

Comité National Français de Géodésie et Géophysique

Commission sur les Infrastructures Géodésiques (CIG)

Rapport sur la contribution française aux infrastructures géodésiques.

Rapport publié sous la direction de Claude Boucher

Ce rapport est consacré aux infrastructures géodésiques, leur définition, les enjeux associés et les actions d'accompagnement nécessaires tant au niveau national qu'europpéen ou international. Il a été rédigé dans le cadre de la commission ad hoc du Comité National Français de Géodésie et Géophysique. Sa rédaction a bénéficié de multiples contributions précisées en annexe (III-1).

Ce rapport a par ailleurs utilisé divers documents, dont certains sont reproduits dans la partie II. On notera en particulier le document de synthèse élaboré à la suite de la Journée organisée par le Bureau des longitudes avec le concours du CNES, salle de l'Espace le 7 juin 2019.

De plus une liste de références est donnée en III-2.

Partie I Rapport de synthèse

1. Introduction : contexte et enjeux

Un aspect important et typique de la géodésie est qu'elle présente résolument plusieurs facettes, ce qui implique que la communauté correspondante n'est ni totalement homogène, ni unifiée, ni visible clairement de l'extérieur. Déjà le nom lui-même n'évoque pas toujours grand' chose auprès du grand public.

On peut néanmoins retenir trois éclairages principaux :

- La vision astronomique : liens avec l'astronomie, notamment l'astronomie fondamentale et la mécanique céleste
- La vision géophysique : liens avec la géophysique au sens général (Terre solide, météorologie, océan...)
- La vision technologique : liens avec l'information géographique, topographie, cartographie, cadastre, hydrographie, navigation, métrologie industrielle...

De plus, la géodésie élabore ou utilise un ensemble d'infrastructures, de produits et services utilisés ou utilisables par de multiples applications scientifiques ou techniques. C'est ce que nous désignons ici sous le terme d'**infrastructures géodésiques**

2. Définition des infrastructures et périmètre du domaine étudié

Le rapport renvoie spécifiquement à l'ouvrage du Bureau des longitudes «Observer la Terre » publié chez Hermann (2009) (référéncé ci-après par OT)

Le concept de référence est celui de système d'observation et ses composants :

- Capteurs
- Transmission de données
- Centre de données
- Processus de traitement
- Produits
- Communautés d'utilisateurs

De plus il est important d'attirer d'emblée l'attention sur la multiplicité de ces composants et de leurs interconnexions, en mentionnant spécifiquement :

- Les réseaux sol , mis en place ou exploités par les multiples acteurs, avec des objectifs divers
- Les observatoires spécifiquement liés à la géodésie
- Les missions spatiales, scientifiques ou opérationnelles utilisables en géodésie
- Les organisations nationales (ex RGP, RESIF), européennes (ex EPOS, EUREF), ou internationales (ex IGS, GGOS)
- Les exigences d'interopérabilité, le développement de portails et d'observatoires virtuels

Dans ce rapport, nous définirons les infrastructures géodésiques comme l'ensemble des équipements et systèmes numériques nécessaires aux activités de géodésie.

3. Inventaire des systèmes d'observation liés à la géodésie

Dans ce paragraphe figure une liste aussi complète que possible de ces systèmes d'observation :

- Systèmes spatiaux
 - Systèmes géométriques
 - VLBI
 - Télémétrie laser
 - GNSS
 - DORIS
 - Multi-techniques type GRASP
 - Missions liées au champ de pesanteur (CHAMP, GRACE, GOCE...)
 - Autres systèmes
 - Satellites altimétriques
 - Imagerie optique
 - Imagerie radar et InSar
 - Missions Temps/Fréquence (T2L2, ACES...)
- Systèmes aéroportés, drones
- Systèmes terrestres
 - Levés terrestres (triangulation, trilatération, polygonation, levés inertiels...)
 - Nivellement
 - Gravimétrie (relative, absolue, supraconductrice, atomiques..)
 - Temps/Fréquence
- Systèmes en milieu marin
 - Systèmes côtiers (marégraphie ...)
 - Systèmes de surface
 - Systèmes en profondeur et fond de mer

Un catalogue de ces systèmes donnant définitions, descriptions et références serait utile à rédiger, s'appuyant notamment sur l'ouvrage OT.

4. Etat actuel de la contribution française

Figure ici une liste des contributions françaises identifiées aux infrastructures géodésiques.

1. Capteurs

- Mesures laser à l'OCA
- DORIS
- Horloges et gravimètres atomiques

2. Réseaux

- Réseau DORIS
- Stations laser de Grasse
- Stations permanentes GNSS (RGP, RENAG, REGINA...)
- Stations marégraphiques (RONIM, ROSAME...)

3. Centres d'archivage

- Centre de données IGS
- Centre de données IDS
- BGI
- SONEL

4. Centres de traitement

- Centre d'analyse IGS de CLS
- Centre d'analyse DORIS (IGN)
- Centre d'analyse DORIS (CNES/CLS)
- Centre de combinaison DORIS (CLS)

5. Centres de produits

- Centre de produits Rotation de la Terre de l'IERS
- Centre de produit ITRF de l'IERS

5. Examen critique et recommandations

Ce paragraphe résume les recommandations extraites de publication récentes du Bureau des longitudes, ainsi que de la Journée scientifique que ce dernier a organisée en 2019.

- **GNSS**

Recommandation BDL :

« Les techniques GNSS jouent un rôle crucial par leur précision et pour l'accès au géo-positionnement. La participation française à Galileo est sur ce point à saluer,

tout comme le projet REGINA du CNES en coopération avec l'IGN. Enfin, si actuellement GNSS via GPS ne contribue pas à l'échelle du repère terrestre par manque d'exactitude, l'utilisation de Galileo, mieux étalonné, pourrait changer cette situation. Dans ce cas l'utilisation de tirs SLR sur les satellites Galileo serait appréciable. »

Recommandations de la présentation de M Mandeau, F Perosanz et A Pollet:

- Maintenir au minimum la constellation GPS-Galileo
- Développer des liens inter-satellite sur Galileo
- Améliorer les informations auxiliaires des satellites (attitudes, antennes satellites...)
- Embarquement de récepteurs GNSS sur LEO
- Participation à l'IGS

- **DORIS**

Recommandation BDL :

« Par ailleurs, il faut souligner l'importance prise par DORIS et à cette occasion remercier le CNES pour cette contribution originale, et souhaiter sa pérennité, ainsi que tout effort pour l'amélioration des performances, en vue notamment de la contribution à la détermination de l'origine et l'échelle du repère terrestre. »

- **Tahiti**

Recommandation BDL :

« La proposition d'Observatoire géodésique à Tahiti répond ... parfaitement aux besoins de développement des sites de colocation et d'utilisation des investissements des diverses techniques : station SLR automatique, accord CNES-NASA pour le VLBI, station GNSS REGINA et station DORIS. Elle illustre également l'usage de territoire français dans l'hémisphère sud. De plus, elle correspond à la réalisation d'un Observatoire géodésique fondamental, qui offre une capacité d'hébergement d'autres instruments, tels que des gravimètres à atomes froids, ou des horloges atomiques, techniques d'excellence d'équipes françaises, voire d'autres instruments géophysiques. Le Bureau note à ce sujet les développements prometteurs de la géodésie chronométrique relativiste. Enfin, cet observatoire pourrait faire l'objet d'un appel à la coopération internationale. »

Recommandations de la présentation de N Dimarcq :

- Consolidation du projet d'Observatoire géodésique fondamental de Tahiti (OGFT)
 - Nouveau chef de projet
 - Montage financier
 - Rôle de l'ESA
 - Accord CNES-NASA
- Présentation de l'OGFT comme observatoire pouvant accueillir également divers systèmes d'observation astronomiques, géophysiques ou autres

- **VLBI**

Recommandation BDL :

« ... il s'avère que, pour de multiples raisons, la France ne dispose pas en propre de la technologie VLBI à usage astro-géodésique, alors qu'elle l'a développé dans le domaine millimétrique. Le partenariat en discussion entre le CNES et la NASA est alors crucial dans ces circonstances. »

- **SLR**

Recommandation BDL :

« La proposition GRGS de station automatique SLR répond très exactement à deux des recommandations émises, à savoir la possibilité d'établissement de nouvelles stations, notamment dans l'hémisphère sud, et la calibration de Galileo. Elle soulève à ce stade les questions suivantes :

- a. Une stratégie industrielle dans ce domaine, possibilités d'exportation ou de partenariat en Europe*
- b. Utilisation stratégique des territoires d'outremer »*

Recommandations de la présentation de C Courde :

- Développement d'une station laser automatique
- Amélioration des performances de la technique par diverses approches (IR, bi-fréquence, multiphoton utilisant des liaisons laser télécom...)

- **Gouvernance**

Recommandation BDL :

« La réalisation de ces infrastructures est assurée par les contributions volontaires de laboratoires de recherche et d'organismes de divers pays, et appartenant de fait à trois grandes communautés : scientifique (géosciences et astronomie), spatiale et information géographique. Il existe de multiples organisations internationales qui assurent des cadres coopératifs partiels (UGGI, UAI, CEOS, COSPAR, GGIM ...). Il reste en revanche à établir une gouvernance unique qui coordonnerait (ou remplacerait dans certains cas) l'ensemble de ces initiatives, et devrait être de type intergouvernemental afin de donner une garantie durable aux ressources, de favoriser les synergies, d'éviter les duplications et d'identifier des faiblesses et de les corriger.

.....

Enfin, le cadre nécessaire d'une gouvernance inter-gouvernementale doit être étudié plus en détail, en identifiant notamment le rôle que la France pourrait y jouer. A cet effet, le Bureau suggère la création d'un groupe de travail interministériel sur les infrastructures géodésiques qui rassemblerait des représentants des départements ministériels concernés (recherche, écologie, affaires étrangères, défense ...) et d'organismes français tels que CNES, IGN, INSU. Outre la question de gouvernance, il coordonnerait la contribution française aux infrastructures géodésiques. Il reste à définir le processus de formation d'un tel groupe, auquel le Bureau est prêt à contribuer. »

6. Conclusions

Un certain nombre d'actions se déduisent du document, qu'il faudra prendre en compte dans un cadre adapté.

Sans viser l'exhaustivité, les actions suivantes sont à mentionner à ce stade :

A1 : établir et mettre à jour le catalogue des infrastructures géodésiques

A2 : établir et mettre à jour l'inventaire des contributions françaises à ces infrastructures

A3 : élaborer une stratégie nationale de participation aux organisations internationales (dont européennes), incluant en particulier des actions pour créer ou améliorer des organisations internationales adéquates

A4 : développer les mécanismes d'aide à la réalisation de projets spécifiques, tels que l'observatoire géodésique fondamental de Tahiti