6 178		
83	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine A.B.C.	195 990	371 090	489 380	283 030	104 600	312 918	513 706	786 079	608 041		
84	MERLIN GERIN USINE C	depart. industriel, usine J-D	60 516	110 463	100 185	87 436	114 705	114 705	84 158	146 054	320 055		
85	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine G.H.	0	0	0	0	0	78	20 538	71 737	117 801		
86	MERLIN GERIN USINE C	Depart Industriel, usine S.	234 966	168 455	269 607	216 156	246 492	258 677	292 630	191 286	303 111		
87	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine H.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
88	CLINIQUE DES BAINS	32 Rue Thiers	51 148	14 117	20 909	18 455	8 925	10 004	15 545	13 067	22 138		
89	BOUCHERIE PRINCIPALE	42 Cours Bernat	5 692	557	6 272	9 508	36 817	10 968	9 382	16 428	13 466		
90	PISCINE ABBAYE	44, rue Leon JOUHAUX	10 000	10 000	10 000	10 000	0	0	0	0	0	0	
91	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Mallifaud	1 113 330	990 380	1 080 638	541 690	635 440	1 033 670	643 200	773 960	1 129 400		
92	C.R.P.D.	11, rue Général CHAMPON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
93	ETABLISSEMENTS RAYMOND S.A.	21 Rue des Champs Elysées	142	182	103	114	87	106	53	0	582		
94	S.N.C.F	8 Place de la Gare	17 346	18 118	19 585	13 913	21 522	19 177	14 855	12 632	20 300		
95	M. AIGLUN GERANT	Buffet de la Gare	650	3 743	0	2 656	21 076	18 535	21 192	13 799	8 166		

			REDEVANCE D'ASSAINISSEMENT DUE 1-JR L'EAU PRELEVEE PAR											
			POMPAGE DANS LA NAPPE PHREATIQUE (CONSUMMATION ANNUELLE EN M3)											
N°	RAISON SOCIALE	ADRESSE	86	87	88	89	90	91	92	93	94			
48	GENTY CATHIARD. J.BART	57, rue Leon JOUHAUX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
49	C . A . P . D . S .	63, rue AMPERE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
50	LE PROPHETE	1, rue du canal FONTENAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
51	U . F . I . 11, rue BOUCHAYER	8/10, rue de la BOURSE, 69002, LYON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
52	HOTEL DE SAVOIE	52, Ave. Alsace LORRAINE	9 670	1 401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
53	TEINTURERIE CHOUNET	67, rue Nicolas CHORIER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
54	TEINTURERIE MALLIFAUD	8 Rue Mallifaud	844	1 049	229	327	192	255	362	268	54	0	0	
55	SOCIETE L'ECONOMIQUE SUMA	35 Rue de Stalingrad	20 303	15 660	15 660	31 222	38 393	30 694	30 694	33 427	42 482	0	0	
56	REXITUB	3/5, rue Claude GENIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
57	BLANCHISSERIE GRAND CHATELET	31 Avenue du Grand Chatelet	55 809	55 809	73 020	61 953	58 478	63 279	64 264	73 925	82 149	0	0	
58	Sie. ALPES RHONE	155, Crs. BERRIAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
59	TEINTURERIE DARD	12, Ave. Jean PERROT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
60	B N L I	22 Boulevard Edouard Rey	18 592	6 313	17 060	16 966	15 420	16 745	14 659	12 718	8 529	0	0	
61	SUPERMARCHÉ CASINO	24 bis Bd Joseph Vallier	40 148	32 498	35 336	23 710	22 893	35 077	41 943	49 314	56 590	0	0	
62	USINE a GAZ	24, bis rue Pierre SEMARD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
63	IMM.14, rue D. BORDIER	M.E. BONNET, 40, Ave. Jean PERROT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
64	PRISUNIC	22 Rue Lafayette	27 138	20 209	21 591	16 907	22 699	20 809	31 438	19 802	46 294	0	0	
65	DAUPHINET PRESSING	12, rue LAFAYETTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
66	Ets. SAMUEL	17, rue du VILLARD DE LANS	1 820	2 133	2 313	1 236	2 186	2 346	0	0	0	0	0	
67	CONFISERIE DES ALPES	rue BEVIERE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
68	IMM. 32, rue Gay LUSSAC	AGENCE PRIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
69	MINOTERIE ARMAND	17 rue René Thomas	21 269	20 059	20 925	2 575	1 614	1 642	1 768	1 943	1 793	0	0	
70	CONFISERIE MILLAND	8, rue Charles TESTOUD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
71	SOGREAH	B. P. 145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
72	STE DAUPHINOISE THOMSON	40 Rue Marcel Peretto	29 983	11 954	13 826	13 787	9 458	7 473	10 265	10 214	7 188	0	0	
73	TEISSEIRE FRANCE	15, rue GENERAL RAMBAUD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
74	ETABLISSEMENTS DURAND	3 Rue Elie Vemet	6 312	12 188	12 540	13 443	11 998	10 942	10 382	609	609	0	0	
75	BRASSERIE DE LA PAIX	43, Ave. Alsace LORRAINE	325	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
76	ETABLISSEMENTS GAVET	4 Rue Voltaire	52 711	50 418	20 771	34 892	22 246	0	0	0	0	0	0	
77	SOCIETE RHONE ALPES VIANDES	18 Rue Colbert	15 409	18 947	9 912	14 984	14 400	10 445	12 542	12 309	12 977	0	0	
78	Ets. CLOITRE rue du FOUR	rue BARRAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
79	VINS DAGAND	2, rue de la FRISE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
80	BLANCHISSERIE BEZARD	16, rue de la BLANCHISSERIE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
81	TRIPERIE NOUVELLE	19, rue HUMBERT II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
82	MODERNE SERVICE	17, rue Docteur MAZET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
83	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine A.B.C.	441 930	510 372	412 652	353 289	395 909	359 109	265 302	271 953	213 998	0	0	
84	MERLIN GERIN USINE C	depart. industriel, usine J-D	269 471	148 868	259 358	158 416	224 726	53 480	103 024	394 862	295 532	0	0	
85	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine G.H.	107 891	74 708	110 582	127 560	122 330	175 339	0	0	0	0	0	
86	MERLIN GERIN USINE C	Depart Industriel, usine S.	356 173	339 459	395 370	393 237	545 695	657 299	433 672	113 548	103 527	0	0	
87	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine H.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
88	CLINIQUE DES BAINS	32 Rue Thiers	16 698	24 389	26 041	22 491	29 900	19 623	23 293	29 898	31 557	0	0	
89	BOUCHERIE PRINCIPALE	42 Cours Berniat	8 289	100 022	9 643	5 045	9 567	9 803	8 195	0	0	0	0	
90	PISCINE ABBAYE	44, rue Leon JOUHAUX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
91	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Mallifaud	754 880	812 600	768 850	768 850	160 177	0	0	0	0	0	0	
92	C . R . P . D .	11, rue Général CHAMPON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
93	ETABLISSEMENTS RAYMOND S.A.	21 Rue des Champs Elysées	132	341	115	159	51	31	28	42	45	0	0	
94	S N C F	8 Place de la Gare	18 399	57 256	65 713	36 649	33 742	67 896	40 130	57 499	63 103	0	0	
95	M. AIGLUN GERANT	Buffet de la Gare	18 048	8 198	11 556	17 610	6 015	4 615	3 604	578	2 339	0	0	

		REDEVANCE D'ASSAINISSEMENT DUE POUR L'EAU				ELEVÉE PAR	
		POMPAGE DANS LA NAPPE PHREATIQUE (CONSUMMATION ANNUELLE EN M3)					
N°	RAISON SOCIALE	ADRESSE	95	96			
48	GENTY CATHIARD. J.BART	57, rue Leon JOUHAUX	0				
49	C.A.P.D.S.	63, rue AMPERE	0				
50	LE PROPHETE	1, rue du canal FONTENAY	0				
51	U.F.I.11, rue BOUCHAYER	8/10, rue de la BOURSE, 69002, LYON	0				
52	HOTEL DE SAVOIE	52, Ave. Alsace LORRAINE	0				
53	TEINTURERIE CHOUNET	67, rue Nicolas CHORIER	0				
54	TEINTURERIE MALLIFAUD	8 Rue Mallifaud	0				
55	SOCIETE L'ECONOMIQUE SUMA	35 Rue de Stalingrad	44 339				
56	REXITUB	3/5, rue Claude GENIN	0				
57	BLANCHISSERIE GRAND CHATELET	31 Avenue du Grand Chatelet	83 326				
58	Stc. ALPES RHONE	155, Crs. BERRIAT	0				
59	TEINTURERIE DARD	12, Ave. Jean PERROT	0				
60	B.N.L.I	22 Boulevard Edouard Rey	6 533				
61	SUPERMARCHÉ CASINO	24 bis Bd Joseph Vallier	48 544				
62	USINE a GAZ	24, bis rue Pierre SEMARD	0				
63	IMM.14, rue D. BORDIER	M.E. BONNET, 40, Ave. Jean PERROT	0				
64	PRISUNIC	22 Rue Lafayette	15 011				
65	DAUPHINET PRESSING	12, rue LAFAYETTE	0				
66	Els. SAMUEL	17, rue du VILLARD DE LANS	0				
67	CONFISERIE DES ALPES	rue BEVIERE	0				
68	IMM. 32, rue Gay LUSSAC	AGENCE PRIMA	0				
69	MINOTERIE ARMAND	17 rue René Thomas	1 891				
70	CONFISERIE MILLAND	8, rue Charles TESTOUD	0				
71	SOGREAH	B.P.145	0				
72	STE DAUPHINOISE THOMSON	40 Rue Marcel Peretto	5 779				
73	TEISSEIRE FRANCE	15, rue GENERAL RAMBAUD	0				
74	ETABLISSEMENTS DURAND	3 Rue Elie Vernet	1 916				
75	BRASSERIE DE LA PAIX	43, Ave. Alsace LORRAINE	0				
76	ETABLISSEMENTS GAVET	4 Rue Voltaire	0				
77	SOCIETE RHONE ALPES VIANDES	18 Rue Colbert	15 202				
78	Els. CLOITRE rue du FOUR	rue BARRAL	0				
79	VINS DAGAND	2, rue de la FRISE	0				
80	BLANCHISSERIE BEZARD	16, rue de la BLANCHISSERIE	0				
81	TRIPERIE NOUVELLE	19, rue HUMBERT II	0				
82	MODERNE SERVICE	17, rue Docteur MAZET	0				
83	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine A.B.C.	247 061				
84	MERLIN GERIN USINE C	depart. industriel, usine J-D	92 410				
85	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine G.H.	0				
86	MERLIN GERIN USINE C	Depart Industriel, usine S.B.	270 889				
87	MERLIN GERIN USINE C	Depart. Industriel, usine H.	66 421				
88	CLINIQUE DES BAINS	32 Rue Thiers	34 609				
89	BOUCHERIE PRINCIPALE	42 Cours Berriat	0				
90	PISCINE ABBAYE	44, rue Leon JOUHAUX	0				
91	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Mallifaud	0				
92	C.R.P.D.	11, rue Général CHAMPON	0				
93	ETABLISSEMENTS RAYMOND S.A	21 Rue des Champs Elysées	48				
94	S.N.C.F	8 Place de la Gare	46 870				
95	M. AIGLUN GERANT	Buffet de la Gare	3 160				

500 000 000

		REDEVANCE D'ASSAINISSEMENT DUE 1 - JR L'EAU PRELEVEE PAR										POMPAGE DANS LA NAPPE PHREATIQUE (CONSUMMATION ANNUELLE EN M3)	
N°	RAISON SOCIALE	ADRESSE	86	87	88	89	90	91	92	93	94		
96	ECONOMIQUE SUMA	Ave. MALHERBE	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
97	CLINIQUE DES CEDRES	13-15 Av Marcellin Berthelot	6 225	25 375	15 922	18 211	13 715	12 488	19 156	49 382	43 642		
98	S. A. VEYRET-PIVOT	163, Crs. BERRIAT	5 742	0	0	0	0	0	0	0	0		
99	Els. TRAPPO et Cie.	99, rue AMPERE	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
100	VIN CLAPION	10, rue des CHAMPS ELYSEES	509	489	690	1	0	0	0	0	0		
101	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Mallifaud, conservatoir.	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	14 361	8 939	13 437	13 205		
103	BLANCHISSERIE MOREL	96, Crs. de la LIBERATION	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
105	AGENCE GENERALE DU DAUPHINE	2 Rue Montorge. 8/10, Ave. J. PERROT	2 491	1 910	1 508	3 204	1 193	1 868	4 690	1 982	2 647		
107	Sie. POMONA	rue Pierre SEMARD	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
108	CABINET BLANC ET AUDRAS	7/9, rue St. JOSEPH	6 586	9 661	5 141	5 141	5 141	5 861	6 711	3 335	4 327		
109	RESIDENCE DU PARC	48, rue BIZANET	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
110	A. G. D.	10/10bis, Bd. GAMBETTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
111	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Mallifaud, PATINOIRE	427 349	550 381	483 571	413 455	413 455	413 455	468 360	451 350	462 060		
112	K'STORE	26-28 Cours Berriat	75 992	120 000	19 348	41 543	24 191	18 764	78 370	12 106	21 846		
113	DIRECTION DEPART. DES POSTES	BP 1086 - Sec des batiments	20 735	20 735	36 177	73 819	66 178	61 146	31 264	26 376	31 570		
115	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Mallifaud, HOTEL de VILLE	564 600	449 520	312 480	525 600	513 120	506 040	525 660	521 700	519 180		
116	Sie. ALPES BOURBONNAIS	7, bis rue Elie VERNET	3 341	0	0	0	0	0	0	0	0		
117	METALLOGRAVURE DAUPHINOISE	18 Rue Paul Bourget	12 500	12 500	12 500	12 500	12 500	12 500	12 500	12 500	0		
118	SEGURA syndic	28, rue Gay - LUSSAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
119	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Mallifaud, lac ville neuve	220 000	220 000	220 000	220 000	220 000	220 000	220 000	220 000	220 000		
120	DOT GRENOBLE SCE PBC.PSC	19-21 Avenue de Constantine - BP 178	104 300	89 353	49 865	32 146	31 991	12 800	12 153	9 032	8 715		
121	CHARCUTERIE GODET	114 ter Avenue Jean Perrot	1 991	1 999	2 081	1 859	1 660	1 140	1 440	1 270	1 360		
122	PROTECT CHIMIE	155 Cours Berriat	9 128	11 138	15 057	11 246	8 937	8 462	8 888	8 570	7 604		
123	COFIGIM	4 Rue Saint François. 3 D.	58 335	85 210	73 407	49 879	15 807	15 436	5 536	525	7 859		
124	CLINIQUE DU MAIL	43 Avenue Marie Reynoard	17 855	17 855	45 043	12 397	23 268	29 681	52 563	0	0		
125	CEDIPAM-COGEDIS	30, rue Emile GUEYMARD	2 311	0	0	0	0	0	0	0	0		
126	DOT GRENOBLE SCE PBC.PSC	19-21 Avenue de Constantine - BP 178	2 315	30 426	39 972	16 407	14 392	16 826	25 558	14 364	12 197		
127	DOT	19-21 Avenue de Constantine - BP 178	27 131	6 640	44 936	77 290	73 228	44 238	13 619	13 619	14 115		
129	CASINO	24 Rue de la Montat - BP 306	12 023	21 472	24 747	26 904	20 464	22 131	19 669	13 152	3 265		
130	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Mallifaud, parc P. MISTRAL	84 000	84 000	84 000	0	0	0	27 424	14 210	35 472		
131	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Mallifaud, parc CH. ELYSEES	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000	720 000		
133	CREMERIE GILBERT	54 Cours Berriat	0	598	637	739	1 126	846	854	1 260	1 180		
134	DUBOIS RHONE ALPES	82 Avenue des Maryrs	0	3 100	130	339	13	7 439	8 406	4 940	6 670		
135	DAUPHI PIERRE B.P. 289	2 Rue Alexandre 1 ^{er} de Yougoslavie	0	219	4 804	5 311	7 689	8 547	8 876	9 774	10 933		
136	SOGECA- ATRIA	Avenue d'Innsbruck	0	19 200	8 739	6 946	3 685	2 713	2 100	5 170	4 353		
138	GIGNOUX LEMAIRE	24 Avenue Alsace Lorraine	0	0	22 292	45 614	21 936	50 431	34 159	12 363	13 550		
139	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Mallifaud	0	0	0	0	86 677	123 391	91 612	66 433	93 876		
140	BARCLAYS BANQUE	47 Avenue Alsace Lorraine	0	0	0	0	1 992	1 595	2 495	2 107	2 078		
141	CHAMBRE de COMMERCE	1, Place Andre MALRAUX	0	0	0	0	0	94 900	72 638	223 647	192 468		
142	Compagnie de Chauffage	25, Av. de CONSTANTINE											
TOTAL			12 770 305	12 598 983	11 371 985	10 707 841	9 676 144	8 091 350	7 625 857	7 356 462	6 886 503		

		REDEVANCE D'ASSAINISSEMENT DUE POUR L'EAL				ELEVÉE PAR			
		POMPAGE DANS LA NAPPE PHREATIQUE (CONSUMMATION ANNUELLE EN M3)							
N°	RAISON SOCIALE	ADRESSE	95	96					
96	ECONOMIQUE SUMA	Ave. MALHERBE	0						
97	CLINIQUE DES CEDRES	13-15 Av Marcelin Berthelot	41 760						
98	S.A. VEYRET-PIVOT	163, Crs. BERRIAT	0						
99	Els. TRAPPO et Cie.	99, rue AMPERE	0						
100	VIN CLAPION	10, rue des CHAMPS ELYSEES	0						
101	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Malliaud.conservatoir.	14 293						
103	BLANCHISSERIE MOREL	96, Crs. de la LIBERATION	0						
105	AGENCE GENERALE DU DAUPHINE	2 Rue Montorge. 8/10.Ave. J.PERROT	1 492						
107	Ste. POMONA	rue Pierre SEMARD	0						
108	CABINET BLANC ET AUDRAS	7/9 rue St. JOSEPH	4 301						
109	RESIDENCE DU PARC	48, rue BIZANET	0						
110	A.G.D.	10/10bis, Bd. GAMBETTA	0						
111	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Malliaud. PATINOIRE	404 910						
112	K STORE	26-28 Cours Berriat	4 300						
113	DIRECTION DEPART. DES POSTES	BP 1086 - Sce des batiments	30 628						
115	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Malliaud. HOTEL de VILLE	10 717						
116	Ste. ALPES BOURBONNAIS	7,bis rue Elie VERNET	0						
117	METALLOGRAVURE DAUPHINOISE	18 Rue Paul Bourget	0						
118	SEGURA syndic	28, rue Gay- LUSSAC	0						
119	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Malliaud. lac ville neuve	220 000						
120	DOT GRENOBLE SCE PBC.PSC	19-21 Avenue de Constantine - BP 178	0						
121	CHARCUTERIE GODET	114 ter Avenue Jean Perrot	1 132						
122	PROTECT CHIMIE	155 Cours Berriat	8 150						
123	COFIM	4 Rue Saint François. 3 D.	48 137						
124	CLINIQUE DU MAIL	43 Avenue Marie Reynoard	0						
125	CEDIPAM- COGEDIS	30, rue Emile GUEYMARD	0						
126	DOT GRENOBLE SCE PBC.PSC	19-21 Avenue de Constantine - BP 178 P18	11 660						
127	DOT	19-21 Avenue de Constantine - BP 178 P18	20 749						
129	CASINO	24 Rue de la Montat - BP 306	9 930						
130	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Malliaud. parc P. MISTRAL	53 246						
131	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Malliaud. parc CH. ELYSEES	720 000						
133	CREMERIE GILBERT	54 Cours Berriat	525						
134	DUBOIS RHONE ALPES	82 Avenue des Martyrs	5 805						
135	DAUPHI PIERRE B.P. 289	2 Rue Alexandre 1° de Yougoslavie	9 784						
136	SOGECA- ATRIA	Avenue d'Innsbruck	0						
138	GIGNOUX LEMAIRE	24 Avenue Alsace Lorraine	22 284						
139	SERVICE THERMIQUE FLUIDES	51 Rue Malliaud	61 712						
140	BARCLAYS BANQUE	47 Avenue Alsace Lorraine	3 975						
141	CHAMBRE de COMMERCE	1,Place Andre MALRAUX	166 012						
142	Compagnie de Chauffage	25, Av. de CONSTANTINE	7 175						
	TOTAL		5 360 171						