

Document public

Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie- Galante (Guadeloupe) – Année 2003

Rapport final

BRGM/RP-52676-FR

avril 2004

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 03EAUB24

L. Gourdoi et S. Bézèlques

Mots clés : aquifères carbonatés côtiers, réseau de contrôle de niveau des nappes, connaissance des eaux souterraines, réseau piézométrique de contrôle opérationnel, gestion de la ressource, zones sensibles, automatisation, piézométrie, conductivité, température, nitrates, chlorures, biseau salé, SIG eaux souterraines, ADES, Grande-Terre, Marie-Galante, Guadeloupe.

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

L. Gourdol et S. Bézégues (2003) – Suivi piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe). Rapport BRGM-52676-FR.

Synthèse

Le présent rapport présente l'ensemble des investigations menées en 2003 par le BRGM, en concertation avec la DIREN, sur le réseau de surveillance quantitatif des eaux souterraines de Grande-Terre et de Marie-Galante. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre des actions de service public du BRGM SGR Guadeloupe (fiche 03EAUB24) et s'inscrivent dans la continuité de ceux engagés en 2002.

Les calcaires de Grande-Terre et Marie-Galante constituent les principales formations aquifères exploitées à ce jour en Guadeloupe. Cette ressource revêt une importance stratégique forte (particulièrement à Marie-Galante car elle constitue la seule ressource en eau de l'île), mais présente également une indéniable vulnérabilité et doit faire l'objet d'une gestion active.

Le BRGM, assurait, depuis le milieu des années 70, la gestion d'un réseau de surveillance quantitative des eaux souterraines de Grande-Terre et de Marie-Galante. Depuis 1997, la DIREN a pris en charge la maîtrise d'ouvrage de ce réseau et l'assure avec l'appui du BRGM. Cette collaboration a abouti en 2002 à la réorganisation du réseau ainsi qu'à son instrumentation partielle.

En 2003, quatre types d'actions ont été menés :

- Ajustement de l'aménagement du réseau proposé en 2002 :
 - installation de 3 stations de surveillance automatiques télétransmises ;
 - remplacement de deux points d'eau du réseau défini en 2002 par deux nouveaux points d'eau ;
 - préparation à l'aménagement de deux points d'eau (un dans les Grands Fonds et un à Marie-Galante) et acquisition de deux stations automatiques télétransmises en vue de leur équipement.
- Validation des données antérieures à la réorganisation du réseau dans le SIG-Eaux Souterraines de Guadeloupe et dans ADES (banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines) ;
- Acquisition et interprétation de données quantitatives : pluviométrie mensuelle, piézométrie mensuelle et horaire ;
- Acquisition et interprétation de données qualitatives : teneurs en chlorures et nitrates mesurées sur les ouvrages de production d'eau potable.

Aujourd'hui, le réseau de Guadeloupe compte 36 points d'eau : 22 en Grande-Terre dont 8 automatisés et 14 à Marie-Galante dont 2 automatisés. Il remplit un rôle de contrôle du niveau des nappes et un rôle de contrôle opérationnel de la ressource. Il permet également d'assurer, avec les résultats d'autocontrôle sur les forages d'alimentation en eau potable, une surveillance minimale de la qualité des eaux souterraines.

En 2003, l'interprétation des données recueillies a permis :

- De caractériser l'alimentation des aquifères et les prélèvements d'eau souterraine de l'année :
 - la pluviométrie de l'année a été normale à légèrement excédentaire, malgré un carême très sec ;

- les prélèvements d'eau souterraine pour production d'eau potable sont restés stables par rapport aux années antérieures, sauf dans le centre des Plateaux du Nord et du Moule où ils ont diminué ;
- les prélèvements pour production d'eau industrielle ont diminué localement ;
- les prélèvements pour production d'eau agricole restent mal connus ;
- De mettre en relief le comportement piézométrique annuel et interannuel des aquifères :
 - la géométrie des nappes de Grande-Terre et Marie-Galante a été conservée par rapport aux années antérieures et au cours du cycle hydrologique 2003 ;
 - le comportement piézométrique annuel de Grande-Terre est marqué par le déficit pluviométrique du carême. Les fortes précipitations de fin d'année n'ont pas permis de rattraper le manque à gagner du début d'année. La piézométrie moyenne est inférieure à la normale piézométrique interannuelle. Trois familles de comportement piézométrique sont définies : famille du pourtour littoral, famille de la zone intermédiaire entre pourtour littoral et dôme piézométrique, famille du dôme piézométrique ;
 - le comportement piézométrique annuel de Marie-Galante est marqué par une grande stabilité des niveaux piézométriques précédant une hausse franche amorcée en octobre. Le carême sec n'a pas eu d'influence significative sur le niveau de la nappe. La piézométrie moyenne de Marie-Galante est supérieure à la normale piézométrique interannuelle. Deux familles de comportement piézométrique sont définies : famille du pourtour littoral, famille de la zone intermédiaire et du dôme piézométrique ;
 - certains secteurs présentent une piézométrie moyenne inférieure au seuil de 0,5 m NGG (marqueur d'un risque accru de salinisation de la nappe) ; ils constituent des « zones à potentiel à conserver pour assurer la qualité de la nappe » et leur surveillance est prioritaire ;
 - certains secteurs exploités sont susceptibles de franchir ce seuil piézométrique de 0,5 m NGG même si cela n'a pas été le cas en 2003 et leur surveillance est également prioritaire ;
- De mettre en évidence l'évolution des teneurs en chlorures et nitrates des nappes de Grande-Terre et Marie-Galante :
 - légère tendance évolutive à la hausse des teneurs en chlorures dans les Plateaux du Nord et à l'aval de la Plaine des Grippons et dépassement des seuils de potabilité sur 4 ouvrages AEP ;
 - légère contamination azotée en Grande-Terre, même si le seuil réglementaire de potabilité est respecté ;
 - qualité des eaux souterraines bonne et stable à Marie-Galante ;
- De mettre en relief des lacunes du réseau :
 - la représentativité des données du comportement de la nappe n'est pas toujours validée (Saint-Guillaume, Poisson, Couderc) ;

- le rôle de contrôle opérationnel de réseau reste incomplet : certains secteurs en exploitation ne sont pas surveillés ou seulement mensuellement, ce qui est insuffisant pour rendre compte de l'impact de pompages ;
- des lacunes de représentation subsistent pour la Plaine des Abymes et les Plateaux de l'Etang-Noir et du Robert à Marie-Galante ;
- De proposer les investigations à mettre en œuvre en 2004 :
 - finaliser les aménagements en cours ;
 - contrôler et valider la qualité des données recueillies et leur représentativité des aquifères (vérification nivellement, analyse de la qualité et interprétation des données continues).

Sommaire

1. INTRODUCTION	9
2. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE.....	11
2.1. GRANDE-TERRE.....	11
2.2. MARIE-GALANTE.....	12
3. RÉSEAU DE MESURES PIÉZOMÉTRIQUES.....	15
3.1. ORGANISATION DU RÉSEAU PIÉZOMÉTRIQUE DE GUADELOUPE	15
3.1.1 Grande-Terre.....	15
3.1.2 Marie-Galante	16
3.2. EQUIPEMENT DU RÉSEAU PIÉZOMÉTRIQUE DE GUADELOUPE	17
3.3. BILAN.....	17
4. SUIVI QUANTITATIF	20
4.1. ALIMENTATION ET PRÉLÈVEMENTS 2003.....	20
4.1.1 Alimentation.....	20
4.1.2 Prélèvements.....	26
4.2. CONDITIONS DU SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE DE L'ANNÉE 2003	29
4.2.1 Interruption de la surveillance mensuelle.....	29
4.2.2 Interruption de la surveillance continue : maintenance des stations automatisées et problèmes rencontrés.....	30
4.2.3 SIG des Eaux Souterraines de Guadeloupe - ADES.....	30
4.3. RÉSULTATS DU SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE 2003	31
4.3.1 Géométrie de l'aquifère.....	31
4.3.2 Comportement piézométrique annuel et interannuel.....	35
4.3.3 Secteurs sensibles.....	47
4.3.4 Phénomènes particuliers mis en évidence sur les chroniques piézométriques continues	50
5. SUIVI QUALITATIF	52
5.1. TENEURS EN CHLORURES	52
5.1.1 Grande-Terre.....	52
5.1.2 Marie-Galante	54
5.2. TENEURS EN NITRATES	55
5.2.1 Grande-Terre.....	55
5.2.2 Marie-Galante	56
6. CONCLUSION.....	57

Liste des figures

FIGURE 1 : FORMATIONS RÉSERVOIRS ET UNITÉS MORPHOSTRUCTURALES DE LA GRANDE-TERRE.....	13
FIGURE 2 : MODÈLE CONCEPTUEL DES ÉCOULEMENTS SOUTERRAINS À MARIE-GALANTE	14
FIGURE 3 : AMÉNAGEMENT DU PUITTS BÉATRICE	16
FIGURE 4 : AUTOMATISATION DES POINTS D'EAU CHATEAUBRUN①, LAROCHE② ET MAISONCELLE③.....	17
FIGURE 5 : RÉSEAU PIÉZOMÉTRIQUE 2004 DE GRANDE-TERRE ET MARIE-GALANTE	19
FIGURE 6 : CARTE DE LOCALISATION DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES DU RÉSEAU CLIMATOLOGIQUE DE LA GUADELOUPE (SOURCE : MÉTÉO FRANCE).....	21
FIGURE 7 : PLUVIOMÉTRIE DE 2003 EN GRANDE-TERRE ET À MARIE-GALANTE EN MM (SOURCE : MÉTÉO FRANCE).....	22
FIGURE 8 : RAPPORT DE LA PLUVIOMÉTRIE DE 2003 À LA MOYENNE DES PRÉCIPITATION EN GRANDE TERRE ET À MARIE-GALANTE (SOURCE : MÉTÉO FRANCE)	22
FIGURE 9 : ÉVOLUTION DE LA PLUVIOMÉTRIE 2003 (EN MM) EN DIFFÉRENTS SITES DE GRANDE-TERRE (SOURCE MÉTÉO FRANCE).....	24
FIGURE 10 : ÉVOLUTION DE LA PLUVIOMÉTRIE 2003 (EN MM) EN DIFFÉRENTS SITES DE MARIE-GALANTE (SOURCE MÉTÉO FRANCE).....	25
FIGURE 11 : PIÉZOMÉTRIE DES NAPPES DE GRANDE-TERRE ET DE MARIE-GALANTE – 2003 – PÉRIODE DE BASSES EAUX (AOÛT).....	33
FIGURE 12 : PIÉZOMÉTRIE DES NAPPES DE GRANDE- TERRE ET DE MARIE-GALANTE – 2003 – PÉRIODE DE HAUTES EAUX (DÉCEMBRE).....	34
FIGURE 13 : CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES 2003 DE LA FAMILLE 1 – GRANDE-TERRE (M NGG).....	36
FIGURE 14 : CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES 2003 DE LA FAMILLE 2 – GRANDE-TERRE (M NGG).....	38
FIGURE 15 : CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES 2003 DE LA FAMILLE 3 ET DE L'OUVRAGE GENTILLY - GRANDE-TERRE (M NGG).....	40
FIGURE 16 : CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES 2003 DE LA FAMILLE1- MARIE-GALANTE (M NGG).....	43
FIGURE 17 : CHRONIQUES PIÉZOMÉTRIQUES 2003 DE LA FAMILLE 2 – MARIE-GALANTE (M NGG).....	45
FIGURE 18 : CHRONIQUE PIÉZOMÉTRIQUE 2003 DE CHAMPFREY – MARIE-GALANTE (M NGG).....	46
FIGURE 19 : PROBLÉMATIQUE DES AQUIFÈRES LITTORAUX - SITUATION D'ÉQUILIBRE HYDROSTATIQUE ENTRE EAU DOUCE ET EAU SALÉE	48
FIGURE 20 : ÉVOLUTION DES TENEURS MAXIMALES ANNUELLES EN CHLORURES MESURÉES DEPUIS 1997 DANS LES OUVRAGES AEP DE GRANDE-TERRE.....	53
FIGURE 21 : ÉVOLUTION DES TENEURS MAXIMALES ANNUELLES EN CHLORURES MESURÉES DEPUIS 1999 DANS LES OUVRAGES AEP DE MARIE-GALANTE.....	54
FIGURE 22 : ÉVOLUTION DES TENEURS MAXIMALES ANNUELLES EN NITRATES MESURÉES DEPUIS 1998 DANS LES OUVRAGES AEP DE GRANDE-TERRE.....	55
FIGURE 23 : ÉVOLUTION DES TENEURS MAXIMALES ANNUELLES EN NITRATES MESURÉES DEPUIS 1998 DANS LES OUVRAGES AEP DE MARIE-GALANTE.....	56

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : CARACTÉRISTIQUES DU SITE DE BELLE-PLACE.....	16
TABLEAU 2 : PRÉLÈVEMENTS AEP AU COURS DE L'ANNÉE 2003 EN GRANDE-TERRE (SOURCE GÉNÉRALE DES EAUX DE GUADELOUPE).....	26
TABLEAU 3 : PRÉLÈVEMENTS AEP AU COURS DE L'ANNÉE 2003 À MARIE-GALANTE (SOURCE GÉNÉRALE DES EAUX DE GUADELOUPE).....	27
TABLEAU 4 : RÉPARTITION DES PRÉLÈVEMENTS INDUSTRIELS AU COURS DE L'ANNÉE 2003 (SOURCES GARDEL S.A., C.T.M., CCI AÉROPORT)	28
TABLEAU 5 : OUVRAGES DONT LE SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE MENSUEL A ÉTÉ INTERROMPU.....	29
TABLEAU 6 : STATIONS AUTOMATIQUES DONT LE SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE A ÉTÉ INTERROMPU OU FAUSSÉ..	30
TABLEAU 7 : COMPARAISON DE LA PIÉZOMÉTRIE MOYENNE 2003 À CELLE DE 2002 ET À LA NORMALE PIÉZOMÉTRIQUE DE LA NAPPE DE GRANDE TERRE	42
TABLEAU 8 : COMPARAISON DE LA PIÉZOMÉTRIE MOYENNE 2003 À CELLE DE 2002 ET À LA NORMALE PIÉZOMÉTRIQUE DE LA NAPPE DE MARIE-GALANTE	47

Liste des annexes

ANNEXE 1 : CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES INTERANNUELLES DE CHAQUE OUVRAGE DU RESEAU (M NGG)
ANNEXE 2 : CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES 2003 DE CHAQUE OUVRAGE DU RESEAU (M NGG)
ANNEXE 3 : CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES 2003 DES OUVRAGES AUTOMATISES DU RESEAU
ANNEXE 4 : CHRONIQUES CONDUCTIVITE 2003 DES OUVRAGES AUTOMATISES DU RESEAU
ANNEXE 5 : CHRONIQUES TEMPERATURE 2003 DES OUVRAGES AUTOMATISES DU RESEAU
ANNEXE 6 : TENEURS MAXIMALES ANNUELLES EN CHLORURES ET NITRATES ENREGISTREES SUR LES OUVRAGES AEP DE GRANDE-TERRE ET DE MARIE-GALANTE

1. Introduction

L' intérêt des eaux souterraines de la Guadeloupe comme ressource complémentaire des eaux de surface est grandissant face à l'accroissement de la consommation et à l'ampleur des périodes de sécheresse. Cette ressource revêt une importance stratégique forte, mais présente également une indéniable vulnérabilité. Sa surveillance renforcée a pour but de permettre la satisfaction des usages actuels sans compromettre la satisfaction des besoins avenir.

Deux des outils essentiels de cette surveillance renforcée sont le réseau de contrôle de niveaux de nappes (ou réseau de connaissance) et le réseau de contrôle opérationnel (ou réseau de gestion) car :

- ils participent à l'évaluation de la ressource ;
- ils participent à la connaissance du fonctionnement des réservoirs ;
- ils permettent d'assurer l'information de l'ensemble des acteurs de l'eau sur l'état de la ressource et sur l'impact de l'activité humaine. Ils leur fournissent les éléments actualisés nécessaires à leur tâche de gestion de la ressource et de définition des orientations globales d'exploitation ;
- ils permettent d'informer sur le risque de surexploitation ;
- ils sont susceptibles de contribuer à élaborer et à mettre en œuvre les réglementations locales en plus des réglementations nationales et européennes.

En Guadeloupe, le BRGM, assurait, depuis le milieu des années 70, la gestion d'un réseau de surveillance quantitative des eaux souterraines de Grande-Terre et de Marie-Galante. Depuis 1997, la DIREN a pris en charge la maîtrise d'ouvrage de ce réseau et l'assure avec l'appui du BRGM. Cette collaboration a aboutit en 2002 à la réorganisation du réseau qui a alors pris le double rôle de réseau de connaissance et de réseau de gestion de la ressource souterraine.

Fin 2002, 36 points d'observation avaient été retenus pour composer le nouveau réseau et 7 d'entre eux avaient été équipés de centrales d'acquisition de données quantitatives et qualitatives automatisées et télétransmises. En 2003, la DIREN a souhaité poursuivre l'aménagement du réseau, assurer la maintenance des installations existantes et, bien sûr, maintenir l'acquisition des données (télétransmises et relevées manuellement).

Le présent rapport s'attache à présenter :

- les différentes opérations d'aménagement et de maintenance des installations réalisées en 2003 et les suites à leur donner en 2004 ;
- une analyse des données piézométriques recueillies en Grande-Terre et à Marie-Galante en 2003 ainsi qu'une analyse des données qualitatives de l'année 2003 fournies par la Générale des Eaux de Guadeloupe (en charge de la maintenance et de l'exploitation de 20 forages d'Adduction d'Eau Potable, ou AEP, répartis sur ces deux îles). Ces analyses tiennent compte du contexte climatique annuel (déterminant en terme d'alimentation) et des conditions d'exploitation connues des nappes.

2. Contexte hydrogéologique

2.1. GRANDE-TERRE

La Grande-Terre de la Guadeloupe correspond à une vaste plate-forme carbonatée d'âge Plio-Pléistocène (1 à 5 millions d'années), reposant très vraisemblablement sur un substratum volcanique d'âge Miocène et affectée par un réseau de fracturation bien marqué qui la partage en quatre unités morphostructurales (Figure 1-a).

Deux ensembles calcaires superposés forment des réservoirs carbonatés (Figure 1-b) : les calcaires dits "supérieurs", et les calcaires dits "inférieurs". Ils sont séparés ponctuellement par un niveau repère volcano-sédimentaire peu perméable.

Une nappe occupe l'ensemble de l'île selon le schéma ci-dessous :

- unité des Plateaux du Nord : la formation aquifère est celle dite des « calcaires supérieurs ». La nappe est en équilibre direct avec les eaux marines et la tranche d'eau douce est très peu épaisse. Elle est limitée à l'ouest, au nord et à l'est par la mer et au sud par une faille majeure E-W ;
- unité des Plateaux de l'Est : cette unité est marquée par sa structure hétérogène (présence de plis et fractures) qui conditionne le mode de gisement des eaux souterraines. Le niveau aquifère est alternativement contenu dans les calcaires inférieurs et les calcaires supérieurs. La nappe repose sur un niveau volcano-sédimentaire peu épais dans certains compartiments structuraux (centre de l'unité) et directement sur les eaux marines dans d'autres (bordure littorale). L'épaisseur de la tranche d'eau douce est importante au centre de l'unité et faible en bordure. L'unité est limitée au sud et à l'ouest par la mer. Elle présente un seuil hydraulique orienté NW-SE dans sa partie est. Ce seuil correspond à une remontée locale du niveau volcano-sédimentaire, à la faveur d'un anticlinal (orienté NW-SE) ;
- unité des Grands Fonds : la formation aquifère est celle dite des « calcaires inférieurs ». La nappe est en équilibre avec les eaux marines, mais la tranche d'eau est épaisse et particulièrement protégée grâce à la présence de niveaux volcano-sédimentaires intercalés au sein de calcaires inférieurs. La nappe devient captive à l'ouest de l'unité du fait de son recouvrement par le niveau volcano-sédimentaire (intercalé entre calcaires inférieurs et supérieurs) au niveau de la Plaine des Abymes. Elle est limitée au sud et à l'ouest par la mer et au nord et à l'est par des accidents majeurs ;
- unité de la Plaine des Grippons : la formation aquifère est celle des « calcaires supérieurs ». La nappe est en équilibre direct avec les eaux marines en bordure littorale et repose sur un substratum volcano-sédimentaire dans le reste de l'unité. La tranche d'eau douce est peu épaisse, la surface piézométrique est proche de la surface topographique et la couverture pédologique très argileuse de cette dépression assure une protection minimum des eaux souterraines vis-à-vis d'infiltrations depuis la surface. Elle est limitée au sud et à l'ouest par la mer et à l'est, par une zone fracturée. Elle constitue un axe de drainage de la nappe.

Le schéma de la Figure 1-c illustre la situation d'équilibre précaire des eaux douces de la nappe sur les eaux marines environnantes. L'alimentation et l'exploitation de

l'aquifère contrôlent cet équilibre. L'alimentation est assurée uniquement par les eaux météoriques : les précipitations en Grande-Terre sont en moyenne comprises entre 1000 et 2000 mm/an ; elles sont très variables dans le temps. La recharge moyenne annuelle est estimée entre 200 et 300 mm mais peut être nulle certaines années. L'exploitation n'est que partiellement connue.

2.2. MARIE-GALANTE

La nappe de Marie-Galante est une nappe libre, contenue dans les calcaires récifaux et sub-récifaux du Plio-Quaternaire avec des niveaux d'argile d'épaisseurs variables interstratifiés. Son écoulement est radial depuis le centre de l'île vers la mer. Elle est alimentée par infiltration d'eau météorique, préférentiellement dans le secteur de Calebassier, Duruisseau, Etang Noir. Une karstification existe en profondeur, mais son degré d'évolution ne semble pas, selon l'état actuel des connaissances, influencer significativement l'écoulement de la nappe.

Elle comporte une barrière hydraulique étanche : la faille Anse-Piton – Vieux-Fort (« Barre de l'île ») qui individualise deux unités morphostructurales : le compartiment nord « des Bas » et le compartiment sud « des Hauts » :

- l'unité des Hauts est sollicitée pour la production d'eau potable et pour la production d'eau agricole (abreuvement de bétail). Elle est stratégique pour l'île puisqu'elle fournit l'intégralité de l'eau potable qui y est consommée. Elle constitue un aquifère limité dans sa partie centrale par un substratum volcano-sédimentaire, par la « barre de l'île » (accident majeur E-W) au nord et par la mer sur le pourtour est, sud et ouest. La surface topographique de cette unité est élevée et la tranche d'eau qu'elle contient peu épaisse à sa périphérie et très épaisse en son centre.
- l'unité des Bas est sollicitée seulement pour une petite production d'eau agricole (abreuvement de bétail). Elle constitue un aquifère en équilibre direct avec les eaux marines à la tranche d'eau très peu épaisse. Sa surface topographique est surbaissée par rapport à l'unité des Hauts dont elle est séparée par la « Barre de l'île ».

Un schéma conceptuel des écoulements souterrains de Marie-Galante est présenté en Figure 2.

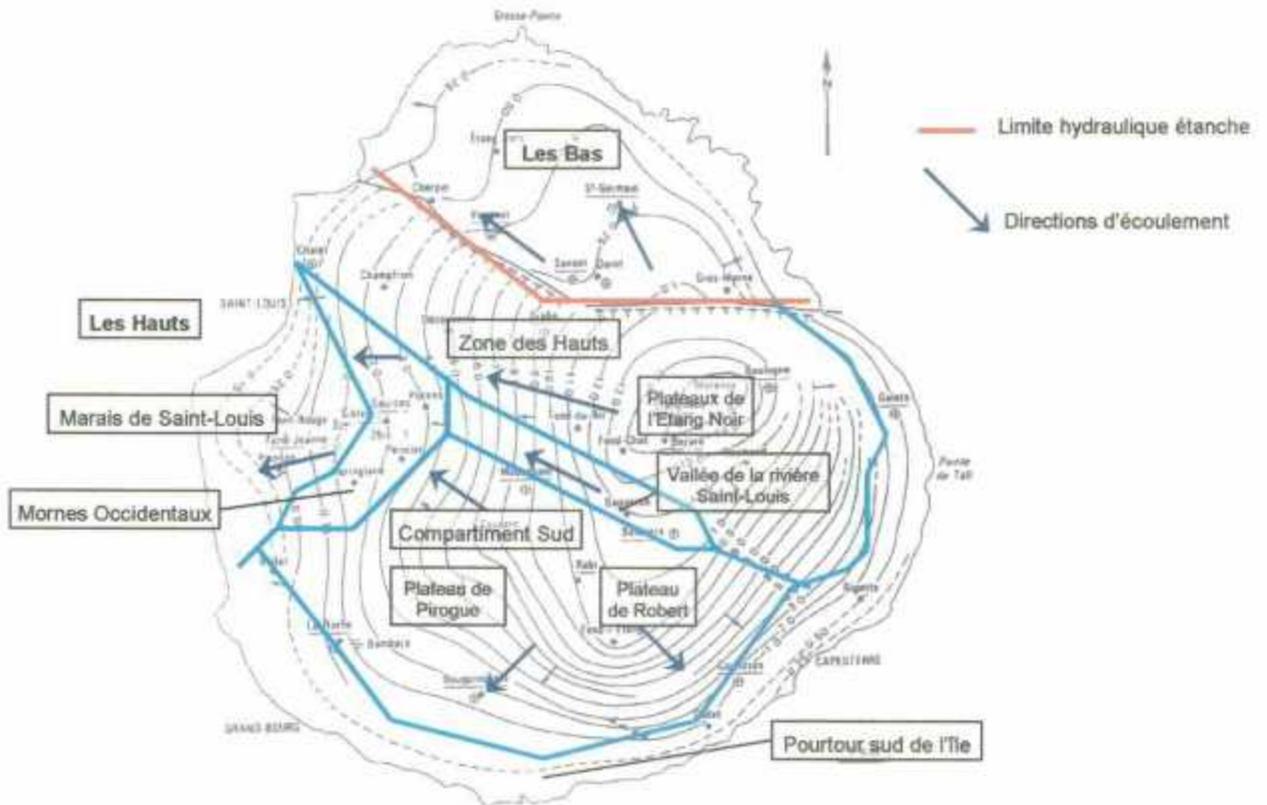


Figure 2 : Modèle conceptuel des écoulements souterrains à Marie-Galante

3. Réseau de mesures piézométriques

3.1. ORGANISATION DU RESEAU PIEZOMETRIQUE DE GUADELOUPE

A la demande de la DIREN, le BRGM - SGR Guadeloupe a été chargé en 2002 d'organiser la restructuration du réseau piézométrique de Guadeloupe et de lui affecter deux fonctions :

- fonction principale de contrôle de niveau des nappes : réseau de connaissance de la ressource ;
- fonction de contrôle opérationnel : réseau de gestion de la ressource et de son exploitation (afin d'évaluer d'un point de vue quantitatif l'influence de l'exploitation sur la ressource).

L'architecture retenue pour le nouveau réseau comportait 36 points d'eau (34 utilisés pour la connaissance de la ressource et 2 (Bois-David et Jabrun, localisés en Figure 5) pour la gestion de l'exploitation dans des secteurs sensibles).

Pour des raisons techniques, l'ensemble de ces points n'a pas pu être retenu en 2003 et des solutions de remplacement ont été mises en œuvre. Ces solutions sont présentées ci-dessous.

3.1.1 Grande-Terre

En Grande-Terre, il avait été proposé d'intégrer la Source Poucet au réseau, sous réserve de pouvoir l'équiper aisément d'une station de jaugeage. Or, les conditions d'exhaure de cette source n'ont pas permis d'envisager un aménagement simple et il a été choisi, en remplacement de cette solution, de créer un piézomètre pour jouer le rôle de point d'observation de l'unité des Grands Fonds.

Un site d'implantation a été recherché sur la base des critères de sélection suivant :

- localisation dans la partie amont de l'unité des Grands Fonds (car la périphérie de l'unité est déjà représentée dans le réseau), dans une zone de haut niveau piézométrique (compris entre 8 et 12 m NGG) : périmètres comprenant les sections « Grands Fonds », « Pavillon », « Deshauteurs », et « Bouliqui » ;
- situation topographique basse afin de réduire au maximum la profondeur de foration ;
- appartenance à une parcelle communale pour garantir une certaine pérennité au suivi ultérieur et simplifier les relations entre gestionnaire du réseau et propriétaire de la parcelle ;
- conditions d'accès favorables : existence d'un chemin carrossable pour un véhicule tout terrain ;
- proximité d'une ligne téléphonique en prévision de l'installation d'une centrale d'acquisition de données télétransmise.

Les Communes de Gosier et de Sainte-Anne ont été sollicitées pour proposer des parcelles répondant à ces critères. Parmi les propositions de la commune de Sainte-Anne, une est apparue très intéressante et a été retenue après visite de terrain et en concertation entre la DIREN et le BRGM. Elle correspond à la parcelle référencée

BL25 au cadastre, située dans la section « Belle-Place » ; ces caractéristiques sont récapitulées dans le Tableau 1.

Localisation	Piézométrie de la nappe	Topographie de la parcelle	Conditions d'accès	Proximité d'une ligne téléphonique
Belle-Place	10 – 12 m NGG	65 m NGG	Chemin carrossable	Oui

Tableau 1 : Caractéristiques du site de Belle-Place

La parcelle retenue n'étant pas communale, la réalisation du piézomètre a pris du retard du fait de la recherche du propriétaire, qui s'est avérée difficile. Une fois contacté, le propriétaire a donné son accord pour la réalisation du piézomètre et une convention d'intervention sur sa propriété a été cosignée par le BRGM, la DIREN et le propriétaire.

3.1.2 Marie-Galante

Il avait été proposé de surveiller le forage de Galet-Mabouya à Marie-Galante. Or, ce forage est équipé d'un dispositif de pompage alimentant un abreuvoir à bétail. Le dispositif est hors service, mais susceptible d'être réhabilité, il avait donc été prévu de l'équiper d'un tube guide permettant le passage d'une sonde piézométrique et non de le déséquiper. Au moment de la réalisation des travaux, il s'est avéré impossible d'installer un tube guide atteignant la nappe du fait de l'existence de bagues de fixation du tube d'exhaure non visibles depuis l'extérieur, mais occupant la totalité de la section du forage.

Une solution alternative a alors été recherchée et a abouti à la sélection du puits Béatrice, situé dans la même unité morphostructurale que Galet-Mabouya (« pourtour sud de l'île »), 2,5 kilomètres plus au sud.

Les aménagements nécessaires à son suivi ont été réalisés : mise en place d'un tube guide, d'une plaque de protection en tête de puits et d'un repère de mesure nivelé. Ils sont présentés en Figure 3.



Figure 3 : Aménagement du puits Béatrice

3.2. EQUIPEMENT DU RESEAU PIEZOMETRIQUE DE GUADELOUPE

L'automatisation du réseau initiée en 2002 (équipement des points d'eau Corneille, Saint-Guillaume, Beausoleil, Richeval et Saint-Jacques pour Grande-Terre, des points d'eau Poisson et Couderc pour Marie-Galante) a été poursuivie en 2003 avec l'acquisition de 5 stations hydrométriques destinées à l'équipement des points Maisoncelle, Laroche, Chateaubrun et Belle-Place en Grande-Terre et Coulisse à Marie-Galante.

Seules trois ont été installées (Maisoncelle, Laroche et Chateaubrun) ; elles sont présentées en Figure 4.

L'installation sur le piézomètre Belle-Place n'a pas pu avoir lieu du fait du retard pris pour l'identification du propriétaire de la parcelle et l'obtention de son autorisation pour la réalisation des travaux et l'occupation de sa propriété.

L'installation sur le forage Ravine de Coulisse n'a pas pu avoir lieu non plus. En effet, l'équipement d'exploitation de ce forage (pompe immergée et tube d'exhaure) étaient toujours en place depuis l'arrêt du pompage en 1996 et empêchait l'installation d'une station hydrométrique. La Générale des Eaux a été sollicitée pour retirer le matériel en place et le déséquipement a eu lieu en décembre 2003.



Figure 4 : Automatisation des points d'eau Chateaubrun①, Laroche② et Maisoncelle③

3.3. BILAN

Fin 2003, le réseau de Guadeloupe (cf. Figure 5) compte 36 points d'eau représentatifs des différents ensembles hydrodynamiques des îles de Grande-Terre. Ils sont répartis de la façon suivante :

- 22 stations piézométriques en Grande-Terre : 21 en service (dont 8 automatisées) et 1 en cours de création et d'automatisation ;
- 14 stations piézométriques à Marie-Galante : 13 en service (dont 2 automatisées) et 1 en cours d'automatisation.

L'ensemble des stations permet la constitution de chroniques piézométriques caractéristiques des aquifères de Grande-Terre et de Marie-Galante qui, après traitement et analyse, permettront d'améliorer la connaissance du fonctionnement de ces aquifères.

Deux stations (Bois-David et Jabrun) ont en plus un rôle de contrôle de l'exploitation dans des secteurs identifiés comme sensibles (soumis à une exploitation susceptible d'entraîner la salinisation de la ressource).

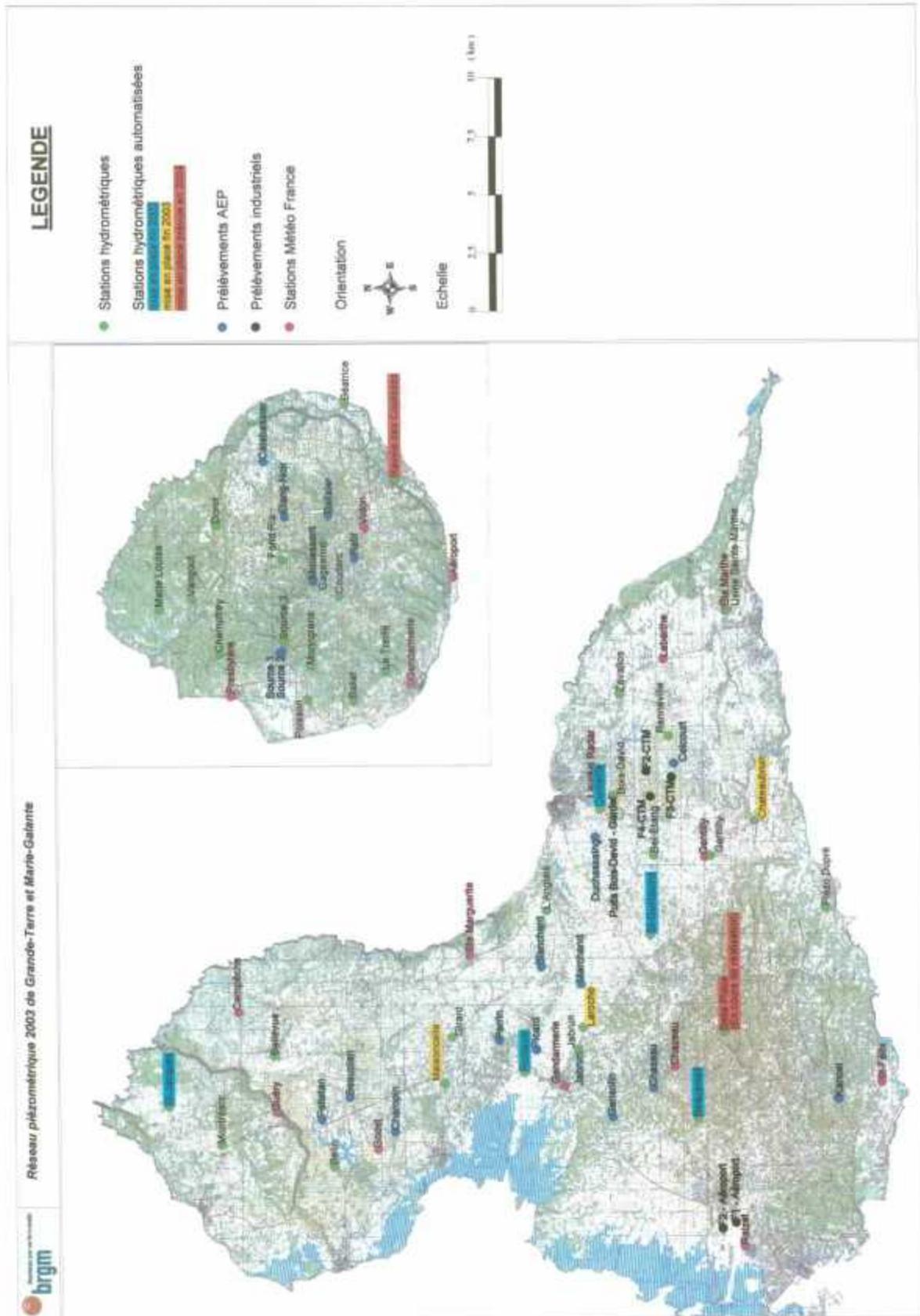


Figure 5 : Réseau piézométrique 2004 de Grande-Terre et Marie-Galante

4. Suivi quantitatif

4.1. ALIMENTATION ET PRELEVEMENTS 2003

4.1.1 Alimentation

L'alimentation des aquifères de Grande-Terre et de Marie-Galante est assurée uniquement par l'infiltration d'eau météorique. L'analyse de la pluviométrie annuelle rendra donc compte de l'évolution de l'alimentation annuelle des aquifères.

La localisation des stations météorologiques du réseau climatologique de la Guadeloupe est présentée en Figure 6. Les données météorologiques utilisées ici sont fournies par Météo France.

4.1.1.1 *Tendance générale pour l'année 2003*

A l'échelle annuelle et d'après le bulletin climatologique annuel de Météo France :

- l'abondance des précipitations a varié en 2003 selon les secteurs géographiques :
 - Grande-Terre : les totaux pluviométriques annuels varient de 1300 à 1700 mm. Les sites les moins pluvieux se situent au Nord et à l'Est (1280 mm à Port-Louis, 1296 mm à Saint-François). Les plus arrosés sont au centre (1895 mm à Petit-Canal Girard, 1724 mm à Abymes Chazeaux, 1711 mm à Morne à l'Eau Blanchet) ;
 - Marie-Galante : il est tombé dans l'année 1300 à 1500 mm. La partie la plus arrosée correspond au secteur est et la partie la plus sèche à la région de Grand-Bourg dans le Sud-Ouest ;
- la pluviométrie de 2003 est normale, voire un peu excédentaire :
 - sur la majeure partie de Grande-Terre et Marie-Galante, les cumuls annuels de pluie valent 90 % à 110 % des normales et sont conformes à une année moyenne ;
 - sur les parties nord et est de Grande-Terre (Anse-Bertrand, Le Moule, surtout Sainte-Anne et Saint-François) les totaux atteignent ou dépassent 120 % des normales.

La pluviométrie enregistrée en Grande-Terre et à Marie-Galante en 2003 est présentée en Figure 7. Les rapports de la pluviométrie 2003 à la moyenne guadeloupéenne sont présentés en Figure 8.

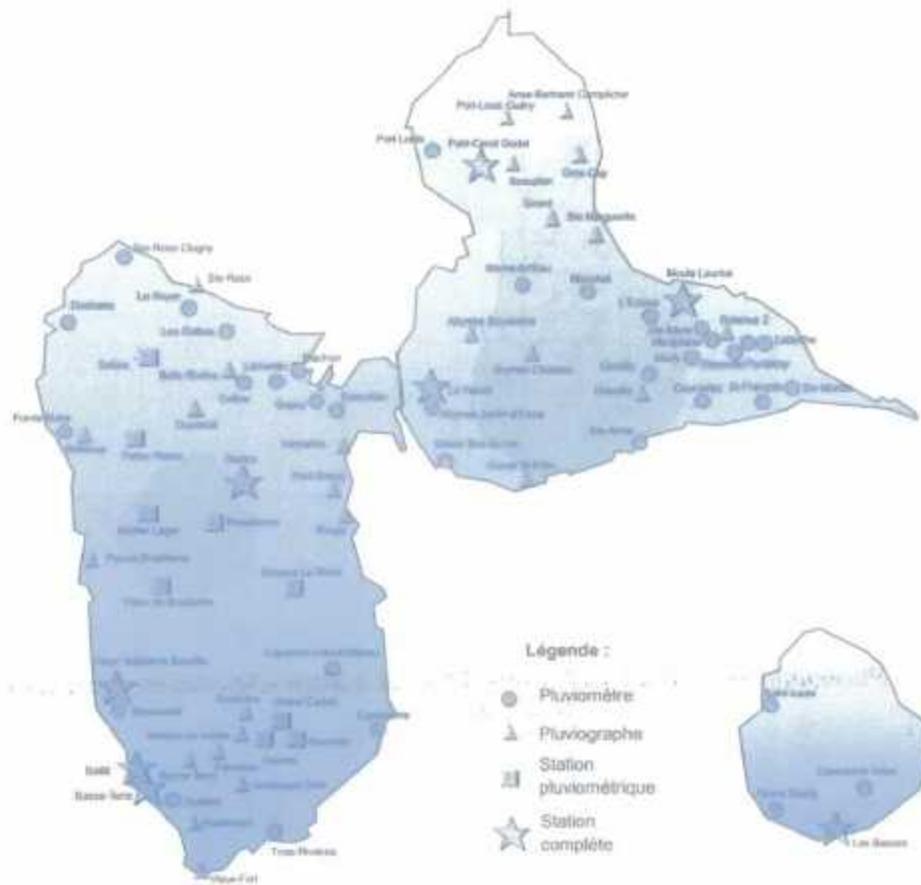


Figure 6 : Carte de localisation des stations météorologiques du réseau climatologique de la Guadeloupe (source : Météo France)

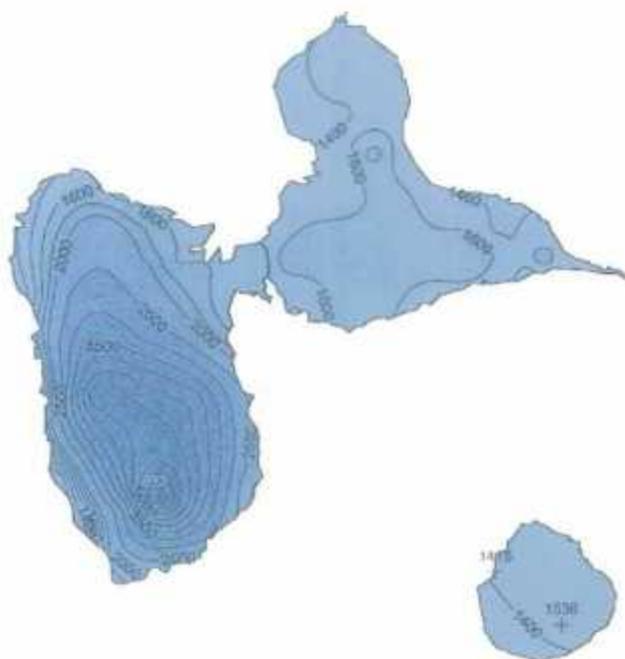


Figure 7 : Pluviométrie de 2003 en Grande-Terre et à Marie-Galante en mm (source : Météo France)

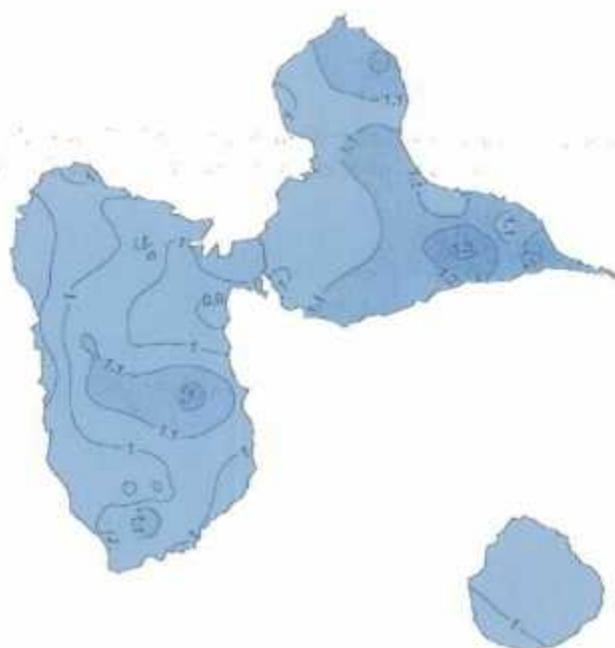


Figure 8 : Rapport de la pluviométrie de 2003 à la moyenne des précipitation en Grande Terre et à Marie-Galante (source : Météo France)

4.1.1.2 Répartition des pluies au cours de l'année

L'année 2003 fut extrêmement sèche jusqu'en mai, bien arrosée de juin à août, aride en septembre, pluvieuse pour finir. Dans le détail, l'évolution dans le temps de la pluviométrie de l'année en Grande-Terre et à Marie-Galante, peut être décrite en quatre étapes :

- cinq premiers mois de l'année :

Cette période est marquée par la prolongation de la sécheresse entamée en novembre 2002. Elle aura duré sept mois et constitue, après celles de 2000 et de 2001, la troisième sécheresse qu'a connue la Guadeloupe en quatre ans. Durant ces cinq mois, Grande-Terre et Marie-Galante n'ont reçu que la moitié des normales pluviométriques ;

- juin à août :

Cette période est relativement bien arrosée avec une pluviométrie qui devient excédentaire, particulièrement en juin et juillet, août étant proche de la normale.

Durant ces trois mois, les cumuls de pluies atteignent sur Grande-Terre 110 à 140 % des normales. La commune de Saint-François présente l'excédent le plus net. Marie-Galante bénéficie pour cette période d'un excédent pluviométrique moins marqué (de 90 à 110 % des normales) ;

- septembre :

Le mois de septembre est un mois record du point de vue de son aridité. Les quantités tombées à Marie-Galante et en Grande-Terre équivalent globalement à la moitié des normales.

Quand les records de sécheresse ne sont pas battus, il faut souvent remonter à 1971 pour trouver un mois de septembre plus sec ;

- octobre à décembre :

Le dernier trimestre apparaît nettement excédentaire : avec un mois d'octobre bien arrosé, un mois de novembre diluvien et un mois de décembre normal, les cumuls de pluie atteignent une fois et demi à deux fois les quantités normales.

Sur de nombreuses communes de Grande-Terre, le mois de novembre 2003 constitue, le mois le plus arrosé (tous mois confondus) jamais observé depuis trente ou quarante ans.

La pluviométrie enregistrée sur différentes stations de Grande-Terre et de Marie-Galante est présentée sur les Figure 9 et Figure 10.

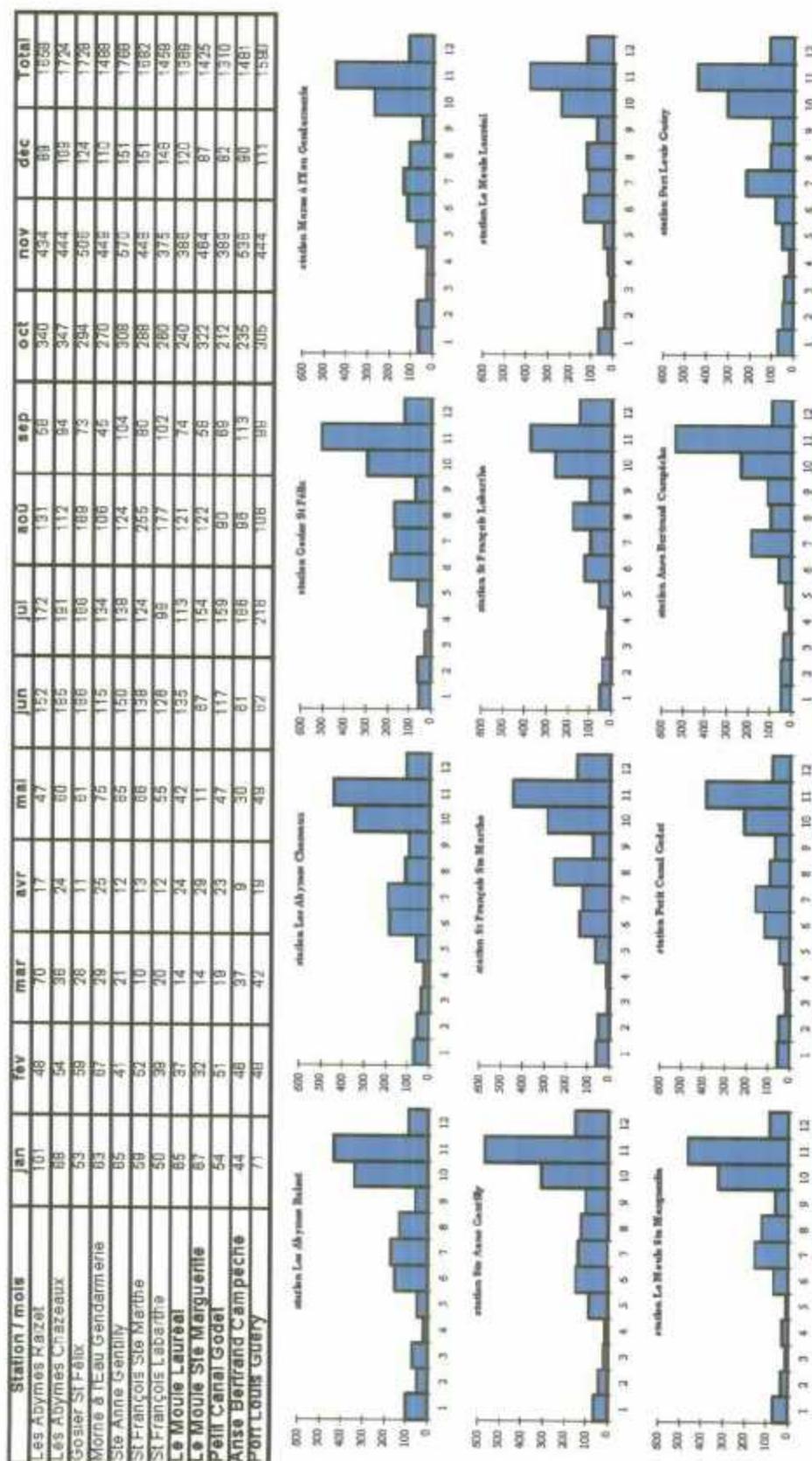


Figure 9 : Evolution de la pluviométrie 2003 (en mm) en différents sites de Grande-Terre (source Météo France)

Station / mois	jan	fév	mar	avr	mai	juin	juil	aoû	sep	oct	nov	déc	Total
Grand-Bourg Gendarmerie	44	40	19	18	41	111	112	88	57	243	326	188	1287
Grand-Bourg Les Basses	58	36	14	26	18	117	112	80	83	208	299	226	1278
Saint-Louis	54	38	22	18	134	116	117	91	53	233	417	124	1418
Capesterra Vidon	49	39	26	16	21	128	137	119	94	336	367	203	1536

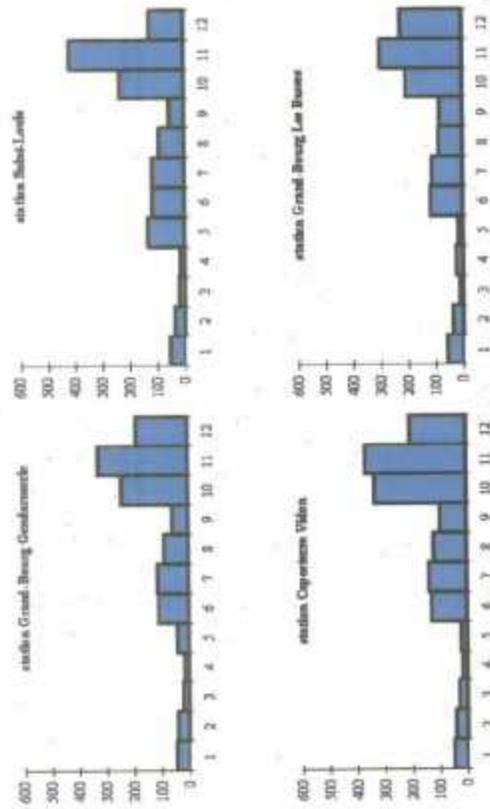


Figure 10 : Evolution de la pluviométrie 2003 (en mm) en différents sites de Marie-Galante (source Météo France)

4.1.2 Prélèvements

Les aquifères de Grande-Terre et de Marie-Galante sont exploités pour la production d'eau potable, industrielle et agricole.

4.1.2.1 Eau potable

4.1.2.1.1 Grande-Terre

L'eau potable consommée en Grande-Terre, est produite en grande partie en Basse-Terre à partir de prélèvements d'eau superficielle (prises d'eau en rivières) et souterraine (sources). L'autre partie provient du captage d'eau souterraine dans la nappe de Grande-Terre au niveau de 13 forages d'exploitation. Elle n'est pas négligeable puisqu'elle représente 8 % de la production totale. Les forages d'exploitation sont localisés en Figure 5.

Les prélèvements à usage AEP (Adduction d'Eau Potable) prédominent par rapport aux prélèvements à usages industriel et agricole. En 2003, ils ont atteint près de 3,9 millions de mètres cubes et sont restés sensiblement identiques à ceux de 2002 (légère diminution : - 1, 8 %).

La région des Grands Fonds est la plus productive puisqu'elle a fourni plus de 2 millions de mètre cubes, prélevés sur les 4 forages les plus productifs de Grande-Terre (Jabrun, Kancel, Chazeau et Gensolin).

La répartition régionale des prélèvements est sensiblement la même qu'en 2002 : les Grands-Fonds fournissent 53% de l'eau souterraine produite (51% en 2002), les Plateaux du Nord 32% (34% en 2002), la Plaine des Grippons 14% (13% en 2002) et les Plateaux de l'Est 1% (2% en 2002). Les prélèvements effectués dans les secteurs identifiés comme sensibles des Plateaux du Nord et de la région du Moule ont été sensiblement inférieurs à ceux effectués en 2002.

Les points de prélèvement de Grande-Terre, ainsi que les volumes prélevés en 2003 et leur évolution par rapport à 2002 sont donnés dans le Tableau 2.

Forage Puits	Commune	Unité hydrogéologique	Indice de classement (BSS)	Volume prélevé en 2003 (m3)	Evolution 2002-2003
Gensolin	Morne-à-l'Eau	Grands Fonds	1140zz0044	442 623	13%
Chazeau	Abymes	Grands Fonds	1140zz0001	451 590	2%
Kancel	Gosier	Grands Fonds	1148zz0005	532 314	6%
Jabrun	Morne-à-l'Eau	Grands Fonds	1140zz0011	605 602	-8%
Marchand	Morne-à-l'Eau	Plaine des Grippons	1141zz0015	259 597	6%
Picard	Morne-à-l'Eau	Plaine des Grippons	1140zz0045	303 663	7%
Pelletan	Anse Bertrand	Plateau du Nord	1135zz0037	193 720	-15%
Perrin	Petit Canal	Plateau du Nord	1140zz0008	390 742	-7%
Charopin	Petit Canal	Plateau du Nord	1135zz0010	221 571	-26%
Beauplan	Port Louis	Plateau du Nord	1135zz0045	160 218	-13%
Blanchard	Moule	Plateau du Nord	1141zz0016	260 027	20%
Duchassaing	Moule	Plateau de l'Est	1141zz0019	13 851	-77%
Celcourt	Saint-François	Plateau de l'Est	1150zz0002	19 944	100%
Total				3 855 462	-1,80%

Tableau 2 : Prélèvements AEP au cours de l'année 2003 en Grande-Terre (source Générale des Eaux de Guadeloupe)

4.1.2.1.2 Marie-Galante

L'île de Marie-Galante est autonome quant à son alimentation en eau potable. L'eau provient exclusivement du captage d'eau souterraine au niveau de 7 forages d'exploitation situés dans l'unité morphostructurale des Hauts. La localisation de ces forages est présentée en Figure 5.

Comme sur Grande-Terre, les prélèvements à usage AEP sont prédominant par rapport aux prélèvements industriels et agricoles. Globalement, les volumes prélevés en 2003 sont stables par rapport à 2002 (légère augmentation : + 1,8 %). Ils atteignent environ 1,05 millions de mètres cubes contre 1,03 millions en 2002.

L'augmentation de prélèvement a porté essentiellement sur l'ouvrage Calebassier qui était à l'arrêt en 2001 pour cause de panne de pompe et qui a été remis en service en fin d'année 2002.

Par contre, une diminution des prélèvements a été opérée sur les forages Balisier et Source 1.

Les points de prélèvements de Marie-Galante ainsi que les volumes prélevés en 2003 et leur évolution par rapport à 2002 sont donnés dans le Tableau 3.

Forage Puits	Commune	Unité hydrogéologique	Indice de classement (BSS)	Volume annuel prélevé en 2003 (m3)	Evolution 2002-2003
Balisier	Capesterre	Marie-Galante	1161zz005	147284	-12%
Etang-Noir	Capesterre	Marie-Galante	1161zz002	214 579	-3%
Calebassier	Capesterre	Marie-Galante		71 151	586%
Rabi	Grand-Bourg	Marie-Galante	1163zz007	81 455	-19%
Mouessant	Grand-Bourg	Marie-Galante		346 615	2%
Source 1	Saint-Louis	Marie-Galante	1160zz010	55 097	-29%
Source 2	Saint-Louis	Marie-Galante	1160zz011	136 061	15%
Total				1 052 242	1,8%

Tableau 3 : Prélèvements AEP au cours de l'année 2003 à Marie-Galante (source Générale des Eaux de Guadeloupe)

4.1.2.2 Eau industrielle et agricole

En l'état actuel des connaissances, trois exploitants industriels d'eau souterraine sont recensés en Grande-Terre et aucun à Marie-Galante :

- la sucrerie GARDEL S.A. exploite le puits de Bois-David (indice nationale de classement : 1141zz27). Les prélèvements de 2003 sont semblables à ceux de 2002 ; ils ont atteint 12 341 m³ et ont eu lieu pendant la saison cannière (de mars à juillet) ;
- la Centrale Thermique du Moule (C.T.M.), située au lieu dit Gardel, exploite trois forages situés quelques kilomètres en amont de son usine (indices nationaux de classement : 1142zz32, 1142zz33 et 1142zz34). Elle est autorisée (par arrêté préfectoral) à exploiter un débit maximal de 180 m³/h. En 2003, comme en 2002, la C.T.M. n'a pas utilisé ses forages : ses prélèvements se sont limités à 171 m³ en 2003 ;

- la Chambre du Commerce et de l'Industrie exploite deux forages pour l'alimentation en eau de l'aéroport Pôle Caraïbes (indices nationaux de classement : 1147zz1315 et 1147zz1316). Ils sont situés dans l'enceinte de l'aéroport. Les prélèvements 2003 ont été plus de 2 fois inférieurs à ceux de 2002 ; ils atteignent 63 214 m³.

La répartition des prélèvements industriels au long de l'année est donnée dans le Tableau 4. La localisation des points de prélèvement industriel est donnée en Figure 5.

Exploitants	Prélèvements industriels année 2003 (m ³)												
	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
Sucrerie Gardel	0	0	2 477	2 733	3 474	2 056	1 601	0	0	0	0	0	12 341
CTM	0	0	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171
CCI Aéroport	6 852	6 458	5 526	11 120	5 317	12 626			5 190	10 125		63 214	

Tableau 4 : Répartition des prélèvements industriels au cours de l'année 2003 (sources Gardel S.A., C.T.M., CCI Aéroport)

Enfin, il existe, en Grande-Terre et à Marie-Galante des ouvrages de production d'eau agricole équipés de pompes solaires et utilisés pour l'abreuvement du bétail. Les débits prélevés sont de l'ordre de 2 m³/j (source : Solelec), soit environ 730 m³/an par ouvrage. A l'heure actuelle, l'état et la localisation exacte de ces points de prélèvement ne sont pas précisément définis.

En première approximation, il peut être retenu qu'une dizaine de ces ouvrages sont en service en Grande-Terre et une quinzaine à Marie-Galante, ce qui représente une production de 7 300 m³/an en Grande-Terre et 11 000 m³/an à Marie-Galante).

4.2. CONDITIONS DU SUIVI PIEZOMETRIQUE DE L'ANNEE 2003

4.2.1 Interruption de la surveillance mensuelle

En 2003, le suivi a porté sur les points d'eau du réseau présenté au chapitre 3. Certains ouvrages n'ont pas pu être suivi correctement pour les motifs exposés dans le Tableau 5.

	Unité	Point d'eau	Interruption de la surveillance mensuelle	Cause de l'interruption
GRANDE-TERRE	Plateaux de l'Est	Bois-David	janvier	la décision de maintenir ce point d'observation au réseau comme point de contrôle à objectif de gestion a été prise en janvier, après réception du résultat de son nivellement. Celui-ci a en effet confirmé le risque de salinisation de la nappe lié à l'exploitation du puits Bois-David (côte piézométrique pouvant être inférieur à 0 mNGG).
		Usine Ste-Marthe	janvier	mesure impossible, travaux en cours
		Reneville	février	mesure impossible, travaux en cours
	Grands-Fonds	Jabrun	toute l'année	ouvrage AEP en fonctionnement, risque de blocage de la sonde de mesure. Un tube guide, en cours de réalisation par la Générale des Eaux, permettra de reprendre le suivi.
		Dupré (piézomètre)	janvier	ouvrage en cours de réalisation. Son suivi a débuté dès la fin des travaux.
		Belle Place	toute l'année	piézomètre en cours de réalisation.
MARIE-GALANTE	Les Hauts	Fond-Riz	de janvier à mai	ouvrage en cours de réalisation. Son suivi a débuté dès la fin des travaux.
		Couderc	janvier et février	l'équipement de surveillance automatique mis en place en 2002 ne permettait pas de faire de mesure manuelle (diamètre du forage trop petit pour permettre le passage d'une sonde piézométrique en plus de l'équipement en place). En mars, du fait du colmatage du fond de forage par de l'argile, la nécessité de reprendre les mesures manuelles (en retirant à chaque passage la sonde automatique en place) est apparue pour vérifier la validité des données acquises automatiquement.
		Ravine des Coulisses	toute l'année	équipement d'exploitation (pompe et tube d'exhaure) en place présentant un risque de blocage pour la sonde piézométrique. Le déséquipement du forage a été réalisé en décembre.
		Béatrice	de janvier à septembre	la décision de retenir ce point d'observation pour le réseau (en remplacement du point Galet-Mabouya) a été prise en mai. Son suivi a débuté dès l'achèvement de son aménagement.
	Les Bas	Dorot	avril	mesure impossible travaux en cours.

Tableau 5 : Ouvrages dont le suivi piézométrique mensuel a été interrompu

4.2.2 Interruption de la surveillance continue : maintenance des stations automatisées et problèmes rencontrés

En 2002, 7 points d'eau du réseau ont été équipés pour assurer une surveillance piézométrique continue et les premières données enregistrées ont pu être recueillies en 2003.

Des dysfonctionnements sont apparus sur certaines stations et ont pu entraîner l'interruption ou la perturbation de l'acquisition des données ; ils sont présentés dans le Tableau 6.

	Station hydrométrique	Perturbations et interruption de l'acquisition de données	Problème associé
GRANDE-TERRE	St Jacques	du 03/06/03 au 03/07/03	06/06/03 : enregistreur LogoSens défectueux, renvoyé à OTT France pour réparation et remplacé par un enregistreur de secours. La mauvaise configuration initiale de l'enregistreur de secours n'a pas permis l'enregistrement des données de la station. 03/07/03 : identification du problème, reconfiguration de l'enregistreur et reprise de l'acquisition
	Beausoleil	du 01/01/03 au 08/01/03 et du 04/05/03 au 03/06/03	présence de matières en suspension dans l'eau du forage qui colmatent le capillaire du dispositif bulle à bulle les mesures faussées ont été supprimées de la chronique
MARIE-GALANTE	Couderc	chronique complète perturbée	présence d'argile qui colmatent le fond du forage et la sonde piézométrique et perturbent la mesure. 04/06/03 : module Hydrosens défectueux enlevé de la station et renvoyé à OTT France pour réparation (interrogation en liaison directe défailante)
	Poisson	du 01/01/03 au 06/03/03, du 14/03/03 au 03/04/03 et du 09/04/03 au 06/05/03	du 01/01/03 au 06/05/03 : percement du capillaire du dispositif bulle à bulle du fait d'un défaut de fabrication les mesures de piézométrie faussées ont été supprimées de la chronique. Echec des différentes tentatives de réparation 06/05/03 : changement de capillaire

Tableau 6 : Stations automatiques dont le suivi piézométrique a été interrompu ou faussé

4.2.3 SIG des Eaux Souterraines de Guadeloupe - ADES

Différentes mises à jour du Système d'Information Géographique des Eaux Souterraines de Guadeloupe (SIG-ES) ont été réalisées :

- suite à l'opération de nivellement et de matérialisation des repères de mesure piézométriques engagée en 2002, les données archivées dans la base de données du SIG-ES et relatives aux points d'eau du réseau piézométrique ont été recalées sur les nouvelles valeurs d'altitude des repères de mesure ;
- les points d'eau ajoutés au réseau en 2002 ont été intégrés au SIG-ES : L'Anglais, Sainte-Marthe, Zevallos, Gagneron et Marie-Louise ;
- les données piézométriques mensuelles de 2003 relatives à chaque point d'eau du réseau ont été intégrées au SIG-ES ;
- une comparaison de l'ensemble des données piézométriques archivées dans le SIG-ES avec les données originales archivées sous format papier a été effectuée. Elle a permis de mettre en relief :
 - des erreurs de saisie qui ont pu être corrigées ;

- des lacunes de données qui ont été comblées ;
- l'absence de 21 points d'eau (11 en Grande-Terre et 10 à Marie-Galante) pour lesquels des chroniques piézométriques anciennes existaient au format papier, mais n'étaient pas archivées dans le SIG-ES. Ces données ont également été intégrées au SIG-ES.

L'ensemble des données (pas de temps variables : 1 heure à 15 minutes) issues des stations hydrographiques (automatisées) n'a pas pu être intégré au SIG-ES car le logiciel de gestion du SIG (BADGE) ne permet pas de prendre en compte des données recueillies selon un pas de temps inférieur à la journée. Une modification du logiciel est nécessaire pour rendre possible cette intégration. Pour l'heure, des moyennes journalières sont calculées et archivées.

Par ailleurs, l'ensemble des informations relatives aux points d'observation du réseau a été intégré dans ADES (banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines), ainsi que les données piézométriques qui leur sont associées. Ces données sont consultables sur le site ades.mde.tm.fr.

4.3. RESULTATS DU SUIVI PIEZOMETRIQUE 2003

Les données piézométriques recueillies pendant l'année 2003 ont permis de définir les caractéristiques des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante. Elles ont été transmises mensuellement à la DIREN sous format numérique.

Ces caractéristiques sont présentées sous forme de cartes piézométriques des périodes de basses eaux (mois d'août) et de hautes eaux (mois de décembre) et de chroniques piézométriques.

4.3.1 Géométrie de l'aquifère

Malgré quelques sources d'imprécision, les cartes piézométriques permettent de mettre en évidence les grandes évolutions des nappes dans le temps et de définir leur géométrie à l'échelle de chaque île.

Remarque : le tracé des isopièzes (lignes d'égal niveau piézométrique) est relativement imprécis du fait du nombre de points d'observation faible (une vingtaine pour 590 km² en Grande-Terre, une dizaine pour 180 km² à Marie-Galante).

4.3.1.1 Nappe de Grande-Terre

La géométrie de la nappe des calcaires de Grande-Terre se caractérisent par :

- un dôme piézométrique d'axe est/ouest centré sur la partie orientale des Grands Fonds et la moitié occidentale des Plateaux de l'Est. Il culmine à plus de 10 m NGG et son extension dans la région des Grands Fonds est difficile à définir, faute de points de mesure suffisants. A partir de ce dôme piézométrique les écoulements souterrains sont radiaux, en direction du littoral. Ils présentent, vers le sud et le nord, un gradient élevé qui contraste avec la pente de la nappe vers l'ouest et le nord-ouest ;
- l'existence d'une limite hydraulique à l'est des Plateaux de l'Est : elle forme un angle obtus délimité par le rebord nord de « la Plaine de la Simonière » et l'axe « Bien Désirée – Letaye » ;
- une plaine piézométrique correspondants aux Plateaux du Nord : la surface de la nappe y est relativement plate et basse (son altitude absolue dépasse

rarement 2 m NGG) ; l'écoulement souterrain se fait avec un gradient extrêmement faible ;

- différentes zones de drainage :
 - la plaine des Abymes draine les eaux souterraines issues des Grands Fonds. L'écoulement souterrain présente un gradient peu élevé ;
 - les eaux souterraines du dôme piézométrique contournent la barrière hydraulique « Simonière – Bien Désirée – Letaye » par le nord et le sud, pour alimenter la partie est des Plateaux de l'Est. Dans cette plaine d'accumulation, les écoulements souterrains présentent un gradient peu élevé ;
 - la Plaine des Grippons constitue un axe de drainage majeur de la nappe de Grande-Terre. Ce dernier est orienté sud-est – nord-ouest, le long d'un fossé tectonique (graben) de même orientation ; il draine les eaux infiltrées sur les Plateaux du Nord, au nord des Grands Fonds et au nord-ouest des Plateaux de l'Est ;

Globalement, la morphologie de la nappe est conforme à celle observée depuis le début du suivi piézométrique et n'a pas subi de grandes modifications entre les hautes eaux et les basses eaux.

La piézométrie de la nappe de Grande-Terre en période de hautes eaux et de basses eaux est représentée sur les Figure 11 et Figure 12.

4.3.1.2 Nappes de Marie-Galante

La morphologie de la nappe de Marie-Galante est également conservée et ne subit pas de grandes modifications entre les hautes eaux et les basses eaux. L'examen des cartes piézométriques fait ressortir deux systèmes hydrogéologiques :

- le premier au nord de l'île, circonscrit au compartiment structural affaissé « des Bas ». Le niveau piézométrique y est peu élevé (toujours inférieur à 2 m NGG), l'écoulement s'effectue depuis le sud de l'unité vers le littoral selon un gradient hydraulique peu élevé. Les isopièzes buttent sur le décrochement de la « Barre de l'île », qui joue le rôle de limite hydraulique étanche. La nappe y est en équilibre hydrostatique avec les eaux marines environnantes, ce qui explique le faible gradient hydraulique du secteur (la nappe flotte sur l'eau de mer d'où un raccordement hydraulique doux avec la plaine bordière) ;
- le second au sud de l'île, dans le compartiment rehaussé « des Hauts ». L'écoulement s'y fait de façon radiale, depuis un dôme piézométrique (culminant à plus de 11 m NGG et situé au nord de l'unité) vers le littoral et est bloqué vers le nord par la limite étanche la « Barre de l'île ». Des axes de drainage et de divergence des écoulements souterrains se dessinent au sein de cette unité : les plus importants sont l'axe de drainage de la vallée de la rivière Saint-Louis (entre Gagnéron et la côte ouest) ; l'axe de divergence Couderc – La Treille et l'axe de divergence SE-NW passant par Champfrey. Les gradients hydrauliques sont forts vers le sud et l'est, mais présentent toujours un raccordement de faible pente avec le niveau marin ; vers l'ouest ils sont moyens. En périphérie de l'unité, la nappe est en équilibre hydrostatique avec la mer, comme dans l'unité des Bas.

La piézométrie de la nappe de Marie-Galante en période de hautes eaux et de basses eaux est représentée sur les Figure 11 et Figure 12.

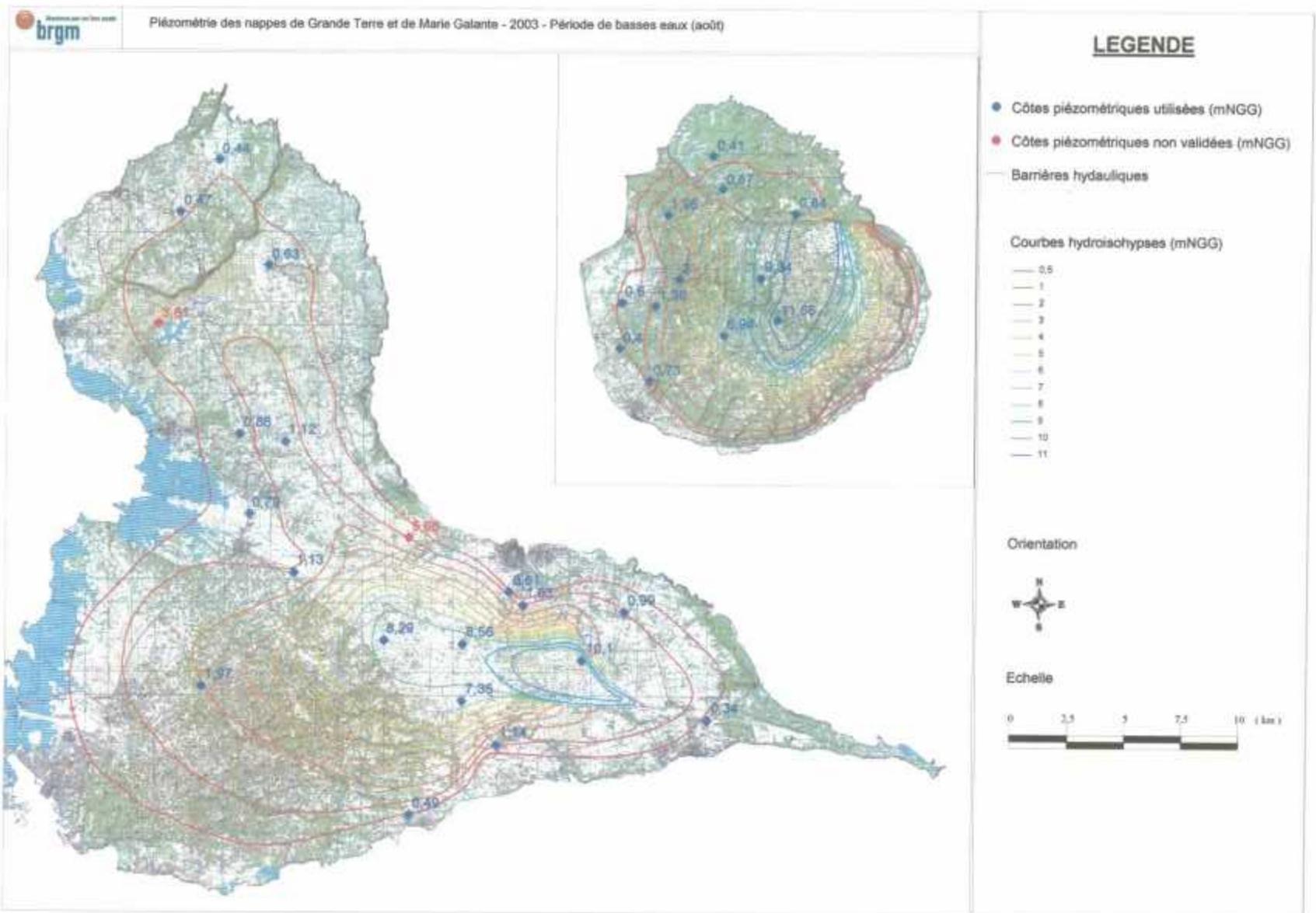


Figure 11 : Pléziométrie des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante – 2003 – Période de basses eaux (août)

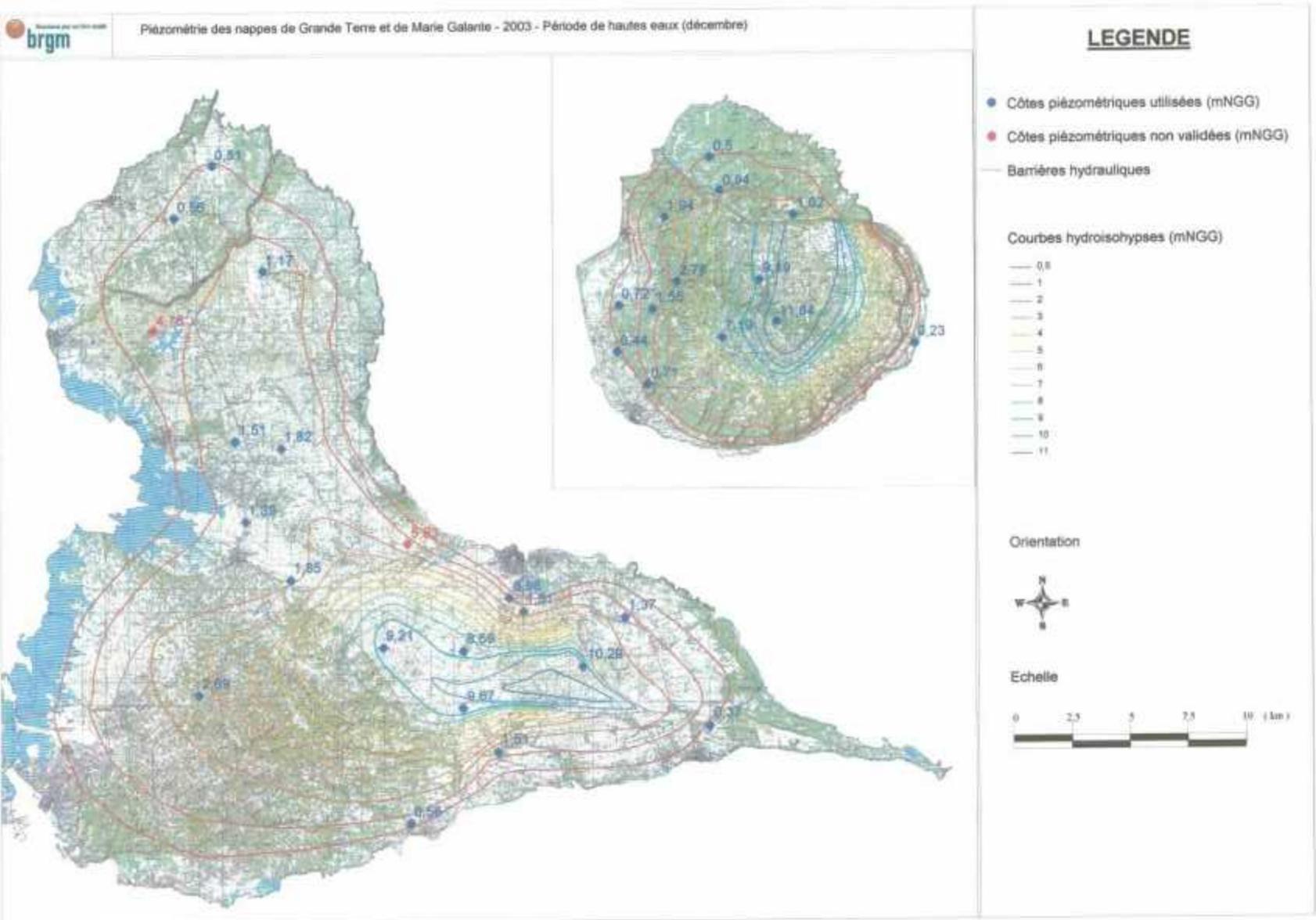


Figure 12 : Piézométrie des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante – 2003 – Période de hautes eaux (décembre)

4.3.2 Comportement piézométrique annuel et interannuel

Les chroniques piézométriques disponibles depuis le démarrage des mesures pour chaque ouvrage du réseau sont données en Annexe 1.

Les chroniques piézométriques mensuelles de l'année 2003 sont données en Annexe 2 pour chaque ouvrage.

Les chroniques piézométriques de l'année 2003 enregistrées en continu par les stations automatiques sont données en Annexe 3.

4.3.2.1 Nappe de Grande-Terre

4.3.2.1.1 Cycle hydrogéologique annuel

Globalement, le cycle hydrogéologique 2003 se caractérise par une diminution progressive de la piézométrie de janvier à août (basses eaux), puis par une amorce franche de la remontée en octobre aboutissant à la période de hautes eaux en décembre.

L'amplitude annuelle des variations piézométriques a été de 0,60 m en moyenne en 2003 (moyenne des différences entre côtes minimum et maximum observées sur chaque ouvrage).

L'analyse des chroniques permet de distinguer trois grandes familles d'évolution :

- *Famille 1 : ouvrages en position littorale*

Les fluctuations piézométriques observées sont « désordonnées » : de janvier à août, elles oscillent autour d'une valeur moyenne et ne permettent pas d'identifier de période de basses eaux marquée. A partir d'août, le niveau piézométrique augmente plus nettement pour atteindre les hautes eaux en fin d'année (novembre ou décembre selon les points considérés). La piézométrie annuelle se caractérise par une légère tendance à la hausse.

Les ouvrages concernés sont Montrésor, Saint Jacques, l'Anglais, Sainte Marthe, et Dupré.

Ils présentent des niveaux piézométriques bas (inférieur à 0,60 m) et de faibles amplitudes piézométriques annuelles (de 0,07 à 0,15 m) du fait de leur situation littorale et de l'influence forte de la limite à potentiel imposé que constitue la mer.

Remarque : Le forage L'Anglais se détache de ce schéma. Bien que situé en bordure littorale et présentant une chronique proche de celles des autres ouvrages de la famille 1, sa piézométrie moyenne annuelle est très élevée : 5,73 m NGG.

L'altitude de son repère de mesure piézométrique a été définie en 2002, suite à la campagne de nivellement des ouvrages du réseau, mais une vérification de cette altitude serait souhaitable, d'autant plus que l'altitude anciennement archivée en BSS pour cet ouvrage serait cohérente avec la piézométrie de la nappe connue par ailleurs dans le nord Grande-Terre.

Les chroniques annuelles des ouvrages de la famille 1 sont présentées en Figure 13.

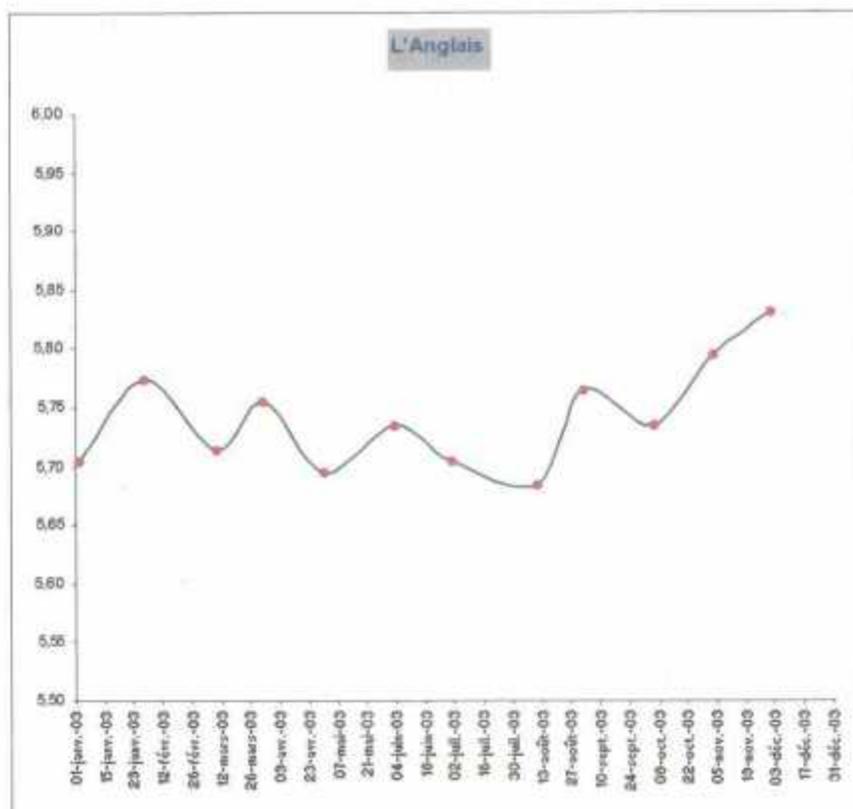
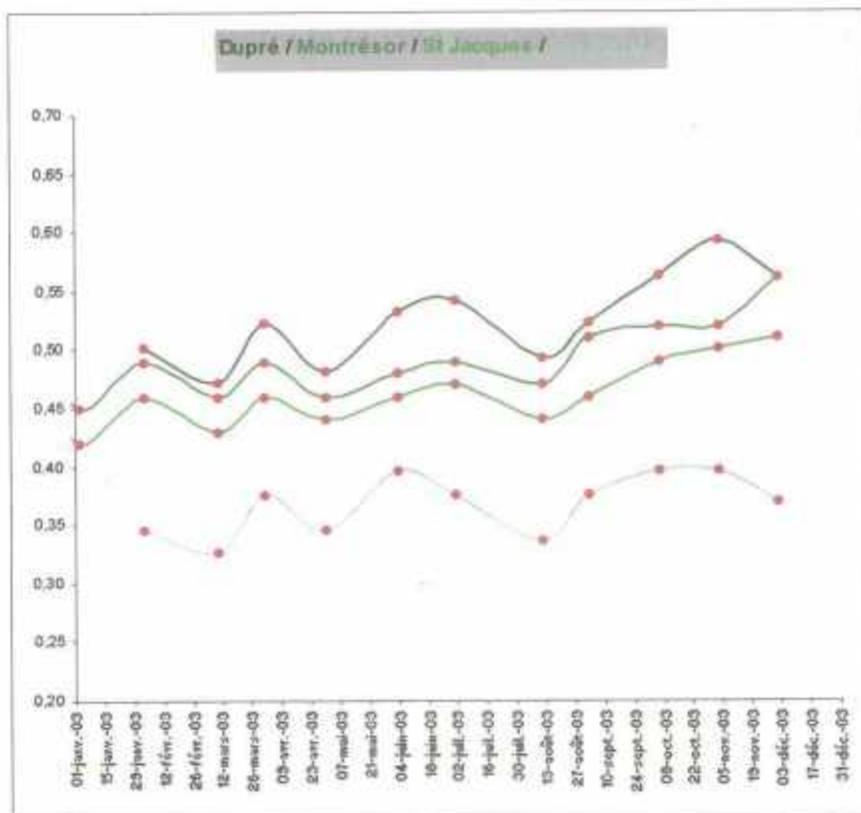


Figure 13 : Chroniques piézométriques 2003 de la famille 1 – Grande-Terre (m NGG)

- *Famille 2 : ouvrages situés en position intermédiaire entre le dôme piézométrique de la nappe et la bordure littorale*

Les fluctuations piézométriques observées sont représentatives de la pluviométrie générale de l'année. Les chroniques piézométriques se caractérisent par :

- une diminution progressive de janvier à juin reliée à la pluviométrie qui est restée très faible jusqu'à fin mai ;
- une stabilisation de juin à octobre avec, selon les ouvrages, de très légères tendances à la descente ou à la montée. Ce phénomène est associé à la reprise des précipitations de juin à août, modérée par l'aridité du mois de septembre ;
- une remontée piézométrique générale amorcée en octobre, aboutissant aux hautes eaux en décembre et liée à la forte pluviométrie de fin d'année.

Cette famille regroupe les ouvrages Bellevue, Belin, Maisoncelle, Girard, Richeval, Laroche, Corneille, Bois David, Zevallos, Chateaubrun et Beausoleil, tous situés en position intermédiaire entre le dôme piézométrique et le littoral.

Le niveau piézométrique observé est moyen : il varie de 0,64 à 2,05 m NGG selon les ouvrages et leur position géographique (niveau bas en bordure littorale, niveau moyen à haut vers le centre de l'île).

L'amplitude annuelle des variations piézométriques est moyenne ; elle varie de 0,37 m à 1,06 m en fonction de l'ouvrage considéré (différents facteurs peuvent expliquer ces différences : la distance au littoral, le contexte géologique local ou encore les caractéristiques hydrodynamiques locales des formations).

Remarque 1 : *le point d'eau Zevallos se détache du comportement général de cette famille par un retard de 1 mois environ dans sa chronique (basses eaux atteintes en août - septembre, remontée amorcée en novembre).*

Remarque 2 : *l'ouvrage Belin présente une piézométrie moyenne annuelle de 3,84 m NGG peu cohérente avec les niveaux d'eau observés dans le Nord Grande-Terre. Or, la prise en compte de l'altitude du sol indiquée en BSS pour cet ouvrage ramènerait sa moyenne piézométrique annuelle à une valeur proche de la piézométrie définie par ailleurs dans ce secteur. Aussi, une vérification de l'altitude définie en 2002 lors de la campagne de nivellement des ouvrages du réseau sera à envisager.*

Remarque 3 : *contrairement aux années précédentes, la piézométrie mesurée sur le point d'eau Bois-David n'a pas été marquée en 2003 par des pics négatifs, indices de pompages proches à l'origine de rabattements de nappe jusqu'à la cote 0 m NGG (cf. chronique interannuelle en Annexe 1). La cause de ce comportement notablement différent des années antérieures peut être double :*

- *non représentativité des mesures manuelles mensuelles : il est possible que les plus bas niveaux atteints n'aient pas été mesurés ;*
- *moindre impact des pompages effectués en 2003 sur le puits Bois-David situé à 10 m du piézomètre surveillé par la sucrerie Gardel du fait de la diminution régionale des prélèvements industriels (arrêt des prélèvements CTM) et AEP (diminution des prélèvements à Duchassaing).*

Un équipement de surveillance automatisée permettrait de saisir ces événements très ponctuels et irréguliers dans le temps et d'en détecter la cause.

Les chroniques annuelles des ouvrages de la famille 2 sont présentées en Figure 14.

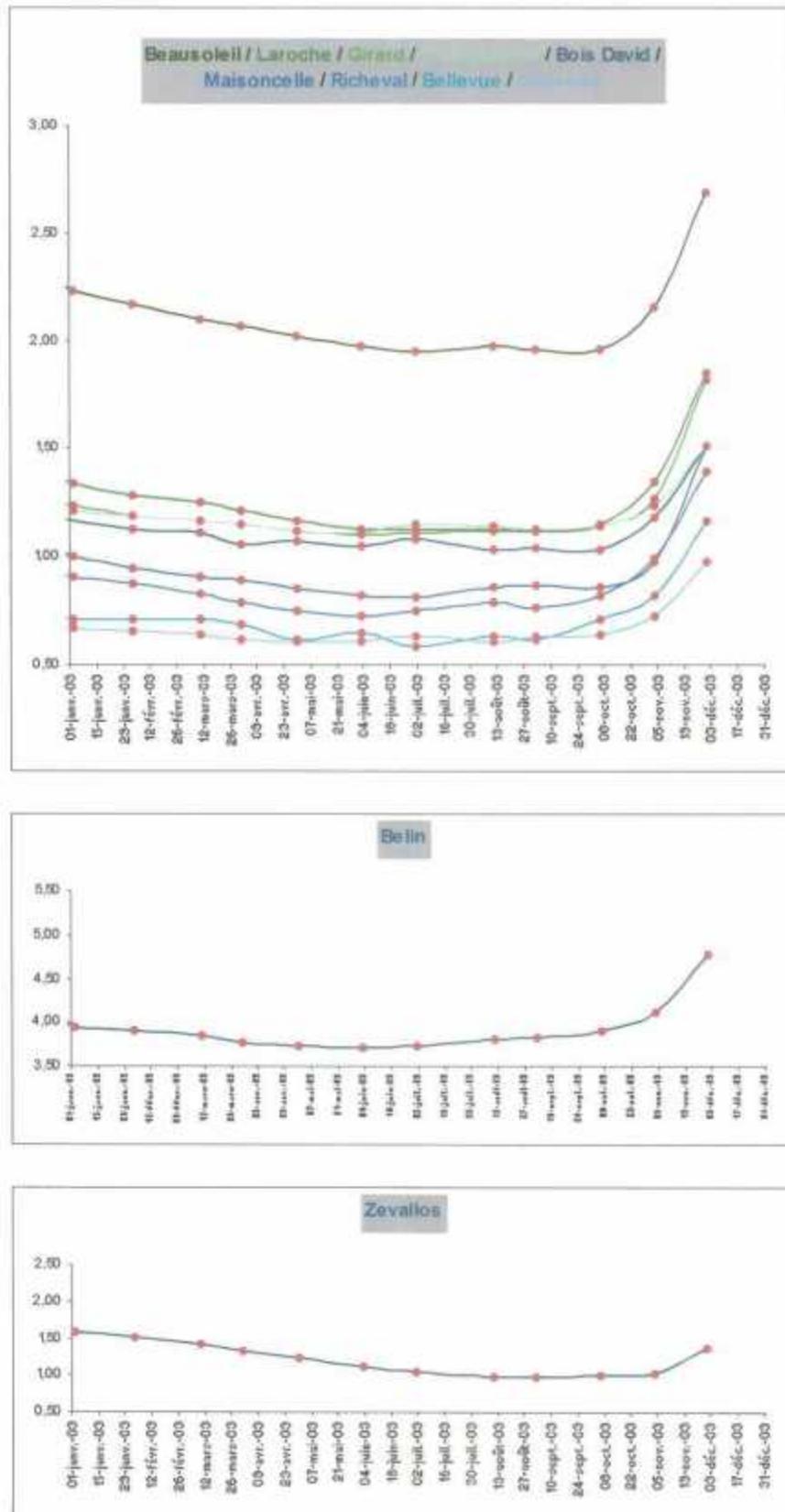


Figure 14 : Chroniques piézométriques 2003 de la famille 2 – Grande-Terre (m NGG)

- *Famille 3 : ouvrages du dôme piézométrique*

Dans cette famille la baisse piézométrique de début d'année se poursuit de janvier jusqu'en octobre. Une remontée piézométrique est amorcée à partir de novembre.

Les ouvrages concernés sont ceux de Saint-Guillaume, Bel-Etang et Reneville. Leurs chroniques piézométriques se distinguent principalement par une moyenne piézométrique annuelle forte : environ 9 m NGG. Les amplitudes piézométriques observées sont variables : comprises entre 0,22 m et 2,32 m.

Remarque : *les fortes précipitations intervenues en fin d'année sont susceptibles d'avoir perturbé les mesures mensuelles effectuées à Saint-Guillaume pour les trois derniers mois de l'année : en effet, des pics piézométriques sont observés sur la chronique de suivi en continu et pourraient être associés à un effet collecteur des eaux pluviales par ce puits (cf. 4.3.4.1.1).*

- *Ouvrage présentant un comportement particulier : Gentilly*

La position de ce point d'eau au niveau du dôme piézométrique le rattacherait normalement à la famille 3 mais l'évolution de son niveau d'eau l'en écarte et reste inexplicable à l'heure actuelle.

Son suivi en continu serait souhaitable pour arriver à une analyse fine de son comportement (influence d'une exploitation proche, morphologie particulière des formations carbonatées au droit de l'ouvrage, effet collecteur des eaux de ruissellement).

Les chroniques annuelles des ouvrages de la famille 3 et de l'ouvrage Gentilly sont présentées en Figure 15.

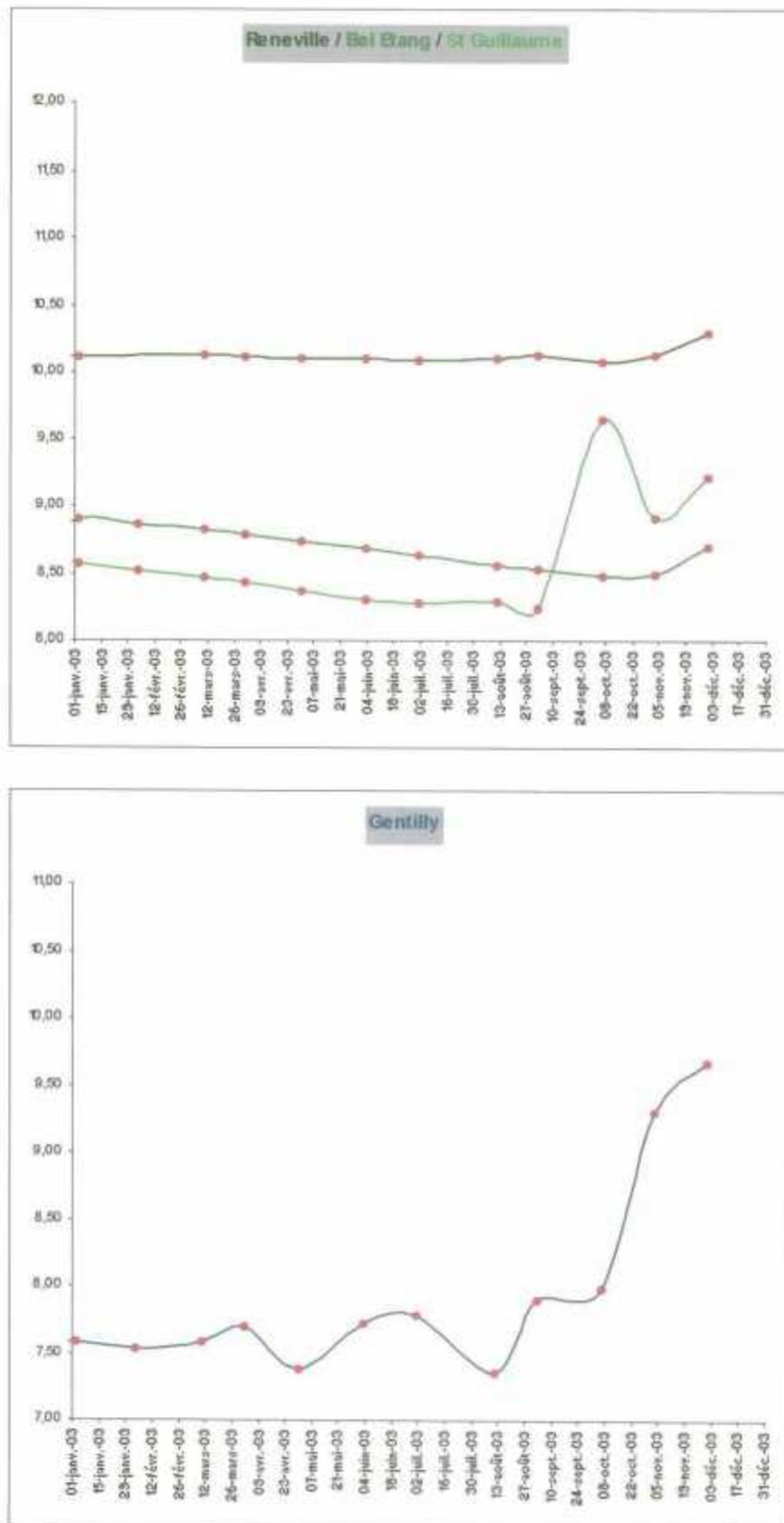


Figure 15 : Chroniques piézométriques 2003 de la famille 3 et de l'ouvrage Gentilly - Grande-Terre (m NGG)

4.3.2.1.2 Evolution interannuelle

- *Evolution par rapport à 2002 :*

La comparaison, pour chaque point du réseau, de la piézométrie moyenne de l'année 2003 par rapport à celle de l'année 2002 est présentée dans le Tableau 7. Elle met en évidence une baisse moyenne de 4 cm en 2003.

Ce constat n'est pas alarmant car le niveau atteint en fin de cycle hydrologique (en décembre 2003), correspond au niveau maximum atteint sur la période 2002-2003 pour 13 ouvrages sur 16 suivis pendant cette période.

Finalement, la baisse observée est à relier à la durée particulièrement longue du carême 2003. Les précipitations de fin d'année n'ont pas permis de rattraper complètement le manque à gagner du début d'année, mais ont quand même permis de rehausser le niveau de la nappe de façon significative.

- *Evolution par rapport à la moyenne interannuelle :*

Le calcul de la différence entre la moyenne annuelle des cotes piézométriques de 2003 de chaque ouvrage et la moyenne des cotes piézométriques sur l'ensemble des données disponibles de chaque ouvrage (moyenne calculée sur des périodes variant de quelques mois à une vingtaine d'années) est présentée dans le Tableau 7. Il permet de contrôler la piézométrie de 2003 vis-à-vis de la piézométrie moyenne de la nappe

Il montre qu'en 2003, le niveau piézométrique moyen de la nappe tend à s'écarter de la normale : il est inférieur de 16 cm en moyenne. On tend vers la situation de fin d'année 2001, résultat d'un carême long.

Le carême exceptionnellement pluvieux de 2002 avait permis d'améliorer la situation avec un écart à la moyenne réduit à 10 cm. Cette année, le carême long (s'étendant jusqu'aux mois d'août / septembre) a eu un effet similaire à celui du carême 2001 et n'a pas permis de poursuivre le retour à la normale amorcé en 2002.

Remarque : pour un nombre de données inférieur à 20, le calcul de la moyenne piézométrique n'a pas été entrepris pour raison de non représentativité du résultat.

Unité morphostructurale	Points de mesure	Piézo moy 2003 (m NGG)	Piézo moy 2002 (m NGG)	Nombre totale de données	Normale piézométrique (m NGG)	Ecart piézo 2003-2002 (m)	Ecart piézo 2003-normale (m)
Plateaux du Nord	St Jacques	0,47	0,41	207	0,37	0,06	0,10
	Montresor	0,49	0,44	206	0,53	0,05	-0,04
	Maisoncelle	0,95	0,90	192	0,9	0,05	0,05
	Girard	1,21	1,23	205	1,14	-0,02	0,07
	Bellevue	0,72	0,72	200	0,71	0,00	0,01
	Belin	3,92	4,03	189	3,82	-0,11	0,10
Plaine des Grippons	Richeval	0,87	0,97	201	1,02	-0,10	-0,15
	Laroche	1,26	1,50	206	1,5	-0,24	-0,24
Plateaux de l'Est	Corneille	0,67	0,71	196	0,72	-0,04	-0,05
	Bois-David	1,12	1,03	203	1,17	0,09	-0,05
	L'Anglais	5,74	absence de données	12	non calculée	-	-
	Zevallos	1,22	absence de données	12	non calculée	-	-
	Chateaubrun	1,19	1,25	206	1,33	-0,06	-0,14
	Ste Marthe	0,37	absence de données	11	non calculée	-	-
	St Guillaume	8,6	8,58	204	8,97	0,02	-0,37
	Bel étang	8,68	8,92	207	9,54	-0,24	-0,86
	Renerville	10,13	10,03	190	10,15	0,10	-0,02
	Gentilly	7,96	7,82	191	8,61	0,14	-0,65
Grands-Fonds	Beausoleil	2,11	2,44	87	2,42	-0,33	-0,31
	Dupré	0,53	absence de données	11	non calculée	-	-
moyenne						-0,04	-0,16

Tableau 7 : Comparaison de la piézométrie moyenne 2003 à celle de 2002 et à la normale piézométrique de la nappe de Grande Terre

4.3.2.2 Nappe de Marie-Galante

4.3.2.2.1 Cycle hydrogéologique annuel

Le cycle hydrogéologique 2003 se caractérise par une grande stabilité des niveaux piézométriques de janvier à août, puis par une période de montée piézométrique amorcée en octobre et aboutissant à la période de hautes eaux en décembre. Il n'a pas été possible d'identifier un mois particulièrement représentatif de la période de basses eaux du fait de la stabilité du niveau piézométrique. Le mois d'août a été choisi pour représenter cette période cartographiquement.

L'amplitude moyenne des variations piézométriques 2003 est de 0,22m.

L'analyse des chroniques piézométriques permet de distinguer deux grandes familles d'évolution.

- *Famille 1 : ouvrages en position littorale*

Les fluctuations piézométriques observées sont « désordonnées ». Elles ne permettent pas d'identifier de période de basses et hautes eaux marquées. La piézométrie annuelle se caractérise par une légère tendance à la hausse.

Les ouvrages concernés sont La Treille, Ballet, Poisson, Marie Louise et Béatrice. Ils présentent des niveaux piézométriques bas (inférieur à 0,75 m NGG) et de faibles amplitudes piézométriques annuelles (de 0,03 à 0,13 m, 0,22 m pour Poisson influencé par pompage) à rattache à leur situation littorale et à l'influence forte de la limite à potentiel imposé que constitue la mer.

Les chroniques annuelles des ouvrages de la famille 1 sont présentées en Figure 16.



Figure 16 : Chroniques piézométriques 2003 de la famille1- Marie-Galante (m NGG)

- *Famille 2 : ouvrages intermédiaires*

Cette famille rassemble les ouvrages Couderc, Moringlane, Source 3, Gagneron Fond du Riz, Vangout et Dorot.

Leur piézométrie est stable ou légèrement en baisse en début d'année puis amorce une remontée piézométrique (entre octobre et décembre selon les ouvrages) qui se poursuit jusqu'en fin d'année.

Leur niveau piézométrique annuel moyen est variable, compris entre 0,63 et 11,85 m NGG selon les ouvrages et leur position géographique (niveau bas en bordure littorale, niveau moyen à haut vers le centre de l'île). L'amplitude annuelle des variations piézométrique est de l'ordre de 0,25 m à l'exception de celle de Source 3 qui est de 0,77 m.

Les ouvrages de Gagneron et Fond du Riz, tous deux situés en amont de la nappe, réagissent plus tardivement que les autres : leur remontée piézométrique s'amorce respectivement en novembre et fin décembre alors qu'elle avait débuté dès le mois d'octobre sur les autres ouvrages.

Remarque : *En 2002, les mesures effectuées de janvier à mars au niveau de l'ouvrage Sources 3 étaient anormalement basses (comprises entre 0,11 et 0,39 m NGG). Ce comportement particulier n'a pas été observé en 2003. La cause ne semble pas naturelle.*

Les chroniques annuelles des ouvrages de la famille 2 sont présentées en Figure 17.

- *Ouvrage au comportement particulier : Champfrey*

La piézométrie de l'ouvrage Champfrey présente une tendance à la baisse tout au long de l'année et une très faible amplitude de variation piézométrique : 0,05 m.

La chronique annuelle de l'ouvrage Champfrey est présentée en Figure 18.

Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

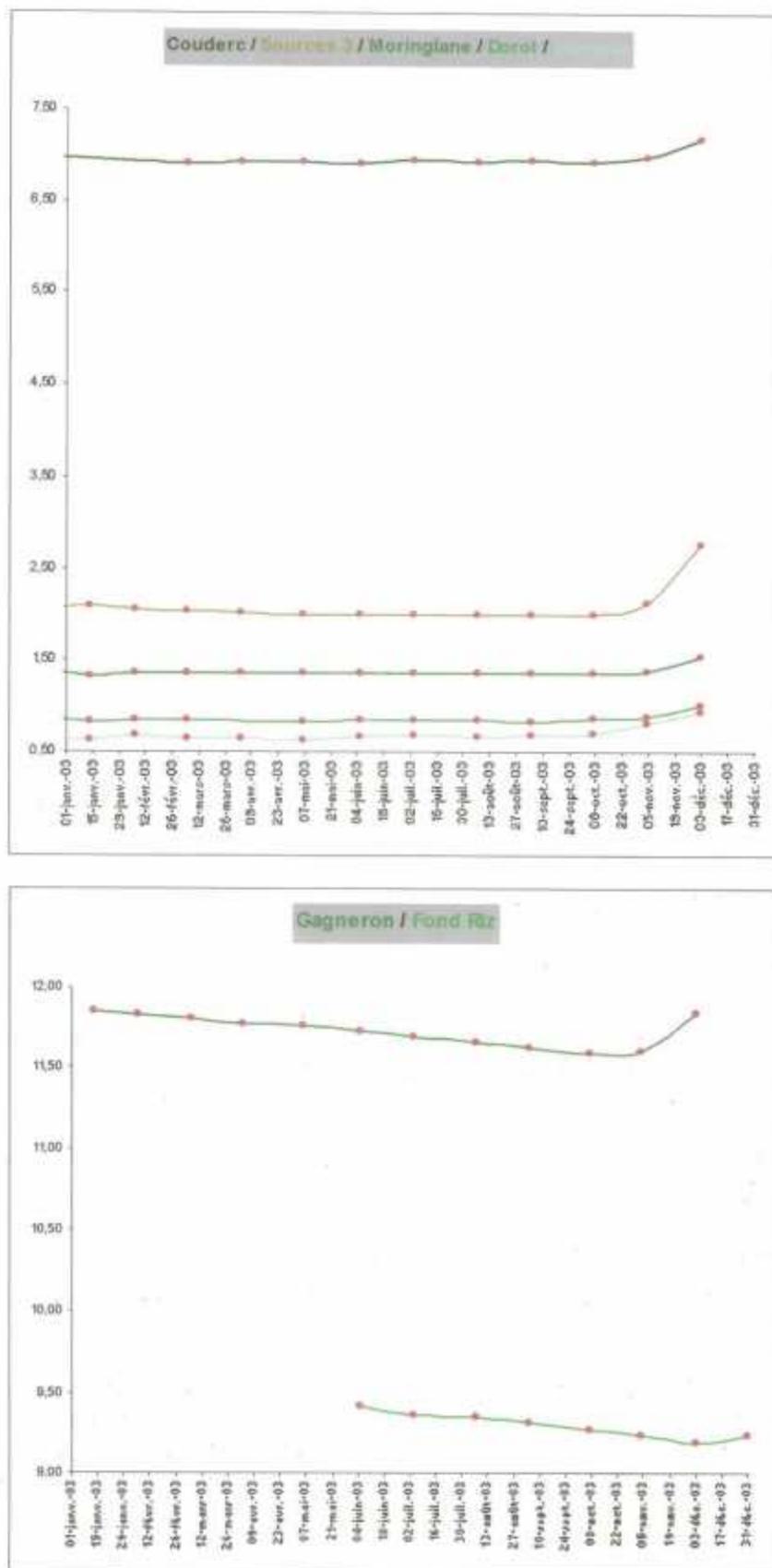


Figure 17 : Chroniques piézométriques 2003 de la famille 2 – Marie-Galante (m NGG)

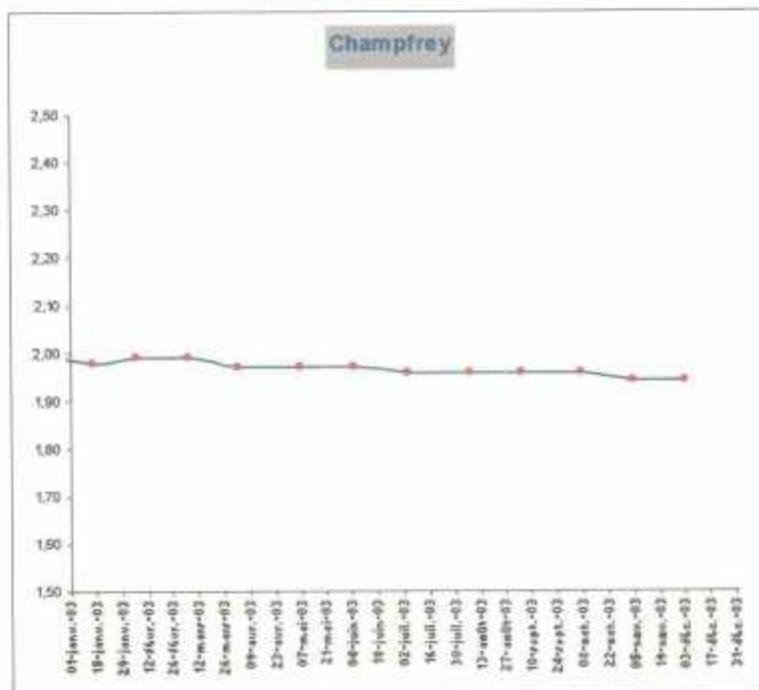


Figure 18 : Chronique piézométrique 2003 de Champfrey – Marie-Galante (m NGG)

4.3.2.2.2 Evolution interannuelle

- Evolution par rapport à 2002 :

La comparaison des données de piézométrie moyenne par ouvrage entre les années 2002 et 2003 est présentée dans le Tableau 8. Elle montre un niveau piézométrique moyen 2003 supérieur de 3 cm à celui de 2002. Cet état peut être qualifié de stable par rapport à l'année précédente avec une légère tendance à la hausse.

Le point d'eau Les Sources 3 a été écarté de cette comparaison, son comportement particulier en 2002 ne représentant pas l'état de la nappe à cette époque.

- Evolution par rapport à la moyenne interannuelle :

Comme indiqué dans le Tableau 8, le niveau piézométrique moyen 2003 de la nappe est supérieur d'environ 7 cm à la normale.

Remarque : il est à noter que la moyenne n'a pas été calculée pour certains ouvrages quand le nombre de données étaient inférieur à 20 pour raison de non représentativité du résultat. De ce fait, les chroniques piézométriques prises en compte pour le calcul de moyennes piézométriques sont peu nombreuses (cinq) et ne peuvent pas être considérées comme représentatives de l'ensemble de la nappe.

*Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003*

Unité morphostructurale	Points de mesure	Piézo moy 2003 (m NGG)	Piézo moy 2002 (m NGG)	Nombre total de données	Normale piézométrique	Ecart piézo 2003-2002 (m)	Ecart piézo 2003-normale (m)
Les Hauts	Fond-Riz	9,31	absence de données	7	non calculée	-	-
	Champfrey	1,97	1,95	24	1,98	0,02	-0,01
	Couderc	6,96	6,97	22	6,96	-0,01	0,00
	Ballet	0,43	0,37	97	0,29	0,06	0,14
	La Treille	0,72	0,51	91	0,62	0,21	0,10
	Gagneron	11,73	absence de données	11	non calculée	-	-
	Les Sources 3	2,09	1,41	24	non calculée	-	-
	Moringlane	1,37	1,37	24	1,37	0,00	0,00
	Poisson	0,63	0,62	113	0,67	0,01	-0,04
	Béatrice	0,24	absence de données	3	non calculée	-	-
Les Bas	Vangout	0,70	0,65	57	0,53	0,05	0,17
	Dorot	0,86	0,88	65	0,7	-0,02	0,16
	Marie-Louise	0,43	absence de données	11	non calculée	-	-
moyenne						0,04	0,07

Tableau 8 : Comparaison de la piézométrie moyenne 2003 à celle de 2002 et à la normale piézométrique de la nappe de Marie-Galante

4.3.3 Secteurs sensibles

4.3.3.1 Secteurs sensibles vis à vis d'un risque de salinisation

Le fonctionnement des nappes de Grande-Terre et Marie-Galante obéit au principe général des aquifères côtiers. Ces derniers sont des systèmes hydrologiques complexes qui résultent de la mise en contact :

- des eaux douces issues de l'infiltration verticale d'eau météorique au sein des formations géologiques ;
- avec des eaux salines issues de l'infiltration latérale d'eau de mer au sein des formations géologiques.

Dans de tels systèmes, l'eau douce souterraine circule au sein des formations sous l'influence de la gravité depuis des zones de piézométrie élevées dites « zones d'alimentation » vers un niveau de base (correspondant au niveau moyen des océan : altitude 0 m NGG) constituant l'exutoire du système. L'eau salée par contre est très peu mobile.

Du fait de leur différence de densité, les deux types d'eau ne se mélangent pas mais se superposent : la progression de l'eau douce est limitée en profondeur par la présence de l'eau salée plus dense. L'eau douce "flotte" au dessus de l'eau salée et forme une nappe.

La surface de contact qui les sépare n'est pas franche, on parle généralement de zone de transition ou interface eau douce - eau salée. Elle peut atteindre plusieurs mètres d'épaisseur et sa position verticale est conditionnée par différents facteurs (fluctuations du niveau marin, fluctuations piézométriques de la nappe, nature et structure des formations, régime des exploitations...). En bordure littorale, elle prend la forme d'un biseau dit « biseau salé ».

Sa position peut être estimée par la loi de Guyben-Hertzberg qui définit, pour une charge t au-dessus de la cote 0 m NGG (c'est-à-dire pour une cote piézométrique donnée), une profondeur de l'interface par rapport à la côte 0 m NGG de $h = 40 \times t$. Plus la charge hydraulique est élevée dans l'aquifère, plus l'interface est repoussée en

profondeur et, à l'inverse, plus la charge hydraulique est faible, plus l'interface est proche de la surface piézométrique (comme c'est le cas en bordure littorale).

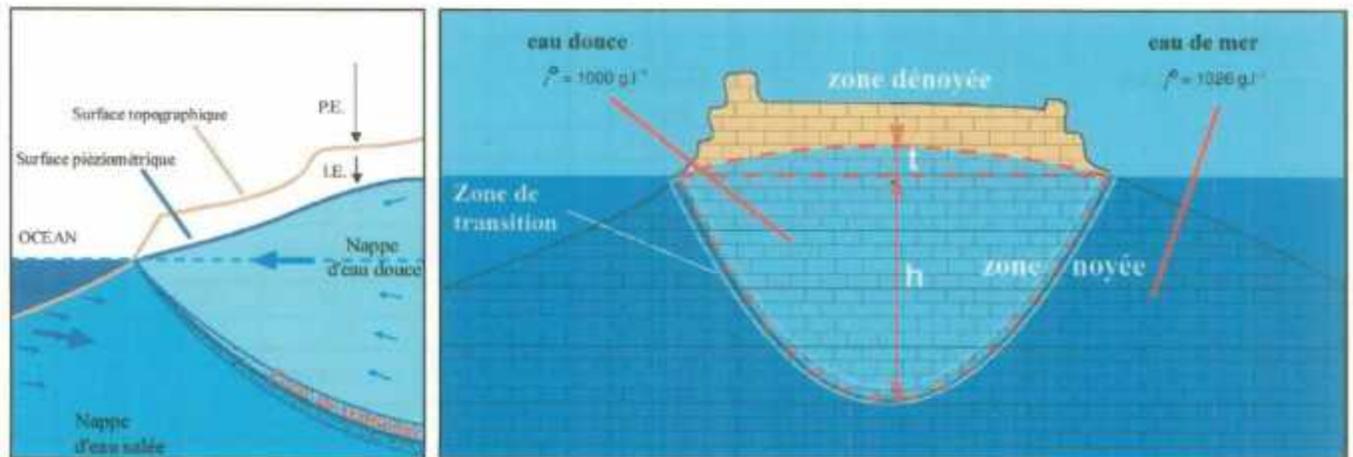


Figure 19 : Problématique des aquifères littoraux - situation d'équilibre hydrostatique entre eau douce et eau salée

Dans le cas d'une exploitation de la nappe d'eau douce, l'équilibre eau douce - eau salée est perturbé : la charge hydraulique (t) baisse et parallèlement l'interface remonte. Une exploitation excessive de la nappe provoquant un rabattement tel que le niveau piézométrique atteigne la côte 0 m NGG, entraînerait la rupture de l'équilibre entre l'eau douce et l'eau salée et l'intrusion d'eau de mer dans la nappe. Une telle pollution est très difficilement réversible. Pour cette raison, un secteur est considéré comme sensible à partir du moment où la cote piézométrique de la nappe y atteint 0,5 m NGG.

Ainsi, dans les systèmes aquifères côtiers, la qualité de la ressource en eau souterraine est étroitement liée au respect des équilibres quantitatifs naturels entre eau douce et eau salée sous jacente. La gestion à long terme d'un aquifère côtier doit veiller à maintenir une charge suffisante au-dessus de la cote 0 afin de maintenir la qualité de l'eau disponible.

L'analyse des chroniques piézométriques pluriannuelles des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante permet de mettre en évidence des secteurs sensibles vis-à-vis du risque de salinisation.

4.3.3.1 Grande-Terre

Les secteurs sensibles identifiés en Grande-Terre sont :

- Nord des Plateaux du Nord (« sous-unité Anse-Bertrand »)

La piézométrie moyenne interannuelle de ce secteur (observée sur les ouvrages Montrésor et Saint-Jacques) est inférieure à 0,5 m NGG. Il s'agit d'une « zone à potentiel à conserver pour assurer le maintien de la qualité de la nappe ». Sa surveillance renforcée a été mise en œuvre en 2002 avec l'installation d'un équipement de surveillance en continu à la fois de la piézométrie et de la conductivité des eaux souterraines au droit de l'ouvrage Saint-Jacques.

- Secteur littoral nord des Plateaux de l'Est

La piézométrie moyenne interannuelle de ce secteur (observée sur les ouvrages de Corneille et Bois-David) est supérieure au seuil de 0,5 m NGG. Ce seuil n'a pas été franchi en 2003, il l'a été ponctuellement au cours des années précédentes. Etant donné le contexte local d'exploitation importante (exploitation industrielle et pour production d'eau potable) et d'intrusion d'eau salée avérée à proximité, il est recommandé de poursuivre la surveillance renforcée de ce secteur. Celle-ci a débuté en 2002 avec l'installation d'une station de suivi en continu de la piézométrie au point d'eau Corneille.

L'ouvrage Bois-David a été conservé au réseau de surveillance en tant que point de gestion de l'exploitation. En 2003, aucun franchissement du seuil de 0,5 m NGG n'a été enregistré contrairement aux années précédentes où ce phénomène était récurrent. Il est possible que, du fait de la fréquence mensuelle des mesures de piézométrie, des franchissements de seuil n'aient pas été remarqués ou encore que les changements de conditions d'exploitation régionale aient induit une modification de la réponse piézométrique de la nappe aux pompages effectués dans le Puits Bois-David, situé à 10 m du point de surveillance Bois-David.

Afin de rendre compte du comportement réel de la nappe dans ce secteur il serait nécessaire d'équiper le piézomètre Bois-David pour une mesure continue de la piézométrie et de tenir compte des variations pluviométriques journalières enregistrées sur la station météorologique la plus proche.

- Secteur littoral sud des Plateaux de l'Est

Il s'agit d'une « zone à potentiel à conserver pour assurer le maintien de la qualité de la nappe ». Sa surveillance renforcée a été mise en œuvre en 2002 avec l'installation d'un équipement de surveillance en continu à la fois de la piézométrie et de la conductivité des eaux souterraines au droit de l'ouvrage Chateaubrun. Le seuil de 0,5 m NGG a été franchi en 2003 sur l'ouvrage Dupré.

- Est des Plateaux de l'Est

Dans ce secteur, intégré au réseau en 2003, le niveau piézométrique moyen est bas et le seuil de 0,5 m NGG a été dépassé de façon chronique sur l'ouvrage Sainte-Marthe. Il s'agit d'une « zone à potentiel à conserver pour assurer le maintien de la qualité de la nappe ». La mise en place d'un équipement de surveillance en continu devra être envisagée.

- Secteur de Jabrun

Le puits Jabrun, se situe dans une zone de bas niveau piézométrique (environ 1 m NGG) et est exploité pour production d'eau potable à un débit élevé (80 à 90 m³/h, 22 h sur 24 h). D'après sa chronique piézométrique interannuelle (il n'a pas pu être surveillé en 2003 faute d'un équipement adapté : un tube guide est en cours d'installation par la Générale des Eaux, sur demande du Syndicat des Grands Fonds), cette exploitation n'entraîne pas de franchissement du seuil de 0,5 m NGG. Il doit pourtant faire l'objet d'une surveillance car son exploitation constitue un facteur de risque.

- Autres secteurs

Certaines zones en exploitation et considérées comme sensibles (nappe de faible altitude reposant sur les eaux marines, teneurs en chlorures relativement élevées) ne sont pas encore surveillées et mériteraient un suivi piézométrique. Les secteurs concernés sont :

- centre des Plateaux du Nord : exploité par les forages AEP Pelletan, Beauplan et Charopin ;
- Plaine des Abymes : exploitée par les ouvrages de l'aéroport pôle caraïbes.

4.3.3.1.2 Marie-Galante

Les secteurs sensibles identifiés à Marie-Galante sont :

- *Pourtour sud de l'île*

Des dépassements du seuil de 0,5 m NGG sont constatés sur les ouvrages Ballet et Béatrice. La surveillance renforcée de cette unité sera initiée en 2004 par la mise en service d'une station de surveillance automatique de la piézométrie sur le point d'eau de Coulisse (appartenant également à cette unité).

- Unité des Marais de Saint-Louis

La piézométrie moyenne de ce secteur est basse (le seuil de 0,5 m NGG est franchit régulièrement sur l'ouvrage Poisson). Il s'agit d'une « zone à potentiel à conserver pour assurer le maintien de la qualité de la nappe » ; sa surveillance renforcée a été mise en œuvre en 2003 avec l'équipement de l'ouvrage Poisson d'une station de surveillance piézométrique en continu.

- Unité des Bas

Dans ce secteur également, les niveaux piézométriques sont particulièrement bas et il s'agit encore une fois d'une « zone à potentiel à conserver pour assurer le maintien de la qualité de la nappe ». Sa surveillance renforcée devra être envisagée. Le seuil de 0,5 m NGG est dépassé continuellement sur l'ouvrage Marie-Louise.

4.3.3.2 Secteurs sensibles aux variations de recharge

Certains ouvrages présentent une baisse globale de leur piézométrie depuis le début de leur suivi (Saint-Guillaume, Bel-Etang, Gentilly, Reneville). Ce phénomène pourrait être à rattacher à une diminution générale des apports hydrométéorologiques observée par Météo France. Les secteurs de la nappe essentiellement sous l'influence de la recharge, pourraient y être particulièrement sensibles. Il s'agit en particulier de la partie centrale de l'unité des Plateaux de l'Est et de la partie orientale des Grands Fonds.

La station hydrographique mise en place sur le puits Saint-Guillaume en 2002 permet de surveiller ce phénomène.

En 2004, une seconde station sera mise en place sur le forage Belle-Place (en cours de réalisation), elle permettra également de surveiller ce phénomène.

4.3.4 Phénomènes particuliers mis en évidence sur les chroniques piézométriques continues

Les chroniques piézométriques relevées en 2003 sur les stations de surveillance piézométrique automatiques sont fournies Annexe 3.

Celles des stations Saint-Guillaume et Poisson mettent en évidence des phénomènes particuliers.

4.3.4.1.1 Saint-Guillaume

La chronique enregistrée au puits Saint-Guillaume présente des pics piézométriques qui semblent corrélés avec des événements pluvieux. Une comparaison de cette

chronique piézométrique avec un hyétogramme au pas de temps journalier enregistré sur une station pluviométrique proche (Morne-à-l'Eau Blanchet) pour la période de janvier à septembre 2003 a pu être réalisée. Elle a permis de mettre en évidence ce phénomène qui traduit une tendance du puits Saint-Guillaume à récolter des eaux de ruissellement. Il devra être analysé plus en détail en 2004 de façon à vérifier l'opportunité :

- de conserver ce point d'observation pour un suivi continu quitte à devoir traiter les données pour éliminer le signal « eau de ruissellement » ;
- ou de le remplacer par un autre point d'eau non influencé.

4.3.4.1.2 Poisson

La chronique piézométrique du puits Poisson présente deux pics de piézométrie très marqués au mois de novembre. La comparaison avec un hyétogramme au pas de temps journalier n'a pas pu être réalisée faute de données pluviométriques, mais la possibilité d'un phénomène semblable à celui de Saint-Guillaume n'est pas à exclure et devra être contrôlée en 2004.

En outre, la chronique permet de mettre en évidence l'influence des pompages réalisés dans le puits sur le comportement naturel de la nappe. Les rabattements occasionnés sont observés en journée et peuvent dépasser 20 cm. Ainsi les mesures effectuées entre 20h00 et 5h00 reflètent le comportement naturel de la nappe (enveloppe supérieur de la chronique) et les mesures effectuées entre 5h00 et 20h00 rendent compte du taux d'exploitation du site et de son influence sur la nappe.

5. Suivi Qualitatif

Deux paramètres ont été retenus pour évaluer le degré de qualité de l'eau des nappes, il s'agit :

- des chlorures (Cl⁻) : leur présence en quantité importante est associée à une intrusion d'eau salée souvent liée à une surexploitation de la nappe ;
- des nitrates (NO₃⁻) : leur teneur élevée correspond le plus souvent à une pollution diffuse notamment d'origine agricole.

Les données utilisées en 2003 pour contrôler l'évolution de la qualité des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante ont été fournies par la Générale des Eaux de Guadeloupe. Elles ont été recueillies dans le cadre de l'autocontrôle réalisé par la Générale des Eaux sur les eaux souterraines prélevées au niveau des 20 forages exploités pour l'alimentation en eau potable et du contrôle réglementaire effectué sur les mêmes ouvrages par la Direction de la Santé et du Développement Social.

Remarque 1 : la comparaison des données d'analyses réalisées sur les eaux avant et après traitement indique que la différence de concentrations, en chlorures et nitrates, engendrée par le traitement des eaux, n'excède pas les 2 mg/l. Ce constat nous a conduit à intégrer les données relatives aux eaux traitées à l'analyse de l'évolution qualitative des eaux souterraines.

Remarque 2 : les données recueillies et analysées dans ce chapitre sont des données ponctuelles recueillies de façon aléatoire dans l'année.

Les stations de surveillance piézométriques automatisées permettent également l'enregistrement de paramètres conductivité et température. Les données recueillies en 2003 sont présentées sous forme de chroniques en Annexe 4 et Annexe 5. Leur acquisition a été perturbée par des dysfonctionnements, mais ceux-ci sont en cours de correction par le fournisseur du matériel en place (OTT France). Quand leur qualité sera validée et quand les chroniques seront suffisamment longues, ces données pourront être traitées et interprétées.

5.1. TENEURS EN CHLORURES

5.1.1 Grande-Terre

Les résultats des analyses (teneurs maximales annuelles) effectuées depuis 1997 sur chacun des forages AEP de Grande-Terre sont fournis en Annexe 6 et leur évolution est illustrée par la Figure 20.

- Deux pôles de concentration apparaissent :
 - concentrations supérieures à 200 mg/l : les secteurs concernés sont le Nord Grande-Terre représenté par les ouvrages Pelletan, Beauplan et Charopin et le centre des Plateaux de l'Est représenté par l'ouvrage Celcourt ;
 - concentrations inférieures à 150 mg/l pour les autres ouvrages.
- Evolution 2003 par rapport à 2002 :

Les teneurs enregistrées en 2003 sur trois ouvrages de la Plaine des Grippons et de sa bordure sud et sur deux ouvrages des Plateaux du Nord, sont en hausse par rapport à 2002 (+20 à 50 mg/l). Les ouvrages concernés (Picard, Marchand, Jabrun,

Pelletan et Charopin) devront être surveillés en 2004 afin de vérifier si le phénomène se prolonge.

Sur les autres ouvrages, les écarts de concentration d'une année à l'autre sont faibles, que ce soit dans le sens d'une augmentation ou d'une diminution.

- Les teneurs maximales en chlorures relevées sur chaque ouvrage depuis 1997 répondent à deux tendances évolutives interannuelles :
 - tendance à la hausse progressive : les teneurs en chlorures mesurées sur 8 ouvrages de Grande-Terre tendent insensiblement à augmenter. L'évolution est très lente, mais semble se confirmer. Sont concernés : l'ensemble des ouvrages des Plateaux du Nord (Charopin, Beauplan, Pelletan, Perrin, Blanchard), un ouvrage de la Plaine des Grippons et un ouvrage des Grands Fonds situé en bordure sud de la Plaine des Grippons (Picard et Jabrun). L'ouvrage Celcourt des Plateaux de l'Est semble aussi évoluer selon cette tendance.
 - tendance stable ou à la baisse : les secteurs des Grands Fonds, de l'amont de la Plaine des Grippons et d'une partie des Plateaux de l'Est sont dans ce cas (ouvrages Gensolin, Chazeau, Kancel, Marchand et Duchassaing).

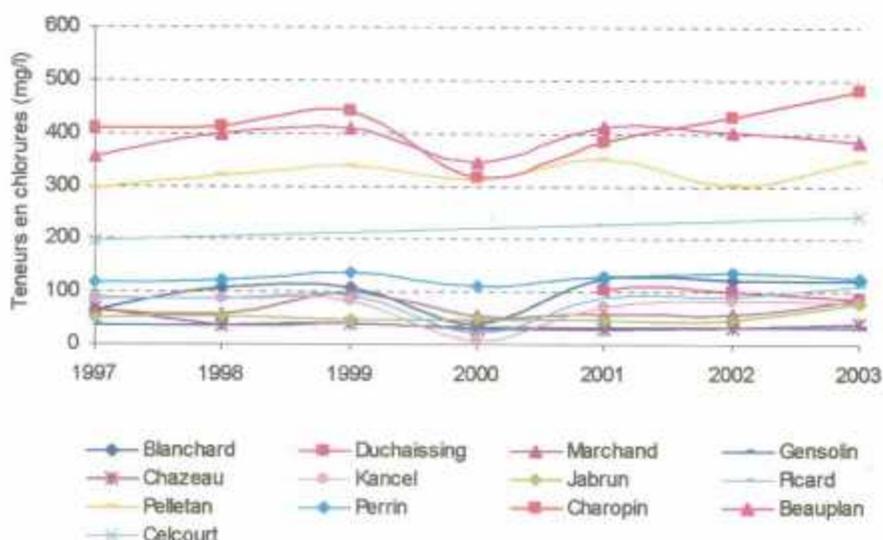


Figure 20 : Evolution des teneurs maximales annuelles en chlorures mesurées depuis 1997 dans les ouvrages AEP de Grande-Terre

Ces résultats semblent indiquer l'existence d'un phénomène de salinisation progressive en particulier dans le secteur sensible du nord Grande-Terre. Cette variation interannuelle est contrôlée par des paramètres naturels (pluviométrie, piézométrie) et anthropiques (représentativité des données, variations des prélèvements, caractéristiques techniques des forages) qui interagissent entre eux. Il est délicat d'attribuer le phénomène de salinisation à l'un ou l'autre de ces paramètres ; il résulte de leur conjugaison.

La recherche de ressources de substitution (apports supplémentaires de Basse-Terre ou recherche d'une ressource souterraine moins fragile) dans le but de soulager l'exploitation des secteurs sensibles, voire, à terme, de l'arrêter pourrait être envisagée.

Rappel : le décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 fixe la limite de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine à 200 mg/l de chlorures et la limite de qualité de l'eau destinée à la consommation humaine à 250 mg/l de chlorures

5.1.2 Marie-Galante

Les résultats des analyses (teneurs maximales annuelles) pour les ouvrages de Marie-Galante figurent en Annexe 6 ; leur évolution depuis 1999 est illustrée par la Figure 21.

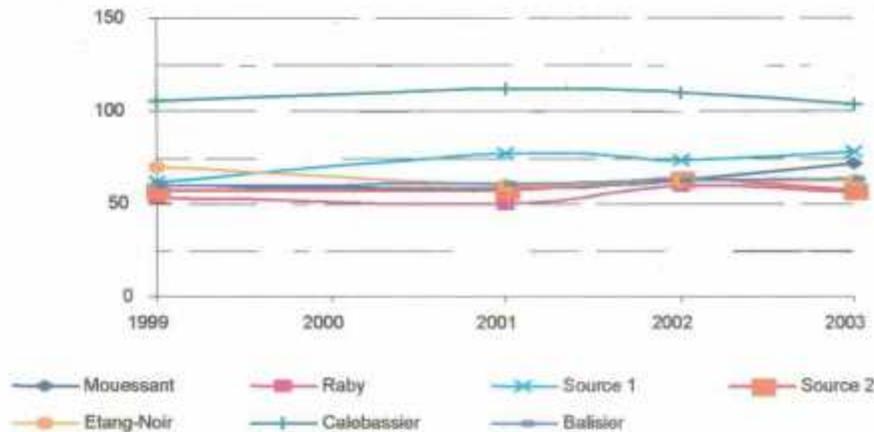


Figure 21 : Evolution des teneurs maximales annuelles en chlorures mesurées depuis 1999 dans les ouvrages AEP de Marie-Galante

L'ensemble des mesures réalisées est inférieur à 125 mg/l. D'une façon générale, elles sont stables depuis 1999. Seule une légère tendance à la hausse est observée sur les ouvrages de Mouessant et Source 1 ; elle sera contrôlée particulièrement en 2004.

La légère augmentation des teneurs sur le forage Raby soulevé en 2002, ne s'est pas poursuivie en 2003.

La nappe de Marie-Galante peut être considérée comme exempte de pollution par appel du biseau salé.

5.2. TENEURS EN NITRATES

5.2.1 Grande-Terre

Les résultats des analyses (teneurs maximales annuelles) effectuées depuis 1998 sur chacun des forages AEP de Grande Terre sont fournis en Annexe 6 et leur évolution est illustrée par la Figure 22.

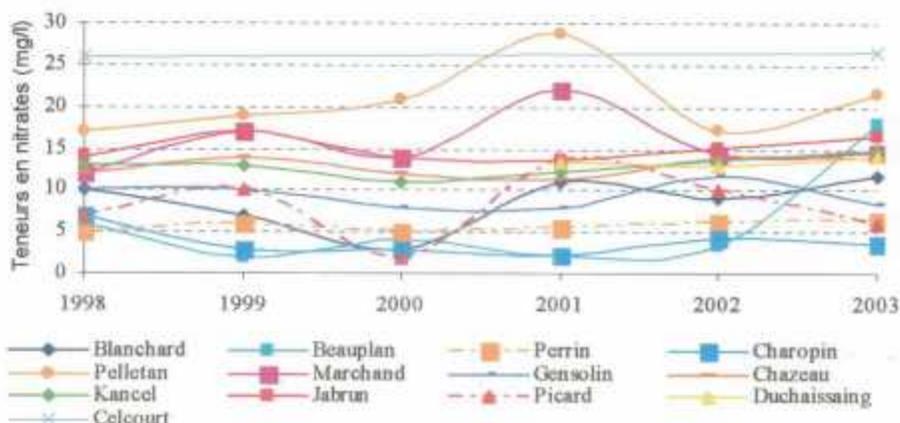


Figure 22 : Evolution des teneurs maximales annuelles en nitrates mesurées depuis 1998 dans les ouvrages AEP de Grande-Terre

D'une façon générale, l'état chimique 2003 de la nappe par rapport aux nitrates est proche de celui des autres années d'observation. Les teneurs maximales mesurées sont inférieures à 30 mg/l, ce qui permet de qualifier l'état qualitatif de la nappe de correct, mais indique tout de même l'existence d'une légère contamination azotée.

Une augmentation anormale est toutefois notée sur le forage de Beauplan. Celui-ci fera l'objet d'un suivi attentif en 2004 pour confirmer ou infirmer le phénomène.

Rappel : Le décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 fixe la limite de qualité des eaux brutes non superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine à 100 mg/l de nitrates et la limite de qualité de l'eau destinée à la consommation humaine à 50 mg/l de nitrates.

5.2.2 Marie-Galante

Les teneurs maximales annuelles relevées depuis 1998 sur chacun des forages AEP de Marie-Galante sont données en Annexe 6 et leur évolution est illustrée par la Figure 23.

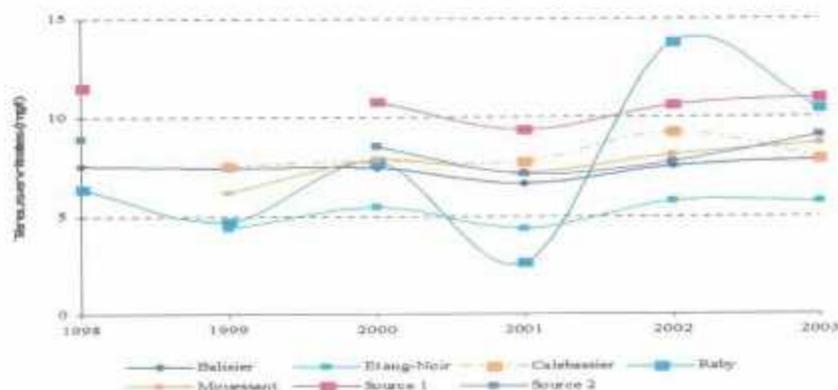


Figure 23 : Evolution des teneurs maximales annuelles en nitrates mesurées depuis 1998 dans les ouvrages AEP de Marie-Galante

D'une façon générale, elles sont stables depuis 1998. Les teneurs maximums mesurées ne dépassent pas les 15 mg/l. L'état chimique 2003 de la nappe de Marie-Galante vis à vis des nitrates est similaire à celui des années antérieures et peut être qualifié de bon.

La hausse observée en 2002 sur l'ouvrage Raby ne s'est pas prolongée en 2003.

6. Conclusion

L'année 2003 a permis de poursuivre la démarche de réorganisation et d'optimisation du réseau de surveillance quantitative de la ressource en eau souterraine de Grande-Terre et Marie-Galante entamée en 2002 :

- 1 station de surveillance manuelle a été aménagée ;
- 3 nouveaux dispositifs de surveillance automatisée ont été installés ;
- 2 dispositifs de surveillance automatisée ont été achetés en vue de l'équipement de 2 sites dont l'aménagement a été initié et est en cours de réalisation ;
- l'ensemble des données disponibles depuis le début de la surveillance a été corrigé pour tenir compte du nivellement des ouvrages du réseau opéré en 2002. Ces données ainsi validées sont disponibles dans le SIG-ES et sur le site de ADES.

La surveillance proprement dite a permis :

- de mettre en évidence certaines limites du réseau :
 - le rôle de contrôle opérationnel (contrôle de l'exploitation de la ressource) qui lui est dévolu n'est pas toujours complètement rempli : trois zones exploitées mériteraient d'être surveillées en continu (Plaine des Abymes, centre des Plateaux du Nord et secteur du Moule - Bois-David) ;
 - l'acquisition automatique des données peut être gênée du fait de la configuration physique de certains points d'observation : perturbation de l'acquisition automatique par la présence de matière en suspension dans le forage à Couderc, apports d'eau de ruissellement à Saint-Guillaume et Poisson ;
 - des lacunes de données subsistent dans certains secteurs au comportement particulier : Plaine des Abymes en Grande-Terre, Plateaux de l'Etang-Noir et du Robert à Marie-Galante.
- de confirmer l'existence de secteurs sensibles vis-à-vis du risque de salinisation : secteurs où la piézométrie est naturellement basse et/ou où existe parfois une exploitation ;
- de mettre en évidence des phénomènes de salinisation et de contamination azotée de faible ampleur en Grande-Terre.

Ces observations nous permettent d'émettre les recommandations suivantes pour la poursuite de la surveillance des eaux souterraines de Grande-Terre et de Marie-Galante :

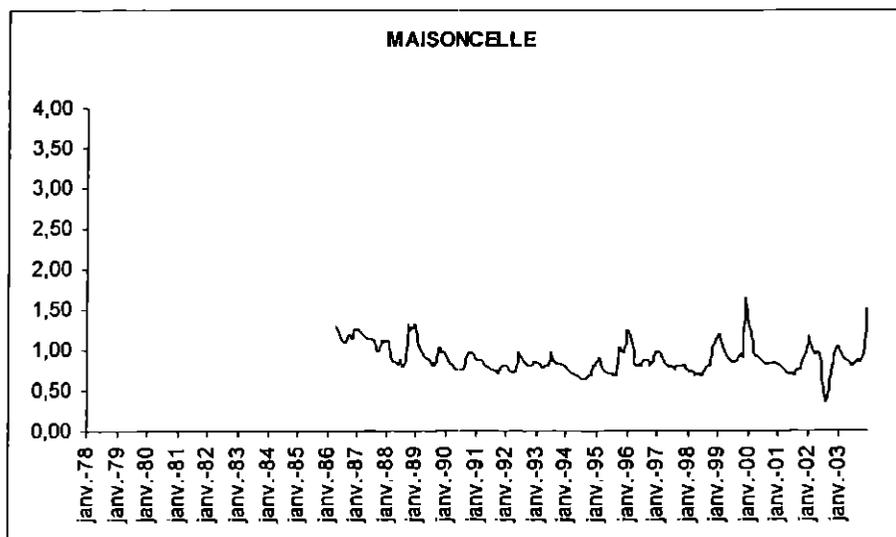
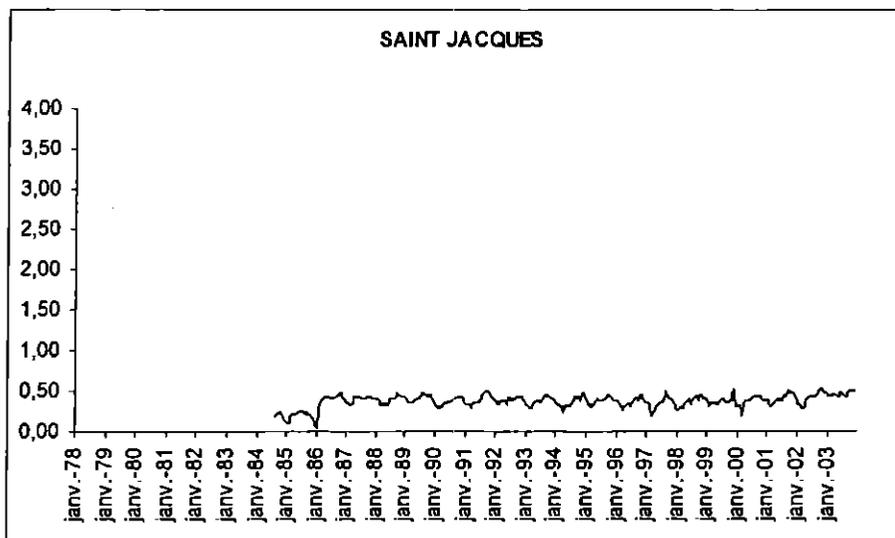
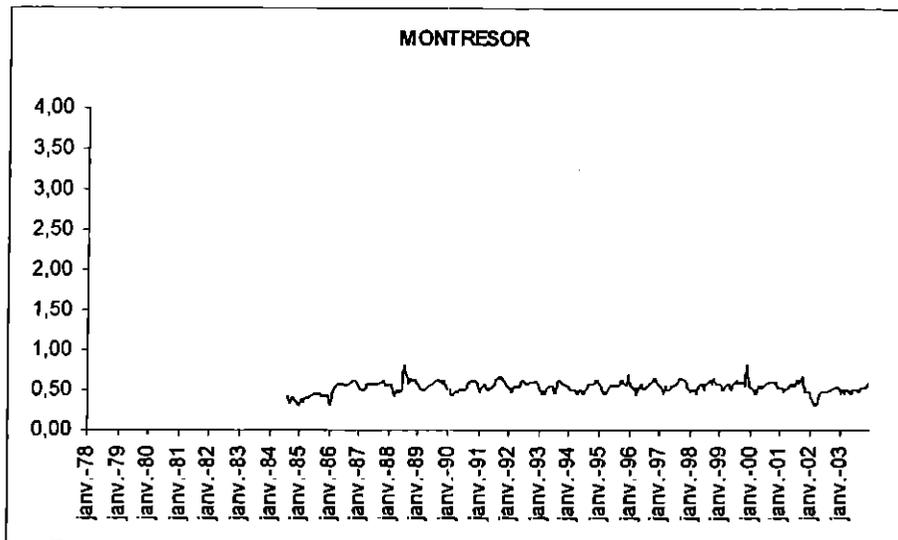
- finalisation des travaux d'équipement en cours et recherche de sites pour la surveillance des secteurs non représentés (Plaine des Abymes, Plateaux de l'Etang-Noir et du Robert à Marie-Galante) ;
- contrôle et validation de la qualité des données recueillies et de leur représentativité du comportement des aquifères :
 - poursuite de la maintenance du réseau et mise à jour régulière de la configuration du matériel de surveillance ;

- vérification du nivellement des ouvrages Belin et L'Anglais ;
- acquisition des données pluviométriques journalières à proximité des stations piézométriques automatisées ;
- traitement statistique et interprétation des données recueillies automatiquement ;
- renforcer le rôle de contrôle opérationnel de la ressource en prévoyant la mise en place de stations de surveillance automatisées dans les secteurs en exploitation (Nord Grande-Terre, Plaine des Abymes, secteur du Moule – Bois-David) ;
- poursuivre le recueil et l'exploitation des données qualitatives issues de l'exploitation des ouvrages AEP en parallèle de la surveillance quantitative en attendant la mise en place d'un véritable réseau de surveillance qualitative de la ressource permettant d'identifier de réelles tendances évolutives, basées sur des données recueillies à des pas de temps réguliers. Cela permettra de contrôler l'évolution des phénomènes de salinisation et de contamination azotée mis en relief dans les Plateaux du Nord.

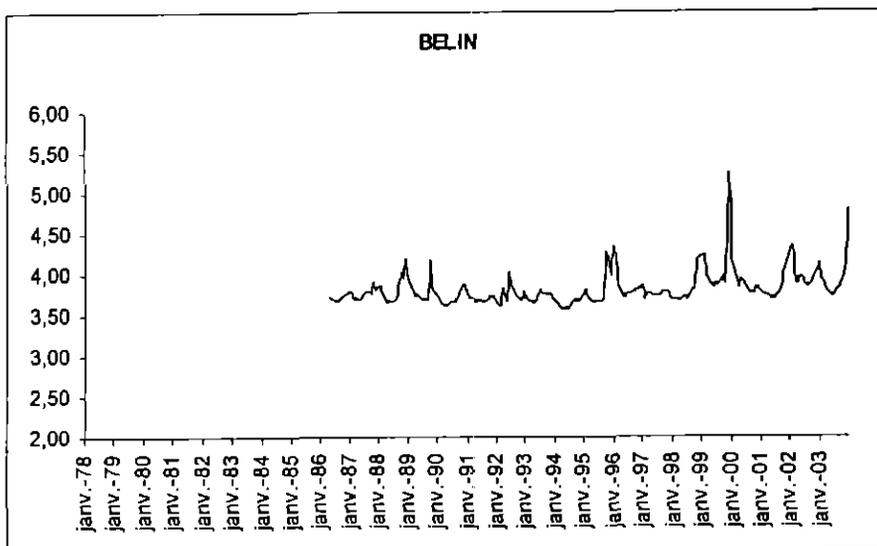
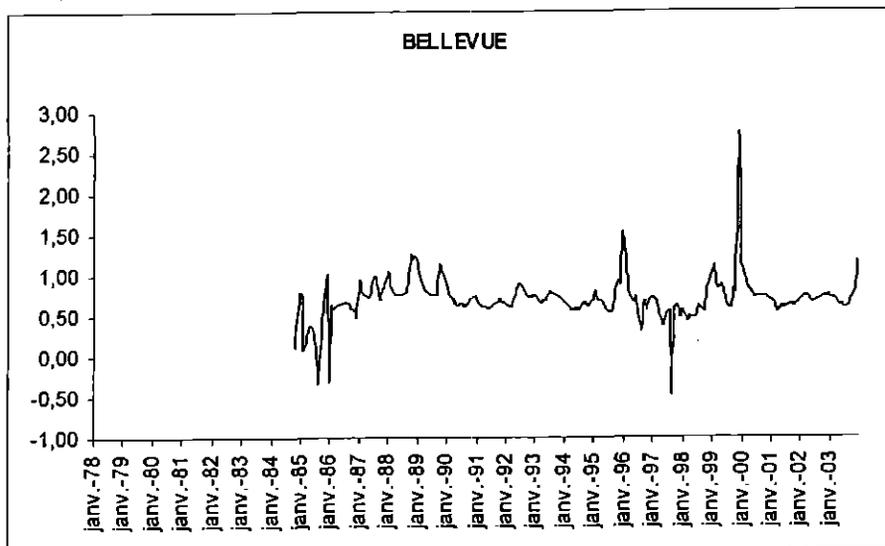
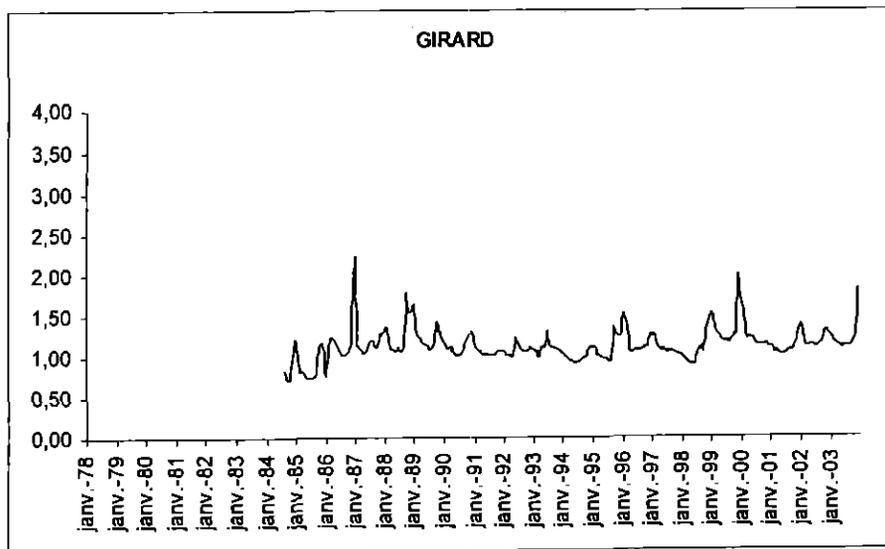
Annexes

**Annexe 1 : Chroniques piézométriques interannuelles de chaque ouvrage
du réseau (m NGG)**

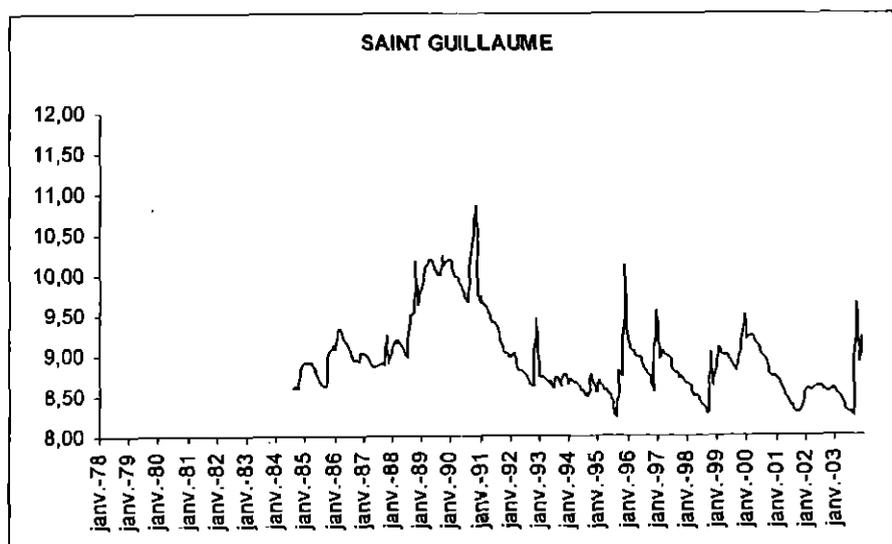
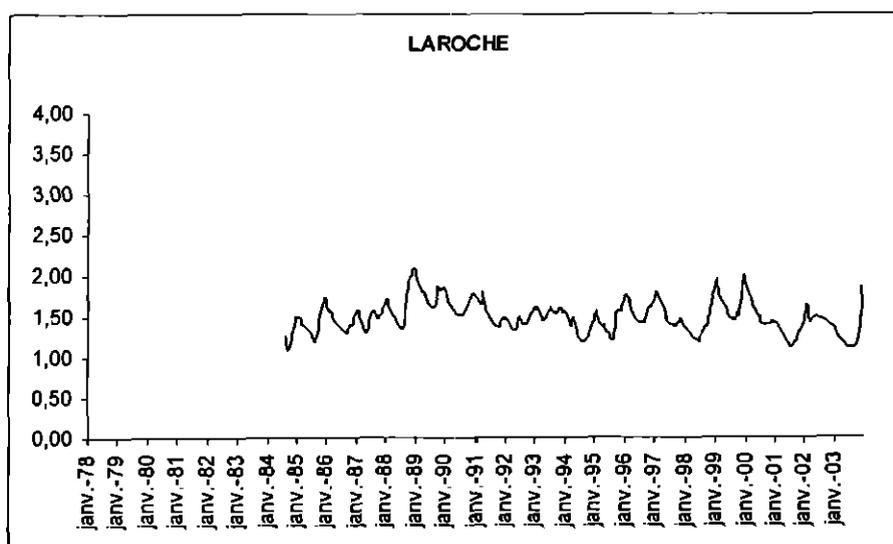
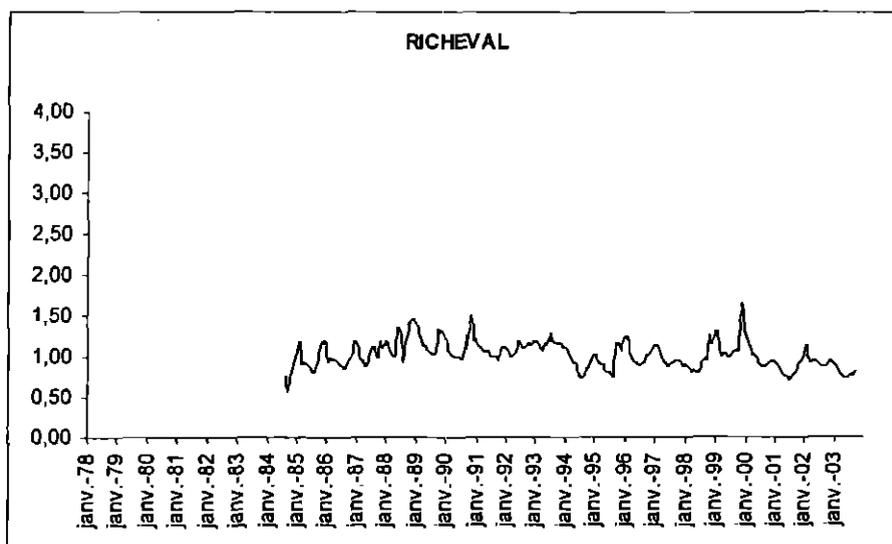
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



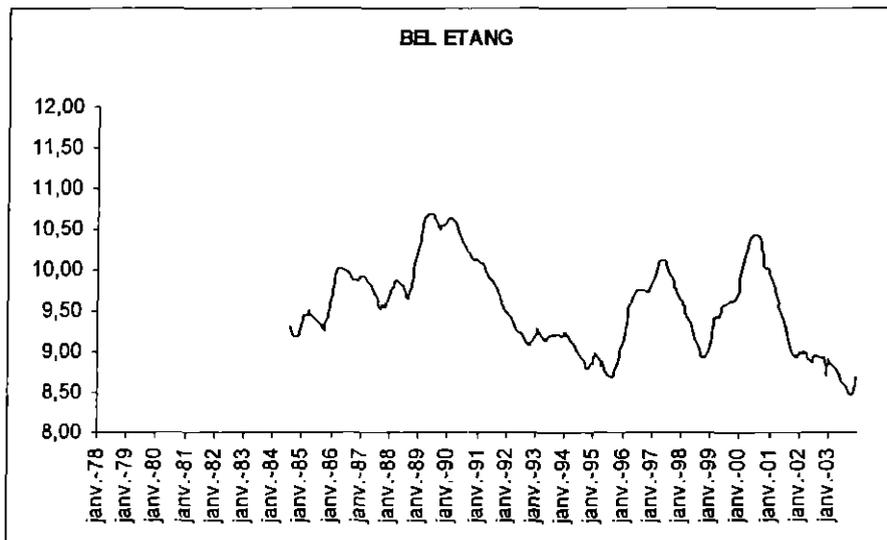
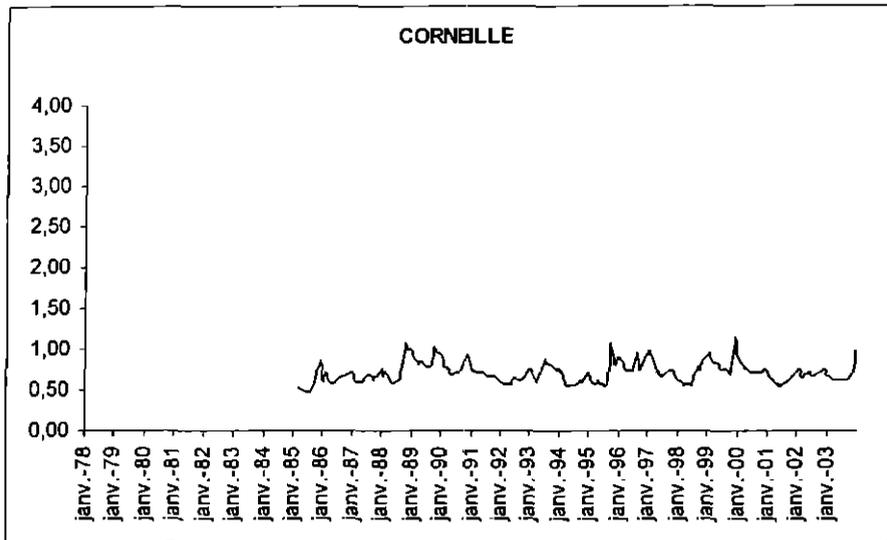
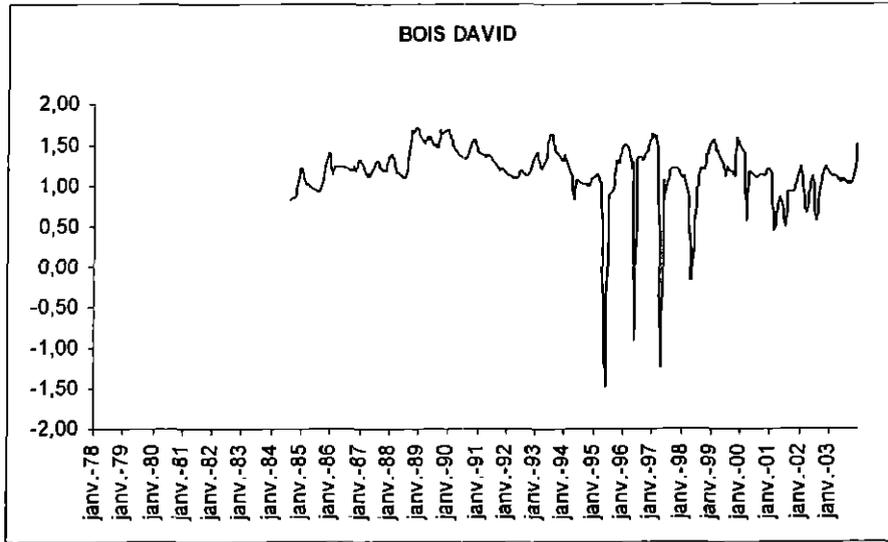
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



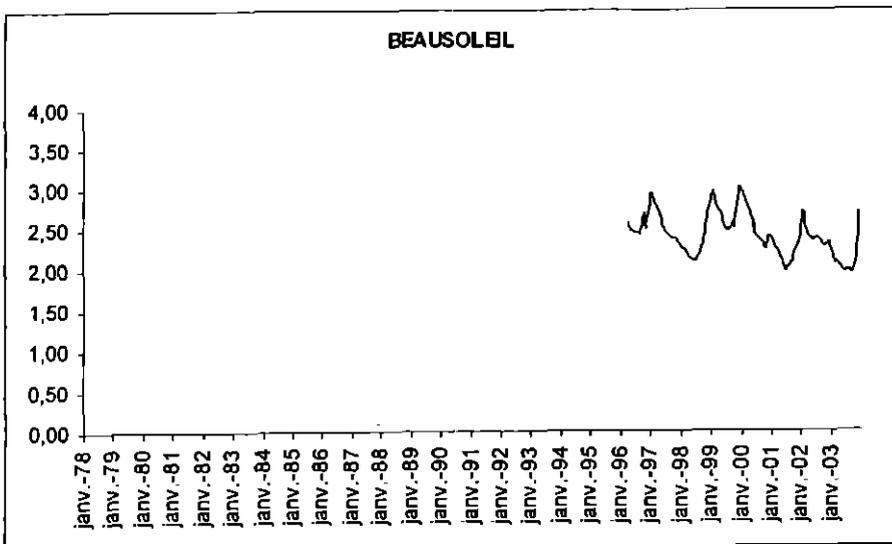
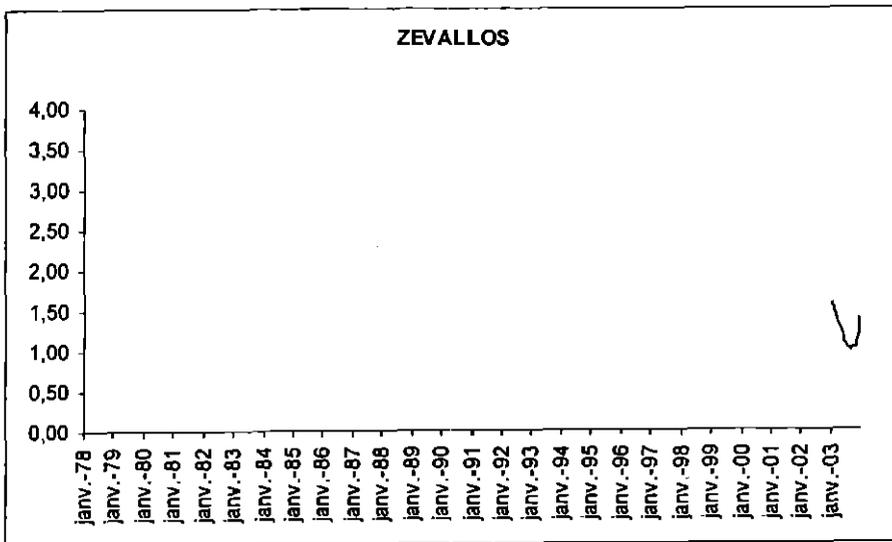
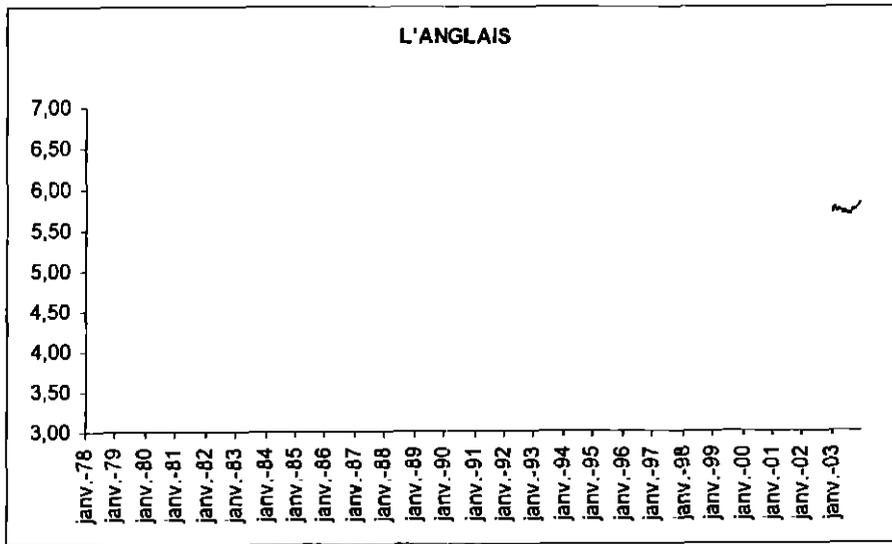
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



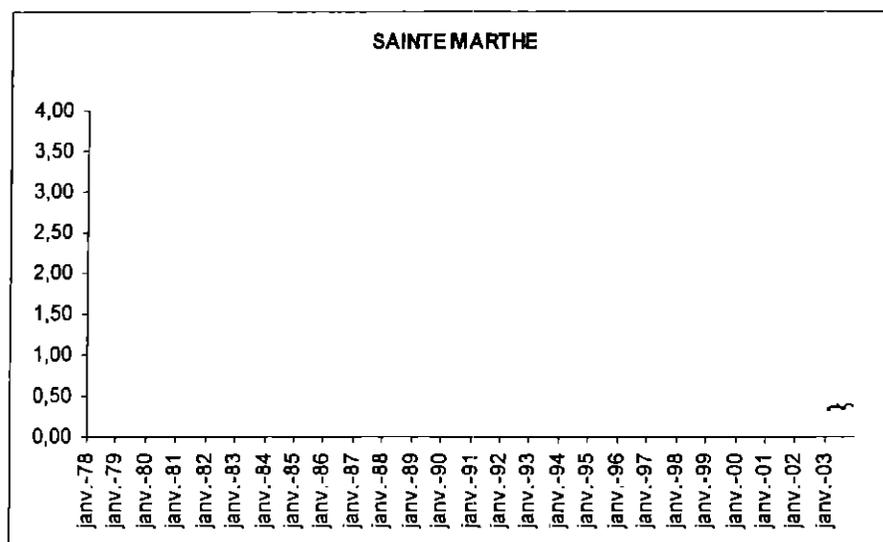
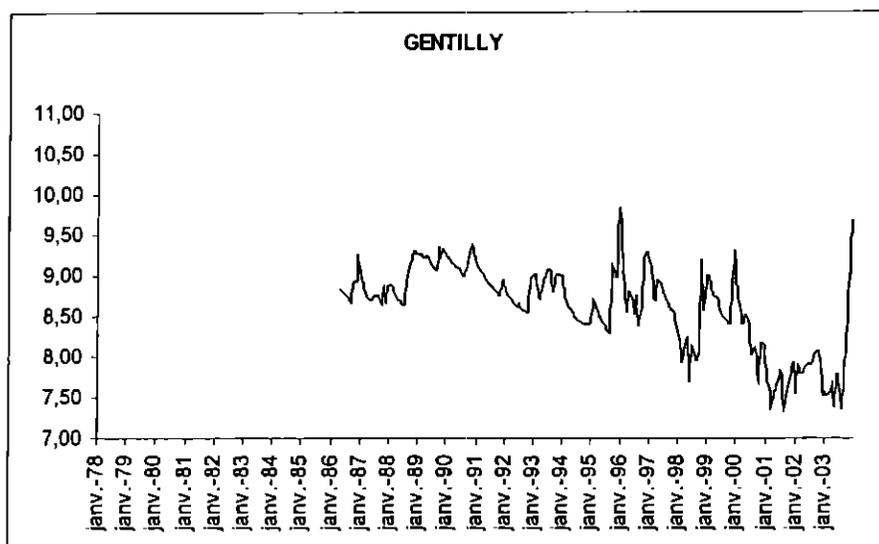
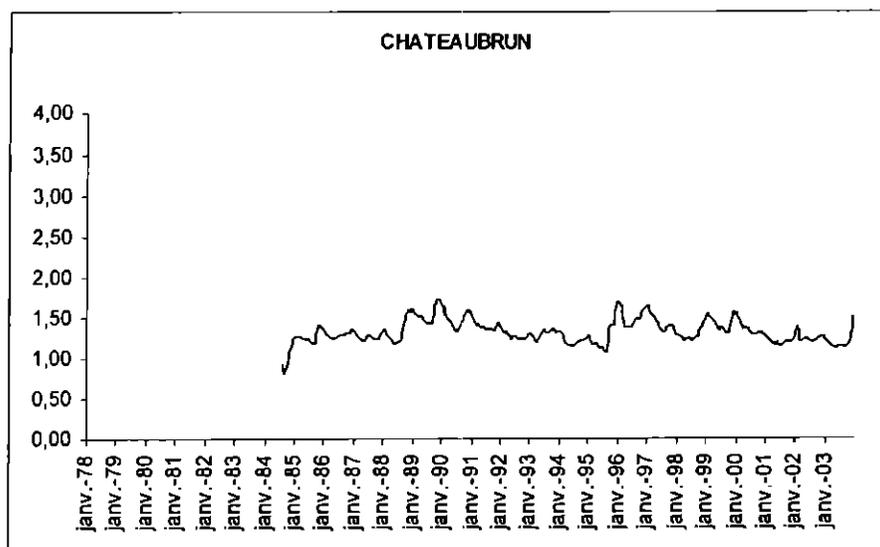
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



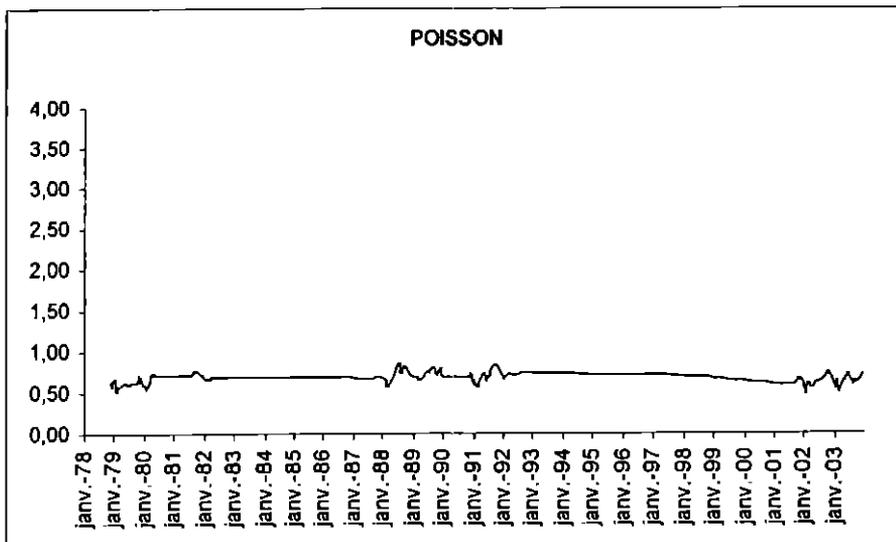
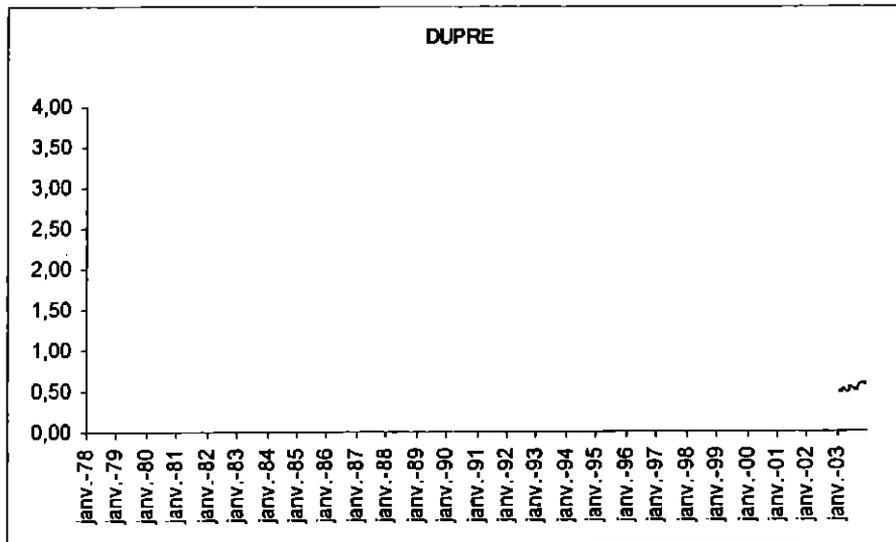
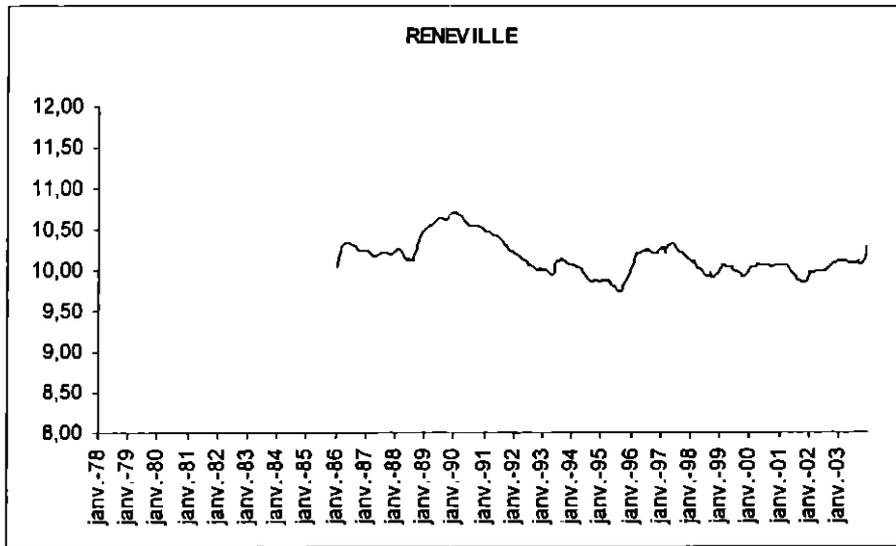
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



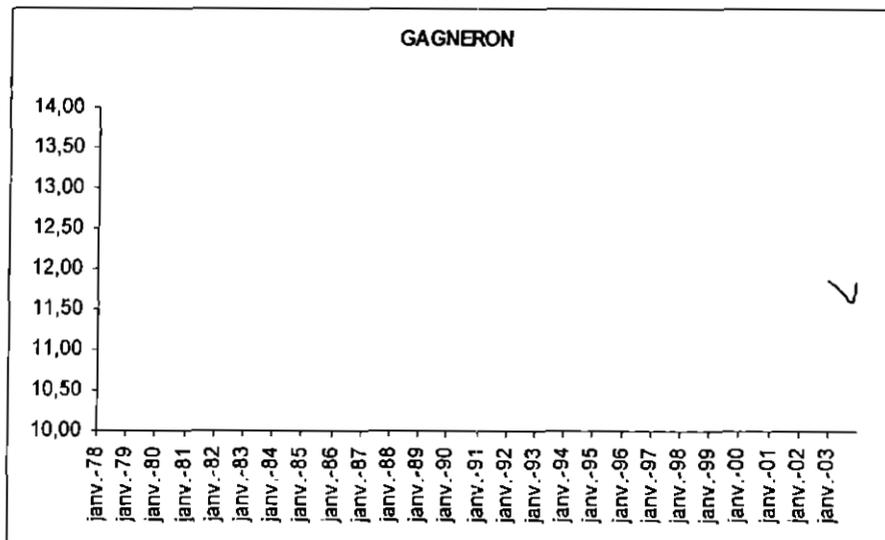
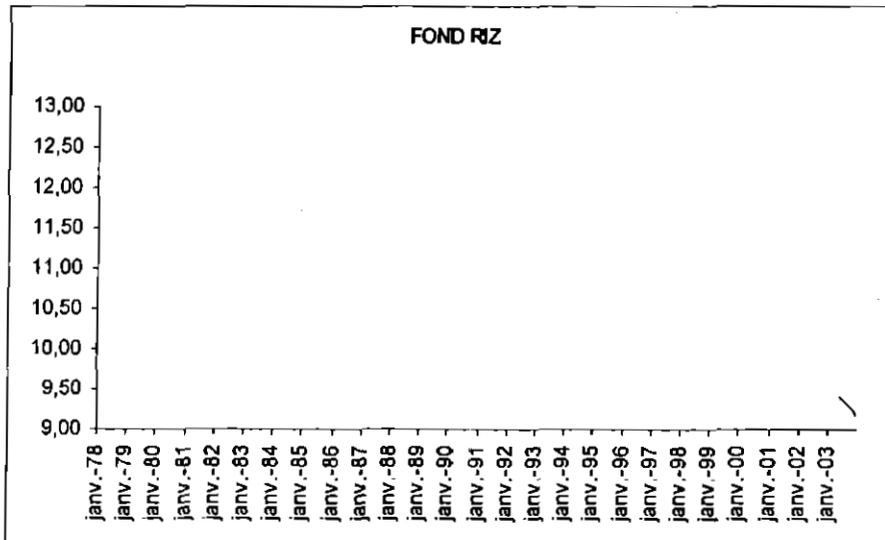
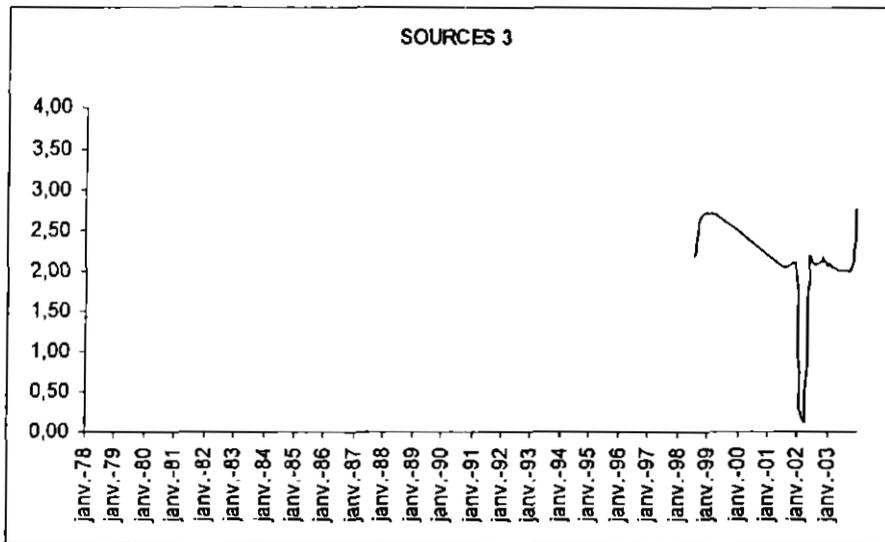
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



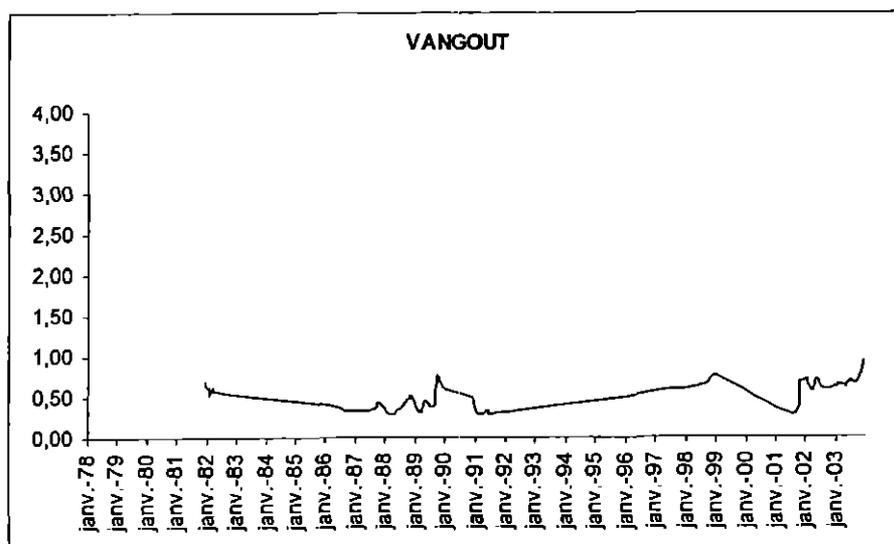
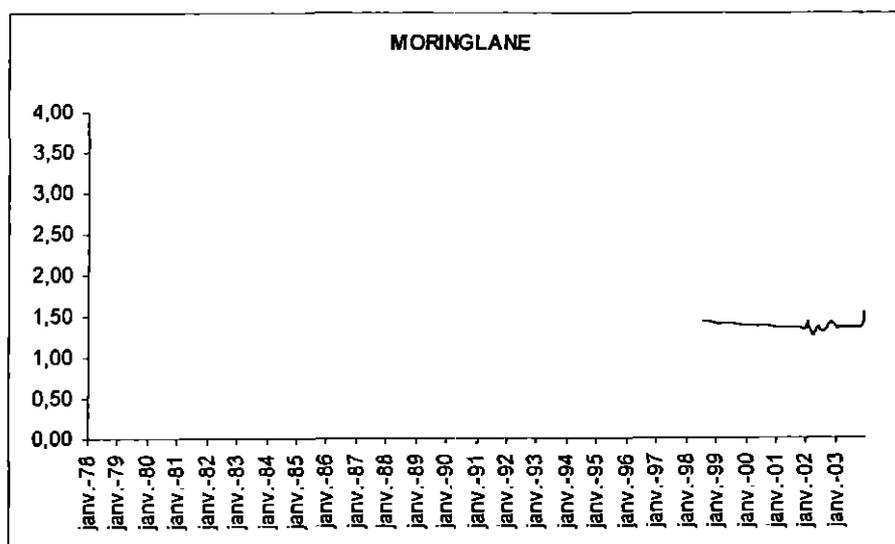
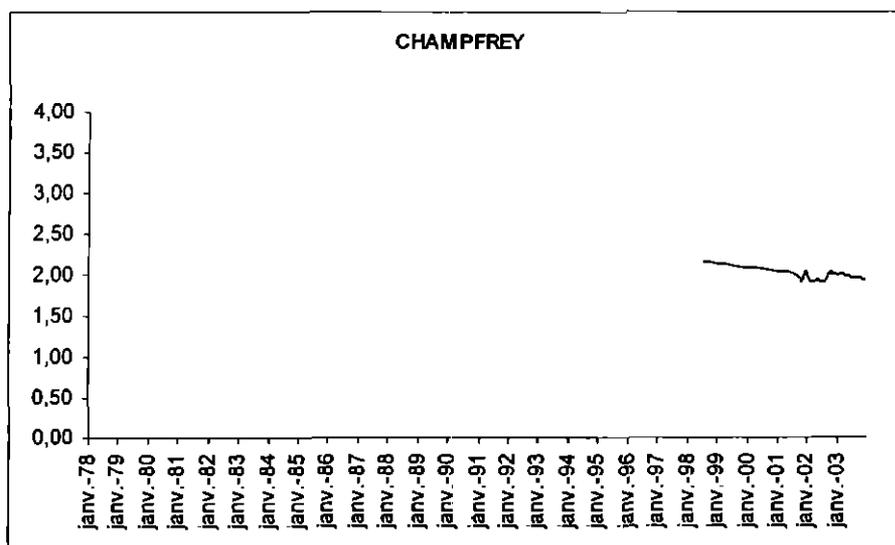
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



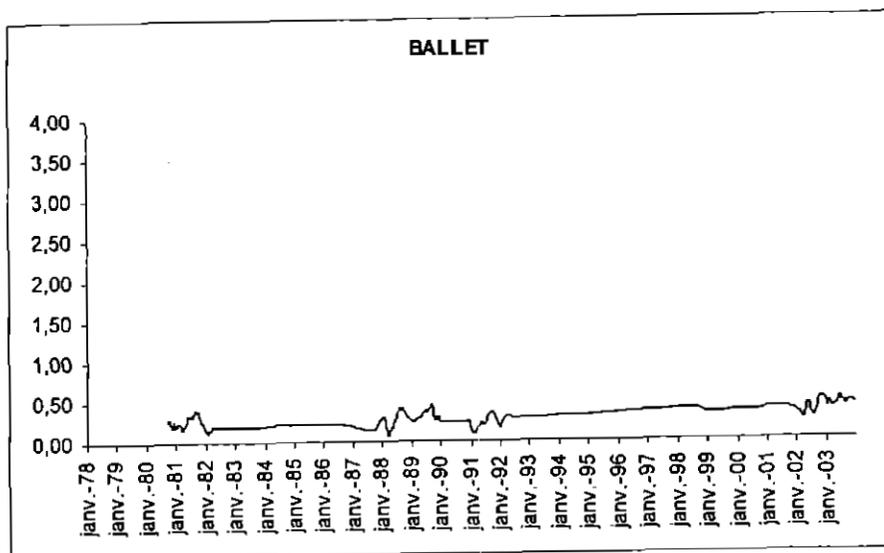
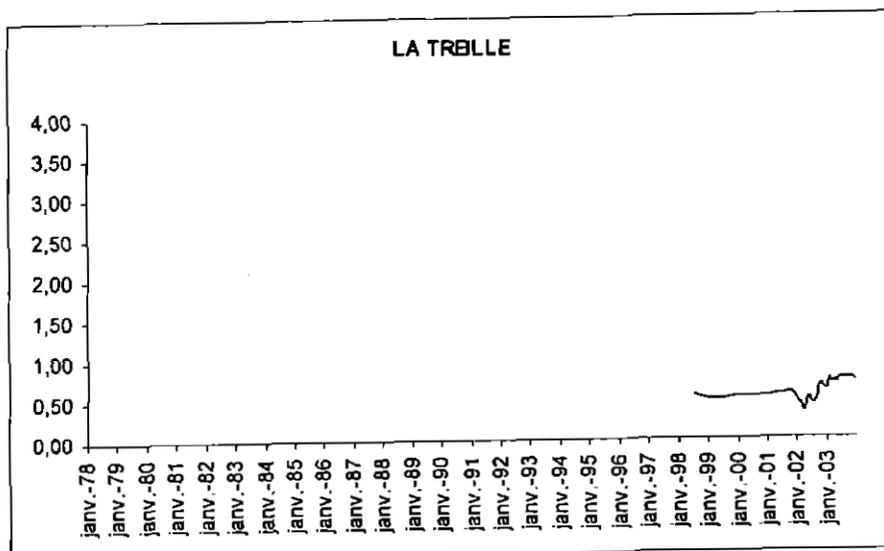
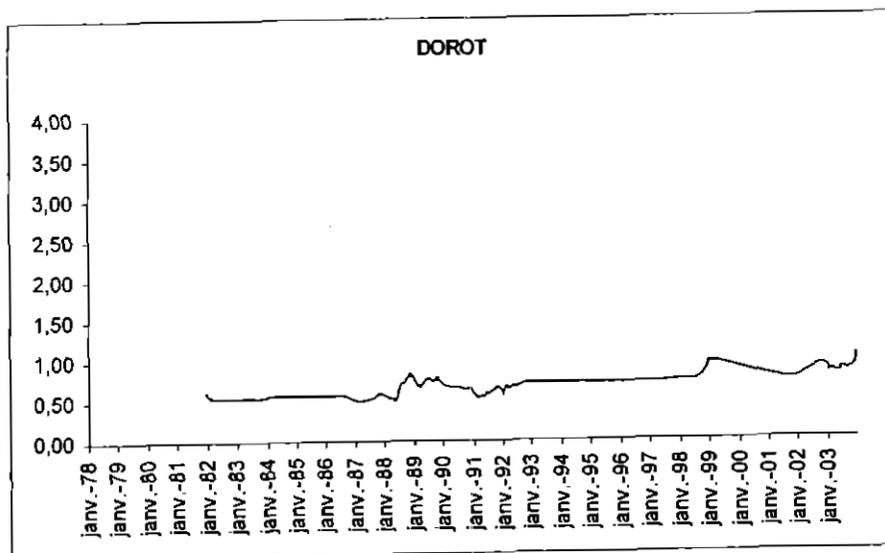
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



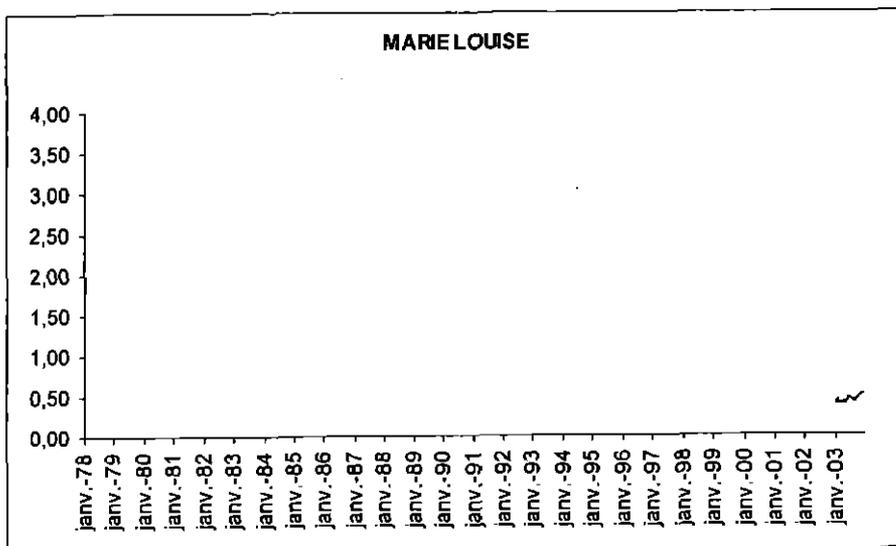
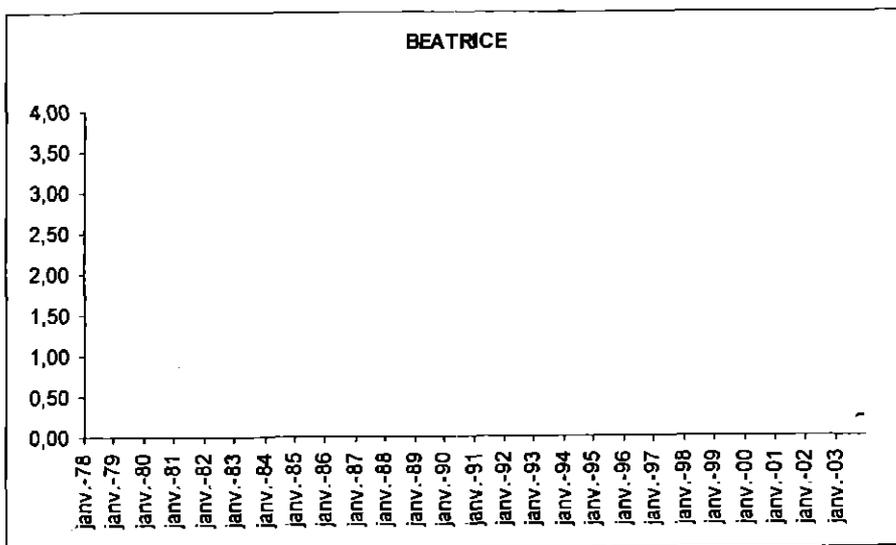
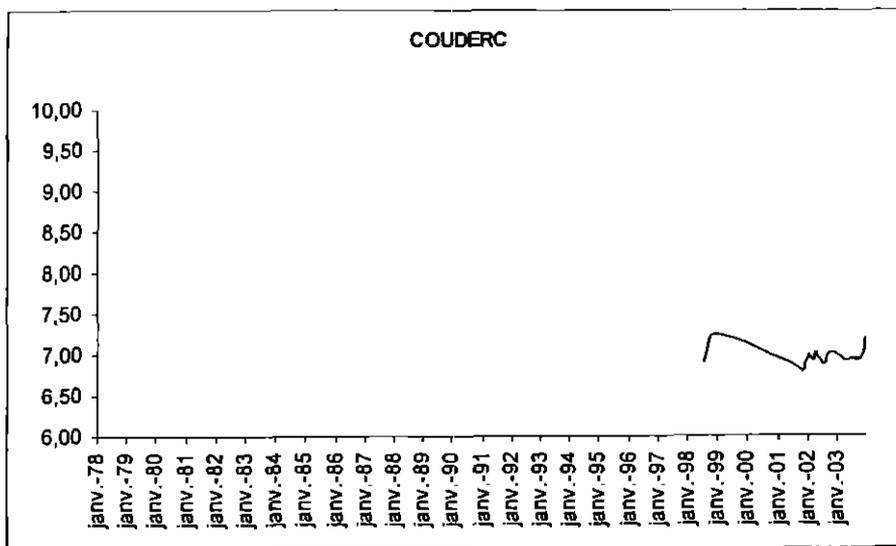
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



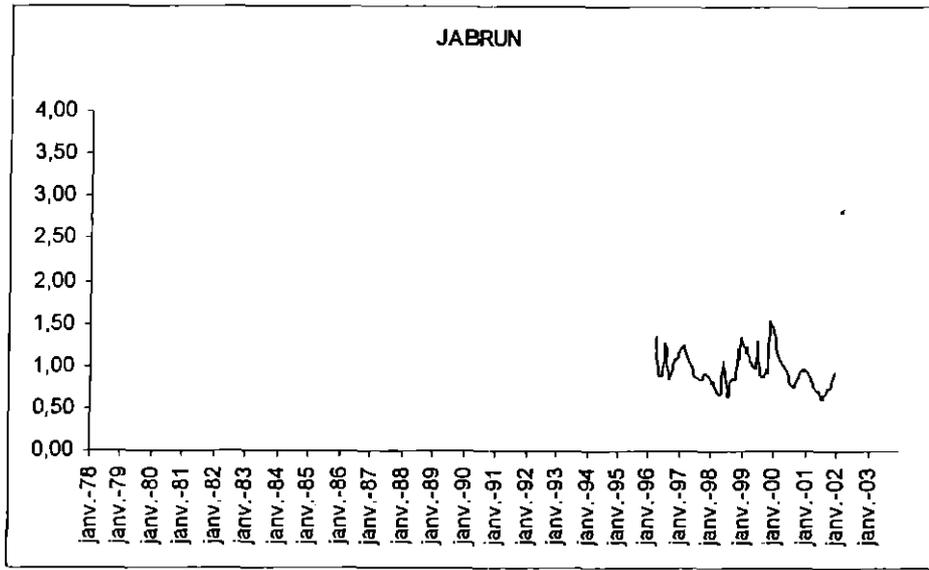
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

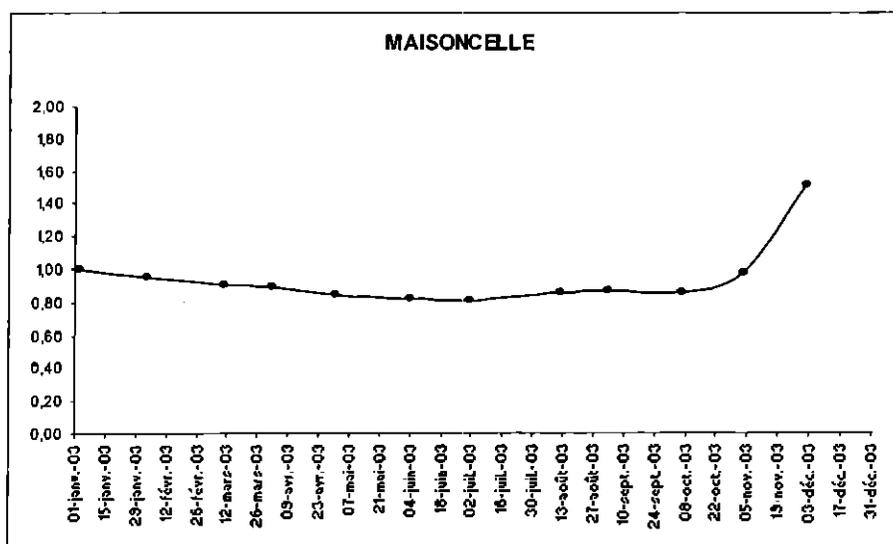
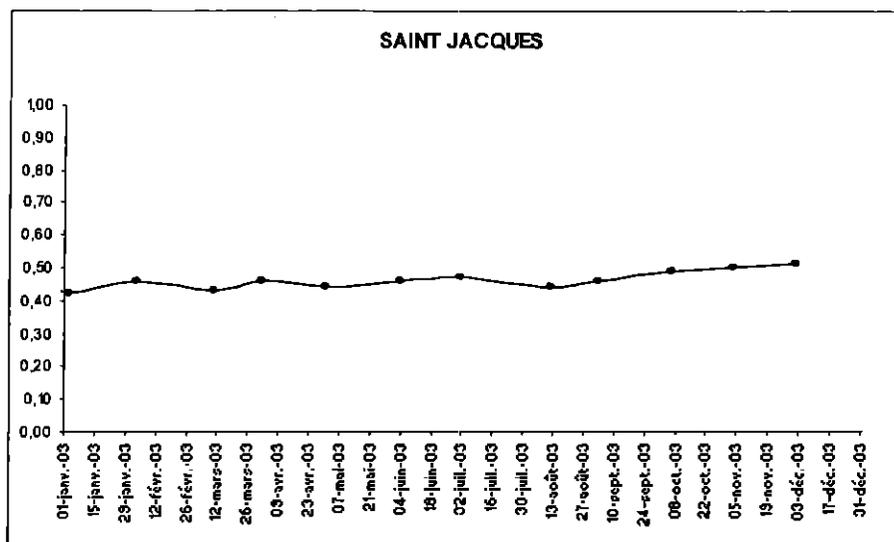
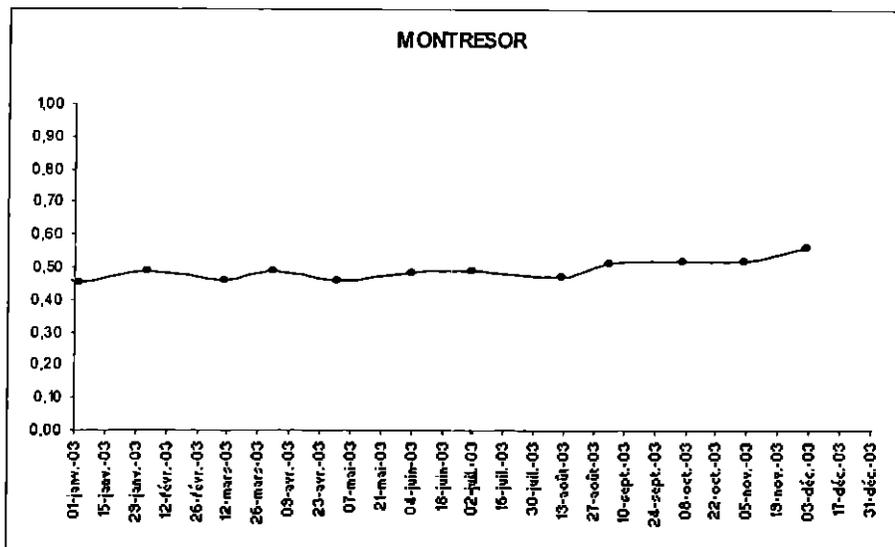


Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

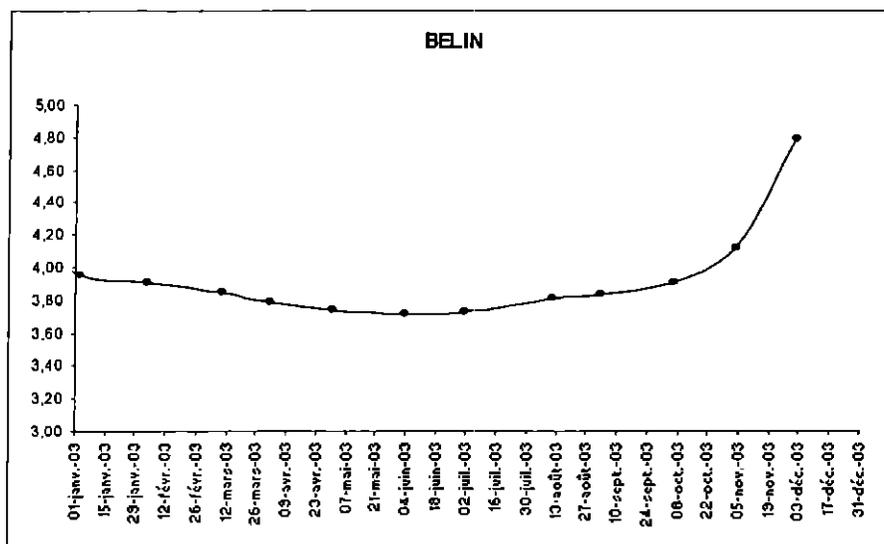
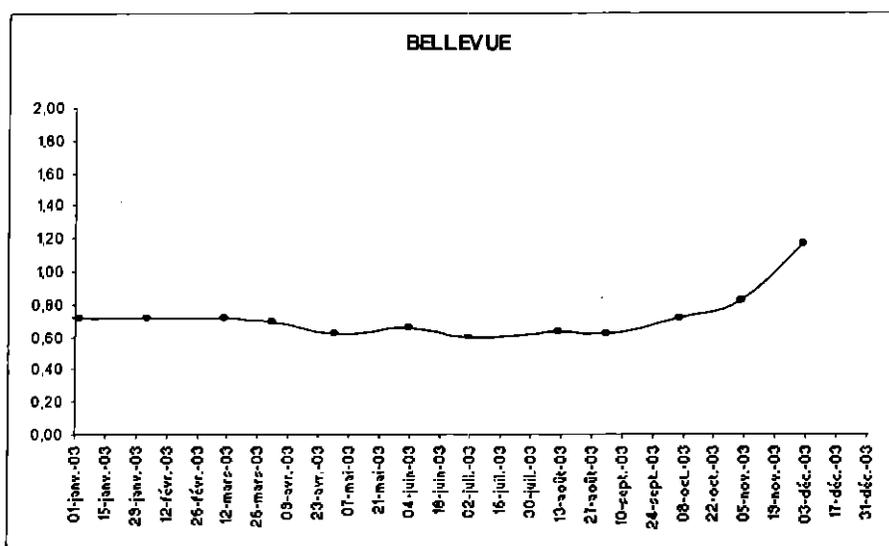
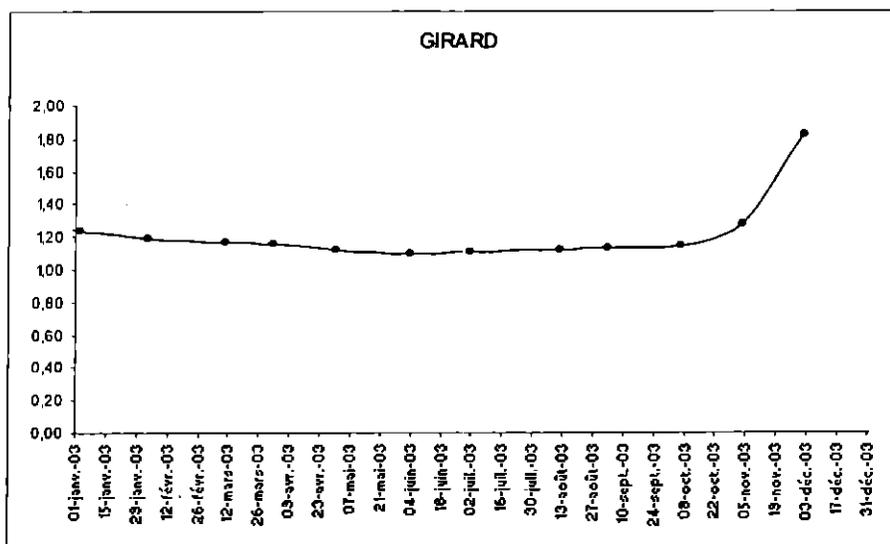


**Annexe 2 : Chroniques piézométriques 2003 de chaque ouvrage du réseau
(m NGG)**

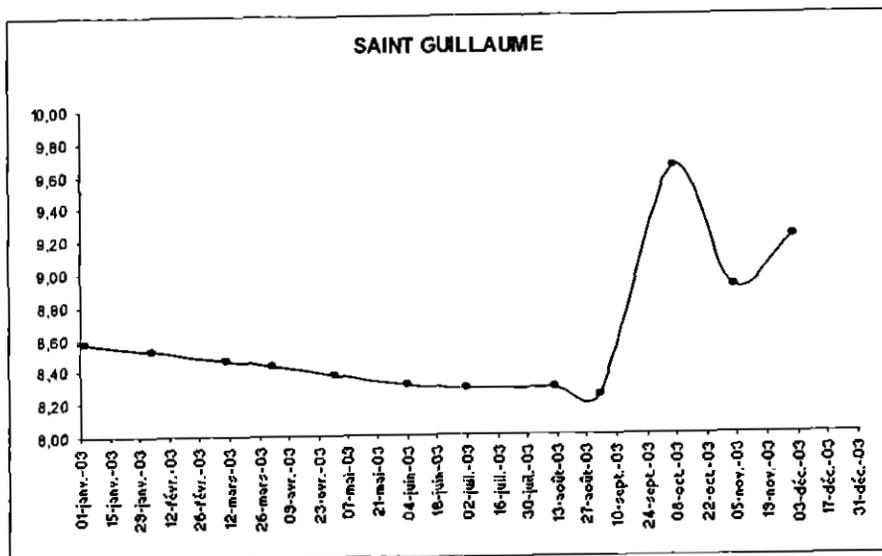
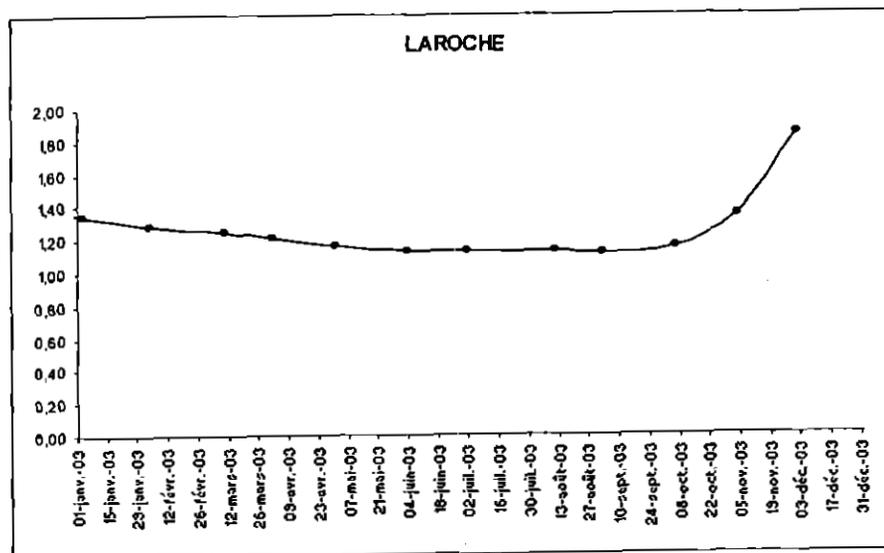
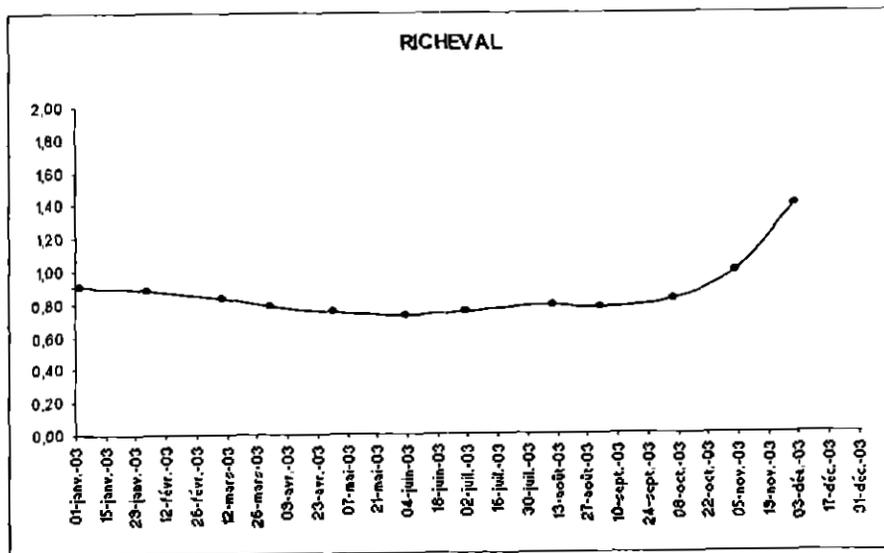
**Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003**



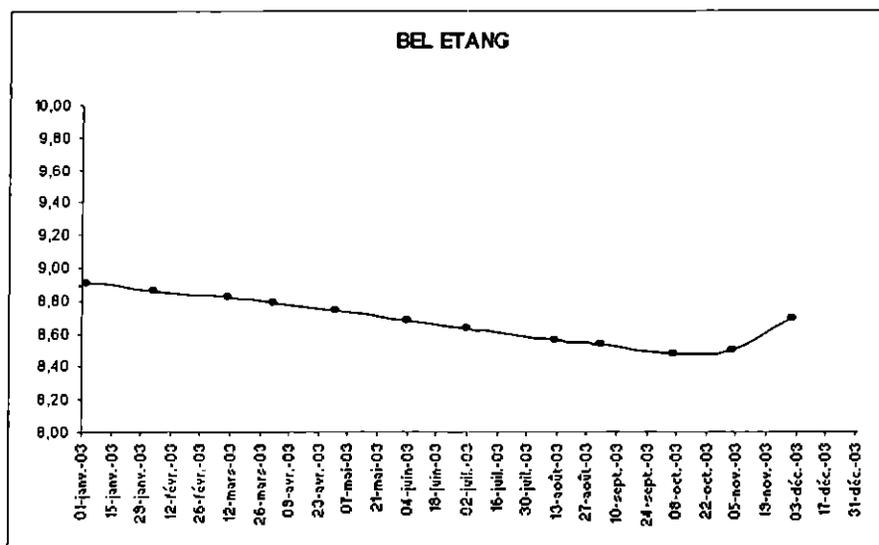
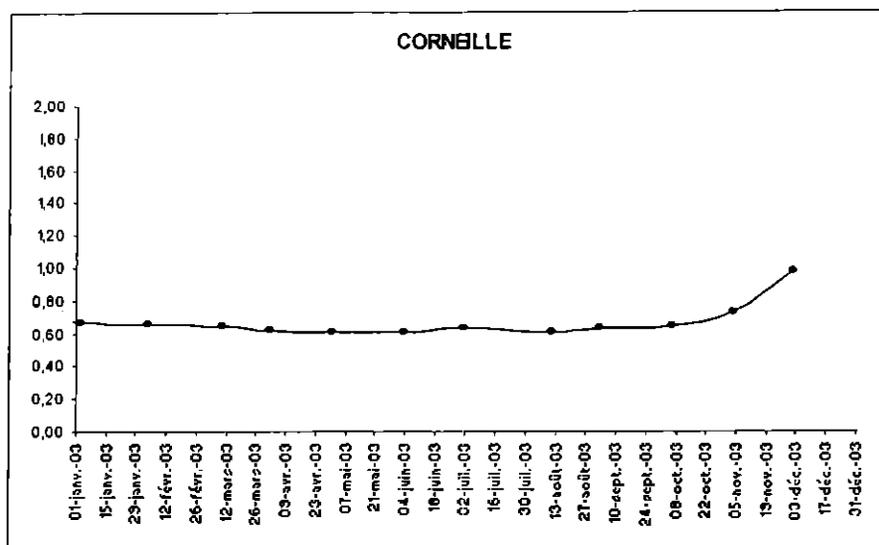
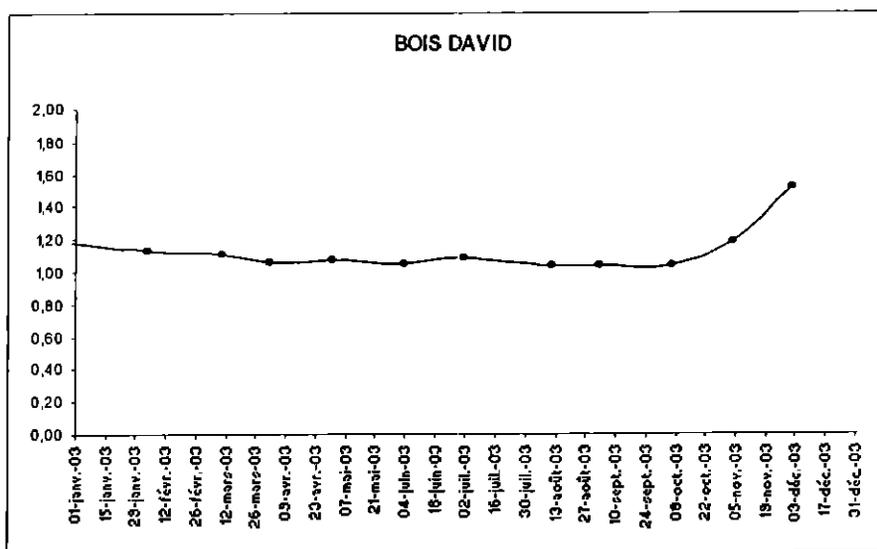
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



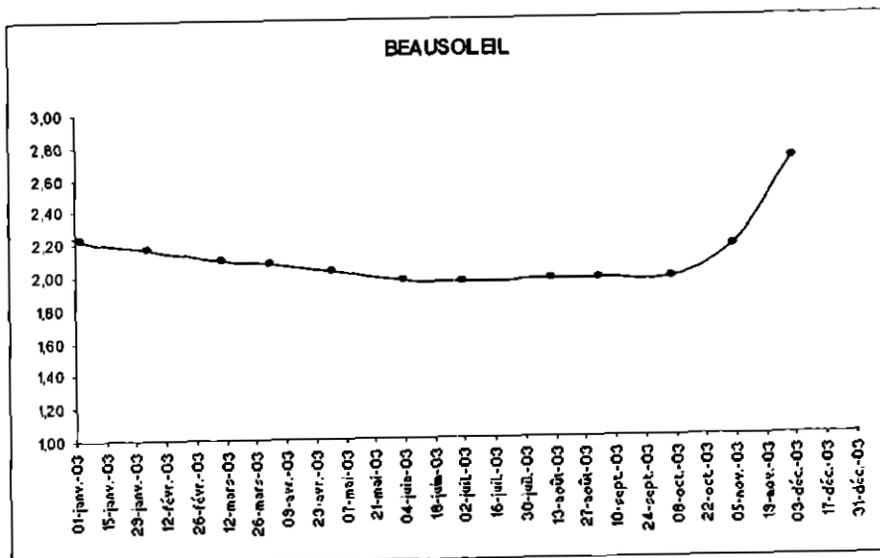
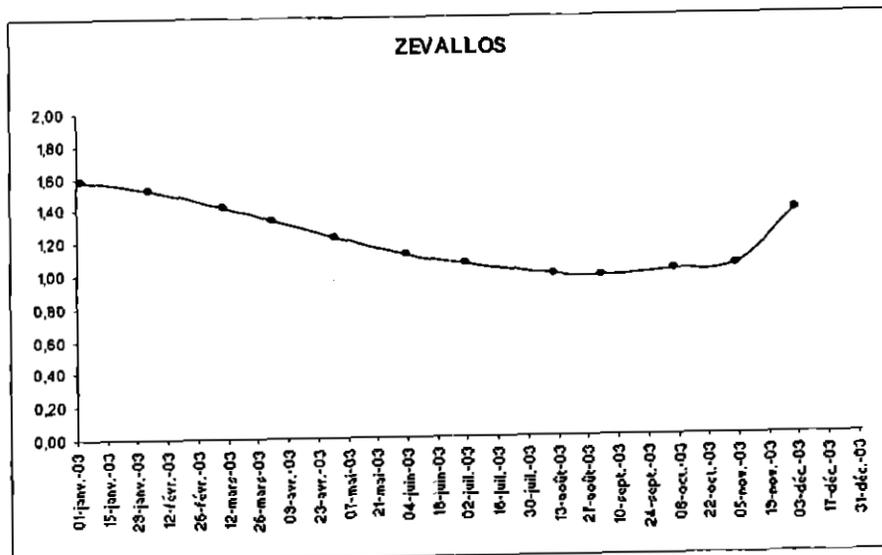
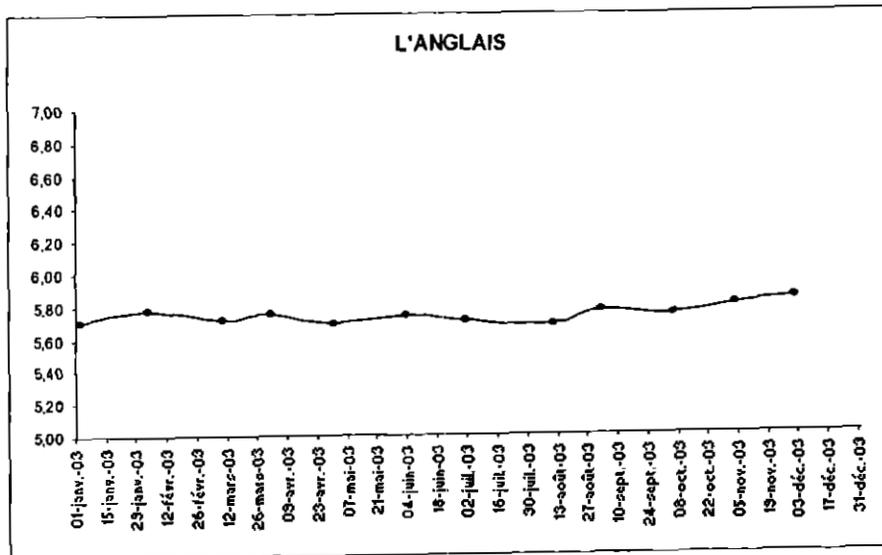
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



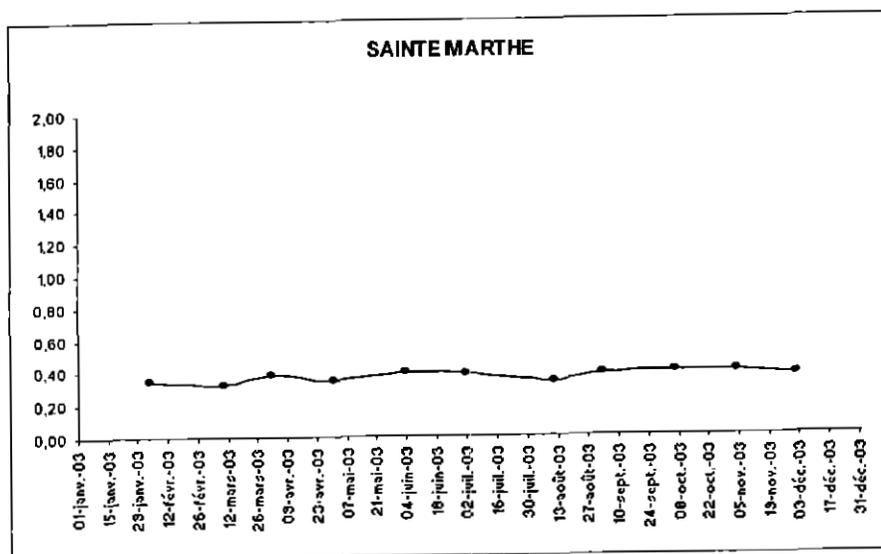
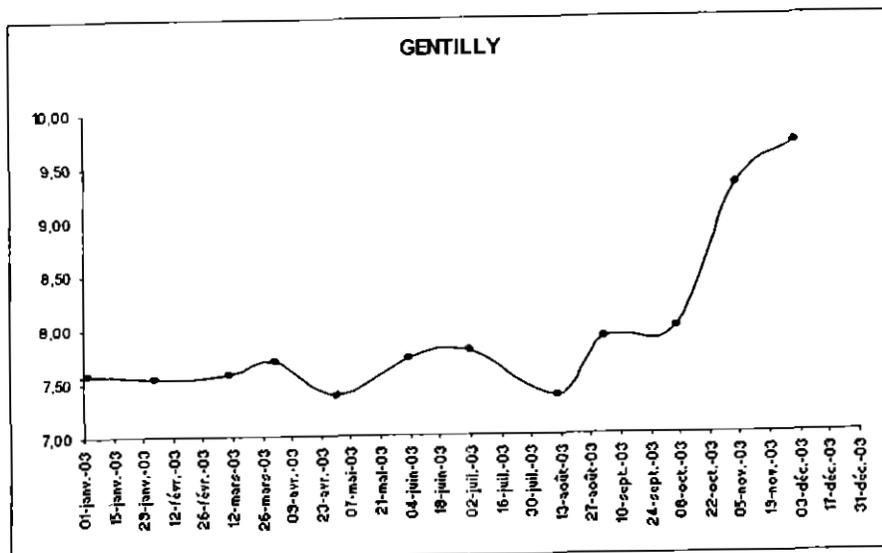
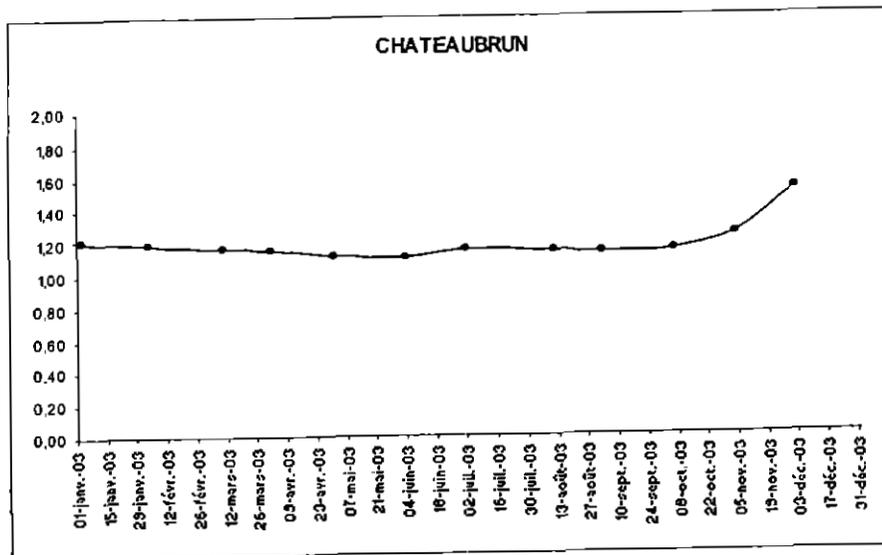
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



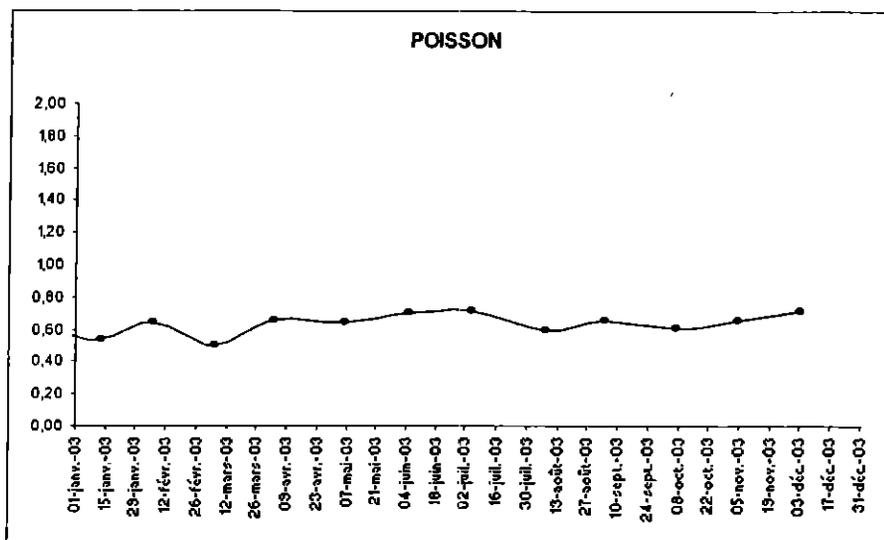
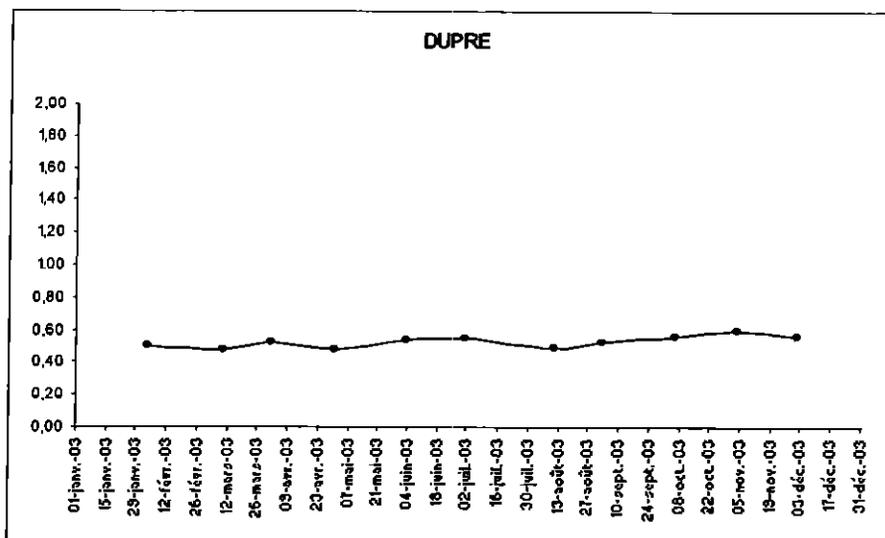
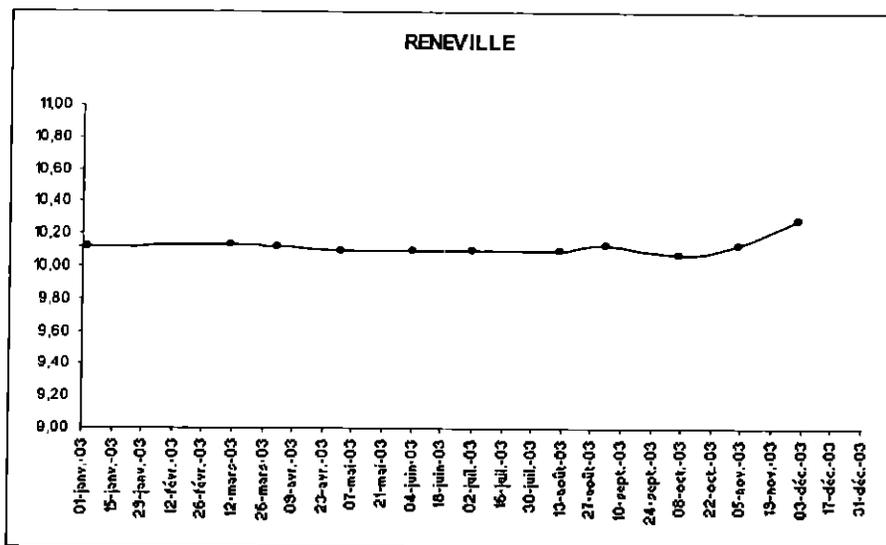
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



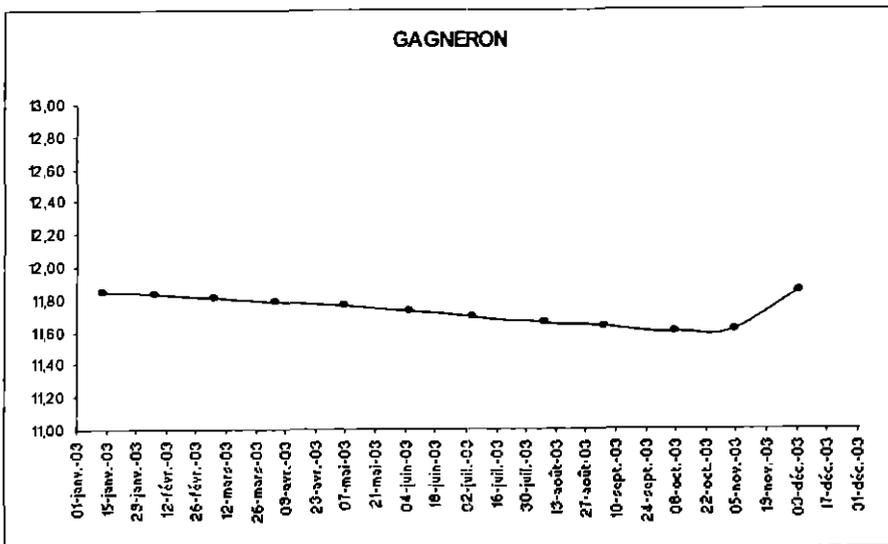
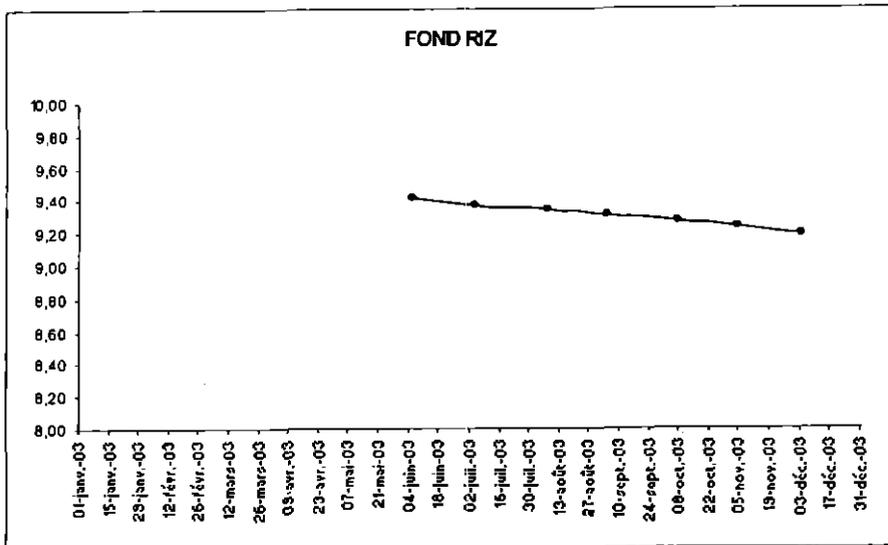
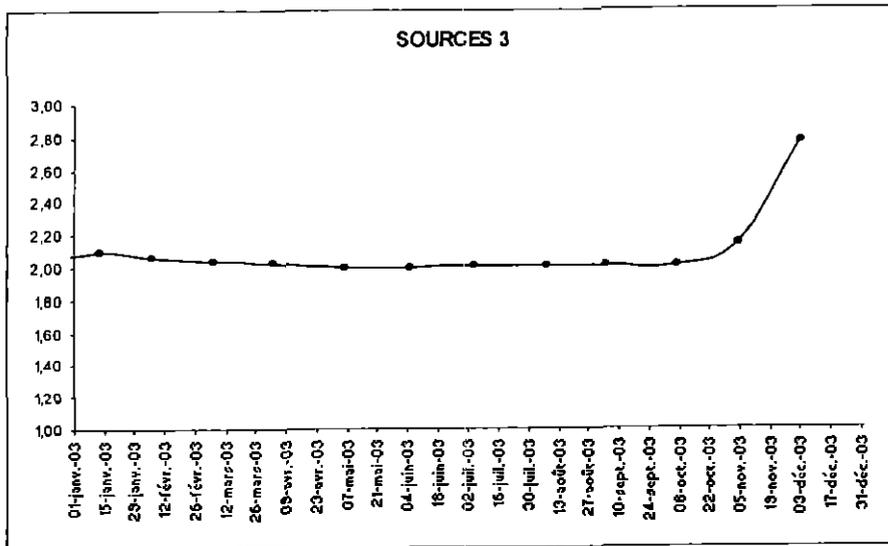
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



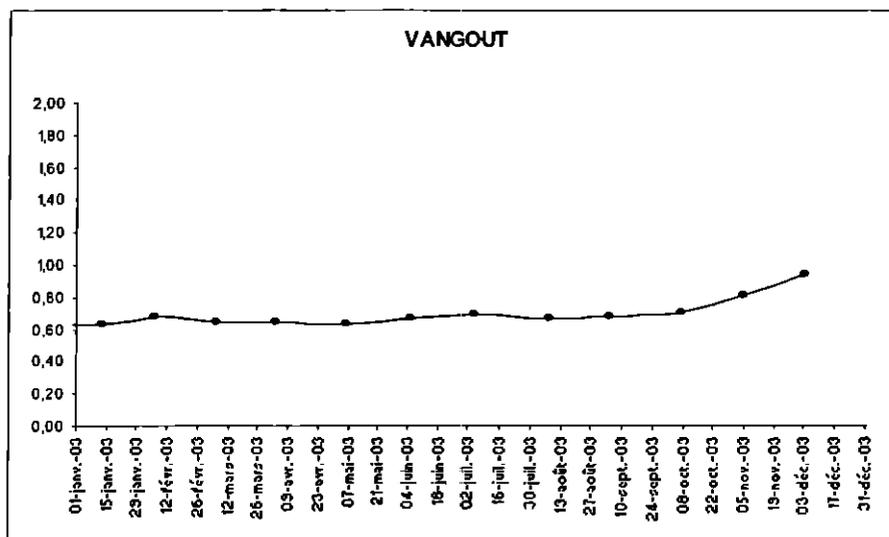
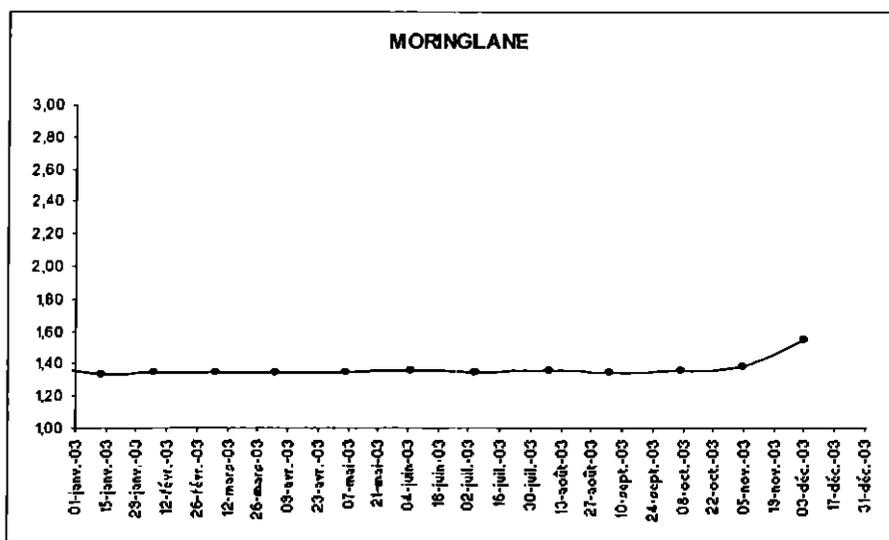
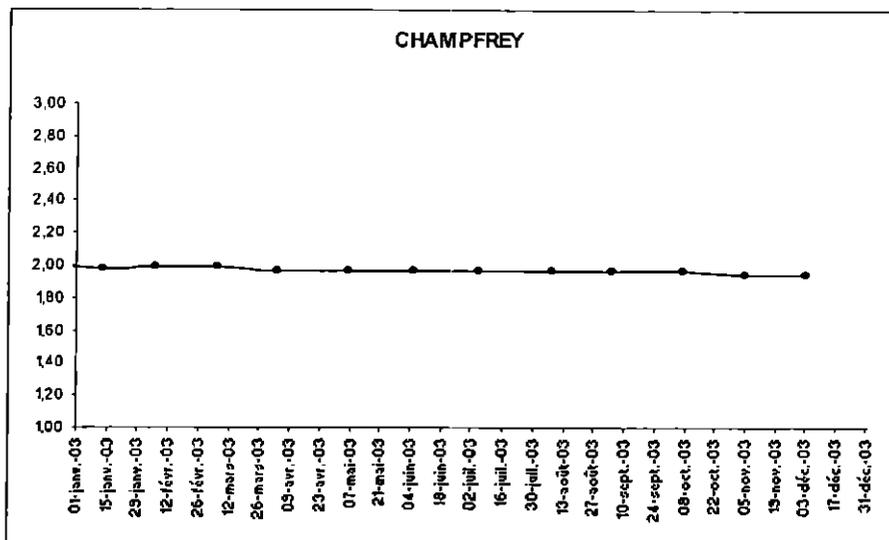
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



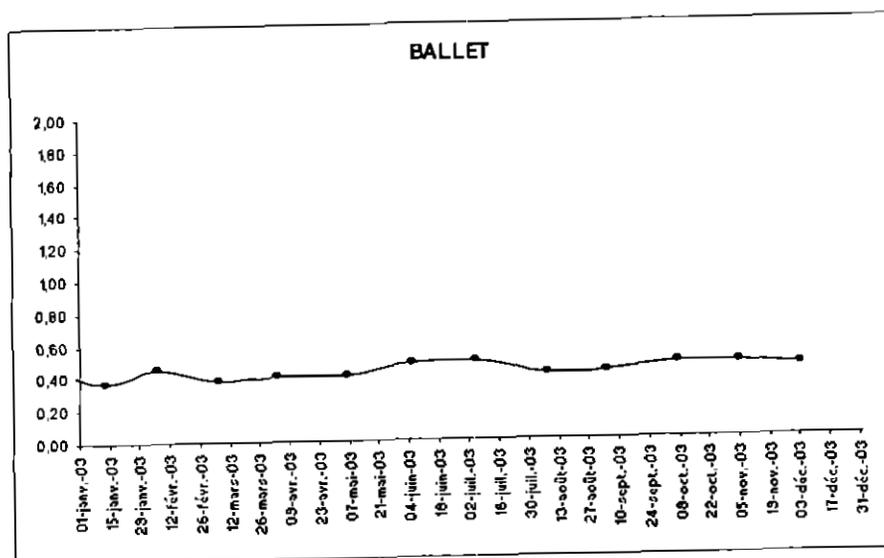
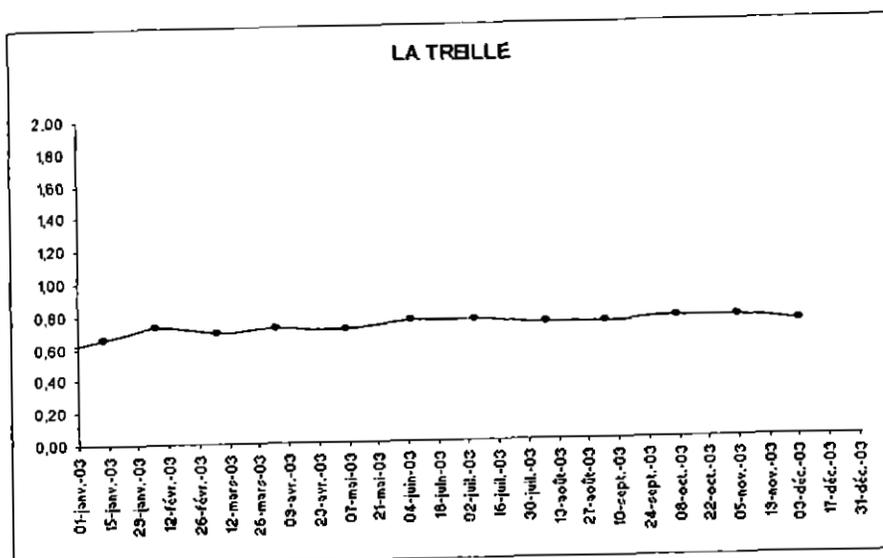
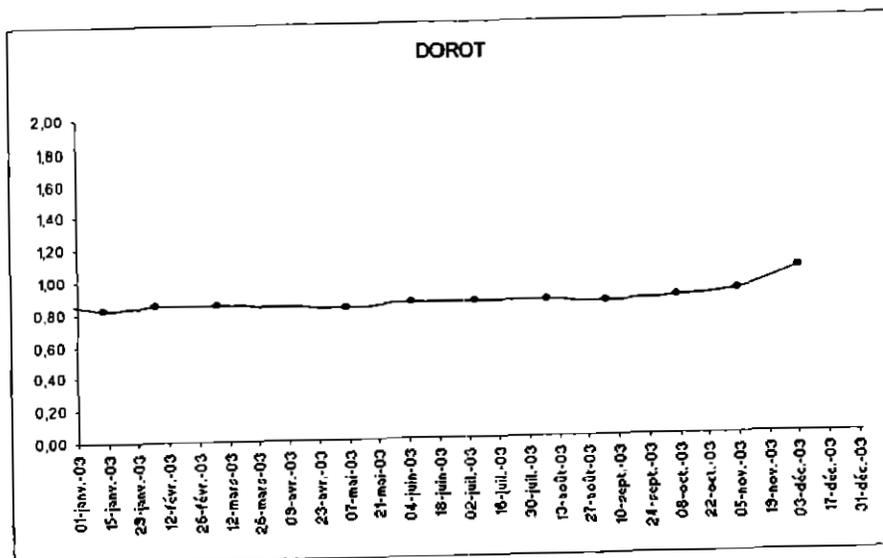
*Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003*



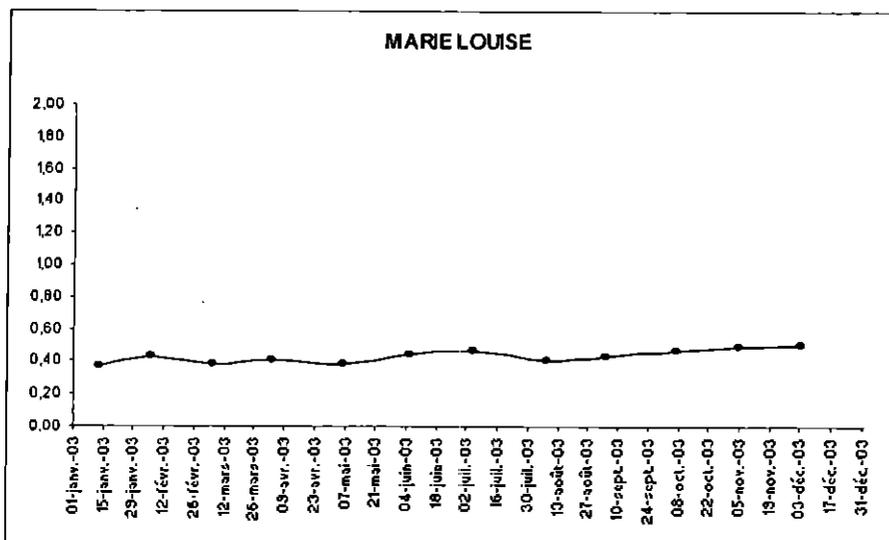
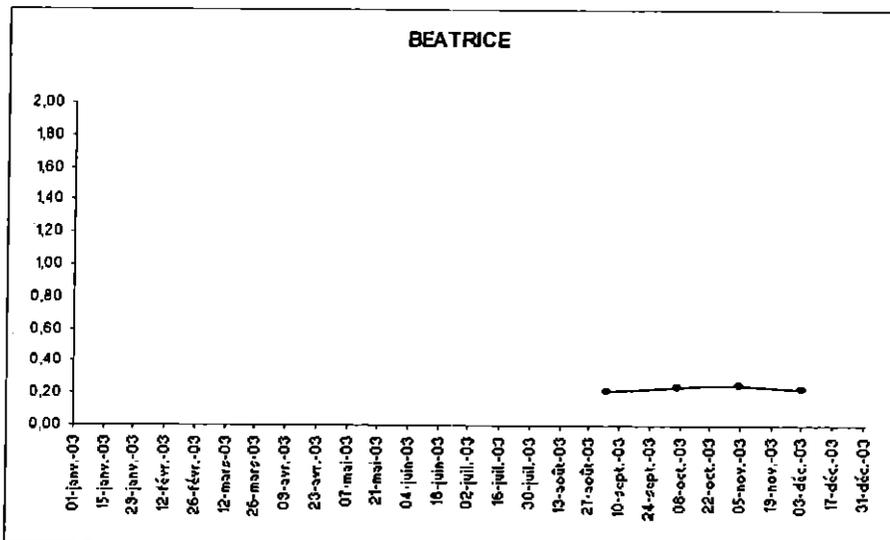
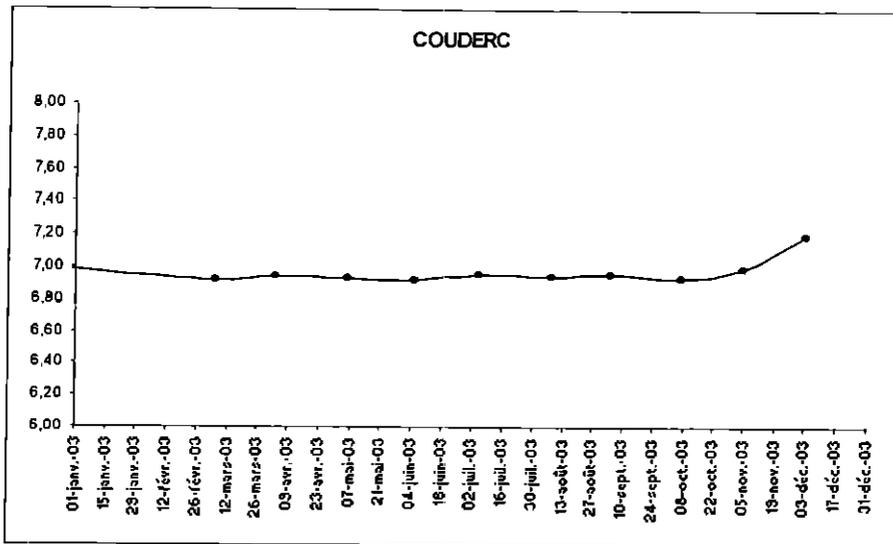
Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003



Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

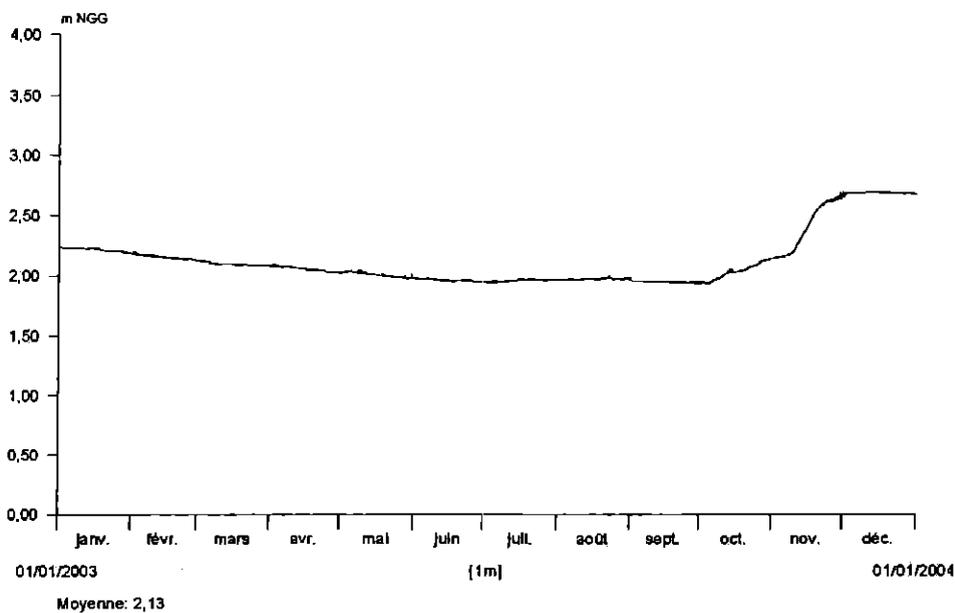


**Annexe 3 : Chroniques piézométriques 2003 des ouvrages automatisés du
réseau**

Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

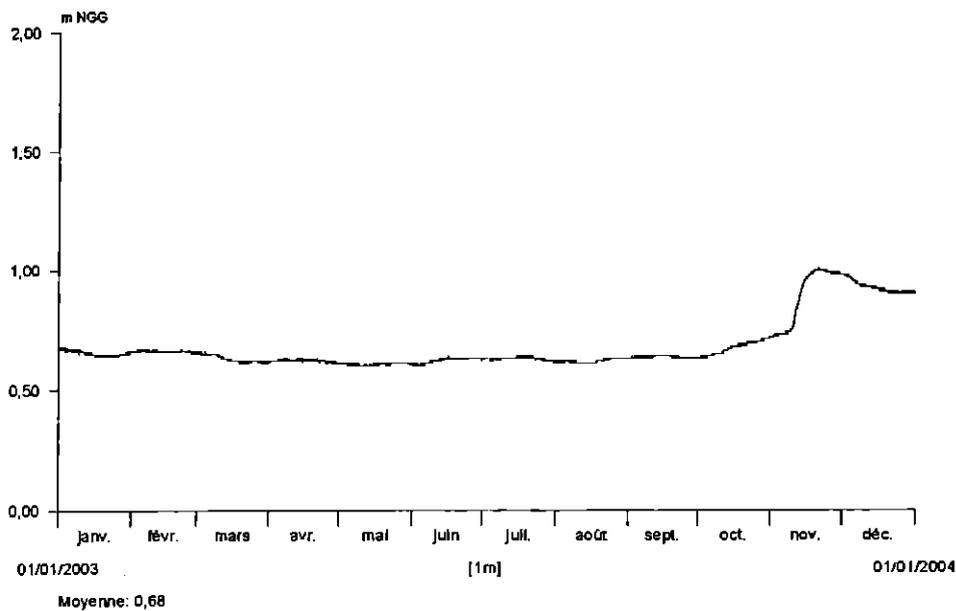
Région: Grands-Fonds
Mesures individuelles

Station: Beausoleil
Capteur: Côte Piézométrique



Région: Plateaux de l'Est
Mesures individuelles

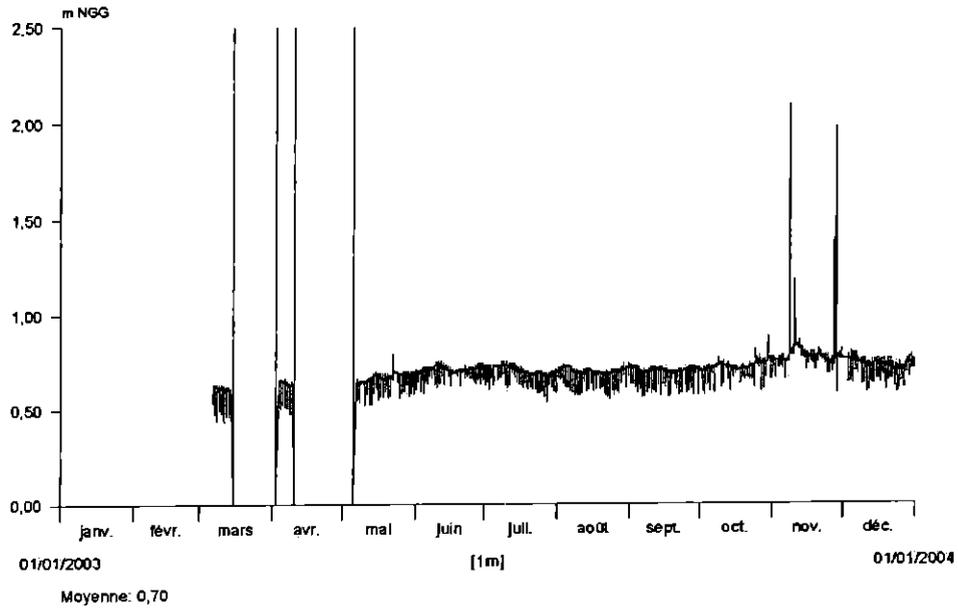
Station: Corneille
Capteur: Côte piézométrique



Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

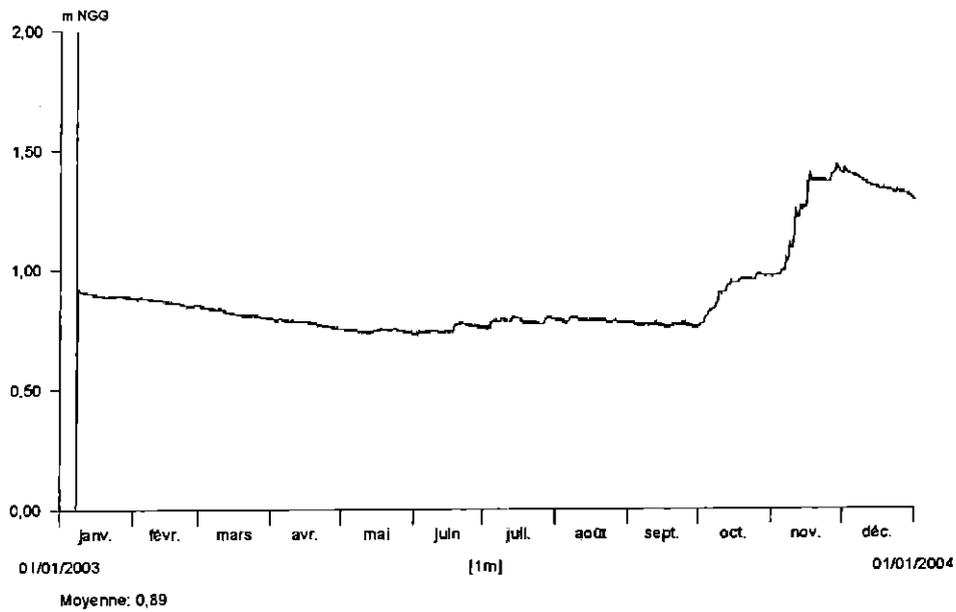
Région: Marie-Galante
Mesures individuelles

Station: Poisson
Capteur: Côte piézométrique



Région: Plaine des Grippons
Mesures individuelles

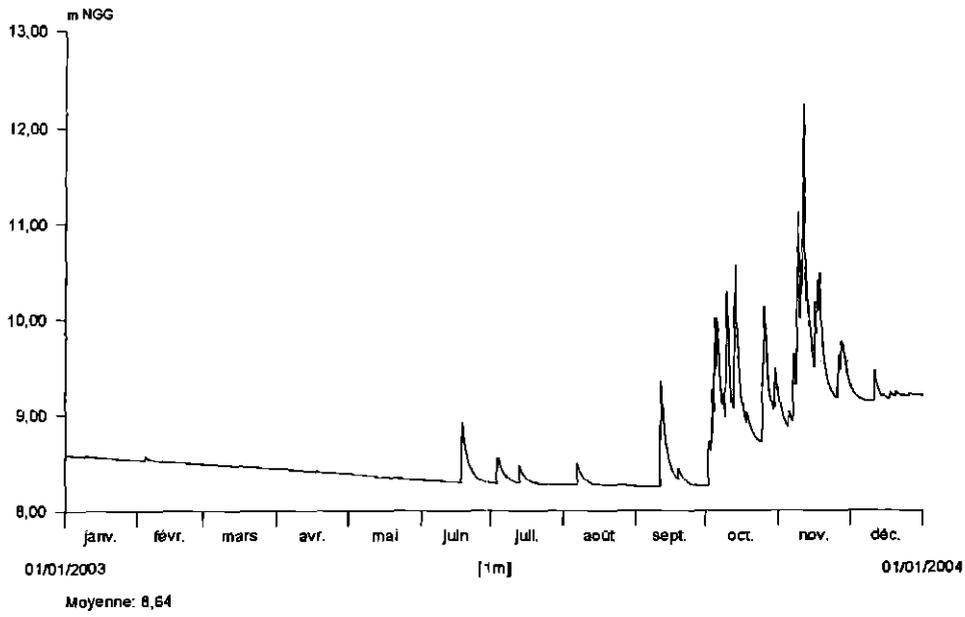
Station: Richeval
Capteur: Côte piézométrique



Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

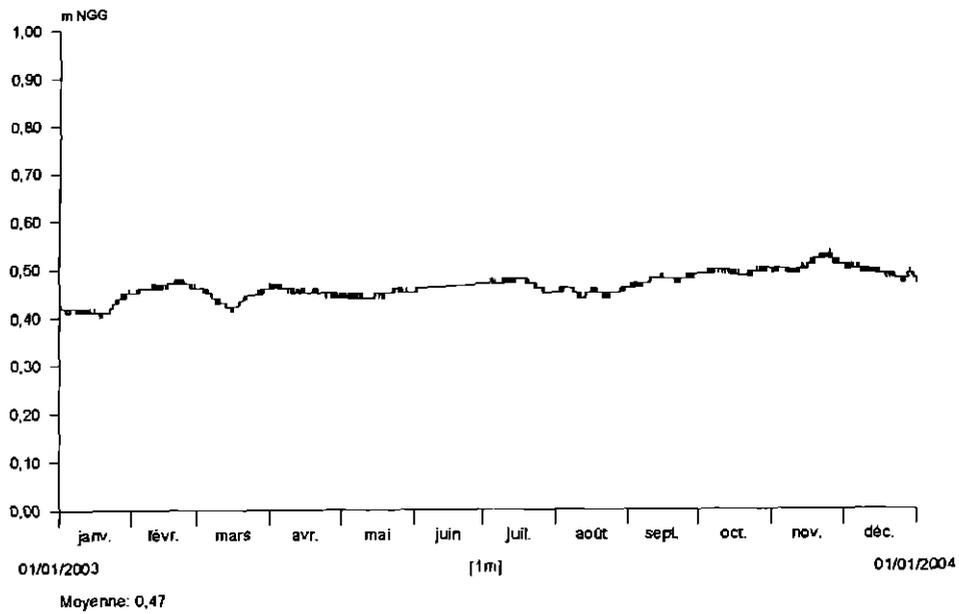
Région: Plateaux de l'Est
Mesures individuelles

Station: Saint Guillaume
Capteur: Côte piézométrique



Région: Plateaux du Nord
Mesures individuelles

Station: Saint Jacques
Capteur: Côte piézométrique

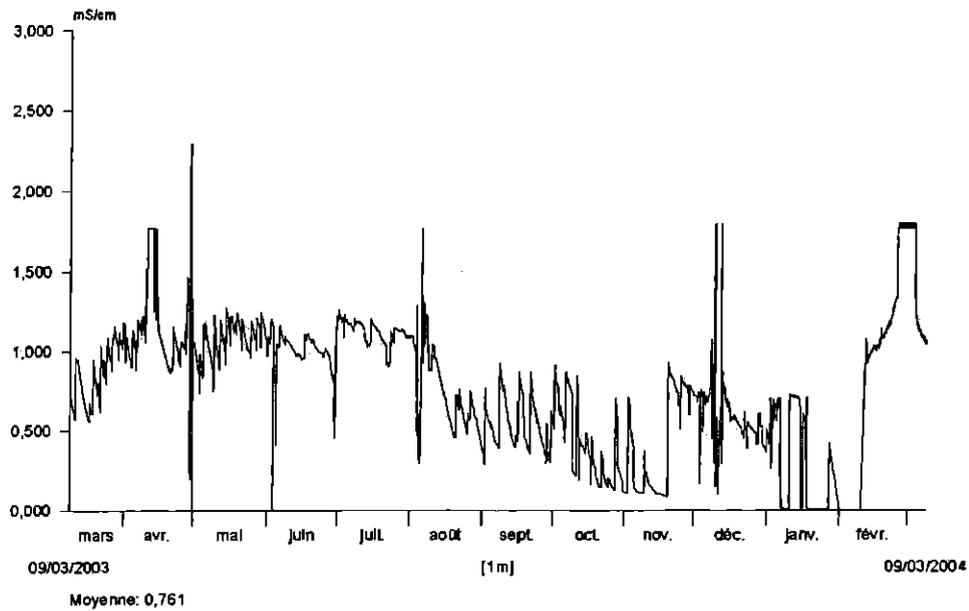


**Annexe 4 : Chroniques conductivité 2003 des ouvrages automatisés du
réseau**

Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

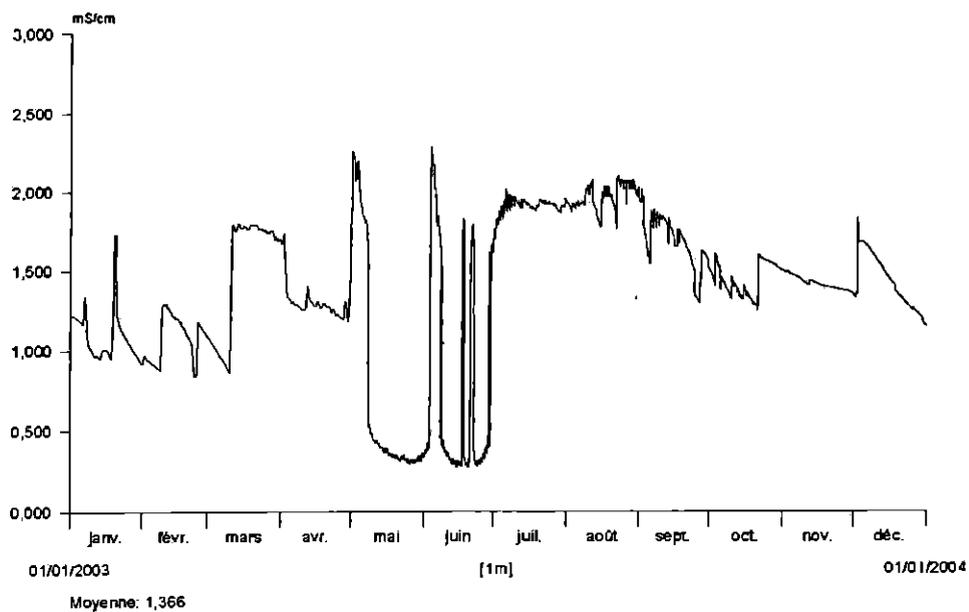
Région: Grands-Fonds
Mesures individuelles

Station: Beausoleil
Capteur: Conductivité



Région: Plateaux de l'Est
Mesures individuelles

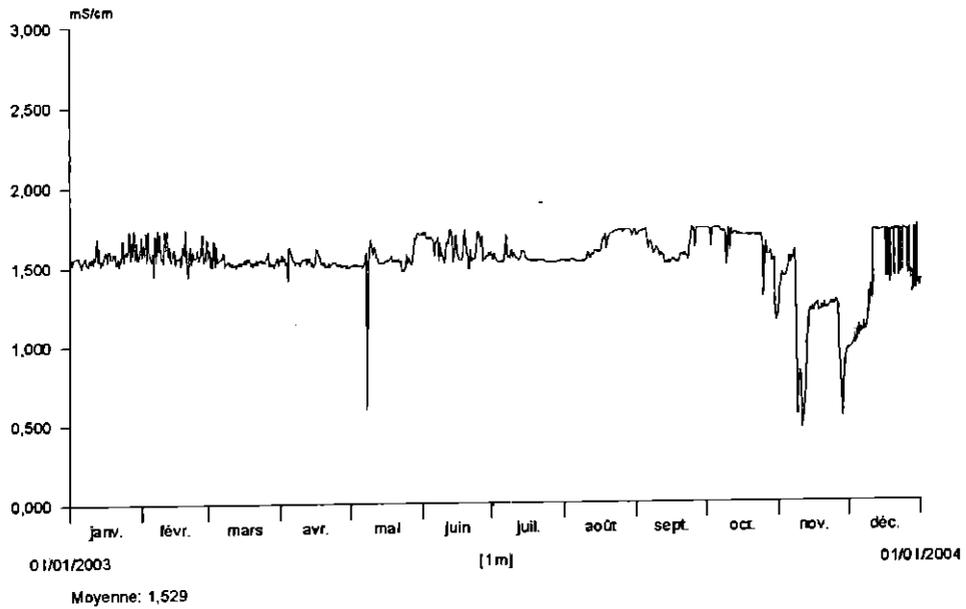
Station: Corneille
Capteur: Conductivité



Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

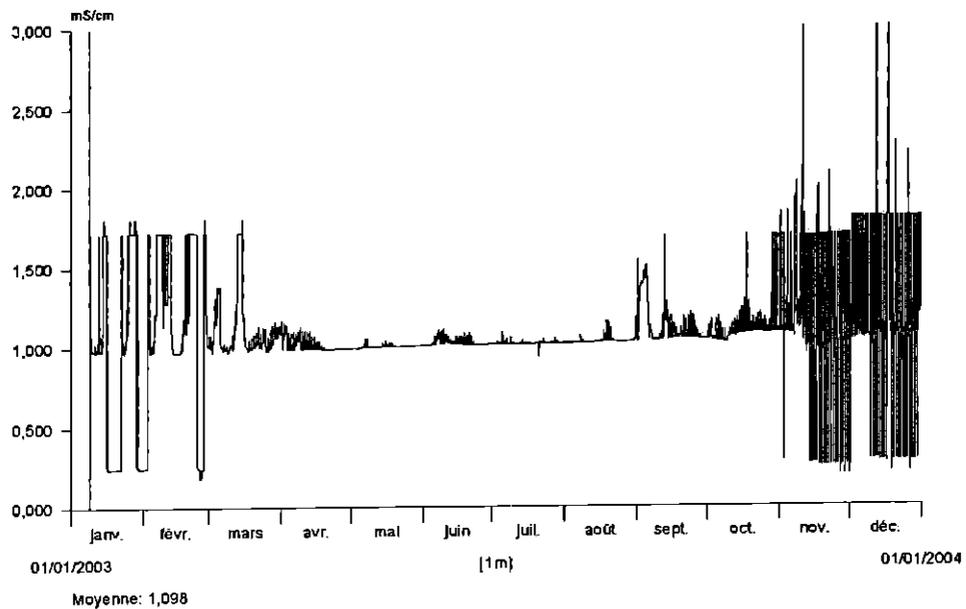
Région: Marie-Galante
Mesures individuelles

Station: Poisson
Capteur: Conductivité



Région: Plaine des Grippons
Mesures individuelles

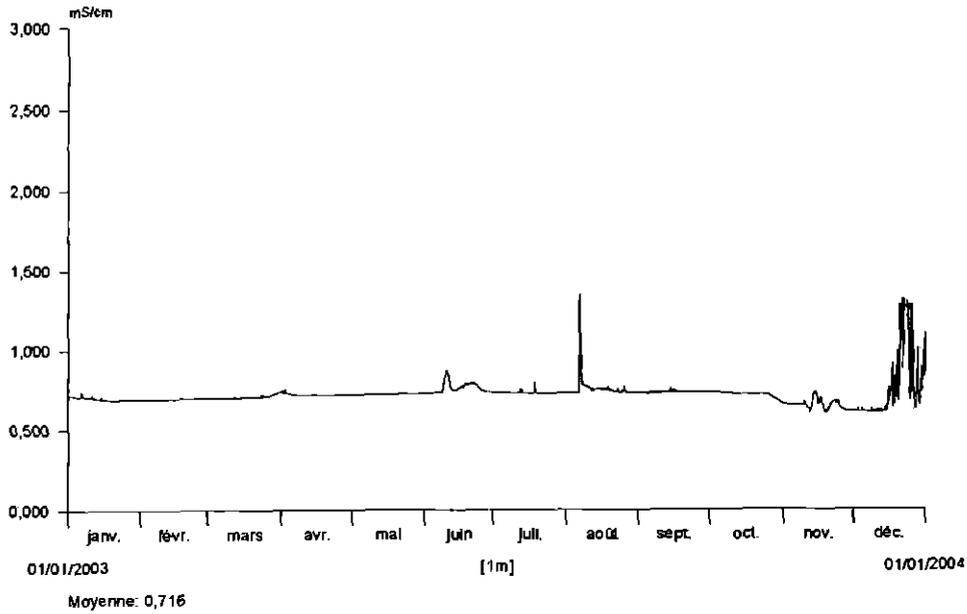
Station: Richeval
Capteur: Conductivité



Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

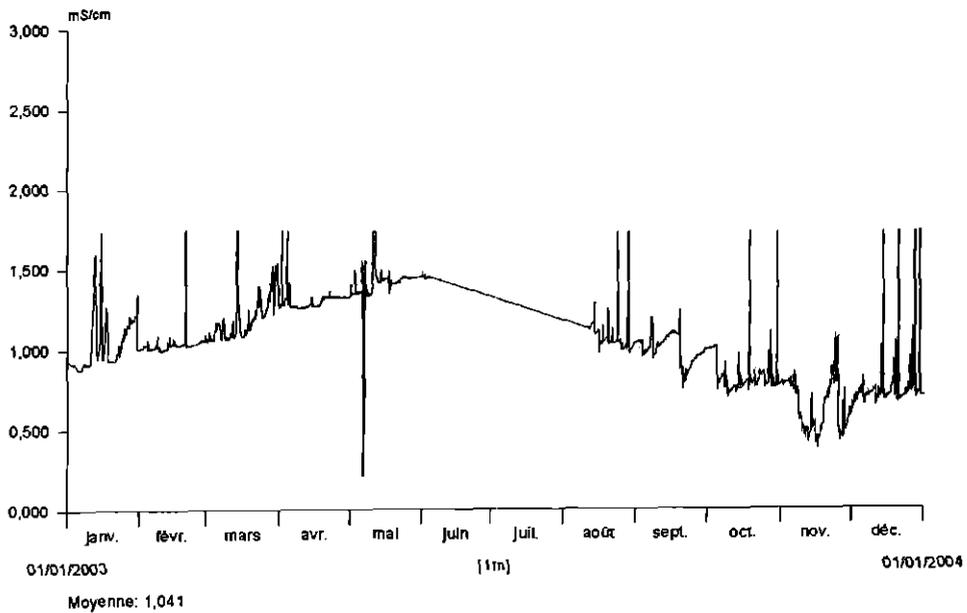
Région: Plateaux de l'Est
Mesures individuelles

Station: Saint Guillaume
Capteur: Conductivité



Région: Plateaux du Nord
Mesures individuelles

Station: Saint Jacques
Capteur: Conductivité

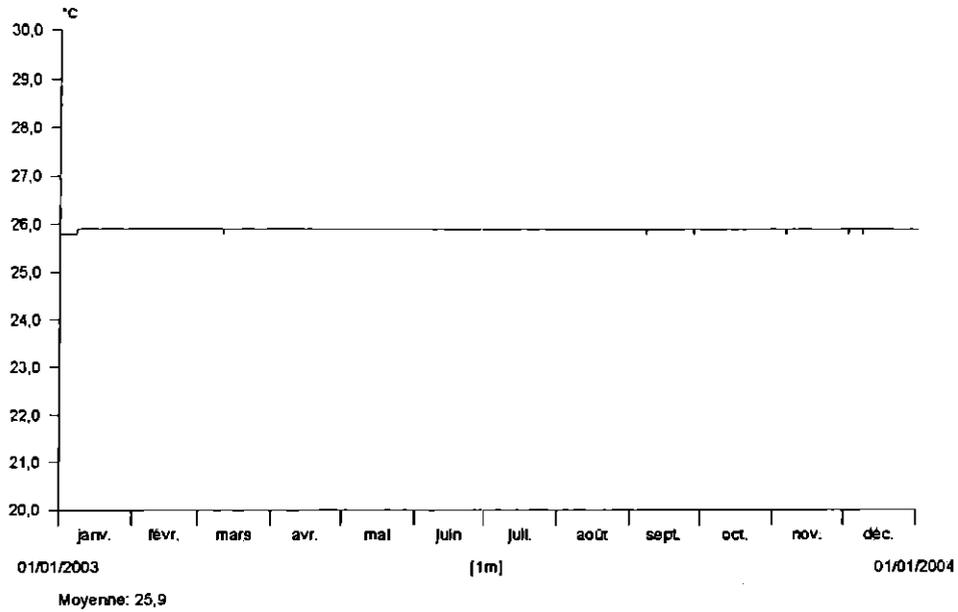


**Annexe 5 : Chroniques température 2003 des ouvrages automatisés du
réseau**

Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

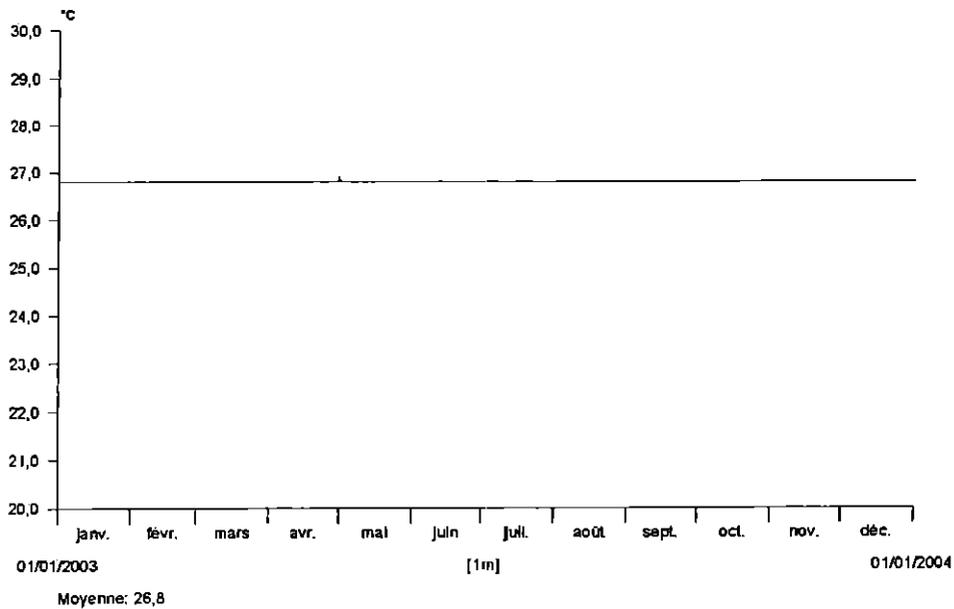
Région: Grands-Fonds
Mesures individuelles

Station: Beausoleil
Capteur: Température



Région: Plateaux de l'Est
Mesures individuelles

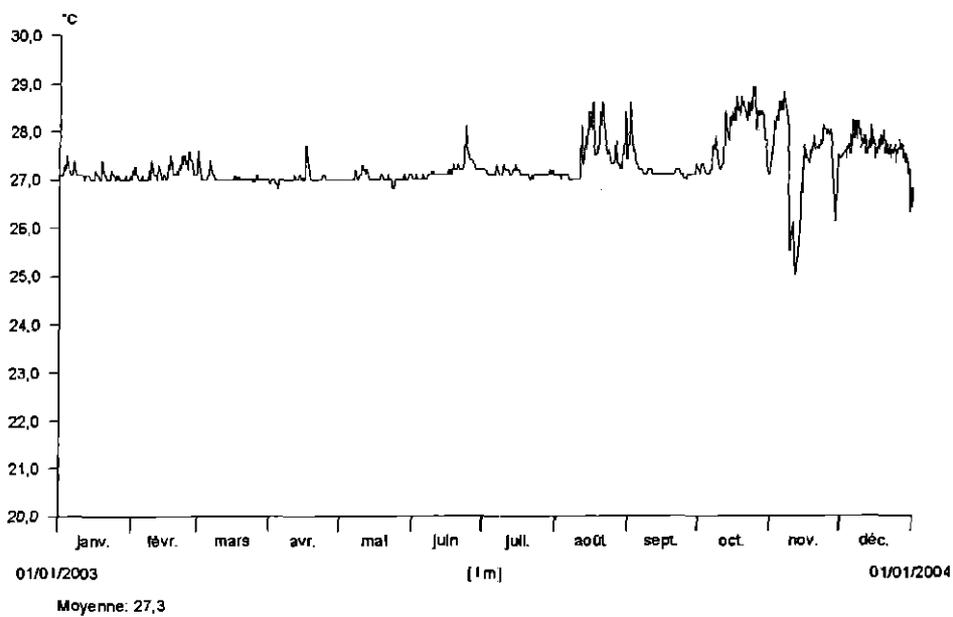
Station: Comeille
Capteur: Température



Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

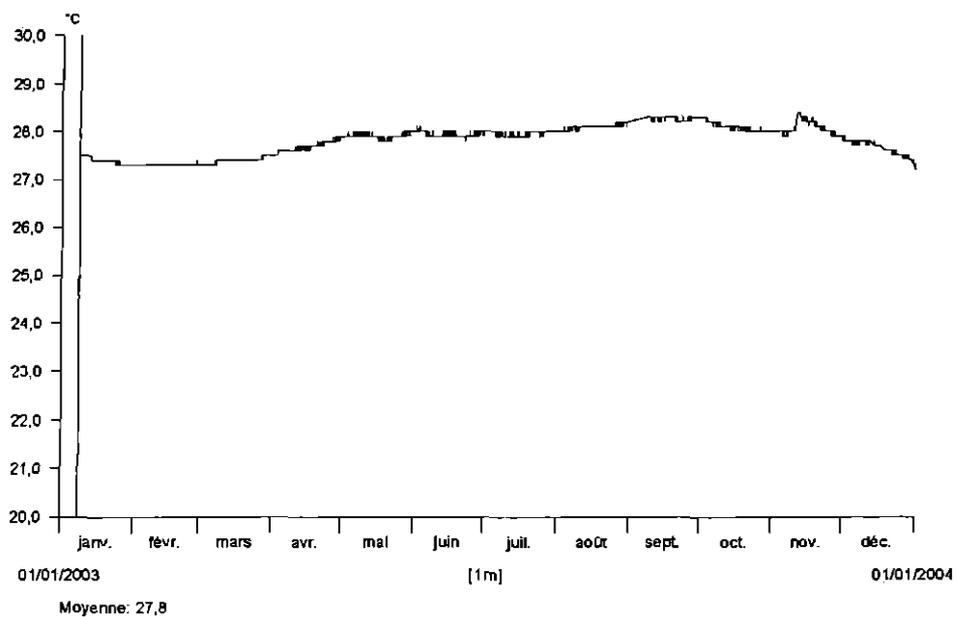
Région: Marie-Galante
Mesures individuelles

Station: Poisson
Capteur: Température



Région: Plaine des Grippons
Mesures individuelles

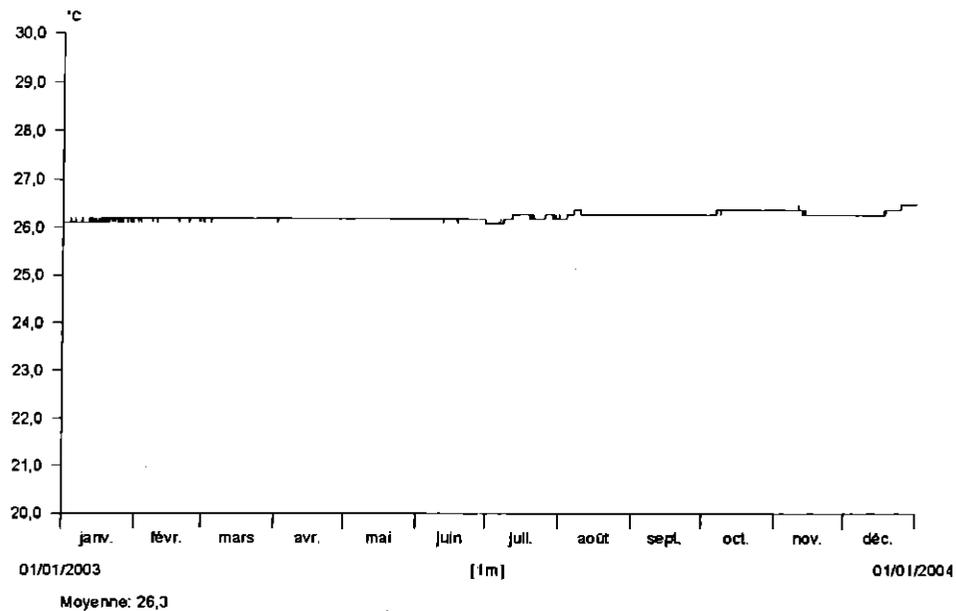
Station: Richeval
Capteur: Température



Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003

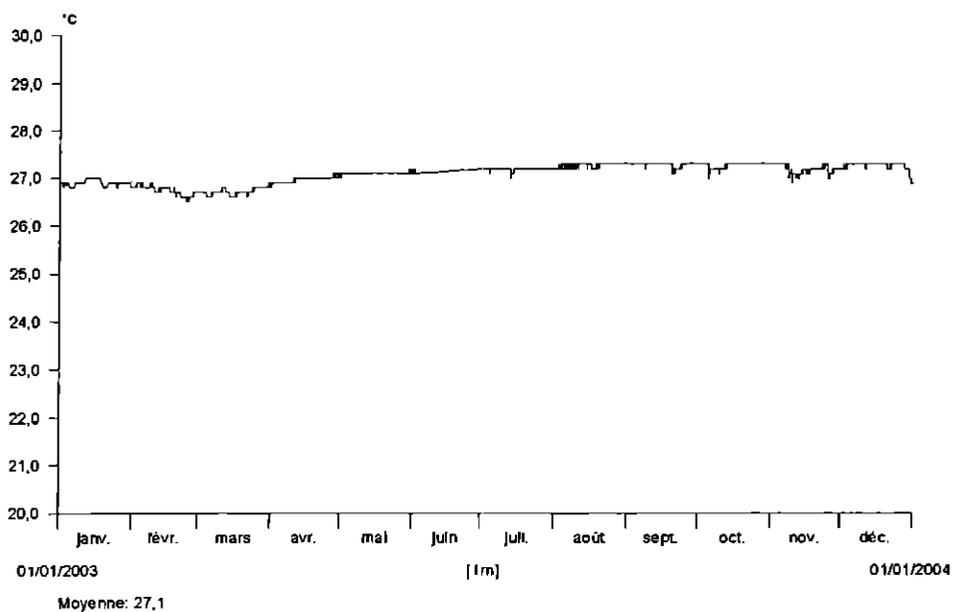
Région: Plateaux de l'Est
Mesures individuelles

Station: Saint Guillaume
Capteur: Température



Région: Plateaux du Nord
Mesures individuelles

Station: Saint Jacques
Capteur: Température



**Annexe 6 : Teneurs maximales annuelles en chlorures et nitrates
enregistrées sur les ouvrages AEP de Grande-Terre et de Marie-Galante**

*Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003*

Forage Puits	Teneur maximale 1997 (mg/l)	Teneur maximale 1998 (mg/l)	Teneur maximale 1999 (mg/l)	Teneur maximale 2000 (mg/l)	Teneur maximale 2001 (mg/l)	Teneur maximale 2002 (mg/l)	Teneur maximale 2003 (mg/l)
Blanchard	65	108	107	38	125	121	121
Duchassing	-	-	-	-	105	99	88
Marchand	63	58	96	54	58	56	86
Gensolin	37	35	39	34	32	34	33
Chazeau	70	36	39	30	30	32	38
Kancel	86	85	82	7	73	84	78
Jabrun	49	55	47	45	45	47	79
Picard	90	85	93	20	90	91	110
Pelletan	294	320	339	313	351	303	350
Perrin	117	123	137	113	130	137	127
Charopin	410	414	441	317	384	432	481
Beauplan	355	400	409	345	414	402	385
Celcourt	199			-	-	-	244

Teneurs maximales annuelles en chlorures mesurées depuis 1997 dans les ouvrages AEP de Grande-Terre (source Générale des Eaux)

Forage Puits	Teneur maximale 1999 (mg/l)	Teneur maximale 2001 (mg/l)	Teneur maximale 2002 (mg/l)	Teneur maximale 2003 (mg/l)
Balisier	60	61	63	64
Etang-Noir	70	60	63	63
Calebassier	105	112	110	104
Raby	54	50	60	56
Mouessant	60	59	63	72
Sources 1	61	77	74	78
Sources 2	57	57	64	57

Teneurs maximales annuelles en chlorures mesurées depuis 1999 dans les ouvrages AEP de Marie Galante (source Générale des Eaux)

*Surveillance piézométrique des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe)
Année 2003*

Forage Puits	Teneur maximale 1998 (mg/l)	Teneur maximale 1999 (mg/l)	Teneur maximale 2000 (mg/l)	Teneur maximale 2001 (mg/l)	Teneur maximale 2002 (mg/l)	Teneur maximale 2003 (mg/l)
Blanchard	10	7	3	11	9	12
Beauplan	6	2	4	2	3	18
Perrin	5	6	5	5	6	6
Charopin	7	3	3	2	4	4
Pelletan	17	19	21	29	17	22
Marchand	12	17	14	22	14	15
Gensolin	10	10	8	8	12	8
Chazeau	12	14	12	11	14	14
Kancel	13	13	11	12	14	15
Jabrun	14	17	14	14	15	17
Picard	7	10	2	14	10	6
Duchassaing	-	-	-	14	13	14
Celcourt	26	-	-	-	-	27

**Teneurs maximales annuelles en nitrates mesurées depuis 1998 dans les ouvrages AEP
de Grande Terre (source Générale des Eaux)**

Forage Puits	Teneur maximale 1998 (mg/l)	Teneur maximale 1999 (mg/l)	Teneur maximale 2000 (mg/l)	Teneur maximale 2001 (mg/l)	Teneur maximale 2002 (mg/l)	Teneur maximale 2003 (mg/l)
Balisier	8	7	7	7	8	8
Etang-Noir		4	5	4	6	6
Calebassier		8	8	8	9	8
Raby	6	5	8	3	14	10
Mouessant		6	8	7	8	9
Sources 1	12		11	9	11	11
Sources 2	9		9	7	8	9

**Teneurs maximales annuelles en nitrates mesurées depuis 1998 dans les ouvrages AEP
de Marie Galante (source Générale des Eaux)**

BRGM
Service Géologique Régional de Guadeloupe
Route de l'Observatoire - Morne Houélmont - 97113 Gourbeyre - Tél. 0590 41 35 48