

# IMPACT DU GPS SUR LE RÉSEAU GÉODÉSIQUE FRANÇAIS (R.G.F.)

*Michel Le Pape*  
*Chef du service de la géodésie et du nivellement - IGN*

## 1 - INTRODUCTION

La création d'un réseau géodésique national doit prendre essentiellement en compte d'une part, les besoins des utilisateurs et d'autre part, les contraintes liées à la technique d'élaboration du réseau. Dans la méthode de triangulation, technique utilisée dans la NTF (Nouvelle Triangulation Française), nombre de points se trouvent situés en hauteur et sont répartis de façon indépendante des besoins des utilisateurs, la détermination des points nécessitant des visées horizontales ; les contraintes liées au GPS sont moindres, un dégagement de 15 degrés du dessus de l'horizon étant nécessaire et il sera possible de créer des points plus accessibles et mieux répartis en fonction des besoins des utilisateurs.

## 2 - LA NOUVELLE TRIANGULATION FRANÇAISE (NTF)

La NTF constitue le réseau géodésique actuellement en vigueur et comporte 80 000 points. Les critiques les plus communes sont son manque de précision, les difficultés d'accès, l'insuffisance d'entretien ; plus d'un siècle aura été nécessaire à son élaboration de 1893 à 1991.

Cependant, il s'agit d'un travail important et qu'il est possible d'exploiter. Son manque de précision tient plus à une qualité non optimale des calculs : le réseau s'appuie sur un calcul de la méridienne de France datant des années 1930 et sur le calcul du 1er ordre terminé vers les années 1960 ; il n'était pas possible à ces époques de traiter la totalité des observations de 1er ordre alors qu'aujourd'hui, il suffit de quelques minutes pour traiter les observations des 6 200 points de 1er et 2ème ordre de la NTF ; en outre, ces observations sont considérées comme bonnes, en particulier celles de 2ème ordre, qui ont été effectuées depuis les années 1940, selon les mêmes spécifications.

## 3 - LE RÉSEAU GÉODÉSIQUE FRANÇAIS (RGF)

Afin d'obtenir à moindre coût et dans des délais raisonnables, un réseau de qualité, compatible avec les moyens et besoins des utilisateurs, il a été envisagé de mettre en œuvre ce réseau, appelé Réseau Géodésique Français

(RGF) initialement par un recalcul des données anciennes de la NTF, appuyé sur quelques données nouvelles de géodésie spatiale et de maintenir ce réseau par observations GPS.

### 3.1 Recommandations du CNIG (Conseil National de l'Information Géographique)

Un groupe de travail du CNIG "nouveau système de référence géodésique" a émis en 1989 un certain nombre de recommandations ci-dessous appelées.

#### 3.1.1 Définition du RGF

Celui-ci sera de type tridimensionnel, cependant l'altitude sera fournie dans le système altimétrique actuellement en vigueur (IGN 69). Les coordonnées seront fournies sous forme de longitude, latitude et altitude ellipsoïdique sur l'ellipsoïde GRS80 dans le système ETRS (European Terrestrial Reference System) défini par la sous-commission EUREF (European Reference France) de l'Association Internationale de Géodésie ; des coordonnées planes seront aussi fournies dans une projection à préciser.

#### 3.1.2 Structure du RGF

Le RGF est structuré en 3 parties :

- Le RRF (Réseau de Référence Français) constitué de 23 points s'appuyant sur les points (8 en France) d'un réseau européen en cours de constitution, avec une précision relative de 0,1 p.p.m.
- Le RBF (Réseau de Base Français) constitué de 6 000 points environ avec une précision relative de 1 p.p.m.
- Le RDF (Réseau de Détail Français) d'une densité souhaitée de 4 points au km<sup>2</sup> en zone rurale et 20 points au km<sup>2</sup> en zone urbaine, avec une précision relative de 3 p.p.m.

#### 3.1.3 Constitution et conservation du RGF

- le RRF sera réalisé par techniques spatiales (VLBI, GPS...).

	90	91	92	93	94	95	96	97
<b>RRF</b>								
RRF. O.	▨		▨					
RRF. 1.				▨	▨ ?	▨ ?		
RRF. 2.							▨ ?	▨ ?
<b>RBF</b>								
NTE. 1 (1er ordre)	▨ saisie B.D.G.							
NTE. 2 (2e ordre)		▨	▨ saisie B.D.G.					
Liaison NTE-RRF			▨ terrain					
RBF. O.				▨ calcul				
RBF. 1.						▨ Périod. = 8 ans entretien		
<b>RBF</b>								
Réseau de détail				▨	▨ saisie documentaire			
RBF. O.					▨	▨ abaquage		
RBF. 1.					▨	▨ GPS		
<b>NTF</b>								
	▨ Entretien tradic.			▨ GPS				

- le RBF sera initialisé (RBF.0) par la compensation des mesures associées aux points de 1er et 2ème ordre de la NTF, s'appuyant sur le RRF et sera donc à l'origine constitué des points de 1er et 2ème ordre de la NTF.
- Le RDF sera lui aussi initialement constitué des 80.000 points de la NTF dont les coordonnées dans le nouveau système seront obtenues par abaquage.

Le réseau initial du (RGF) sera donc le réseau actuel de la NTF, recalculé en s'appuyant sur le RRF observé essentiellement par GPS. La maintenance sera faite par GPS et devrait entraîner une modification assez importante de l'implantation physique des points (localisation, matérialisation).

### 3.1.4 Gestion et diffusion

Un centre serveur national sera chargé de la gestion de bases de données documentaires contenant l'ensemble des informations descriptives et les coordonnées des points du RGF.

### 3.1.5 Délais de mise en place

Les recommandations du CNIG indiquaient que le RBF devait être opérationnel avant le 1er janvier 1993.

## **3.2 Mise en œuvre par l'IGN**

### 3.2.1 Délais

Le planning ci-joint indique les délais prévus de mise en œuvre ; ceux-ci sont assez approximatifs, il reste à préciser nombre d'éléments. Les travaux actuellement en cours sont les observations du réseau RRF (RRF.0), et la saisie dans la Base de Données Géodésique de l'IGN des observations des points de 1er et 2ème ordre de la NTF entamée en 1989. Les commentaires, ligne par ligne, à ce tableau sont les suivants :

- **RRF** : ce réseau a été observé pour partie en 1990 ; il pourra être totalement observé en 1992. Il reste à définir la périodicité d'entretien (1 an, 3 ans...).
- **RBF** : la saisie des mesures des points de 1er ordre de la NTF s'est terminée mi-1991 (NTF.1) ; celle concernant les points de 2ème ordre pourrait se terminer fin 1993 permettant le calcul par compensation du RBF, nécessitant au préalable le rattachement du RRF au RBF (liaison NTF-RRF). Le réseau initial du RBF (RBF.0) serait ainsi disponible mi-

1994 et pourrait alors débiter la maintenance du RBF (RBF.1) avec une périodicité de 8 ans.

- **RDF** : le réseau de détail nécessite l'introduction dans la Base de Données Géodésique de données dites documentaires ; le réseau de détail initial du RGF (RDF.0) pourrait être disponible vers mi-94, dès que le RBF serait disponible ; ensuite l'entretien du RDF par GPS pourrait débiter après définition précise du RDF et des procédures d'entretien par GPS.
- **NTF** : d'ici la disponibilité du RGF, la NTF continuera d'être entretenue en 1993 et 1994, non plus par méthode traditionnelle mais par GPS.

### 3.2.2 Etablissement du RRF

#### *3.2.2.1 Campagnes européennes VLBI et GPS de 1989*

Deux campagnes VLBI et GPS ont eu lieu en Europe en 1989 à l'initiative de la sous-commission EUREF de l'AIG et du groupe de travail VIII du CERCO (Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle). La campagne VLBI (Very Long Base Interferometry), la technique VLBI étant la méthode la plus précise de positionnement, a permis de déterminer 6 points en Europe (cf. carte 1) dont 2 en France (Brest et Grasse), servant d'appui aux 93 points observés la même année lors de la campagne GPS au cours de laquelle 8 points (cf. carte 2), dont Brest et Grasse ont été observés en France. Ces 8 points constituent le réseau primaire des 23 points du RRF. Les coordonnées des points observés lors de cette campagne GPS 1989 devraient être connues fin 1991, avec une précision relative de quelques 0,01 p.p.m.

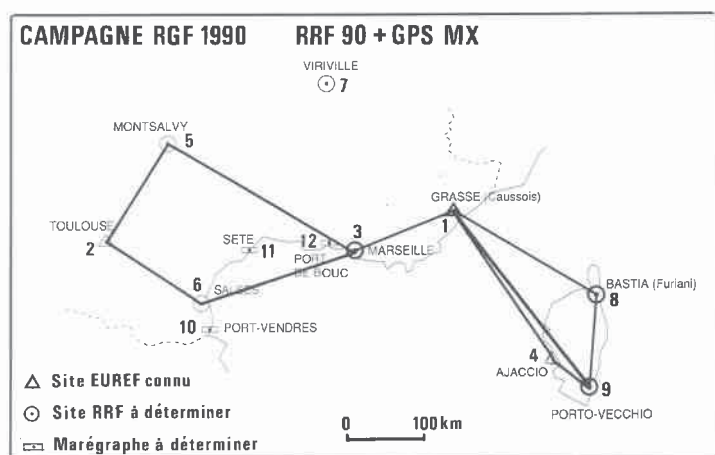
#### *3.2.2.2 Campagne RRF 1990*

Cette campagne effectuée par l'IGN en 1990 (cf. carte 2) concernait la détermination de 6 sites du RRF "secondaire" s'appuyant sur les 3 sites de base de Toulouse, Grasse et Ajaccio. Elle peut être décomposée en 3 phases :

- La phase reconnaissance, du 27.06 au 10.07, durant laquelle le chef de mission a choisi l'emplacement des points en fonction de critères liés essentiellement à leur conservation et à leur observation GPS, leur construction étant effectuée par des entrepreneurs locaux (6 points du RRF sont dans des enceintes protégées).
- La phase observation, conduite du 27.08 au 15.10 concerne 3 types d'opération :
  - 1) Observations GPS intersite : menées en général avec 4 récepteurs Ashtec XII bifréquences, en station chacun sur un des sites des

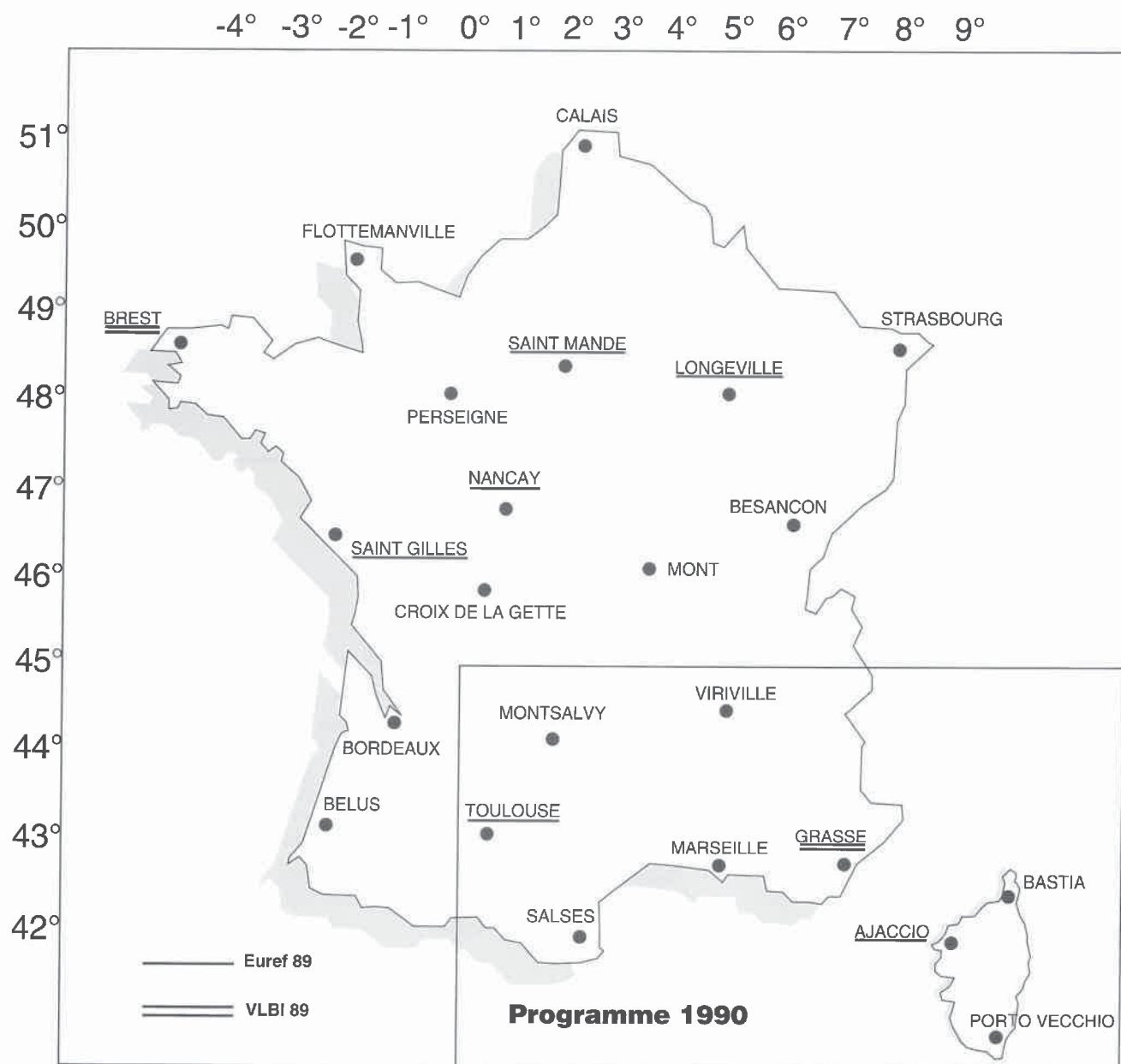


Carte 1.

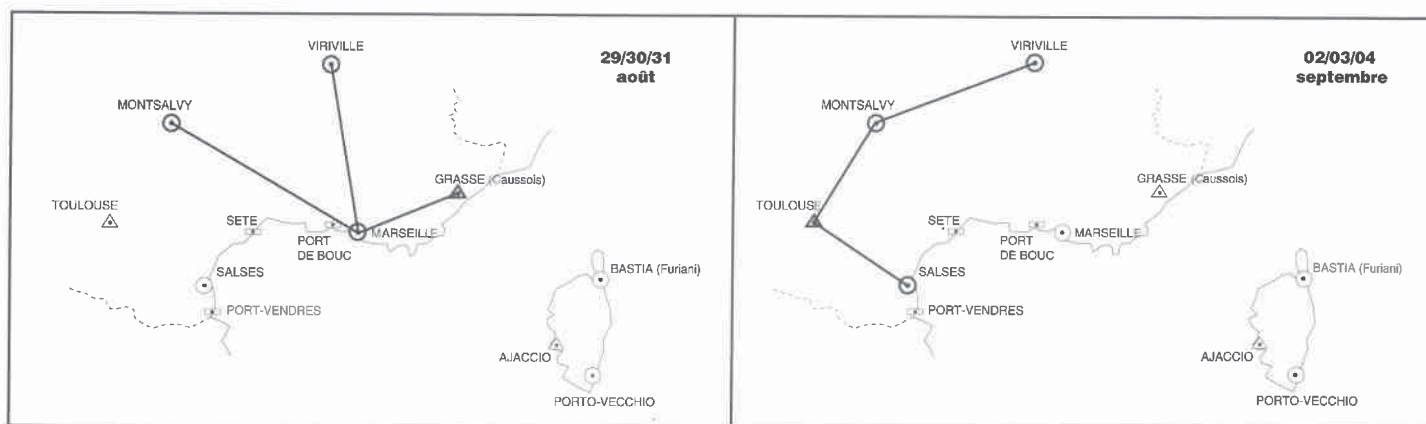


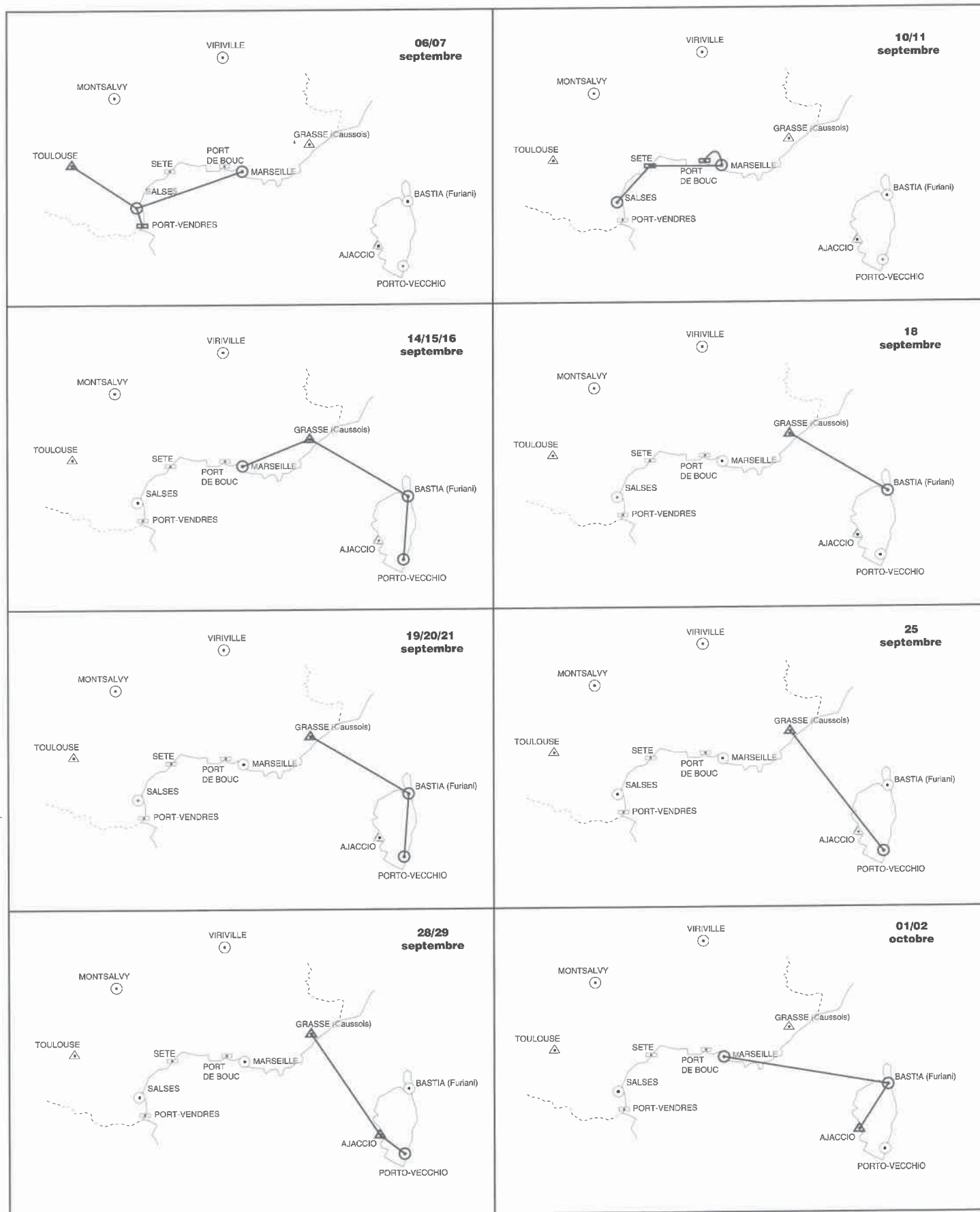
Carte 3.





Mission RGF 1990 - Détermination intersites (schéma 1).





configurations préalablement choisies (cf. schéma 1) ; le choix des configurations s'appuyait sur le principe d'observer les bases les plus courtes. En moyenne chaque site a été observé 32 heures, à raison de 4 heures par nuit soit 8 nuits. Les mesures étaient vérifiées et validées par l'opérateur après chaque session, avant regroupement pour calcul différentiel.

2) Observations des rattachements des différents points dans les sites par méthode traditionnelle (théodolite-géodimètre) ou par GPS.

3) Rattachement, généralement par nivellement direct, d'au moins un point du site au Réseau de Nivellement de Précision (IGN 69).

- La phase liquidation, allant du 16 octobre à fin novembre 1990, est en fait une phase de liquidation primaire, le but final étant de déterminer les coordonnées des points des sites observés dans le système retenu. Ceci ne pourra avoir lieu que lorsque les orbites précises des satellites, nécessaires aux calculs, seront disponibles, lorsque l'ensemble des 23 points du RRF aura été observé, lorsque les coordonnées des 8 points de

base du RRF seront connues. La liquidation primaire correspond à une phase documentaire comportant l'élaboration de fiches signalétiques, des servitudes, la validation des rattachements sur les sites, le calcul provisoire des bases.

Les calculs, à partir des orbites radiodiffusées, font apparaître de bons résultats ; la précision relative ainsi obtenue semble être déjà voisine de 0,1 p.p.m. Les tableaux 1 et 2 permettent d'en juger : les composantes du vecteur Grasse-Toulouse (cf. carte 3) ont été obtenues à 2 reprises de façon indépendante, la "dispersion" sur la distance est de 19 cm à 439 km soit 0,4 p.p.m ; sur le vecteur Grasse-Porto-Vecchio, 4 déterminations indépendantes font apparaître une dispersion de 6 cm à 308 km soit 0,2 p.p.m. La précision finale sera certainement meilleure après calcul avec orbites précises et compensations.

## RÉFÉRENCE

M. Le Pape - Le RGF : Application des recommandations du CNIG-Programme de mise en œuvre par l'IGN - IGN/SGN - Juin 1991. CC/G n° 557.

TABLEAU 1

Date	Vecteur	Durée d'obs.	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$
29-30-31 août. 90	1 - 3	12h			
idem	8 - 9	12h			
02-03-04 sept. 90	5 - 2	12h			
	1 - 3	D = 439236,40	46351,51	- 463469,51	- 16568,57
14-15-16 sept. 90	1 - 3	12h			
6-7-10-11 sept 90	3 - 6	16h			
2-3-4-6-7 sept. 90	6 - 2	20h			
	1 - 2	D = 439236,21	46351,49	- 463469,33	- 16568,51

Grasse/Toulouse (tableau 1)

Grasse/Porto Vecchio (tableau 2)

TABLEAU 2

Date	Vecteur	Durée d'obs.	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$
14-15-16 sept. 90	1 - 8	12h			
	8 - 9	12h			
	1 - 9	D = 308247,06	133263,16	213828,53	- 177579,68
19-20-21 sept. 90	1 - 8	12h			
	8 - 9	12h			
	1 - 9	D = 308247,04	133263,09	213828,49	- 177579,66
25 sept. 90	1 - 9	5h			
	1 - 9	D = 308247,00	133263,30	213828,42	- 177579,60
28-29 sept. 90	1 - 4	7h			
	4 - 9	8h			
	1 - 9	D = 308247,03	133263,10	213828,53	- 177579,65