**Note sur l’évolution de l’Observatoire Géodésique Fondamental de Tahiti**

L’évolution du climat est devenue un sujet de préoccupation majeur des opinions publiques et des gouvernements. Cette prise de conscience a été reflétée par la conférence COP21 tenue à Paris en 2015 et les conférences COP22 et COP23 qui l’ont suivie.

La modélisation du climat est assise sur trois piliers fondamentaux :

* L’observation de l’évolution des gaz à effet de serre, dont le gaz initiateur est le CO2 anthropique, et dont le gaz amplificateur est la vapeur d’eau ;
* L’observation de l’évolution de la répartition des masses à la surface de la Terre ;
* L’observation de la montée des eaux des océans.

**L’Observatoire Géodésique de Tahiti (OGT)**, situé sur le campus de l’Université de la Polynésie française (UPF), s’intéresse au suivi des deux derniers points, par des techniques relevant de la géodésie spatiale.

L’OGT, **qui a été fondé en 1997**, dans le cadre d’un accord tripartite CNES-NASA-UPF, fait partie d’un réseau d’une vingtaine d’Observatoires Géodésiques répartis dans tous les pays du globe (Europe, USA, Argentine, Chine, Russie, ..). Ce réseau d’observatoire géodésique est hautement structuré, et fourni en temps réel des données normalisées à plusieurs services internationaux, dont les principaux sont :

* L’ILRS (Int. Laser Ranging Service) ;
* L’IGS (Int. Global navigation satellite system Service) ;
* Le PMSL (Permanent Mean Sea Level Service).

L’OGT maintient, au jour de l’écriture de ces lignes, **vingt instruments**, dont :

* Une station laser MOBLAS-8 de la NASA installée en 1997 sur site UPF ;
* Divers récepteurs radiofréquences de GNSS de précision (GPS/GLONASS/GALILEO/BEIDOU/COSMIC2) sur Tahiti ;
* Un gravimètre GPhone sur le site CEA de Pamatai ;
* Cinq marégraphes géodésiques avec altimètre radar et récepteur GNSS sur les différents archipels de la Polynésie française.

Une présentation détaillée des objectifs scientifiques de ce réseau d’Observatoires Géodésiques peut être trouvé sur le site : [www.ggos.org](http://www.ggos.org) (Global Geodetic Observing System), et en particulier la détermination de l’ITRF (Int. Terrestrial Reference Frame). Des objectifs clairs et précis, ainsi que la normalisation des mesures, ont été définis lors de divers congrès de l’Association Internationale de Géodésie ([www.iag-aig.org/](http://www.iag-aig.org/)) et remontent à la création de l’Union Internationale de Géodésie et de Géophysique en 1919 ([www.iugg.org](http://www.iugg.org)). La France maintient deux de ces observatoires : l’un sur le plateau de Calern, près de la ville de Grasses, sous la houlette de l’Observatoire de la Côte d’Azur, l’autre étant l’OGT. Le rapport d’expertise de l’OGT (techniquement une fédération de recherche FED) mené en 2016 par l’HCERES a reconnu la qualité et le professionnalisme de l’équipe en place et a recommandé la poursuite des observations. L’OGT a également été labellisé « Site Instrumenté » de l’INSU en 2015. L’importance de ces observations géodésiques globales vient d’être réaffirmée par la création en août 2017, au sein de l’ONU d’un sous-comité « Géodésie ». La citation suivante est extraite du site officiel de l’ONU : « The creation of this subcommittee in the United Nations System, the first for UN-GGIM, sends a very clear message to Member States, and other global geodetic entities, that enhancement of geodetic reference frames should be a long term strategic priority for governments, says Gary Johnston, co-chair of the UN-GGIM Subcommittee on Geodesy ».

Au niveau français, le maintien en condition opérationnelle des deux observatoires nationaux a fait l’objet d’une question écrite de l’Assemblée Nationale au Gouvernement (Question N°2719 du 07/11/2017, réponse du 30/01/2018, Journal Officiel), qui a réaffirmé son intérêt vis-à-vis de cette problématique.

Le réseau des cinq marégraphes géodésiques de l’OGT (Tahiti-Vairao, Gambier-Mangareva, Tuamotu-Rangiroa, Tuamotu-Makemo, Australes-Tubuai) permet de suivre l’évolution du niveau de la mer dans la zone sud du Pacifique correspondant à la Polynésie française, soit 5 000 000 de km2. Il participe également à la protection des populations, à travers la contrainte qu’il apporte aux modèles de propagation de tsunamis dans cette zone (rapport N° 488-2007 de l’Assemblée Nationale, rapport N° 117-2007 du Sénat). Trois de ces marégraphes (îles de Rangiroa, Makemo et Tubuai) viennent d’être retenus en juillet 2017 pour intégrer le programme mondial d'observation du niveau de la mer (Global Sea Level Observing System - GLOSS) de la Commission Océanographique Intergouvernementale (IOC) de l'UNESCO (http://ioc-unesco.org/).

Les deux observatoires français doivent être maintenus et leurs capacités alignées sur l’état de l’art, afin qu’ils continuent à être des piliers de ce réseau d’observatoires géodésiques fondamentaux. En particulier, la structure de la station laser MOBLAS-8 à Tahiti est vieillissante et atteinte par l’humidité tropicale. D’autre part, vu l’emplacement unique isolé de Tahiti dans le Pacifique Sud, l’installation d’une antenne VLBI (Very Long Base Interferometry) apporterait un énorme plus au réseau global des observatoires fondamentaux, en permettant une meilleure définition du lien entre le référentiel terrestre (ITRF) et le référentiel stellaire (ICRF). Cette antenne, d’un diamètre de 13 mètres, ne peut être installée sur le site existant du campus d’Outumaoro, du fait de son exiguïté et de sa trop grande proximité avec la connexion urbaine de Papeete (propreté électromagnétique).

La communauté scientifique française en Géodésie Spatiale est structurée autour du Groupe de Recherches en Géodésie Spatiale (GRGS, <http://grgs.obs-mip.fr/>) et autour du Bureau des longitudes (BDL, <https://www.bureau-des-longitudes.fr/>), qui est en charge du suivi de ce dossier au niveau national pour les équipes concernées. Le président du Bureau des Longitudes, *M. Claude Boucher*, mène actuellement une forte action de contacts et de discussions au niveau de plusieurs ministères compte tenu de leur implication potentielle : le ministère de l’Enseignement supérieur et de la Recherche, le ministère de l’Ecologie (niveau des mers, fonte des calottes glaciaires, changement climatique....), le ministère des Affaires Etrangères (présence française dans l’hémisphère Sud- océan Pacifique et océan Indien, coopération avec les Etats-Unis), et le ministère de La Défense (en liaison avec le point précédent, le CEA, etc, ...).

Le Directeur de l’Observatoire de la Côte d’Azur, *M. Thierry Lanz*, s’est très clairement engagé tant pour maintenir l’activité géodésique fondamentale au plateau de Calern sur le très long terme, ainsi qu’à développer une station laser mobile automatique de nouvelle génération dont un exemplaire serait déployé à Tahiti en remplacement de la station existante.

La NASA s’est d’autre part engagée à fournir l’antenne VLBI et son électronique de mesure. Une mission d’évaluation conjointe NASA-CNES-IGN a eu lieu mi-2017, avec rapport au GRGS, sur le site dit de la Papenoo, sur la côte Est de Tahiti. Ce site est maintenu par la société Tahiti Nui Satellite (TNS), filiale de l’Office des Postes et Télécommunications de Polynésie française (OPT). Ce site sécurisé héberge déjà les antennes de communication par satellite de l’île de Tahiti, ainsi que la station de pilotage GALILEO de l’ESA. Cette mission a été conduite par *M. Richard Biancale*, du CNES, sous mandat du GRGS, et a conclu à l’adéquation du site avec les exigences des mesures VLBI.

**L’idée de base est maintenant de transférer les équipements en place sur le site actuel de l’OGT à Outumaoro vers le nouveau site géré par TNS sur les hauts de la vallée de la Papenoo, à l’horizon 2020-2021. Il faut pour cela :**

1. **Financer l’infrastructure :** La structure superficielle des sols de Tahiti, essentiellement des altérites de basaltes sur plusieurs mètres, nécessite des piliers et assises profonds, donc coûteux. Il y a aussi nécessité d’un bâtiment technique pour héberger l’électronique ancillaire des instruments et servir de lieu de vie. Cet aspect, au terme des discussions avec la NASA, serait entièrement pris en charge par la France. A noter que le régime fiscal de la Polynésie française, séparé de celui de la métropole, inclut les matériels scientifiques dans le champ d’application de la TVA locale (16 %). Pour l’antenne VLBI NASA, évaluée à 1,5M€, cela implique de payer des droits d’importation à hauteur de 240 K€. La station laser de nouvelle génération développée à l’Observatoire de la Côte d’Azur serait frappée par la même taxe, du fait du statut fiscal séparé.
2. **Assurer de manière pérenne les frais de fonctionnement :** Au jour d’aujourd’hui, environ 2/3 du financement récurrent (aux alentours de 400 K€/an) est assuré par l’UPF, essentiellement à travers deux techniciens ITRF et un poste de professeur des universités, ainsi qu’à travers un soutien logistique et financier. Le CNES intervient pour sa part par une participation aux frais de fonctionnement et le salaire d’un technicien en CDD. La NASA assure gracieusement l’échange et la fourniture des pièces (coûteuses) en cas de panne ou d’évolution technologique, ainsi que des visites de contrôle tous les deux ans. A noter que ces pièces sont frappées par la TVA d’importation. Le maintien en condition opérationnelle des marégraphes est assuré par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, sur des financements ponctuels.
3. **Assurer la disponibilité en temps réel des données :** Cela vaut en particulier pour les marégraphes déployés sur les archipels (éloignement) et le VLBI (importante bande passante). A noter que le réseau de marégraphes de l’OGT va bénéficier d’une jouvence assurée par un financement Etat-Pays.
4. **Assurer le recouvrement des observations** des deux sites de Outumaoro et de la Papenoo pendant un temps suffisant (environ deux ans) pour assurer la continuité des séries acquises depuis 1997 sur le site actuel.
5. **Assurer la visibilité de l’OGT** par un portail ou sub-portail internet permettant un accès simplifié à l’ensemble des données acquises – et qui sont publiques –, pour toute personne intéressée. Cette action est en cours grâce au financement Etat-Pays précité.

Nous pouvons dire, à l’heure de l’écriture de ces lignes, que les aspects techniques de la migration de site sont maîtrisés et validés. **Il reste par contre à affiner et préciser les points suivants :**

1. **Porteur de projet** : Le porteur de projet naturel est l’Observatoire de la Côte d’Azur, à travers le laboratoire GEOAZUR (point de contact *M. Pierre Exertier*), avec l’appui de l’ensemble de la communauté française associée à travers le GRGS et le BDL. La structure actuelle de l’OGT, trop petite et trop isolée, ne permet pas de mener à bien un tel projet sans la mise en avant d’une équipe métropolitaine proche des centres de décision ;
2. **Financement de l’infrastructure :** Ce financement devrait faire l’objet d’une demande dans le cadre du Plan d’Investissement d’Avenir (PIA3). Suivant les options choisies et le matériel déployé sur le site de la Papenoo, le prix total sera compris entre 5 et 7 M€ ;
3. **Régime fiscal de la construction et de l’importation des matériels :** Il sera nécessaire de demander aux autorités de la Polynésie française, une exemption totale ou partielle des frais de douanes et de TVA, non seulement pour la mise en place, mais aussi pour le maintien en condition opérationnelle ;
4. **Fonctionnement et personnel :** L’acquisition des données sera automatisée au maximum de ce que permet l’état de l’art. Il n’en reste pas moins qu’une supervision humaine sera nécessaire, et il est donc impératif de chiffrer celle-ci au mieux. L’option de faire systématiquement appel à des personnels métropolitains au cas-par-cas semble peu raisonnable du point de vue de l’éloignement et des délais, et l’option de sous-traiter auprès de TNS semble aussi peu adaptée, du fait du caractère très spécifique des instruments, loin des matériels à vocation commerciale. Le nouvel OGT, comme l’ancien, ayant par nature une vocation internationale et nationale, il est naturel que l’essentiel des frais de fonctionnement et de personnel soient fournis par des organismes à vocation nationale, tels l’INSU et le CNES, et pas par l’UPF. Il ne faut pas non plus oublier que si la localisation du nouvel OGT est optimale d’un point de vie scientifique, elle est loin d’être optimale d’un point de vue accessibilité, à l’opposé du campus actuel d’Outumaoro, avec une traversée obligée de la connexion urbaine de Papeete, très engorgée. Il est aussi nécessaire, ainsi que déjà souligné, d’obtenir un loyer raisonnable ou une exemption de loyer auprès du gestionnaire du terrain de la Papenoo. Les niveaux de loyer demandés par TNS relèvent d’activités commerciales, et ne sont pas tenables sur le long terme pour des organismes de recherche. L’UPF ne facture pas à ce jour à la NASA ou au CNES un tel loyer ;
5. **Retombées locales :** Le nouvel OGT ne recevra l’appui des autorités de la Polynésie française, (à bien distinguer des autorités de l’Etat, car la Polynésie française est un territoire d’outre-mer autonome), et donc ne bénéficiera des exemptions de TVA/frais de douanes/ loyers modérés, et aussi ne recevra d’appui de l’UPF, que si l’intérêt pour les populations locales et l’éducation est démontré. Cela passe, outre une vulgarisation plus poussée, par le maintien, au sein de la structure, du réseau marégraphique actuel (le niveau des mers est un sujet très sensible en Polynésie, ainsi que l’aspect tsunami), et par une recherche active et de niveau international menée localement autour des données acquises, telle qu’elle est mise en œuvre par l’OGT « actuel » (suivi des variations du taux de vapeur d’eau - gaz amplificateur de l’effet de serre - par techniques GNSS) depuis une dizaine d’année. La réalisation de l’ITRF lui-même ne peut être menée à bien que par rapport à l’ensemble du réseau mondial des observatoires géodésiques, et avec des moyens lourds de calcul que seules les agences spatiales nationales peuvent déployer.

Rédacteur du document : Pr Jean-Pierre Barriot, jean-pierre.barriot@upf.pf, le 13 mars 2018

Directeur de l’Observatoire Géodésique de Tahiti