

NOTES TECHNIQUES  
SCIENCES DE LA TERRE  
GÉOLOGIE-GÉOPHYSIQUE

N° 18

1998

# Calcul automatique de réseaux GPS

Guide utilisateur du logiciel GPSTOOL

Pierre LEBELLEGARD  
Stéphane CALMANT



**NOTES TECHNIQUES**  
**SCIENCES DE LA TERRE**  
**GÉOLOGIE-GÉOPHYSIQUE**

**N° 18**

**1998**

**Calcul automatique de réseaux GPS**

**Guide utilisateur du logiciel GPSTOOL**

**Pierre LEBELLEGARD**  
**Stéphane CALMANT**



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

**CENTRE DE NOUMÉA**

© ORSTOM, Nouméa, 1998

/Lebellegard, P.  
/Calmant, S.

Calcul automatique de réseaux GPS. Guide utilisateur du logiciel GPSTOOL

Nouméa : ORSTOM. Décembre 1998. 52 p.  
*Ntes Tech. : Sci. Terre ; Géol.-Géophys.* 18

DONNEES SATELLITE ; GEODESIE ; RESEAU INFORMATIQUE ; INTERFACE ;  
DEVELOPPEMENT ; METHODE ; CALCUL SCIENTIFIQUE ; LOGICIEL BERNESE ; STATIONS  
GPS ; GPSTOOL / NOUVELLE CALEDONIE ; VANUATU

Imprimé par le Centre ORSTOM  
Décembre 1998

 ORSTOM Nouméa  
REPROGRAPHIE

## 1 - Introduction

La quantité de données GPS acquises par le Laboratoire de Géosciences du centre IRD de Nouméa depuis 1992, et plus particulièrement depuis l'installation de récepteurs GPS permanents (stations de Lifou, Koumac, Vaté, Santo, et station IGS de Nouméa), rend de plus en plus nécessaire une automatisation des calculs GPS aussi poussée que possible, c'est-à-dire avec une interaction minimale de l'opérateur.

Les calculs GPS sont effectués sur stations de travail SUN sous Solaris, par l'ensemble de procédures du logiciel Bernese, développé à l'Institut d'Astronomie de l'Université de Berne. La précision des résultats obtenus par ce logiciel le rend parmi les plus performants dans le domaine; malheureusement, il faut pour le maîtriser un apprentissage assez long, tant au niveau des connaissances requises dans le domaine des calculs GPS, que dans la pratique du logiciel lui-même.

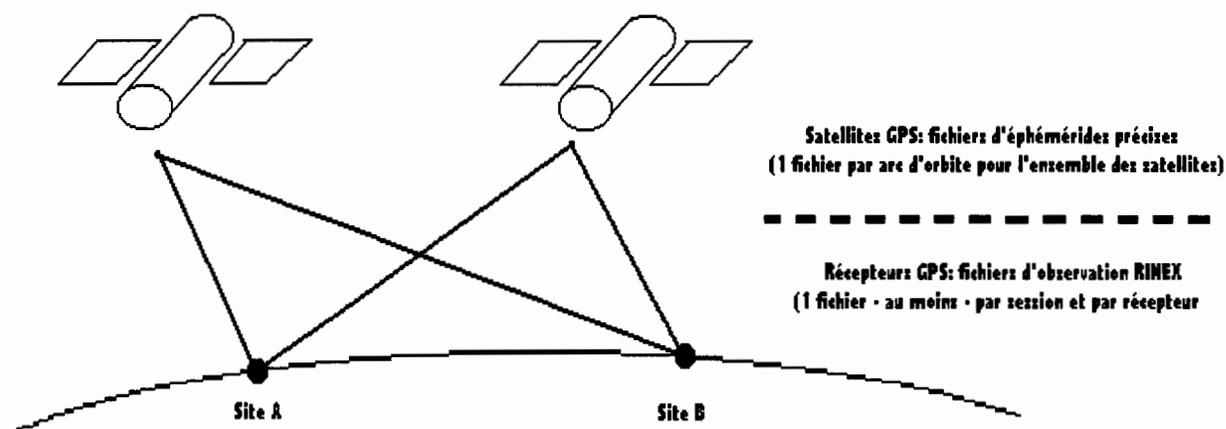
C'est pourquoi l'interface gpstool a été développée<sup>1</sup>: sans effectuer les calculs GPS proprement dits (ceux-ci demeurent réalisés par Bernese), elle permet à l'opérateur d'obtenir rapidement les résultats de calculs de réseaux GPS, à la précision maximale permise par Bernese, avec le strict minimum de connaissances nécessaires à sa mise en œuvre.

Le présent manuel n'a donc pas pour but de détailler l'emploi du logiciel Bernese, encore moins la théorie ou la pratique des calculs GPS; il vise essentiellement à décrire ce strict minimum, nécessaire à l'utilisation de gpstool, et à l'obtention des meilleurs résultats possibles. A savoir: la structure de données consacrée aux traitements GPS sur les machines du centre IRD de Nouméa, les traitements GPS 'de routine' avec gpstool, comment enfin calculer un nouveau site (position et vitesse de déplacement). Sont également décrits un ensemble d'utilitaires utilisés conjointement avec gpstool, notamment ceux permettant la récupération de divers fichiers sur Internet.

---

<sup>1</sup> Le code source, d'environ 40.000 lignes, a été écrit en langage C, et peut donc être porté sur PC. Quelques procédures annexes sont écrites en Fortran; enfin il est fait appel pour les sorties graphiques Postscript, aux routines GMT.

## 2 - Présentation rapide du système GPS et des calculs de réseaux GPS



Le système GPS (**G**lobal **P**ositionning **S**ystem) est un système de positionnement par satellite permettant d'obtenir de points d'observation (entre autres, mais pas uniquement, des repères géodésiques) les coordonnées les plus précises possibles. Le système proprement dit consiste en un ensemble de satellites, dit constellation, en rotation autour du globe terrestre, suivant plusieurs plans orbitaux. Actuellement, un point quelconque à terre peut 'voir' simultanément plusieurs satellites GPS; il est courant que ce nombre soit supérieur à 8, le nombre total de satellites de la constellation étant de 27. Le principe du positionnement repose sur la mesure de la distance entre le point à terre et les différents satellites GPS visibles par celui-ci à un instant donné (la terminologie GPS utilise le terme d'**époque**, au sens où on enregistre une série d'observations, une par satellite, par époque). Cette distance est évaluée par la mesure du temps mis par un signal radio, émis par les satellites, pour parvenir jusqu'au récepteur GPS positionné au-dessus du repère géodésique à mesurer. La combinaison des résultats obtenus avec les différents satellites permet d'obtenir une précision de positionnement du point pris isolément ("zéro-différence", ou encore "single point positioning"), de l'ordre de 20 mètres. Si l'on considère des points pris non plus isolément, mais deux par deux, pour former ce que l'on appelle une ligne de base ("simple et double différence"), plusieurs lignes de base formant un réseau, on obtient sur la longueur de la ligne de base des précisions de l'ordre de quelques millimètres. En effet, certaines erreurs systématiques s'annulent lorsque l'on calcule, non plus un point isolé, mais une distance entre deux points.

**Conséquence importante:** Les coordonnées des points ne sont plus calculées isolément, mais relativement à un autre site (l'autre extrémité de la ligne de base considérée). Ceci entraîne que pour un calcul réseau, un des points (Bernese impose qu'il y en ait un et un seul) soit considéré comme **fixé**, ce signifie qu'on

suppose ses coordonnées connues (et 'exactes') a priori. Ce point sera appelé **pivot** dans la suite de ce document.

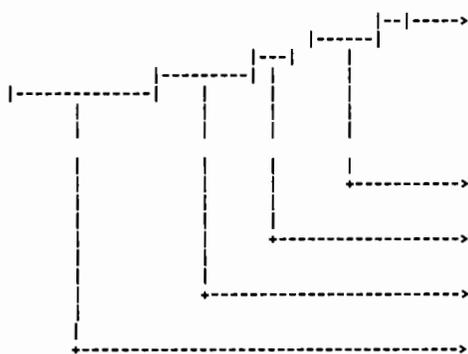
### 3 - Organisation du système de fichiers

Les deux principaux types de fichiers de données utilisées sont:

- **Les fichiers éphémérides.** Ces fichiers, au format ASCII, contiennent les orbites des différents satellites GPS, c'est-à-dire leurs positions. Ce sont ceux qui permettent la génération des arcs d'orbite, à la base des calculs GPS. Les fichiers d'éphémérides dites précises, sont le résultat de calculs effectués par les différents centres IGS<sup>2</sup> et sont disponibles sur Internet par ftp sur de nombreux sites, dans un délai d'environ deux semaines. Voir le chapitre 'Utilitaires GPS', pour la récupération de ces fichiers. On peut également générer des arcs d'orbite à partir des éphémérides radiodiffusées par les satellites, en même temps que les fichiers d'observation proprement dits (cf. plus bas). Si ceux-ci sont disponibles immédiatement, la précision de ce type d'arcs d'orbite n'est cependant guère compatible avec celle recherchée pour le positionnement.

- **Les fichiers d'observation.** Ce sont des fichiers au format RINEX (Receiver INdependent EXchange Format): il s'agit d'un format de fichier, ASCII, qui permet le traitement des données GPS, quel que soit le type de récepteur avec lequel elles ont été acquises. Un fichier RINEX d'observation contient toutes les observations (une ligne par satellite et par époque) enregistrées par un récepteur au cours d'une session. Il est courant, mais pas obligatoire, que les sessions soient définies de 0 à 24 heures TU; en effet, les éphémérides précises sont fournies à raison d'un fichier par journée de 0 à 24 heures TU. Le nom d'un fichier d'observation RINEX, standardisé, se décompose comme suit:

SIKU2571.980



Type du fichier sur un caractère:  
O: fichier d'observation;  
N: fichier de navigation;  
M: fichier météo;  
S: fichier summary.

Année de l'observation sur 2 caractères;  
Numéro du fichier dans la session sur 1 caractère;  
Numéro de la session sur 3 caractères (jour julien);  
Acronyme du site sur 4 caractères.

<sup>2</sup> International Geodetic Service

Ainsi SIKU2571.98O désigne-t-il le premier fichier du site SIKU pour le 257<sup>e</sup> jour de 1998, c'est-à-dire le 14 septembre. Pour la correspondance jmmmaa <-> jour julien (plus exactement le quantième du jour dans l'année), voir les utilitaires 'jday' et 'quantieme'; l'ensemble des fichiers nécessaires aux calculs GPS est regroupé dans un répertoire désigné par la variable d'environnement P, avec un sous-répertoire par année d'observation. Tous les fichiers de l'année 1998 sont donc sous \$P/1998, à l'exception des fichiers spécifiques à gpstool. L'organisation en est la suivante:

- **ATM:** fichiers, quotidiens, contenant les modèles atmosphériques:
  - les paramètres ionosphériques (suffixe .ION);
  - les paramètres troposphériques (météo) (suffixe .TRP).

C'est un répertoire standard Bernese.

- **BRUT:** Un sous-répertoire par jour (par exemple BRUT/256); utilisé pour archivage avant gravure des CD de données originales. Il contient les données brutes, c'est-à-dire les fichiers au format constructeur, tels qu'ils sont enregistrés dans le récepteur. Il sont transformés au format RINEX par l'utilitaire 'asrinex' (cf. chapitre Utilitaires).
- **DATPAN:** Répertoire de travail Bernese, non utilisé par gpstool.
- **ERP:** Paramètres de rotation de la Terre. Utilisé par Bernese.
- **NEQ:** Contient, sous forme d'équations normales, le résultat final des calculs. C'est ce répertoire qui est balayé lors de l'exploitation des résultats.
- **OBS:** Fichiers au format Bernese. C'est le format interne utilisé par Bernese pour ses calculs. Ces fichiers sont générés par gpstool à partir des fichiers RINEX.
- **ORB:** Contient les fichiers d'éphémérides sous différents formats, .PRE pour les fichiers d'éphémérides tels qu'ils sont récupérés sur Internet, .STD pour les arcs d'orbite, dits standards, tels qu'ils sont générés par Bernese pour la suite des calculs. Contient également d'autres fichiers utiles, comme par exemple les fichiers horloge (.CLK).

- **OUT:** Contient les listings d'exécution des différentes procédures Bernese. Certains de ces listings sont dépouillés par gpstool lors de l'affichage des résultats.
- **RAW:** Plusieurs sous-répertoires:
  - **CAL:** fichiers RINEX d'observations des sites non fiduciaux, c'est-à-dire ceux, observés par l'IRD, destinés à être calculés.
  - **FID:** fichiers RINEX d'observations des sites fiduciaux.
  - **NAV:** ensemble des fichiers RINEX de navigation.
  - **SUM:** ensemble des fichiers 'summary' (pas utilisés).
  - **TMP:** répertoire de travail gpstool.
- **PARAMS:** Répertoire spécifique à gpstool, situé sous le home directory de l'utilisateur (chaque utilisateur peut ainsi définir ses propres sessions et configurations). Gpstool calcule automatiquement les sessions, par l'examen de tous les fichiers RINEX d'observation (cf. plus bas). Ce répertoire contient tous les fichiers utilisés par gpstool pour caractériser les sessions:
  - **CAL.xxx:** contient pour la session xxx, le noms de tous les fichiers d'observations qui ont été affectés à cette session (par l'examen de leurs dates de début et de fin). Sur chaque ligne de ce fichier on trouve: l'acronyme du site, son numéro, les instants de début et de fin, les coordonnées géocentriques du site (X, Y, Z) pour le jour considéré, et enfin le nom du fichier RINEX correspondant.
  - **FID.xxx:** contient, s'il y en a, les noms de tous les fichiers de sites fiduciaux pour la session xxx. Un site fiducial est un site non directement observé par l'IRD, inclus dans le réseau mondial IGS, dont les données sont accessibles sur Internet, et dont les coordonnées sont connues a priori. Ces sites sont donc utiles pour servir de base de référence pour le calcul de sites dont la position (ou la vitesse de déplacement) n'est pas connue avec précision. Les sites fiduciaux les plus proches sont NOUM (site de Nouville, balise permanente du Territoire de N.-C.), TIDB (site de Tidbinbilla, Australie), et AUCK (site de Auckland, Nouvelle-Zélande).
  - **EPH.xxx:** contient le noms de tous les fichiers éphémérides rentrant dans la constitution de l'arc d'orbite pour la session

xxx, un seul si comme c'est le plus souvent le cas, la session est de 0 à 24 heures TU.

- **PICA0.xxx**: contient la description des lignes de base dans le cas d'un réseau 'shortest' (cf. plus bas), c'est-à-dire un réseau qui minimise la longueur des lignes de base.
- **PICA1.xxx**: contient la description des lignes de base dans le cas d'un réseau 'radial', c'est-à-dire un réseau où toutes les lignes de base sont issues du pivot.
- **PICA2.xxx**: contient la description des lignes de base dans le cas d'un réseau 'manuel', c'est-à-dire un réseau où le choix des lignes de base est laissé au choix de l'opérateur. Ce peut être par exemple, une ligne de base unique, comme c'est le cas pour un rattachement, même s'il y a plus de 2 sites pour cette session).
- **SESSIONS**: contient la liste des sessions détectées par gpstool pour l'année considérée. Il y a une session par ligne, comprenant le numéro de session, l'instant de début, l'instant de fin, et l'acronyme du pivot pour cette session.

#### 4 - Principes de base des calculs GPS

Classiquement, les calculs GPS effectués par Bernese sont effectués en plusieurs étapes, une fois la session déterminée (c'est-à-dire lorsque l'on en connaît les instants de début et de fin):

- 1) Calcul de l'arc d'orbite pour la session considérée;
- 2) Génération et prétraitement des zéro-différences (calcul en point isolé);
- 3) Génération et prétraitement des simples-différences (calcul des lignes de base);
- 4) Estimation des coordonnées de tous les sites 'non fixés' du réseau, inclus dans le schéma de calcul choisi.

Les étapes de calcul ( 2), 3) et 4) ) consistent à obtenir, à chaque étape pour l'étape suivante, des coordonnées résultantes plus proches de la valeur 'exacte' que de la valeur fournie a priori. Le calcul procède en quelque sorte par raffinements successifs. La notion de 'pas trop éloignée de la valeur 'exacte' ' varie cependant suivant l'étape considérée: une valeur approchée à quelques dizaines de centimètres suffit pour le prétraitement zéro-différence, tandis qu'une valeur approchée à moins de quelques centimètres sera nécessaire pour que le calcul réseau (avec l'ensemble des lignes de base considérées) puisse s'effectuer avec succès. On verra plus loin comment gpstool calcule automatiquement pour chaque session, des coordonnées a priori pour des sites qui ont déjà été observés. La détermination de coordonnées a

priori pour des sites qui n'ont jamais été observés auparavant fera l'objet d'un chapitre particulier.

## **5 - Principes de base de gpstool**

### **5-1 Calcul automatique des sessions**

Déterminer une session, c'est déterminer quelles en seront les dates de début et de fin. Pour cela, gpstool se base sur l'examen des fichiers RINEX d'observation, et affecte chacun d'eux à une session, créée au besoin, en fonction de ses dates de début et de fin propres. Etant donné que l'utilitaire 'asrinex', pour des raisons de gain de place disque, génère des fichiers RINEX compressés, il est nécessaire pour que gpstool puisse recalculer les sessions, qu'il puisse examiner les fichiers RINEX susceptibles d'intervenir dans le calcul, ce qui n'est pas possible si ceux-ci sont compressés (suffixe .98O.gz au lieu de .98O, pour l'année 1998). Il faudra donc éventuellement décompresser certains des fichiers RINEX d'observation avant de lancer gpstool.

### **5-2 Calcul des coordonnées a priori**

Les sites déjà observés possèdent une entrée dans une table qui recense l'ensemble des sites éventuellement calculables par l'IRD. Cette table comprend pour chaque site, l'acronyme du site en 4 caractères, son numéro (unique), ses coordonnées a priori, à l'époque 1993.0, ainsi qu'une estimation de la vitesse de déplacement du site dans le référentiel ITRF93. Cette table est située dans le fichier **\$P/TEMPLATE40/SITES93**. Gpstool calcule automatiquement, en fonction de ces données de départ, la position estimée du site à l'époque des observations, dans le bon référentiel (pour être plus précis, celui dans lequel sont exprimées les éphémérides précises à l'époque des observations). Les coordonnées sont donc obtenues en fonction d'un modèle de vitesse - uniforme - qui ne tient évidemment pas compte des anomalies du déplacement que sont les séismes. Cependant si l'on a calculé avec soin des bonnes coordonnées a priori, et si la vitesse de déplacement estimée est suffisamment réaliste, les coordonnées a priori obtenues de cette façon sont écartées d'au plus quelques centimètres de la valeur 'exacte'. On verra dans un chapitre ultérieur, comment 1) rajouter dans la table SITES93 un site jamais observé auparavant, et 2) comment estimer les vitesses de déplacement pour un site dont on dispose de deux séries d'observations suffisamment éloignées dans le temps, un an par exemple.

### 5-3 gpstool: syntaxe d'appel et mode d'exécution

Il existe deux modes d'exécution de gpstool, le mode 'préparation', et le 'mode 'exécution'. En mode préparation, les commandes de gpstool ne sont pas réellement exécutées, mais redirigées dans un fichier. Le nom de ce fichier est par défaut 'gpstool.fic' (dans le répertoire courant), mais on peut le changer avec l'option '-f'. Ceci permet de préparer de manière interactive des fichiers 'batch', que l'on exécute ensuite hors connexion. La puissance de calcul nécessaire devenant vite importante, cette méthode d'exécution trouve rapidement son utilité.

- Appel de gpstool:

gpstool	-m <mode>	<mode> = prepa ou exec
	-f <nom du fichier batch>	
	<année>	sur 2 caractères
	<session de début>	de 1 à 365 (366)
	<session de fin>	de sess. de début à 365 (366)

- Préparation du fichier batch, par exemple "toto":

```
gpstool -m prepa -f toto 98 20 29  
< suite de commandes >
```

- Exécution du fichier batch en arrière-plan (on peut ensuite se déconnecter):

```
gpstool -m exec 98 20 29 < toto > resultat &
```

Le résultat de l'exécution de gpstool sera redirigé vers le fichier resultat.

Ce mode de fonctionnement permet de définir des traitements répétitifs lorsque par exemple, la géométrie du réseau ne change pas au cours des sessions. C'est le cas du réseau des stations permanentes de Nouméa, Koumac, Lifou, Vila, et Santo. On verra plus bas que gpstool peut effectuer le même calcul session après session (de 20 à 29 dans l'exemple précédent, c'est-à-dire 10 fois de suite le même type de calcul) ou au contraire effectuer le calcul en une seule fois sur l'ensemble des sessions. On obtient alors une valeur moyenne du calcul (il faut donc bien ici que la géométrie du réseau soit la même sur l'ensemble des sessions), plutôt

qu'un ensemble de solutions journalières. Il en va de même pour l'exploitation des résultats une fois les calculs effectués.

## 6 - Schémas de calcul de réseau GPS ('stratégies')

On a vu qu'essentiellement deux types de données sont nécessaires pour effectuer des calculs GPS, les observations proprement dites, et les éphémérides précises. Effectuer des calculs GPS revient à sélectionner un ensemble de sites (un fichier par site et par session) et parmi ceux-ci, un site appelé pivot, dont les coordonnées, considérées comme connues a priori, ne seront pas estimées. Les coordonnées de tous les autres sites du réseau seront estimées par rapport à celles du pivot.

Pour calculer la position d'un site par rapport à un autre, il faut combiner les observations de ces deux sites, et calculer ce que l'on appelle une 'ligne de base', ce qui se traduit avec les données, par la génération d'un fichier dit de 'simple-différence'. Comme en général, on a plus de deux sites observés simultanément au cours d'une session, il faut choisir un ensemble de lignes de base qui parcourt tout ou partie des sites d'une manière unique (non redondante). Par exemple, si l'on a trois points A, B, C, on ne pourra pas avoir les trois lignes de base A-B, B-C, et A-C, puisque deux chemins distincts relieraient A à C. Il y a classiquement, plusieurs façons (on emploie le terme de 'stratégie') de choisir un ensemble de lignes de bases:

- Stratégie 'shortest' (plus courte distance): on choisira en priorité les lignes de base les plus courtes, la précision du calcul étant en effet proportionnelle à la longueur des bases. Si l'on a par exemple les sites de Nouméa, Lifou, et Port-Vila, on commencera par choisir la base Nouméa-Lifou, de loin la plus courte.

- Stratégie 'radiale': on prend toutes les bases issues du pivot. Si le pivot est Lifou, ce qui est généralement le cas, on pourra avoir Lifou-Nouméa, Lifou-Koumac, Lifou-Vila, etc...

- Stratégie 'manuelle': l'utilisateur a entière liberté. Sert par exemple pour un rattachement, c'est-à-dire une simple base, même si de nombreux sites ont été observés au cours de la même session.

Gpstool peut déterminer automatiquement les réseaux correspondant aux deux premières stratégies:

- Shortest, puisque sont connues les coordonnées a priori (dans \$P/TEMPLATE40/SITES93), et donc les distances inter-sites;
- Radial, puisque le pivot est lui aussi connu; c'est par défaut Lifou (LPIL).

En résumé, un calcul de réseau s'organise comme suit:

## - Traitements préliminaires -

- Détermination des sessions. A relancer lorsqu'on considère de nouveaux fichiers d'observation.
- Calcul de l'arc d'orbite pour chaque session. A ne relancer que lorsque l'on recalcule les sessions.
- Choix du pivot et détermination de la stratégie utilisée.

## - Traitements en 'point isolé' -

- Passage des observations de chaque site du format RINEX au format Bernese.
- Prétraitement des observations zéro-différence.

## - Traitements réseau -

- Calcul des lignes de base: elles dépendent de la stratégie utilisée.
- Prétraitement des observations simple-différence.
- Calcul du réseau, c'est-à-dire estimation des coordonnées des sites par rapport au pivot;
- Exploitation des résultats.

Reprenons ce schéma de calcul pour le réaliser avec gpstool. On prendra pour la suite le cas du calcul de la ligne LPIL (Lifou) - NOUM (Nouméa) pour les sessions 20 à 29 de l'année 1998. Tout d'abord, on cherche à décompresser les fichiers RINEX susceptibles de nous intéresser (ce qu'on tape est mis en gras); on suppose que la variable d'environnement P est toujours positionnée:

```
pott:lebelleg:1: cd $P/1998/RAW/CAL/
/home/tectonique/gps/PROJETS/1998/RAW/CAL
pott:lebelleg:73: ls ???02
KOUC0201.980      LPIL0261.980.gz    NOUM0270.980.gz    SANC0291.980.gz

<...>

KOUC0291.980      NOUM0201.980.gz    SANC0221.980.gz    VILA0241.980.gz
LPIL0201.980.gz   NOUM0210.980.gz    SANC0231.980.gz    VILA0251.980.gz
LPIL0211.980.gz   NOUM0220.980.gz    SANC0241.980.gz    VILA0261.980.gz
LPIL0221.980.gz   NOUM0230.980.gz    SANC0251.980.gz    VILA0271.980.gz
LPIL0231.980.gz   NOUM0240.980.gz    SANC0261.980.gz    VILA0281.980.gz
LPIL0241.980.gz   NOUM0250.980.gz    SANC0271.980.gz    VILA0291.980.gz
LPIL0251.980.gz   NOUM0260.980.gz    SANC0281.980.gz
pott:lebelleg:74:
```

Il faut donc décompresser les fichiers de NOUM et de LPIL, puisque ceux-ci sont compressés (suffixe = 980.gz):

```
pott:lebelleg:8: gunzip LPIL02*gz NOUM02*gz
LPIL0201.980.gz:      63.8% -- replaced with LPIL0201.980
LPIL0211.980.gz:      63.8% -- replaced with LPIL0211.980
```

<...>

```
NOUM0280.980.gz:      64.1% -- replaced with NOUM0280.980
NOUM0290.980.gz:      64.1% -- replaced with NOUM0290.980
```

On peut maintenant exécuter gpstool:

```
pott:lebelleg:60: gpstool -m exec 98 20 29
```

```
*****
* gpstool V1.15 SOLARIS 16:19:05 *
*****
```

```
***** Année courante: 1998; Sessions 020-029 *****
```

- 0: Quitter
- 1: Changer l'année courante
- 2: Changer les sessions de début et de fin
- 3: Changement du pivot
- 4: Lister toutes les sessions de l'année courante
- 5: Lister les sites par session
- 6: Lister les simples différences par session
- 7: Saisir une liste de simples différences
- 8: Récupération de données sur internet
- 9: Transformation données brutes -> RINEX
- 10: Recalcul des sessions
- 11: Génération des fichiers pole/ionosphere/orbite
- 12: Zero-différences (génération et prétraitement)
- 13: Simples différences (calcul et prétraitement)
- 14: Estimation des délais tropo à partir des sites fiduciaux
- 15: Calculs (gpstest)
- ----- Pour les flemmards... -----
- 16: Tout récupérer sur internet pour une session
- 17: Calculs complets par session (QIF sans tropo)
- 18: Calculs complets par session (QIF avec tropo)
- 19: Calculs complets itératifs par session (QIF sans tropo)
- 20: Calculs complets itératifs par session (QIF avec tropo)
- 21: Calculs complets par session (SIGMA sans tropo)
- 22: Calculs complets par session (SIGMA avec tropo)
- 25: Calculs complets itératifs par session (SIGMA sans tropo)
- 26: Calculs complets itératifs par session (SIGMA avec tropo)
- -----
- 23: Gestion des équations normales
- 24: Gestion des résultats
  
- Votre choix?:

Comme nous avons modifié le contenu de \$P/1998/RAW/CAL en décompressant des fichiers d'observation, il faut recalculer les sessions (menu 10). A la fin du calcul, s'affiche l'ensemble des sessions de l'année considérée, ainsi que le pivot par défaut. Comme on l'a vu, il n'y a pas de session créée pour un jour donné, si pour ce jour il n'existe pas de fichier de données RINEX décompressé dans \$P/1998/RAW/CAL:

- Votre choix?: 10

\*\*\*\*\* 62 sessions disponibles \*\*\*\*\*

```

Session: 020    20 Jan 1998 00:00:00 - 20 Jan 1998 23:59:30 (LPIL)
Session: 021    21 Jan 1998 00:00:00 - 21 Jan 1998 23:59:30 (LPIL)
Session: 022    22 Jan 1998 00:00:30 - 22 Jan 1998 23:59:30 (LPIL)
Session: 023    23 Jan 1998 00:00:30 - 23 Jan 1998 23:59:30 (LPIL)
Session: 024    24 Jan 1998 00:00:00 - 24 Jan 1998 23:59:30 (LPIL)
Session: 025    25 Jan 1998 00:00:00 - 25 Jan 1998 23:59:30 (LPIL)
Session: 026    26 Jan 1998 00:00:00 - 26 Jan 1998 23:59:30 (LPIL)
Session: 027    27 Jan 1998 00:00:00 - 27 Jan 1998 23:59:30 (LPIL)
Session: 028    28 Jan 1998 00:00:30 - 28 Jan 1998 23:59:30 (LPIL)
Session: 029    29 Jan 1998 00:00:30 - 29 Jan 1998 23:59:30 (LPIL)
Session: 060    01 Mar 1998 00:01:00 - 01 Mar 1998 23:59:29 (SANC)

```

<...>

```

Session: 269    26 Sep 1998 00:01:00 - 26 Sep 1998 23:59:30 (LPIL)

```

Il faut maintenant choisir le pivot (menu 3); ce n'est pas indispensable si le pivot souhaité est le pivot par défaut. Si le pivot par défaut (LPIL) n'est pas présent, alors gpstool prend le premier des sites par ordre alphabétique. Dans le cas d'un rattachement, par exemple le nouveau point de l'aéroport de Tanna (TWGA), on prendra pour pivot l'ancien point (TANA), et on calculera la simple base TANA-TWGA:

- Votre choix?: 3

```

*****
* Pivots possibles: *
*****

```

```

KOUC    LPIL    NOUM

```

Nouveau pivot (session 020)? [LPIL]:

Gpstool affiche les sessions avec les nouveaux pivots. Pour connaître pour chaque session, le pivot et tous les sites calculables, c'est le menu 5:

- Votre choix?: 5

```

***** Session 020 (CAL) *****
KOUC    ..... 23 h. 57 min. 59 sec.
LPIL    (pivot) 22 h. 18 min. 00 sec.

```

```
NOUM      ..... 23 h. 59 min. 30 sec.
***** Session 021 (CAL) *****
KOUC      ..... 23 h. 57 min. 59 sec.
LPIL      (pivot) 23 h. 59 min. 00 sec.
NOUM      ..... 23 h. 59 min. 30 sec.
```

<...>

Le site KOUC apparaît parce qu'il était déjà décompressé. Il faut maintenant choisir la stratégie. Les stratégies shortest et radiale vont concerner tous les sites apparaissant dans la liste précédente. On peut le vérifier en listant les simples-différences par session (menu 6):

- Votre choix?: **6**

- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot

- Votre choix? (annuler=0): **2**

- 1: Strategie SHORTEST
- 2: Strategie RADIAL
- 3: Strategie MANUEL

- Votre choix? (annuler=0): **1**

```
***** Session 020 *****
LPIL -> NOUM 22 h. 18 min. 00 sec.
NOUM -> KOUC 23 h. 57 min. 59 sec.
```

<...>

Si les simples-différences qui apparaissent alors ne correspondent pas aux besoins, il faut soit compresser les fichiers des sites qu'on ne veut pas calculer, et recommencer ce qui précède. On pourra alors choisir les stratégies shortest ou radiale; sinon, on choisit manuellement les lignes de base à calculer (menu 7, on peut utiliser indifféremment comme séparateur le blanc ou le retour-chariot):

- Votre choix?: **7**

- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot

- Votre choix? (annuler=0): **2**

```
***** Session 020, sites disponibles *****
      KOUC (23 h. 57 min. 59 sec.)
      LPIL (22 h. 18 min. 00 sec.)
      NOUM (23 h. 59 min. 30 sec.)
```

Premier site? (tapez 'f' pour terminer): **LPIL**  
Second site?: **NOUM**

```
***** Session 020, sites disponibles *****
```

KOUC (23 h. 57 min. 59 sec.)  
LPIL (22 h. 18 min. 00 sec.)  
NOUM (23 h. 59 min. 30 sec.)

Premier site? (tapez 'f' pour terminer): **f**

\*\*\*\*\* Simples differences choisies pour la session 020 \*\*\*\*\*  
LPIL - NOUM (22 h. 18 min. 00 sec.)

D'accord pour ecrire sur disque cet ensemble? (o/n): **o**

\*\*\*\*\* Session 021, sites disponibles \*\*\*\*\*  
KOUC (23 h. 57 min. 59 sec.)  
LPIL (23 h. 59 min. 00 sec.)  
NOUM (23 h. 59 min. 30 sec.)

Premier site? (tapez 'f' pour terminer): **LPIL NOUM f o**  
Second site?:

\*\*\*\*\* Session 021, sites disponibles \*\*\*\*\*  
KOUC (23 h. 57 min. 59 sec.)  
LPIL (23 h. 59 min. 00 sec.)  
NOUM (23 h. 59 min. 30 sec.)

<...>

On peut vérifier le résultat en choisissant de nouveau le menu 6, cette fois en listant selon la stratégie manuelle:

- Votre choix?: **6**

- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux  
- 2: Calcul du reseau avec le pivot

- Votre choix? (annuler=0): **2**

- 1: Strategie SHORTEST  
- 2: Strategie RADIAL  
- 3: Strategie MANUEL

- Votre choix? (annuler=0): **3**

\*\*\*\*\* Session 020 \*\*\*\*\*  
LPIL -> NOUM 22 h. 18 min. 00 sec.

\*\*\*\*\* Session 021 \*\*\*\*\*  
LPIL -> NOUM 23 h. 59 min. 00 sec.

<...>

Il faut maintenant calculer l'arc d'orbite (menu 11):prendre l'option 1 si comme c'est le cas le plus fréquent, les sessions sont calculées indépendamment les unes des autres:

- Votre choix?: **11**

```

- 1: Session par session
- 2: Ensemble des sessions

- Votre choix? (annuler=0): 1
***** genpol (020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:01
X3_98020.ERP
***** genpol (020) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:01

<...>

***** genpol (029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:02
X3_98029.ERP
***** genpol (029) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:02
***** genion (020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:02
COD020.ION
***** genion (020) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:02

<...>

***** genion (029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:02
COD029.ION
***** genion (029) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:02
***** pretab (020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:02
***** pretab (020) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:06

<...>

***** pretab (029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:26
***** pretab (029) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:29
***** defstd (020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 10:46:29
***** defstd (020) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 10:47:15

<...>

***** defstd (029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 10:53:13
***** defstd (029) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 10:53:59

```

Une fois les arcs d'orbite calculés, on peut maintenant effectuer les calculs en point isolé (menu 12). Le résultat du prétraitement en point isolé doit conduire à un RMS de l'ordre de 20 mètres. Les écarts affichés par rapport aux valeurs a priori ne doivent pas être supérieurs à plus de quelques mètres, un dizaine au maximum. Si l'on est dans un de ces deux cas, c'est probablement dû à des mauvaises coordonnées a priori. Il convient d'ajuster les valeurs des coordonnées a priori dans \$P/TEMPLATE40/SITES93 par étapes successives, comme indiqué dans le chapitre 'calcul d'un nouveau site'. Si les écarts indiqués sont de l'ordre de quelques mètres, tout est normal, et on peut passer à l'étape suivante.

```

- Votre choix?: 12

- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot

- Votre choix? (annuler=0): 2

- 1: Strategie SHORTEST

```

- 2: Strategie RADIAL
  - 3: Strategie MANUEL
- Votre choix? (annuler=0): **3**

NOUM LPIL

\*\*\*\*\* rxobv3 (020/020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 11:08:11  
 \*\*\*\*\* rxobv3 (020/020) - fin: Vendredi 9 Octobre 1998 11:08:24

LPIL NOUM

\*\*\*\*\* codchk (020/020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 11:08:24  
 \*\*\*\*\* codchk (020/020) - fin: Vendredi 9 Octobre 1998 11:08:28

LPIL NOUM

\*\*\*\*\* codspp (020/020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 11:08:28  
 \*\*\*\*\* codspp (020/020) - fin: Vendredi 9 Octobre 1998 11:09:29

Site	Ecart en X	Ecart en Y	Ecart en Z	RMS (en metres)
LPIL	-4.98	0.99	-0.31	23.96
NOUM	-2.09	1.43	-0.90	23.77

<...>

NOUM LPIL

\*\*\*\*\* rxobv3 (029/029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 11:19:29  
 \*\*\*\*\* rxobv3 (029/029) - fin: Vendredi 9 Octobre 1998 11:19:43

LPIL NOUM

\*\*\*\*\* codchk (029/029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 11:19:43  
 \*\*\*\*\* codchk (029/029) - fin: Vendredi 9 Octobre 1998 11:19:48

LPIL NOUM

\*\*\*\*\* codspp (029/029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 11:19:48  
 \*\*\*\*\* codspp (029/029) - fin: Vendredi 9 Octobre 1998 11:20:51

Site	Ecart en X	Ecart en Y	Ecart en Z	RMS (en metres)
LPIL	0.12	-0.84	0.63	24.42
NOUM	-0.60	-0.47	0.25	24.29

Les écarts étant acceptables, on peut passer à l'étape suivante des calculs, le calcul des simples bases (génération et prétraitement), menu 13. Comme à l'étape précédente, on choisit la stratégie de calcul:

- Votre choix?: **13**
- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
  - 2: Calcul du reseau avec le pivot
- Votre choix? (annuler=0): **2**

- 1: Strategie SHORTEST
- 2: Strategie RADIAL
- 3: Strategie MANUEL

- Votre choix? (annuler=0): **3**

```
***** sngdif (020/020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 11:51:38
***** sngdif (020/020) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 11:51:42
***** mauprp (020/020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 11:51:43
***** mauprp (020/020) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 11:52:00
```

```
STATION 1: LPIL          YEAR: 1998          SESSION: 020
STATION 2: NOUM          DAY : 20           FILE   :           RMS OF8
COORDINATES NEW-A PRIORI X (M): 0.036 +-      0.026
                                Y (M): 0.001 +-      0.033
                                Z (M): 0.016 +-      0.016
```

<...>

```
***** sngdif (029/029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 11:54:44
***** sngdif (029/029) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 11:54:48
***** mauprp (029/029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 11:54:49
***** mauprp (029/029) - fin:   Vendredi 9 Octobre 1998 11:55:07
```

```
STATION 1: LPIL          YEAR: 1998          SESSION: 029
STATION 2: NOUM          DAY : 29           FILE   :           RMS OF8
COORDINATES NEW-A PRIORI X (M): 0.075 +-      0.028
                                Y (M): 0.007 +-      0.035
                                Z (M): 0.025 +-      0.014
```

Là aussi, les écarts avec les coordonnées étant acceptables (quelques centimètres au plus), on peut passer à l'étape suivante du calcul, le calcul du réseau. Si les écarts avec les valeurs a priori avaient été supérieurs à une dizaine de cms, là aussi, ç'aurait probablement été dû à de mauvaises coordonnées a priori. Comme à l'étape précédente, se reporter au chapitre 'calcul d'un nouveau site'. Les différentes options correspondent à différents modes de calcul du logiciel Bernese. Pour les distances moyennes en générales présentes dans les réseaux IRD (de l'ordre de 500 kms), utiliser le mode QIF sans tropo (la plupart du temps, on ne dispose pas en effet de données météo). Le mode SIGMA sans tropo peut donner des meilleurs résultats sur des bases courtes (jusqu'à une vingtaine de kms):

- Votre choix?: **15**

- 1: Calcul session par session
- 2: Calcul sur l'ensemble des sessions

- Votre choix? (annuler=0): **1**

- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot

- Votre choix? (annuler=0): **2**

- 1: Strategie SHORTEST
- 2: Strategie RADIAL

- 3: Strategie MANUEL

- Votre choix? (annuler=0): 3

- 1: Calcul ambiguites libres sans tropo
- 2: Calcul ambiguites libres avec tropo
- 3: Resolution des ambiguites (QIF), puis ambiguites fixees (sans t)
- 4: Resolution des ambiguites (QIF), puis ambiguites fixees (avec t)
- 5: Resolution des ambiguites (SIGMA), puis ambiguites fixees (sans t)
- 6: Resolution des ambiguites (SIGMA), puis ambiguites fixees (avec t)

- Votre choix? (annuler=0): 3

\*\*\*\* Resolution des ambiguites QIF (020/020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 13:53:45

\*\*\*\* Resolution des ambiguites QIF (020/020) - fin: Vendredi 9 Octobre 1998 13:55:34

\*\*\*\* Calcul ambiguites fixees (020/020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 13:55:34

### SR CHKOPT: NORMAL EQUATIONS ARE SAVED WITHOUT FIXED COORDINATES!

\*\*\*\* Calcul ambiguites fixees (020/020) - fin: Vendredi 9 Octobre 1998 13:55:51

Site	X	RMS X	Y	RMS Y	Z	RMS Z	Z
NOUM	-5739971.6280	0.0016	1387563.6651	0.0004	-2402123.5923	0.0007	+7
LPIL	-5813728.5051	0.0000	1314042.7605	0.0000	-2262942.1670	0.0000	+0

Site	deg mm	secs.	RMSLAT	deg mm	secs.	RMSLON	ALTITUDE	RMSALT	POIS		
NOUM	-22	16	11.4741	0.0003	166	24	36.7202	0.0002	83.1817	0.0017	0.02
LPIL	-20	55	4.7668	0.0000	167	15	49.6061	0.0000	73.3052	0.0000	0.00

Site	ECART EN X	ECART EN Y	ECART EN Z
NOUM	-0.0272	+0.0055	-0.0081

<...>

\*\*\*\* Resolution des ambiguites QIF (029/029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 13:59:22

\*\*\*\* Resolution des ambiguites QIF (029/029) - fin: Vendredi 9 Octobre 1998 14:02:08

\*\*\*\* Calcul ambiguites fixees (029/029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 14:02:09

### SR CHKOPT: NORMAL EQUATIONS ARE SAVED WITHOUT FIXED COORDINATES!

\*\*\*\* Calcul ambiguites fixees (029/029) - fin: Vendredi 9 Octobre 1998 14:02:28

Site	X	RMS X	Y	RMS Y	Z	RMS Z	S_XX
NOUM	-5739971.6419	0.0017	1387563.6697	0.0004	-2402123.5945	0.0008	+2.8e-06
LPIL	-5813728.5056	0.0000	1314042.7598	0.0000	-2262942.1661	0.0000	+0.0000

Site	deg mm	secs.	RMSLAT	deg mm	secs.	RMSLON	ALTITUDE	RMSALT	POIDS		
NOUM	-22	16	11.4740	0.0003	166	24	36.7202	0.0002	83.1960	0.0018	0.0024
LPIL	-20	55	4.7668	0.0000	167	15	49.6061	0.0000	73.3052	0.0000	0.0000

Site	ECART EN X	ECART EN Y	ECART EN Z
NOUM	-0.0405	+0.0108	-0.0111

L'ensemble des prétraitements et des traitements peut être regroupé en une seule étape (option 17, correspond au traitement QIF sans tropo):

- Votre choix?: 17

- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot

- Votre choix? (annuler=0): **2**

- 1: Strategie SHORTEST
- 2: Strategie RADIAL
- 3: Strategie MANUEL

- Votre choix? (annuler=0): **3**

NOUM LPIL

\*\*\*\*\* rxobv3 (020/020) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 14:31:49

<...>

\*\*\*\*\* Calcul ambiguities fixees (029/029) - debut: Vendredi 9 Octobre 1998 14:42:09

### SR CHKOPT: NORMAL EQUATIONS ARE SAVED WITHOUT FIXED COORDINATES!

\*\*\*\*\* Calcul ambiguities fixees (029/029) - fin: Vendredi 9 Octobre 1998 14:42:28

Site	X	RMS X	Y	RMS Y	Z	RMS Z	S_XX
NOUM	-5739971.6419	0.0017	1387563.6697	0.0004	-2402123.5945	0.0008	+2.8e-06

## 7 - Exploitation des résultats

Bernese, et donc gpstool, stocke les résultats de ses calculs sous forme d'équations normales, à raison de une équation normale par session. Il est possible de combiner plusieurs équations normales pour obtenir un calcul moyen sur plusieurs sessions consécutives, ce que nous appelons **solutions glissantes**. Ainsi une solution glissante de un jour correspond-t-elle à une moyenne  $\pm 1$  jour, centrée sur la session considérée (donc une valeur moyenne sur trois sessions). Cela a l'avantage de pouvoir calculer des séries de points (par exemple pour les stations permanentes), en atténuant les variations éventuelles entre deux sessions consécutives. Une solution glissante de 0 jour correspond à l'équation normale sans moyennage de la session considérée. Il est nécessaire de la générer pour pouvoir exploiter les calculs (menu 23-1):

- Votre choix?: **23**

- 1: Generation de solutions glissantes
- 2: Trace de solutions glissantes
- 3: Affichage de solution moyenne

- Votre choix? (annuler=0): **1**

- Intervalle (en jours): **0**

- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot

- Votre choix? (annuler=0): **2**

- 1: Strategie SHORTEST

- 2: Strategie RADIAL
- 3: Strategie MANUEL
- Votre choix? (annuler=0): **3**
- 1: Calcul ambiguites libres
- 2: Calcul ambiguites fixees
- Votre choix? (annuler=0): **2**
- \*\*\*\*\* Calcul de solutions glissantes +/- 0 jour (020/029) - debut: ...
- \*\*\*\*\* Calcul de solutions glissantes +/- 0 jour (020/029) - fin: ...

Il est possible de considérer deux types de résultats: les résultats en ambiguïtés libres ne seront pas pris en compte, seuls nous intéressent les calculs en ambiguïtés fixées. Une solution glissante 0 jour, ambiguïtés fixées, sera stockée sous \$P/1998/NEQ dans un fichier suffixé par .S00 (.S01 pour une solution glissante 1 jour, etc...).

- Votre choix?: **23**
- 1: Generation de solutions glissantes
- 2: Trace de solutions glissantes
- 3: Affichage de solution moyenne
- Votre choix? (annuler=0): **1**
- Intervalle (en jours): **0**
- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot
- Votre choix? (annuler=0): **2**
- 1: Strategie SHORTEST
- 2: Strategie RADIAL
- 3: Strategie MANUEL
- Votre choix? (annuler=0): **3**
- 1: Calcul ambiguites libres
- 2: Calcul ambiguites fixees
- Votre choix? (annuler=0): **2**
- \*\*\*\*\* Calcul de solutions glissantes +/- 0 jour (020/029) - debut: ...
- \*\*\*\*\* Calcul de solutions glissantes +/- 0 jour (020/029) - fin: ...

Une fois générées les équations normales, on peut tracer une série de résultats (menu 23-2), et calculer une valeur moyenne (menu 23-3):

- Votre choix?: **23**
- 1: Generation de solutions glissantes
- 2: Trace de solutions glissantes
- 3: Affichage de solution moyenne

- Votre choix? (annuler=0): **2**
- Intervalle (en jours): **0**
- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot
- Votre choix? (annuler=0): **2**
- 1: Strategie SHORTEST
- 2: Strategie RADIAL
- 3: Strategie MANUEL
- Votre choix? (annuler=0): **3**
- 1: Calcul ambiguites libres
- 2: Calcul ambiguites fixees
- Votre choix? (annuler=0): **2**

Quel site voulez-vous visualiser? (tous les sites: taper entree): **NOUM**

Lancer les impressions (o/n [o])? : **o**

\*\*\*\*\* Trace de solutions glissantes +/- 0 jour (020/029) - debut: ...

\*\*\*\*\* Trace de solutions glissantes +/- 0 jour (020/029) - fin: ...

Le site NOUM est compris entre:

166 deg. 24 min. 36.7159 sec. et 166 deg. 24 min. 36.7200 sec. (longi)

-22 deg. 16 min. 11.4728 sec. et -22 deg. 16 min. 11.4726 sec. (latit)

83.1308 m. et 83.1688 m. (hauteur)

tracsg: impossible d'effacer le fichier NOUM.out.!!!

\*\*\*\*\* Trace de NOUM, resultats dans NOUM.log \*\*\*\*\*

STOP: GEOSTAT5

lwgeorev is ready and printing

<...>

## Calcul de valeur moyenne:

- Votre choix?: **23**
- 1: Generation de solutions glissantes
- 2: Trace de solutions glissantes
- 3: Affichage de solution moyenne
- Votre choix? (annuler=0): **3**
- Intervalle (en jours): **0**
- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot
- Votre choix? (annuler=0): **2**
- 1: Strategie SHORTEST

- 2: Strategie RADIAL
- 3: Strategie MANUEL
- Votre choix? (annuler=0): 3
- 1: Calcul ambiguites libres
- 2: Calcul ambiguites fixees

- Votre choix? (annuler=0): 2

\*\*\*\*\* Calcul de solution moyenne +/- 0 jour (020/029) - debut: ...

\*\*\*\*\* Calcul de solution moyenne +/- 0 jour (020/029) - fin: ...

020-029	X MOYEN	Y MOYEN	Z MOYEN	ECART EN X	...
NOUM	-5739971.6195	+1387563.6713	-2402123.5430	-0.0281	...

On peut également générer des fichiers résultats au format GEOLAB (logiciel de compensation) (menu 24-3):

- Votre choix?: 24

- 1: Trace de resultats (ellipses)
- 2: Generation/impression de listing COMPAR (solutions journalieres)
- 3: Generation de fichier au format GEOLAB (.iob)
- 4: Integration de resultats dans la base

- Votre choix? (annuler=0): 3

\*\*\*\*\* Type du calcul qui a ete effectue? \*\*\*\*\*

- 1: Calcul session par session
- 2: Calcul sur l'ensemble des sessions

- Votre choix? (annuler=0): 1

- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot

- Votre choix? (annuler=0): 2

- 1: Strategie SHORTEST
- 2: Strategie RADIAL
- 3: Strategie MANUEL

- Votre choix? (annuler=0): 3

- 1: Calcul ambiguites libres
- 2: Calcul ambiguites fixees

- Votre choix? (annuler=0): 2

\*\*\* Fichier geolab: LPIL-NOUM.FIX.020-029.98.iob (sous \$HOME/STP) \*\*\*





## Réseau Wallis-Futuna (sous-répertoire \$RESUL/wallis-et-futuna)

```
LPIL ----- HIFO
LPIL ----- FTNA

          /----- X
FTNA     ----- Y
[HORN]   \----- Z
```

Sites: **AFAG, FATU, FTNA, HIFO, HORN, I103, LOKA, MA01, MA02, MTPU, PLOT, PLUV, SHOM, SIKU, SW90, UTUA, VAKA, VLML, ALOF.**

Exemple: Calcul de AOBA pour 1998. On commence par regarder de quelles observations on dispose:

```
pott:lebelleg:19: cd $P/1998/RAW/CAL
/home/tectonique/gps/PROJETS/1998/RAW/CAL
pott:lebelleg:20: ls AOBA*
AOBA2261.980.gz  AOBA2281.980.gz  AOBA2301.980.gz  AOBA2331.980.gz
AOBA2271.980.gz  AOBA2291.980.gz  AOBA2321.980.gz
```

Les sessions possibles pour AOBA sont donc les sessions 226 à 233. AOBA appartient au sous-réseau Santo (cf. ci-dessus), il faut donc le calculer en simple-base avec le site de Santo (SANC), ce qui impose d'utiliser également les fichiers de ce site pour les sessions 226 à 233, s'ils existent:

```
pott:lebelleg:21: ls SANC22* SANC23*
SANC2201.980.gz  SANC2251.980.gz  SANC2301.980.gz  SANC2351.980.gz
SANC2211.980.gz  SANC2261.980.gz  SANC2311.980.gz  SANC2361.980.gz
SANC2221.980.gz  SANC2271.980.gz  SANC2321.980.gz  SANC2371.980.gz
SANC2231.980.gz  SANC2281.980.gz  SANC2331.980.gz  SANC2381.980.gz
SANC2241.980.gz  SANC2291.980.gz  SANC2341.980.gz  SANC2391.980.gz
pott:lebelleg:22: gunzip SANC2261.980.gz SANC2271.980.gz ...
SANC2261.980.gz: 63.7% -- replaced with SANC2261.980
```

<...>

```
pott:lebelleg:27: ls SANC22* SANC23*
SANC2201.980.gz  SANC2251.980.gz  SANC2301.980     SANC2351.980.gz
SANC2211.980.gz  SANC2261.980     SANC2311.980     SANC2361.980.gz
SANC2221.980.gz  SANC2271.980     SANC2321.980     SANC2371.980.gz
SANC2231.980.gz  SANC2281.980     SANC2331.980     SANC2381.980.gz
SANC2241.980.gz  SANC2291.980     SANC2341.980.gz  SANC2391.980.gz
```

Après avoir défini et calculé les simples-bases comme détaillé plus haut (ne pas oublier, pour cet exemple, de choisir SANC pour pivot), l'exploitation des

résultats se présente comme suit, en commençant par la génération des 4 fichiers résultats:

```
- Votre choix?: 23
- 1: Generation de solutions glissantes
- 2: Trace de solutions glissantes
- 3: Affichage de solution moyenne
- Votre choix? (annuler=0): 1
- Intervalle (en jours): 0
- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot
- Votre choix? (annuler=0): 2
- 1: Strategie SHORTEST
- 2: Strategie RADIAL
- 3: Strategie MANUEL
- Votre choix? (annuler=0): 3
- 1: Calcul ambiguites libres
- 2: Calcul ambiguites fixees
- Votre choix? (annuler=0): 2
***** Calcul de solutions glissantes +/- 0 jour (226/233) - debut: ...
***** Calcul de solutions glissantes +/- 0 jour (226/233) - fin: ...
<...>
```

Il faut ensuite placer les fichiers dans le bon sous-répertoire (un sous-répertoire par année):

```
pott:calmant:56: cd $RESUL/santo/aoba;ls
/home/geophy/lebelleg/resultatsGPS/santo/aoba
./ .. 1997/
```

Le répertoire pour l'année 1998 n'existe pas, on le crée avec \$D comme 'raccourci':

```
pott:calmant:67: md 1998 ; cd 1998
/home/geophy/lebelleg/resultatsGPS/santo/aoba/1998
pott:calmant:69: setenv D `.`; echo $D
/home/geophy/lebelleg/resultatsGPS/santo/aoba/1998
```

On va maintenant chercher les fichiers résultats là où ils sont:

```
pott:calmant:70: cd $P/1998/NEQ
/home/tectonique/gps/PROJETS/1998/NEQ
pott:calmant:71: lh *.S00
```

```

-rw-rw-r-- 1 calmant geophy 5568 Oct 13 14:35 1216-233.S00
-rw-rw-r-- 1 calmant geophy 5568 Oct 13 14:35 1216-232.S00
-rw-rw-r-- 1 calmant geophy 5568 Oct 13 14:35 1216-230.S00
-rw-rw-r-- 1 calmant geophy 5568 Oct 13 14:35 1216-229.S00
-rw-rw-r-- 1 calmant geophy 5568 Oct 13 14:35 1216-228.S00
-rw-rw-r-- 1 calmant geophy 5568 Oct 13 14:35 1216-227.S00
-rw-rw-r-- 1 calmant geophy 5568 Oct 13 14:35 1216-226.S00
-rw-rw-r-- 1 lebelleg geophy 5568 Oct 13 11:11 1216-029.S00
-rw-rw-r-- 1 lebelleg geophy 5568 Oct 13 11:11 1216-028.S00
-rw-rw-r-- 1 lebelleg geophy 5568 Oct 13 11:11 1216-027.S00
pott:calmant:74: lh *.S00 | grep 'Oct 13 14' | awk '{ print $NF }'
1216-233.S00
1216-232.S00
1216-230.S00
1216-229.S00
1216-228.S00
1216-227.S00
1216-226.S00
pott:calmant:74: lh *.S00 | grep 'Oct 13 14' | awk '{ print $NF }'
1216-233.S00
1216-232.S00
1216-230.S00
1216-229.S00
1216-228.S00
1216-227.S00
1216-226.S00

```

```

pott:calmant:75: ar qv $D/sinex.226.233.1998.a `!!`
ar qv $D/sinex.226.233.1998.a `lh *.S00 | grep 'Oct 13 14' | awk '{ print $NF }`
a - 1216-233.S00
a - 1216-232.S00
a - 1216-230.S00
a - 1216-229.S00
a - 1216-228.S00
a - 1216-227.S00
a - 1216-226.S00
ar: creating /home/geophy/lebelleg/resultatsGPS/santo/aoba/1998/sinex.226.233.1a
ar: writing /home/geophy/lebelleg/resultatsGPS/santo/aoba/1998/sinex.226.233.19a

```

Le format SINEX est celui dans lequel sont stockées les équations normales, c'est pourquoi on donne - par convention - le nom sinex.<sess.début>.<sess. fin>.<année>.a au fichier archive regroupant les fichiers SINEX de l'ensemble des sessions. Les autres fichiers à stocker sont sous <home\_dir>/STP:

```

pott:calmant:76: cd ; cd STP
/home/geophy/calmant
/home/geophy/calmant/STP
pott:calmant:76: cd ; cd STP
/home/geophy/calmant
/home/geophy/calmant/STP
pott:calmant:78: mv AOBA.stp $D/AOBA.226.233.1998.stp
pott:calmant:79: mv SANC-AOBA.FIX.226-233.98.iob $D
pott:calmant:80: mv 226.233.1998.moy $D
pott:calmant:81: cd $D;ls
/home/geophy/lebelleg/resultatsGPS/santo/aoba/1998

```

```
./
../
226.233.1998.moy
```

```
AOBA.226.233.1998.stp*
SANC-AOBA.FIX.226-233.98.iob
sinex.226.233.1998.a
```

## 9 - Calcul de nouveaux points

Lorsqu'un nouveau point est observé, tout le problème consiste à obtenir des coordonnées a priori pour ce point, c'est-à-dire créer une nouvelle entrée dans \$P/TEMPLATE40/SITES93. Prenons pour exemple le site de Villamalia (Ile de Futuna), dont l'acronyme est VLML.

### 9-1 - Coordonnées de départ: moyennage des coordonnées de navigation

Les seules coordonnées dont on dispose pour un site jamais observé auparavant sont celles - très approximatives - incluses dans l'en-tête du fichier RINEX d'observations (cf. utilitaire 'entetes'), par exemple pour le jour 262:

```
pott:lebelleg:4: cd $P/1998/RAW/CAL
VLML*/home/tectonique/gps/PROJETS/1998/RAW/CAL
pott:lebelleg:5: ls VLML*
VLML2621.980      VLML2631.980      VLML2641.980      VLML2651.980.gz
pott:lebelleg:6: entetes VLML*O
VLML2621.980
VLML2631.980
VLML2641.980
pott:lebelleg:7: cat VLML2621.980.entete
  2      OBSERVATION DATA      G (GPS)      RINEX VERSION / TYPE
ASRINEXO V2.5.2 UX ORSTOM NOUMEA      25-SEP- 0 10:24      PGM / RUN BY / DATE
SITE VLML JOURNEE 98/262      COMMENT
FICHIER RINEX GENERE PAR PIERRE LEBELLECARD      COMMENT
LE VENDREDI 25 SEPTEMBRE 1998 10:23:57 AVEC ASRINEX (DE PL) COMMENT
VLML      MARKER NAME
PIERRE LEBELLECARD      OBSERVER / AGENCY
671      ASHTECH Z-XII3      1E86      REC # / TYPE / VERS
71      DORNE MARGOLIN T      ANT # / TYPE

-6178761.3188 -198951.6089 -1565027.0160      APPROX POSITION XYZ

      0.9110      0.0000      0.0000      ANTENNA: DELTA H/E/N
1      1      WAVELENGTH FACT L1/2
5      C1      L1      L2      P1      P2      # / TYPES OF OBSERV
1998      9      19      0      25      30.000000      TIME OF FIRST OBS
1998      9      19      23      59      30.062000      TIME OF LAST OBS
END OF HEADER
```

La ligne qui nous intéresse est la ligne 'APPROX POSITION X Y Z', qui fournit les coordonnées (très) approchées du récepteur. Si on dispose de plusieurs journées d'observation, le mieux est de prendre la valeur moyenne sur toutes les journées, de chacune des valeurs X, Y, et Z:

```
pott:lebelleg:8: grep APPROX VLML*entete
```

```

VLML2621.980.entete: -6178761.3188 -198951.6089 -1565027.0160
VLML2631.980.entete: -6178444.4319 -199324.1023 -1565093.1349
VLML2641.980.entete: -6178771.5250 -198938.1787 -1565005.6395
pott:lebelleg:9: grep APPROX VLML*entete | awk '{ print $2 }'
-6178761.3188
-6178444.4319
-6178771.5250
pott:lebelleg:10: !! | moyenne
grep APPROX VLML*entete | awk '{ print $2 } | moyenne
-6178659.0919
pott:lebelleg:11: grep APPROX VLML*entete | awk '{ print $3 } | moyenne
-199071.2966
pott:lebelleg:12: grep APPROX VLML*entete | awk '{ print $4 } | moyenne
-1565041.9301

```

Nous disposons maintenant des valeurs X, Y, et Z; il suffit de créer une nouvelle entrée à la fin de \$P/TEMPLATE/SITES93 pour VLML, avec ces valeurs, et avec un nouveau numéro. On peut recopier la ligne d'un site proche, ce qui permet d'avoir des estimés de la vitesse de déplacement pas trop irréalistes. Dans le cas de VLML, on peut recopier la ligne concernant HORN:

```

041 HORN -6178321.111 -202694.721 -1566021.756 0.004 0.004 0.004 .0648 .0548 .0100 .0008 .0006
      .0007 0000 000 9999 999
<...>
078 FTNA -6178322.690 -202696.045 -1566025.054 0.004 0.004 0.004 .0648 .0548 .0100 .0008 .0006
      .0007 0000 000 9999 999
<Fin du fichier>

```

La nouvelle ligne commencera donc par le numéro 079, et X, Y, et Z auront les valeurs qui viennent d'être déterminées:

```

041 HORN -6178321.111 -202694.721 -1566021.756 0.004 0.004 0.004 .0648 .0548 .0100 .0008 .0006
      .0007 0000 000 9999 999
<...>
078 FTNA -6178322.690 -202696.045 -1566025.054 0.004 0.004 0.004 .0648 .0548 .0100 .0008 .0006
      .0007 0000 000 9999 999
079 VLML -6178659.092 -199071.296 -1565041.930 0.004 0.004 0.004 .0648 .0548 .0100 .0008 .0006
      .0007 0000 000 9999 999
<Fin du fichier>

```

## 9-2 – Amélioration des coordonnées a priori par un retraitement en point isolé

Comme on dispose maintenant de coordonnées a priori pour le site de VLML, on peut commencer les étapes successives du 'raffinage' des coordonnées a priori, en commençant par le prétraitement en point isolé sur les 3 sessions:

- Votre choix?: **12**
- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot
- Votre choix? (annuler=0): **2**

- 1: Strategie SHORTEST
  - 2: Strategie RADIAL
  - 3: Strategie MANUEL
- Votre choix? (annuler=0): **3**

VLML HORN

\*\*\*\*\* rxobv3 (262/262) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 09:28:21  
 \*\*\*\*\* rxobv3 (262/262) - fin: Jeudi 15 Octobre 1998 09:28:34

HORN VLML

\*\*\*\*\* codchk (262/262) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 09:28:34  
 \*\*\*\*\* codchk (262/262) - fin: Jeudi 15 Octobre 1998 09:28:39

HORN VLML

\*\*\*\*\* codspp (262/262) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 09:28:39  
 \*\*\*\*\* codspp (262/262) - fin: Jeudi 15 Octobre 1998 09:29:54

Site	Ecart en X	Ecart en Y	Ecart en Z	RMS (en metres)
HORN	2.19	0.50	0.13	24.49
VLML	-105.63	130.38	29.64	24.60

<...>

\*\*\*\*\* codspp (263/263) - fin: Jeudi 15 Octobre 1998 09:31:27

Site	Ecart en X	Ecart en Y	Ecart en Z	RMS (en metres)
HORN	-2.58	-0.02	0.68	23.97
VLML	-111.29	129.63	29.97	24.13

<...>

\*\*\*\*\* codspp (264/264) - fin: Jeudi 15 Octobre 1998 09:32:47

Site	Ecart en X	Ecart en Y	Ecart en Z	RMS (en metres)
HORN	3.59	1.18	3.52	23.40
VLML	-105.71	130.66	32.69	23.53

Il suffit alors de calculer les valeurs moyennes pour X, Y, et Z, et de les ajouter aux valeurs dans \$P/TEMPLATE40/SITES93:

pott:lebelleg:4: **moyenne; moyenne ; moyenne**  
 -105.63  
 -111.29  
 -105.71  
-107.5433

130.38  
 129.63  
 130.66  
130.2233

29.64  
 29.97

32.69  
30.7667

079 VLML -6178766.635 -198941.074 -1565011.163 <...>

Une nouvelle itération en point isolé donne des écarts acceptables: \*\*\*\*\*  
**ATTENTION: \*\*\*\*\* Le calcul des coordonnées a priori intervient session par session au lancement de gpstool; après la modification du fichier SITES93, il faut impérativement quitter et relancer gpstool.**

\*\*\*\*\* codspp (262/262) - fin: Jeudi 15 Octobre 1998 16:38:32

Site	Ecart en X	Ecart en Y	Ecart en Z	RMS (en metres)
HORN	2.21	0.50	0.17	24.49
VLML	1.80	0.16	-1.12	24.60

<...>

\*\*\*\*\* codspp (263/263) - fin: Jeudi 15 Octobre 1998 16:39:54

Site	Ecart en X	Ecart en Y	Ecart en Z	RMS (en metres)
HORN	-2.56	-0.02	0.73	23.97
VLML	-3.85	-0.60	-0.79	24.13

<...>

\*\*\*\*\* codspp (264/264) - fin: Jeudi 15 Octobre 1998 16:41:16

Site	Ecart en X	Ecart en Y	Ecart en Z	RMS (en metres)
HORN	3.61	1.18	3.56	23.40
VLML	1.72	0.43	1.93	23.53

### 9-3 – Amélioration des coordonnées a priori par un retraitement en simple base

Ces écarts n'étant pas améliorables étant donné les RMS de cette étape du traitement, on peut se servir de ces nouvelles coordonnées comme coordonnées a priori pour le prétraitement en simple base:

- Votre choix?: **13 2 3**

- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du réseau avec le pivot

- Votre choix? (annuler=0):

- 1: Strategie SHORTEST
- 2: Strategie RADIAL
- 3: Strategie MANUEL

- Votre choix? (annuler=0):

```

***** sngdif (262/262) - debut: Jeudi 13
***** sngdif (262/262) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 16:43:47
***** mauprp (262/262) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 16:43:48
***** mauprp (262/262) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 16:44:08
STATION 1: HORN                YEAR: 1998                SESSION: 262
STATION 2: VLML                DAY : 262                FILE : RMS OF1
COORDINATES NEW-A PRIORI X (M): -1.643 +- 0.036
                                Y (M): -0.744 +- 0.048
                                Z (M): -1.584 +- 0.019
***** sngdif (263/263) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 16:44:08
***** sngdif (263/263) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 16:44:13
***** mauprp (263/263) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 16:44:13
***** mauprp (263/263) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 16:44:33
STATION 1: HORN                YEAR: 1998                SESSION: 263
STATION 2: VLML                DAY : 263                FILE : RMS OF1
COORDINATES NEW-A PRIORI X (M): -1.666 +- 0.034
                                Y (M): -0.730 +- 0.046
                                Z (M): -1.600 +- 0.018
***** sngdif (264/264) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 16:44:34
***** sngdif (264/264) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 16:44:38
***** mauprp (264/264) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 16:44:38
***** mauprp (264/264) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 16:44:56
STATION 1: HORN                YEAR: 1998                SESSION: 264
STATION 2: VLML                DAY : 264                FILE : RMS OF0
COORDINATES NEW-A PRIORI X (M): -1.648 +- 0.031
                                Y (M): -0.730 +- 0.047
                                Z (M): -1.594 +- 0.016

```

Cette fois les écarts sont significatifs par rapports aux RMS, à cette étape du traitement. Comme précédemment, on rajoute aux (nouvelles) valeurs dans le fichier SITES93, les moyennes des écarts en X, Y, et Z:

```
pott:lebelleg:12: moyenne ; moyenne ; moyenne
```

```
-1.643
-1.666
-1.648
-1.6523
```

```
-0.744
-0.730
-0.730
-0.7347
```

```
-1.584
-1.600
-1.594
-1.5927
```

```
pott:lebelleg:15: grep VLML SITES93
```

```
079 VLML -6178768.287 -198941.809 -1565012.756 0.004 0.004 0.004 .0648
```

Une fois ces nouvelles coordonnées a priori introduites, il faut relancer gpstool, et recalculer les traitements en point isolé et les prétraitements en simple base:

```
- Votre choix? (annuler=0): 13 2 3
```

```

***** sngdif (262/262) - debut: Jeudi 17
***** sngdif (262/262) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 17:00:22
***** mauprp (262/262) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 17:00:22
***** mauprp (262/262) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 17:00:42
STATION 1: HORN          YEAR: 1998          SESSION: 262
STATION 2: VLML         DAY : 262           FILE   :           RMS OF1
COORDINATES NEW-A PRIORI X (M): 0.006 +- 0.036
                          Y (M): -0.009 +- 0.048
                          Z (M): 0.008 +- 0.019
***** sngdif (263/263) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 17:00:42
***** sngdif (263/263) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 17:00:47
***** mauprp (263/263) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 17:00:47
***** mauprp (263/263) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 17:01:07
STATION 1: HORN          YEAR: 1998          SESSION: 263
STATION 2: VLML         DAY : 263           FILE   :           RMS OF1
COORDINATES NEW-A PRIORI X (M): -0.017 +- 0.034
                          Y (M): 0.004 +- 0.046
                          Z (M): -0.008 +- 0.018
***** sngdif (264/264) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 17:01:07
***** sngdif (264/264) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 17:01:12
***** mauprp (264/264) - debut: Jeudi 15 Octobre 1998 17:01:12
***** mauprp (264/264) - fin:   Jeudi 15 Octobre 1998 17:01:30
STATION 1: HORN          YEAR: 1998          SESSION: 264
STATION 2: VLML         DAY : 264           FILE   :           RMS OF0
COORDINATES NEW-A PRIORI X (M): 0.002 +- 0.031
                          Y (M): 0.005 +- 0.047
                          Z (M): -0.001 +- 0.016

```

Une nouvelle fois, les écarts ne sont plus significatifs par rapports aux RMS à cette étape du calcul, et on peut passer à l'étape suivante:

- Votre choix?: **15**
- 1: Calcul session par session
- 2: Calcul sur l'ensemble des sessions
- Votre choix? (annuler=0): **1**
- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
- 2: Calcul du reseau avec le pivot
- Votre choix? (annuler=0): **2**
- 1: Strategie SHORTEST
- 2: Strategie RADIAL
- 3: Strategie MANUEL
- Votre choix? (annuler=0): **3**
- 1: Calcul ambiguites libres sans tropo
- 2: Calcul ambiguites libres avec tropo
- 3: Resolution des ambiguites (QIF), puis ambiguites fixees (sans t)
- 4: Resolution des ambiguites (QIF), puis ambiguites fixees (avec t)
- 5: Resolution des ambiguites (SIGMA), puis ambiguites fixees (sans t)
- 6: Resolution des ambiguites (SIGMA), puis ambiguites fixees (avec t)
- Votre choix? (annuler=0): **3**

\*\*\*\*\* Resolution des ambiguïtes QIF (262/262) - debut: Vendredi 16 Octo7  
 \*\*\*\*\* Resolution des ambiguïtes QIF (262/262) - fin: Vendredi 16 Octo8  
 \*\*\*\*\* Calcul ambiguïtes fixeés (262/262) - debut: Vendredi 16 Octobre 18

### SR CHKOPT: NORMAL EQUATIONS ARE SAVED WITHOUT FIXED COORDINATES!

\*\*\*\*\* Calcul ambiguïtes fixeés (262/262) - fin: Vendredi 16 Octobre 11

Site	X	RMS X	Y	RMS Y	Z	RMS Z
VLML	-6178767.8839	0.0021	-198941.4832	0.0002	-1565012.6995	0.0006
HORN	-6178320.7406	0.0000	-202694.4077	0.0000	-1566021.6988	0.0000

Site	deg mm secs.	RMSLAT	deg mm secs.	RMSLON	ALTITUDE	RMSALT
VLML	-14 17 53.5934	0.0002	181 50 38.9377	0.0002	148.1498	0.0021
HORN	-14 18 28.0177	0.0000	181 52 44.5780	0.0000	82.5043	0.0000

Site	ECART EN X	ECART EN Y	ECART EN Z
VLML	+0.0327	+0.0125	-0.0007

<...>

\*\*\*\*\* Resolution des ambiguïtes QIF (263/263) - debut: Vendredi 16 Octo1  
 \*\*\*\*\* Resolution des ambiguïtes QIF (263/263) - fin: Vendredi 16 Octo1  
 \*\*\*\*\* Calcul ambiguïtes fixeés (263/263) - debut: Vendredi 16 Octobre 12

### SR CHKOPT: NORMAL EQUATIONS ARE SAVED WITHOUT FIXED COORDINATES!

\*\*\*\*\* Calcul ambiguïtes fixeés (263/263) - fin: Vendredi 16 Octobre 15

Site	X	RMS X	Y	RMS Y	Z	RMS Z
VLML	-6178767.8600	0.0020	-198941.4822	0.0002	-1565012.6922	0.0006
HORN	-6178320.7404	0.0000	-202694.4076	0.0000	-1566021.6988	0.0000

Site	deg mm secs.	RMSLAT	deg mm secs.	RMSLON	ALTITUDE	RMSALT
VLML	-14 17 53.5934	0.0002	181 50 38.9377	0.0002	148.1248	0.0021
HORN	-14 18 28.0177	0.0000	181 52 44.5780	0.0000	82.5042	0.0000

Site	ECART EN X	ECART EN Y	ECART EN Z
VLML	+0.0564	+0.0134	+0.0066

\*\*\*\*\* Resolution des ambiguïtes QIF (264/264) - debut: Vendredi 16 Octo5  
 \*\*\*\*\* Resolution des ambiguïtes QIF (264/264) - fin: Vendredi 16 Octo5  
 \*\*\*\*\* Calcul ambiguïtes fixeés (264/264) - debut: Vendredi 16 Octobre 15

### SR CHKOPT: NORMAL EQUATIONS ARE SAVED WITHOUT FIXED COORDINATES!

\*\*\*\*\* Calcul ambiguïtes fixeés (264/264) - fin: Vendredi 16 Octobre 16

Site	X	RMS X	Y	RMS Y	Z	RMS Z
VLML	-6178767.8647	0.0019	-198941.4842	0.0002	-1565012.6925	0.0005
HORN	-6178320.7402	0.0000	-202694.4074	0.0000	-1566021.6988	0.0000

Site	deg mm secs.	RMSLAT	deg mm secs.	RMSLON	ALTITUDE	RMSALT
------	--------------	--------	--------------	--------	----------	--------

```

-----
VLML      -14 17 53.5934  0.0002  181 50 38.9378  0.0002  148.1295  0.0019
HORN      -14 18 28.0177  0.0000  181 52 44.5780  0.0000   82.5040  0.0000
-----

```

```

-----
Site      ECART EN X      ECART EN Y      ECART EN Z
-----
VLML      +0.0515          +0.0112          +0.0063
-----

```

## 9-4 – Dernière amélioration des coordonnées a priori par un calcul complet

Un ultime raffinage permet d'obtenir les 'meilleures' coordonnées a priori, ensuite de quoi on relance toute la chaîne:

```
pott:lebelleg:2: moyenne ; moyenne ; moyenne
```

```
0.0327
```

```
0.0564
```

```
0.0515
```

```
0.0469
```

```
0.0125
```

```
0.0134
```

```
0.0112
```

```
0.0124
```

```
-0.0007
```

```
0.0066
```

```
0.0063
```

```
0.0041
```

```
079 VLML -6178768.240 -198941.797 -1565012.752 <...>
```

```
<...>
```

```
- Votre choix?: 17 2 3
```

```
- 1: Calcul du pivot avec les sites fiduciaux
```

```
- 2: Calcul du reseau avec le pivot
```

```
- Votre choix? (annuler=0):
```

```
- 1: Strategie SHORTEST
```

```
- 2: Strategie RADIAL
```

```
- 3: Strategie MANUEL
```

```
- Votre choix? (annuler=0):
```

```
<...>
```

```
***** Resolution des ambiguïtes QIF (262/262) - debut: Vendredi 16 Octo0
```

```
***** Resolution des ambiguïtes QIF (262/262) - fin: Vendredi 16 Octo7
```

```
***** Calcul ambiguïtes fixeés (262/262) - debut: Vendredi 16 Octobre 17
```

```
### SR CHKOPT: NORMAL EQUATIONS ARE SAVED WITHOUT FIXED COORDINATES!
```

```
***** Calcul ambiguïtes fixeés (262/262) - fin: Vendredi 16 Octobre 10
```

Site	X	RMS X	Y	RMS Y	Z	RMS Z	Z
VLML	-6178767.8839	0.0021	-198941.4832	0.0002	-1565012.6995	0.0006	+7
HORN	-6178320.7406	0.0000	-202694.4077	0.0000	-1566021.6988	0.0000	+0

Site	deg mm	secs.	RMSLAT	deg mm	secs.	RMSLON	ALTITUDE	RMSALT	POIS		
VLML	-14	17	53.5934	0.0002	181	50	38.9377	0.0002	148.1498	0.0021	0.01
HORN	-14	18	28.0177	0.0000	181	52	44.5780	0.0000	82.5043	0.0000	0.00

Site	ECART EN X	ECART EN Y	ECART EN Z
VLML	-0.0143	+0.0005	-0.0047

<...>

\*\*\*\*\* Resolution des ambiguïtes QIF (263/263) - debut: Vendredi 16 Octo7  
 \*\*\*\*\* Resolution des ambiguïtes QIF (263/263) - fin: Vendredi 16 Octo7  
 \*\*\*\*\* Calcul ambiguïtes fixeés (263/263) - debut: Vendredi 16 Octobre 17

### SR CHKOPT: NORMAL EQUATIONS ARE SAVED WITHOUT FIXED COORDINATES!

\*\*\*\*\* Calcul ambiguïtes fixeés (263/263) - fin: Vendredi 16 Octobre 11

Site	X	RMS X	Y	RMS Y	Z	RMS Z	Z
VLML	-6178767.8600	0.0020	-198941.4822	0.0002	-1565012.6922	0.0006	+7
HORN	-6178320.7404	0.0000	-202694.4076	0.0000	-1566021.6988	0.0000	+0

Site	deg mm	secs.	RMSLAT	deg mm	secs.	RMSLON	ALTITUDE	RMSALT	POIS		
VLML	-14	17	53.5934	0.0002	181	50	38.9377	0.0002	148.1248	0.0021	0.00
HORN	-14	18	28.0177	0.0000	181	52	44.5780	0.0000	82.5042	0.0000	0.00

Site	ECART EN X	ECART EN Y	ECART EN Z
VLML	+0.0094	+0.0014	+0.0026

<...>

\*\*\*\*\* Resolution des ambiguïtes QIF (264/264) - debut: Vendredi 16 Octo5  
 \*\*\*\*\* Resolution des ambiguïtes QIF (264/264) - fin: Vendredi 16 Octo5  
 \*\*\*\*\* Calcul ambiguïtes fixeés (264/264) - debut: Vendredi 16 Octobre 15

### SR CHKOPT: NORMAL EQUATIONS ARE SAVED WITHOUT FIXED COORDINATES!

\*\*\*\*\* Calcul ambiguïtes fixeés (264/264) - fin: Vendredi 16 Octobre 16

Site	X	RMS X	Y	RMS Y	Z	RMS Z	Z
VLML	-6178767.8655	0.0019	-198941.4842	0.0002	-1565012.6927	0.0005	+7
HORN	-6178320.7402	0.0000	-202694.4074	0.0000	-1566021.6988	0.0000	+0

Site	deg mm	secs.	RMSLAT	deg mm	secs.	RMSLON	ALTITUDE	RMSALT	POIS		
VLML	-14	17	53.5934	0.0002	181	50	38.9378	0.0002	148.1303	0.0019	0.08
HORN	-14	18	28.0177	0.0000	181	52	44.5780	0.0000	82.5040	0.0000	0.00

Site	ECART EN X	ECART EN Y	ECART EN Z
------	------------	------------	------------

-----  
VLML            +0.0037            -0.0008            +0.0021

## 10 - Estimation de la vitesse de déplacement

On ne peut guère améliorer désormais la précision possible sur les coordonnées a priori, avec la méthode qui vient d'être exposée. Le seul gain qui reste possible est une estimation améliorée de la vitesse de déplacement (valeurs 3, 4, 5 pour X, Y, Z, et valeurs 9, 10, 11 pour vX, vY, vZ sur une ligne dans \$P/TEMPLATE40/SITES93). Pour pouvoir estimer cette vitesse de manière fiable, il faut disposer de deux (ou plus) séries d'observation suffisamment éloignées dans le temps, d'autant plus éloignées dans le temps, en fait, que la vitesse de déplacement attendue est faible. Un bon cas de figure est que les deux séries d'observations soient espacées de plus d'un an. La méthode consiste alors à: 1) Calculer la position moyenne du point pour chacune des deux séries, et le jour moyen de chacune de ces deux séries; 2) Par une règle de trois, calculer la vitesse en X, Y, Z, en divisant l'écart entre les deux séries d'observations par le nombre de jours les séparant (en n'oubliant pas de rediviser par 365); 3) Réinjecter ces nouvelles valeurs dans le fichier SITES93; 4) Recalculer la position de la 1<sup>ère</sup> série d'observation, et réinjecter le nouvel écart calculé (en X, Y, Z, pas en vitesse) dans le fichier SITES93; 5) Après avoir relancé le calcul pour **les deux** séries d'observations, les écarts entre la position a priori et la position calculée doivent normalement (sauf séisme) être pour les deux séries, faibles par rapport aux RMS. On a alors calculé une valeur 'réaliste' des vitesses de déplacement en X, Y, et Z.

## 11 - Quelques utilitaires

Les quelques utilitaires interviennent plus ou moins directement dans les calculs GPS. Ils sont pour la plupart documentés (soit il existe une page manuel, soit ils sont auto-documentés), et se trouvent sous /home/geophy/bin; ils sont de toute manière dans le chemin de recherche et peuvent être appelés tes quels. Porter notamment attention aux utilitaires jday, gweek, et gpsviewer.

**annee:** Donne la valeur de l'année courante (sur 2 caractères);  
**annee2:** Donne la valeur de l'année courante (sur 4 caractères);  
**ashvert:** Calcule une hauteur verticale d'antenne à partir d'une hauteur oblique (pour les antennes Ashtech);  
**asrinex:** Convertit des fichiers bruts Ashtech (B, E, S) en fichiers RINEX, les place au bon endroit sous \$P, ainsi que les fichiers bruts, et envoie (pour les fichiers permanents) une copie par ftp à l'Université de Hawaii;

**bernese:** C'est l'interface originale Bernese; demande une pratique certaine;

**bernese35:** Interface originale pour Bernese, version 3.5;

**bernese40:** Interface originale pour Bernese, version 4.0 (= bernese);

**c93:** Affichage de la position d'un site GPS (présent dans le fichier SITES93), à une date donnée, dans le référentiel ITRF93;

**c94:** Affichage de la position d'un site GPS (présent dans le fichier SITES93), à une date donnée, dans le référentiel ITRF94;

**carto2geo:** Conversion coordonnées X, Y, Z <-> Lat, lon, H;

**cddis:** Récupération par ftp de fichier RINEX d'un site fiducial;

**cddism:** Récupération par ftp de fichiers RINEX de plusieurs sites fiduciaux;

**crx2rnx:** Décompression vers un fichier RINEX d'un fichier comprimé par la méthode de Hatanaka;

**dornevert:** Calcule une hauteur verticale d'antenne à partir d'une hauteur oblique (pour les antennes Dorne Margolin);

**dos2unixm:** Passage de plusieurs fichiers texte du format DOS -> UNIX;

**dysize:** Nombre de jours de l'année passée en paramètre;

**entetes:** Pour chaque fichier RINEX passé en paramètre, en extrait l'en-tête;

**entetes1:** Idem pour les fichiers au format RINEX 1;

**ephem:** Place les fichiers d'éphémérides précises tels que récupérés par ftp, au bon endroit sous \$P, après chargement du nom;

**geo2carto:** Conversion lat, lon, h -> X, Y, Z;

**geodesique:** Distance géodésique entre deux points;

**geostat5:** Statistiques de traitements; affichage graphique (Postscript) des résultats;

**gpsviewer:** Permet d'afficher sur un fond de carte GMT, les points présents dans le fichier SITES93, ainsi qu'éventuellement, les bases session par session;

**gweek:** Donne la semaine GPS pour un jour donné (utile pour récupérer les éphémérides précises);

**iono:** Idem ephem, pour les fichiers de paramètres ionosphériques;

**itr2itr:** Conversion de dates et de référentiels pour des sites dont on connaît un ensemble de coordonnées X, Y, Z, et une estimation du modèle de vitesse de déplacement;

**jday:** Conversion jour julien+année <-> jjmmaa;

<b>lister_gps:</b>	Permet de savoir les fichiers de données qui ont été envoyés à l'Université de Hawaii (sites permanents uniquement);
<b>lister_ign:</b>	Même chose pour le site de NOUM, à l'IGN Paris;
<b>listing:</b>	Crée un listing avec toutes les en-têtes de fichiers RINEX;
<b>maj:</b>	Passé en majuscules le contenu et les noms de fichiers RINEX;
<b>maj2:</b>	Passé en majuscules uniquement les noms de fichiers;
<b>majmin:</b>	Transformation en minuscules d'une chaîne de caractères;
<b>manuel:</b>	Affiche toutes les pages manuel disponibles, spécifiques à la géophy;
<b>mike:</b>	Pour envoyer un fichier individuel (pas nécessairement d'un site permanent) à l'Université de Hawaii;
<b>min:</b>	Passé en minuscules le nom et le contenu d'un fichier RINEX;
<b>min2:</b>	Passé en minuscules uniquement les noms de fichiers;
<b>minmaj:</b>	Transformation en majuscules d'une chaîne de caractères;
<b>moyenne:</b>	Moyenne d'une suite de valeurs numériques (une par ligne);
<b>nettoyer:</b>	Élimine d'un fichier RINEX les lignes optionnelles;
<b>qc:</b>	Génère un fichier summary à partir des fichiers observations et navigation;;
<b>quantieme:</b>	Rang dans l'année (jour "julien") du jour courant;
<b>recep:</b>	Récupération automatique sur ftp des éphémérides précises d'une semaine GPS entière;
<b>rnx2crx:</b>	Compression par la méthode de Hatanaka d'un fichier Rinex d'observation;
<b>rx30sn:</b>	Création de fichiers RINEX de navigation de 24 heures échantillonnés à 30 secondes (site de NOUM);
<b>rx30so:</b>	Création de fichiers RINEX d'observation de 24 heures échantillonnés à 30 secondes (site de NOUM);
<b>sites:</b>	Affiche (depuis le répertoire courant) les sites non permanents;
<b>splitrinex:</b>	Découpage en deux parties d'un fichiers RINEX en fonction d'une date;
<b>toba:</b>	Récupération aux USA, de fichier(s) RINEX d'un site fiduciaire, quelle que soit l'année (> 1991);
<b>tobam:</b>	Récupération aux USA, de fichiers RINEX de plusieurs sites fiduciaires, quelle que soit l'année (> 1991);
<b>unix2dosm:</b>	Passage de plusieurs fichiers texte du format UNIX -> DOS;

# Annexe 1

## Les sites fiduciaux de l'IGS



## Annexe 2

### Définition du format RINEX 2

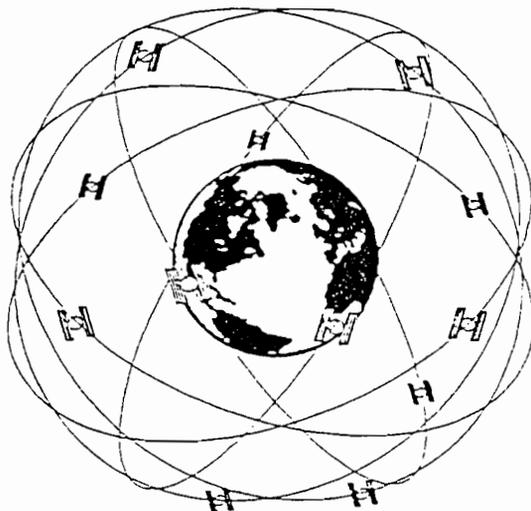
COMMISSION VIII  
INTERNATIONAL COORDINATION OF SPACE TECHNIQUES  
FOR  
GEODESY AND GEODYNAMICS  
- CSTG -

Vol. 3

September - October 1990

No. 3

G P S



BULLETIN

Sponsors:

CSTG GLOBAL POSITIONING SYSTEM SUBCOMMISSION  
and  
THE UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

# Receiver Independent Exchange Format Version 2

Werner Gurtner, University of Berne  
Gerald Mader, National Geodetic Survey

## Introduction

During the Second International Symposium on Precise Positioning with GPS (GPS 90) held in Ottawa, Canada, September 3 - 7, 1990, a workshop was held to review the RINEX format and discuss proposed changes and additions. A paper containing these changes was presented at the meeting and will be printed in its entirety in the Symposium proceedings and include those amendments resulting from the workshops discussions. A summary of the RINEX Format Version 2 is presented here along with several remarks.

## Remarks

### 1. Observables

The RINEX observables are defined as explained in the GPS Bulletin May-June 1989 issue:

- Phase : Continuous phase, in cycles of L1 and L2 carriers (for both coherent and squared phases), sign corresponding to pseudorange according to the definition:  
 $\text{phi} = \text{receiver generated "phase"} - \text{received "phase"}$
- Code : Pseudorange in meters according to the following definition:

$$PR = (T_{GPS} + dT_R - (T_{GPS}^S + dT^S)) \cdot c$$

$$dT^S = T^S - T_{GPS}^S ;$$

$$dT_R = T_R - T_{GPS}$$

$dT^S$  : Satellite clock offset

$dT_R$  : Receiver clock offset

$T_{GPS}$  : True time of signal transmission;

$T_{GPS}$  : True time of signal reception

$T^S$  : Time of signal transmission in satellite time frame

$T_R$  : Time of signal reception in receiver time frame

Pseudorange is not corrected for external effects like atmospheric refraction, satellite clock offset, etc.

- Epoch : Time of observation, for both code and phase, is identical for all satellites at the receiver time frame of the GPS time system.

If any receiver clock offset is applied, consistency of the 3 quantities phase/code/epoch must be maintained, i.e.  $dT_R$  should be applied to all 3 quantities:

$$T_{corr} = T_R - dT_R$$

$$PR_{corr} = PR - dT_R \cdot c$$

$$\text{phi}_{corr} = \text{phi} - dT_R \cdot \text{freq}$$

### 2. RINEX Default File Names:

We recommend using the following naming convention for RINEX files:

ssssddf.yyt

ssss: 4-character station name designator  
ddd: day of the year of the first record  
f: file sequence number to within a day  
yy: year  
t: file type:  
O: Observation file  
N: Navigation file  
M: Meteorological data file

### 3. Default Tape format for Data Exchange:

- Non-labelled; ASCII; fixed record length: 80 characters; block size: 8000.
- First file on tape contains list of files using above-mentioned naming conventions

### 4. Satellite Numbers:

snn

s: satellite system  
blank: system as defined in header record  
G: GPS  
R: GLONASS  
T: Transit

nn: PRN (or two-digit satellite number)  
Note: G, R, and T are mandatory in mixed files.

### 5. Order of the Header Records:

As the record descriptor in columns 61-80 are mandatory, the programs reading a RINEX version 2 header are able to decode the header records with formats according to the record descriptor, provided the records have been first read into an internal buffer.

We therefore propose to allow free ordering of the header records, with the following exceptions:

- The "RINEX VERSION / TYPE" record must be the first record in a file
- The default "WAVELENGTH FACT L1/2" record (if present) should precede all records defining wave length factors for individual satellites
- The "# OF SATELLITES" record (if present) should be immediately followed by the corresponding number of "PRN / # OF OBS" records. (These records may be handy for documentary purposes. However, since they may only be created after having read the whole raw data file we define them to be optional.)

### 6. Missing Items, Duration of the Validity of Values

Items that are not known at the file creation time can be set to zero or blank or the respective record may be completely omitted. Consequently, items with missing header records will be set to zero or blank by the program reading RINEX files. Each value remains valid until changed by an additional header record.

### 7. Event Flag Records

The "number of satellites" also corresponds to the number of records of the same epoch followed. Therefore it may be used to skip the appropriate number of records if certain event flags are not to be evaluated in detail.

### 8. Receiver Clock Offset

A large number of users asked to optionally include a receiver-derived clock offset into the RINEX format. In order to prevent confusion and redundancy, the receiver clock offset (if present) should report the value that has

been used to correct the observables according to the formulae under item 1. It would then be possible to reconstruct the original observations if necessary.

### 9. Additional Hints and Tips

Programs developed to read RINEX Version 1 files have to verify the version number. Version 2 files may look different, even if they do not use any of the new features (version number, END OF HEADER record, receiver and antenna serial number alphanumeric). We propose that routines to read RINEX version 2 files automatically delete leading blanks in any CHARACTER input field. Routines creating RINEX version 2 files should also left-justify all variables in the CHARACTER fields. DOS, and other, files may have variable record lengths, so we recommend to first read each observation record into an 80-character blank string and decode the data afterwards. In variable length records, empty data fields at the end of a record may be missing, especially in the case of the optional receiver clock offset.

### RINEX Format Version 2

The following tables contain the RINEX Format Version 2. Records marked with an asterisk (\*) are optional.

TABLE A1 OBSERVATION DATA FILE - HEADER DESCRIPTION		
HEADER LABEL (Columns 61-80)	DESCRIPTION	FORMAT
RINEX VERSION / TYPE	- Format version (2) - File type ('O' for Observation Data) - Satellite System: blank or 'G': GPS 'R': GLONASS 'T': GNSS Transit 'M': Mixed	16,14X, A1,19X, A1,19X
PGM / RUN BY / DATE	- Name of program creating current file - Name of agency creating current file - Date of file creation	A20, A20, A20
* COMMENT	Comment line(s)	A60
MARKER NAME	Name of antenna marker	A60
* MARKER NUMBER	Number of antenna marker	A20
OBSERVER / AGENCY	Name of observer / agency	A20,A40
REC # / TYPE / VERS	Receiver number, type, and version (Version: e.g. Internal Software Version)	3A20
ANT # / TYPE	Antenna number and type	2A20
APPROX POSITION XYZ	Approximate marker position (WGS84)	3F14.4
ANTENNA: DELTA H/E/N	- Antenna height: Height of bottom surface of antenna above marker - Eccentricities of antenna center relative to marker to the east and north (all units in meters)	3F14.4
WAVELENGTH FACT L1/2	- Wavelength factors for L1 and L2 1: Full cycle ambiguities 2: Half cycle ambiguities (squaring) 0 (in L2): Single frequency instrument - Number of satellites to follow in list 0: Default wavelength factors. Max 7. If more than 7 satellites: Repeat record. - List of PRNs (satellite numbers)	216,  16,  7(3X,A1,12)

TABLE A1 (continued)

# / TYPES OF OBSERV	<p>- Number of different observation types stored in the file - Observation types</p> <p>The following observation types are defined in RINEX Version 2:</p> <p>L1, L2: Phase measurements on L1 and L2 C1 : Pseudorange using C/A-Code on L1 C2 : Pseudorange using C/A-code on L1 and P2-P1 code P1, P2: Pseudorange using P-Code on L1,L2 D1, D2: Doppler frequency on L1 and L2 T1, T2: Transit Integrated Doppler on 150 (T1) and 400 MHz (T2)</p> <p>Units : Phase : full cycles Pseudorange : meters Doppler : Hz Transit : cycles</p> <p>The sequence of the types in this record has to correspond to the sequence of the observations in the observation records</p>	16, 9(4X,A2)
* INTERVAL	Observation interval in seconds	16 *
TIME OF FIRST OBS	Time of first observation record year (4 digits), month,day,hour,min,sec	516,F12.6
* TIME OF LAST OBS	Time of last observation record year (4 digits), month,day,hour,min,sec	516,F12.6 *
* # OF SATELLITES	Number of satellites, for which observations are stored in the file	16 *
* PRN / # OF OBS	PRN (sat.number), number of observations for each observation type indicated in the "# / TYPES OF OBSERV" - record. This record is repeated for each satellite present in the data file	3X,A1,i2,916 *
END OF HEADER	Last record in the header section.	6CX

TABLE A2 OBSERVATION DATA FILE - DATA RECORD DESCRIPTION		
OBS. RECORD	DESCRIPTION	FORMAT
EPOCH/SAT or EVENT FLAG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Epoch : year (2 digits), month,day,hour,min,sec</li> <li>- Epoch flag 0: OK               <ul style="list-style-type: none"> <li>1: power failure between previous and current epoch</li> <li>&gt;1: Event flag</li> </ul> </li> <li>- Number of satellites in current epoch</li> <li>- List of PRNs (sat.numbers) in current epoch If more than 12 satellites: Continued in next line with n(A1,I2)</li> <li>- receiver clock offset (seconds, optional) (GPS:time = receiver time - offset)</li> </ul> <p>If EVENT FLAG record (epoch flag &gt; 1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Event flag:               <ul style="list-style-type: none"> <li>2: start moving antenna</li> <li>3: new site occupation (end of kinem. data) (at least MARKER NAME record follows)</li> <li>4: header information follows</li> <li>5: external event (epoch is significant)</li> <li>6: cycle slip records follow to optionally report detected and repaired cycle slips (same format as OBSERVATIONS records; slip instead of observation; LLI and signal strength blank)</li> </ul> </li> <li>- "Number of satellites" contains number of records to follow</li> </ul>	S13,F11.7,  13,  13, 12(A1,I2),  F12.9
OBSERVATIONS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observation rep. within record for</li> <li>- LLI each obs.type (same seq</li> <li>- Signal strength as given in header)</li> </ul> <p>This record is repeated for each satellite given in EPOCH/SAT - record. If more than 5 observation types (=80 char): Continue observations in next record.</p> <p>Observations: Phase : Units in whole cycles of carrier Code : Units in meters Missing observations are written as 0.0 or blanks.</p> <p>Loss of lock indicator (LLI, important for phase only) 0 or blank: OK or not known 1 (=bit 0): lost lock between previous and current observation: cycle slip possible 2 (=bit 1): Inverse wavelength factor to default (does NOT change default) 3 (=bits 0,1) : lost lock, inverse wlfact</p> <p>Signal strength projected into interval 1-9: 1: minimum possible signal strength 5: threshold for good S/N ratio 9: maximum possible signal strength 0 or blank: not known, don't care</p>	m(F14.3, 11, 11)

TABLE A3 NAVIGATION MESSAGE FILE - HEADER SECTION DESCRIPTION		
HEADER LABEL (Columns 61-80)	DESCRIPTION	FORMAT
RINEX VERSION / TYPE	- Format version (2) - File type ('N' for Navigation data)	16,14X, A1,19X
* COMMENT	Comment line(s)	A60
* ION ALPHA	Ionosphere parameters A0-A3 of almanac (page 18 of subframe 4)	2X,4D12.4
* ION BETA	Ionosphere parameters B0-B3 of almanac	2X,4D12.4
* DELTA-UTC: A0,A1,T,W	Almanac parameters to compute time in UTC (page 18 of subframe 4) A0,A1: terms of polynomial T : reference time for UTC data W : UTC reference week number	3X,2D19.12, 219
* LEAP SECONDS	Delta time due to leap seconds	16
END OF HEADER	Last record in the header section.	60X

TABLE A4 NAVIGATION MESSAGE FILE - DATA RECORD DESCRIPTION		
PRN / EPOCH / SV CLK	- Satellite PRN number  - Epoch: TOC - Time of Clock year (2 digits) month day hour minute second - SV clock bias (seconds) - SV clock drift (sec/sec) - SV clock drift rate (sec/sec <sup>2</sup> )	12,513, F5.1,3D19.12
BROADCAST ORBIT - 1	- AOCe (age of data ephemeris) - Crs (meters) - Delta n (radians/sec) - Mo (radians)	3X,4D19.12
BROADCAST ORBIT - 2	- Cuc (radians) - Eccentricity - Cus (radians) - A1/2 (meter <sup>1/2</sup> )	3X,4D19.12
BROADCAST ORBIT - 3	- TOE Time of Ephemeris (seconds into GPS week) - Cic (radians) - Omega (radians) - Cis (radians)	3X,4D19.12
BROADCAST ORBIT - 4	- io (radians) - Crc (meters) - omega (radians) - Omega dot (radians/sec)	3X,4D19.12
BROADCAST ORBIT - 5	- IDOT (radians/sec) - Codes on L2 channel - GPS Week # (to go with TOE) - L2 P data flag	3X,4D19.12
BROADCAST ORBIT - 6	- SV accuracy - SV health (MSB only) - TGD (seconds) - AOCc (seconds)	3X,4D19.12
BROADCAST ORBIT - 7	- Transmission time of message (seconds into GPS week, derived e.g. from Z-count in Hand Over Word (HOW)) - spare - spare - spare	3x,4D19.12

TABLE A5  
OBSERVATION DATA FILE - EXAMPLE

```

-----|---1|0---|---2|0---|---3|0---|---4|0---|---5|0---|---6|0---|---7|0---|---8|0
      2          OBSERVATION DATA      M (MIXED)          RINEX VERSION / TYPE
BLANK OR G = GPS, R = GLONASS, T = TRANSIT, M = MIXED    COMMENT
XXRINEXO V9.9      AIUB                    12-SEP-90 12:43  PGM / RUN BY / DATE
EXAMPLE OF A MIXED RINEX FILE                COMMENT
A 9080                                         MARKER NAME
9080.1.34                                       MARKER NUMBER
BILL SMITH                                       OBSERVER / AGENCY
X1234A123                                       REC # / TYPE / VERS
234                                             ANT # / TYPE
4375274.   587466.   4589095.                APPROX POSITION XYZ
      .9030           .0000           .0000    ANTENNA: DELTA H/E/N
      1      1                                           WAVELENGTH FACT L1/2
      1      2      6  G14  G15  G16  G17  G18  G19    WAVELENGTH FACT L1/2
      4      P1  L1  L2  P2                            # / TYPES OF OBSERV
      18                                           INTERVAL
1990      3      24      13      10      36.000000    TIME OF FIRST OBS
                                                    END OF HEADER
90 3 24 13 10 36.0000000 0 3G12G 9G 6          -.123456789
23629347.915           .300 8          -.353      23629364.158
20891534.648           -.120 9          -.358      20891541.292
20607600.189           -.430 9          .394       20607605.848
90 3 24 13 10 50.0000000 4 3
      1      2      2  G 9  G12
*** WAVELENGTH FACTOR CHANGED FOR 2 SATELLITES ***    WAVELENGTH FACT L1/2
                                                    COMMENT
90 3 24 13 10 54.0000000 0 5G12G 9G 6R21R22    -.123456789
23619095.450           -53875.632 8          -41981.375    23619112.008
20886075.667           -28688.027 9          -22354.535    20886082.101
20611072.689           18247.789 9          14219.770     20611078.410
21345678.576           12345.567 5
22123456.789           23456.789 5
90 3 24 13 11 0.0000000 2
      4 1
*** FROM NOW ON KINEMATIC DATA! ***                COMMENT
90 3 24 13 11 48.0000000 0 4G16G12G 9G 6    -.123456789
21110991.756           16119.980 7          12560.510     21110998.441
23588424.398           -215050.557 6          -167571.734    23588439.570
20869878.790           -113803.187 8          -88677.926     20869884.938
20621643.727           73797.462 7          57505.177     20621649.276
      3 4
A 9080                                         MARKER NAME
9080.1.34                                       MARKER NUMBER
      .9030           .0000           .0000    ANTENNA: DELTA H/E/N
--> THIS IS THE START OF A NEW SITE <--        COMMENT
90 3 24 13 12 6.0000000 0 4G16G12G 6G 9    -.123456987
21112589.384           24515.877 6          19102.763 3    21112596.187
23578228.338           -265624.234 7          -209317.284 4    23578244.398
20625218.088           92581.207 7          72141.846 4    20625223.795
20864539.693           -141858.836 8          -110539.435 5    20864545.943
90 3 24 13 13 1.2345678 5 0
      4 1
      (AN EVENT FLAG WITH SIGNIFICANT EPOCH)        COMMENT

```

OBSERVATION DATA FILE - EXAMPLE (continued)

```

90 3 24 13 14 12.0000000 0 4G16G12G 9G 6 -.123456012
21124965.133      89551.302 6      69779.626 4 21124972.275
23507272.372     -212616.150 7     -165674.789 5 23507288.421
20828010.354     -333820.093 6     -260119.395 5 20828017.129
20650944.902      227775.130 7      177487.651 4 20650950.363
90 3 24 13 14 12.0000000 6 2G16G 9
      123456789.0      -9876543.5
              0.0      -0.5
                4 2
    ---> CYCLE SLIPS THAT HAVE BEEN APPLIED TO      COMMENT
           THE OBSERVATIONS                          COMMENT
90 3 24 13 14 48.0000000 0 4G16G12G 9G 6 -.123456234
21128884.159      110143.144 7      85825.185 5 21128890.776
23487131.045     -318463.297 7     -248152.728 4 23487146.149
20817844.743     -387242.571 6     -301747.22925 20817851.322
20658519.895      267583.67817 20658525.869
                4 3
    *** SATELLITE G 9 THIS EPOCH ON WLFACT 1 (L2)      COMMENT
    *** G 6 LOST LOCK AND ON WLFACT 2 (L2)             COMMENT
           (INVERSE TO PREVIOUS SETTINGS)              COMMENT
-----|---1|0---|---2|0---|---3|0---|---4|0---|---5|0---|---6|0---|---7|0---|---8|0

```

TABLE A6  
NAVIGATION MESSAGE FILE - EXAMPLE

```

-----|---1|0---|---2|0---|---3|0---|---4|0---|---5|0---|---6|0---|---7|0---|---8|0
 2          NAVIGATION DATA          RINEX VERSION / TYPE
XXRINEXN V2.0      IGGP          12-SEP-90 15:22      PGM / RUN BY / DATE
EXAMPLE OF VERSION 2 FORMAT          COMMENT
.1676D-07 .2235D-07 -.1192D-06 -.1192D-06      10W ALPHA
.1208D+06 .1310D+06 -.1310D+06 -.1966D+06      10W BETA
.133179128170D-06 .107469588780D-12 552960      551 DELTA-UTC: A0,A1,T,W
6          LEAP SECONDS
          END OF HEADER
6 90 8 2 17 51 44.0 -.839701388031D-03 -.165982783074D-10 .000000000000+00
.910000000000+02 .934062500000+02 .116040547840D-08 .162092304801D+00
.484101474285D-05 .626740418375D-02 .652112066746D-05 .515365489006D+04
.409904000000+06 -.242143869400D-07 .329237003460D+00 -.596046447754D-07
.111541663136D+01 .326593750000+03 .206958726335D+01 -.638312302555D-08
.307155651409D-09 .000000000000+00 .551000000000D+03 .000000000000+00
.000000000000+00 .000000000000+00 .000000000000+00 .910000000000D+02
.406800000000D+06
13 90 8 2 18 59 60.0 .490025617182D-03 .204636307899D-11 .000000000000+00
.133000000000+03 -.963125000000+02 .146970407622D-08 .292961152146D+01
-.498816370964D-05 .200239347760D-02 .928156077862D-05 .515328476143D+04
.414000000000+06 -.279396772385D-07 .243031939942D+01 -.558793544769D-07
.110192796930D-01 .271187500000+03 -.232757915425D+01 -.619632953057D-08
-.785747015231D-11 .000000000000+00 .551000000000D+03 .000000000000+00
.000000000000+00 .000000000000+00 .000000000000+00 .389000000000D+03
.410400000000+06
-----|---1|0---|---2|0---|---3|0---|---4|0---|---5|0---|---6|0---|---7|0---|---8|0

```

Please note the optional new items in the header section and the new last item in the data field.

