

NOTES TECHNIQUES  
SCIENCES DE LA TERRE  
GÉOLOGIE-GÉOPHYSIQUE

N° 17

1997

Le programme DERIV  
Installation des stations GPS permanentes

Premiers résultats

Didier MAILLARD  
Pierre LEBELLEGARD  
Stéphane CALMANT

A \* 10333 ex 2

Fonds Documentaire ORSTOM



010010334

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION



CENTRE DE NOUMÉA

NOTES TECHNIQUES  
SCIENCES DE LA TERRE  
GÉOLOGIE-GÉOPHYSIQUE

N° 17

1997

Le programme DERIV  
Installation des stations GPS permanentes

Premiers résultats

\*\* Didier MAILLARD  
\* Pierre LEBELLEGARD  
\* Stéphane CALMANT

\* ORSTOM, Nouméa  
\*\* IGN-LAREG/ORSTOM



L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CENTRE DE NOUMÉA

Fonds Documentaire ORSTOM  
Cote : Ax 10333 Pt 2

© ORSTOM, Nouméa, 1997

/Maillard, D.  
/Lebellegard, P.  
/Calmant, S.

Le programme DERIV. Installation des stations GPS permanentes. Premiers résultats

Nouméa : ORSTOM. avril 1997. 44 p.  
*Notes Tech. : Sci. Terre ; Géol.-Géophys. ; 17*

GEODYNAMIQUE ; GEODESIE ; SISMOLOGIE ; SUBDUCTION ; TECTONIQUE ; GLOBAL  
POSITIONING SYSTEM ; / VANUATU ; NOUVELLE CALEDONIE

Imprimé par le Centre ORSTOM  
Avril 1997



## Sommaire

Présentation	3
<i>Choix des sites</i>	
<i>Choix du matériel</i>	
Plan de situation	4
Site de Koumac	5
<i>installation</i>	
<i>matériel</i>	
Site de Lifou	9
<i>installation</i>	
<i>matériel</i>	
Site de Port-Vila	12
<i>installation</i>	
<i>matériel</i>	
Site de Santo	15
<i>installation</i>	
<i>matériel</i>	
Données GPS	18
<i>Configuration des récepteurs</i>	
<i>Transfert des données</i>	
<i>Archivage</i>	
Traitements	19
<i>Origine des coordonnées</i>	
Graphique des résultats	
Lifou --> Koumac	20
Lifou --> Port-Vila	25
Lifou --> Santo	30
Santo --> Port-Vila	36
Comparaison DERIV - GSLNH	42
Conclusion	44

## Présentation

Le Pacifique sud-ouest est une cible privilégiée pour l'étude des processus actifs dans les systèmes convergents (subduction, sismicité et volcanisme). Cette région correspond à l'affrontement entre les plaques Pacifique et Australienne. Les mouvements relatifs de convergence et d'ouverture sont considérés comme les plus rapides de la planète.

De par sa géodynamique tout à fait exceptionnelle, le Pacifique sud-ouest est l'un des chantiers principaux de l'UR14 de l'ORSTOM, intitulé « Géodynamique active et risques naturels ».

Dans le cadre du grand programme de l'UR14 DESIRS (DEplacements - Sismicité - Risque Sismique), est mené un programme de tecto-géodésie qui a pour but d'étudier la convergence sur la zone de subduction des Nouvelles Hébrides par géodésie spatiale : GSLNH (Géodésie Spatiale Loyauté Nouvelles Hébrides).

Les campagnes d'acquisition des mesures du programme GSLNH se sont déroulées de 1990 à mars 1996. Un nouveau programme DERIV (DEplacements et RISque à Vanuatu) a été mis en place avec l'installation de quatre récepteurs GPS permanents et le traitement quasi-quotidien des données.

Ces stations s'inscrivent dans un programme de coopération entre l'ORSTOM et l'université d'Hawaii, chaque partenaire ayant installé deux stations.

Les sites ont été installés sur des emplacements dégagés, munis d'électricité et sur des terrains stables (enrochement). Les antennes sont situées sur des piliers métalliques (diamètre 12 cm), ancrés dans le sol sur une profondeur variant entre 1m50 et 3m suivant le type de sol.

Chaque récepteur est actuellement équipé d'un ordinateur de type PC portable muni d'un lecteur-enregistreur externe de disque de 100 Mo. Chaque semaine, un opérateur effectue le vidage des données et les expédie à l'ORSTOM Nouméa. En 1997, des modems devraient être installés sur chaque récepteur de façon à effectuer les vidages directement depuis Nouméa.

Les quatre stations ont été installées entre mars et juin 1996. Malgré quelques problèmes techniques (phase de mise en route) nous possédons environ 6 mois de données en cours de traitement.

### Choix des sites

Le choix de l'implantation géographique des sites résulte d'un accord entre les deux partenaires. Ce choix s'était porté au départ sur les quatre emplacements suivant :

- Nouméa
- Koumac
- Vaté
- Santo

La station prévue à Nouméa étant une station territoriale, sa mise en place par le bureau de géodésie de la DITTT n'a pas été réalisée de façon satisfaisante pour une étude en géophysique.

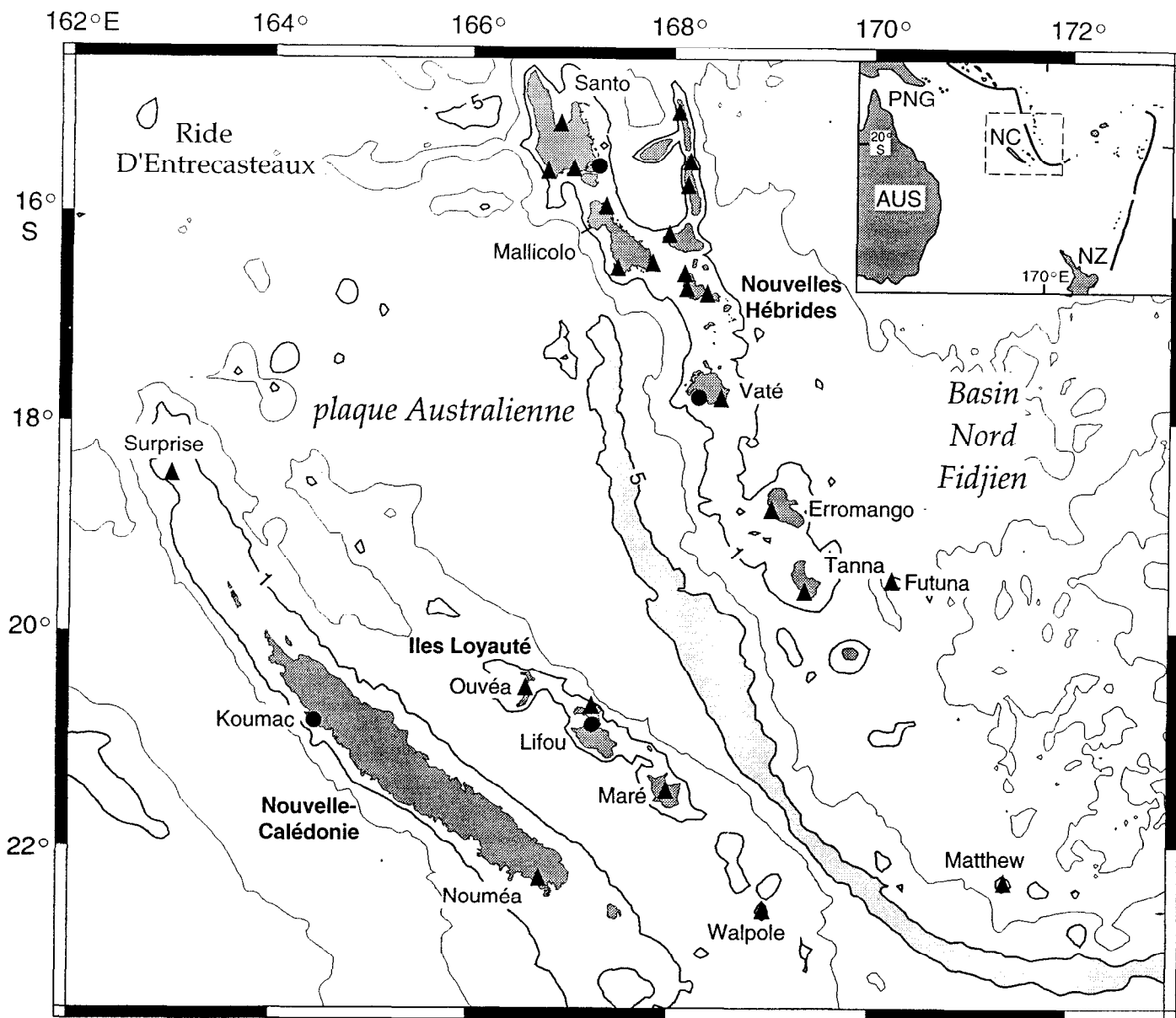
(bâtiment élevé, mat métallique, risques importants de multi-trajet). Le site de Nouméa a donc été remplacé par Lifou.

Les stations de Koumac (Nouvelle-Calédonie) et Santo (Vanuatu) ont été implantées par l'université d'Hawaii, les stations de Port-Vila (Vanuatu) et Lifou (Nouvelle-Calédonie) par l'ORSTOM Nouméa.

### Choix du matériel

Les deux partenaires devant utiliser un matériel entièrement compatible, le type de station a été défini dans l'accord de coopération. Des récepteurs Ashtech Z-XII (capable de recevoir les codes C1, P1, P2 et les phases L1 et L2) ont été choisis équipés d'antennes Dorne Margolin de type T commercialisées par Ashtech.

Chaque station a été munie d'un ordinateur PC portable et d'un lecteur de disque de 100 Mo pour la récupération et le transfert des données.



Localisation des stations GPS

- Stations permanentes
- ▲ Réseau de surveillance

## Site de Koumac

### Installation

Le choix du site a été réalisé par Jim Normandeau (UNAVCO) avec la participation de Madame Sylvie Chailleux (Chef du service topographique de la province Nord) et de Didier Maillard (ORSTOM).

Trois sites étaient envisageables

- le terrain de Météo France de Koumac ou l'ancien point est implanté ;
- le terrain d'aviation de Koumac ;
- un terrain de la province Nord situé à proximité de la maison d'habitation du chef de la circonscription topographique de Koumac.

Le troisième emplacement a été choisi pour les raisons suivantes :

- sol et sous sol compatible avec les prescriptions d'installation (roche dure) ;
- électricité permanente sur le site ;
- installation possible du récepteur à l'intérieur de la maison d'habitation ;
- surveillance et vidage de la station par un membre du service topographique de la province Nord.

A la demande de Madame Chailleux, la subdivision des travaux publics de Koumac a mis à disposition une pelleteuse et son chauffeur pour creuser la fouille d'implantation du pilier ainsi qu'une tranchée de 45m environ pour enfouir les câbles. (Noter que ce travail a été réalisé de façon gracieuse).

MM Normandeau (UNAVCO) et Laurent (ORSTOM) aidé de deux agents du service topographique ont terminé l'installation de la station les 20 et 21 avril 1996.

Jim Normandeau n'ayant pas apporté de câble d'antenne assez long, le récepteur a été laissé dans un conteneur à proximité du pilier avec la batterie de secours et le chargeur de batterie.

L'ordinateur a été installé dans le local, le pilotage de la station se faisant par l'intermédiaire d'une liaison série munie de deux modems.

La mise en route de la station a eu lieu le lundi 22 avril 1996, Jim Normandeau a formé un opérateur de la province Nord au vidage de la station. (logiciel Ashtech Hose).

D.Maillard (ORSTOM) a réalisé le rattachement entre le repère ancien (Station météo) et le pilier du 20 au 23 juin 1996.

Le câble de 60m commandé par Jim Normandeau ayant été expédié par Mike Bevis à Port Vila, l'installation définitive de la station de Koumac n'a pu être faite avant les 12 et 13 septembre 1996 par MM. Gervaise (DITTT) et Maillard (ORSTOM).

La station est maintenant installée de façon définitive dans les locaux du service topographique de la province Nord.

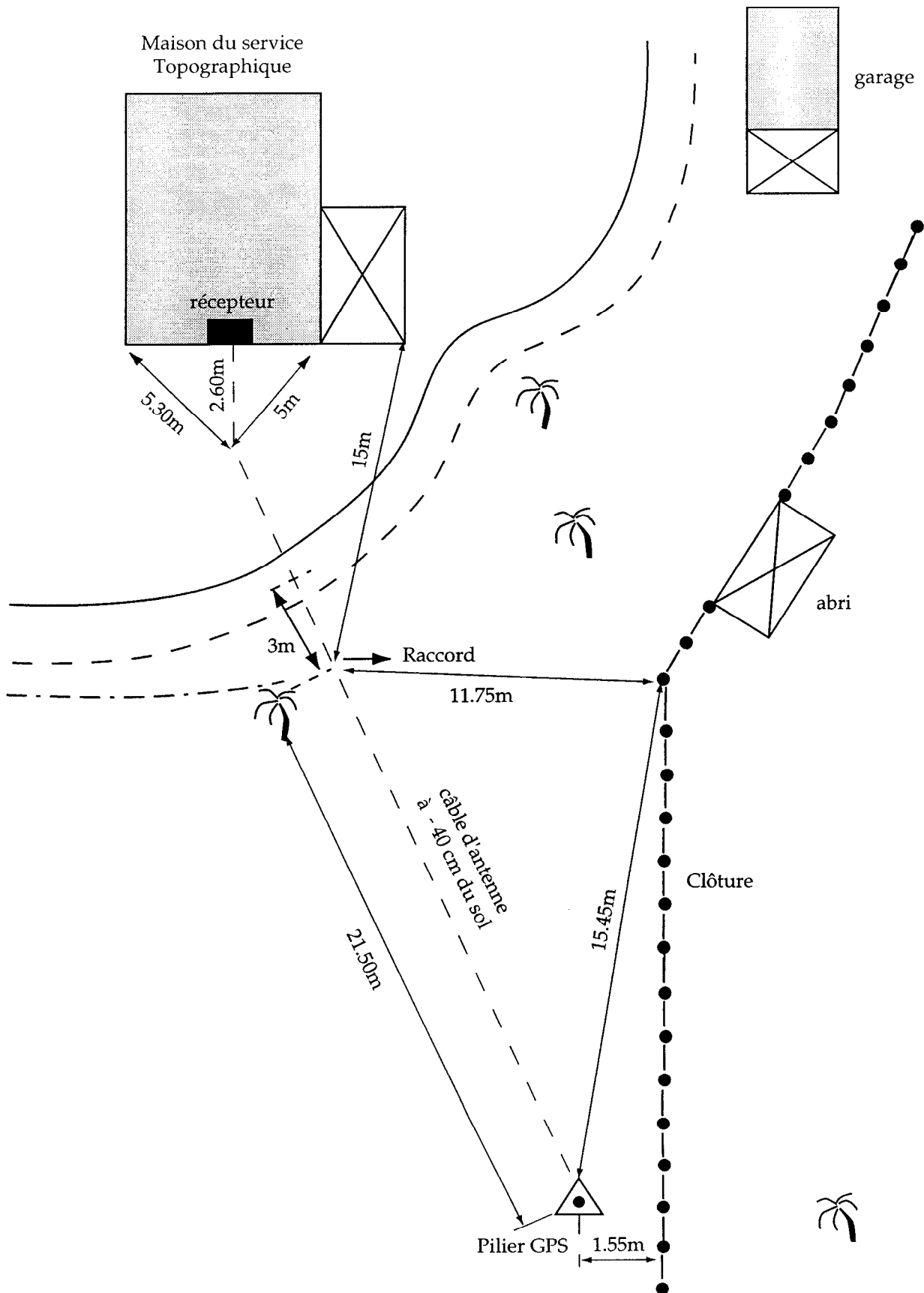
## Matériel

<b>Récepteur</b>	Ashtech Z-XII mémoire 10 Mo n°196
<b>Antenne</b>	Dorne Margolin type T n° 463
<b>Câble d'antenne</b>	60 m.
<b>Alimentation</b>	220v 1 chargeur de batteries 2 batteries sèches de 40 Ah
<b>Cordon de vidage</b>	série
<b>Ordinateur</b>	IPC portable 486 DX4 100 Mhz (Radiance 200) RAM 8 Mo DD 700 Mo système Dos 6.22
<b>Système de sauvegarde</b>	lecteur-enregistreur externe Iomega de disque Zip (100 Mo)
<b>Logiciel de vidage</b>	REMT.EXE (logiciel Ashtech)

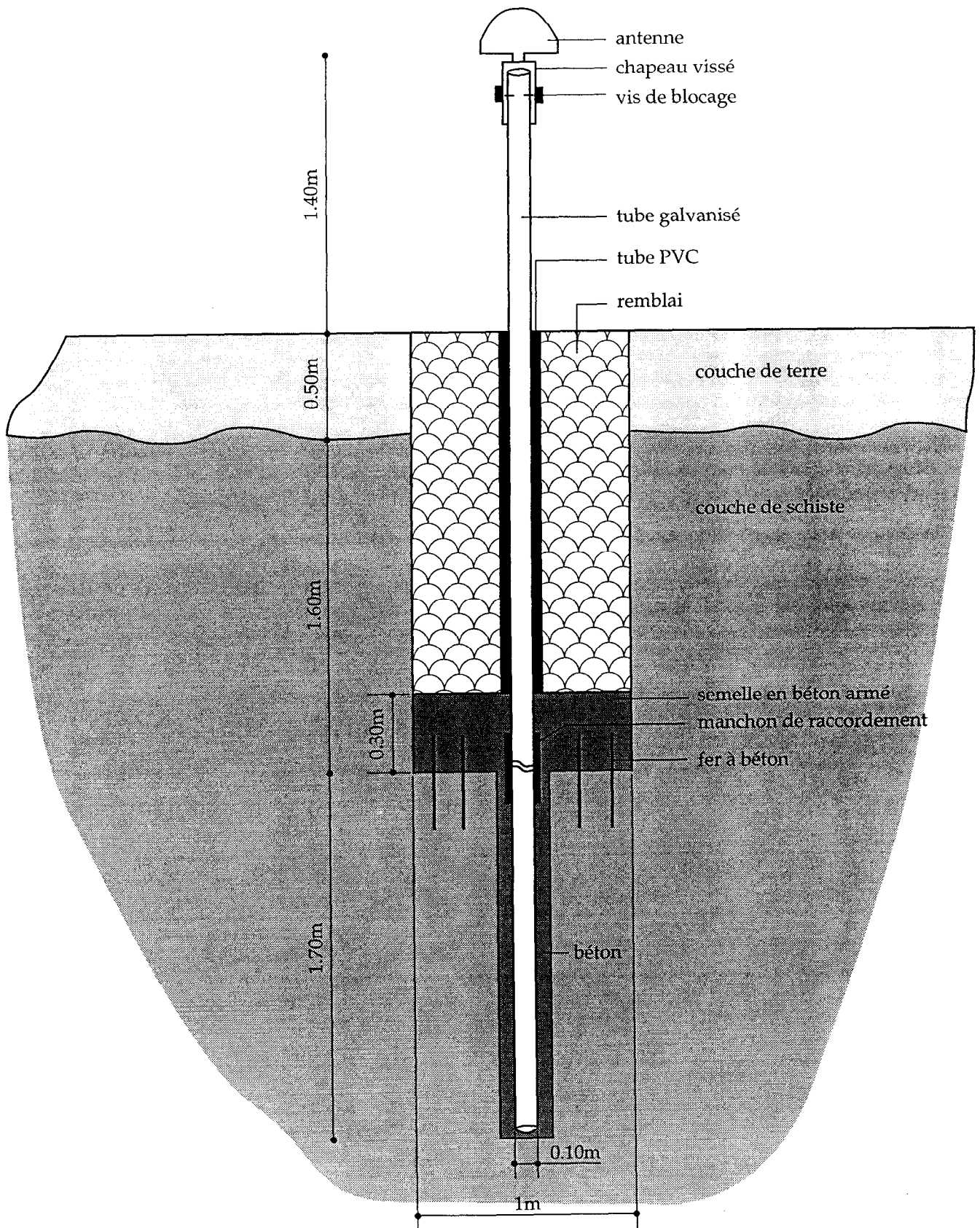




# STATION PERMANENTE GPS DE KOUMAC



# PILIER DE KOUMAC



## Site de Lifou

### Installation

Le récepteur de Lifou a été installé sur un pilier en béton construit par le Service Topographique de la province des Iles Loyauté. Ce pilier a été implanté en 1995 à proximité des bureaux du service Topographique dans l'enceinte des services techniques de la province.

Un abri métallique de type météo a été installé au pied du pilier par Monsieur Jean-Louis Laurent début 1996. L'installation du récepteur a été faite de façon provisoire par S. Calmant le 19 juin 1996 et la mise en route des observations le 20 juin 1996.

S.Calmant (ORSTOM) a réalisé le rattachement entre le repère ancien (Station météo) et le pilier du 20 au 23 juin 1996.

De façon à installer l'ordinateur dans les bureaux du service topographique une tranchée a été creusée dans le corail entre l'abri et les bureaux (80 m environ). Dans cette tranchée deux gaines ont été installées :

- la première pour amener électricité au récepteur.
- la deuxième contenant le câble de transfert des données.

Des problèmes de liaison récepteurs-ordinateurs nous ont obligés à mettre en doute tous les éléments de cette chaîne, après changement du récepteur, de l'ordinateur, des modems, la connectique du câble de transfert a été modifiée.

La station est complètement opérationnelle depuis décembre 1996.

Monsieur Laurent Foulonneau, chef du service Topographique, a mis à notre disposition, tous les moyens dont il disposait pour nous aider dans la mise en oeuvre de cette station. Les vidages, sauvegardes et transferts sont actuellement réalisés par le Service Topographique de la province des Iles Loyauté.

## Matériel

<b>Récepteur</b>	Ashtech Z-XII mémoire 10 Mo n°702
<b>Antenne</b>	Dorne Margolin type T n° 054
<b>Câble d'antenne</b>	10 m.
<b>Alimentation</b>	220v 1 chargeur de batteries 2 batteries sèches de 40 Ah
<b>Cordon de vidage</b>	série, 2 modems, câble de 80m.
<b>Ordinateur</b>	IPC portable 486 DX4 100 Mhz (Radiance 200) RAM 8 Mo DD 700 Mo système Dos 6.22
<b>Système de sauvegarde</b>	lecteur-enregistreur externe Iomega de disque Zip (100 Mo)
<b>Logiciel de vidage</b>	REMT.EXE (logiciel Ashtech)

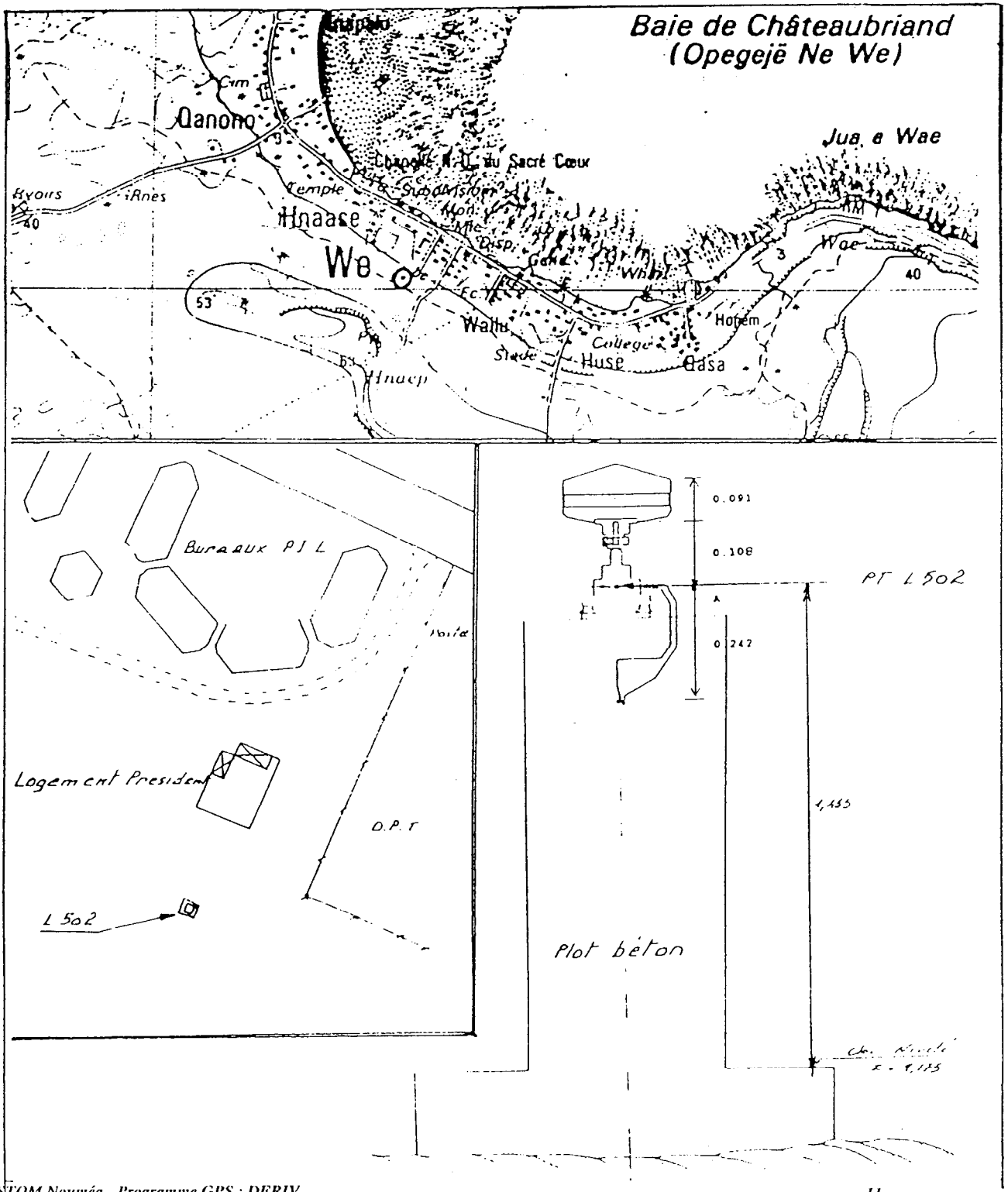


# FICHE DU POINT TOPO

L502
Wé

**Situation topo :** Plot en béton derrière les bureaux de la Province

**Réf. Dossier :** GLGPS12



## Site de Port-Vila

### Installation

L'emplacement a été choisi par MM. Calmant (Orstom) et Kalsale (Land & Survey Department) début 1996. Il est situé sur un promontoire dans la périphérie immédiate de Port-Vila au lieu dit « Fresh Water » sur un terrain appartenant au Land & Survey Department, sur lequel se trouve le point géodésique fondamental de l'île de Vaté.

Le pilier métallique a été installé au sommet du promontoire. Un abri en béton a été construit sur une plate-forme quelques mètres en contrebas du sommet, une tranchée a été creusée entre le pilier et l'abri de façon à passer le câble d'antenne.

Un compteur électrique a été installé sur le terrain pour l'alimentation du récepteur.

Les personnes ayant participé à cette installation sont :

Roger Decourt  
Jean-Claude Willy  
Jean-Louis Laurent  
Didier Maillard

La mise en route de la station a été faite le 16 juillet 1996.

Jean-Claude Willy (ORSTOM) a réalisé le rattachement entre le repère ancien et le pilier les 17 juillet et 5 août 1996.

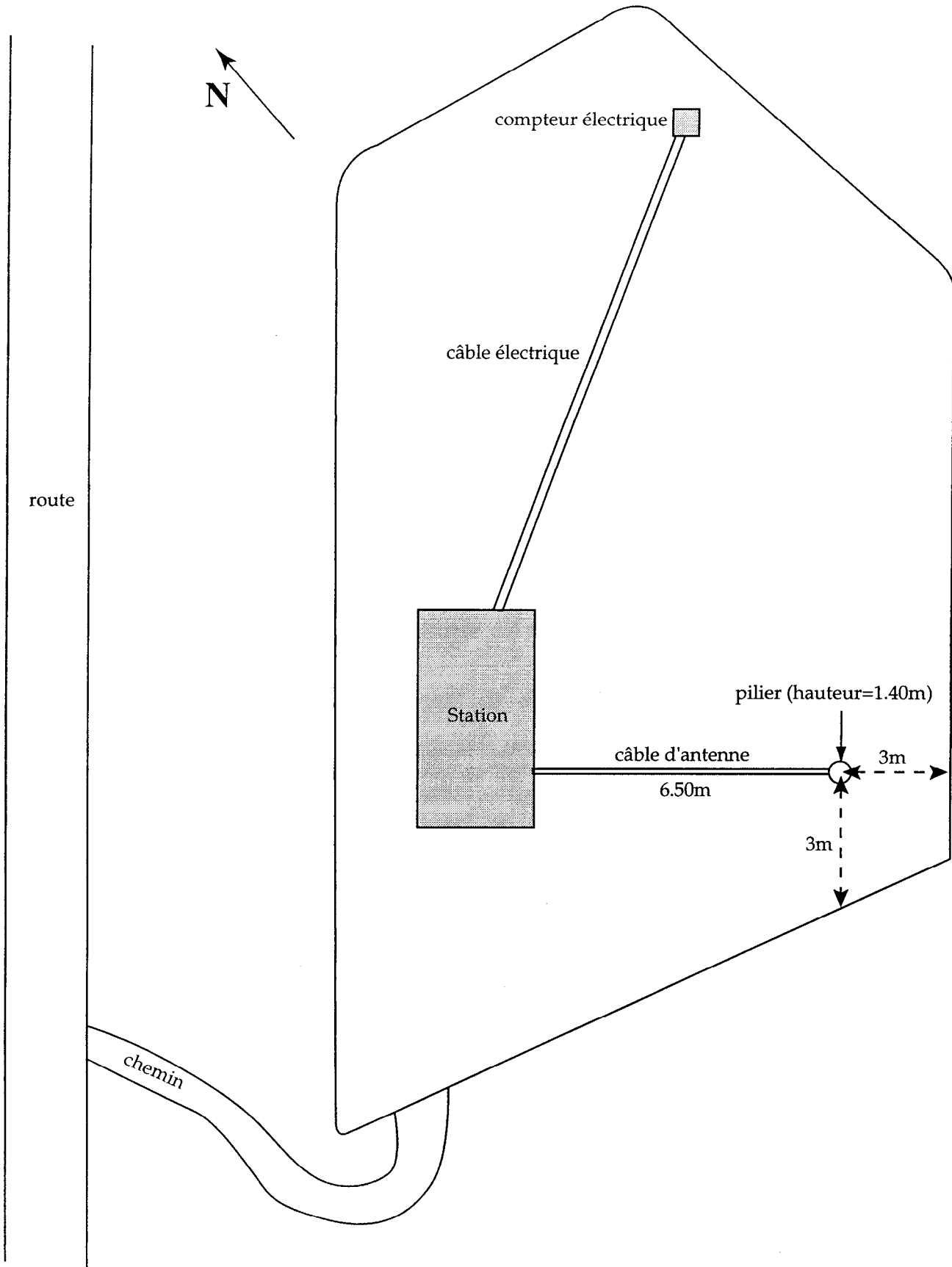
Aucun problème n'est à signaler depuis cette date.

## Matériel

<b>Récepteur</b>	Ashtech Z-XII mémoire 10 Mo n°765
<b>Antenne</b>	Dorne Margolin type T n° 056
<b>Câble d'antenne</b>	10 m.
<b>Alimentation</b>	220v 1 chargeur de batteries 1 batterie 65 Ah
<b>Cordon de vidage</b>	série, 2 modems, câble de 80m.
<b>Ordinateur</b>	IPC portable 486 DX4 100 Mhz (Radiance 200) RAM 8 Mo DD 700 Mo système Dos 6.22
<b>Système de sauvegarde</b>	lecteur-enregistreur externe Iomega de disque Zip (100 Mo)
<b>Logiciel de vidage</b>	REMT.EXE (logiciel Ashtech)



STATION DE VILA FRESH WATER  
( VILA )





## Site de Santo

### Installation

L'emplacement du site a été défini par Jim Normandeau et Fred Taylor à l'occasion de la mission d'installation

Le site choisi à l'IRHO est dans l'enceinte de la concession ORSTOM à proximité immédiate de la station sismologique de Santo.

Ce choix présente des avantages multiples :

- sol et sous-sol compatible avec les prescriptions d'installation (roche dure)
- électricité sur le site à raison de 12 heures par jour
- installation possible du récepteur à l'intérieur du bureau de sismologie.
- surveillance et vidage de la station par un membre de l'ORSTOM.

Une tranchée a été creusée pour passer le câble d'antenne (30m) jusqu'au laboratoire qui accueille le récepteur et le PC. La batterie, acide-plomb, est installée à l'extérieur du local.

La mise en route de la station a eu lieu le 15 avril 1996 de façon provisoire (10 à 12 heures par jour), et définitivement opérationnelle en mai 1996.

Le logiciel de vidage REMT a été installé mi-juillet 1996 par D.Maillard, à partir de cette date les vidages et sauvegardes des données ont pu être réalisées sans interruption de l'acquisition.

Les personnes ayant participé à cette installation sont :

Jim Normandeau, Fred Taylor (UH)

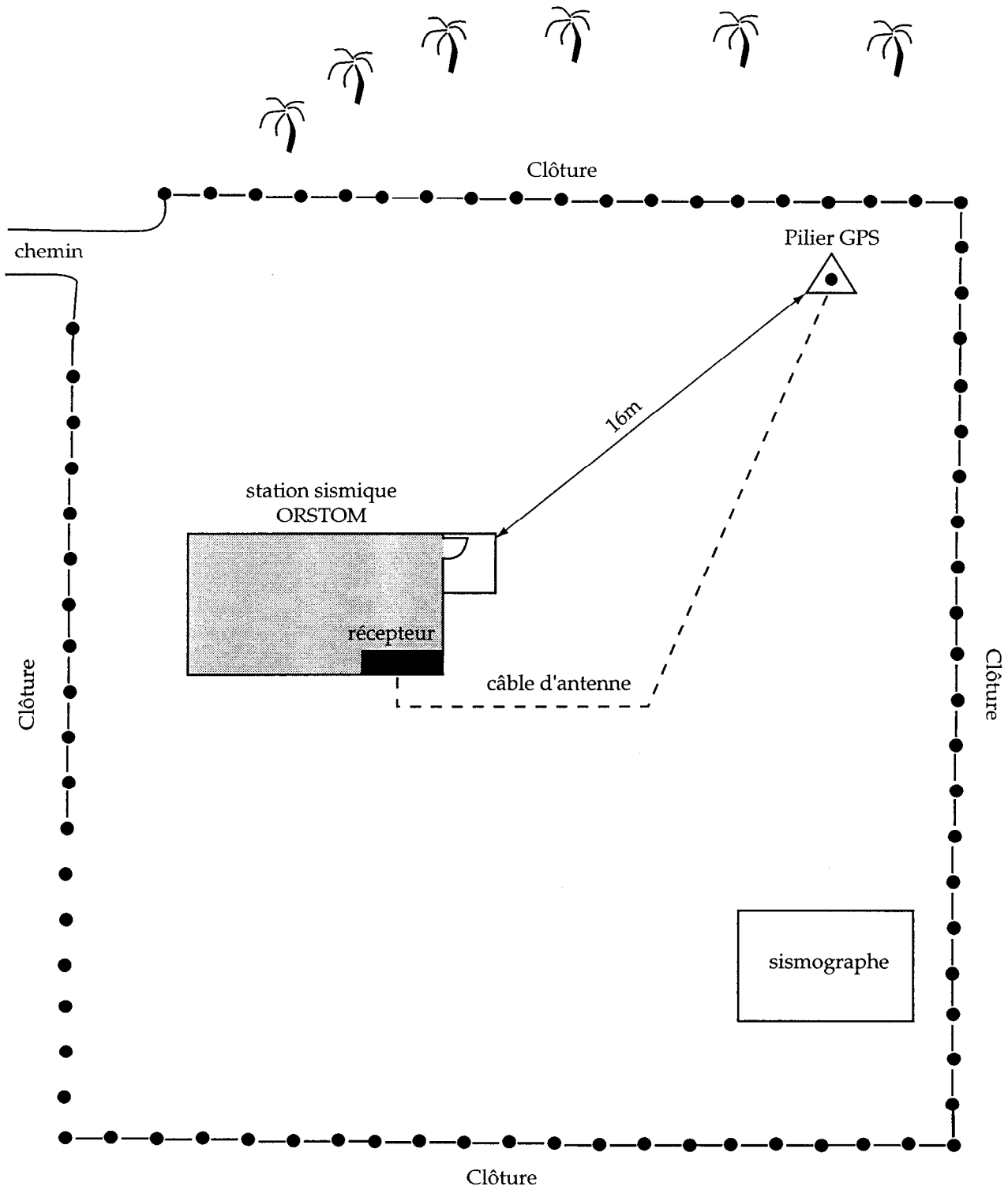
Stéphane Calmant, David Nakedau (ORSTOM)

Charles Pakoa (Land and Survey Department)

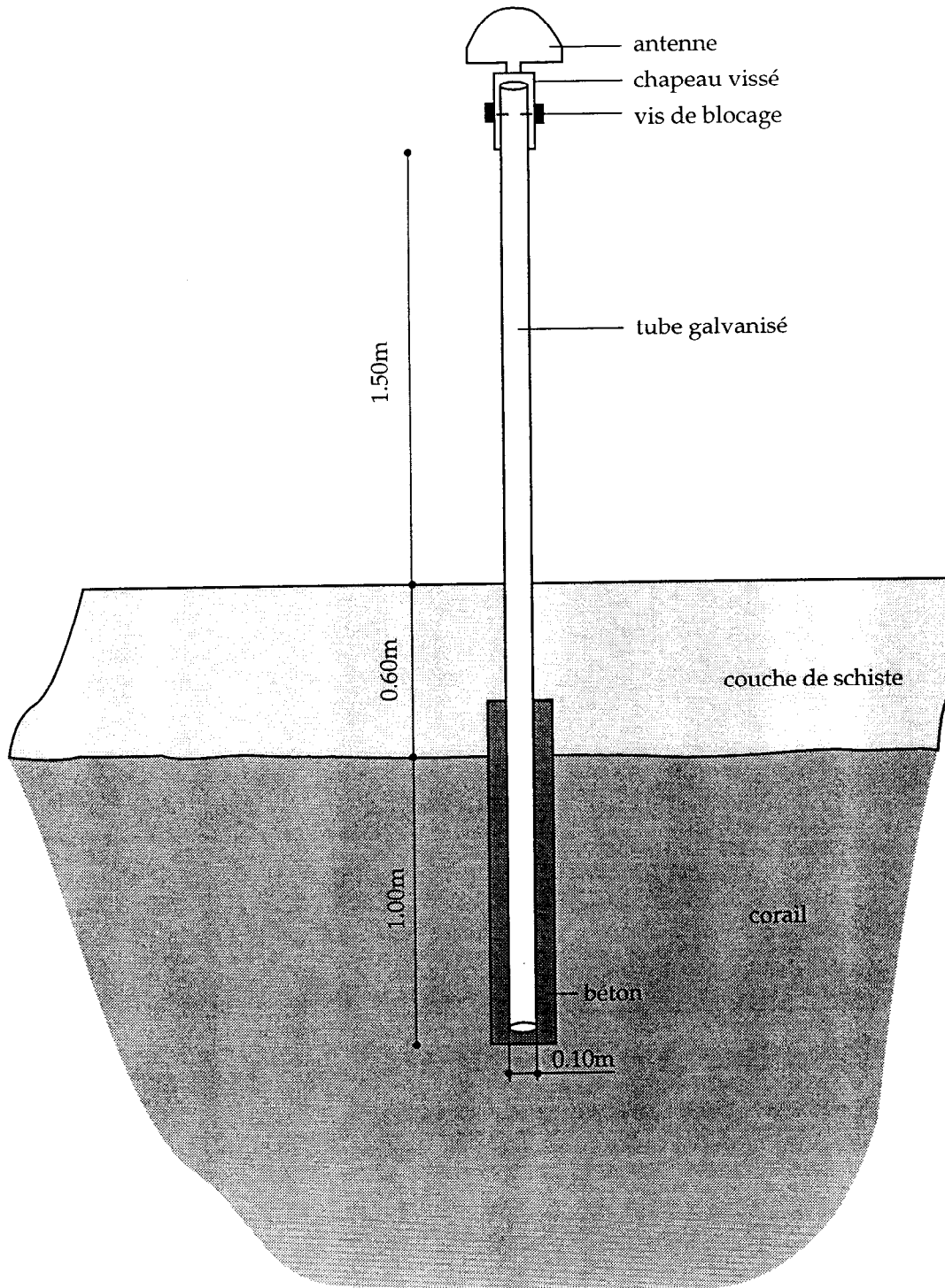
### Matériel

<b>Récepteur</b>	Ashtech Z-XII mémoire 10 Mo n°195
<b>Antenne</b>	Dorne Margolin type T n° 466
<b>Câble d'antenne</b>	30 m.
<b>Alimentation</b>	220v 1 chargeur de batteries 2 batteries sèches de 40 Ah
<b>Cordon de vidage</b>	série
<b>Ordinateur</b>	portable Dell Pentium 75 Mhz RAM 8 Mo DD 400 Mo système Dos 6.22
<b>Système de sauvegarde</b>	lecteur-enregistreur externe Iomega de disque Zip (100 Mo)
<b>Logiciel de vidage</b>	REMT.EXE (logiciel Ashtech)

# STATION PERMANENTE GPS DE SANTO



## PILIER DE SANTO



## Données GPS

### Configuration des récepteurs

Les quatre récepteurs ont été configurés de la façon suivante :

orientation de l'antenne au nord géographique  
cadence des observations : 30 secondes  
élévation de coupure : 10 degrés  
session pré-programmée de 24 heures GMT

### Transfert des données

Chaque récepteur est équipé d'un ordinateur portable PC muni d'un lecteur enregistreur externe de 100 Mo (Iomega Zip Drive), les transferts des données du récepteur vers l'ordinateur sont effectués chaque semaine.

Un programme semi-automatique de transfert a été installé sur les ordinateurs. A la mise en route, ce logiciel effectue :

- un transfert de tous les fichiers des sessions complètes sur le PC ;
- un second transfert sur disque externe ;
- l'effacement de la mémoire du récepteur

Les transferts sont effectués sur la base du programme Ashtech REMT.EXE qui permet de réaliser le vidage des données sans coupure de l'acquisition.

Les fichiers sont ensuite expédiés par courrier au centre ORSTOM de Nouméa pour traitement.

- copie des fichiers sur PC (fichiers R)
- décompression des fichiers (fichiers B, E, S)
- copie des données sur station de travail SUN
- mise au format RINEX avec le logiciel ASRINEXO de l'université de Berne.
- archivage des fichiers bruts sur station SUN
- archivage des fichiers RINEX sur station SUN
- envoi par ftp, de tous les fichiers bruts, vers l'université d'Hawaii.

### Archivage

L'archivage définitif des observations est réalisé sur cd-rom.

- 1 cd-rom des données bruts (fichiers R) avec les logiciels de décompression et de mise au format RINEX.

- 2 cd-rom des données au format RINEX non compressés

L'équipe ne garde qu'un exemplaire au format RINEX, les autres sont déposés à la bibliothèque de l'ORSTOM Nouméa pour archivage en pièce climatisée.

## Traitements

Les traitements des données GPS sont tous réalisés au laboratoire de géologie géophysique de l'ORSTOM à Nouméa avec le logiciel développé à l'université de Berne « Bernese Software Version 3.5 ».

Une automatisation des traitements a été réalisée au laboratoire.  
Cet automatisme permet :

- la récupération des fichiers d'orbites précises (ftp) ;
- la récupération du fichier des mouvements du pôle ;
- la préparation des fichiers d'orbites au format du logiciel (orbite standard) ;
- la mise au format du logiciel des fichiers d'observations ;
- le traitement base par base à partir d'un site pivot des autres sites du projet ;
  - ambiguïtés libres
  - ambiguïtés fixées
- le traitement en réseau de l'ensemble des observations de la journée ;
  - ambiguïtés libres
  - ambiguïtés fixées
- l'archivage des résultats.

### Origine des coordonnées

Le site fixé dans les traitements est le site de Lifou dont les coordonnées absolues proviennent d'un calcul du site UNAVCO de Lifou par rapport au site australien de l'ITRF Tidbinbilla. Une centaine de jours d'observations, réparties sur quatre années ont été utilisées. Le rattachement entre le site Unavco et le pilier de la station permanente a ensuite été ajouté (72 heures d'observations) et un contrôle de la position absolue du pilier a pu être fait en utilisant quelques-unes des données de la station permanente.

Le retraitement de toutes les données que nous possédons sur Lifou par rapport à Tidbinbilla est en cours, il permettra d'améliorer la connaissance des coordonnées absolues de Lifou ainsi que son déplacement (vitesse) et ainsi d'améliorer la précision des calculs sur la zone.

A l'époque 1993.0 et dans le référentiel ITRF93, ces coordonnées sont :

$$X = -5818728.400 \quad Y = 1314042.900 \quad Z = -2262942.355$$

Pour chaque calcul journalier nous avons corrigé ces coordonnées de la valeur de déplacement du point situé sur la plaque australienne, soit en m/an :

$$V_x : -0.0208 \quad V_y : -0.0276 \quad V_z : 0.0372$$

A partir du 29 juin 1996, les calculs ont été effectués dans le référentiel ITRF 94, dont les paramètres sont édités dans l'ITRS.

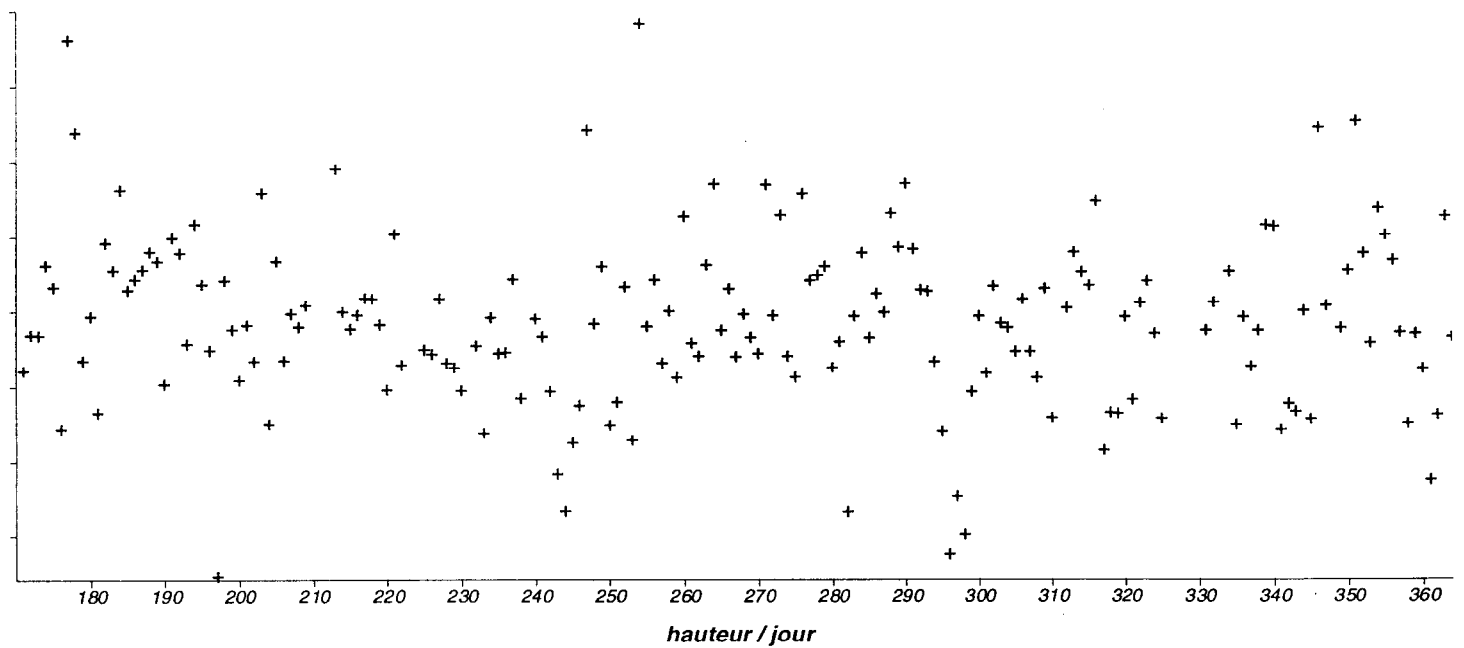
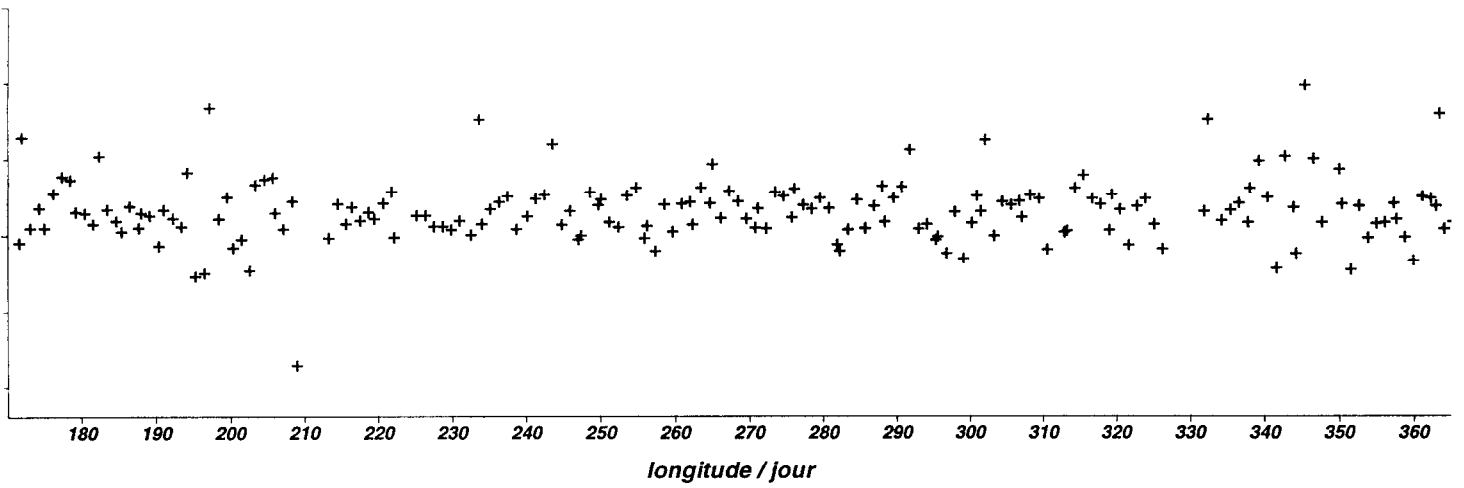
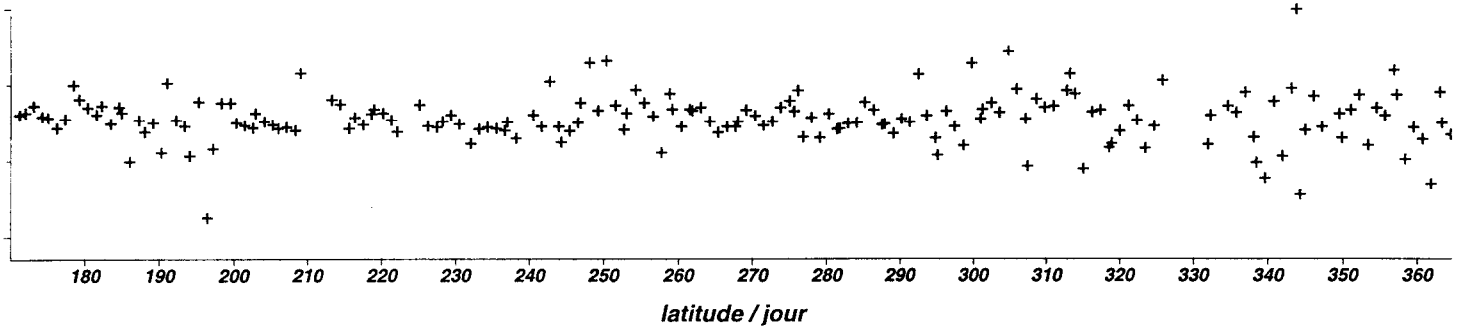
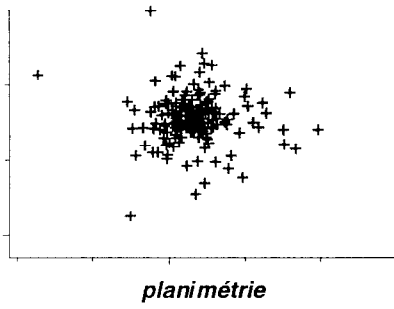
Dans la suite de ce rapport les résultats, présentés sous une forme graphique, correspondent au traitement base par base ambiguïtés fixées et rapporté à une époque de référence (année 1996 jour 001).

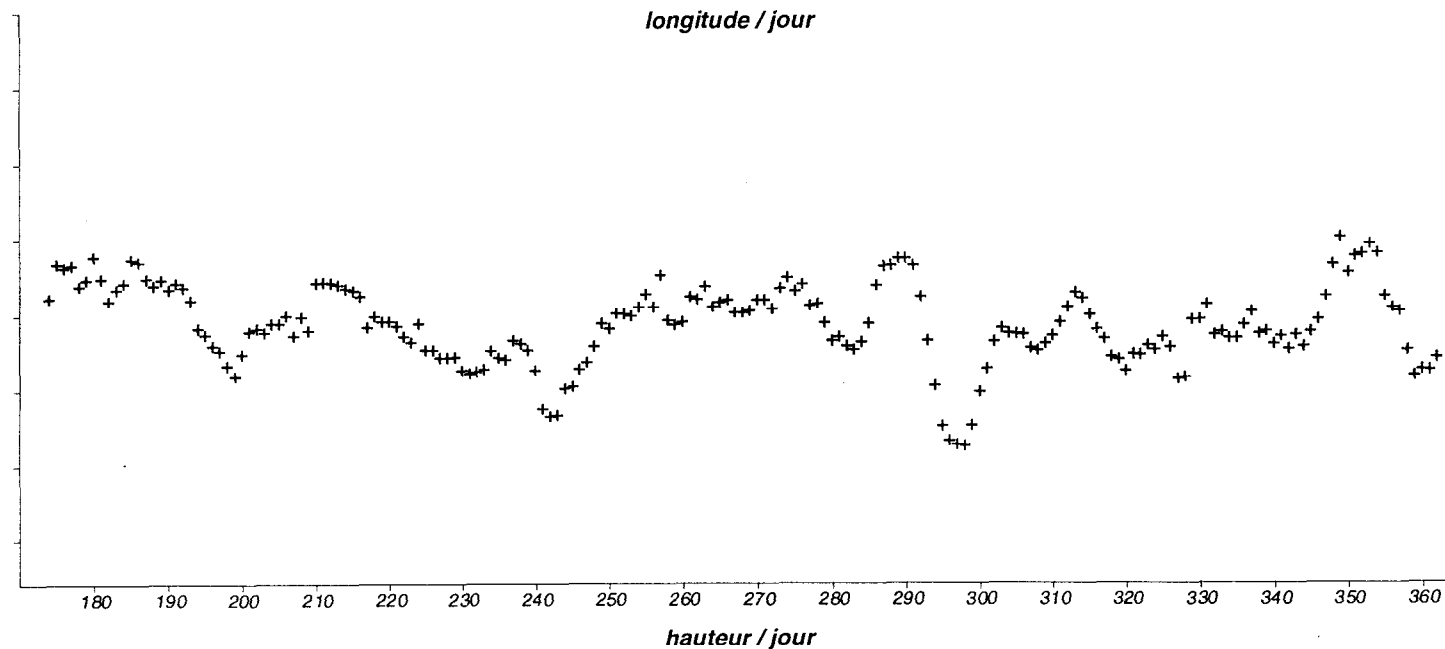
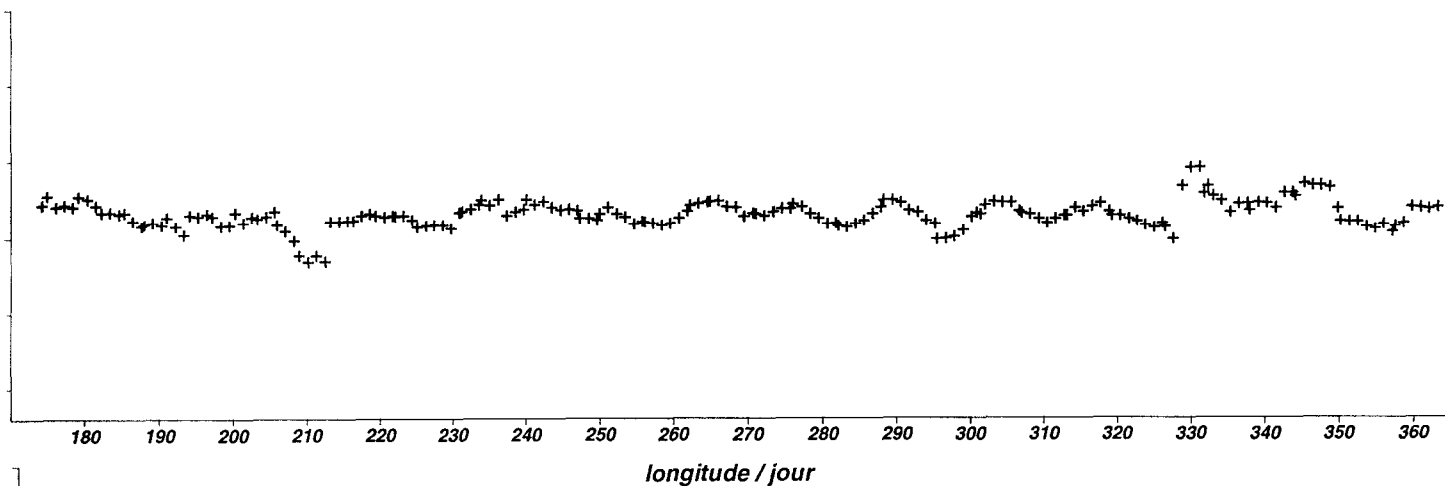
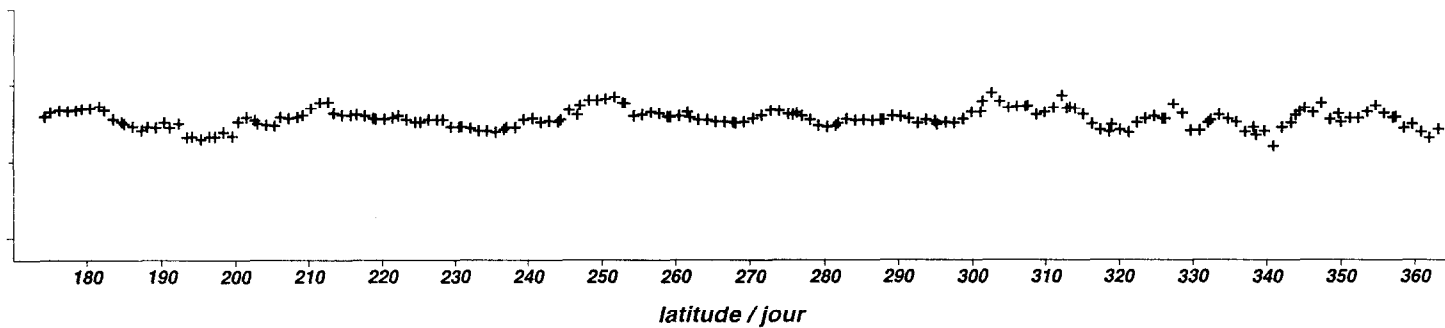
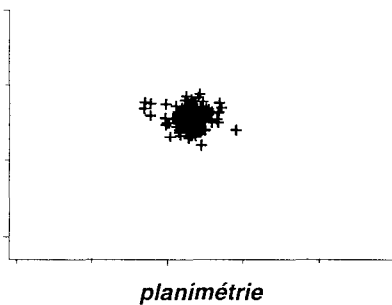
Quatre types de résultats sont exposés :

- solutions journalières
- solutions glissantes de 7 jours décalées de 24 heures
- solutions glissantes de 15 jours décalées de 24 heures
- solutions glissantes de 29 jours décalées de 24 heures

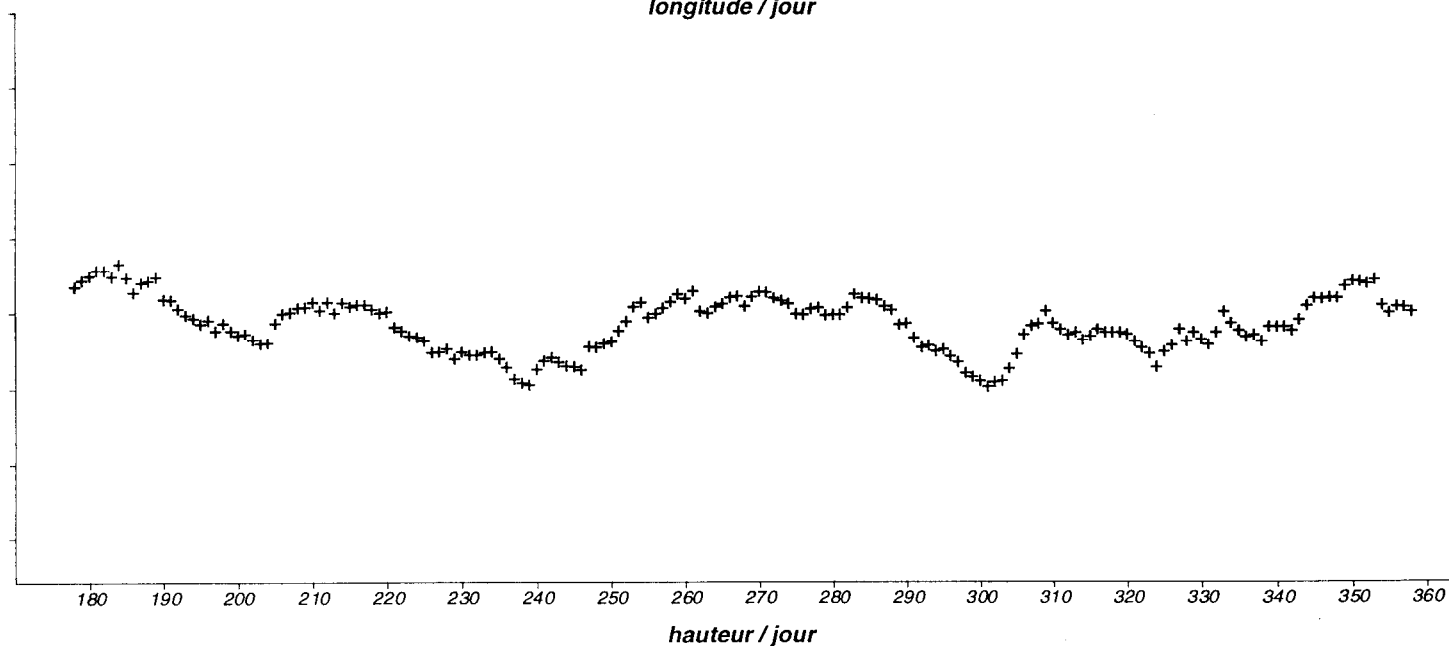
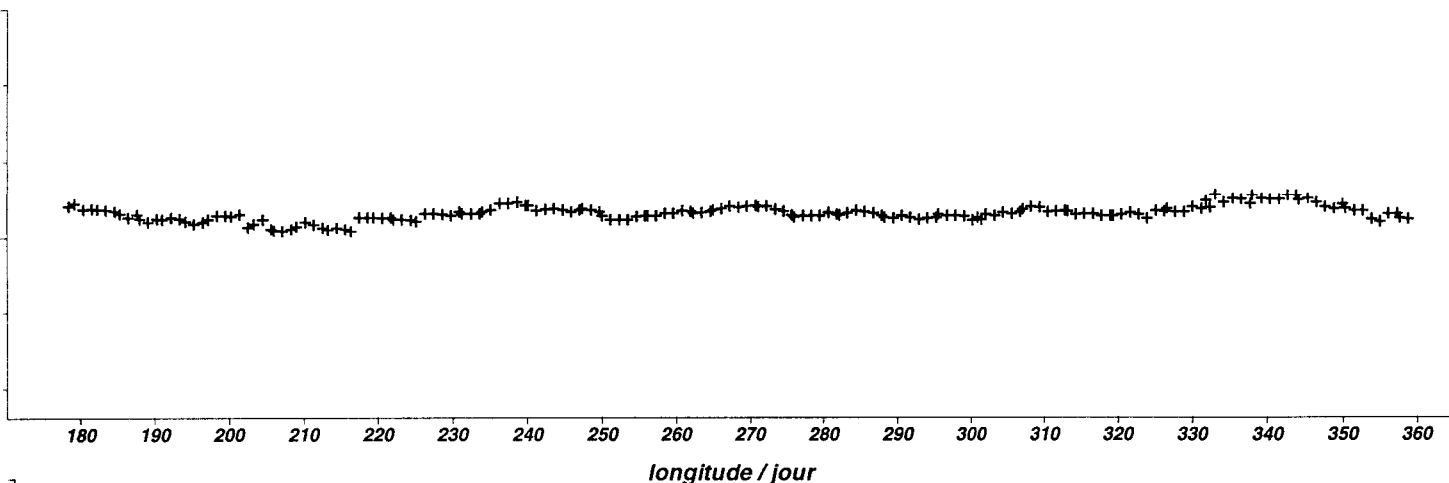
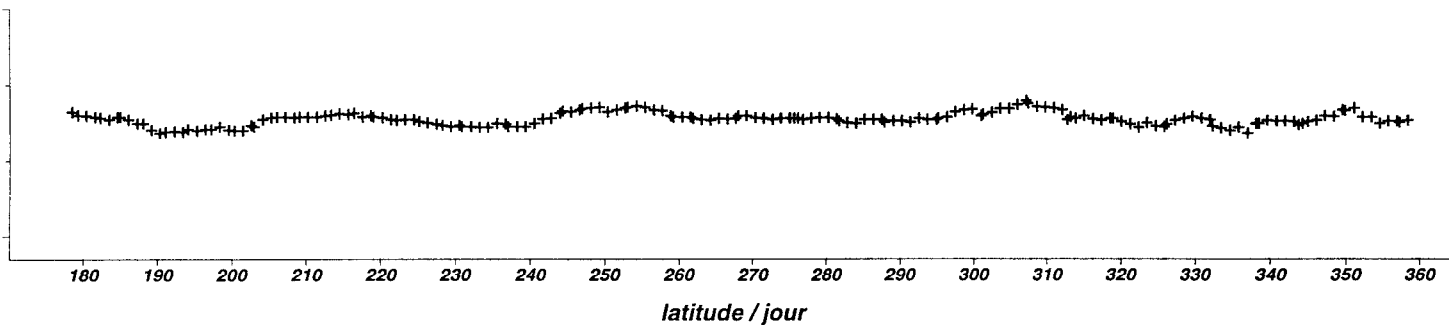
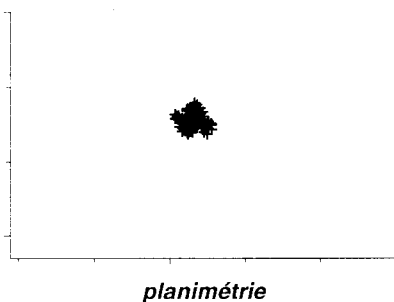
Les solutions glissantes permettent de réduire la dispersion tout en faisant ressortir les tendances.

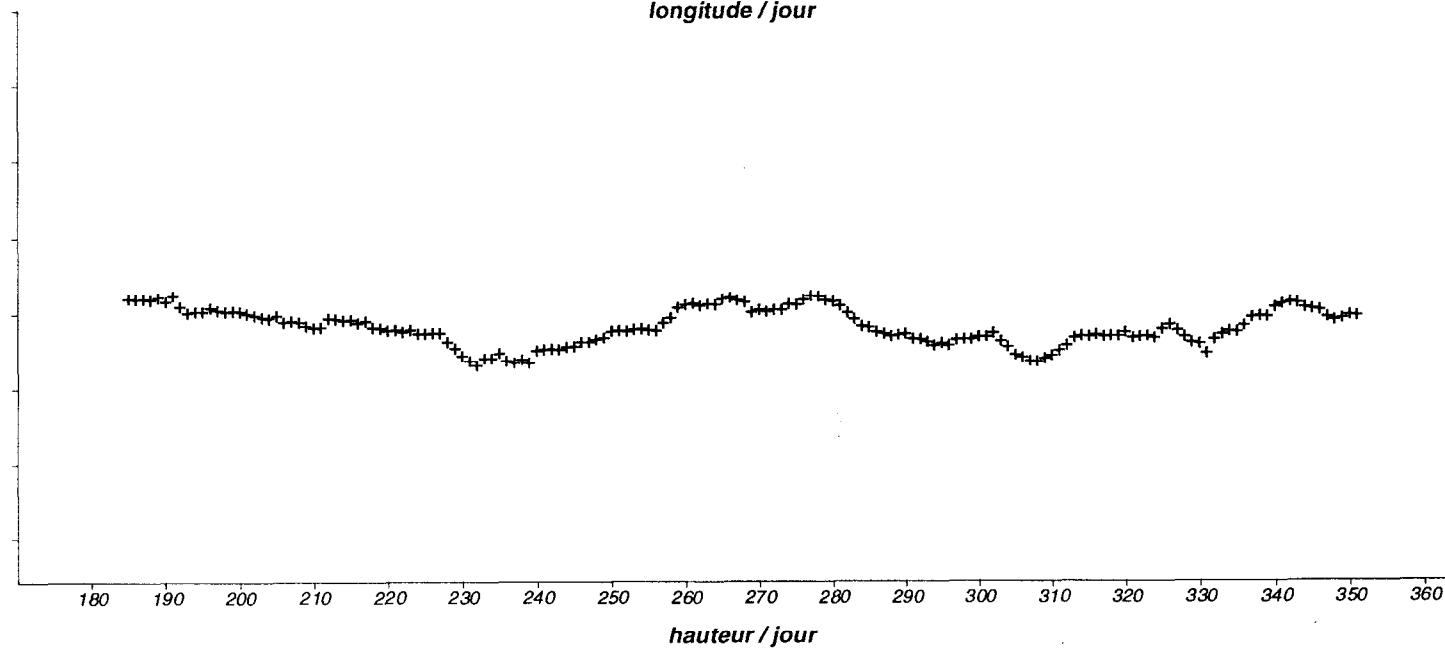
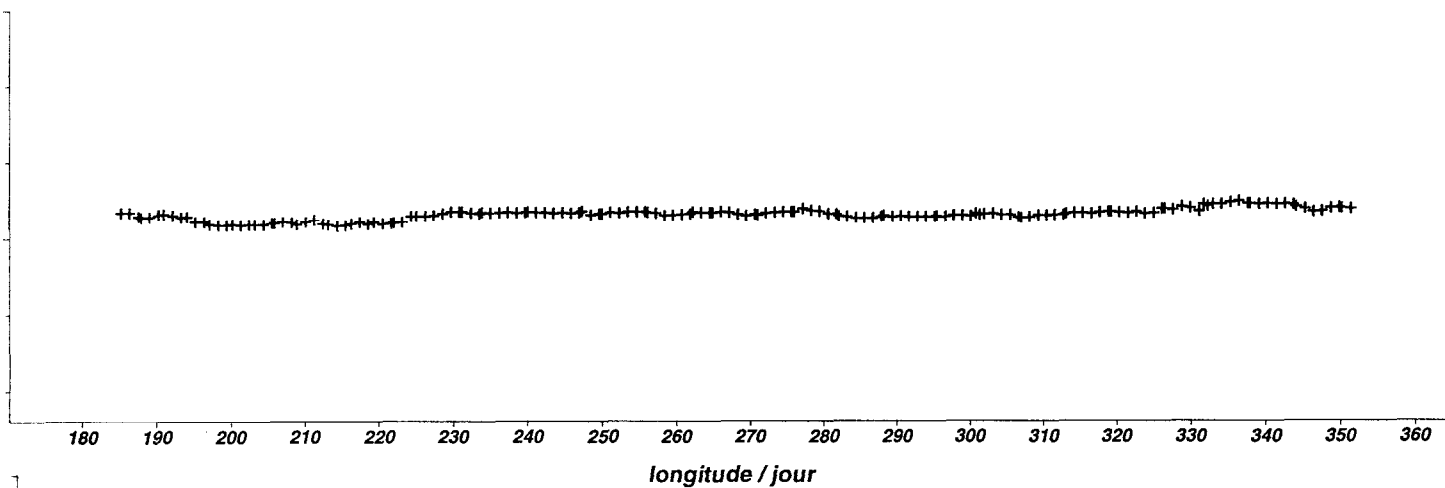
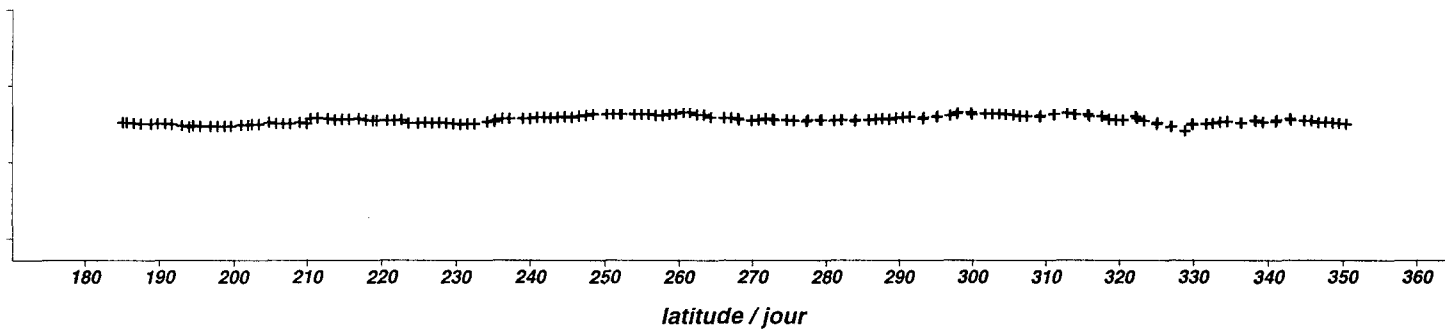
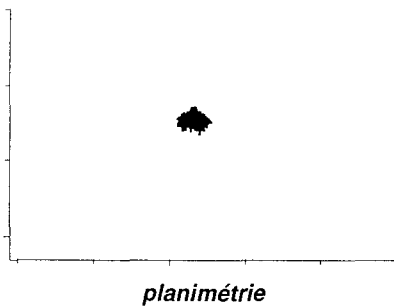
Lifou --> Koumac



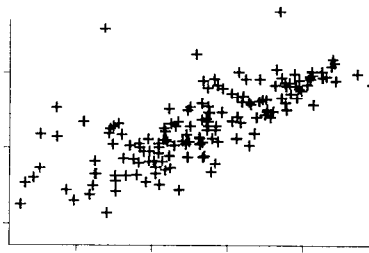




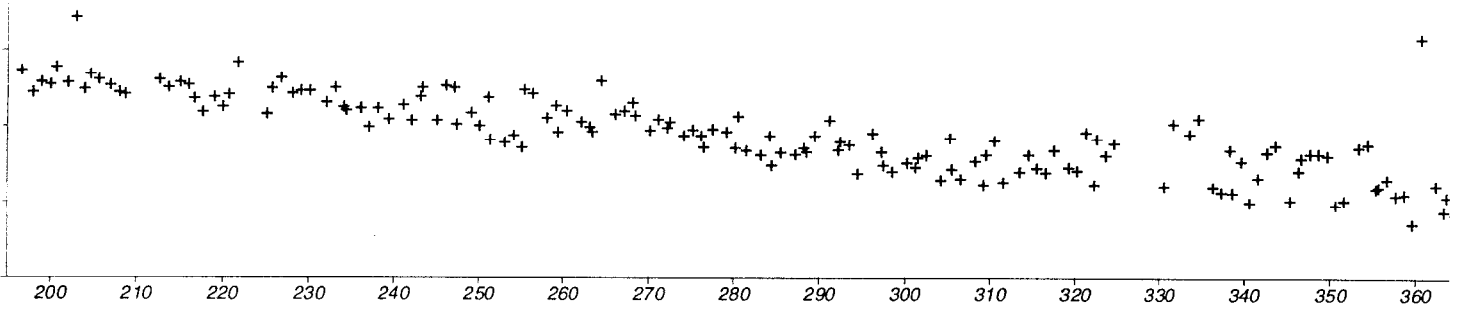




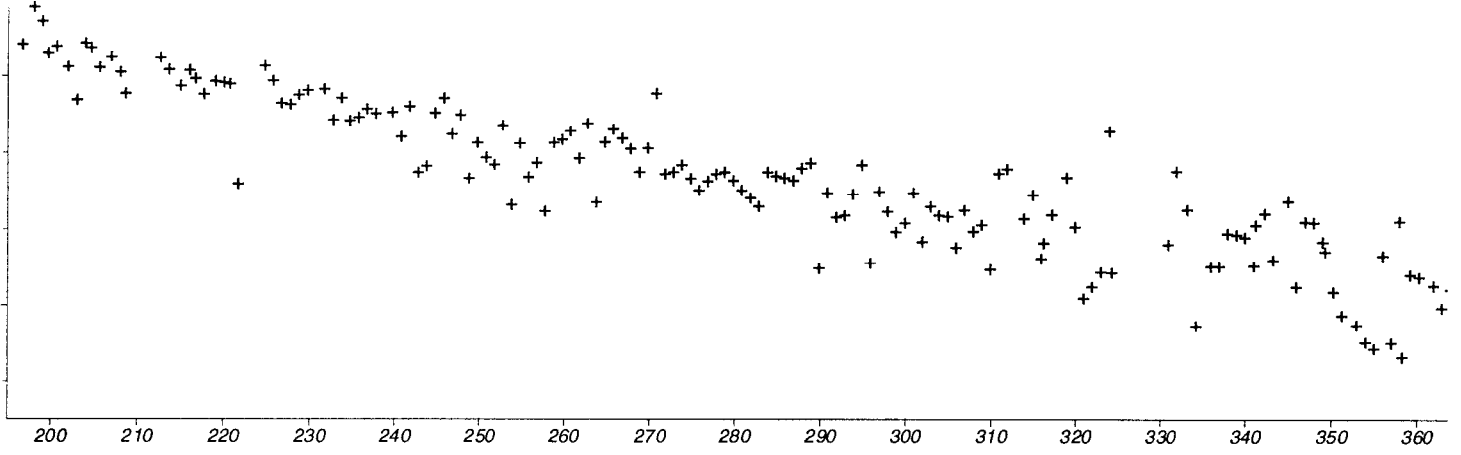
Lifou --> Port-Vila



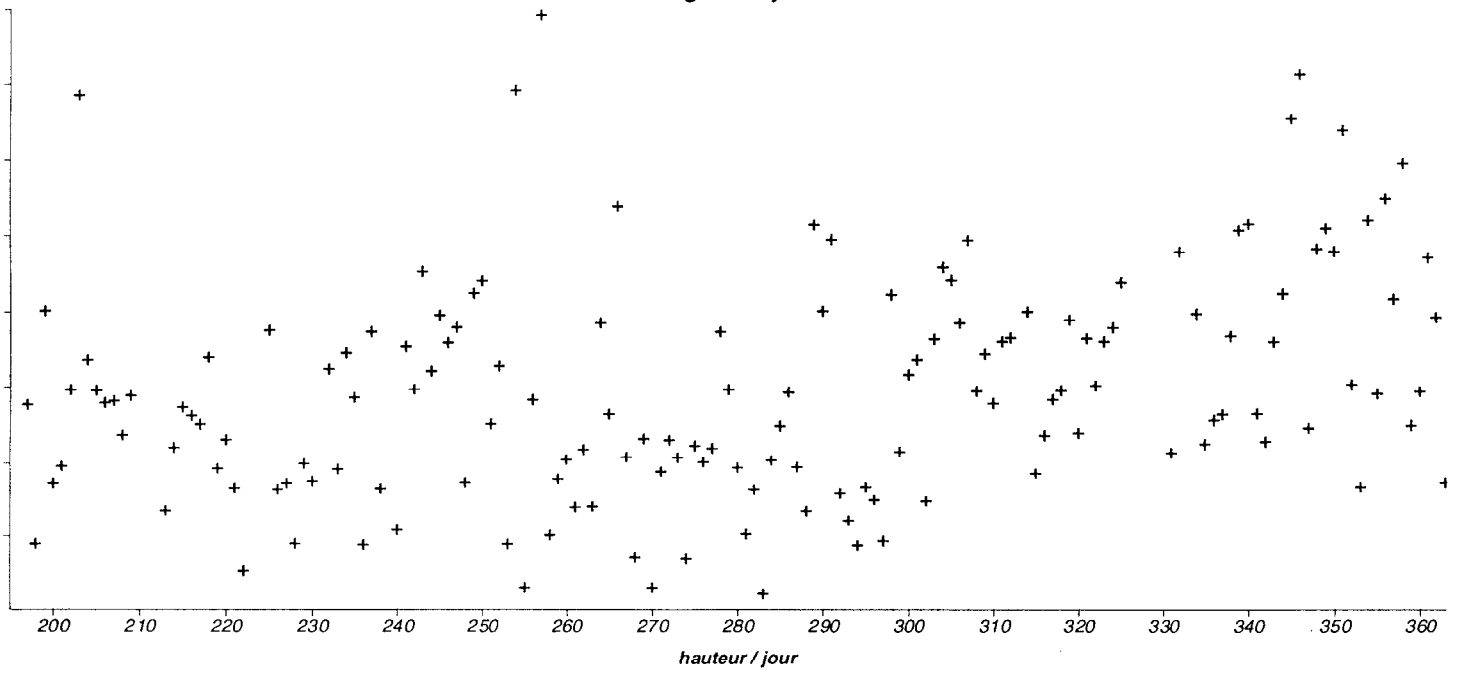
*planimétrie*



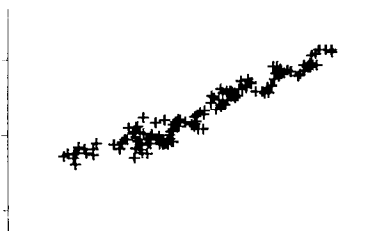
*latitude / jour*



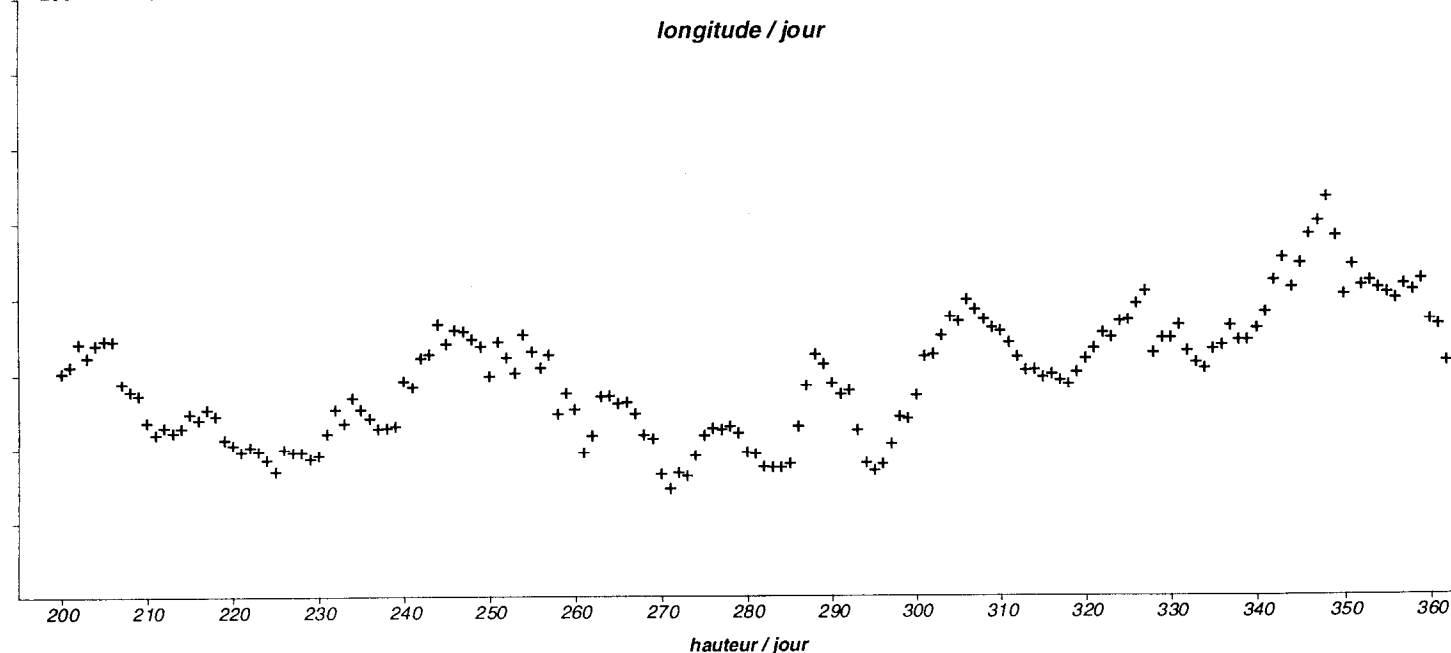
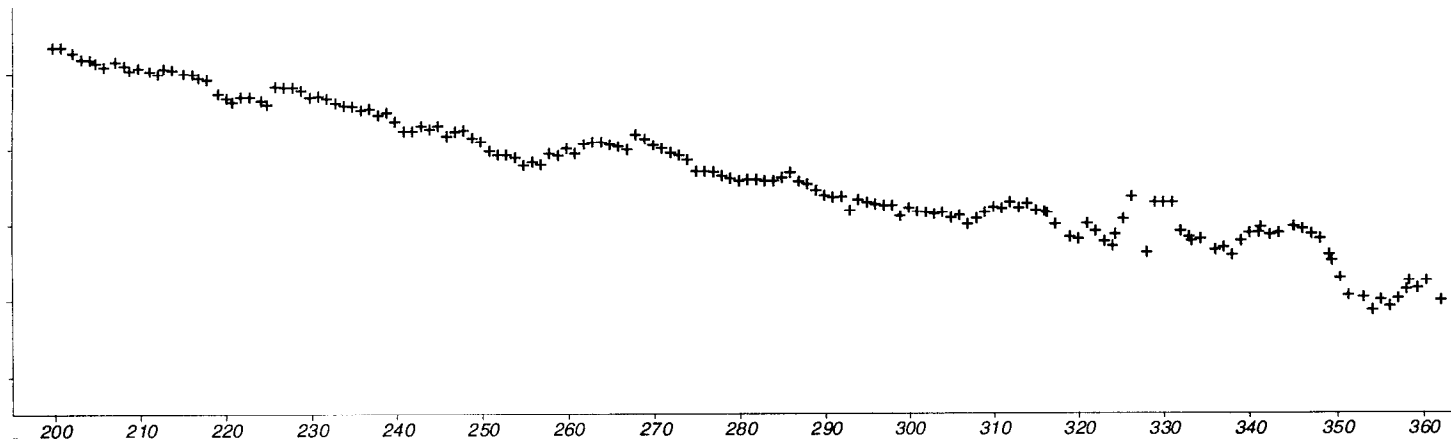
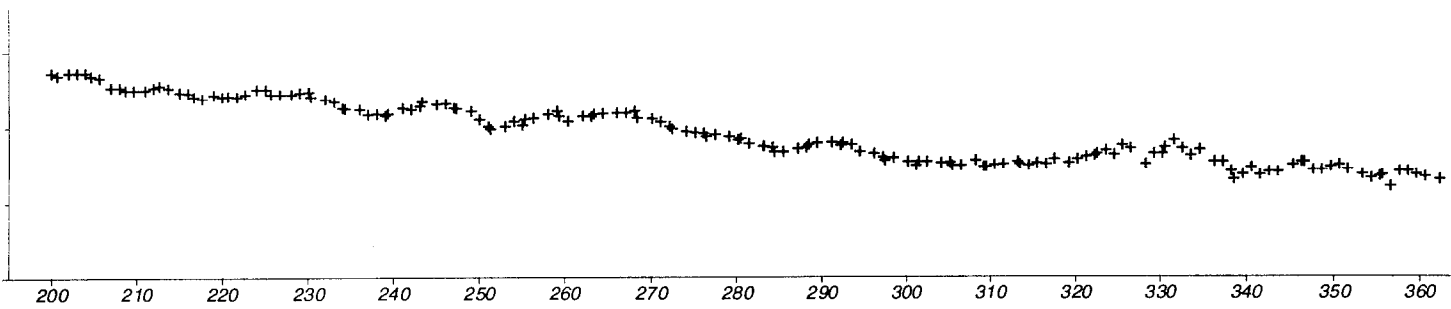
*longitude / jour*

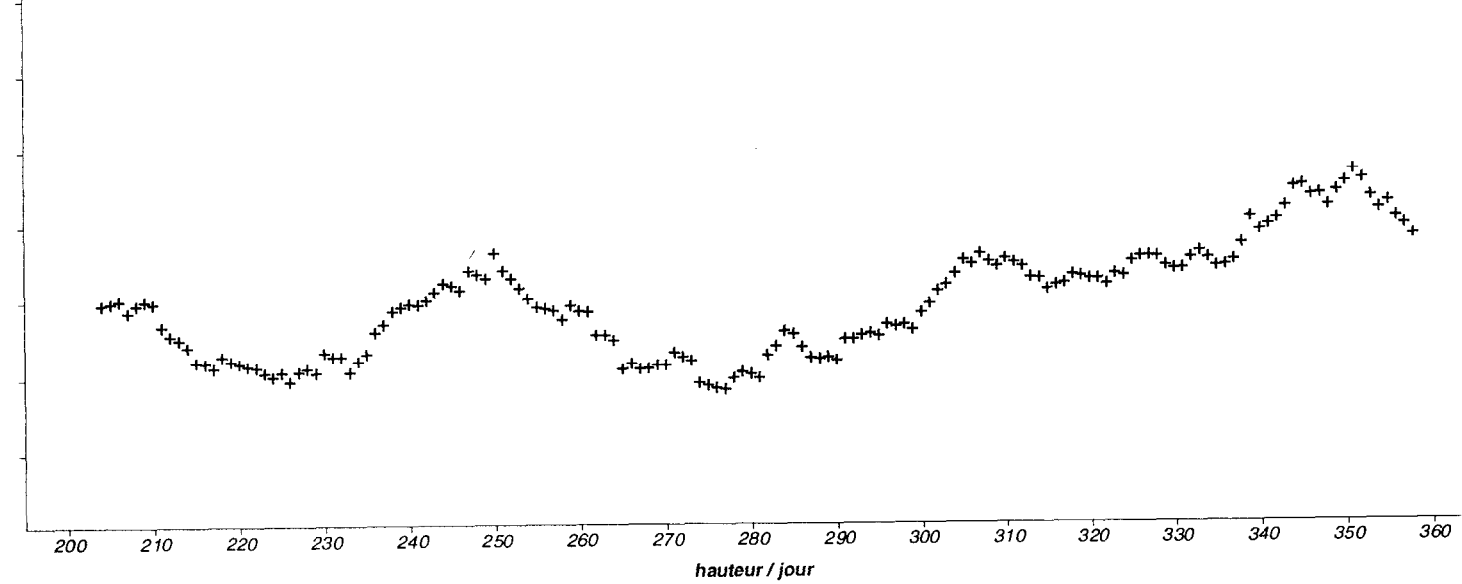
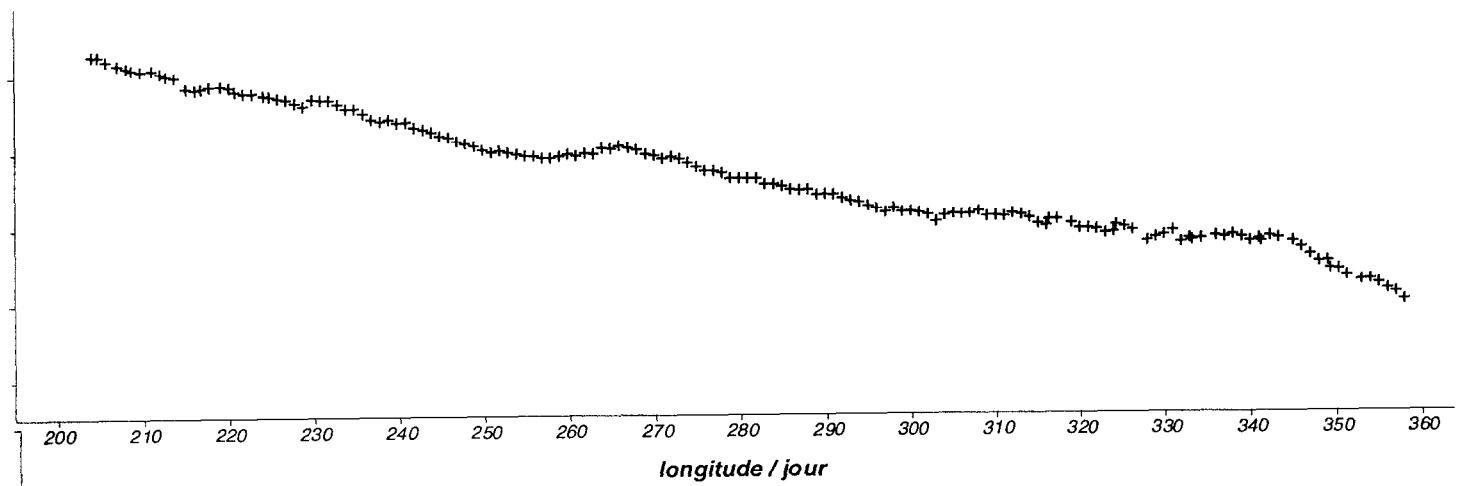
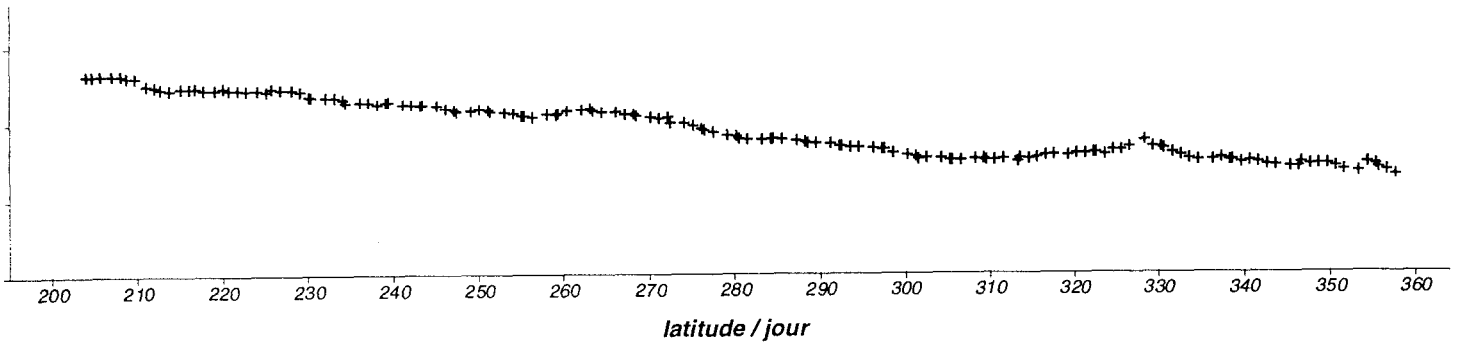
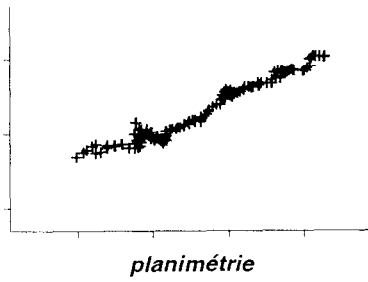


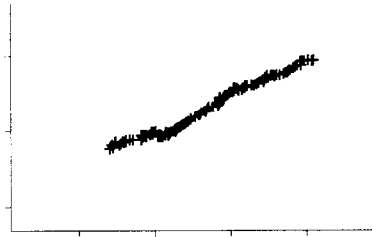
*hauteur / jour*



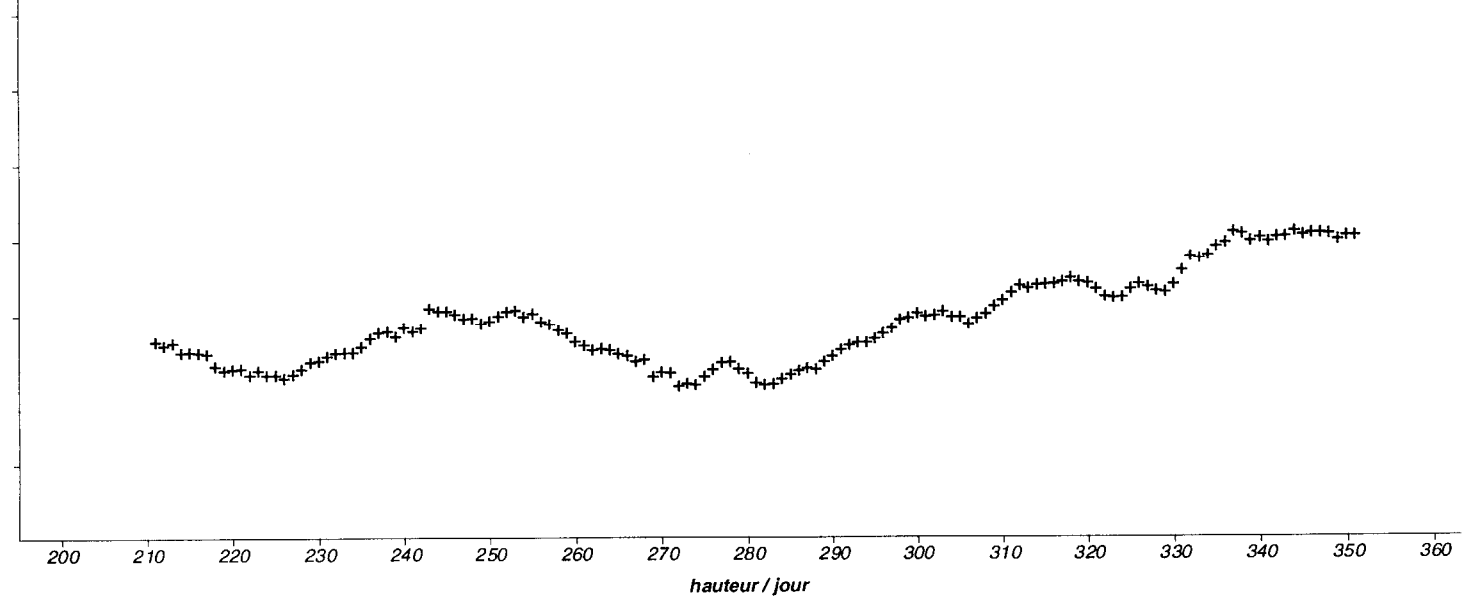
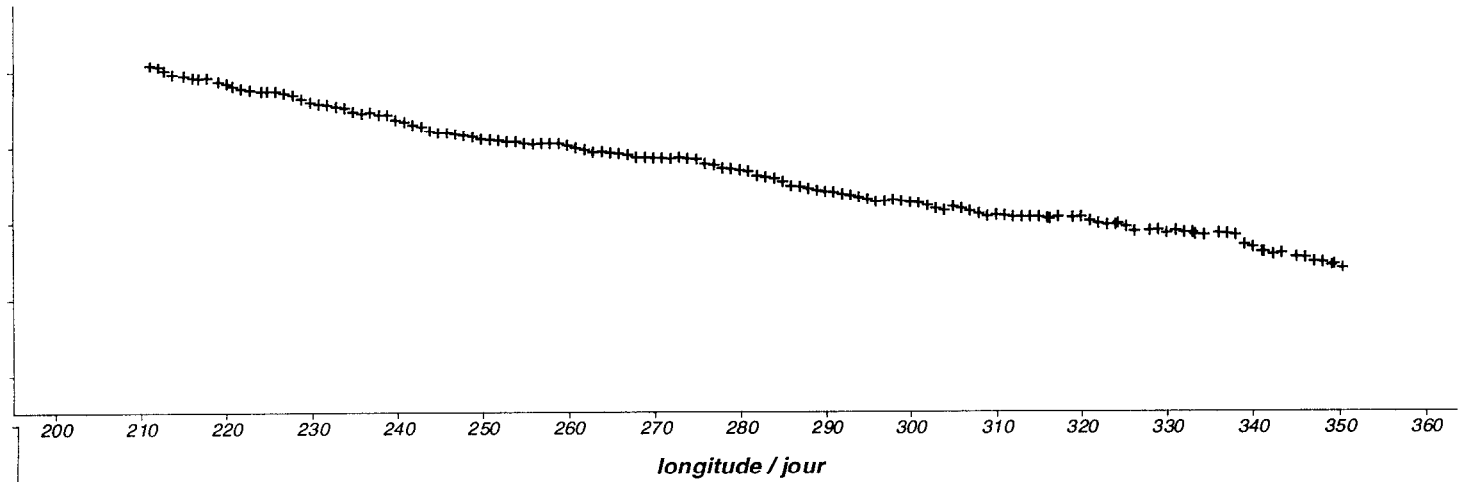
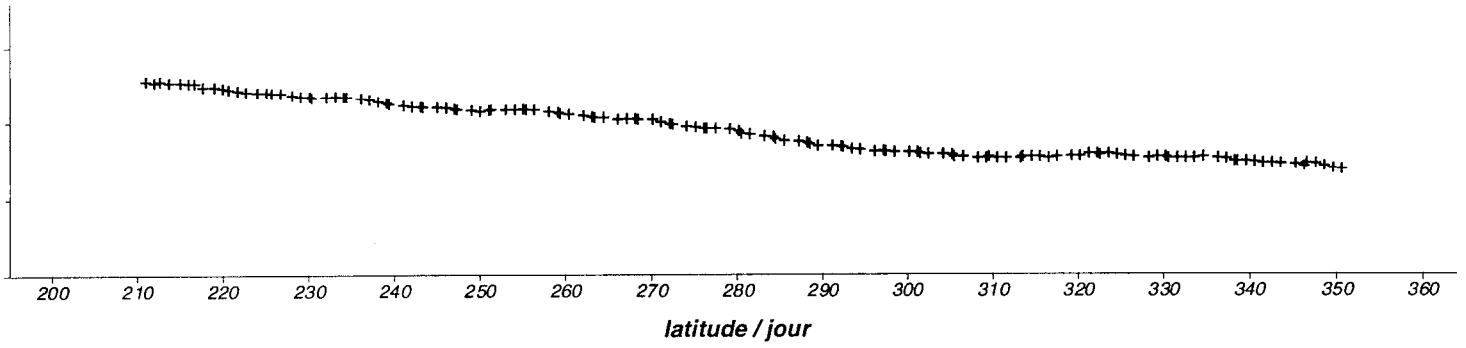
planimétrie





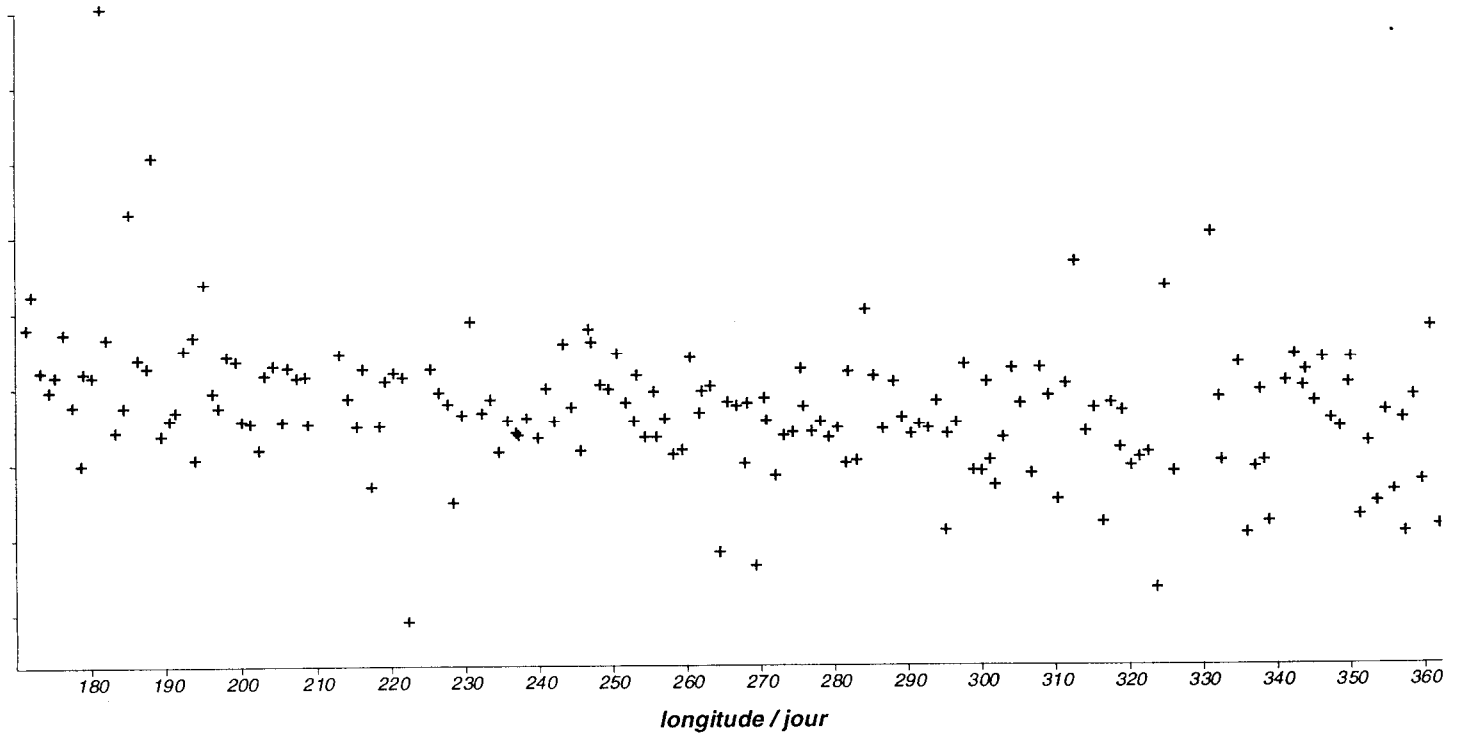
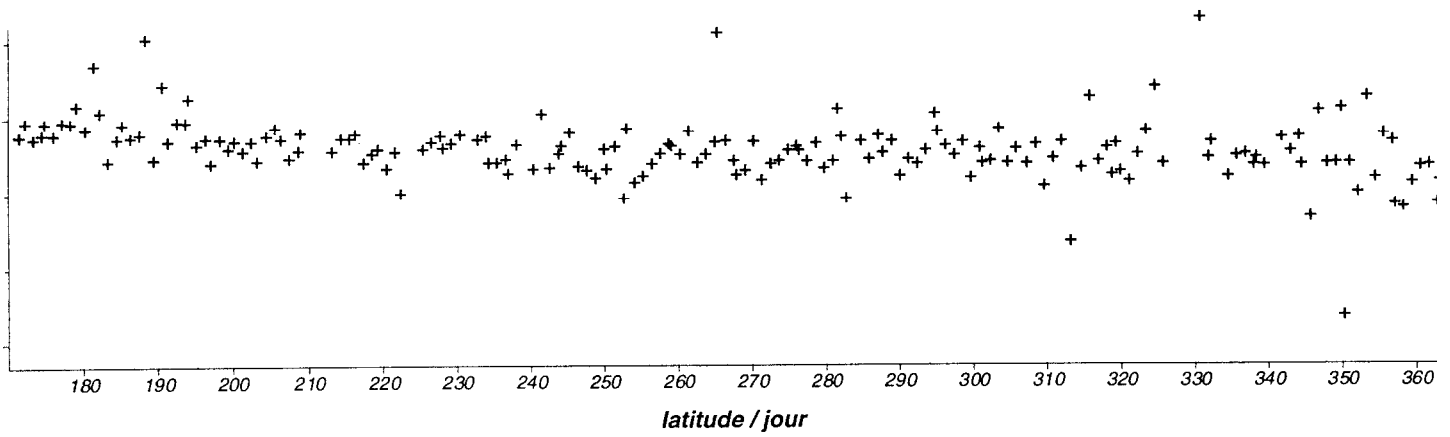
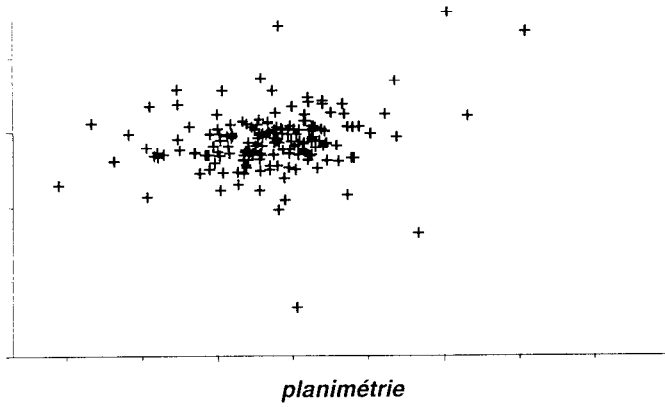


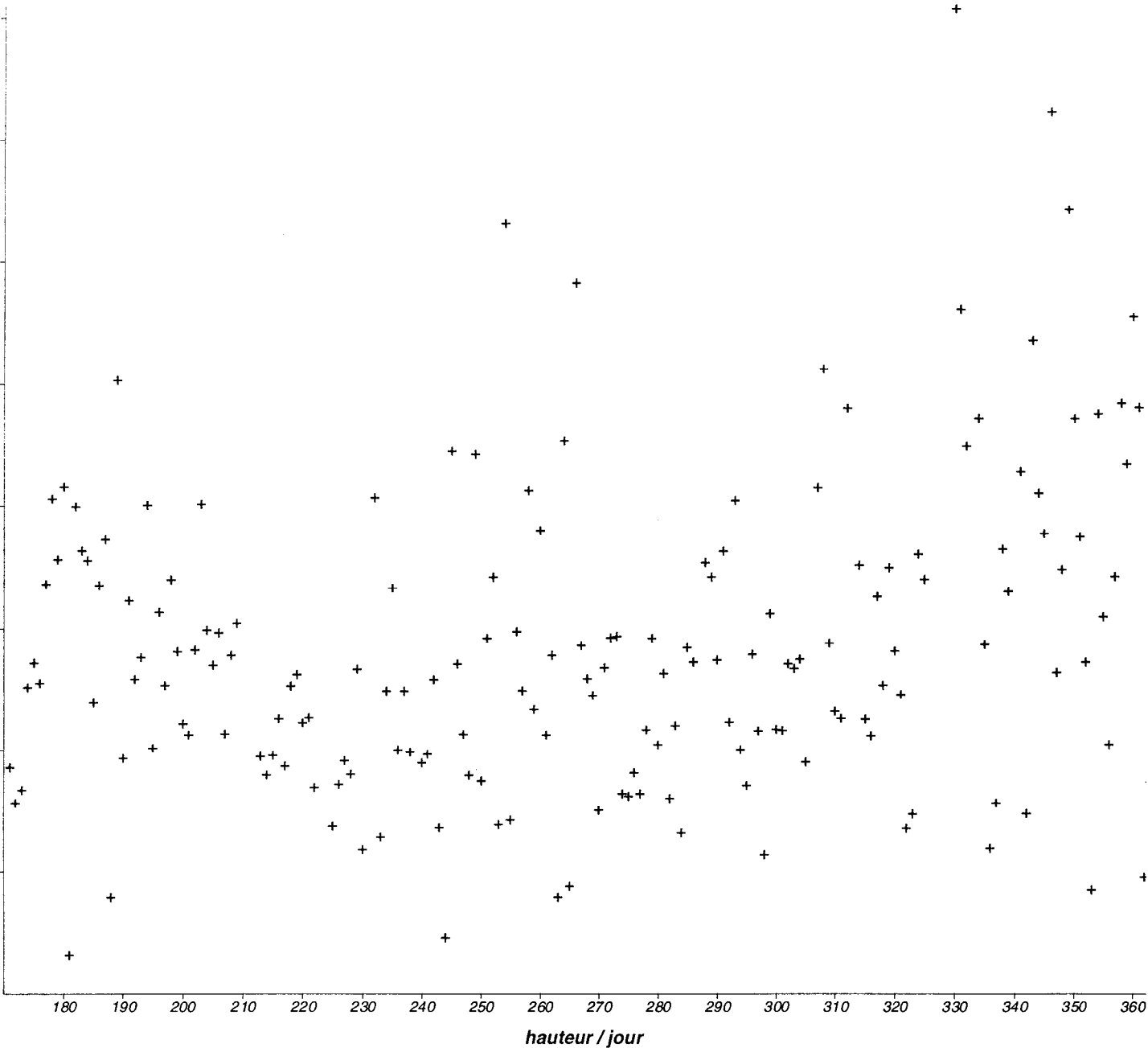
planimétrie

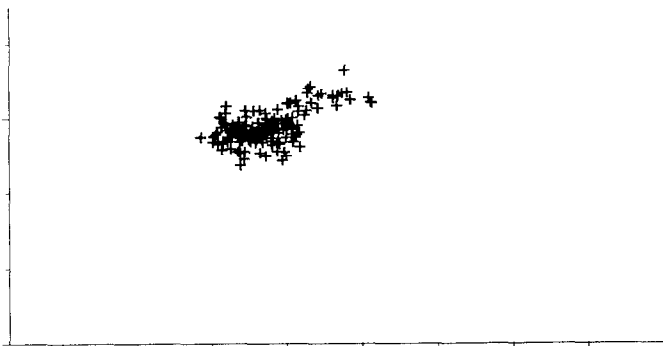


Lifou --> Santo

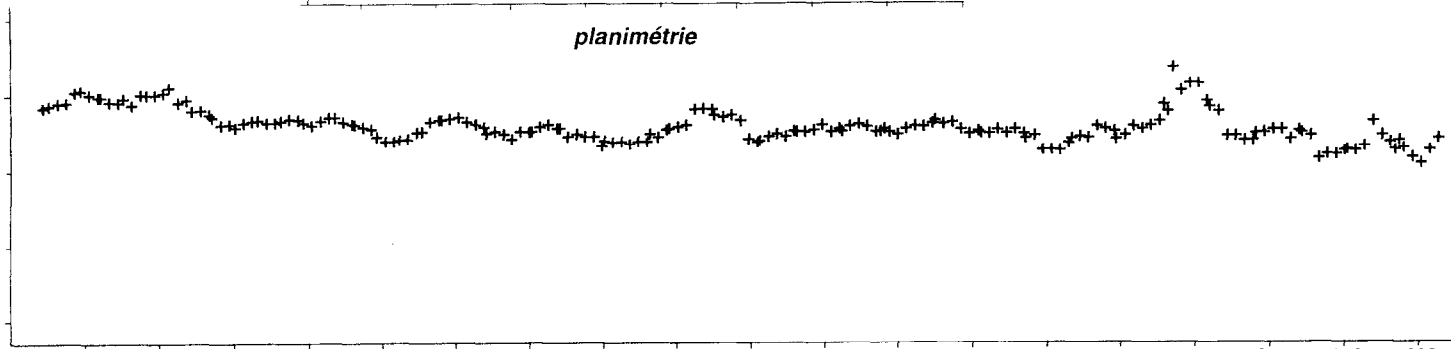








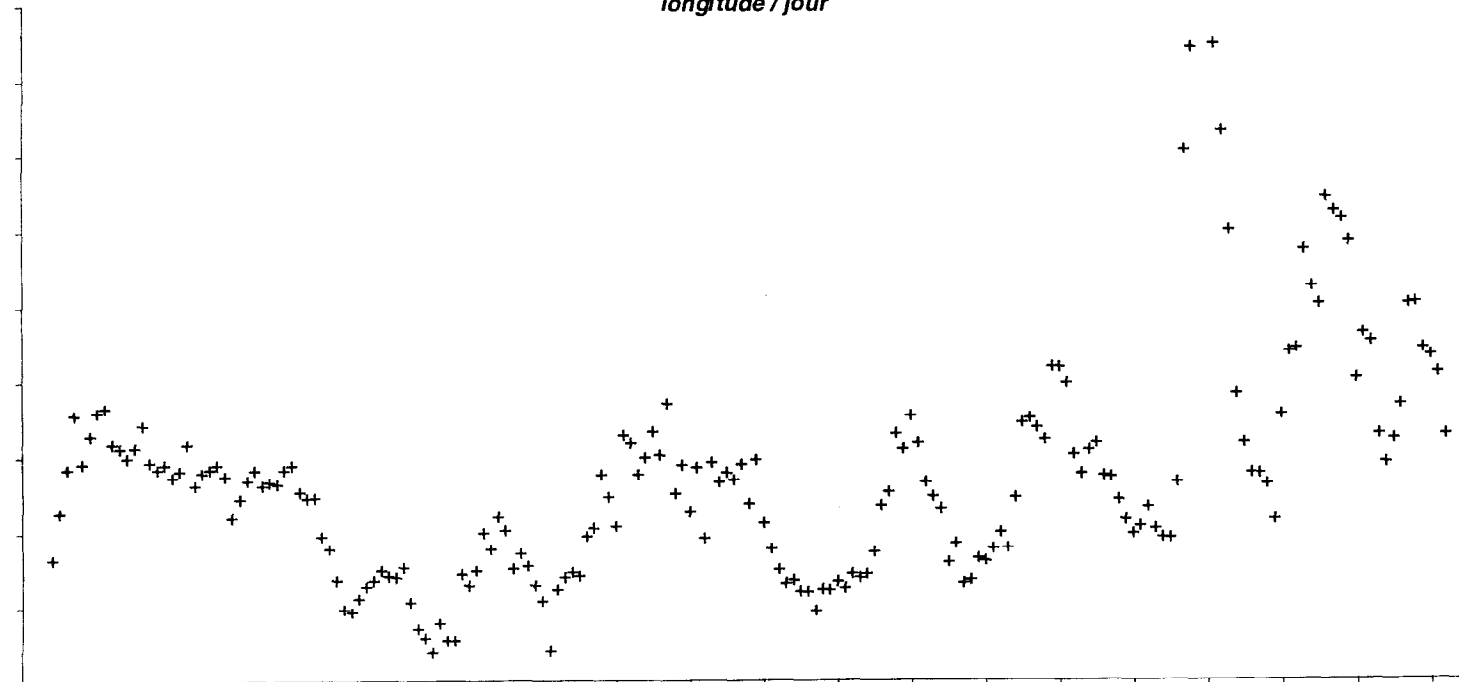
planimétrie



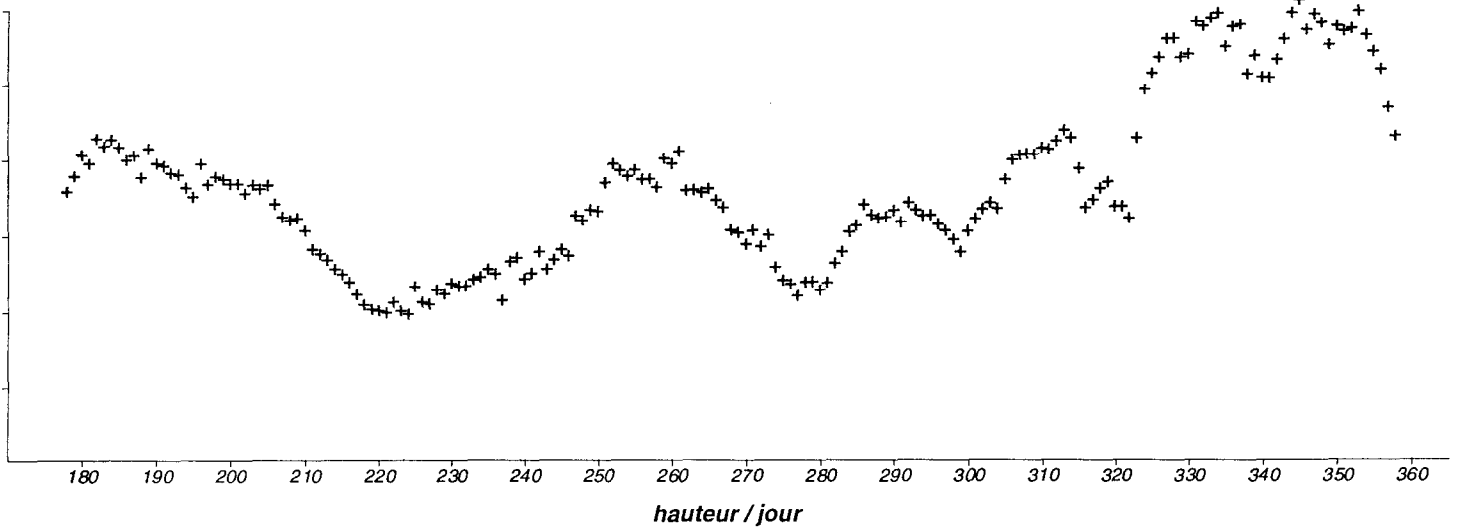
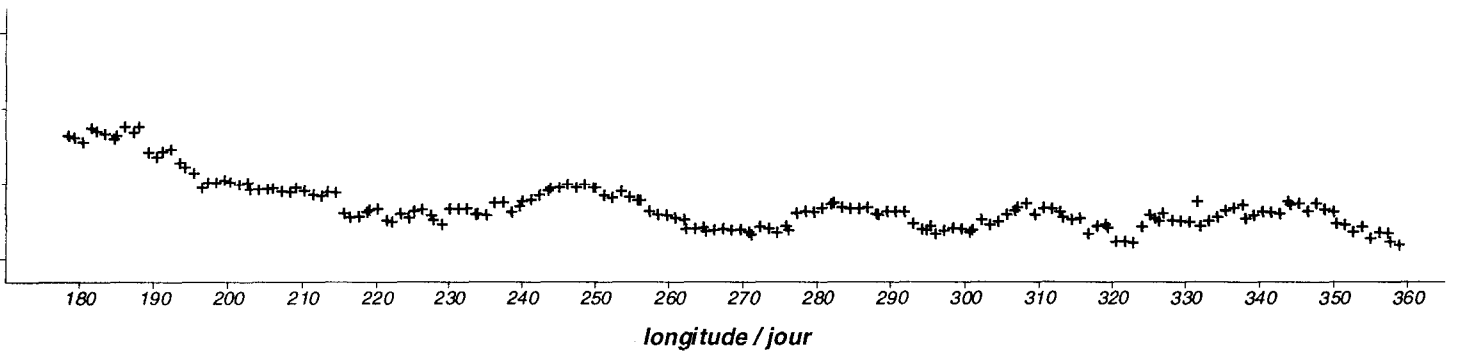
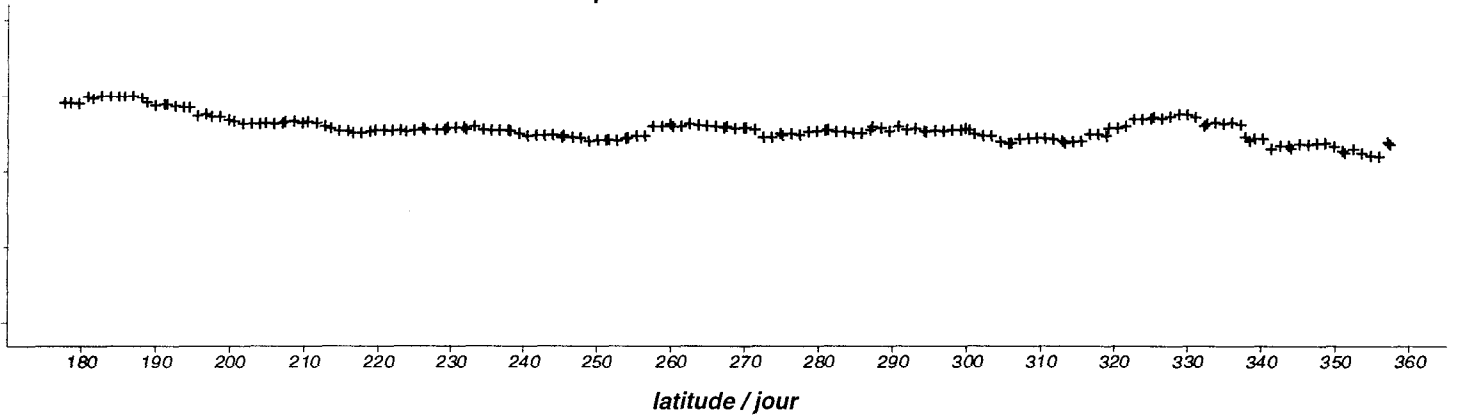
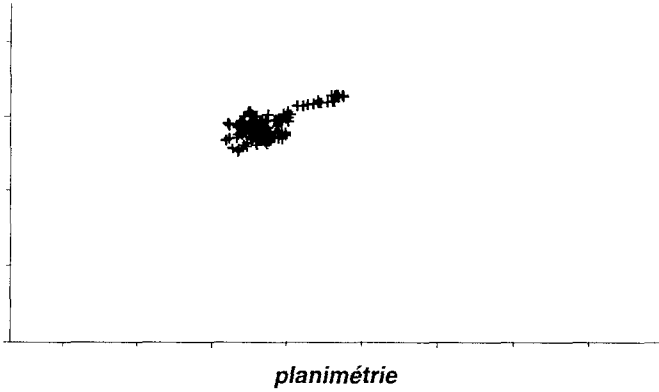
latitude / jour

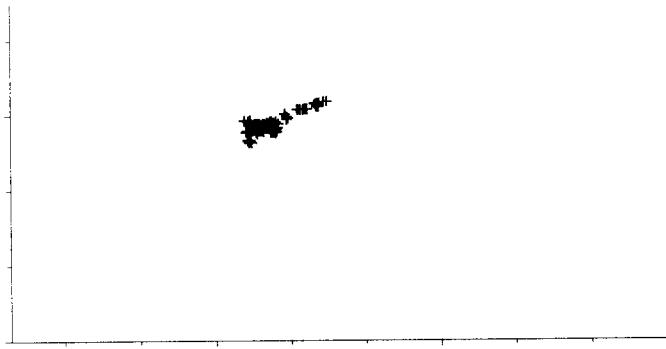


longitude / jour

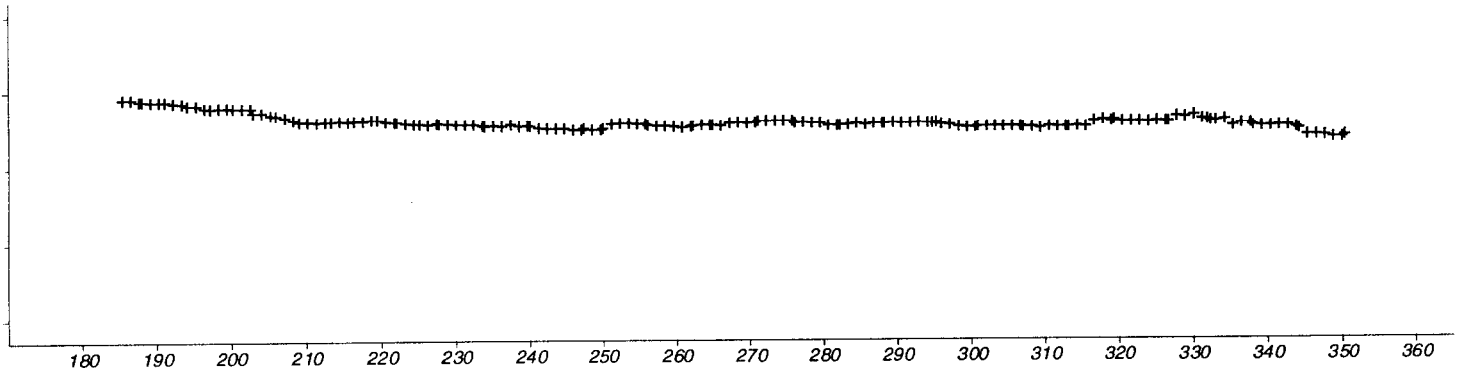


hauteur / jour

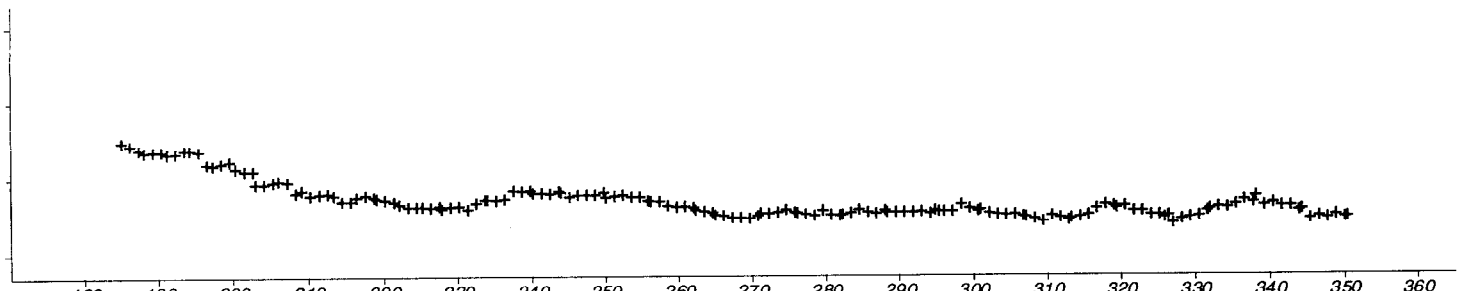




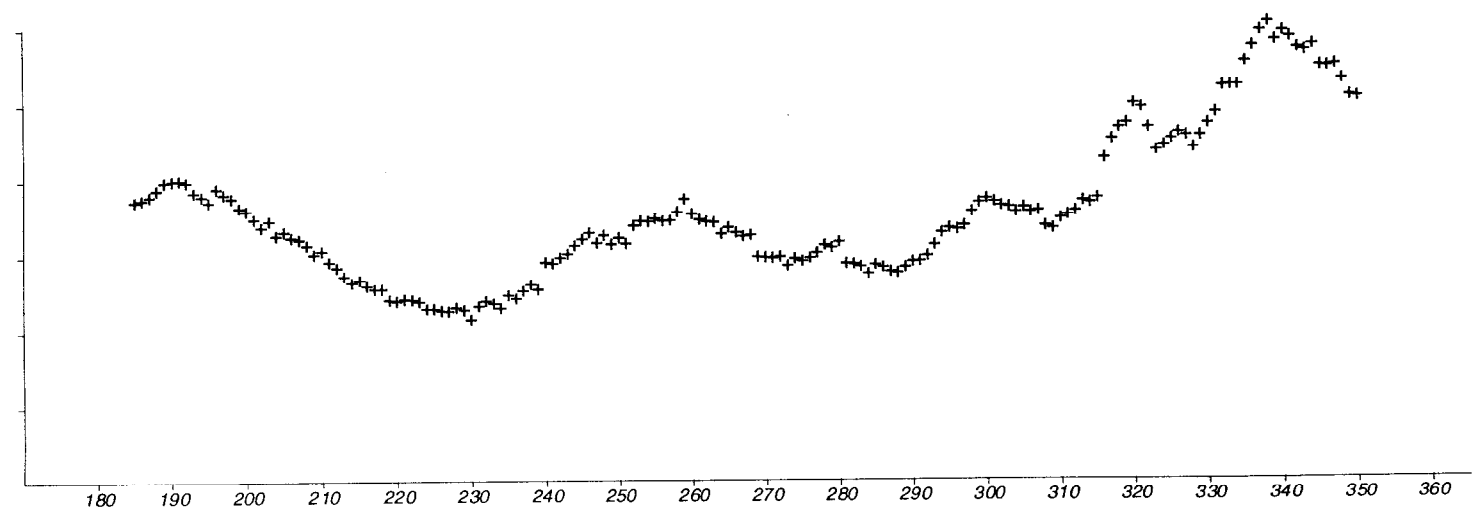
*planimétrie*



*latitude / jour*

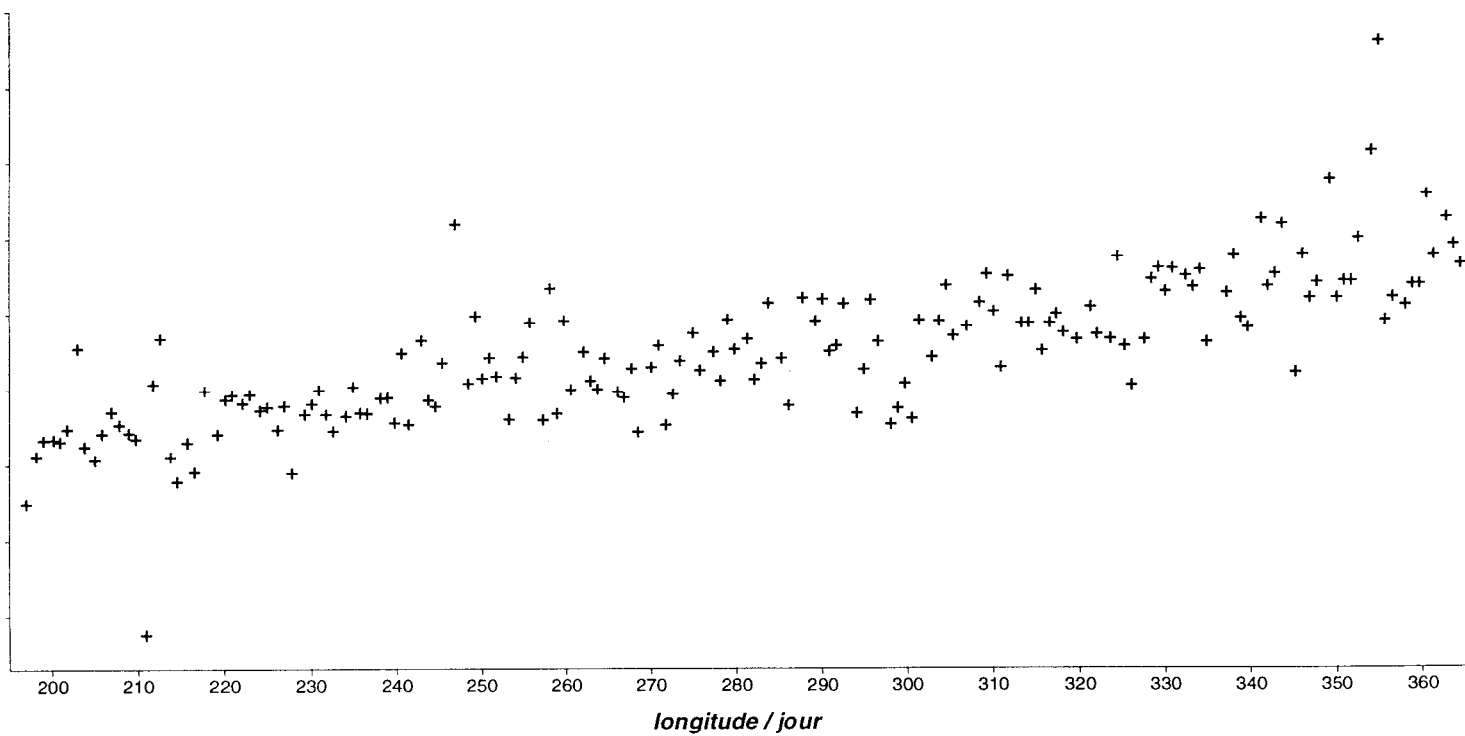
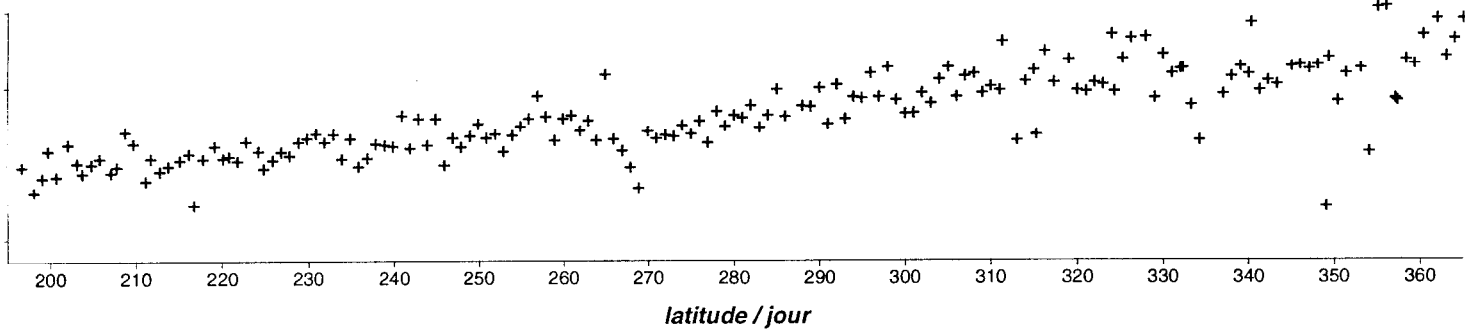
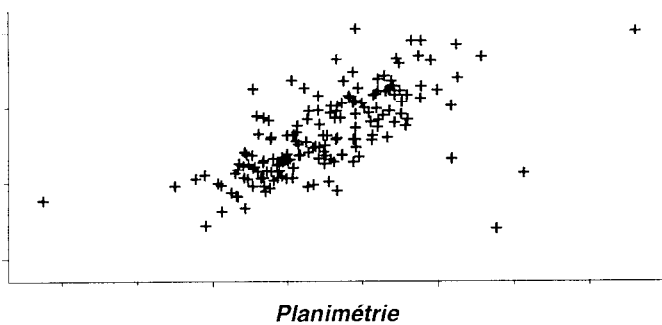


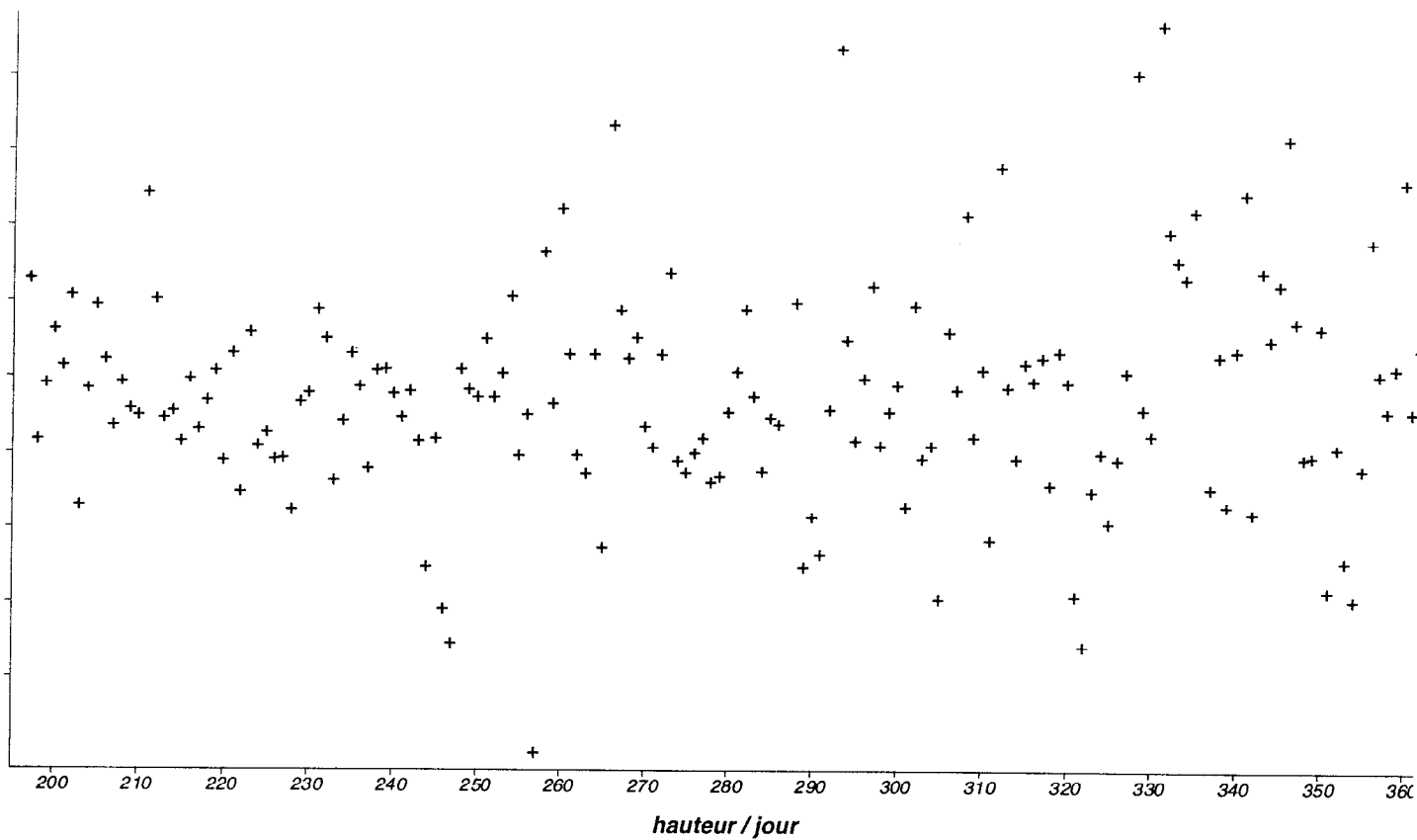
*longitude / jour*



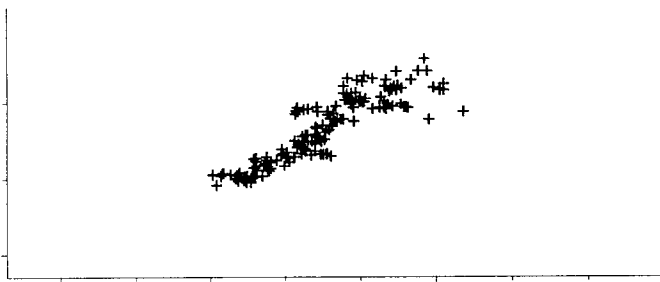
*hauteur / jour*

Port-Vila --> Santo

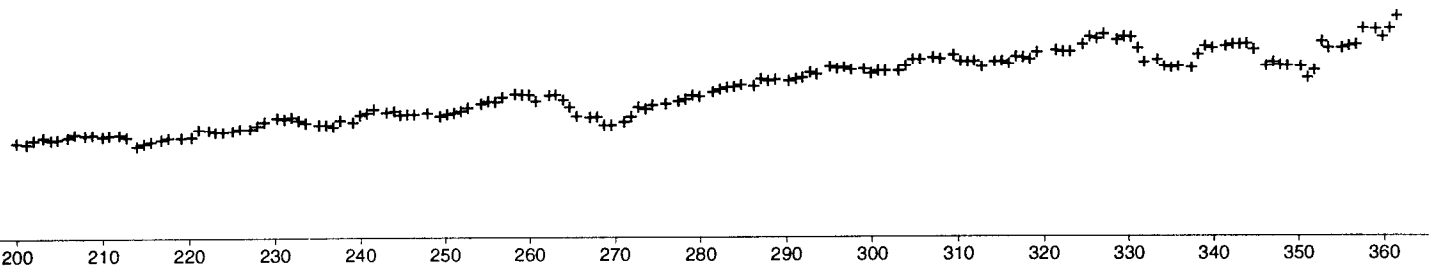




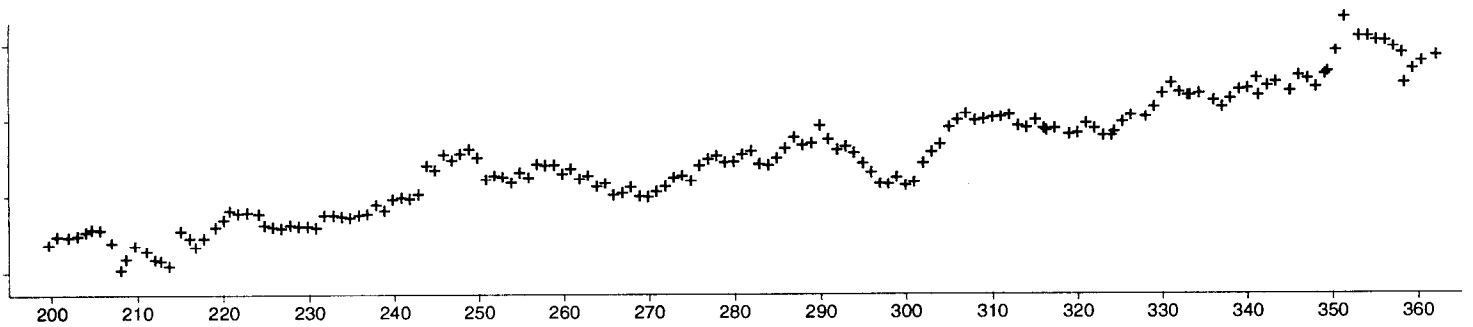




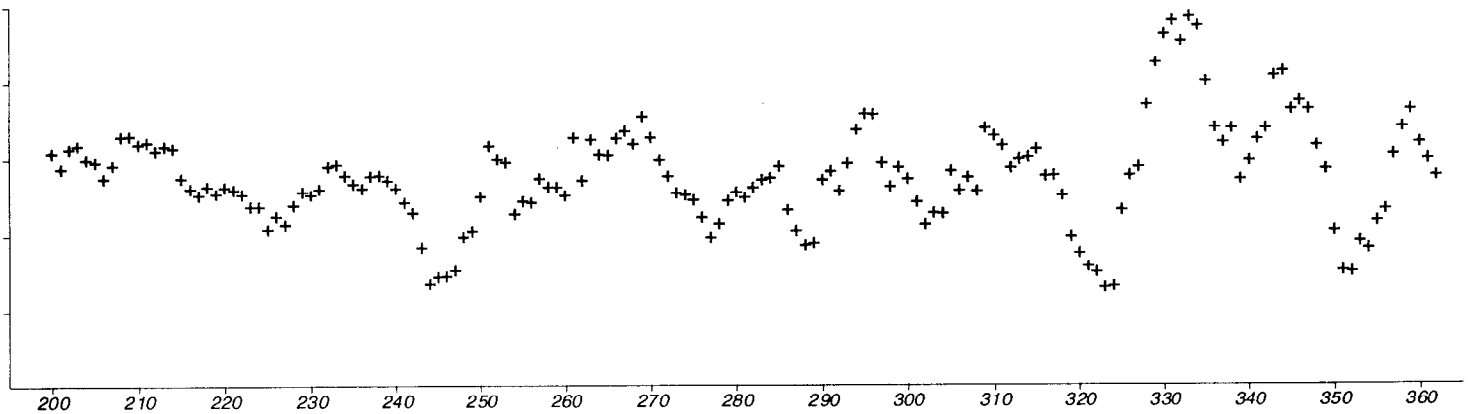
Planimétrie



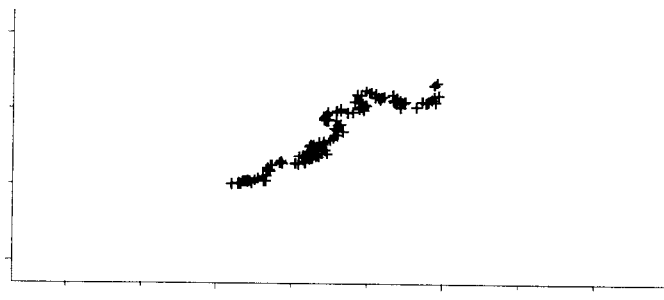
latitude / jour



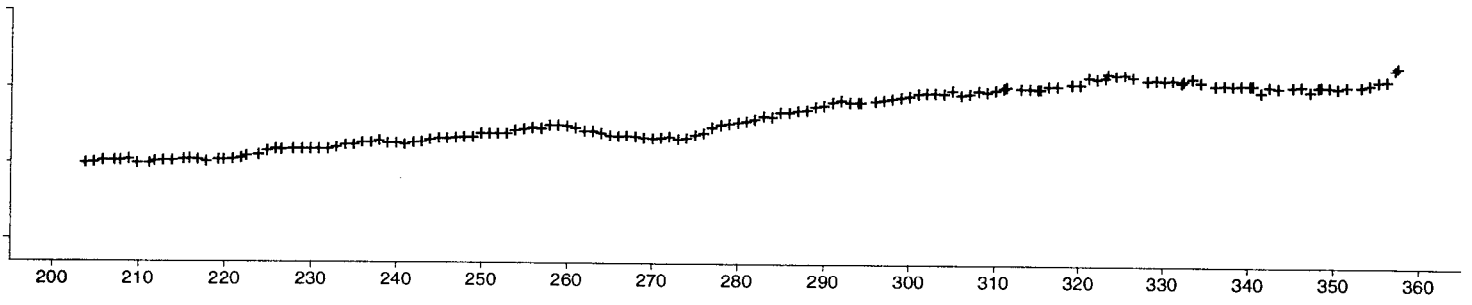
longitude / jour



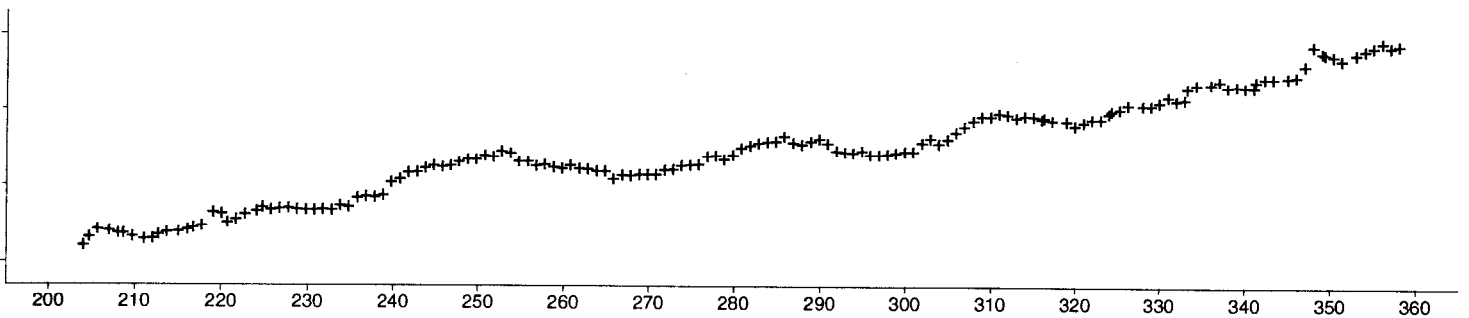
hauteur / jour



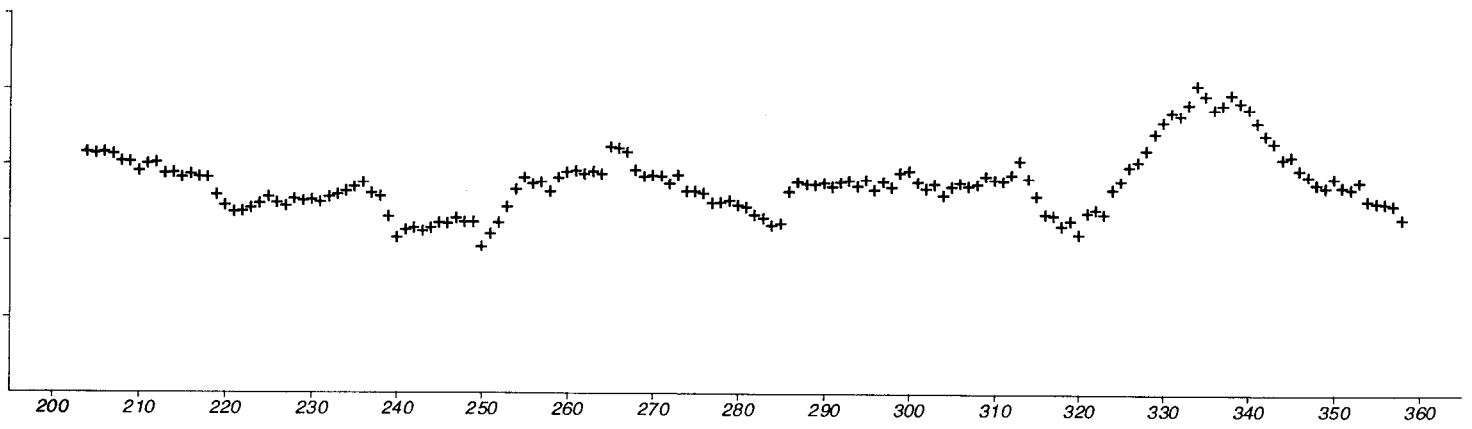
*Planimétrie*



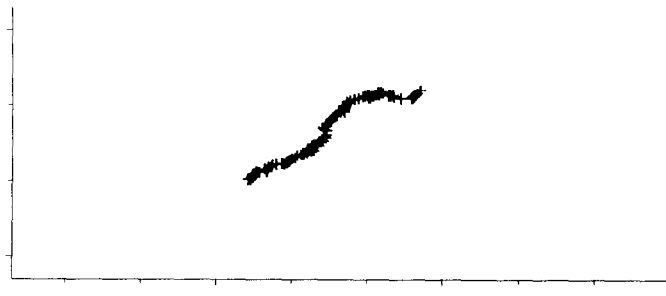
*latitude / jour*



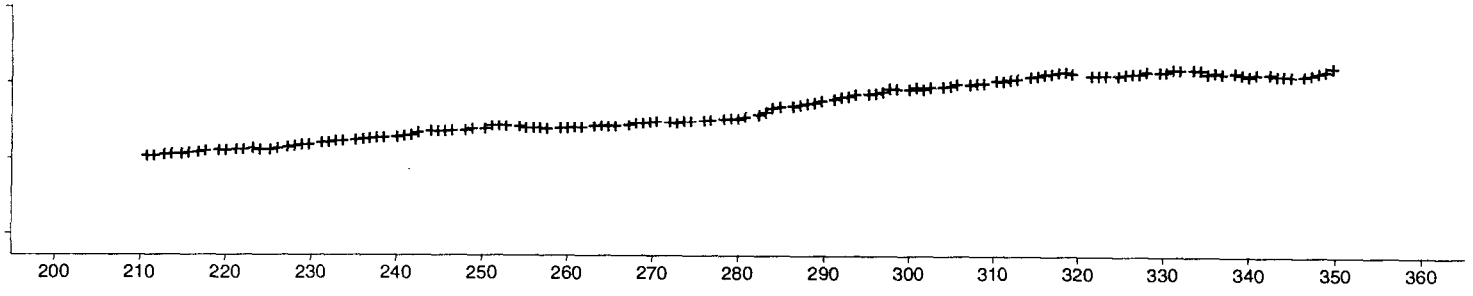
*longitude / jour*



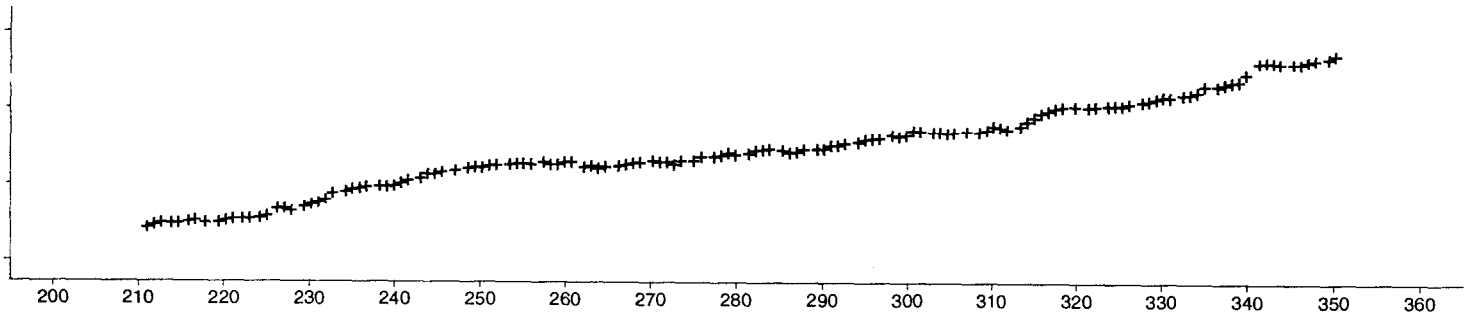
*hauteur / jour*



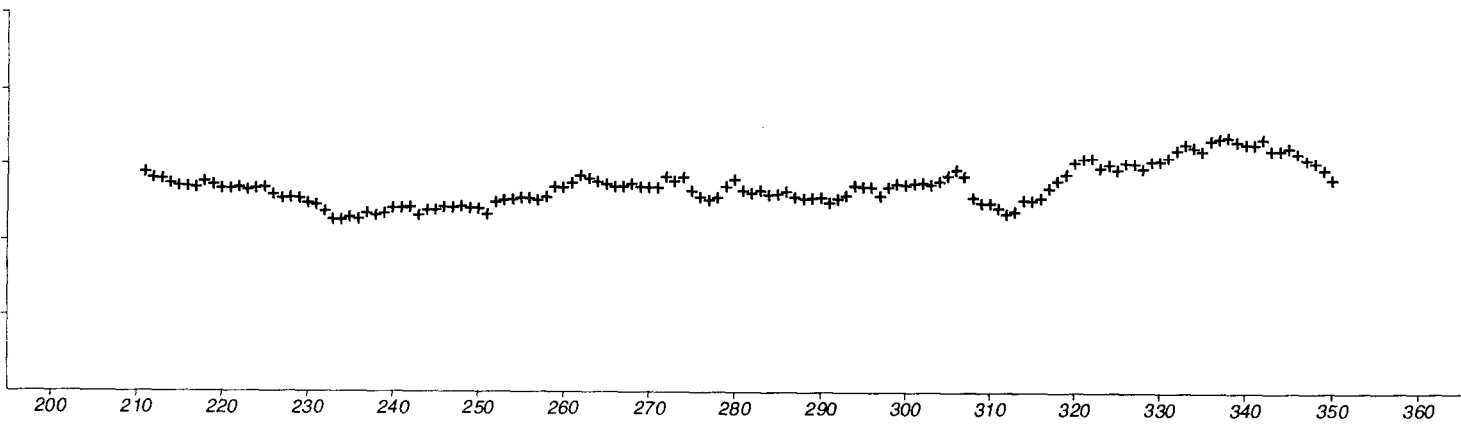
Planimétrie



latitude / jour



longitude / jour



hauteur / jour

## Comparaison DERIV - GSLNH

Le traitement des données du réseau GSLNH a permis de calculer les vitesses des sites situés à Vanuatu par rapport aux sites calédoniens. (Cf. le rapport sur les traitements GPS du réseau GSLNH Annexe 4, note technique n°12-1996). L'hypothèse de départ de ces traitements était la non déformation de la plaque australienne (les sites de Nouvelle-Calédonie ont été contraints à une position unique).

Le tableau suivant donne les résultats obtenus sous forme de vitesse sur les sites GSLNH les plus proches des stations permanentes du réseau DERIV.

Situation	Site	Vitesse	Azimut	
Lifou	LFOU	0 mm/an		Point fixe
Koumac	KOUM	0 mm/an		Hypothèse
Vaté	EFAT	97 ± 5 mm/an	249° ± 1°	
Santo	SNTO	46 ± 7 mm/an	267° ± 5°	

A la suite de ces traitements, la modélisation d'un séisme de magnitude 7,3 situé à proximité de l'île de Mallicolo (1994) a permis de mettre en évidence les « sauts » sur les mouvements de Vaté et Santo. (*Calmant et al, soumis à GRL 1997*). Les vitesses de ces 2 sites ont donc été corrigées des déplacements dus au séisme, nous obtenons donc :

Situation	Site	Vitesse	Azimut	
Lifou	LFOU	0 mm/an		Point fixe
Koumac	KOUM	0 mm/an		Hypothèse
Vaté	EFAT	95 ± 1 mm/an	246° ± 0.5°	
Santo	SNTO	37 ± 2 mm/an	244° ± 2°	

Les calculs des vitesses sur les stations permanentes, ont été réalisés en utilisant les solutions journalières issues des traitements GPS.

Situation	Site	Vitesse	Azimut	
Lifou	LPIL	0 mm/an		Point fixe
Koumac	KOUC	1 ± 2 mm/an	75° ± 98°	
Vaté	VILA	75 ± 2 mm/an	246° ± 1.5°	
Santo	SANC	20 ± 2 mm/an	246° ± 7°	

Au vu de ces résultats, nous observons que le vecteur Lifou-Koumac possède une bonne stabilité, mais nous observons aussi une très nette diminution de la vitesse relative (par rapport à Lifou) des sites de Vaté et Santo entre les résultats (corrigés ou non) des campagnes GSLNH et l'observation du réseau permanent. Plusieurs possibilités peuvent expliquer de semblables résultats.

Les vitesses obtenues par l'observation du réseau GSLNH ont été calculées sur un intervalle de temps de cinq années (1992 à début 1996) alors que seulement six mois de mesures ont été utilisés pour les stations permanentes. Une erreur standard de ± 4 mm sur les positions suffirait, dans le cas le plus défavorable à produire une différence sur les vitesses de cet ordre. Nous remarquons tout de même que les azimuts des déplacements sont très semblables.

Dans les traitements la modélisation des erreurs n'est pas optimisée. Par exemple les traitements ont été réalisés avec des modèles météorologiques standard en utilisant les mêmes paramètres sur tous les sites. On observe une dispersion plus importante des résultats pour les vecteurs calculés entre la Calédonie et le Vanuatu (Lifou --> Vaté et Lifou --> Santo) que pour les autres (Lifou --> Koumac et Vaté --> Santo). Cette dispersion peut être expliquée par des conditions météorologiques très différentes, plusieurs dépressions tropicales s'étant succédées durant les mois de novembre et décembre (jours 300 à 365) en étant situées soit sur le Vanuatu, soit sur la Nouvelle-Calédonie.

Dans ce cas, il sera souhaitable d'établir un modèle plus réaliste. La version 4 du logiciel de Berne permet l'introduction de modèles météorologiques différents sur les sites. Après une période de test, l'ensemble des calculs pourra éventuellement être repris.

Les deux réseaux n'ont pas été observés exactement sur les mêmes sites. L'installation des stations permanentes a donné lieu à la pose de piliers, les deux réseaux ayant été rattachés par un minimum de deux jours d'observations GPS.

L'arc des Nouvelles Hébrides étant géologiquement très segmenté, il est possible d'imaginer des vitesses de convergences différentes d'un point à l'autre, voire au sein d'une même île.

Un contrôle des rattachements a donc été réalisé en observant de nouveau pendant 3 jours chaque couple de sites. Les écarts obtenus entre les deux séries d'observation n'ont permis de signaler qu'une erreur de prise de hauteur d'antenne à Santo au moment du deuxième rattachement. Aucune différence planimétrique n'étant apparue, la variation des vitesses observées entre les deux réseaux ne s'explique pas par une instabilité des sites.

En reprenant les résultats des campagnes d'observation, nous avons pour le site de Vaté :

1990-1992 : vitesse :  $103 \pm 5$  mm/an azimut :  $248 \pm 1^\circ$  (Taylor et al - Geology 1995)

1990-1994 : vitesse :  $103 \pm 9$  mm/an azimut :  $242 \pm 4^\circ$  (Calmant et al - GRL 1995)

1992-1996 : vitesse :  $95 \pm 5$  mm/an azimut :  $246 \pm 1^\circ$  (Calmant et al - soumis à GRL 1997)

deuxième semestre 1996 : vitesse :  $75 \pm 2$  mm/an azimut :  $246 \pm 2^\circ$

et pour le site de Santo :

1990-1992 : vitesse :  $39 \pm 4$  mm/an azimut :  $245 \pm 5^\circ$  (Taylor et al - Geology 1995)

1990-1994 : vitesse :  $36 \pm 12$  mm/an azimut :  $253 \pm 26^\circ$  (Calmant et al - GRL 1995)

1992-1996 : vitesse :  $37 \pm 2$  mm/an azimut :  $244 \pm 2^\circ$  (Calmant et al - soumis à GRL 1997)

deuxième semestre 1996 : vitesse :  $20 \pm 4$  mm/an azimut :  $246 \pm 7^\circ$

Dans l'hypothèse où ces ralentissements correspondent à une réalité physique, deux explications géologiques peuvent être avancées.

1 - Nous nous trouvons en présence de fortes accumulations de contraintes pouvant générer des séismes majeurs. Le premier affecterait la région de Vaté, le deuxième celle de Santo. En l'absence d'autres données géographiques, il serait impossible de déterminer où a lieu l'accumulation des contraintes. Des campagnes de mesures ont eu lieu sur d'autres sites de l'arc des Nouvelles Hébrides (Sud Santo, Nord et Sud Mallicolo, Epi ...) les données sont en cours de traitement et seront étudiées avec attention. Néanmoins il paraît très peu probable (bien que cette probabilité ne soit pas nulle) que deux séismes soient en préparation avec un ralentissement aussi important, juste après avoir installé des stations permanentes à ces emplacements.

2 - Un seul séisme est en préparation, et affecte Santo, Vaté mais aussi tout l'arc compris entre ces deux points. De la même façon que précédemment, nous pourrions le mettre en évidence sur les autres stations réalisées le long de l'arc, mais si actuellement des contraintes s'exercent effectivement sur plus de 300 km, le séisme associé serait un des plus importants enregistré dans cette partie du globe.

## Conclusion

Après six mois d'observation du réseau, la phase de mise en place est maintenant terminée. Le système pourra encore être amélioré en installant des modems téléphoniques sur les stations de façon à réduire les délais de traitements.

Une étude devra être effectuée pour modéliser au mieux les erreurs dues aux conditions météorologiques. Il n'est pas impossible à terme de prévoir l'installation de capteurs météo directement connectés aux stations GPS. La station de Santo sera prochainement équipée d'un tel capteur par nos partenaires américains.

Les précisions atteintes semblent correspondre aux besoins de la géophysique, des progrès considérables ont été réalisés ces dernières années sur plusieurs paramètres utilisés en GPS (orbite des satellites, mouvement du pôle, marée terrestre, algorithmes des traitements etc.).

Dans le cas d'une recherche sur les variations de vitesse, il faut être conscient que ce problème demandera de très longues périodes d'observations. Il est en effet bien établi que la mesure de déformation après séisme est relativement aisée, mais la mise en évidence d'une accumulation ne pourra se faire que sur plusieurs années. Il sera nécessaire de multiplier les campagnes de mesures sur d'autres sites autour des zones à risque, de manière à modéliser au mieux les contraintes.

Les ralentissements constatés sur les stations permanentes de notre réseau doivent être suivis, sans pour autant faire de catastrophisme. Avant toute conclusion hâtive il faudra s'assurer, qu'aucune erreur n'a pu modifier les résultats, vérifier après une année d'observation que nous ne mesurons pas un phénomène cyclique (variation saisonnière météorologique par exemple) et enfin compléter ces résultats par l'observation des autres stations de la région. Trop de paramètres différents entre les réseaux GSLNH et DERIV (changement de site, de récepteur, de référentiel ..) pour conclure définitivement.