

# Mise à jour du registre de l'EPSG suite aux évolutions du RGF93

■ Thierry GATTACCECA

*L'IGN maintient un registre (IGNF) consacré aux références géodésiques françaises. En parallèle, l'IGN alimente le "registre géodésique" EPSG, devenu un standard de fait dans ce domaine. Les récentes évolutions du RGF93 ont entraîné une remise en question de la présentation de ce système de référence géodésique dans les registres, avec des impacts potentiellement significatifs pour les utilisateurs.*

## Le RGF93 dans les registres IGNF et EPSG : évolutions récentes

Le RGF93 (Réseau géodésique français 1993) a été mis en place et est maintenu par le service de géodésie et de métrologie (SGM) de l'IGN depuis 1993. Il a succédé à la "Nouvelle triangulation de la France" (NTF) et est actuellement le repère légal au sens du décret n° 2019-165 du 5 mars 2019 relatif au système national de référence de coordonnées et de l'arrêté correspondant<sup>1</sup>.

Comme demandé dans ce dernier, le SGM publie dans un registre au format XML (<https://registre.ign.fr/ign/IGNF/IGNF>) l'ensemble des informations concernant les repères de référence, les systèmes de référence de coordonnées, et les transformations entre repères sur les territoires français métropolitain et d'outre-mer. En parallèle, il alimente le registre EPSG<sup>2</sup> (dont le nom officiel est EPSG *geodetic parameter dataset*) de l'IOGP (*International Association of Oil & Gas Producers*) pour qu'y soient ajoutés les enregistrements correspondant à ces objets géodésiques.

Le RGF93 a connu depuis sa création deux étapes importantes, qualifiées d'opérations de maintenance : passage

<sup>1</sup> Arrêté du 5 mars 2019 portant application du décret n° 2000-1276 du 26 décembre 2000 modifié portant application de l'article 89 de la loi n° 95-115 du 4 février 1995 modifiée d'orientation pour l'aménagement et le développement durable du territoire relatif aux conditions d'exécution et de publication des levés de plans entrepris par les services publics.

<sup>2</sup> European Petroleum Survey Group (1986-2005), absorbé par l'IOGP en 2005.

### ■ MOTS-CLÉS

RGF93, repère de référence géodésique, système de référence de coordonnées, EPSG *geodetic parameter dataset*

de la version 1 à la version 2 le 18 juin 2010, puis de la version 2 à la version 2b en janvier 2021. Initialement, les réalisations successives ont continué à porter le nom RGF93 et n'étaient pas distinguées dans les registres géodésiques. Mais le besoin en précision grandissant des utilisateurs, et la publication dans le registre EPSG de grilles de conversion altimétrique basées sur les versions successives du RGF93, ont contraint le SGM à établir une distinction plus nette entre ces réalisations. Depuis quelques mois, les fiches signalétiques des points géodésiques, publiées par l'IGN, précisent la version du RGF93 à laquelle sont associées les coordonnées.

### ■ Distinction entre les versions de RGF93 dans les registres

Depuis septembre 2021, la distinction est ainsi officielle dans l'EPSG et l'IGNF entre le RGF93 v1, le RGF93 v2 et le RGF93 v2b, correspondant à autant de codes différents dans le registre IGNF ou EPSG, avec pour corollaire une déclinaison pour tous les systèmes de référence de coordonnées associés. **Il faut noter que le code EPSG traditionnellement utilisé pour RGF93 a été conservé pour le RGF93 v1 et que de nouveaux codes ont été créés pour RGF93 v2 et RGF93 v2b.**

Pour rendre les choses encore plus complexes, EPSG duplique pour le RGF93 les CRS (*Coordinate Reference System*) géographiques : l'un est défini avec l'ordre (longitude, latitude), et l'autre avec l'ordre (latitude, longitude). Ce dernier enregistrement a pour but

d'être cohérent avec la version en cours (de 2008) de la norme ISO 6709 (représentation normalisée de la localisation des points géographiques par coordonnées), qui impose l'ordre (latitude, puis longitude), alors que le SGM de l'IGN, et d'autres acteurs de la sphère publique, utilisent et publient traditionnellement les coordonnées dans l'ordre (longitude, puis latitude). Mais l'EPSG a consenti à une exception pour la France, en acceptant de dupliquer les CRS géographiques en inversant l'ordre imposé par la norme. À noter que la version en cours de révision d'ISO 6709 n'imposera plus l'ordre (latitude, puis longitude) sauf si la rétrocompatibilité avec des données plus anciennes est requise.

### ■ Conséquences pour les utilisateurs

Les conséquences pour les utilisateurs sont nombreuses, mais la plupart dépendent de la précision des données concernées.

La plus significative est qu'il faut modifier le code EPSG associé aux données mises en référence dans RGF93 v2 et RGF93 v2b en utilisant les nouveaux codes créés en septembre 2021. Ce n'est pas simple, car l'utilisateur ne peut pas toujours savoir dans quelle réalisation du RGF93 sont ses données (et d'autant moins simple que jusqu'ici même l'IGN ne parlait que du RGF93 pour les données qu'il produisait, sans distinguer entre les réalisations). La réponse se trouve dans la date des observations, mais aussi la méthode de calcul utilisée et les coordonnées utilisées comme référence (RBF, RGP, pivot déterminé par l'utilisateur...). Dans le doute, il faudra conserver la version 1.

Une autre conséquence de cette distinction est que les utilisateurs voudront savoir comment transformer des coordonnées entre les repères "NTF", "RGF93 v1", "RGF93 v2" et "RGF93 v2b". Le SGM a demandé à l'EPSG d'ajouter

Nom	Code	Type	Remarque
RGF93 v1	4964	geocentric	Replaced by RGF93 v2 (CRS code 9775) from 2010-06-18.
RGF93 v2	9775	geocentric	Replaces RGF93 v1 (CRS code 4964) from 2010-06-18. Replaced by RGF93 v2b (CRS code 9780) from 2021-01-05.
RGF93 v2b	9780	geocentric	Replaces RGF93 v2 (CRS code 9775) from 2021-01-05.
RGF93 v1	4171	geographic 2D	See CRS code 7084 for alternate system with axes reversed used by IGN for GIS purposes. Replaced by RGF93 v2 (CRS code 9777) from 2010-06-18.
RGF93 v1 (lon-lat)	7084	geographic 2D	See CRS code 4171 for system with axes in sequence lat-lon to be used for air, land and sea navigation and safety of life purposes. Replaced by RGF93 v2 (lon-lat) (CRS code 9779) from 2010-06-18.
RGF93 v2	9777	geographic 2D	Replaces RGF93 v1 (CRS code 4171) from 2010-06-18. Replaced by RGF93 v2b (CRS code 9782) from 2021-01-05. See CRS code 9779 for alternate system with axes reversed used by IGN for GIS purposes.
RGF93 v2 (lon-lat)	9779	geographic 2D	Replaces RGF93 v1 (lon-lat) (code 7084) from 2010-06-18. Replaced by RGF93 v2b (lon-lat) (CRS code 9784) from 2021-01-05. See CRS code 9777 for system with axes in sequence lat-lon to be used for air, land and sea navigation and safety of life purposes.
RGF93 v2b	9782	geographic 2D	Replaces RGF93 v2 (CRS code 9777) from 2021-01-05. See CRS code 9784 for alternate system with axes reversed used by IGN for GIS purposes.
RGF93 v2b (lon-lat)	9784	geographic 2D	Replaces RGF93 v2 (lon-lat) (CRS code 9779) from 2021-01-05. See CRS code 9782 for system with axes in sequence lat-lon to be used for air, land and sea navigation and safety of life purposes.
RGF93 v1	4965	geographic 3D	See CRS code 7042 for alternate system with horizontal axes reversed used by IGN for GIS purposes. Replaced by RGF93 v2 (CRS code 9776) from 2010-06-18.
RGF93 v1 (lon-lat)	7042	geographic 3D	See CRS code 4965 for system with horizontal axes in sequence lat-lon to be used for air, land and sea navigation and safety of life purposes. Replaced by RGF93 v2 (lon-lat) (CRS code 9778) from 2010-06-18.
RGF93 v2	9776	geographic 3D	Replaces RGF93 v1 CRS code 4965) from 2010-06-18. Replaced by RGF93 v2b (CRS code 9781) from 2021-01-05. See CRS code 9778 for alternate system with horizontal axes reversed used by IGN for GIS purposes.
RGF93 v2 (lon-lat)	9778	geographic 3D	Replaces RGF93 v1 (lon-lat) from 2010-06-18. Replaced by RGF93 v2b (lon-lat) (CRS code 9783) from 2021-01-05. See CRS code 9776 for system with horizontal axes in sequence lat-lon to be used for air, land and sea navigation and safety of life purposes.
RGF93 v2b	9781	geographic 3D	Replaces RGF93 v2 (CRS code 9776) from 2021-01-05. See CRS code 9783 for alternate system with horizontal axes reversed used by IGN for GIS purposes.
RGF93 v2b (lon-lat)	9783	geographic 3D	Replaces RGF93 v2 (lon-lat) (CRS code 9778) from 2021-01-05. See CRS code 9781 for system with horizontal axes in sequence lat-lon to be used for air, land and sea navigation and safety of life purposes.

**Table 1.** Extraction depuis le site de l'EPSG (v10.051) des codes relatifs aux CRS associés au RGF93 (mise à jour du 28 janvier 2022).

deux transformations dans le registre : une transformation nulle entre RGF93 v1 et RGF93 v2 avec une incertitude de 5 cm à 1 sigma, et une transformation de Helmert à 7 paramètres entre RGF93 v2 et RGF93 v2b, avec une précision infracentimétrique. En effet, il n'a pas été possible de modéliser par les méthodes traditionnelles l'écart entre RGF93 v1 et RGF93 v2, chaque point du RBF et chaque station du RGP ayant été recalculé de manière globale en 2010 et présentant des écarts non homogènes de proche en proche avec les positions antérieures (atteignant jusqu'à 10 cm en planimétrie et en altimétrie pour les valeurs extrêmes sur le RBF, et 5 cm en planimétrie et en altimétrie pour les valeurs extrêmes sur le RGP). *A contrario*, les écarts entre RGF93

v2 et RGF93 v2b (5 mm en planimétrie, 15 mm en altimétrie) ont pu être modélisés par une transformation à 7 paramètres classique. Quant à la transformation entre NTF et RGF93, le SGM et l'EPSG ont décidé de définir la transformation avec la même grille gr3df97a entre la NTF et les trois réalisations publiées de RGF93, car la précision de ce modèle de transformation (2 à 5 cm à 1 sigma) correspond aux écarts entre les différentes versions du RGF93. Dans le registre IGNF aussi, cela se traduit par une copie conforme de la transformation existante entre NTF et RGF93 v1 pour passer également de la NTF au RGF93 v2 ou v2b. Ces changements posent aussi la question de l'automatisation des concaténations de transformation par

les logiciels utilisant le registre EPSG ; ces outils doivent impérativement apprendre à utiliser l'information relative à la précision de ces transformations afin de construire la transformation la plus adaptée pour passer d'un repère (1) à un repère (2). Exemple : actuellement, un outil automatique qui chercherait dans l'EPSG une transformation entre NTF et RGF93 v2b trouverait les transformations NTF vers RGF93 v1 (transformation avec grille), RGF93 v1 vers RGF93 v2 (transformation nulle), et RGF93 v2 vers RGF93 v2b (transformation à 7 paramètres). Mais il trouverait également un autre chemin : NTF vers RGF93 v1 (transformation avec grille), RGF93 v1 vers WGS 84 (transformation nulle) et WGS 84 vers RGF93 v2b (transformation nulle). Seule l'analyse



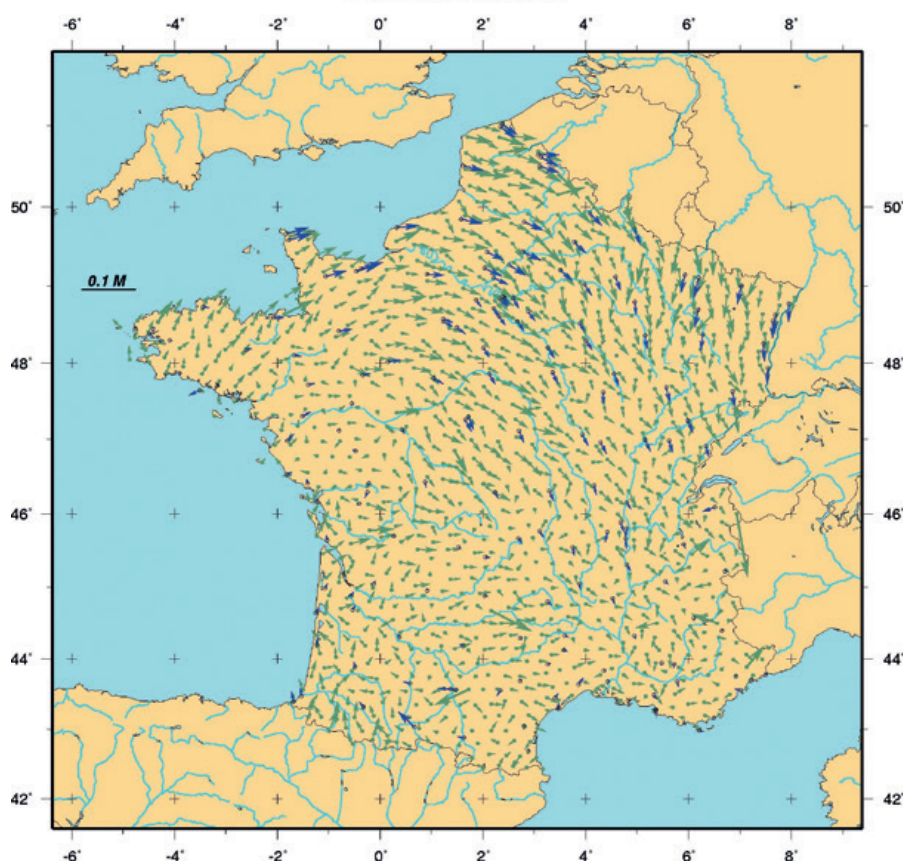


Figure 1. Carte des écarts planimétriques sur les points du RBF entre RGF93 v1 et RGF93 v2.

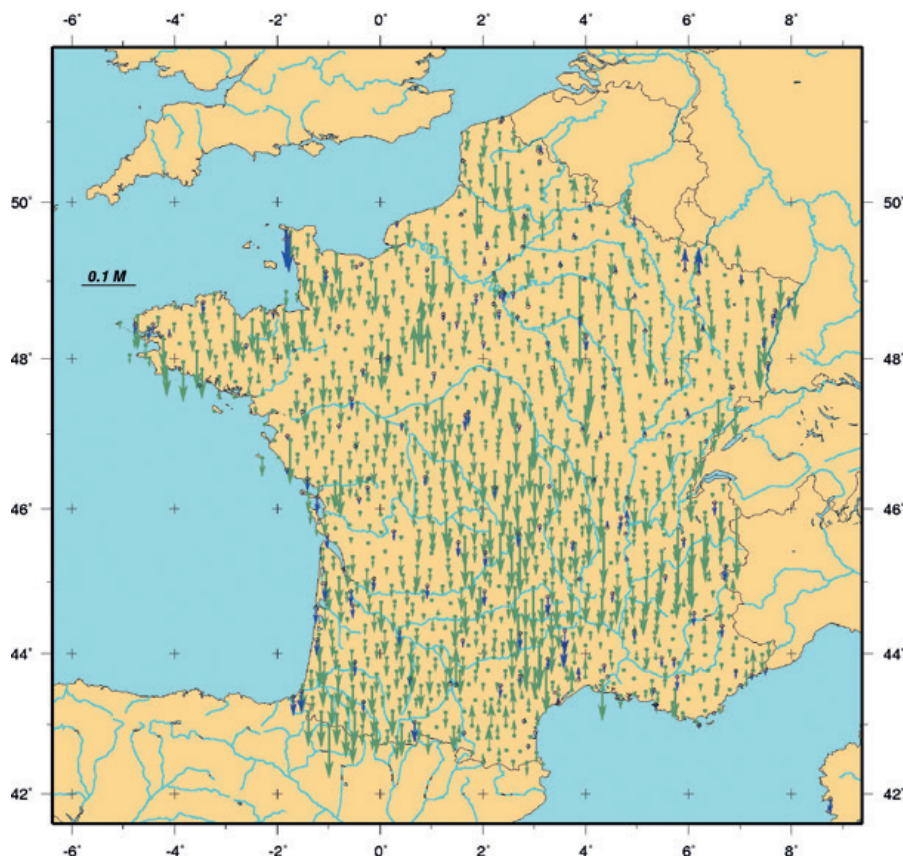


Figure 2. Carte des écarts altimétriques sur les points du RBF entre RGF93 v1 et RGF93 v2.

des incertitudes associées à ces transformations permettrait de choisir la combinaison la mieux adaptée. Mais comme cette incertitude est, dans le cas des deux dernières transformations, dissimulée dans les champs *Scope* et *Remarks* du registre EPSG, elle n'est pas vraiment interprétable ou directement exploitable sans intervention humaine...

### ■ Les nouvelles grilles de conversion altimétriques dans le registre EPSG

La grille RAF18b a été publiée en janvier 2021 par l'IGN pour accompagner le passage à RGF93 v2b. Elle a été ajoutée dans le registre EPSG en septembre 2021, en association avec le RGF93 v2b nouvellement créé.

La grille RAF20 a été publiée en septembre 2021 (avec Circé "Service Public" v5.3.1), et ajoutée dans les registres IGNF et EPSG le même mois (code EPSG 9876). Remarquons que l'EPSG duplique systématiquement ce type de grille dans son registre pour disposer d'une alternative totalement réversible.

Ainsi, pour RAF20, nous avons :

- code EPSG 9876 = longitude, latitude, et hauteur ellipsoïdale RGF93 v2b vers altitude NGF-IGN69 (5<sup>e</sup> version de cette transformation, non réversible car l'information sur les coordonnées géographiques de départ est "perdue") ;
- code EPSG 9877 = longitude, latitude et hauteur ellipsoïdale RGF93 v2b vers longitude et latitude RGF93 v2b + altitude NGF-IGN69 (5<sup>e</sup> version de cette transformation, réversible car l'information sur les coordonnées géographiques de départ est conservée).

### ■ Synchronisation entre les registres

Les différents intermédiaires et les réunions programmées des comités de validation de l'IOGP font qu'il n'est pas toujours possible d'avoir une cohérence parfaite à un instant (t) entre IGNF et EPSG. Une première version du registre est habituellement publiée sur <https://geodesie.ign.fr/contenu/fichiers/IGNF.xml>. Ce registre est transmis par l'IGN au pôle technique Géoportail pour publication sur <https://registre.ign.fr/ign/IGNF/>



Nom	Code	Type	Remarques
RGF93 v1 to WGS 84 (1)	1671	transformation	Approximation at the 1m level assuming that ETRS89 is equivalent to WGS 84 within the accuracy of the transformation. (RGF93 v1 is a national realization of ETRS89).
RGF93 v2 to WGS 84 (1)	9791	transformation	Approximation at the 1m level assuming that ETRS89 is equivalent to WGS 84 within the accuracy of the transformation. (RGF93 v2 is a national realization of ETRS89).
RGF93 v2b to WGS 84 (1)	9792	transformation	Approximation at the 1m level assuming that ETRS89 is equivalent to WGS 84 within the accuracy of the transformation. (RGF93 v2b is a national realization of ETRS89).

Table 2. Transformations nulles<sup>3</sup> ajoutées dans le registre EPSG (à partir de la v10.039) entre RGF93 et WGS 84.



IGNF/, mais le délai de publication peut être parfois supérieur à trois semaines... ce qui introduit un premier décalage. Pour ajouter les enregistrements nouveaux dans l'EPSG, l'IGN remplit un formulaire Excel "data submission" (accompagné de documents techniques tels qu'un rapport de calcul), ce qui, après acceptation, conduit à une publication dans une nouvelle version du registre EPSG dans un délai variable (habituellement une à plusieurs semaines). Ce n'est qu'une fois le nouveau registre EPSG publié qu'il devient possible de rajouter les nouveaux codes EPSG dans le registre IGNF afin d'obtenir une cohérence complète entre les deux registres.

## Conclusion

L'alimentation de ces registres par l'IGN a trois objectifs :

- amélioration de la qualité et de la sécurité des données de localisation, en fournissant des informations de qualité garantie sur les systèmes de référence de coordonnées et les transformations entre ces systèmes ;
- augmentation de la disponibilité de ces informations géodésiques, en permettant aux utilisateurs de les trouver et de les comprendre dans un environnement lisible à la fois par l'homme et la machine ;

<sup>3</sup> Le champ "Scope" précise en outre : "Approximation for medium and low accuracy applications assuming equality between plate-fixed static and earth-fixed dynamic CRSs, ignoring static/dynamic CRS differences."

- mieux répondre à l'exigence de traçabilité des données imposée par les textes réglementaires.

Si le premier objectif peut être considéré comme atteint actuellement, le second se heurte à quelques difficultés. Par exemple, IGNF ne contient pas de transformation nulle entre repères de référence. D'autre part, ni IGNF ni EPSG ne peuvent être utilisés directement ou de manière complètement automatisée par PROJ (bibliothèque permettant de réaliser des transformations entre coordonnées planes très largement utilisée) : des scripts d'importation traduisent les informations des deux registres IGNF et EPSG (entre autres) dans une base de données SQLite3 unifiée lisible par PROJ et, idéalement, cette base de données devrait être mise à jour chaque fois qu'un des registres source est modifié. ●

## Contact

Thierry Gattacceca

Département information géodésique  
Service de géodésie et de métrologie - IGN  
Thierry.Gattacceca@ign.fr

## ABSTRACT

IGN maintains a register (IGNF) devoted to French geodetic references. At the same time, IGN contributes to the EPSG "geodetic register", which has become a de facto standard in this field. Recent developments in RGF93 have called into question the presentation of this geodetic reference system in the registers, with potentially significant impacts for users.



## DIRECTION MADAGASCAR POUR LES FUTURS GÉOMÈTRES !

Six étudiants de l'École supérieure des géomètres topographes (ESGT) au Mans se préparent à mettre le cap sur Madagascar pour une mission humanitaire. Dans le cadre de l'association **Topo sans Frontières**, qui envoie chaque année des étudiants dans le monde entier pour réaliser des travaux topographiques, ils partiront de juin à septembre 2022.

Originaires de toute la France et de cursus scolaires différents, ils se sont retrouvés au Mans pour devenir **ingénieur géomètre topographe** et avec l'objectif commun de mettre à profit leurs compétences pour aider des populations dans le besoin.

Ils donneront tout d'abord des **cours théoriques et pratiques** aux étudiants de l'École supérieure polytechnique d'Antananarivo.

Puis, ils se rendront à Diégo-Suarez, au nord de l'île pour **cartographier des zones de pêche** et des terrains pour des collectivités locales en collaboration avec l'association C3.



Ces 10 semaines de travaux bénévoles ont un coût pour ces jeunes étudiants (transports, santé, hébergement, nourriture, etc.)

Ils ont donc besoin de **17 000 €** pour mener à bien ce projet et sont actuellement à la recherche de **partenaires** ou **donateurs** qui pourraient leur venir en aide. Ils réalisent déjà de nombreuses actions telles que des ventes de viennoiseries et de charcuteries, mais cela n'est pas suffisant. C'est pourquoi vous pouvez les aider, simplement en faisant un don ou en partageant leur mission autour de vous.

Vous pourrez ensuite suivre toutes leurs aventures sur place à travers leurs réseaux sociaux.

Leur cagnotte :



Où les contacter :

f TSF Madagascar 2022  
tsf\_madagascar\_2022\_mission\_2  
tsf.madagascar2.2022@gmail.com



Diégo-Suarez

Antananarivo