

Genèse d'une norme internationale géodésique : l'ITRS et ses réalisations

■ Thierry GATTACCECA

L'ITRS (International Terrestrial Reference System) et ses réalisations (ITRF) sortent progressivement du domaine réservé des géodésiens, tant leur usage devient crucial au niveau mondial en science de la Terre, en navigation et en positionnement sur la surface de la Terre. L'émergence par exemple du PPP oblige les géomètres à s'intéresser davantage à ces socles primordiaux du positionnement moderne, et à regarder de plus près les relations entre les repères de référence nationaux et ces repères globaux. En complément des travaux de l'UN-GGIM (United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management) dans ce domaine, l'idée de publier une norme internationale sur l'ITRS, portée par la France, a abouti en ce début d'année. Cet article vous propose de voir l'envers du décor, et de mieux comprendre les mécanismes qui régissent les travaux de l'ISO.

MOTS-CLÉS

ITRS, repère de référence géodésique, ISO, normalisation, norme, AFNOR

Le Système international de référence terrestre (ITRS) est un système de référence spatial mondial tournant avec la Terre dans son mouvement diurne dans l'espace. Le Service international de la rotation terrestre et des systèmes de référence, en anglais *International Earth Rotation and Reference Systems Service* (IERS), en charge de fournir des références globales aux communautés astronomiques, géodésiques et géophysiques, supervise la réalisation de l'ITRS. Les réalisations de l'ITRS sont produites par le Centre de Produits IERS ITRS (ITRS-PC) sous le nom de *International Terrestrial Reference Frames* (ITRF). La première d'entre elles a été publiée au début des années 1990.

Les coordonnées ITRF sont obtenues par combinaison de solutions individuelles calculées par les centres d'analyse IERS en utilisant les observations des techniques de géodésie spatiale : GPS, VLBI, SLR, LLR et DORIS. Les centres d'analyse utilisent tous des réseaux de stations situées sur des sites couvrant toute la Terre. Pour plus de détails sur l'ITRS et ses réalisations, voir <http://itrf.ign.fr/>.

Récemment, l'ITRS a commencé à sortir du domaine réservé des spécialistes de la géodésie pour entrer dans

l'arène de l'ONU, dans le cadre des travaux de l'UN-GGIM (*United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management*). Ce comité d'experts a ainsi mis en avant l'importance scientifique et économique d'un cadre de référence géodésique global (GGRF, *Global Geodetic Reference Frame*) permettant de se positionner très précisément sur la Terre et d'en déterminer son évolution spatiale et temporelle... L'initiative GGRF de l'UN-GGIM vise en réalité à mettre en place des mécanismes de gouvernance pour assurer la pérennité à long terme de l'infrastructure géodésique nécessaire au GGRF. Cependant, le comité d'experts UN-GGIM a tout récemment approuvé l'adoption, par son sous-comité en géodésie, de l'ITRS/ITRF pour les applications géospatiales et de géodésie opérationnelle.

L'idée d'une norme sur l'ITRS est née en 2013 d'une proposition de Claude Boucher à l'AFNOR [l'Association française de normalisation, organisation française qui représente la France auprès de l'Organisation internationale de normalisation (ISO)], aussitôt prise en charge par la commission "Informations géographiques - Systèmes géodésiques".

Dès le début, le projet était décomposé

en trois phases : la première, jugée prioritaire, traite de l'ITRS ; les deux autres (encore à l'état de projet) sont relatives à l'identification universelle des stations géodésiques au sol d'une part, et au système de référence vertical mondial d'autre part.

Des réunions de travail à l'AFNOR permirent de rédiger un document qui pouvait être soumis à l'ISO (Organisation Internationale de Normalisation), seule capable de publier des normes internationales. Cette organisation, créée en 1947, est un organisme de normalisation international non-gouvernemental, composé de représentants d'organisations nationales de normalisation de 164 pays.

Il a fallu tout d'abord identifier le Comité Technique (parmi plus de 200) et le Groupe de Travail adéquats dans l'organisation labyrinthique de l'ISO, à savoir :

- Comité Technique TC 211, travaillant sur l'Information géographique et la Géomatique ;
- Groupe de travail n°4 (WG 4), chargé des Services de données géographiques.

Enfin, le choix de la forme du document a porté sur un Rapport Technique, intitulé "*Geographic Information — Geodetic references*".

L'objectif du rapport était d'enquêter sur les exigences liées aux références géodésiques du point de vue des utilisateurs, de lister les documents normatifs existants, et de proposer des sujets pour lesquels une norme serait envisageable.

La rédaction du rapport a duré un an, avec la contribution d'experts de l'IGN, du CNFGG, de l'IAG, de l'ICAO, du BIPM, de la DGAC... Le projet était porté par l'IGN, qui contribue depuis le commencement significativement aux réalisations ITRF à travers son équipe



de recherche en géodésie (au sein du LAREG, puis de l'équipe géodésie de l'IPGP à partir de janvier 2019), membre du Groupe de Recherche de Géodésie Spatiale.

Une première version a pu être présentée à la semaine plénière de l'ISO le 25 novembre 2014, à Shenzhen (Chine). Ces "grands messes" ont lieu deux fois par an, et sont les seules occasions de procéder à des votes concernant de nouveaux projets de norme.

Les normes ISO font en effet l'objet d'un processus d'élaboration complexe qui se déroule en plusieurs phases, ponctuées de votes d'approbation.

Parmi les propositions du Rapport Technique "Geographic Information – Geodetic references", il y avait la proposition future de l'ITRS comme sujet de normalisation possible – une telle proposition est appelée NWIP (*New Work Item Proposal*) dans le jargon de l'ISO.

Six mois supplémentaires ont ensuite été nécessaires pour finaliser le rapport technique. À cette date, le rapport technique a été approuvé par la plénière suivante du TC 211, à Southampton, en avril 2015. Une ébauche de NWIP a également pu être présentée.

À partir de là, l'équipe française a pu se consacrer à la rédaction du NWIP :

- la France présente sa candidature pour piloter la future norme sur l'ITRS (avec le soutien du CNFGG, Comité national français de géodésie et géophysique) ;
- durée prévue des travaux : 36 mois ;
- objectifs : créer une nouvelle norme fournissant les informations de base sur l'ITRS, tout spécialement sa définition, ses réalisations, et les moyens d'y accéder, en réutilisant les définitions adoptées par l'IUGG, l'IAG et l'IAU, en décrivant les différents types de réalisations (ITRF, WGS-84 ou ETRS89), ainsi que les bonnes pratiques pour mettre en place un repère de référence géodésique aligné sur un ITRF.

Le vote sur le NWIP numéroté 19161-1 a eu lieu en avril 2016, avec pour résultat 22 voix en faveur, et 15 abstentions

(signalons que lors des votes ISO, chaque pays membre dispose d'une voix).

À la suite de la nomination des experts par les pays membres (15 experts à l'origine ; et 22 à la fin du projet), les travaux sur la norme ISO 19161-1 ont pu débiter.

Il faut savoir que la norme, lorsqu'elle est publiée par l'ISO, ne fait pas mention des experts ayant contribué à sa rédaction. L'ISO hérite de l'entière propriété intellectuelle du document, et les experts ne peuvent se prévaloir de leur participation à ces travaux, à travers des publications scientifiques par exemple. Nous pouvons cependant citer ici les personnes ayant le plus contribué à ces travaux : Claude Boucher (le chef de projet, France), Zuheir Altamimi (France) Michael Craymer (Canada), Roger Lott (Royaume-Uni), Mark Greaves (Royaume-Uni), Larry Hothem (USA), Kevin Kelly (USA), Flemming Nissen (Danemark), sans oublier le rédacteur de cet article (secrétaire du projet, France).

Les réunions de travail se sont déroulées en audioconférence, avec les outils mis à disposition par le Secrétariat Général de l'ISO (basé à Genève). Elles ont permis la rédaction de la norme par étapes (*Working Draft WD*, puis *Committe Draft CD*).

Les avancées – et les difficultés – ont été présentées aux semaines plénières de l'ISO à Tromsø (Norvège), Redlands (USA), Stockholm (Suède), Copenhague (Danemark).

Finalement, le *Committee Draft* définitif a pu être soumis au vote en septembre 2018, avec 25 voix en faveur, et 11 abstentions. Ces votes sont assortis de commentaires éditoriaux ou techniques devant obligatoirement être pris en compte par un Comité Éditorial, formé peu ou prou des mêmes experts que le groupe de travail.

Le Comité éditorial a travaillé entre novembre 2018 et novembre 2019, traitant les 130 commentaires émis au moment du vote (dont 106 purement éditoriaux), et créant le *Draft International Standard* (DIS), soumis... à un nouveau vote (juin 2019) !

Avec 24 voix pour, et 16 abstentions, et aucun commentaire technique, la voie était libre pour la publication rapide de la norme, dont la version française fut validée par Zuheir Altamimi.

Le document DIS final fut présenté en novembre 2019 au secrétariat de l'ISO, approuvé en décembre 2019, et publié le 24 janvier 2020.

Depuis cette date, la norme peut être achetée sur <https://www.iso.org/fr/standard/70655.html> au prix de 88 CHF.

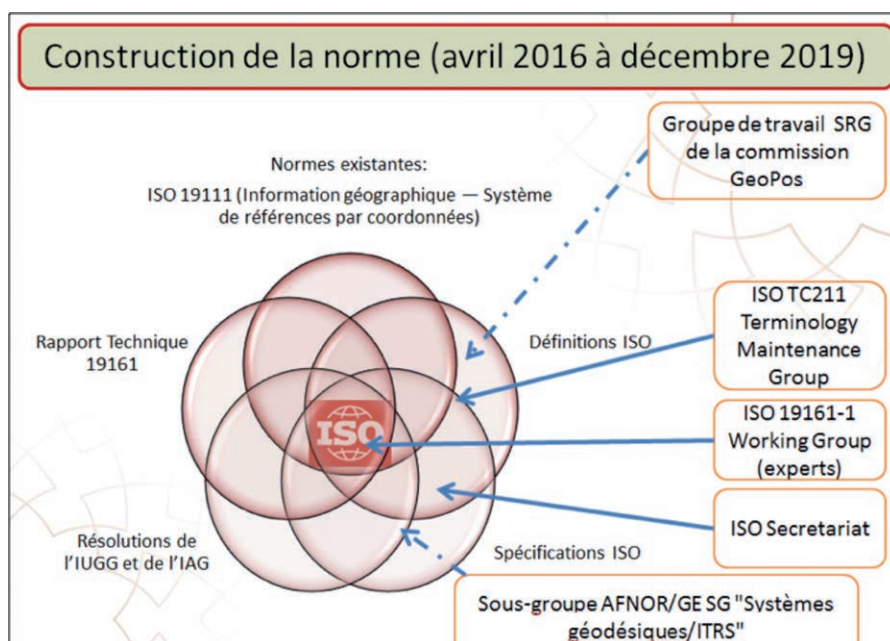


Figure 1. Construction de la norme



Normes À propos de l'ISO Actualités Participer Store

ICS > 07 > 07.040

ISO 19161-1:2020

Information géographique — Références géodésiques — Partie 1: Système international de référence terrestre (ITRS)

INDISPONIBLE EN FRANÇAIS

RÉSUMÉ [PREVIEW](#)

This document provides the basic information and the requirements related to the International Terrestrial Reference System (ITRS), its definition, its realizations and how to access and use these realizations.

This document:

- describes ITRS following the definitions and terminology adopted by the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), the International Association of Geodesy (IAG) and the International Astronomical Union (IAU);
- describes different categories of ITRS realizations: its primary realization, labelled the International Terrestrial Reference Frame (ITRF), other existing realizations of reference systems that are mathematically derived from the ITRS, and realizations that are aligned to the ITRF, such as GNSS-specific reference frames;
- categorizes procedures for realizing the ITRS.

ACHETER CETTE NORME

FORMAT	LANGUE
<input checked="" type="checkbox"/> PDF	Anglais
<input type="checkbox"/> PAPIER	Anglais

CHF **88** [ACHETER](#)

Figure 2. La norme telle que présentée sur le site Internet de l'ISO

Car l'ISO veille jalousement sur la propriété intellectuelle de ses documents : tout au long du processus, les experts s'engagent à ne pas diffuser leurs travaux en dehors du groupe de travail et des organisations de liaison participantes. Même leur exemplaire personnel de la norme, généreusement octroyé par l'ISO au moment de la publication, porte des mentions dissuasives en filigrane et dans l'entête : "Licence pour utilisateur unique exclusivement, diffusion et mise en réseau interdites".

Il y a tout de même une exception à ces restrictions : l'introduction, le périmètre et les définitions de la norme sont librement accessibles sur le site de l'ISO.

Comme il est impossible dans cet article de présenter le contenu détaillé de la norme, nous nous bornerons à résumer la partie traitant de "conformité".

La norme distingue entre réalisations primaires de l'ITRS (à savoir les ITRF), et réalisations secondaires. Laissant la responsabilité des ITRF à l'IERS, elle se contente de fournir les méthodes pour s'assurer de la conformité des réalisations secondaires. Elle explique comment vérifier qu'un repère de

référence géodésique est "conforme" (au sens de la norme) avec une autre réalisation déjà "certifiée" de l'ITRS (primaire ou secondaire).

Démontrer la conformité revient à prouver l'alignement (c'est le concept-clé) de la nouvelle réalisation sur une réalisation déjà conforme à la norme.

Pour cela, un certain nombre d'exigences doivent être respectées et vérifiées, afin de garantir l'alignement correct de la réalisation secondaire sur une autre réalisation déjà approuvée. Ce contrôle passe par la détermination de paramètres de transformation.

D'autres exigences s'appliquent pour la détermination des vitesses des points (2,5 années d'observation minimum), et la documentation à fournir. Les annexes présentent les différentes méthodes de positionnement susceptibles de permettre de produire une réalisation de l'ITRS conforme :

- **Annexe A (normative)** : Méthodes de détermination des positions dans une réalisation de l'ITRS ;
- **Annexe B (informative)** : Description de l'ITRS (selon les conventions de l'IERS) et de l'ITRF ;
- **Annexe C (informative)** : Repères de référence principaux alignés sur les

réalisations de l'ITRS primaires et secondaires.

L'annexe A décrit 3 méthodes : positionnement différentiel (2 classes : observations différentielles GNSS et mesures terrestres des distances et des angles), positionnement absolu (PPP), transformations. La propagation des coordonnées est également décrite (changement d'époque).

Notons que 2019 a été une année faste pour la normalisation en géodésie, puisqu'elle a vu la publication de la nouvelle version de la norme ISO 19111 permettant de prendre en compte les repères de référence cinématiques, l'achèvement des travaux pour la norme ISO 19161-1 sur l'ITRS, et la mise en ligne, à la disposition du grand public, du registre géodésique de l'ISO... Mais ceci est déjà une autre histoire ! ●

Contact

Thierry GATTACCECA

Thierry.Gattacceca@ign.fr

Département Information Géodésique
Service de Géodésie et de Métrologie
Institut national de l'information géographique et forestière

ABSTRACT

The ITRS (International Terrestrial Reference System) and its realizations (ITRF) are gradually moving out of the domain reserved for geodesists, as their use is becoming crucial at the global level in Earth science, navigation and positioning on the Earth's surface. The rise of the PPP is forcing surveyors to take a greater interest in these essential bases of modern positioning, and to look at the relationships between national geodetic reference frames and the global ones. In addition to the work of UN-GGIM in this field, the idea of publishing an international standard on ITRS, sponsored by France, came to fruition at the start of the year. This article invites you to look behind the scenes, and understand better the mechanisms that govern the work of ISO.