

- DroNivEauLitt -

Niveau des eaux littorales cartographié par drone marin

**Mise en place d'une chaîne de traitement
GNSS avec GINS**

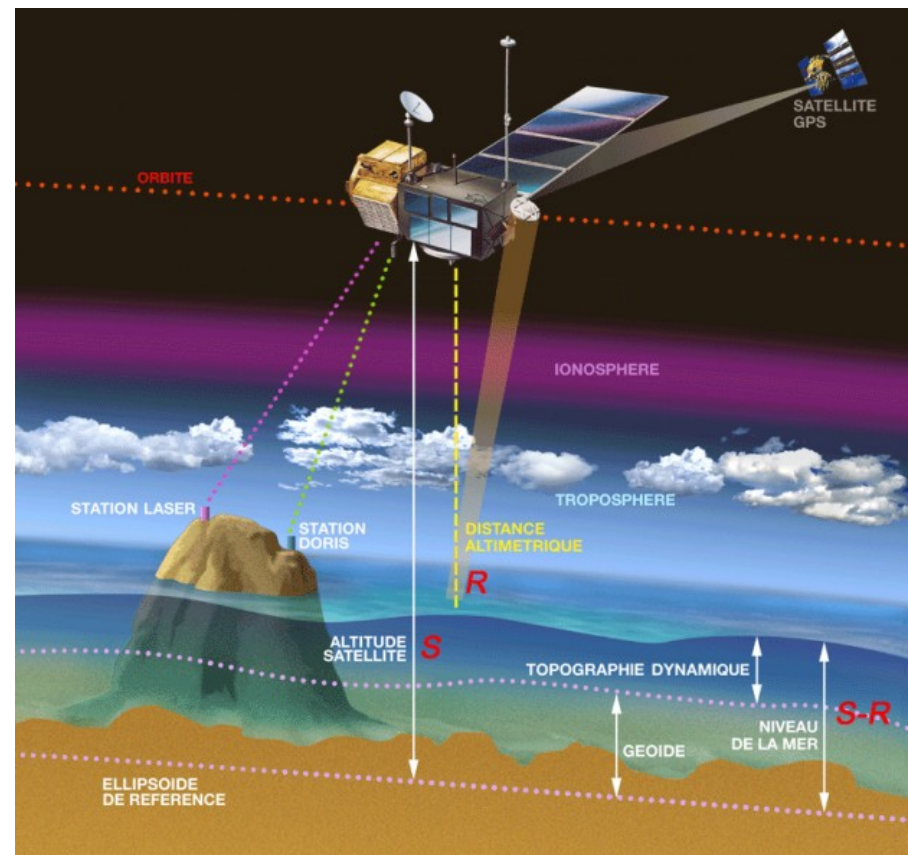


Altimétrie en zone côtière

L'altimétrie satellitaire permet d'observer les variations du niveau marin à l'échelle globale.

- **Contamination côtière** dans les observations en zone littorale
- Phase de **calibration/validation** nécessaire pour atteindre la précision du mm/an

Cal/Val par comparaison avec des mesures in-situ



Principe des observations altimétriques

Les Pertuis Charentais



Principales traces altimétriques dans la zone des Pertuis Charentais

PAMELi

PAMELi = Plateforme Autonome Mutlicapteurs pour l'Exploration du Littoral

- Plateforme drone permettant l'observation répétée et simultanée de multiples paramètres environnementaux (turbidité, salinité, bathymétrie, ...)



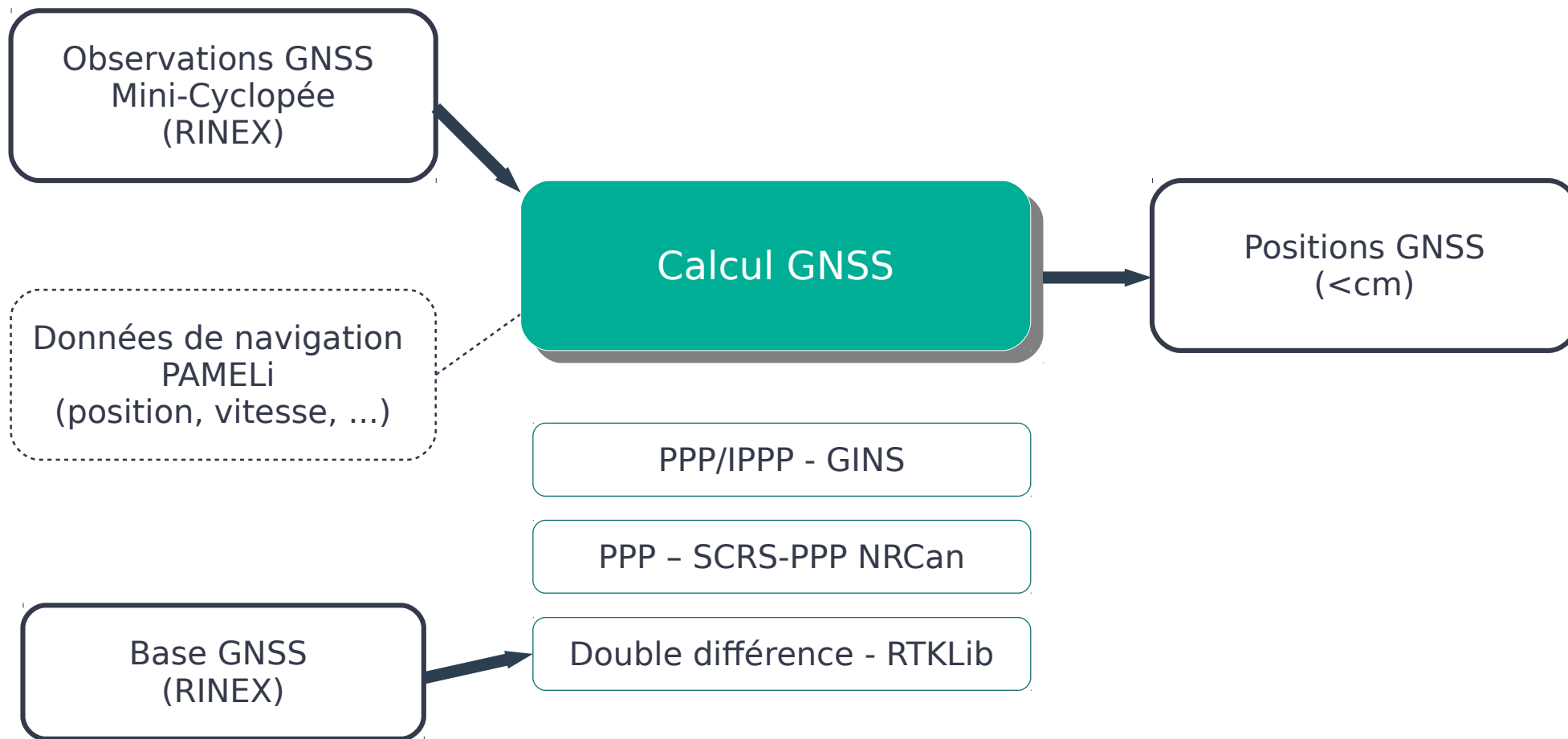
PAMELi

Mini-cyclopée = système [GNSS + Altimètre à ultrason] d'acquisition de la hauteur de mer (collaboration avec la DT-INSU)

- Position GNSS
- Mesure continue du tirant d'eau

Cartographie de la hauteur d'eau le long des traces altimétriques

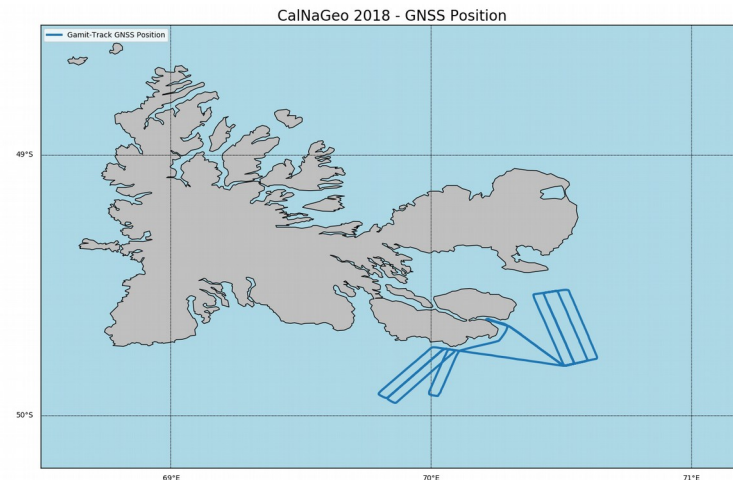
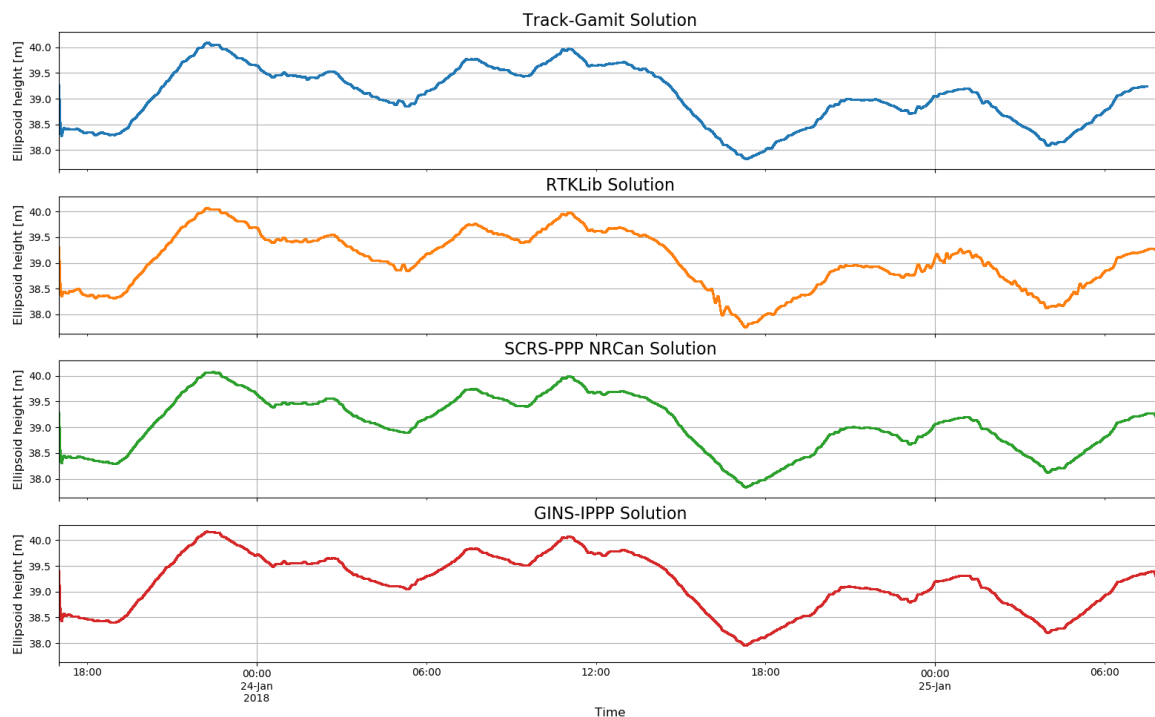
Post-traitement des données GNSS



Premiers tests

- Traitement des données de la bouée CalNaGeo (mission 2016 et 2018) dans les îles Kerguelen

CalNaGeo 2018 - Sea Surface Height GNSS Solution



- OBJECTIF -

Pouvoir qualifier et comparer les différentes solutions pour sélectionner la chaîne de traitement la plus adaptée.

Premiers calculs avec GINS

- Utilisation de EXE_PPP
 - directement en ligne de commande
 - via des scripts Python

Ex : `exe_ppp -cinem -IPPP -rin [rinex_file]`

Questions ...

- Quel liberté de paramétrage peut on espérer avec `exe_ppp` ?
(forcer fichier de station, fichier directeur, ...)
- Est ce suffisant, ou faut il privilégier `gins_pc` ?

Questions sur les paramètres de traitement

1. RINEX

Données

- Campagnes de mesures 'journalières' (<10h de mesure)
- Cinématiques
- Mesures à la seconde

Questions...

- Quel format de RINEX faut-il privilégier ? RINEX 2 ou RINEX 3 ?
- Privilégier des RINEX courts (1h, 6h, ...) pour les calculs ?

Questions sur les paramètres de traitement

2. Fichier station

Données

- Coordonnée a priori de l'en-tête RINEX
- Paramètres de hauteur d'antenne
- Type de récepteur et d'antenne

Questions...

- Que contient un fichier station ?
- Utiliser ancien ou nouveau format ?
- Fichier global nouveau format avec toutes les stations ?

```

1 #VERSION 1.0
2 #RADIUS 0.6378137000000000E+07
3 #1/FLAT 0.2982572221010000E+03
4 # ITRF2014
5 99916 CNGH mar_xyz 1408585.082800 0.000000 3917001.144200 0.000000 -4816412.322600 0.000000 vit_xyz 0.00000 0.0000 0.00000 0.0000 0.00000 0.0000 160116_180116 EURA i14i14
6 9991601 GRG3 CNGH 5250K40425 ecc_une 0.445000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 TRM65212.00 NONE 160116_180116 rinex
7
  
```

Fichier station CNGH16 nouveau format

```

1 APRES ITRF2008 TOUTES STATIONS , R= 6378136.46, f= 298.257650
2 station type site X (m) sig. Y (m) sig. Z(m) sig. Xp (m/an) Yp (m/an) Zp (m/an) date plaque source
3 -9999 M000 Earth c. of mass 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 010100
4 -1998 EGB Bias (mm) 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 010198 311298
5 -199 EGB Bias (mm) 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 010199 310199
6 -61 EGC1 1/year Cos (mm) 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 dy ecc
7 -51 EGS1 1/year Sin (mm) 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 dy ecc
8 -62 EGC2 2/year Cos (mm) 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 dy ecc
9 -52 EGS2 2/year Sin (mm) 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 0.000 ~0.000 dy ecc
10
11 99916 CNGH 1408585.082 ~0.001 3917001.144 ~0.001 -4816412.322 ~0.001 0.0000 ~0.0000 0.0000 ~0.0000 0.0000 ~0.0000 160116 i14i14
12 9991601 GRG3 CNGH TR NETR9 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 TRM65212.00 NONE 160116 190116 rinex
  
```

Fichier station CNGH16 ancien format

Questions sur les paramètres de traitement

3. Fichier ANTEX

Données

- Une antenne HELIX inconnue des tables IGS

Questions...

- Comment intégrer l'utilisation d'une « nouvelle antenne » (= inconnue de l'IGS) ?
- Faire attention à la compatibilité des systèmes de référence (ngs14, ngs08, ...) ?

```

TRM4800      NONE
FIELD        NGS          1 29-JAN-17
  0.0
  0.0 80.0 5.0
  2
IGS14_2045
CONVERTED FROM RELATIVE NGS ANTENNA CALIBRATIONS
G01
  0.46  0.97 157.74
NOAZI 0.00 0.47 0.99 1.46 1.66 1.77 1.72 1.49 1.20 0.86 0.62 0.38 0.34 0.62 1.29 2.76 5.33
G01
G02
-0.89  0.64 171.25
NOAZI 0.00 -0.43 -0.51 -0.48 -0.39 -0.38 -0.40 -0.67 -1.12 -1.52 -1.86 -2.06 -2.03 -1.73 -1.13 -0.03 1.92
G02
START OF ANTENNA
TYPE / SERIAL NO
METH / BY / # / DATE
DAZI
ZEN1 / ZEN2 / DZEN
# OF FREQUENCIES
SINEX CODE
COMMENT
START OF FREQUENCY
NORTH / EAST / UP
END OF FREQUENCY
START OF FREQUENCY
NORTH / EAST / UP
END OF FREQUENCY
END OF ANTENNA
    
```

Exemple ANTEX pour antenne TRIMBLE

Questions sur les paramètres de traitement

4. Coefficients de surcharge océanique

Données

- Une comparaison avec un calcul différentiel ayant une station de base sur le continent (ILDX, LROC, ...)

Questions...

- Est il important de prendre en compte les coefficients de surcharge océanique ?
- Comment calculer les coefficients de surcharge associés à des stations données ? Quel format de fichier de station ?
(*test avec exe_load_oce mais seuls les anciens formats semblent fonctionner*)
- Avec quel atlas de marée calculer les coefficients de surcharge (FES12, FES14, ...) ?

effets de charge d apres le modele img-fes2012 (12 ondes) et le fichier stations /home/chup01/GNSS_projects/KERGUELEN/1a_STATIONS/CNGH_all.old_station

station, amplitude (en cm) et phase (en degre) par onde

station	m2	s2	k1	o1	n2	p1	k2	q1	mf	mm	ssa	2n2	l2	mu2	nu2	t2
99918,1.371,	20.8,0.646,	83.3,0.527,	43.8,0.557,	68.4,0.298,	355.0,0.169,	47.8,0.175,	81.1,0.142,	64.3,0.087,	16.8,0.053,	10.5,0.044,	1.8,0.038,	318.0,				
99918,0.357,	45.5,0.192,	82.0,0.121,	45.1,0.101,	20.4,0.073,	30.2,0.039,	39.3,0.055,	78.1,0.021,	4.7,0.003,	303.6,0.001,	256.5,0.001,	194.5,0.009,	357.7,				
99918,0.368,	87.8,0.187,	113.5,0.120,	270.1,0.088,	257.7,0.074,	85.5,0.038,	269.2,0.053,	109.7,0.019,	248.9,0.013,	183.1,0.006,	179.6,0.004,	180.6,0.012,	65.9,				
99916,1.561,	28.3,0.787,	86.5,0.542,	42.4,0.569,	66.8,0.325,	3.2,0.174,	46.3,0.215,	84.3,0.145,	62.8,0.087,	17.4,0.053,	10.7,0.043,	1.9,0.041,	327.5,				
99916,0.408,	44.2,0.217,	81.7,0.127,	43.5,0.106,	22.1,0.084,	28.3,0.041,	38.2,0.062,	78.0,0.022,	7.6,0.004,	328.3,0.001,	296.3,0.000,	232.8,0.011,	355.5,				
99916,0.318,	94.0,0.159,	118.6,0.123,	268.1,0.094,	255.2,0.066,	93.6,0.039,	267.0,0.045,	114.5,0.020,	246.3,0.014,	185.0,0.007,	180.9,0.005,	181.1,0.011,	73.4,				

Coefficients de surcharge océanique calculés pour les stations CNGH (ancien format)

Questions sur les paramètres de traitement

5. Produits orbites/horloges

Questions...

- Compatibilité des produits orbites/horloges selon la date d'acquisition des données ?
- Fréquence des produits d'horloge et interpolation ?

Orbite	Horloges	Start	End	ANTEX
IGS	horloges/IGS/def	31/12/2016	3 week before today	lgs05.atx lgs08.atx lgs14.atx
GRG	horloges/GRG/def	18/01/2009	2 weeks before today	lgs05.atx lgs08.atx lgs14.atx
IG1	horloges/IG1/def	02/01/1994	29/12/2007	lgs05.atx
IG2	horloges/IG2/def	26/12/1993	14/02/2015	lgs08.atx
GR2	horloges/GR2/def	04/01/1998	28/12/2013	lgs08.atx

Questions sur les paramètres de traitement

6. Fichier directeur (1/3)

- Quels sont les paramètres à prendre en compte dans le fichier directeur ?

6.1 Fichier directeur de référence (DIR_REF_KALMAN)

```

model      :
environment :
  gravity           : unused
  ocean_tides      : unused
  inverse_barometer : unused
  atmospheric_pressure : unused
  mean_sea_surface : unused
  solar_activity   : unused
  thermosphere     : unused
  albedo_ir        : unused
  temporal_nutation : unused
  trigonometric_nutation : unused
  planet_ephemerides : lunisolaires/de405bdlf.ad
  natural_satellite : unused
  atmospheric_s1s2_loading_model : charge/s1s2/s1_s2_def_cm.dat
  center_of_mass_correction : unused
mean_pole :
  compute_c21_s21_from : potential_model
  iers_model           : 2010.0
  
```

```

object      :
constellation :
  - name           : GNSS_GPS
  gnss_center_of_mass : [corrected, corrected, corrected, corrected]
  force           :
    gravity_field_maximum_degree           : not_computed
    gravity_from_sun_and_planet            : not_computed
    integration_reference_frame            : inertial_j2000
    atmospheric_drag                       : not_computed
    thermospheric_wind                    : no
    solar_pressure                        : not_computed
    solid_tide                            : iers_2010_conventions
    gravity_from_ocean_tides               : not_computed
    relativistic_acceleration              : not_computed
    gravity_from_atmospheric_pressure_variations : not_computed
    satellite_emission                    : not_computed
    accelerometer_attitude_thrust         : not_computed
  
```

```

observation :
removal :
  minimum_laser_raw_data           : 0
  minimum_doppler_data_per_pass   : 0
  
```

Questions sur les paramètres de traitement

6. Fichier directeur (2/3)

6.1 Fichier directeur de référence (DIR_REF_KALMAN)

```

parameter :
constellation :
- name : GNSS_GPS
integration :
  integration_stepsize : 0.0
  low_inclination_formalism : normal
  regularization : not_regularized
  integration_algorithm : none
  integration_order : 0
  encke_technique : 0
direct_solar_pressure :
  adjustment_type : not_adjusted
  initial_value : 0.0
  apriori_stddev : 0.0
  nb_days : 0.0
  surface_to_mass_ratio : 0.0
albedo_ir :
  adjustment_type : not_adjusted
  adjustment_param : 0.0
  coefficient : [0.0, 0.0]
thermal_reemission :
  adjustment_type : not_adjusted
  coefficient : [0.0, 0.0]
bias :
  r_bias : [none, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
  t_bias : [none, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
  n_bias : [none, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
  x_bias : [none, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
  y_bias : [none, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
  z_bias : [none, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
adjustment_parameters :
  pole :
    adjustment_x_y_t : [not_adjusted, not_adjusted, not_adjusted]
    love_h2_h2_tilde : [not_adjusted, not_adjusted]
    love_k2_k2_tilde : [not_adjusted, not_adjusted]
    nutation_longitude_obliquity : [not_adjusted, not_adjusted]
  stations :
    adjustment_type : [phase_center, all_stations]
    coordinates : latitude_longitude_height
    velocity : not_adjusted
    label_output : middle_of_period
    adjustment_frequency : [0, 0, 0, 1]
algorithm :
  nb_iter_min_max : [1, 20]
  convergence_criterion : 0.1

output :
  edition :
    measurement_residuals_print : no
    normal_matrix_print : no
    parameters_print : no
  archiving :
    orbit : standard_format
    extrapolated_orbit : 0
    measurement_file_update : no
    statistic_file : no
    residuals_station_print : no
    normal_equation : no
    non_gravitational_forces : no
  user_extension :
    userext_addition :
      - "GPS_QUALITEORB 0.037"
      - "GPS_AFFICHE_PASS"
      - "COMMNT_MNA_EQNA"
      - "GPS_ELEVPHASE OFF"
      - "SYSREF NROXY LAGRAN"
      - "GPS_SORTIE_MESURES"
      - "NO_ATMLOAD"
  
```

Questions sur les paramètres de traitement

6. Fichier directeur (3/3)

6.2 Fichier directeur personnalisé (DIR_REF_KALMAN_PERSO)

```

include      : DIR_REF_KALMAN.yml

date       :
  arc_start : [0, 0.0]
  arc_stop  : [0, 0.0]

model      :
  environment :
    earth_orientation_parameters :
      pole/nominal_NRO
    gnss_antenna      : ANTEX/igs14.atx
    gnss_clock        : horloges/GRG/default
    ionex_files       : ionosphere/default
    apriori_parameters :
      EXE_PPP/valap_cinem
    gnss_preprocessing_options :
      EXE_PPP/options_prairie_cinem
    macromodel        : macromod/nominal

object     :
  station :
    station_coordinates : STATION_FILE
    ocean_tide_loading  :
      charge/ocean/loading_CC/
      ocload_kerg_FES2014_RNX.tmp
    atmosphere_loading  : unused

observation :
  removal :
    minimum_gnss_data_per_pass : 0
    nsigma_threshold           : 5
    first_iteration_residual_threshold : 0
    minimum_elevation_threshold : 0
    simulation_stepsize        : 1
  interobject_data :
    - file      : orbites/GRG
      name      : GNSS_ephemeris
      objects   : [GNSS_GPS, unknown]
      type      : fixed_ephemeris
      use_earth_ephemerides : yes
    - file      : RINEX_FILE
      name      : GNSS_measurement
      objects   : [GNSS_GPS, station]
      type      : undifferentiated_gnss
      tropospheric_correction : [wet, vmf1, gpt2]
      nb_adjusted_biases_per_day_per_station : 12
      min_elevation_phase      : 10
      min_elevation_range     : 10
      apriori_obs_stddev      : 0.05
      apriori_model_stddev    : 5.0
      gps_phase_ponderation_law : [ 0.0035 , 0.15 , 1.0 ]
      gps_code_ponderation_law  : [ 0.6000 , 0.15 , 1.0 ]
      glo_phase_ponderation_law : [ 0.0350 , 0.15 , 1.0 ]
      glo_code_ponderation_law  : [ 2.0000 , 0.15 , 1.0 ]
      gal_phase_ponderation_law : [ 0.0350 , 0.15 , 1.0 ]
      gal_code_ponderation_law  : [ 1.0000 , 0.15 , 1.0 ]
      phase_rms_threshold_after_iter_max : 0
      code_rms_threshold_after_iter_max  : 0
      minimum_number_observations_per_pass : 0

parameter   :
  algorithm :
    type      : kalman_qr
    kalman_options :
      state_reduction : yes
      forward_backward : yes
    allow_elim_at_convergence : yes
  adjustment_parameters :
    stations :
      adjustment_type : [phase_center, all_stations]
      coordinates     : cartesian_xyz
      adjustment_frequency : [0, 0, 0, 1]

user_extension :
  userext_addition :
    - "GPS_HAUTE_FREQ XXX"
    - "PRINT_SOLUTION_FILE"
    - "GPS_POSITION_INCONNUE"
    - "GPS_HOR_INTERP00030"
  userext_gradients_tropo : "1"

```

Questions sur les paramètres de traitement

7. Calcul et solution

Questions...

- Solution PPP ou IPPP ?
- Comment intégrer de nouvelles observations dans le calcul (ex : vitesse,...) ?
Cela peut-il améliorer la convergence du calcul ou influencer la qualité de la solution ?
- Est-il possible d'utiliser les constellations GLONASS et GALILEO ?
- Comment qualifier la qualité d'une solution GINS ?
Quels sont les indicateurs à regarder ?
- Est-il pertinent de faire des calculs sans filtre de Kalman dans certains cas ?

Merci de votre attention !