

# Traitement des données GPS géodésiques avec GINS

*R Biancale, J-M Lemoine, J-C Marty, F Pérosanz / Equipe de Géodésie Spatiale-CNES  
S Loyer / Noveltis  
S Melachroinos / DTP*

## **I- GPS pour la géodésie : rappels**

*Ce module rappelle les éléments essentiels nécessaires aux traitements de données GPS pour les applications de géodésie spatiale comme la restitution dynamique des orbites de la constellation, le calcul des coordonnées des stations d'un réseau ou l'estimation des paramètres de rotation de la terre.*

## **II- Traitements GPS avec GINS**

*Ce module présente les différentes capacités et stratégies de traitement des données GPS avec le logiciel GINS; les applications seront illustrées au travers des résultats de cas réels.*

## **III- Travaux pratiques avec GINS**

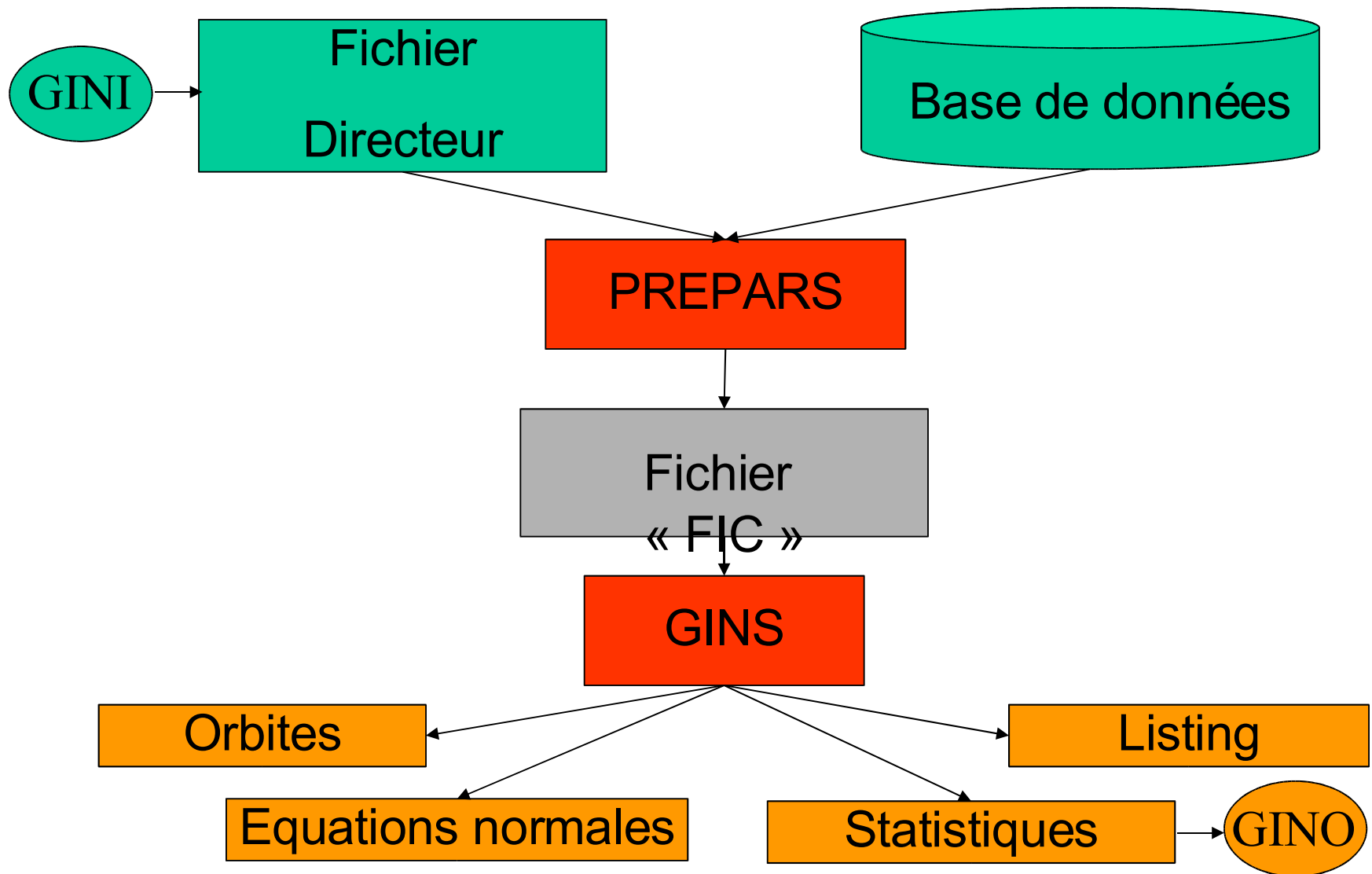
*Ce module est consacré en travaux pratiques à l'exploitation (par petits groupes) des logiciels GINS et DYNAMO (manipulation des équations normales).*

# Le GINS-PC

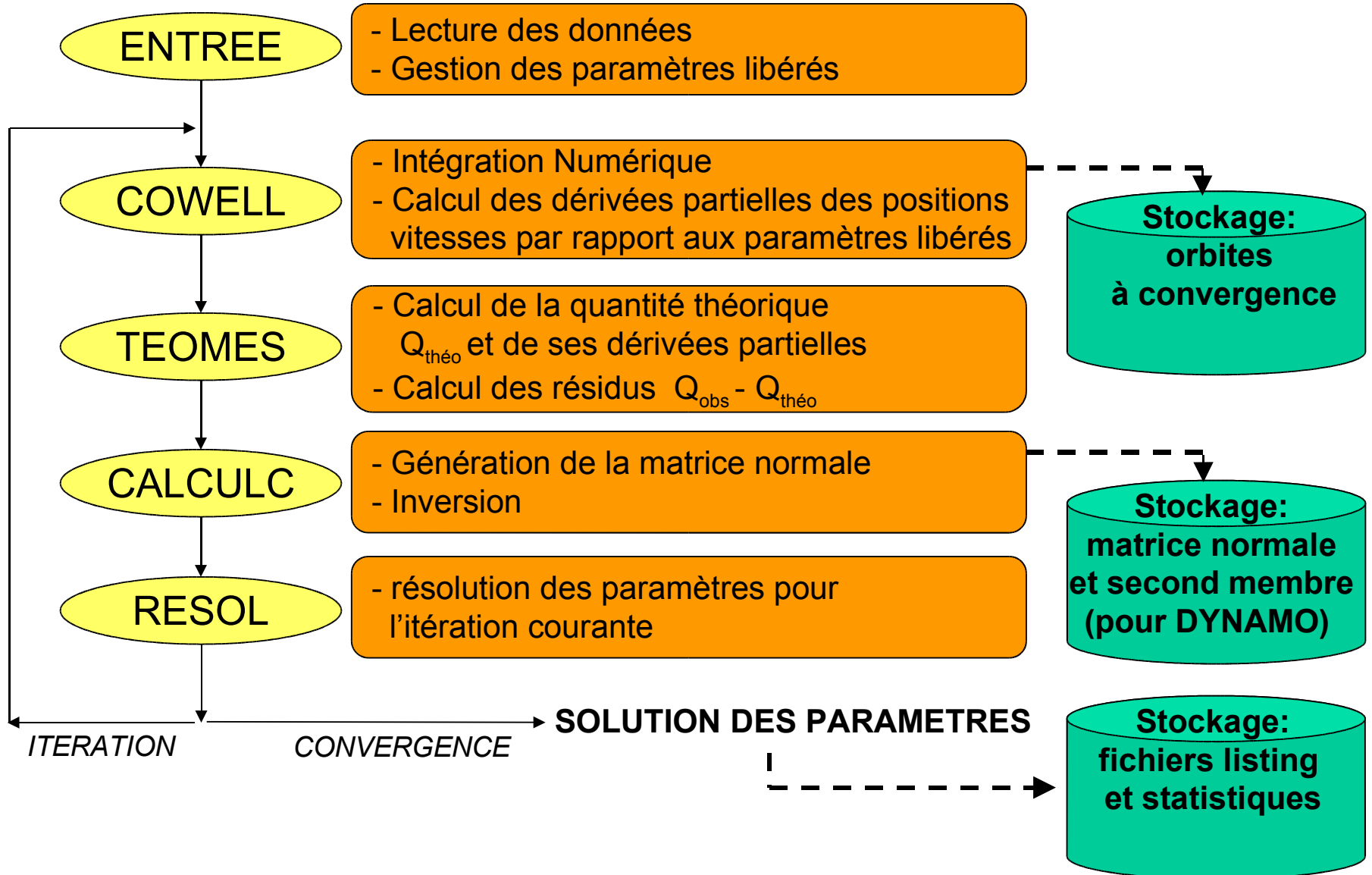
## Objectifs :

- le GINS: un outil de positionnement millimétrique multi-techniques
- mise à disposition aux laboratoires spatiaux avec le soutien du CNES
- possibilité d'exploitation, mais aussi de développement, hors connexion sécurisée CNES

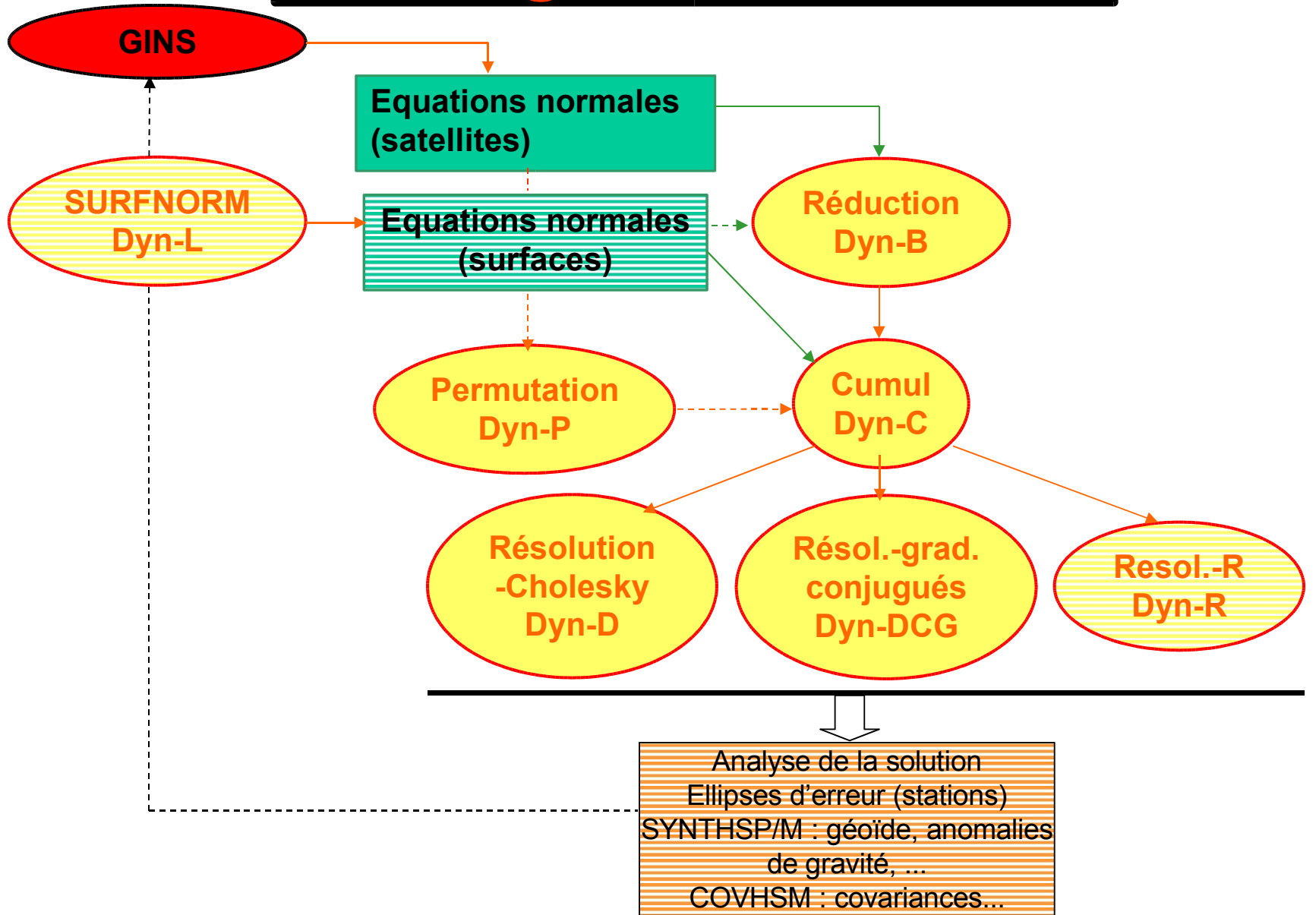
# Le logiciel GINS: organigramme général



# Le logiciel GINS: organigramme détaillé



# Les logiciels DYNAMO



# Fonctionnalités :

- **Calcul d'orbite autour d'un corps du système solaire**
- **Détermination de paramètres géophysiques:**
  - *coefficients du champ de gravité*
  - *coefficients des modèles de marées océaniques*
  - *nombres de Love*
  - *surface moyenne océanique*
  - *coefficients du modèle de thermosphère (température, densité des différents gaz)*
  - *coefficients d'aspect des satellites*
  - *coordonnées du pôle et TUI*
  - *nutations en longitude et obliquité*
  - *position et vitesse des stations, géocentre*
  - ...
- **Simulation de la restitution d'orbite d'un satellite**

## **Réalisation :**

- par le CNES à travers le laboratoire associé DTP à l'OMP
- par station de travail et baie de stockage sécurisées

## **Moyens et procédures :**

- station de travail SUN V40Z (Bérénice) sous RedHat (24 Go de RAM, 1 To disque)
- baie de stockage Network Appliance
- PC portable sous Linux (Fedora Core 5)
- accès SSH et FTP depuis les laboratoires extérieurs

# **Avantages :**

- maîtrise par l'Equipe de Géodésie Spatiale du CNES de la maintenance et du développement du logiciel
- interaction possible (et souhaitée) entre utilisateurs et développeurs
- gestion centralisée des données d'environnement avec garantie d'utilisation par une base unique adaptée au logiciel et actualisée

# **Conditions :**

- établissement d'une convention d'utilisation par les organismes autre que ceux appartenant au GRGS (ex.: ORB)
- mention du soutien CNES dans les articles ou présentations des résultats basés sur l'utilisation du logiciel



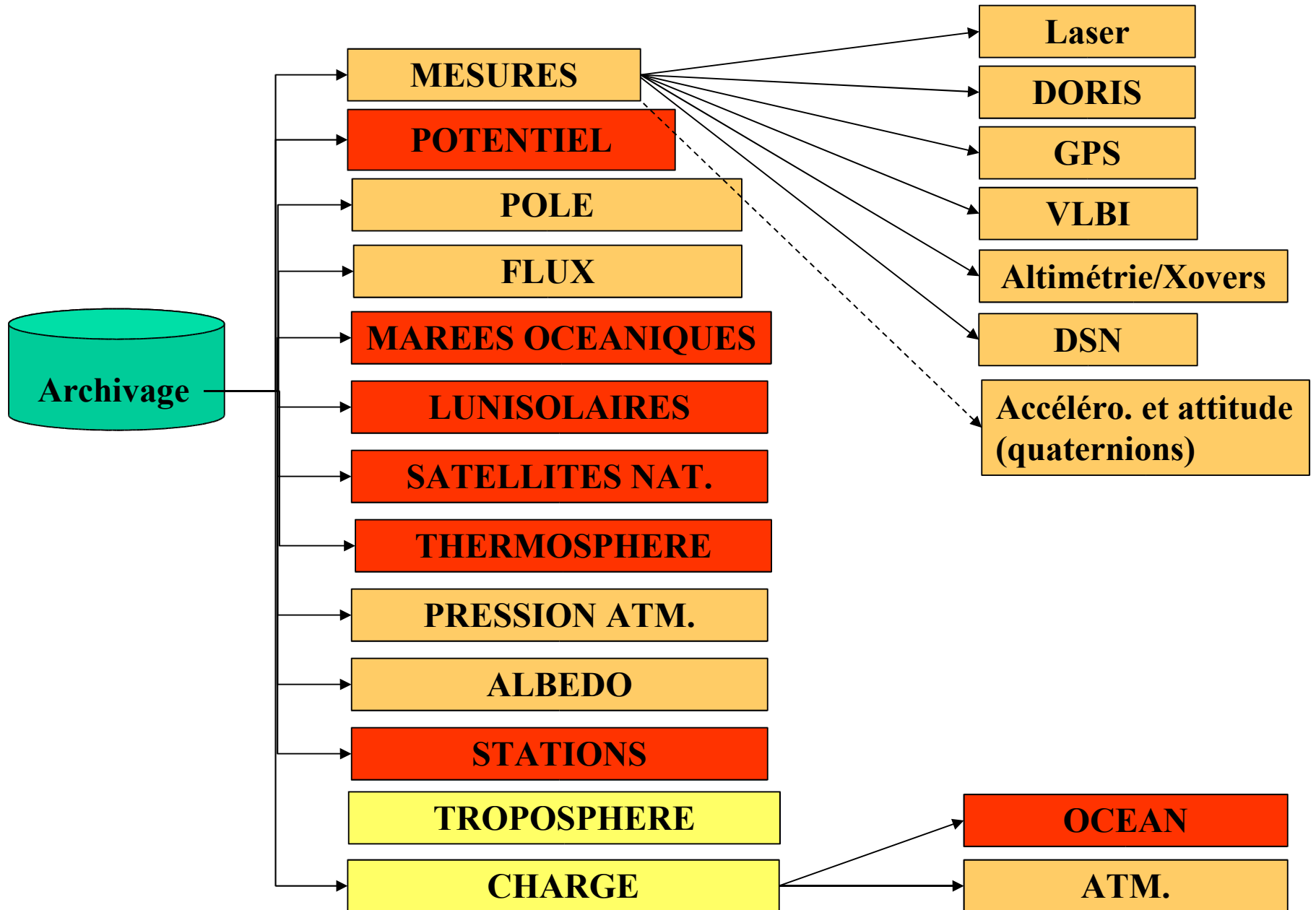
# Evolution nécessaires :

- transfert automatisé des données du STAF/CNES à la baie de stockage DTP
- réécriture du PREPARS pour clarifier et mieux structurer le fichier FIC à des fins de reprise partielle par l'utilisateur (ex.: insertion de données propres)
- intégration des procédures de prétraitement GPS
- développement et validation des procédures d'échange de données (de la requête, à travers le fichier directeur, à l'envoi du fichier FIC)
- élaboration de la documentation d'utilisation

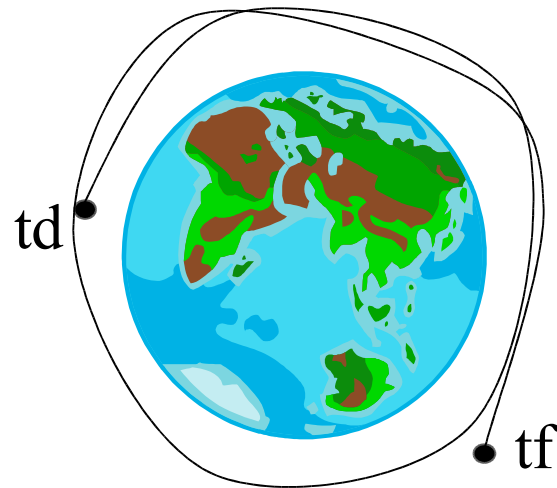
# Planning prévisionnel:

- version de démonstration : GINS/DYNAMO implémentés en version figée à partir du fichier FIC
- actuellement : fonctionnement avec base de données intégrée
- prochainement : transfert des données sur Bérénice (8 Go + 50 Mo/semaine)
- à réfléchir (fin 2006) : migration des modules de prétraitement GPS et de partitionnement du fichier FIC (pour les mesures)
- planifié (début 2007) : réécriture du module préparatoire PREPARS d'extraction des données d'environnement
- objectif (mi 2007) : mise à disposition en phase de test

# LE LOGICIEL GINS: les entrées



# LE LOGICIEL GINS: l'extrapolation d'orbite (1)



Calcul d'une éphéméride entre  $t_d$  et  $t_f$  à partir :

- du vecteur d'état à  $t_d$  :  $r_0, \dot{r}_0$  ou  $a_0, e_0, i_0, \Omega_0, \omega_0, M_0$
- des forces agissant sur le satellite

par intégration de l'équation fondamentale de la dynamique :

$$\Sigma F = m \frac{d^2 r}{dt^2}$$

# LE LOGICIEL GINS: l'extrapolation d'orbite (2)

## Les forces prises en compte dans le calcul d'orbite:

Ces forces sont décrites en détail dans le « [descriptif des forces](#) »

### • Forces gravitationnelles:

- attraction gravitationnelle de la Terre
- attraction gravitationnelle du Soleil, de la Lune et des planètes
- marées solides
- marées océaniques
- pression atmosphérique

### • Forces non gravitationnelles:

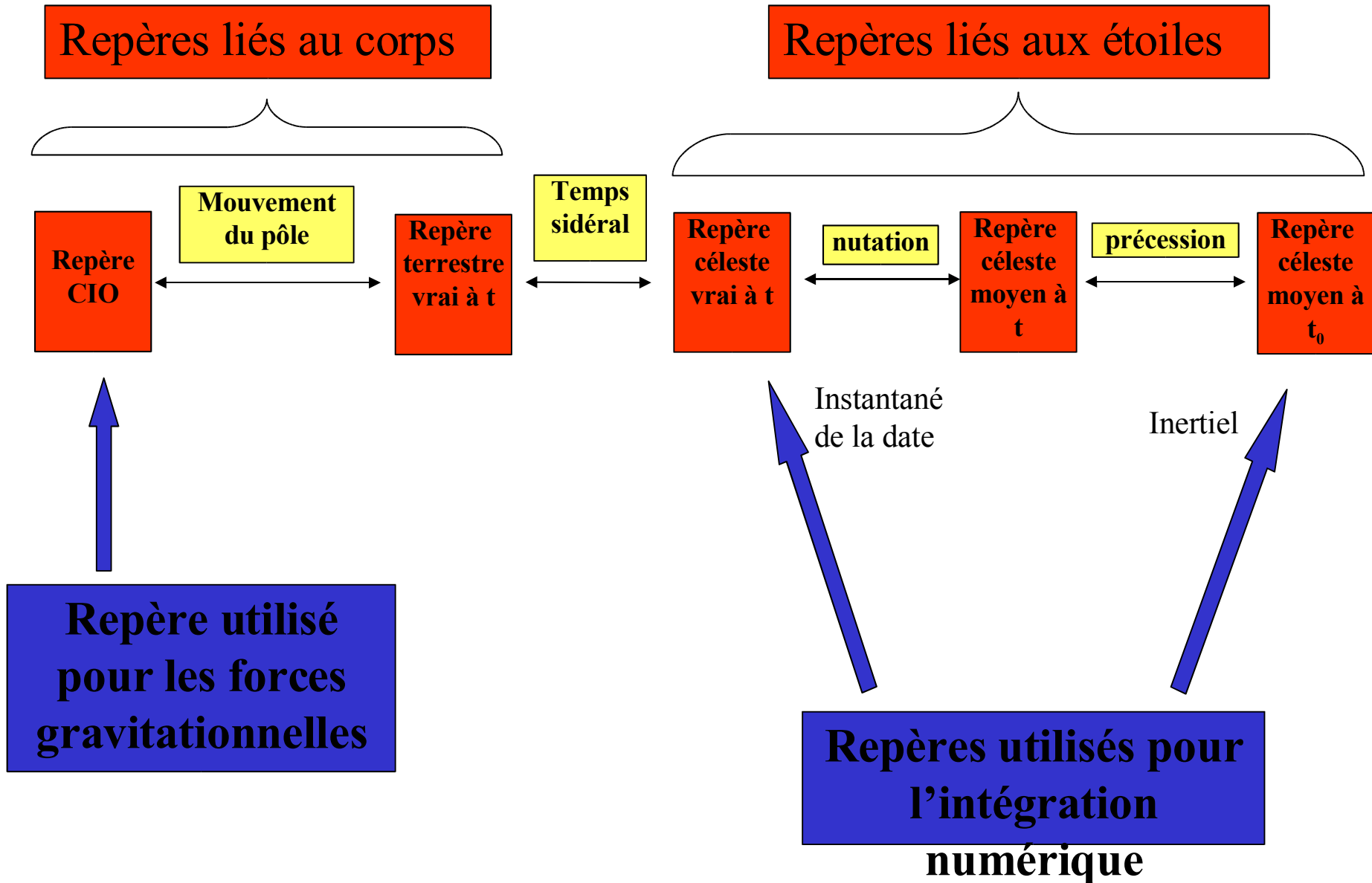
*Pour ces forces le satellite peut être considéré comme sphérique ou décomposé en macromodèle*

- frottement atmosphérique
- pression solaire directe
- albedo, Infra-Rouge
- diffusion thermique

# Un directeur GINS pour l'extrapolation d'orbite

1	potentiel/grim5_c1	potentiel	} fichiers d'environnement
1	.biancale.gin.data.marees.grim5_s1_spot_iugg	marees	
1	presatm/default	press.	
1	flux/acsol2	flux	
1	atmosphere/dtm_94bis	atmosphere	
1	albedo/moymens4.5.90_91	albedo	
1	pole/eop97c04	pole	
1	lunisolaires/ephem1960a2020_grim5	planetes	
0	.....	bulletins h	
0	.....	bulletins b1	
0	.....	bulletins b2	
0	.....	mesures haut	} durée de l'arc
0	.....	mesures bas1	
0	.....	mesures bas2	
0	0 0 0 7 0 5 999 12	impression,elimination	
1	0 0 0 0 0 0 nomeqn	archivage	
17440	0.000000		
17440	0.000000 17445 0.000000		
17443	0.000000 17445 0.000000 0 0.000000 0 0.000000		
0	.04000e+00 .34000e+00 .00000e+00 .00000e+00 1997.00	pole moyen(as)	
bas1			} modèle de forces param.non-gravi.
-----			
120	2 1 2 5 2 2 4 1 1	gy,ls,fc,ft,ps,mt,mo,rl	
0	0 0 0 0	cdg dop,gps,alti,laser	
0 0	.10000e+01 .00000e+00 .00000e+00 .00000e- 00	frottement	
0	.10000e+01 .00000e+00	portance	
0 0	.10000e+01 .00000e+00 .00000e+00 .00000e- 00	radiation,ssurm	
0	.10000e+01 .00000e+00 .10000e+01	albedo,consol,cospec	
0	.10000e+01 .00000e+00 .10000e+01	thermique,consol,cospec	
0	.00000e+01 .00000e+00 .00000e+00	r- bias,per,demi- per,jour	
0	.00000e+01 .00000e+00 .00000e+00	t- bias,per,demi- per,jour	
0	.00000e+01 .00000e+00 .00000e+00	n- bias,per,demi- per,jour	
0	.00000e+01 .00000e+00 .00000e+00	x- bias,per,demi- per,jour	
0	.00000e+01 .00000e+00 .00000e+00	y- bias,per,demi- per,jour	
0	.00000e+01 .00000e+00 .00000e+00	z- bias,per,demi- per,jour	
0	.00000e+01 .00000e+00 .00000e+00	coef aspect	
0	000	( 8/12/1997)	
7501001	starlett xyz tai 17440 0.000000 tod 0		
1	0.4617268390056431E+07		
1-	0.3539063406282768E+07		
1	0.4420020724641919E+07		
1	0.5637054848629894E+04		
1	0.3233082621899070E+04		
1-	0.3539909148709688E+04		
0 0 0 0	.00000e+00 .00000e- 00	mes.,freq.,trop.,pond.	} bulletin
0 0 0 0 0 0 0 0		fin correction mesures	
60.000000	00 09 .10000e- 01 0 0 4 8 0	pas,itr,cvg,iopt,reg,cow,	
com			} intégateur
-----			
000		atmosphere (tt,h,he,o,n2)	
0 0 0		potentiel (lib,dmin,dmax)	

# LE LOGICIEL GINS: les systèmes de référence (1)



# LE LOGICIEL GINS: les systèmes de référence (2)

1	potentiel/grim5_c	potentiel
1	.biancale.gin.data.marees.grim5_s1_spot_iugg	marees
1	presatm/default	press.
1	flux/acsol2	flux
1	atmosphere/dtm_94bis	atmosphere
	pole/eop97c04	
1	albedo/moymens4.5.90_91	albedo
1	pole/eop97c04	pole
1	lunisolaires/ephem1960a2020_grim5	planetes

fichiers  
d'environnement

Position du pôle  
et temps sidéral

- 1 : calcul en instantané de la date
- 2 : calcul en inertiel (J2000)
- 3 : calcul en instantané de la date (1950.0)
- 4 : calcul en inertiel (1950.0)

120	2	1	2	5	2	2	4	1	1	gv,ls,fc,ft,ps,mt,mo,rl
0	0	0	0							cdg dop,gps,alti,laser
0	0	.10000e+01	.00000e+00	.00000e+00	.00000e+00	.00000e-00				frottement
0	0	.10000e+01	.00000e+00							portance
0	0	.10000e+01	.00000e+00	.00000e+00	.00000e+00	.00000e-00				radiation,ssurm
0	0	.10000e+01	.00000e+00	.10000e+01						albedo,consol,cospec
0	0	.10000e+01	.00000e+00	.10000e+01						thermique,consol,cospec

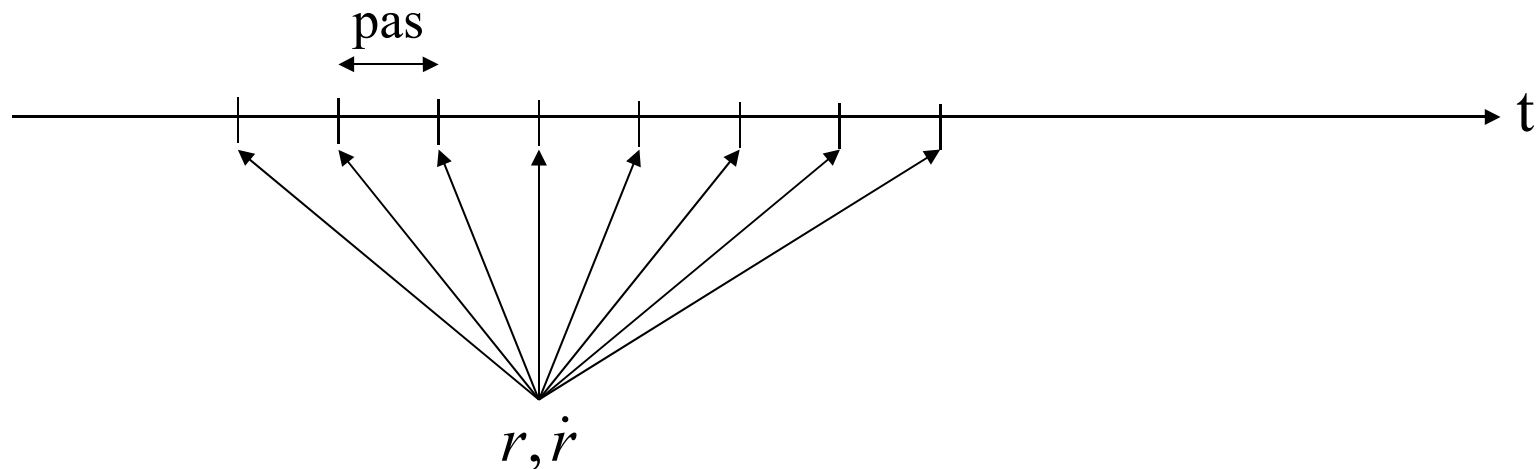
modèles de forces  
param. non-gravi.



# LE LOGICIEL GINS: l'intégration numérique (1)

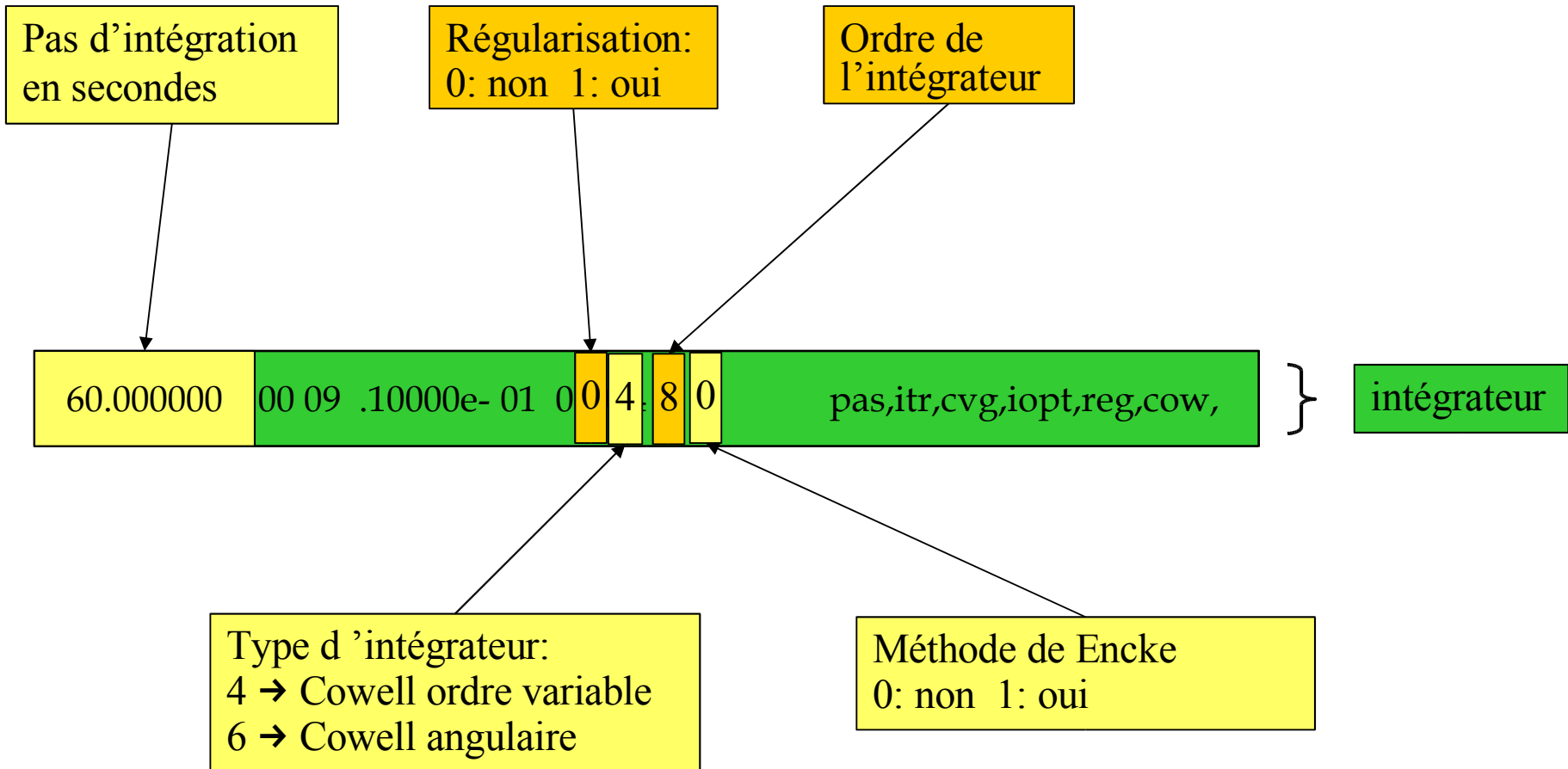
## intégrateur numérique à pas liés de type Cowell

- ordre variable (en général 8)
- pas d'intégration

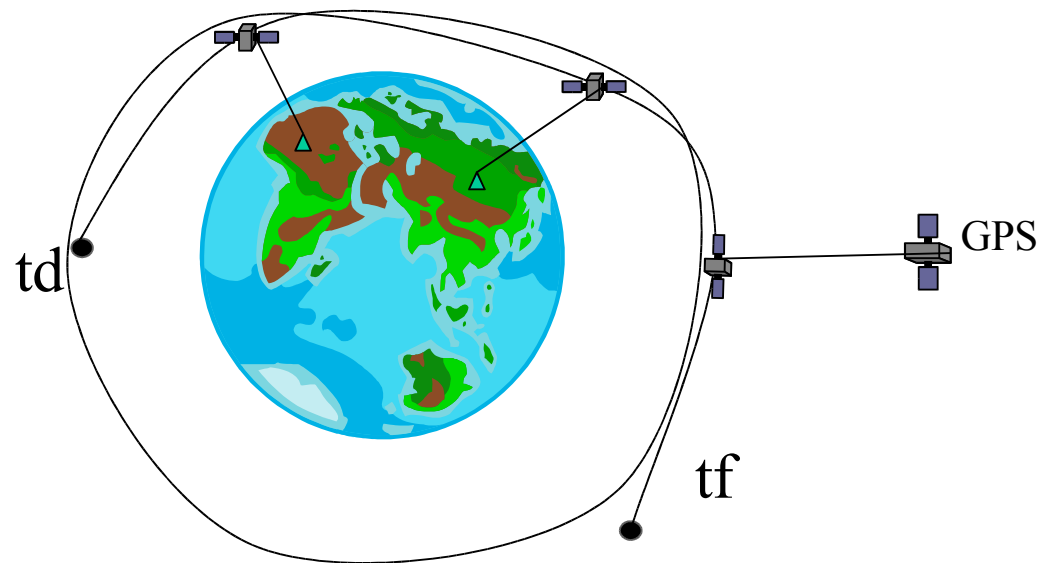


- régularisation: pas en temps  $\longrightarrow$  en angle ( orbites excentriques)
- technique de Encke: intégration autour d'une orbite moyenne

# LE LOGICIEL GINS: l'intégration numérique (2)

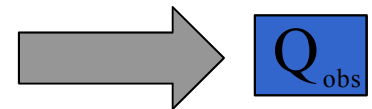


# LE LOGICIEL GINS: la restitution d'orbite (1)



On fait une extrapolation d'orbite que l'on ajuste « au mieux » par rapport à des mesures faites à partir :

- de stations au sol (Laser, Doppler...)
- d'autres satellites (GPS)



On cherche à minimiser les écarts (au sens des moindres carrés) entre l'orbite calculée et les mesures en ajustant des paramètres

# LE LOGICIEL GINS: la restitution d'orbite (2)

## Les paramètres ajustables:

- le bulletin initial des orbites
- les facteurs multiplicatifs des forces non-gravitationnelles (frottement, portance, albedo, thermique)
- les paramètres dynamiques des modèles gravitationnels (champ de gravité, marées terrestres, marées océaniques...)
- des coefficients empiriques de force: biais, dérive, termes périodiques...
- des forces stochastiques
- les paramètres géométriques (stations, systèmes de référence et d'orientation...)
- des paramètres liés à la mesure



Positions et vitesses des stations

Effets de surcharge océanique et atmosphérique

Problèmes stations Laser

1	.biancale.gin.data.stations.grim5_s1_iuoo	stations
1	.biancale.gin.data.problemes.obstat	problemes
1	charge/ocean/grim5	loading
1	charge/atmosphere/default	contload
0	.....	bulletins h
1	bulletin/topex_grim5	bulletins b1

fichiers d'environnement

0	.....	bulletins b2
1	mesures/topex/doppler/default	mesures bas1
0	.....	mesures haut

1 mesures/topex/doppler/default

Fichier mesures

Pour chaque fichier de mesure on doit avoir un bloc de description correspondant

Type de mesure

Corrections de mesure

Ecart- type a priori des mesures

Ecart- type a priori des modeles

mes.	-2	2	1	1	.99999e+05	.30000e-03	fin correction mesures									
0	0	0	0	0	0	0										

mesures

# LE LOGICIEL GINS: la convergence

Nombre  
minimum  
d'iterations

Nombre  
maximum  
d'iterations

60.000000 0009 .10000e-01 0 0 4 8 0 pas,itr,cvg,iopt,reg,cow, } convergence

Critère de convergence  
du processus itératif

# LE LOGICIEL GINS: les mesures

## TYPES DE MESURE

- 1 : Laser
- +/- 2 : Doppler descendant / montant
- 22 : Doris chaîne
- 3 : Interférométrie (VLBI)
- 4 : Optique
- 6 : Altimétrie
- 7 : Points de croisement altimétriques
- 8 : Prare Doppler
- 9 : Prare Range
- 10 : Ephémérides (X,Y,Z inertielles satellite)
- 11 : Pseudo- distance GPS non différenciée
- 12 : Double- différence GPS
- 15 : quaternions
- 24 : GRACE KBR (dist., vit., acc.)
- 31 : Doppler DSN (2 ou 3 voies)
- 34 : Doppler DSN 1 voie
- 38 : Distance DSN (2 ou 3 voies)
- 40 : Doppler NEIGE (1 voie montant)

## PARAMETRES

- 1 : biais de datation, de distance et troposphérique
- |2| : biais de fréquence et troposphérique
- 22 : idem
- 3 : biais d'horloge station et troposphère
- 4 : rien
- 6 : rien
- 7 : rien
- 8 : rien
- 9 : rien
- 10 : rien
- 11 : biais d'horloge, ambiguïtés, troposphère
- 12 : ambiguïté, troposphère
- 15 : rien
- 24 : biais
- 31 : biais de fréquence
- 34 : biais de fréquence
- 38 : biais
- 40 : biais de datation



# LE LOGICIEL GINS: les paramètres

1	.10000e+01	.00000e+00	.50000e+00	.00000e- 00	frottement
1	.10000e+01	.00000e+00			portance
1	.10000e+01	.00000e+00	.00000e+00	.00000e- 00	radiation,ssurm
1	.10000e+01	.00000e+00	.10000e+01		albedo,consol,cospec
0	.10000e+01	.00000e+00	.10000e+01		thermique,consol,cospec
0	.00000e+01	.00000e+00	.00000e+00		r- bias,per,demi- per,jour
2	.00000e+01	.00000e+00	.00000e+00		t- bias,per,demi- per,jour
2	.00000e+01	.00000e+00	.00000e+00		n- bias,per,demi- per,jour
0	.00000e+01	.00000e+00	.00000e+00		x- bias,per,demi- per,jour
0	.00000e+01	.00000e+00	.00000e+00		y- bias,per,demi- per,jour
0	.00000e+01	.00000e+00	.00000e+00		z- bias,per,demi- per,jour

paramètres

Libération  
si non nul

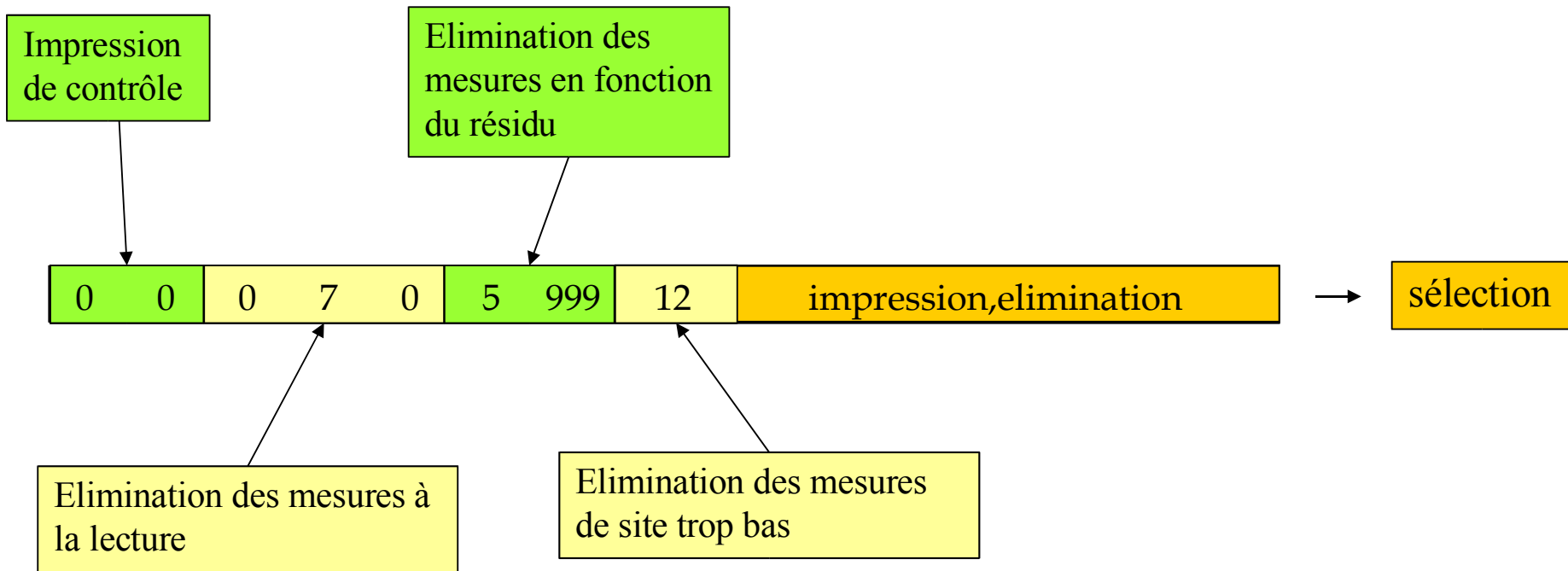
Ecart  
type

Valeur  
initiale

Intervalle  
d'ajustement

Les valeurs initiales et les écart-types des paramètres peuvent être aussi modifiés par le fichier valeur\_a\_priori

# LE LOGICIEL GINS: l'élimination de mesures





# Restitution d'orbite: GPS seul

```

1 potentiel/grim5_c1          potentiel
1 .biancale.gin.data.marees.grim5_s1_spot_iugg  mares
1 presatm/default           press.
1 flux/acsol2               flux
1 atmosphere/dtm_94bis      atmosphere
1 albedo/moymens4.5.90_91   albedo
1 pole/eop97c04            pole
1 lunisolaires/ephem1960a2020_grim5  planetes
1 .biancale.gin.data.stations.grim5_s1_iugg  stations
1 .biancale.gin.data.problemes.pbstat_      problemes
1 charge/ocean/grim5        loading
1 charge/atmosphere/default  contload
0 .....                   bulletins h
1 bulletin/topex_grim5      bulletins b1
0 .....                   bulletins b2
1 .marty.mesuresGPS         mesures haut
0 .....                   mesures bas1
0 .....                   mesures bas2
0 .....                   impression,elimination
0 0 0 0 0 5 9999 0 300
1 0 0 9 0 0 eq_sep_2000_299  archivage
18560 19.000000            date bulletins
18560 19.000000 18560 86400.000000  date debut/fin arc
0 0.000000 0 0.000000 0 0.000000 0 0.000000
0 .04000e+00 .34000e+00 .00000e+00 .00000e+00 1997.00  pole moyen(as)
haut
-----
12 2 1 0 7 1 1 1 0 0 0gv,ls,fc,ft,ps,mt,mo,rl,pa,al
0 0 0 0
0 .10000e+01 .00000e+00 .00000e+00 .00000e- 01 radiation,ssurm
0 .10000e+01 .00000e+00 .00000e+00 albedo,consol,cospec
0 .10000e+01 .00000e+00 .00000e+01 thermique
0 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00 r- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00 t- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00 n- bias,per,demi- per,jour
-3 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00 x- bias,per,demi- per,jour
-1 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00 y- bias,per,demi- per,jour
-1 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00 z- bias,per,demi- per,jour
11 -3 1 8 .00000e- 00 .00000e- 00 mes.,freq.,trop.,pond. (m)
-166611 0 0 0 0 0 0 elim sat11 block IIR
-166613 0 0 0 0 0 0 elim sat13 block IIR
-177723 0 0 0 0 0 0 elim sat23 attitude
8 0 0 0 0 0 0 prise en compte de horl
10 0 0 0 0 0 0 donnees en TAI

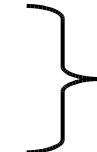
```



mesures haut



block haut



mesures GPS

# Restitution d'orbite: GPS+bas (1)

1	potentiel/grim5_c1	potentiel
1	.biancale.gin.data.marees.grim5_s1_spot_iugg	marees
1	presatm/default	press.
1	flux/acsol2	flux
1	atmosphere/dtm_94bis	atmosphere
1	albedo/moymens4.5.90_91	albedo
1	pole/eop97c04	pole
1	lunisolaires/ephem1960a2020_grim5	planetes
1	.biancale.gin.data.stations.grim5_s1_iugg	stations
1	.biancale.gin.data.problemes.pbstat_	problemes
1	champ_exp/ch_og_1_pre	accelero
1	.geodexp.Tc_SU.lissee.sphere.n5.212_031.dat	temperatures
1	charge/ocean/grim5	loading
0	charge/atmosphere/default	contload
1	.loyer.valeurs_a_priori_accelero_avec_acc_08	valeurs a pri
0	.....	Bulletins
0	.....	bulletins h2
1	.loyer.gin/data/bulletins/chalas18467- 18648.900s	bulletins b1
0	.....	bulletins b2
2	.loyer.gin/batch/orbite/IGS	mesures haut
0	.....	mesures haut
1	champ_exp/ch_og_1_sst	mesures bas1
1	mesures/champ/laser/default	mesures bas1
0	.biancale.mesures.champ_08	mesures bas1
0	.....	mesures bas2
0	.....	mesures bas2
0	.....	mesures bas2
0	0 0 0 0 0 599999 00 30	impression,elimination
3	0 0 0 0 0 -1 cha_ete_18530	archivage
18530	00900.000000	date bulletins
18530	00900.000000 18531 43200.000000	date debut/fin arc
0	0.000000 0 0.000000 0 0.000000 0 0.000000	
0	.04000e+00 .34000e+00 .00000e+00 .00000e+00 1997.00	pole moyen(as)

→ accélérométrie

→ block haut

→ block bas

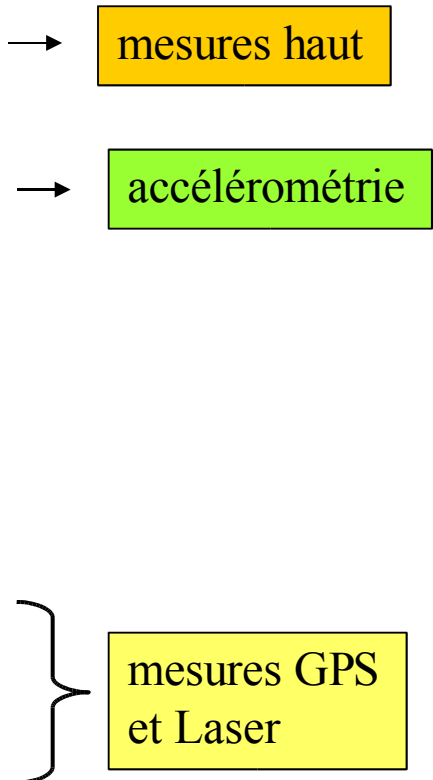
# Restitution d'orbite: GPS+bas (2)

haut

```

-----
12 -8 1 0 6 4 1 1 0 0 0gv,ls,fc,ft,ps,mt,mo,rl,pa,al
0 0 0 0
0 0 .10000e+01 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00   adiation,ssurm
0 .10000e+01 .00000e+00 .00000e+00               albedo,consol,cospec
0 .10000e+01 .00000e+00 .00000e+01               thermique
0 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00               r- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00               t- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00               n- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00               x- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00               y- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+00 .00000e+00 .00000e+00               z- bias,per,demi- per,jour
-10 0 0 0 0 .00000e- 00 .00000e- 00               mes.,freq.,trop.,pond. (m
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0                             fin correction mesures
900.000000 00 02 .10000e- 01 0 0 4 8 0             pas,itrc,iopt,reg,cow,
basl
-----
120 -8 1 0 0 2 2 4 1 0 2 gv,ls,fc,ft,ps,mt,mo,rl
0 0 0 011111
0 0 .10000e+01 .00000e+00 .00000e+00 .00000e- 00   frottement
0 .10000e+01 .00000e+00 .00000e+00 .00000e- 00   portance
0 0 .10000e+01 .00000e+00 .00000e+00 .00000e- 00   radiation,ssurm
0 .10000e+01 .00000e+00 .00000e+01               albedo,consol,cospec
0 .10000e+01 .00000e+00 .00000e+01               thermique,consol,cospec
0 .00000e+01 .00000e+00 .00000e+00               r- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+01 .00000e+00 .00000e+00               t- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+01 .00000e+00 .00000e+00               n- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+01 .00000e+00 .00000e+00               x- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+01 .00000e+00 .00000e+00               y- bias,per,demi- per,jour
0 .00000e+01 .00000e+00 .00000e+00               z- bias,per,demi- per,jour
0000000000000000000000000000000000000000000000000   coef aspect
11 3 0 0 0 .10000e- 01 .10000e+01                 mes.,freq.,trop.,pond. (m
8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0                             prise en compte de horl
10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0                             date TAI
991 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0                            horloges hautes fixees
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0                             fin correction mesures

```



# LE LOGICIEL GINS: la simulation (1)

## PRINCIPE:

- extrapolation d'orbite
- calcul d'une mesure théorique le long de cette orbite
- rajout éventuel de bruits
- stockage de ces mesures simulées dans un fichier de mesure classique

# LE LOGICIEL GINS: la simulation (2)

```
1 .biancale.gin.data.potentiel.grim5_s1 gravite
1 marees/grim5_spot marees
0 presatm/default press.
0 ..... mss
1 flux/default flux solaires
1 pole/default pole
1 ..... planetes
1 ..... stations
1 ..... problemes sta
0 ..... loading
0 charge/ocean/default charge/atmosphere/default contload
0 ..... bulletins h1
0 ..... bulletins h2
0 ..... bulletins h3
0 ..... bulletins h4
0 ..... mesures haut
0 ..... mesures bas1
0 ..... mesures bas1
0 ..... mesures bas1
0 ..... mesures bas2
0 ..... mesures bas2
0 ..... mesures bas2
0 0 0 0 0 0 0 0 impression,elimination
1 0 0 0 0 0 0 0 archivage
9932 28000.000000
9932 28000.000000 9933 0.000000
9933 0.000000 0 0.000000 0 0.000000 0 0.000000
0 .04000e+00 .34000e+00 .00000e+00 .00000e+00 1997.00 pole moyen(as)
```

Réseau de station

1 .marty.sta\_las\_sim

Visibilité simultanée

1 0 0

60

Pas des mesures simulées



# LE LOGICIEL GINS: la simulation (3)

```
basl -----
 30  -8   2   0   0   2   0   0   0   0   0  gv,ls,fc,ft,ps,mt,mo,rl
   0   0   0   0                                     cdg dop,gps,alti,laser
 0  0  .10000e+01 .00000e+00 .10000e+01 .01000e-00  frottement
   0  .10000e+01 .00000e+00                                     portance
 0  0  .10000e+01 .00000e+00 .00000e+00 .01000e-00  radiation,ssurm
   0  .10000e+01 .00000e+00 .10000e+01                albedo,consol,cospec
   0  .10000e+01 .00000e+00 .10000e+01                thermique,consol,cospec
   0  .00000e+01 .00000e+00 .00000e+00                r-bias,per,demi-per,jour
   0  .00000e+01 .00000e-00 .00000e+00                t-bias,per,demi-per,jour
   0  .00000e+01 .00000e-00 .00000e+00                n-bias,per,demi-per,jour
   0  .00000e+01 .00000e+00 .00000e+00                x-bias,per,demi-per,jour
   0  .00000e+01 .00000e+00 .00000e+00                y-bias,per,demi-per,jour
   0  .00000e+01 .00000e+00 .00000e+00                z-bias,per,demi-per,jour
   0                                     coef aspect

1      lageos      xyz  tai  9932  28000.000000
1 - .1109079582719660E+08
1 - .1717323640543675E+08
1  0.2268802272517785E+07
1  0.9867239490260763E+03
1 - .3591390800466383E+04
1 - .1393225842847998E+04
101  0  0  0  .00000e-00  .00000e-00  mes.,freq.,trop.,pond. (m
   0  0  0  0  0  0  0  0  fin correction mesures
 10.000000  0 10  .10000e-02  0  1  4  8  0  pas,itrcv,iopt,reg,cow,
com -----
```

Clé de mesure +/- 100

101

# Traitements des données GPS géodésiques avec GINS

## 1- GPS pour la géodésie : rappels (lundi , 15 :30 – 19 :00)

<b>30 min</b>	Présentation de GINS, un outil multi -techniques pour la géodésie	<b>Richard</b>
<b>1h30</b>	Mesures GPS <ul style="list-style-type: none"> <li>• équation de mesure GPS</li> <li>• combinaison des fréquences</li> <li>• formation des doubles différences et corrélations</li> <li>• prétraitement (saut de cycles) et calcul des ambiguïtés entières</li> </ul>	<b>Sylvain</b>
	PAUSE	
<b>1h</b>	Modélisation <ul style="list-style-type: none"> <li>• orbites et horloges de la constellation (intégration, modélisation des satellites, attitude, centre de phase, « phase wind-up »...)</li> <li>• positionnement récepteur (marées solides, effets de charge, tectonique, centre de phase, géocentre...)</li> <li>• correction de propagation (troposphère, ionosphère, relativité)</li> <li>• évolution GPS et Galileo</li> </ul>	<b>Félix</b>  <b>Stavros</b>

## 2- Traitements GPS avec GINS (mercredi, 15 :30 – 19 :00)

<b>1h30</b>	Descriptif des fonctions des composantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>• organigramme général</li> <li>• prétraitements</li> <li>• PDGR90</li> <li>• PREPARS (et organisation du « FIC »)</li> <li>• GINS <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Intégration, dérivées partielles, résolution</li> <li>○ gestion des paramètres d'horloge (NDI F)</li> <li>○ filtrage et pondération</li> <li>○ dérivées partielles et constitution par blocs</li> <li>○ fixation des ambiguïtés entières (DDIF)</li> <li>○ labels des paramètres</li> </ul> </li> <li>• DYNAMO</li> </ul>	<b>Sylvain</b>
<b>30 min</b>	Applications : <ul style="list-style-type: none"> <li>• orbitographie et positionnement</li> </ul>	<b>Félix</b>
	PAUSE	
<b>1h</b>	Applications (suite): <ul style="list-style-type: none"> <li>• réseau local : Bretagne</li> <li>• base simple</li> <li>• méthode ppp</li> <li>• cinématique</li> </ul>	<b>Stavros</b> <b>Sylvain</b>

## 3- Travaux pratiques avec GINS (jeudi , 15 :30 – 19 :00)

<b>3h</b>	Expérimentation : traitements des données GPS <ul style="list-style-type: none"> <li>• réseau local : Bretagne en mode statique (solution journalières), prétraitements / GINS / DYNAMO / visualisations des résultats</li> </ul>	<b>Stavros</b> <b>Sylvain</b> <b>Félix</b>
-----------	---	--