

Arrivée de la grille de conversion RAF18 pour la France métropolitaine

Alexis CHARRIÈRE

Les grilles de conversion sont des éléments dont l'utilité est parfois méconnue. Elles sont néanmoins indispensables à toute personne voulant connaître l'altitude d'un point à partir d'observations acquises via un capteur GNSS (Global Navigation Satellite System).

À l'occasion de la sortie de la grille de conversion RAF (Référence altimétrique française) 18 au début de l'année 2019, François L'Écu, chef de l'Équipe produits géodésie à l'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière)/SGM (Service de géodésie et de métrologie) a accepté de répondre à quelques questions. Retour au préalable sur quelques notions de géodésie.

MOTS-CLÉS

système de référence verticale, nivellement, RAF, GNSS

La technologie GNSS a l'avantage d'être facilement accessible – aucun calcul complexe de la part de l'utilisateur n'est requis – rapide (quelques secondes pour du RTK *Real time kinematic* en anglais et temps réel en français) et de bonne qualité.

De par son fonctionnement, la technologie GNSS ne donne toutefois qu'une hauteur par rapport à l'ellipsoïde IAG-GRS80 associé aux référentiels ITRF20xx, yy (*International Terrestrial Reference Frame, 20xx realization, yy epoch*) – utilisé par les capteurs GNSS – et RGF93, c'est-à-dire une distance verticale entre le point au sol à déterminer et un modèle mathématique de la forme de la Terre.

Or, ce qui intéresse généralement l'utilisateur, c'est de connaître l'altitude d'un ou plusieurs points, ce que ne permet pas la hauteur ellipsoïdale.

L'altitude d'un point par rapport à un autre étant défini par le sens d'écoulement de l'eau (un point A a une altitude supérieure à un point B si l'eau coule de A vers B), il apparaît nécessaire d'avoir une cartographie fiable et détaillée du champ gravitationnel d'un territoire donné pour être capable de passer d'une hauteur ellipsoïdale à une altitude via une grille de conversion. C'est en effet la différence de la valeur du champ gravitationnel entre les points A et B qui détermine le sens d'écoulement de l'eau.

La valeur du champ gravitationnel en un point donné dépend de la distance au centre de la Terre, mais aussi de la nature du sol. Il faut donc mesurer sur l'ensemble du territoire ainsi que dans sa périphérie – sur terre comme sur mer – la valeur du champ de pesanteur afin de déterminer un modèle de quasi-géoïde puis créer une grille (un maillage) couvrant le même territoire et permettant de passer avec le moins d'erreurs possibles de la hauteur ellipsoïdale à l'altitude.

L'IGN effectue un travail d'entretien des repères de nivellement sur l'ensemble du territoire français et veille à ce que chaque commune de plus de 200 habitants dispose d'au moins un triplet.

Un triplet est un groupe d'au moins trois repères de nivellement répondant aux spécifications suivantes :

- La distance entre les deux repères les plus éloignés doit être inférieure à 1 km ;
- La dénivelée entre le repère le plus haut et le repère le plus bas doit être inférieure à 30 mètres.

L'IGN s'obligeant à ce que tout point habité du territoire (plus de 200 habitants) soit à moins de 5 km d'un triplet. Pour la France métropolitaine, ceci représente environ 13 000 triplets. Il n'existe actuellement pas de processus d'entretien similaire dans les autres régions de France.

A.C. : Pour quelles raisons y a-t-il une nouvelle grille de conversion venant remplacer la RAF09 ? On peut observer une période d'environ 10 ans entre chaque nouvelle grille (RAF98 en 1998 et RAF09 en 2009, RAF18 en 2019).

FL. : Ceci est lié à plusieurs facteurs. D'abord un seuil technologique qui apparaît plus clairement au bout de quelques années. Les moyens techniques s'améliorent et permettent de diminuer les incertitudes. Les constellations Glonass puis Galileo sont venues s'ajouter à la constellation GPS. Les logiciels de calculs prennent en compte les avancées technologiques et scientifiques. Ce délai de 10 ans permet également d'accumuler suffisamment d'observations, d'effectuer plusieurs campagnes de mesures et de traiter l'ensemble des données récoltées avec les moyens humains à disposition de l'IGN.

La grille de conversion RAF98 est issue du modèle de quasi-géoïde QGF (Quasi-géoïde français) 98 plaqué sur des points GPS nivelés. La RAF09 utilise le même modèle de quasi-géoïde mais utilise des points GNSS enrichis, issus des points des projets ERNIT [Enrichissement du réseau de nivellement par les triplets : entretien du Réseau de base français (RBF)] et NIVAG (NIVellement Assisté par GPS). Ce dernier permet d'amener l'altitude NGF-IGN69 partout en France, y compris dans des endroits éloignés du réseau de nivellement existant en faisant l'économie d'un long cheminement. La RAF09 s'est appuyée sur les stations du RGP (Réseau GNSS permanent) et les calculs de post-traitement GNSS ont été effectués avec le logiciel Bernese.

Compte tenu des développements technologiques et des campagnes de mesures effectuées ces 10 dernières années, il était pertinent de mettre à jour la RAF09. La RAF18 permet un



accès qualitativement meilleur à l'altitude.

A.C. : Comment avez-vous obtenu la RAF18 ?

FL. : Pour la RAF18, plusieurs éléments mis à jour ont été utilisés : un nouveau quasi-géoïde, QGF16, enrichi des dernières campagnes de mesures, un modèle numérique de terrain issu de la BDTopo de l'IGN, le modèle global de champ EGM (Earth gravitational model) 08 et d'un canevas d'environ 1 million de points dont le potentiel gravimétrique a été mesuré. Une fois le quasi-géoïde QGF16 déterminé, il a été plaqué sur l'ensemble des points GNSS nivelés, soit environ 11 000 points d'appuis issus de ERNIT et NIVAG.

Pour contrôler le résultat obtenu, les triplets – entre lesquels la différence d'altitude relative est connue – ont été utilisés.

A.C. : Quelle est l'incertitude liée à la grille de conversion RAF18 ? Quel gain cela représente-t-il par rapport à la RAF09 ?

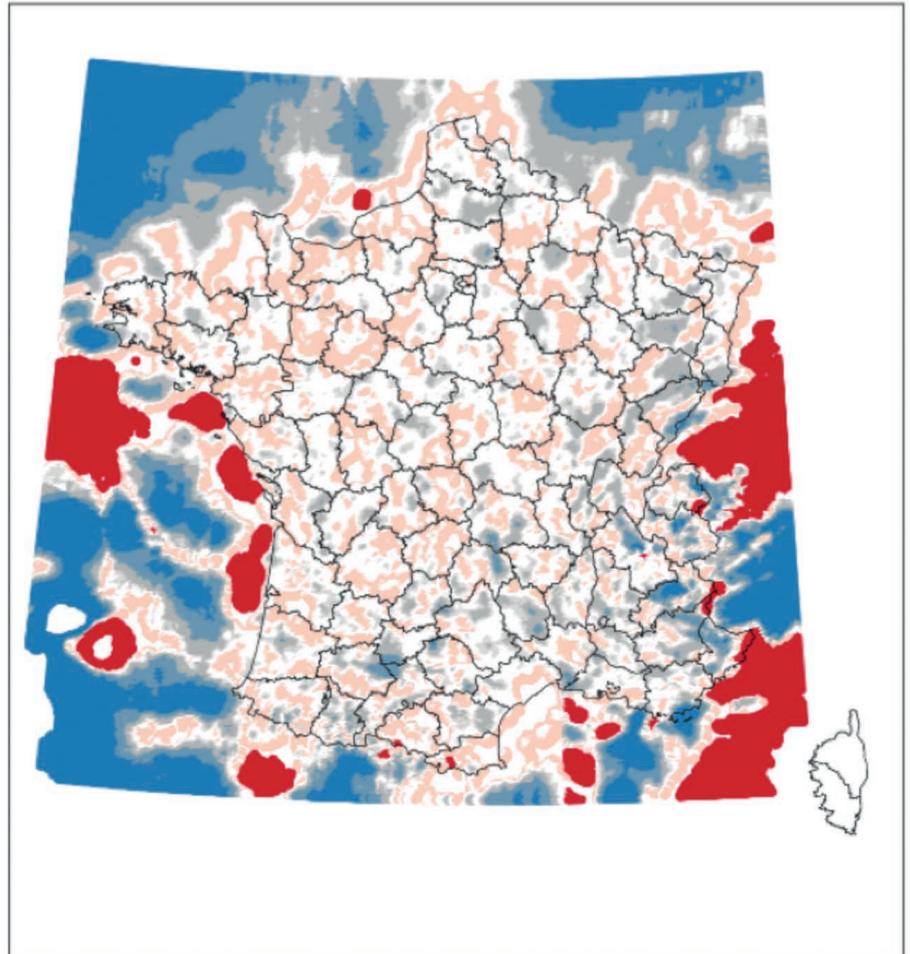
FL. : L'incertitude est centimétrique, aux alentours de 1 cm à 1 sigma. Cette incertitude est à comparer aux 2 cm inhérents à la grille de conversion RAF09 et aux 3 cm de la RAF98.

A.C. : Quelle est l'emprise de cette nouvelle grille de conversion ?

FL. : Seule la France métropolitaine est concernée. Le quart sud-est reste toutefois globalement inchangé par rapport à la RAF09 (Référence altimétrique Corse). Cette zone et la Corse seront couvertes par la prochaine grille, peut-être aux environs de 2022. Pour la Corse, la RAC09 demeure donc la référence. Afin d'avoir une grille de conversion de qualité aux frontières et sur le littoral, il est nécessaire de disposer de mesures dans les pays voisins et autour des côtes. Le Bureau international de gravimétrie (BGI) fournit les données gravimétriques dans les pays limitrophes. Des observations gravimétriques ont été effectuées dans un rayon de 2° autour des côtes françaises.

A.C. : Quel est l'intérêt concret de la RAF18 ?

FL. : La connaissance de l'altitude avec une plus faible incertitude est impor-



Grille RAF18: écarts RAF18 - RAF09
Production François L'Écu - Septembre 2018
Recette et reformatage Brice Virly - Novembre 2018

| Écarts RAF18 - RAF09 | |
|----------------------|-------------------|
| ● -0.5000 - -0.1000 | ● 0.0100 - 0.0200 |
| ● -0.1000 - -0.0500 | ● 0.0200 - 0.0500 |
| ● -0.0500 - -0.0200 | ● 0.0500 - 0.1000 |
| ● -0.0200 - -0.0100 | ● 0.1000 - 0.5000 |

tante pour la prévention des inondations dans les zones à risque.

La multiplication des repères de nivellement connus et contrôlés en altitude est nécessaire pour les grands travaux dans le cadre du rattachement à la référence altimétrique légale.

Mes sincères remerciements à Monsieur François L'Écu pour cet entretien et ses explications. ●

Bibliographie

- Françoise DUQUENNE, Alain COULOMB, François L'ÉCU, Revue XYZ N° 143, 2^e trimestre 2015, *La démarche française de modernisation de la référence verticale*

- François L'ÉCU, Revue XYZ N° 150, 1^{er} trimestre 2017, *Calcul du quasi-géoïde QGF16 et de la grille de conversion altimétrique RAF16 - état d'avancement et perspectives*

- Site de l'IGN sur les quasi-géoïdes : https://geodesie.ign.fr/index.php?page=quasi_geoide

- Site de l'IGN : <https://geodesie.ign.fr/contenu/fichiers/documentation/grilles/notices/GrillesConversionAltimetrique.pdf>

Contact

Alexis CHARRIÈRE
alexis.charriere@leica-geosystems.fr