

Note technique NTMAY001

“Coordination des actions géodésiques concernant la crise tellurique à Mayotte”

18/02/2019

Principe général de la coordination

Dans le cadre de la coordination pour le suivi par Global Navigation Satellite System (GNSS) de la crise tellurique de Mayotte, les données, meta-données et produits GNSS sont regroupés et distribués autour de l'infrastructure de serveurs du Réseau GNSS permanent (RGP) sous la responsabilité de l'institut national de l'information géographique et forestière (IGN).

Contexte

Le RGP, opéré par l'unité Réseaux et Services en Géodésie Spatiale du Service de Géodésie et Métrologie (RSGS/SGM) de l'IGN, regroupe plus de 500 stations GNSS permanentes situées en France métropolitaine et outre-mer. Les applications scientifiques du RGP sont réalisées en synergie avec le Réseau sismologique et géodésique français (RESIF) dont l'IGN est un partenaire national.

Le RSGS/SGM assure aussi une activité de maintenance de l'International Terrestrial Reference Frame (ITRF) en hébergeant l'un des centres mondiaux de calcul et de données de l'International GNSS Service (IGS).

Ces activités nationales et internationales ont amené l'IGN à mettre en place une infrastructure de collecte, traitement, archivage et diffusion des données, de calculs horaires, journaliers et hebdomadaires et de diffusion des différents produits. Le dispositif mis en œuvre pour le suivi géodésique de la crise de Mayotte s'appuie sur cette structure existante.

Infrastructure du Réseaux GNSS Permanent (RGP)

L'architecture données et produits du RGP est structuré suivant deux entités :

- les « collecteurs » sur lesquels sont envoyées les observations GNSS (brutes et/ou RINEX v2). Les données dupliquées sur les sites de Saint Mandé (ign.fr) et Marne-la-Vallée (ensg.eu) : rgpdepot.ign.fr (et son jumeau rgpdepot.ensg.eu) et rgpdepot2.ign.fr pour le RGP, igsdepot.ign.fr (et igsdepot.ensg.eu) pour les réseaux mondiaux. C'est sur les collecteurs que ces fichiers sont formatés et, si besoin, convertis en RINEX v2 (et également v3), contrôlés et si nécessaire

corrigés (par édition des métadonnées) et qu'un premier contrôle qualité est effectué. Les fichiers RINEX n'y sont archivés qu'un mois environ.

- les « diffuseurs » (rgpdata.ign.fr et son jumeau rgpdata.ensg.eu pour le RGP et igs.ign.fr et son jumeau igs.ensg.eu pour les activités mondiales) sur lesquels sont transférés, stockés et archivés sans limite de temps les fichiers traités sur les collecteurs correspondants ([rgpdepot](#) et [rgpdepot2](#) par exemple pour le RGP). Les résultats des différents calculs (coordonnées, détails troposphériques, séries temporelles, images, fichiers SINEX, ...) y sont également archivés.

Diffusion des données (mesures GNSS, métadonnées, produits géodésiques) :

Dans le cadre du projet de coordination GNSS, les données et produits GNSS utiles sont regroupés sur l'infrastructure de serveurs du RGP. Les principes généraux d'accès à cette infrastructure suivants sont été établis :

- les données (observations GNSS) des stations sont accessibles librement sous-réserve de demande d'un mot de passe à mayotte.gnss@ign.fr
- les métadonnées des stations GNSS sont en accès libre (FTP anonyme)
- les résultats (calculs et produits) sont en accès libre (FTP anonyme).

Pour la coordination GNSS Mayotte, sur le site <ftp.rgpdata.ign.fr>, on trouve dans le dossier **/pub/** un dossier **gnss_mayotte/** contenant trois sous-répertoires :

- **/gnss_mayotte/stations/** avec un sous-répertoire par station (actuellement : mayg, bdrl, gamo, kawé, poro, mtsa, albr, dsua) contenant pour chacune : photos, logsheets, tableau de coordonnées et de vitesses, matériels, plan de situation, graphiques de visibilité des satellites.

- **/gnss_mayotte/calculs** contenant autant de sous-répertoires que de calculs GNSS réalisés sur la zone (calculs/RGP_DD, calculs/RGP_PPP , calcul/RGP_horaire, calculs/OVPF_Gamit , calculs/OVPF_Gipsy, calculs/ENS_Gipsy , calculs/UnivNevada_GIPSY). Chacun de ces répertoires de calcul contient 4 sous-répertoires, dont au moins l'un n'est pas vide.... Chacun est organisé par /date/jour, sauf ./series_temporelles :

- /solution/ contenant à minima les Sinex (.SNX)
- /coordonnees/ contenant les sorties (.CRD pour Bernese ou .XYZ pour GIPSY)
- /troposphere/ contenant a minima les fichiers de délais troposphériques zénithaux au format TRP ou COST716
- /series_temporelles/ contenant un fichier par station au format .NEU ou au format Université du Nevada (formats décrits ci-dessous)

- **/gnss_mayotte/produits/** qui contiendra au moins un sous-dossier ./combinaison/ contenant les résultats d'une combinaison journalière des solutions des différents calculs fournissant un Sinex : un Sinex combiné par jour (combinaison/solution/) et les séries temporelles associées (combinaison/series_temporelles/).

- Pour les stations de partenaires privés, avec les identifiants **data_mayotte/GllogOvc14!** on accède au dossier **/data/** contenant les fichiers RINEX horaires (si disponibles) et journaliers des stations (à 30s, et si disponibles, à 1s), rangés dans des dossiers /annee/jour

Collecte des observations :

Valable pour les nouvelles stations (4 sont actuellement envisagées avec les acronymes MTSB, KNKL, PMZI et GLOR, respectivement pour Mstamboro, Kanikeli, pamanzi et Glorieuses).

Dès que les stations sont installées :

- les installateurs communiquent les photos, les informations (type de monumentation, type de récepteurs et d'antennes, éventuellement n° série) à l'IGN par mail à l'adresse mayotte.gnss@ign.fr

- l'IGN se charge de la rédaction des logsheets et de l'attribution de numéro DOMES

- les installateurs envoient si possible par ftp les observations acquises (dans l'idéal, fichiers horaires à 30s, sinon fichiers journaliers à 30s) sur [igsdepot.ign.fr](ftp://igsdepot.ign.fr) (adresse IP **192/134.134.5**) avec les identifiants [mayottegnss/Cp6nja99!](#)

Ces observations doivent être, de préférence, des Rinex 2 (v2.10 ou v2.11), ou, sinon des fichiers constructeurs (T02 ou m00/mdb). Eviter les Rinex 3. Les noms des fichiers d'observations doivent commencer par l'acronyme de la station (ex MTSB.....T02) , et doivent être envoyés dans le répertoire ./raw/station/ (./raw/mstb/ par exemple). La solution la plus simple pour cela est un simple FTP-Push depuis la station ou le centre opérationnel local.

S'il n'est pas possible de les envoyer sur igsdepot, les équipes responsables donneront à l'IGN les adresses, identifiants de connexion pour pouvoir y accéder. L'IGN y mettra en place des routines de récupération horaires et/ou journalières.

- ces données sont traitées, mises en forme en fonction des informations données (antenne, récepteur, logsheet), converties si besoin en Rinex v2.11 (fichiers journaliers et, si nécessaire, horaires) sur [rgpdepot.ign.fr](ftp://rgpdepot.ign.fr) puis stockées et archivées.

- l'IGN les intégrera à ses calculs journaliers régional REUN (Océan indien) et global DCALS (contribution à l'IGS). Si les données arrivent de façon régulière toutes les heures avec une latence convenable (moins de 20 minutes) elles seront intégrées au calcul horaire sur la zone. Tous ceux-ci utilisent le logiciel BERNESE 5.2 en doubles-différences. Un autre calcul en Precise Point Positioning utilisant BERNESE 5.2 est également prévu.

Pour les stations n'ayant pas d'envois réguliers de fichiers, un traitement spécifique sera mis en place.

- les résultats (coordonnées en IGS et RGM04, résidus de transformation à 7 paramètres, équations normales, Sinex, fichiers TRP et COST pour la troposphère) seront mis à disposition librement

Collecte des produits géodésiques

Les autres centres de calcul identifiés (a minima OVPF Gipsy et Gamit, ENS) pourront fournir au moins l'un de ces produits suivants : Sinex journaliers (recommandés), séries temporelles au format NEU (recommandé) ou Université du Nevada ou fichiers de coordonnées (.XYZ ou .tdp pour GIPSY ou .CRD pour Bernese ou équivalents).

En option il est intéressant également de récupérer : fichiers TRO, TRP ou COST pour la troposphère, équations normales. L'ensemble de ces produits pourra être déposé sur **rgpdata.ign.fr** avec les identifiants

[calc_mayotte/ELBist@n46!](mailto:calc_mayotte/ELBist@n46)

dans les répertoires correspondant au calcul et au produit (ex : RGP_DD/series_temporelles/ pour les séries – 1 fichier par station de coordonnées au format NEU).

Au besoin la conversion au format NEU ou tenv3 (Université du Nevada) sera effectuée par l'IGN à partir des sorties des calculs (fichier tdp (GIPSY) , .XYZ ou CRD (Bernese)).

De même la conversion au format COST716 peut être assurée à partir des fichiers TRP et éventuellement des fichiers .tdp.

Annexe : Format NEU

1 fichier par station

Exemple *MAYG_rgp.NEU* (en-tête et premières époques)

```
# Site : MAYG                                IGS08
# Solution :                                IGN/SGM/REUN
#
# Reference_X : 4379104.6360 metres
# Reference_Y : 4418744.3955 metres
# Reference_Z : -1401897.9807 metres
#
# Longitude                                Latitude
#                                          hauteur
#
# Year
2001.8959
2001.8986
2001.9014
2001.9041
2001.9068
```

Pour chaque ligne, DN, DE et DU sont les écarts des solutions journalières/horaires à la solution de référence en m pour la latitude, la longitude et la hauteur ellipsoïdale. SDN, SDE et SDU sont leurs écarts-type (valeurs issues de la matrice variance/covariance de la solution).

Annexe : Format Université du Nevada (tenv3)

1 fichier par station

Exemple : *MAYG_IGS08_rgp.tenv3*

```
site YYYYYY yyyy.yyyy __MJD week
_ant(m) sig_e(m) sig_n(m) sig_u(m)
MAYG 13DEC22 2013.9740 56648 1772
3.0356 0.000651
MAYG 13DEC23 2013.9767 56649 1772
3.0356 0.000644
MAYG 13DEC24 2013.9795 56650 1772
3.0356 0.000711
MAYG 13DEC25 2013.9822 56651 1772
3.0356 0.000645
MAYG 13DEC26 2013.9849 56652 1772
3.0356 0.000629
MAYG 13DEC27 2013.9877 56653 1772
3.0356 0.000644
MAYG 13DEC28 2013.9904 56654 1772
3.0356 0.000645
```

Hormis les informations usuelles (site, date à différents formats, semaine GPS, jour de la semaine), on retrouve :

- longitude, latitude et hauteur de références (en degrés ou metres)
- latitude convertie en mètres (n_0 (m) + $n(m)$)
- longitude convertie en mètres (e_0 (m) + $e(m)$)
- hauteur ellipsoïdale ($u_0(m)$ + $up(m)$)
- hauteur d'antenne ($ant(m)$)
- écarts-types sur la position (sig_e , sig_n , sig_u) issus de la matrice de covariance ou autre (combinaison matrice de covariance et erreur de mise en référence)
- termes diagonaux de la matrice de covariance

Annexe : Format COST716 (Troposphère)

Un fichier par calcul contenant toutes les données. Exemple ici pour un fichier horaire.

Chaque fichier est constitué de blocs (1 par station) avec les valeurs de ZTD, ZHD, .. à chaque date (ces valeurs peuvent être estimées plusieurs fois par heure car soumises à des variations rapides, ici toutes les 15 minutes)

```
COST-716 V2.2
TRIMBLE NETR9
05-FEB-2019 23:00:00
SGNR                                BERNESE 5.2
 15                                60360
                                00000045
 5
                                23 00 00                FFFFFFFF 2624.6
                                23 15 00                FFFFFFFF 2623.9
                                23 30 00                FFFFFFFF 2624.8
                                23 45 00                FFFFFFFF 2626.5
                                23 59 00                FFFFFFFF 2626.8
```

Plus d'informations sur le format COST716 (format d'échange des délais troposphériques) :
http://www.bigf.ac.uk/files/reference/egvap_cost_v22.pdf

