



Quand la légistique rattrape le train de la géodésie...

■ Gilles CANAUD

Une décennie pour un décret

C'était il y a juste dix ans, en ce début d'année 2009 où les géodésiens achevaient le traitement de la mission Antilles que le résultat fut formel. Les chiffres ont parlé : les nouvelles coordonnées, différant des précédentes de quelques décimètres, mirent en évidence un décalage par rapport aux références mondiales, et ceci de manière systématique. Il fallut assumer cet état de fait par une communication officielle, d'abord, vers les interlocuteurs les plus proches, la direction de l'IGN, puis celle du Cadastre et enfin quelques autres de la Tutelle. Et l'idée de réfection du décret, pour entériner une nouvelle "référence", a commencé à germer dans toutes les têtes.

Plusieurs années d'atermoiements, à peser le pour et le contre, à se remémorer le traumatisme infligé à la communauté lors de l'abandon de la NTF pour le passage au RGF93, ont abouti à un constat. Il fallait réunir un groupe assez large d'utilisateurs et d'experts, sous l'égide du CNIG, pour proposer des éléments de langage aux "hommes de loi".

Outre le cas antillais, le principal déclencheur fut toutefois une lettre du Conseil d'État en 2011 constatant l'insuffisance réglementaire en regard de la mise en œuvre progressive de la directive INSPIRE, informant la ministre de l'époque de l'impossibilité légale de faire appliquer l'état de droit dans ce domaine particulier, et proposant l'élaboration d'un nouveau décret. Ces éléments firent l'objet de discussions au sein de la commission "GéoPositionnement" du CNIG qui décida de créer un groupe de travail en 2014, sous la présidence de Ludovic Andrès (Métropole Nice Côte d'Azur / AITF). L'idée principale était de rendre les textes d'application de la loi

■ Pourquoi une réglementation ?

Pour être en mesure de situer un événement dans l'espace et le temps, un "référentiel" est indispensable, en géodésie, il prend le nom de système de référence géodésique. En effet, la géodésie vise à déterminer la forme et les dimensions de la Terre, tout cela en fonction du temps, or la Terre étant un corps déformable, sa forme change continuellement. Ces changements peuvent être perceptibles, telle la marée, ou la dérive des plaques tectoniques, et pour suivre ces déplacements, il faut un référentiel quadridimensionnel (trois axes et le temps) indépendant de la surface terrestre. Les systèmes de référence géodésiques sont donc indispensables au repérage dans l'espace et le temps. Corrélativement, pour que les pouvoirs publics, les entreprises et les citoyens utilisent le même système de référence géodésique, il s'avère nécessaire de réglementer.

■ Contexte réglementaire avant 2019

La loi

En amont se situe la loi n° 95-115 du 4 février 1995 d'orientation pour l'aménagement et le développement du territoire, par son article 89 qui traite de l'obligation de rattachement des informations localisées à la référence nationale.

Les décrets

Les décrets n°2000-1276 et 2006-272 définissent le système national de référence de coordonnées géographiques, planimétriques et altimétriques. Tels que stipulé par la loi, ils s'appliquent aux levés réalisés par ou pour le compte des services publics. Ils ne s'appliquent donc pas automatiquement au code minier ou de façon plus générale à l'ensemble des domaines reposant sur de l'information géographique.

La directive INSPIRE et les règlements

Dans le cadre de la directive européenne INSPIRE, plusieurs règlements ont été publiés depuis 2010, concernant les systèmes de référence de coordonnées, visant à rendre interopérables l'ensemble des données « environnementales » publiques au sein de l'union Européenne.

La résolution des Nations unies de 2015

Au vu de son importance économique et scientifique, de l'intérêt croissant que suscite la mise en place d'un repère de référence géodésique mondial fiable et stable qui permette d'établir une corrélation entre les mesures prises n'importe où sur Terre ou dans l'espace, l'ONU a décidé d'encourager les États Membres et les organisations internationales compétentes à renforcer la coopération mondiale en matière d'assistance technique, l'objectif étant le déploiement de l'ITRS et son amélioration. <http://ggim.un.org/>

■ Pourquoi une évolution de la réglementation ?

Jusqu'à maintenant, la loi d'orientation pour l'aménagement et le développement du territoire, et ses décrets, s'appliquent uniquement aux levés réalisés par ou pour le compte des services publics d'une part, ils ne s'appliquent pas aux coordonnées employées dans les textes réglementaires d'autre part. Plus largement, plusieurs règlements de la directive européenne INSPIRE, visent à rendre interopérables l'ensemble des données "environnementales" publiques au sein de l'union Européenne en définissant un cadre d'échange, ce qui nécessite d'adopter des systèmes de référence cohérents.

Sources : Groupe de travail CNIG/GeoPos/GTMOD

de 1995 relatifs aux références géographiques et altimétriques en phase avec l'évolution des besoins. Les objectifs furent nombreux et variés :

- assurer une compatibilité avec la directive INSPIRE ainsi que les réglementations internationales,

- prendre en compte de la réalité physique des mouvements tectoniques dans l'utilisation des systèmes géodésiques,
- remplacer le repère géodésique de référence légal aux Antilles Françaises,
- traiter des références verticales et du zéro hydrographique,





- élargir la portée du texte existant et en faciliter l'usage, en visant la pérennité réglementaire et répondre aux besoins des utilisateurs et des applications nationales,
- décrire et tracer l'information,
- raccourcir les délais de mise en application.

À ce projet ambitieux, s'ajoutait avec acuité le problème de la gouvernance de l'évolution du référentiel : les travaux devraient être l'occasion de lever l'indétermination sur le statut du RGF93, soulevé en 2011 par Claude Boucher (Bureau des Longitudes) que l'on a tenté de résumer ainsi : *"Référentiel lagrangien, en évolution continue, piloté de facto par l'IGN, ou eulérien en évolution séquentielle ?"*

Dans la pratique, le Service de Géodésie et de Métrologie de l'IGN n'a pas attendu dix ans pour continuer à maintenir et améliorer l'infrastructure. Sans entrer dans le détail, le principe est, à chaque recalcul de solution cumulée, de ne faire bouger les coordonnées qu'au-delà d'un certain seuil. Dans ce cas seulement, on opère à une maintenance de la réalisation. Quant à changer de réalisation, l'éventualité doit rester envisageable et la réforme des textes doit aller, le cas échéant, dans le sens de la facilitation, bien que cela reste une opération lourde. L'histoire le prouve aujourd'hui.

Autour du mandat de ce groupe, le fil directeur fut donc de permettre à la fois la mise en référence des données géographiques publiques dans des repères réalisant rigoureusement l'ITRS mais aussi d'assumer le partage et la diffusion, selon le modèle d'interopérabilité INSPIRE. L'accomplissement de ce travail donna lieu, au printemps 2016, à la rédaction d'un rapport final destiné au président du CNIG pour approbation et suite à donner. On a proposé de conserver dans le décret les dispositions concernant les systèmes de référence terrestres et verticaux et de préciser les éléments pouvant faire l'objet d'arrêtés, comme les réalisations, les représentations planes et toute autre considération évolutive plus technique.

Comme cette nouvelle réglementation allait occasionner des changements dans les processus de nombreux

acteurs, il a paru nécessaire de créer fin 2016 un second groupe dit de "Mise en œuvre", en charge d'accompagner techniquement :

- dans un premier temps les juristes lors de la rédaction,
- dans un second temps les utilisateurs pour l'application des nouveaux textes réglementaires pendant trois ans à compter de la date de signature du décret.

Les aléas des priorités gouvernementales, les échéances électorales, la succession et la multiplicité des ministères a rendu la tâche de suivi du circuit des textes longue et fastidieuse. Toutefois, c'est au printemps 2019, juste dix ans après le calcul du réseau antillais, que les textes officialisant les réalisations sont publiés. Il s'agit :

- du décret n°2019-165 du 5 mars 2019 relatif au système national de référence de coordonnées¹,
- de l'arrêté du 5 mars 2019 portant application du décret².

Les enjeux actuels

En premier lieu, il peut être utile de rappeler que l'ensemble des ressources documentaires et applicatives³⁻⁴ sont abondées comme cela était prévu dans le mandat du groupe. L'utilisateur peut donc trouver un appui au département de l'information géodésique de l'IGN. Le site⁵ du CNIG héberge naturellement les contributions du groupe ainsi que les liens vers les nouvelles pages du site de référence technique⁶ de géodésie à l'IGN.

Les objectifs énoncés ci-avant lors des travaux des groupes sont globalement atteints : pour les deux premiers, à la lecture du décret, on est logiquement satisfait d'y trouver en bonne place l'ITRS ou *International Terrestrial Reference System*, comme étant la pierre angulaire

¹ [NOR : TRED1803154D]

² [NOR : TRED1803160A]

³ Le logiciel Circé v5 permet la transformation de coordonnées entre les repères de référence légaux : <https://geodesie.ign.fr/index.php?page=circe>

⁴ L'application 'Géodésie de Poche' pour smartphone permet la consultation des fiches des réseaux géodésiques et de nivellement dans les références légales en direct sur le terrain <https://geodesie.ign.fr/index.php?page=geodesie-poche>

⁵ http://cnig.gouv.fr/?page_id=8411

⁶ <https://geodesie.ign.fr/?p=15&page=decret>



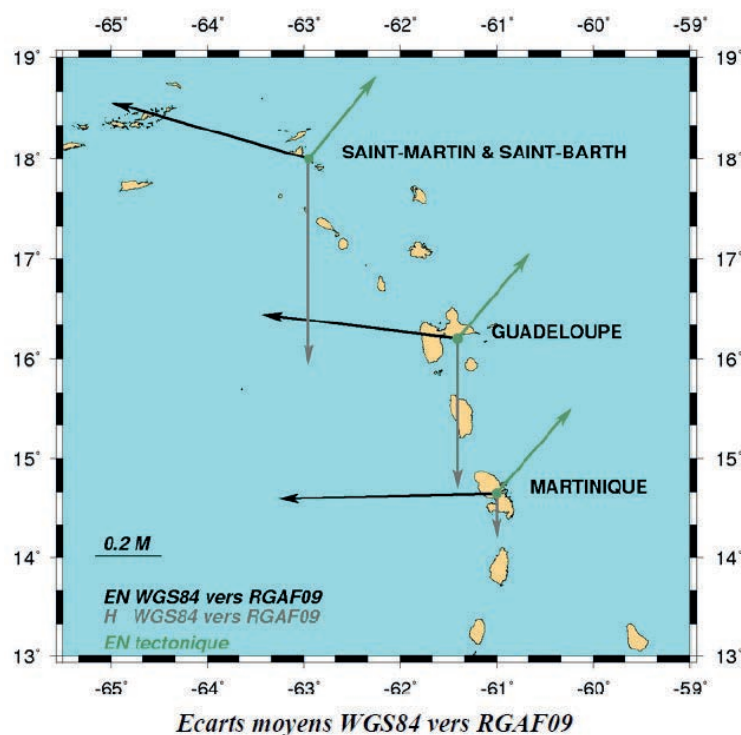
Point: 2230202 e

Application Géodésie de Poche pour smartphone (IGN)

laire de tous ces travaux, et qui va servir de cadre scientifique universel, stable, précis et pérenne. Quand le besoin s'en fait sentir, il pourra, le cas échéant, dans l'avenir proche, être décliné au fil des arrêtés par des réalisations susceptibles d'être renouvelées, correspondant à des densifications locales des ETRF ou ITRF en vigueur selon la zone. Ces renouvellements sont généralement provoqués, soit par des mouvements tectoniques continus et connus, comme l'évolution de la plaque eurasienne sur trois décennies, soit par des crises telluriques épisodiques comme nous en vivons une actuellement à Mayotte.

Nous avons donc dorénavant une nouvelle définition des systèmes de référence terrestre utilisés par l'État, les collectivités locales et les entreprises chargées de l'exécution d'une mission de service public, identique à ceux applicables dans le champ de la directive 2007/2/CE du Parlement européen et du Conseil du 14 mars 2007 établissant une infrastructure d'information géographique dans la Communauté européenne (INSPIRE).

En revanche, des réglementations internationales propres à certains secteurs (aviation civile, navigation, défense...) ont imposé depuis 25 ans environ le WGS84 comme système de référence



L'écart entre la différence RGAF09-WGS84 et le mouvement tectonique s'explique par l'imprécision des coordonnées initiales du point fondamental de WGS84. Quant au détail des écarts différentiels, il est sans doute principalement dû à l'inexactitude des rattachements inter-îles de la détermination des positions WGS84. [Samuel Branchu, IGN, 2010]

spécifiques à utiliser. L'engagement de ces communautés au travers de ces résolutions sur des choix de systèmes de référence, avec des noms particuliers, conduit également le besoin de préciser les notions d'interopérabilité de désignations adoptées par ces différentes normes. Le présent arrêté du Ministère de la transition écologique et solidaire ne précise pas directement ces concepts hors de son champ, qui conviendraient peut-être d'être clarifiés par les tutelles concernées.

Quant à la cohérence externe, le décret augure d'une synergie indiscutable tant sur l'aspect international, avec la recommandation du 26 février 2015 par l'assemblée générale des Nations unies, qui préconise l'adoption du repère de référence terrestre international comme référentiel de base⁷ que sur l'aspect normatif, la première version de la norme ISO19161-1 qui définit l'ITRS est attendue en 2020.

Il s'agissait également de remplacer le système géodésique aux Antilles

françaises. En effet, une campagne d'observations des réseaux géodésiques (en lien avec l'infrastructure géodésique mondiale de l'IGS) a été menée en 2008 donnant naissance au RGAF09 (Réseau Géodésique des Antilles Françaises 2009). Cette détermination, associée à un réseau de points et de stations GNSS permanentes, réalise une infrastructure géodésique de précision centimétrique homogène et cohérente de l'ITRS via IGS05 ép. 2009.0, époque qui se situe vers la fin de la campagne, compatible avec les processus de positionnement ponctuel précis (PPP). Elle constitue une amélioration significative par rapport au WGS84-RRAF⁸ qui, outre ses incohérences de plusieurs centimètres entre les îles, présentait un décalage systématique d'environ 70 cm avec la référence mondiale. Dans l'attente du décret et de l'arrêté, le Service de Géodésie et Métrologie avait mis en place une solution provisoire depuis quelques années :

- en qualifiant le RGAF09 de repère de référence géodésique usuel recommandé par l'IGN,

- en diffusant ses réseaux de points matérialisés et stations GNSS permanentes à partir de janvier 2017 dans cette nouvelle référence,
- en proposant une nouvelle version du logiciel Circé qui permet de manière unilatérale le passage des anciens systèmes locaux terrestres vers le RGAF09 et inversement ainsi que le passage du WGS84-RRAF vers le RGAF09 et inversement.

Depuis le mois de mars, l'officialité du RGAF09 ne rend pas pour autant caduque l'utilisation de Circé³, qui plus que jamais, est l'outil d'intégration et de rétro-compatibilité incontournable sur la zone caraïbe. L'article 6 du décret prévoit spécifiquement pour cette zone que *"les informations localisées peuvent être fournies, pendant une période de trois ans par fourniture dans l'un des systèmes de référence de coordonnées en usage, accompagnée des éléments nécessaires à leur transformation"*. Ce texte répond donc au besoin d'un repère de référence précis inter-îles homogène et de qualité centimétrique

La réaffirmation des références verticales dans le cadre européen, quand c'est techniquement possible, et du zéro hydrographique, a été également prise en compte. L'article 3 du décret institue l'EVRS *"European Vertical Reference System"* comme système de référence verticale pour toute la zone métropolitaine excepté la Corse. A l'heure actuelle, cette région ainsi que les outre-mers restent régis par leurs *"réalisations locales issues de marégraphie, nivellement, gravimétrie ou modèle de géoïde"* (sic).

A priori, pour l'utilisateur, il n'y a donc pas de changement notable dans ce domaine à court et moyen termes. Ceci est confirmé par l'article 2 de l'arrêté qui continue d'énoncer le NGF-IGN69 comme réalisation de l'EVRS pour la zone continentale.

La cote du zéro hydrographique dans chaque zone de marée est définie, quant à elle, à la côte dans le système de référence légal ou bien une réalisation locale fixée par l'arrêté selon le territoire.

Les deux groupes de travail ont réuni des *"experts"* volontaires de tous horizons, qui sont avant tout des utilisateurs quotidiens des repères, tant dans le

⁷ Resolution 1A : *Global Geodetic Reference Frame for Sustainable Development* <http://ggim.un.org/knowledgebase/KnowledgebaseArticle50334.aspx>

⁸ Réseau de Référence des Antilles Françaises 1991



domaine public que dans le domaine concurrentiel. Ils ont émis le vœu, à la demande claire formulée par le conseil d'État, d'élargir la portée du texte existant et en faciliter l'usage. Il a fallu viser la pérennité réglementaire ainsi que répondre aux besoins des utilisateurs et des applications nationales. Jusqu'à maintenant, le périmètre couvert par la réglementation concernant les localisations géographiques était trop restreint tant il excluait certaines catégories d'actes administratifs : la limitation à une certaine dimension s'est révélée encore récemment comme un facteur contribuant à limiter l'usage des systèmes de référence géodésiques précis, une partie du patrimoine restant exprimée dans d'anciennes réalisations obsolètes (de type NTF).

Plus généralement, l'évolution des différents repères de référence terrestres est logique. Elle est due en partie à l'amélioration des performances technologiques permettant de calculer de nouvelles réalisations de meilleure qualité géométrique. Jusqu'ici, l'exploitation dans le temps des différents systèmes géodésiques et altimétriques qui se sont succédé a entraîné des "difficultés sérieuses liées à l'utilisation de systèmes de localisation géographiques anciens" comme l'indique le Conseil d'État dans son courrier du 25 janvier 2011 adressé au Premier ministre. Cette situation peut se retrouver lors d'usages topographiques ou cartographiques, mais également pour des actes administratifs ou pour l'élaboration de textes tels que des arrêtés prolongeant un permis exclusif de recherches minières ou d'hydrocarbures. Comme la plupart des applications scientifiques ou techniques géolocalisées nécessitent de croiser des données provenant de différents systèmes, la connaissance précise des caractéristiques de chacun ainsi que la date des observations s'avèrent indispensables. Ces informations doivent être parfaitement décrites au travers de métadonnées (système de référence, réalisation, date, précision, etc.). En conséquence, la pérennité réglementaire des systèmes de référence et des réalisations a dû être également prise en compte. Aussi il apparaît nécessaire d'assurer la traçabilité des réalisations, c'est-à-dire de garantir la sécurité des

textes et de toutes les informations géographiques qui s'appuient sur des coordonnées légales. L'IGN a vocation à jouer ce rôle dans le cadre de sa mission de gestion du système national de référence géographique, gravimétrique et altimétrique, définie à l'article 2-1 du décret n° 2011-1317 du 27 octobre 2011 relatif à l'Institut national de l'information géographique et forestière. Cette mission est confirmée par l'article 4 de notre arrêté du 5 mars 2019.

Et la suite ?

À la lumière de ce qui précède, même si la technologie ne progresse pas forcément à la vitesse de la lumière, et que la tectonique de certains territoires évolue à une vitesse... géologique, il a fallu anticiper et "imaginer" le futur géodésique. Une des premières idées fondatrices de la démarche, adoptée par les contributeurs, fut de proposer un décret assez court, sybillin et somme toute... générique, qui se contente d'affirmer, entre autres, le système de référence et permet de décliner par arrêté les différents repères de référence ou réalisations, que l'on présentait à juste titre comme des notions beaucoup plus évolutives. Ceci sous-entendant qu'un nouvel arrêté "monoministériel" soit plus facilement adopté en cas de besoin sans que cela nécessite de toucher au décret. Du point de vue métier, la situation actuelle glisse progressivement vers l'utilisation accrue du PPP. Le groupe de travail pour la "mise en œuvre du décret" fut bien conscient du besoin et se devait de proposer une méthode pour la mise en référence précise de chaque opération locale, partout sur la planète France. Il faut dire que les mouvements décelés en Polynésie ou encore sur l'archipel de la Loyauté, même si ces territoires ne sont pas directement concernés par la réglementation hexagonale, nécessitent une réponse méthodologique claire. En l'occurrence, il s'agit de passer, pour tout géomètre, d'un calcul issu des stations et éphémérides de IGS vers le repère de référence légal du territoire. La méthode est proposée par le groupe de travail dans un document pratique qui fait figure de recommandation, intrinsèquement évolutive. Il est intitulé "Utilisation

d'infrastructures géodésiques mondiales pour la réalisation nationale"⁹. Il répond à ce besoin et met en évidence pour chaque territoire la progression du "biais" de mise en référence constatés sur les stations de références. [...] Les causes peuvent être : la détermination initiale du repère de référence légal, l'incertitude de la vitesse de plaque et aussi l'incertitude des déterminations des stations de référence. La complexité des biais de mise en référence implique que les transformations soient recalculées régulièrement. Ce processus évolutif nécessite le calcul de solutions GNSS cumulées sur les stations permanentes de chaque entité territoriale. [...]

Ainsi donc la communauté géodésique, avec l'arrêté et la recommandation, dispose en main des deux cartes pour répondre à l'évolution, qu'elle soit séquentielle ou continue. Elles vont probablement être incontournables pour digérer géodésiquement la crise mahoraise dès 2019. ●

⁹ "Utilisation d'infrastructures géodésiques mondiales pour la réalisation nationale", Raphaël Legouge, Ingénieur hydrographe responsable du projet BathyElli au Shom, Brest, 2018 - <https://geodesie.ign.fr/content/fichiers/documentation/Infrastructures-GeodesiquesMondiales.pdf> XYZ158, mars 2019, pages 35-43.

Contact

Gilles CANAUD - Gilles.Canaud@ign.fr
IGN / Département de l'Information
Géodésique - CNIG/GeoPos/Groupe de
travail sur la mise en œuvre du décret.

ABSTRACT

Key words: terrestrial reference system, law, regulation, West Indies

Several regulations of the European INSPIRE directive aim to make all public "environmental" data within the EU interoperable by defining a framework for exchange, which requires the adoption of coherent reference systems. Furthermore, the recognition of the ITRS by the international scientific community, and the need to link local geodetic networks, as in the West Indies, to a global framework motivated the evolution of french regulations. You can find in this paper all the the stakes of the publication of the new decree.