

COMPTE-RENDU SYNTHETIQUE DE REUNION COMMISSION GÉOPOSITIONNEMENT DU CNIG DU 19/03/2018

Objet : Réunion de la commission *Géopositionnement* du CNIG du 19/03/2018

Ordre du jour :

1. Introduction
2. Normes pour les levés topographiques ou géodésiques
3. Infrastructures géodésiques
4. Projet de service COPERNICUS pour les déplacements au sol à partir des données Sentinel-1 PS / INSAR.
5. Rapports des groupes de travail de la commission *Géopositionnement*
6. Divers
7. Après-midi : 4 présentations sur le thème des « Surcharges »
8. Visite du laboratoire de temps

Documents joints :

- Présentations en ligne : http://cnig.gouv.fr/?page_id=665

Prochaine réunion de la commission : 11 octobre 2018

Liste de diffusion

| Participants – Organisme | |
|----------------------------------------|---------------------------------|
| Pierre Briole – ENS, CNRS, Président | Laurent Morel - ESGT |
| Claude Boucher – Bureau des longitudes | Roger Pagny – ASSESS |
| Gilles Canaud– IGN | Pierre Vergez – IGN CNIG |
| Françoise Duquenne – AFT | Philippe Durand – CNES |
| Bernard Flacelière – AFT | Bernard Bonhoure – CNES |
| Bruno Garayt – IGN | Yves Riallant – AFIGEO |
| Thierry Gattacceca – IGN | Jean-Paul Boy – EOST-IPGS |
| Raphaël Legouge – SHOM | Jean-Louis Carme – FUGRO/GEOIDE |
| Adélaïde Missault – DGA | Sébastien Saur – IGN |
| Thierry Person - IGN | Benoît Gobin - SATINFO |

| Date | Visa | Nom | Organismes |
|------------|------|---------------|------------------------------|
| Relecture | | | Commission Géopositionnement |
| Validation | | Pierre Briole | Président |

Compte rendu synthétique :

1) Introduction

Par Pierre Briole

Présentation et approbation de l'ordre du jour envoyé par courriel le 9 mars 2018.

Il est rappelé qu'afin de communiquer de façon complète et cohérente au sein de la commission et de ses groupes de travail, ces derniers doivent partager leurs listes de participants avec la Commission.

La matinée va se concentrer sur 3 sujets : les normes pour les levés géodésiques ou topographiques (domaine terrestre et maritime), les infrastructures géodésiques et un projet de couverture nationale INSAR.

2) Normes pour les levés géodésiques ou topographiques

Domaine terrestre par Thierry Gattacceca (voir présentation)

Présentation et commentaires sur les normes concernant les levés, existantes ou proposées, s'appuyant sur le projet "Abu Dhabi Land Survey Act Standards and Specifications" de 2014.

Il s'agit d'un projet mené par IGN-FI pour l'Abu Dhabi Municipality, visant à unifier les normes et les spécifications pour l'Émirat d'Abu Dhabi, et mieux encadrer la profession de géomètre expert.

Un inventaire des normes s'appliquant aux levés topographiques et géodésiques avait été fait :

- Normes ISO
 - o ISO 19000 Geographic information
 - o ISO 17000 and 12000 Optics and optical instruments
 - o ISO 2800 Sampling procedures
- Normes pour les levés maritimes
 - o IHO : standards (Dictionary, Manual of Hydrography, Standards)
 - o IOC : Manual on Sea Level Measurement and Interpretation , Volume IV
 - o ICAO : Catalog of ICAO publication
 - o UNESCO : procedure for the application of article 247 of the UNCLOS - United Nation Convention on the Law of the Sea by the Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO
- Autres
 - o US Army Corps of Engineers standards
 - o UK-RICS standards and Guidelines
 - o UK-TSA (The Survey Association) Guidance notes and guides
 - o USA NOAA standards
 - o USA FGDC standards Federal Geographic Data Committee
 - o Australia & New Zealand ICSM Standards and guidelines
- OGC standards

Lors du projet à Abu Dhabi, l'accent a été mis sur les aspects suivants :

- Bien distinguer l'assurance qualité (spécifications et procédures de contrôle permettant de limiter au maximum les risques de non-conformité des levés) du contrôle qualité. Le contrôle qualité est un procédé qui permet de s'assurer de la qualité du produit en examinant et testant les résultats des levés. La Municipalité d'Abu Dhabi envisageait de consacrer une équipe de géomètres à la réalisation de ces contrôles.
- L'échantillon sur lequel porte les tests est choisi au hasard mais doit être représentatif.

Deux solutions avaient été proposées à la Municipalité :

- La norme ISO 19157:2013 « Data Quality » :
 - o Test sur les résidus (écarts entre positions calculées et positions « vraies »)
 - o Les positions vraies sont obtenues en utilisant des méthodes plus précises que celles employés pour le lever à contrôler

La table F.4 fournit la taille de l'échantillon en fonction du nombre d'objets levés. Un seul test statistique permet d'accepter ou de rejeter l'ensemble des résultats.

- L'arrêté français du 16 septembre 2003 portant sur les classes de précision applicables aux catégories de travaux topographiques réalisés par l'Etat, les collectivités locales et leurs établissements publics ou exécutés pour leur compte, en le complétant par la table F.4

En regardant de plus près les autres documents anglo-saxons intitulés « normes » (« standards »), nous réalisons que ces documents sont plutôt destinés à fournir à la profession des spécifications permettant de garantir une certaine qualité de résultat. La démarche mise en avant est l'assurance qualité plutôt que le contrôle qualité. Nulle part on ne retrouve de contrôles statistiques comme ceux évoqués ci-dessus.

À noter que dans les documents anglo-saxons récents, le terme d'exactitude tend à supplanter celui d'erreur de fermeture qui prédominait auparavant, et que le niveau de confiance considéré est presque systématiquement 95%.

Exemple particulier :

Norme FGDC (Federal Geographic Data Committee) ; Geospatial Positioning Accuracy Standards - Part 2: Standards for Geodetic Networks (FGDC-STD-007.2-1998)

**Table 4-5. FGDC Part 2 Accuracy Standards for Geodetic Networks
Horizontal, Ellipsoid Height, and Orthometric Height**

| Accuracy Classification | 95-Percent Confidence Less Than or Equal to: |
|-------------------------|-------------------------------------------------|
| 1-Millimeter | 0.001 meters |
| 2-Millimeter | 0.002 " |
| 5-Millimeter | 0.005 " |
| 1-Centimeter | 0.010 " |
| 2-Centimeter | 0.020 " |
| 5-Centimeter | 0.050 " |
| 1-Decimeter | 0.100 " |
| 2-Decimeter | 0.200 " |
| 5-Decimeter | 0.500 " |
| 1-Meter | 1.000 " |
| 2-Meter | 2.000 " |
| 5-Meter | 5.000 " |
| 10-Meter | 10.000 " |

NOTE: The classification standard for geodetic networks is based on accuracy. Accuracies are categorized separately according to horizontal, ellipsoid height, and orthometric height. Note: although the largest entry in the table is 10 meters, the accuracy standards can be expanded to larger numbers if needed.

Y. Riallant (AFIGEO) fait part des difficultés à appliquer l'arrêté des classes de précision portant sur les travaux effectués en voirie en vue de l'établissement du PCRS (Plan Corps de Rue simplifié). Il doit servir de fond de plan pour géopositionner les réseaux, engageant la responsabilité des maîtres d'ouvrages sur les données fournies. Il note une mauvaise compréhension des maîtres d'ouvrages sur son application du fait en particulier des nouvelles méthodes de positionnement telles que le mobile mapping. Une note explicative d'application du décret pourrait aider les maîtres d'ouvrage en particulier à spécifier la précision attendue. Dans le cas du PCRS, il s'agit de contrôler le produit final, non pas les mesures qui ont permis de le réaliser. Ce contrôle qualité est effectué par le maître d'ouvrage.

Domaine maritime par Raphaël Legouge

Dans le domaine de l'hydrographie, des normes énoncent les pratiques à suivre dans différents domaines du métier d'hydrographe.

L'une de ces normes appliquée aux levés hydrographiques (Publication S-44) aborde les contraintes à appliquer sur les mesures réalisées.

Les mesures sont classées dans 4 ordres, chaque ordre regroupe un certain nombre de contraintes à valider afin de pouvoir qualifier le levé.

Les notions suivantes font partie des contraintes utilisées :

- Incertitude horizontale totale
- Incertitude verticale totale
- Exploration complète du fond
- Capacité de détection
- ...

L'objectif d'un hydrographe est de prouver que ces mesures peuvent appartenir à l'ordre demandé par son client et prouver que les contraintes associées sont validées.

(Voir en annexe les normes minimum pour les levés hydrographiques, publication S-44).

3) Projet de service COPERNICUS pour les déplacements au sol à partir des données Sentinel-1 PS / INSAR

La présentation commence par une introduction de la mission radar Bande C Sentinel-1 : le 1A est opérationnel depuis octobre 2014 le 1B depuis fin septembre 2016. La revisite cyclique sous le même angle est de 6 jours en montant ET en descendant, avec 2 polarisations VV+VH à des résolutions de 5x20m (sauf sur zones polaires), mais à des latitudes comme la France, il peut y avoir 2 observations sous 2 angles différents suivant les zones (en montant et descendant). La carte ESA HLOP définissant le plan de programmation des 2 satellites est commentée : le système atteint sa limite de capacité de prises de vues sur les terres émergées (25min par orbite). Le globe est couvert en fonction des besoins en tectonique : montant et descendant à 12 j pour la plupart de ces zones et 2 polarisations VV+VH. Les zones non concernées par la tectonique ne disposent généralement que d'un sens d'acquisition (montant ou descendant) et à 12 j toujours en VV+VH. Les satellites 1A et 1B seront suivis par 2 autres clones 1C et 1D, portant la pérennité de ces mesures à l'horizon 2030-2035. Une réflexion sur la suite de ce programme calibré pour l'INSAR est déjà en cours (réflexions sur la bi-fréquence C+L, la résolution, etc.). Des exemples de produits Insar PS sont montrés sur San Francisco (affaissement présumé d'un building).

Est présenté ensuite le futur service européen Copernicus « EU-GMS » (EU-Ground Motion Service) et l'initiative Française sur le projet pilote Sud-Ouest et le traitement France entière lancés respectivement fin 2016 et fin 2017. Ces projets se basent sur l'abondance des données Sentinel-1, la cartographie des mouvements de très nombreux points restant cohérents sur une longue période, les évolutions des mouvements de ces points de qualité millimétrique, leur visualisations sur fond cartographique. Le service EU-GMS traite de la mise à disposition de ces données au plus grand nombre et de la validation avec d'autres techniques, par exemple avec les données GNSS.

Le CNES fait un appel à la communauté pour cristalliser les acteurs français du domaine en demandant de préciser leur rôle (interprétation des résultats, validation de la mesure), leur valeur ajoutée à la carte INSAR et les moyens humains et techniques envisagés. Une réunion d'information et de coordination est prévue semaine 25 (du 18 au 22 juin 2018) à PARIS, au siège du CNES.

Pierre Briole a noté par expérience que le champ de vitesse calculé par méthode INSAR est fortement dépendant du paramétrage du processus de calcul, notamment pour le traitement de l'atmosphère, et, comme pour d'autres techniques de géodésie spatiale utilisées pour estimer de telles valeurs, il est important de confronter les résultats obtenus par différentes équipes et de

les qualifier par des méthodes indépendantes. C'est un sujet important qui intéresse la commission Geopos.

L'INSAR est une technologie dont la maturité actuelle fournit une autre source de données qu'il serait intéressant d'étudier par exemple dans le cadre de la réalisation du système de référence terrestre international, mais aussi comme nouveau produit de l'information géographique comme modèle dynamique de la surface topographique.

Pierre Briole encourage le CNES à inviter l'IGN, pour son expertise en géodésie, à participer à l'élaboration et la qualification de produits INSAR dans le cadre d'initiatives nationales ou européennes (programme Copernicus).

4) Infrastructures géodésiques

Par C. Boucher

Le terme infrastructure géodésique regroupe plusieurs concepts.

Les infrastructures géodésiques sont mises en œuvre par le développement et la mise en place des systèmes d'observations de géodésie qui regroupent des données (campagnes, observatoires terrestres, missions spatiales), des processus et des produits.

Ces systèmes mettent en œuvre des techniques de géodésie spatiale, et d'autres techniques, développées en dehors de la géodésie (imagerie, temps fréquence, fond de mer) mais qui ont intéressé les géodésiens du fait des progrès réalisés.

Ces systèmes, en général mis en place pour un objectif donné, peuvent être réutilisés pour d'autres applications dans l'espace et dans le temps, ce qui soulève en particulier le problème de leur pérennité.

D'un point de vue organisationnel, les acteurs sont des universités, des organismes nationaux ou internationaux, des associations ou des structures fédératrices telles que Form@Terre.

Plusieurs grandes communautés sont concernées :

- Information géographique et maritime
- Agences spatiales
- Scientifiques des géosciences

Pour plus de détails sur les systèmes d'observations, on peut se reporter au livre du bureau des longitudes paru en 2009 sur « les observatoires ».

Dans ce contexte, le comité national français de géodésie géophysique a créé une commission sur les infrastructures géodésiques dont un des objectifs est d'inventorier les acteurs français travaillant en France et dans le monde.

Ce groupe doit rédiger d'ici fin 2018 un rapport détaillé sur les infrastructures géodésiques, et en particulier sur la participation française. Une journée d'information sur ce sujet sera organisée début 2019.

Le bureau des longitudes (BdL) a été récemment sollicité par le comité directeur du groupe de recherches en géodésie spatiale (GRGS) sur la création d'un observatoire géodésique à Tahiti, et le développement d'une station Laser sur satellites automatisée pour une note de cadrage pour aider à poursuivre les développements de ces projets et sensibiliser les politiques sur ces problématiques. Dans son rapport, le BDL propose la création d'un groupe interministériel pour traiter des infrastructures géodésiques et en particulier de la stratégie à adopter sur la participation française aux infrastructures spatiales internationales, besoin récemment renforcé par le rapport de l'UN-GGIM à ce sujet.

Le CNES est favorable à ces initiatives en rappelant la coopération avec l'IGN sur les projets DORIS et REGINA et le besoin de les pérenniser.

5) Rapports des groupes de travail de la commission Géopositionnement **GT MOD par Gilles Canaud**

A la suite de la réunion inter-services du 14 mars (MTES, MINARM, Budget, Outre-Mer), les versions finales des projets de textes qui intègrent l'ensemble des observations validées du GTMOD sont prêtes et consolidées par les experts en légistique. Comme convenu, elles donnent maintenant lieu à une saisine pour avis du conseil national de l'information géographique (CNIG). On attend une réponse, ou plutôt une 'non-réponse' du CNIG sous quinzaine, qui permettra, par la procédure dite 'du silence', de proposer le texte à la signature des ministres concernés.

En résumé, ce décret modifié entérine donc :

- L'ETRS89 pour la zone continentale et l'ITRS pour les autres territoires.
- L'EVRS pour la zone continentale et laisse l'arrêté définir les réalisations locales pour les autres territoires
- Il y figure une dérogation aux travaux de très grande précision et aux actes régis par les règles internationales
- Les réalisations matérielles et numériques sont arrêtées par les ministres compétents : l'arrêté dressant la liste des réalisations géodésiques, altimétriques et des représentations planes reprend et officialise les réalisations déjà publiées sur le site <https://geodesie.ign.fr/>
- L'IGN et le Shom entretiennent et diffusent les réalisations.
- Les nouvelles déterminations, qui, dans l'avenir, présenteront un écart dépassant le seuil de précision des coordonnées publiées, pourront donner lieu à un nouvel arrêté.
- Enfin, pour origine de toute cette histoire ... les travaux sur les départements et collectivités antillais bénéficient d'une période de recouvrement de 3 ans, dans laquelle ils peuvent être publiés dans le système actuel légal en WGS84-RRAF ou dans le nouveau système RGAF09.

Dans le cadre des mesures d'accompagnement du décret, plusieurs documents ou outils sont en cours de rédaction/publication :

- Un document sur les systèmes géodésiques par F. Duquenne. Il fait l'objet de diffusion de deux articles dans la revue XYZ de l'AFTT, n°154 :
<http://cnig.gouv.fr/wp-content/uploads/2018/03/article415409.pdf>
<http://cnig.gouv.fr/wp-content/uploads/2018/03/article415410.pdf>
- Un document de T. Gattacecca sur les représentations planes
- Un document de R. Legouge sur l'utilisation d'infrastructures géodésiques mondiales pour la réalisation nationale
- Un logiciel de transformation de coordonnées Circé v5 intégrant les nouvelles références est en cours de validation
- Une page d'information accessible depuis le site geodesie.ign.fr

4) Divers

Point sur le système Galileo (B. Bonhoure)

Avec 24 satellites Galileo opérationnels (sur les slots prévus 3*8), on aura en code pur (non lissé) bi-fréquence 1m de précision en horizontal à 95% aux latitudes moyennes, en solution moindres carrés non pondérée. Une élévation standard minimale de 5 degrés pour les satellites est appliquée. Cette extrapolation se base sur les résultats réels obtenus sur les meilleures stations et environnements, comme le récepteur de BRUX. Les résidus de code obtenus actuellement sur cette station en bi-fréquence standard sont de 90 cm RMS.

EGNOS (mono-fréquence GPS) a des précisions similaires ou un peu meilleures.

Sur des environnements non-contraints, le lissage par la phase permet d'obtenir encore un gain d'environ 35% voire plus. On devrait obtenir des résultats similaires en aérien si l'antenne est bien positionnée (il faut éviter les multi-trajets et le masquage), ce qu'on a déjà pu vérifier sur un essai sur un avion léger.

Attention, les erreurs de code récepteur pour des chips mass-market sont typiquement de 5 m RMS et au-dessus en L1, et en environnement contraint (urbain etc...), les effets de masquage/multi-trajets sont importants. L'utilisation des mesures Doppler (Kalman) permet néanmoins de revenir vers une précision horizontale de quelques mètres en milieu ouvert.

On obtient en environnement dégagé sur les premières puces Broadcom bi-fréquence L1/L5 GPS&Galileo des résidus de code vers 2m RMS sur L5/E5a sur des bonnes antennes, les codes GPS L5 et Galileo E5a étant plus larges (10 MHz) et donc moins sensibles aux effets multi-trajet et plus précis (bruit réduit). Un certain nombre de constructeurs de puces mass-market s'engagent sur le bi-fréquence, notamment en vue du véhicule autonome.

Date proposée pour la prochaine Commission Géopositionnement : jeudi 11 octobre 2018.

Le site proposé pour cette journée du 11 octobre est celui de l'institut national de l'information géographique et forestière à Saint-Mandé.

Le thème retenu pour la demi-journée technique est le « positionnement cinématique temps réel ».

5) Quelques événements récents ou à venir

- Du 19 au 21 septembre, 15e journées de la topographie à l'INSA de Strasbourg - <http://topographie.insa-strasbourg.fr/sujet/journees-de-la-topographie/>
- Du 24 au 27 septembre, 9e IPIN2018 à Nantes, <http://ipin2018.ifsttar.fr/>
- Du 24 au 28 septembre, ION GNSS+ à Miami, Floride, <https://www.ion.org/gnss/>
- Du 5 au 7 octobre, FIG à Saint-Dié-des-Vosges - <http://www.fig.saint-die-des-vosges.fr/>
- Les 10 et 11 octobre, SIG2018, conférence francophone Esri aux Docks de Paris, <https://sig2018.esrifrance.fr/>
- Du 16 au 18 octobre, Intergeo à Francfort-sur-le-Main, <http://www.intergeo.de/intergeo-en/trade-fair>.
- 13 octobre 2018 : A l'Observatoire de Paris se tiendra en salle Cassini une journée scientifique « La seconde atomique a 50 ans ».
- Du 10 au 12 octobre, ISPRS TC I Midterm Symposium Innovative Sensing - From Sensors to Methods and Applications à Karlsruhe, <http://tc1-symposium2018.ipf.kit.edu/>
- Du 29 octobre au 2 novembre, IGS workshop, Wuhan, <http://igsworkshop2018.gnsswhu.cn/>
- Du 12 au 14 novembre, Colloque G2, Instrumentation nouvelle et combinaison d'observations géophysiques, à Montpellier http://hydrologie.org/CONF/2018_G2.pdf
- Du 29 novembre au 1er décembre, Fédération des géomètres francophones à Rabat, <http://www.geometres-francophones.org/>
- Du 27 mars au 29 mars, Colloque sur l'observation du niveau de la mer - Journées REFMAR 2019 - La Défense, Paris, <http://refmar.shom.fr/journees-refmar-2019>
- Le 28 mars 2019, Forum de l'AFT au lycée Loritz de Nancy

6) Présentations de l'après-midi sur le thème « »

Les présentations suivantes ont été faites lors de l'après-midi :

- a) **Déformations induites par les charges superficielles**
Par Jean-Paul Boy, EOST-IPGS (UMR 7516 CNRS - Université de Strasbourg)
- b) **Déformation saisonnière de la Terre: observations, modélisations, implications**
Par Kristel Chanard, LAREG, IGN
- c) **L'exploitation scientifique des vitesses de l'ITRF2014 : tectonique et déglaciations**
Par Laurent Métivier, LAREG, IGN
- d) **Précision de l'atlas de marée FES2014 - Impact sur la détermination des effets de charge et d'auto-attraction**
Par Florent Lyard, LEGOS

Les présentations sont disponibles sur le portail du CNIG http://cnig.gouv.fr/?page_id=665

A l'issue des présentations une visite du laboratoire de temps est organisée par P. Uhrich du laboratoire SYRTE de l'Observatoire de Paris.

Annexe 1 : Normes minimums pour les levés hydrographiques (extrait publication S-44, rév 5.0.1 juin 2011)

| Référence | Ordre | Spécial | 1a | 1b | 2 |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chapitre 1 | Description des zones | Zones où la hauteur d'eau sous quille est critique | Zones de fonds inférieurs à 100 mètres où la hauteur d'eau sous quille est moins critique mais où il existe des <i>éléments</i> pouvant engager la sécurité de la navigation de surface | Zones de fonds inférieurs à 100 mètres où la hauteur d'eau sous quille n'est pas considérée comme un problème pour le type de navigation de surface attendu dans la zone | Zones de fonds généralement supérieurs à 100 mètres où une description générale du fond est considérée comme suffisante |
| Chapitre 2 | IHT maximum admissible à un niveau de confiance de 95% | 2 mètres | 5 mètres + 5 % de la profondeur | 5 mètres + 5 % de la profondeur | 20 mètres + 10 % de la profondeur |
| § 3.2 et note 1 | IVT maximum admissible à un niveau de confiance de 95% | a = 0.25 mètre b = 0.0075 | a = 0.5 mètre b = 0.013 | a = 0.5 mètre b = 0.013 | a = 1.0 mètre b = 0.023 |
| Glossaire et note 2 | Exploration complète du fond | Exigée | Exigée | Non exigée | Non exigée |
| § 2.1 § 3.4 § 3.5 et note 3 | Détection d'éléments | <i>Eléments</i> cubiques > 1 mètre | <i>Eléments</i> cubiques > 2 mètres, jusqu'à 40 mètres de fond ; 10 % du fond au-delà de 40 mètres | Ne s'applique pas | Ne s'applique pas |
| § 3.6 et note 4 | Espacement maximum recommandé entre profils | Non défini, dans la mesure où une <i>exploration complète du fond</i> est exigée | Non défini, dans la mesure où une <i>exploration complète du fond</i> est exigée | La plus grande des deux valeurs : 3 x la profondeur moyenne ou 25 mètres Pour le LIDAR bathymétrique : un espacement des points de 5 x 5 mètres | 4 x la profondeur moyenne |
| Chapitre 2 et note 5 | Positionnement d'aides à la navigation fixes et de la topographie significative pour la navigation (niveau de confiance de 95 %) | 2 mètres | 2 mètres | 2 mètres | 5 mètres |
| Chapitre 2 et note 5 | Positionnement du trait de côte et de la topographie moins significative pour la navigation (niveau de confiance de 95 %) | 10 mètres | 20 mètres | 20 mètres | 20 mètres |
| Chapitre 2 et note 5 | Position moyenne des aides à la navigation flottantes (niveau de confiance de 95 %) | 10 mètres | 10 mètres | 10 mètres | 20 mètres |