



Colloque du G2

22-24 novembre 2021, Paris



Observatoire de Paris



Observatoire de Meudon



ITRF2020: Etat d'avancement et des résultats préliminaires

Zuheir Altamimi * ^{1,2}

¹ Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP) – Institut national des sciences de l'Univers, IPG PARIS, Université Paris Diderot - Paris 7 : UMR7154, Université de la Réunion, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7154, IGN, Institut national des sciences de l'Univers – France

² Institut National de l'Information Géographique et Forestière [IGN] (IGN) – IGN – France

L'ITRF2020 est prévu d'être fourni sous la forme d'un repère de référence augmenté de sorte qu'en plus des positions et des vitesses des stations, des fonctions paramétriques pour à la fois la déformation post-sismique (PSD) et les signaux périodiques (exprimés dans le repère centre des masses SLR) seront également livrés aux utilisateurs.

La présentation rappelle les principales caractéristiques de l'analyse des données, l'état d'avancement et montre des résultats préliminaires. On se concentrera sur les paramètres d'origine et d'échelle du

repère, le niveau de cohérence des techniques concernant les mouvements de stations non linéaires sur les sites de colocation, ainsi que certains indicateurs de performance de l'ITRF2020.

*Intervenant

Variations de la durée du jour et coefficients d'admittance aux marées zonales

Christian Bizouard * ¹

¹ SYRTE – Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université – France

Christian Bizouard

*Intervenant

Vers un Observatoire Géodésique Fondamental à Tahiti.

Felix Perosanz * 1,2

¹ CNES/GRGS – CNES – 18 avenue edouard belin 31400 Toulouse, France

² Géosciences Environnement Toulouse (GET) – Institut de Recherche pour le Développement,
Université Paul Sabatier - Toulouse 3, Observatoire Midi-Pyrénées, Centre National de la Recherche
Scientifique : UMR5563 – Observatoire Midi-Pyrénées 14 Avenue Edouard Belin 31400 Toulouse, France

En 2021, le projet de réalisation d'un Observatoire Géodésique Fondamental en Polynésie Française a été relancé. Un chef de projet a été nommé ainsi qu'un comité de pilotage constitué de représentants de l'ensemble des organismes partie prenante dans ce projet national. Cette présentation rappellera les enjeux scientifiques, technologiques et stratégiques du projet et en fera un état.

*Intervenant

Variations interannuelles de la longueur du jour et dynamique du noyau fluide

Séverine Rosat * ¹, Nicolas Gillet ²

¹ Institut Terre et Environnement de Strasbourg – CNRS, Université de Strasbourg – France

² ISTerre – Université Grenoble Alpes, Université Savoie Mont Blanc, CNRS, IRD, IFSTTAR, ISTerre, 38000 Grenoble, France – France

La rotation de la Terre n’est pas uniforme mais présente des variations dues principalement aux forçages externes des marées astronomiques et à la dynamique des masses fluides superficielles (atmosphère, océans, hydrologie). La présence d’un noyau fluide ellipsoïdale perturbe également la rotation terrestre. L’axe de rotation subit une oscillation quasi-diurne vue dans un repère terrestre, ou une nutation rétrograde à 430 jours vue dans le système céleste. La vitesse de rotation axiale associée à la variation de la longueur du jour (LOD) est aussi affectée par la présence du noyau fluide. Aux périodes décennales, un échange de moment cinétique entre le manteau et le noyau fluide explique bien les fluctuations de LOD. Aux alentours de 6 ans, une oscillation persistante est également visible dans les données de LOD. Les modèles d’écoulements reconstruits à la surface du noyau à partir des observations des variations séculaires du champ magnétique expliquent assez bien les variations à 6 ans de LOD. D’autres périodicités sont également mises en avant avec une contribution des masses d’eau continentales et de l’atmosphère.

*Intervenant

La rencontre proche de l'astéroïde (99942) Apophis le 13 avril 2029 : une rotation perturbée !

Jean Souchay * ^{1,2}

¹ Observatoire de Paris (OBSPM) – Observatoire de Paris – France

² SYRTE, Observatoire de Paris – CNAP – France

Le vendredi 13 (!!!) Avril 2029 sera l'occasion d'assister à un évènement exceptionnel : le passage au voisinage de la Terre de l'astéroïde (99942) Apophis, à une distance d'environ 40 000 kilomètres. Depuis sa découverte à l'observatoire de Kitt Peak en 2004, différents travaux ont conduit à une meilleure connaissance des caractéristiques balistiques, physiques, et rotationnelles de l'objet, ce qui permet de contraindre relativement bien les conditions de la rencontre proche. Après avoir établi un bilan de ces avancées, on montrera les résultats concernant les changements d'orientation de l'axe de rotation de l'astéroïde dûs à l'influence du champ gravitationnel de la Terre.

*Intervenant

GASTON project: Searching for Dark Matter using the Galileo Satellites

Bruno Bertrand ^{*} ¹, Pacôme Delva ², Aurelien Hees ³, Peter Wolf ⁴, Pascale Defraigne ¹, Alexandra Sheremet ⁵, Julien Chabé ⁶, Clément Courde ⁷,
Javier Ventura-Traveset ⁸, Luis Mendes ⁹, Florian Dilssner ¹⁰, Erik Schoenemann ¹⁰

¹ Royal Observatory of Belgium – Belgique

² Systèmes de Référence Temps Espace (SYRTE) – Centre National de la Recherche Scientifique :
UMR8630 – 61 Av de l’Observatoire 75014 PARIS, France

³ Systèmes de Référence Temps Espace (SYRTE) – Institut National des Sciences de l’Univers,
Observatoire de Paris, Université Paris sciences et lettres, Sorbonne Université, Centre National de la
Recherche Scientifique : UMR8630 – France

⁴ Systèmes de Référence Temps Espace (SYRTE) – CNRS : UMR8630 – 61 Av de l’Observatoire 75014
PARIS, France

⁵ Systèmes de Référence Temps Espace (SYRTE) – Belgique

⁶ Géoazur – Géoazur, Université de Nice Sophia-Antipolis – France

⁷ Géoazur (GEOAZUR) – Université Nice Sophia Antipolis (UNS), INSU, Observatoire de la Cote
d’Azur, Institut de recherche pour le développement [IRD], CNRS : UMR7329 – Bât 1, 250 rue Albert
Einstein Les Lucioles 1, Sophia Antipolis 06560 VALBONNE, France

⁸ Centre Spatial de Toulouse, European Space Agency (ESA), – ESA – France

⁹ ESAC, European Space Agency (ESA) – Espagne

¹⁰ ESOC, European Space Agency (ESA) – Allemagne

Some models for Dark Matter (DM) suggest possible encounters of macroscopic dark structures with the Earth, implying possible transient signatures on clocks onboard GNSS satellites. In this talk, we first introduce the GASTON (GALileo Survey of Transient Objects Network) project, an original study dedicated to the search for such ‘DM transients’ using the network of passive H-Maser onboard Galileo satellites. We also constructed a subsequent theoretical model assuming a quadratic scalar coupling with the ordinary matter. This project is based on a 3-months measurements campaign carried out in the early 2021 where precise satellite clock measurements are supplemented by an intensive laser ranging (SLR) campaign on Galileo satellites. Then, we present preliminary results based on single satellite frequency jumps between consecutive 30s epochs over the 3 months campaign. In particular, we already bring strong constraints on the parameter space for transient DM objects from 10^5 to 10^9 km, a region which was never explored previously with GNSS clocks.

*Intervenant

Horloges optiques et sciences de la Terre

Pacôme Delva ^{* 1,2,3}, Olivier Jamet ⁴, Marie-Françoise Lalancette ⁵,
Rodolphe Le Targat ⁶, Guillaume Lion ⁷

¹ Systèmes de Référence Temps Espace (SYRTE) – CNRS : UMR8630, INSU, Observatoire de Paris, Université Pierre et Marie Curie (UPMC) - Paris VI – 61 Av de l’Observatoire 75014 PARIS, France

² Université Pierre et Marie Curie - Paris 6 (UPMC) – Université Pierre et Marie Curie [UPMC] - Paris VI, Université Pierre et Marie Curie (UPMC) - Paris VI – 4 place Jussieu - 75005 Paris, France

³ Observatoire de Paris - Site de Paris (OP) – Observatoire de Paris, INSU, CNRS : UMR8630 – 61 Av de l’Observatoire 75014 PARIS, France

⁴ LASTIG/LAREG (IGN) – IGN – France

⁵ Service Hydrographique et Océanographique de la Marine – Ministère des Armées – France

⁶ Laboratoire national de métrologie et d’essais - Systèmes de Référence Temps-Espace - Observatoire de Paris - UMR 8630 (LNE - SYRTE - UMR 8630) – Université de Franche-Comté – 61 avenue de l’Observatoire, 75014 Paris, France

⁷ Institut de Physique du Globe de Paris – Institut National des Sciences de l’Univers, IPG PARIS, Université de la Réunion, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7154, Université de Paris : UMR7154 – France

La nouvelle génération d’horloges atomiques, basées sur les transitions optiques de diverses espèces (strontium, mercure, ytterbium ...), permet de réaliser des références de fréquence avec un contrôle de 18 chiffres significatifs, surpassant ainsi déjà l’incertitude de la définition actuelle (césium) d’un facteur 100. Les ~20 horloges optiques en exploitation dans le monde sont ainsi les instruments les plus exacts jamais construits par l’homme.

Leur extraordinaire résolution statistique, 16 chiffres significatifs en une seule mesure, permet de résoudre très rapidement de minuscules effets décalant la fréquence propre des atomes. C’est ainsi que ces horloges atomiques trouvent désormais leur application dans les tests de Physique fondamentale, la recherche de matière noire, ou encore des mesures du potentiel gravitationnel de la Terre.

Dans cette présentation, nous décrirons les possibles applications des mesures de comparaisons d’horloges optiques en sciences de la Terre. De plus, nous parlerons du développement des horloges optiques transportables, en lien avec le développement de l’Equipex REFIMEVE+, un lien optique fibré délivrant une référence ultrastable à 1542 nm et permettant de raccorder le LNE-SYRTE au réseau des horloges européennes.

*Intervenant

Use of Geodetic Measurements to probe fundamental physics

Aurelien Hees * ¹, Marie-Christine Angonin , Sébastien Bouquillon , Adrien
Bourgoin , Pacôme Delva , Christophe Le Poncin-Lafitte , Marc Lilley ,
Etienne Savalle , Peter Wolf

¹ Systèmes de Référence Temps Espace – Institut National des Sciences de l’Univers, Observatoire de
Paris, Université Paris sciences et lettres, Sorbonne Université, Centre National de la Recherche
Scientifique : UMR8630 – France

*Intervenant

CARIOQA : un banc d'essai pour l'interférométrie atomique dans l'espace

Quentin Beaufls * ^{1,2}

¹ Systèmes de Référence Temps Espace – Institut National des Sciences de l'Univers, Observatoire de Paris, Université Paris sciences et lettres, Sorbonne Université, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR8630 – France

² Pour le consortium CARIOQA – Centre national d'études spatiales - CNES (FRANCE), German Aerospace Center – France

Les performances des interféromètres à atomes froids au sol permettent d'anticiper un fort potentiel pour des applications spatiales. De futures missions de géodésie spatiale pourraient par exemple bénéficier de la stabilité et de l'exactitude de ce type de capteurs. Des études préliminaires ont été réalisées dans le cadre du projet CARIOQA afin de déterminer l'architecture d'une future mission d'accélérométrie atomique en orbite, et d'en extrapoler les performances. Je présenterai ce projet ainsi que les enjeux liés au développement de l'interférométrie atomique pour des applications spatiales.

*Intervenant

Caractérisation d'un gravimètre quantique différentiel

Camille Janvier ^{*} ¹, Bruno Desruelle ¹, Sébastien Merlet ², Vincent Ménoret ^{*}

³, Franck Pereira Dos Santos ², Arnaud Landragin ²

¹ iXblue Quantum Sensors – IXBlue – France

² Systèmes de Référence Temps Espace – Institut National des Sciences de l'Univers, Observatoire de Paris, Université Paris sciences et lettres, Sorbonne Université, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR8630 – France

³ iXblue Quantum Sensors – IXBlue – France

Nous présentons le développement et la caractérisation d'un prototype industriel de gravimètre quantique différentiel. Cet instrument compact et transportable utilise des atomes refroidis par laser pour mesurer à la fois la gravité et son gradient vertical. La mesure de gravité est au niveau de l'état de l'art des gravimètres industriels, et la mesure du gradient atteint la limite fondamentale imposée par le bruit de projection quantique. Après avoir décrit l'instrument et son fonctionnement, nous présenterons sa caractérisation ainsi que son application pour la détection de masses à courte distance.

^{*}Intervenant

Nouveaux instruments en interférométrie atomique

Arnaud Landragin * ¹

¹ SYRTE – Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université, LNE-SYRTE,
Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université, 61 avenue – France

L'interférométrie atomique a démontré son intérêt dans le développement de nouveaux instruments de mesure pour la géophysique et la géodésie. En devenant un instrument accessible commercialement, le gravimètre atomique a ouvert des possibilités de nouvelles mesures. Cette évolution récente préfigure les apports que les capteurs atomiques devraient permettre d'une part grâce aux possibilités de déploiement de ce type d'instrument, en particulier sur porteur mobile, mais également en permettant de nouveaux types de mesure et en particulier les mesures de gradiométrie voir de gyroscopie et de mesure direct de la différence de géopotential à l'aide des horloges atomiques. Ces possibilités nécessitent des développements spécifiques en physique atomique afin d'améliorer leur performance ou de réduire leur taille et des études des meilleures architectures de capteur pour ces applications spécifiques. La présentation fera un aperçu des évolutions récentes du domaine.

*Intervenant

VBB Planétaire: de la détection capacitive sur Mars à la détection optique sur la Lune

Philippe Lognonné * ¹, Sébastien De Raucourt

¹ IPGP – IPGP Paris – France

Philippe Lognonné et Sébastien De Raucourt

*Intervenant

Etalonnage du facteur d'échelle d'un gravimètre supraconducteur avec un gravimètre atomique absolu

Sébastien Merlet ^{*} ¹, Pierre Gillot ², Bing Cheng ², Romain Karcher ³,
Almazbek Imanaliev ⁴, Ludger Timmen ⁵, Franck Pereira Dos Santos ²

¹ LNE-SYRTE, Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université, France –
LNE-SYRTE, Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université, 61 avenue – France

² LNE-SYRTE – Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université – France

³ LNE-SYRTE – Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université – France

⁴ LNE-SYRTE – Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université – France

⁵ Institute of geodesy, Leibniz University of Hannover – Allemagne

Les gravimètres basés sur l'interférométrie atomique offrent de nouvelles capacités de mesure, en combinant des sensibilités élevées et des exactitudes au meilleur niveau avec la possibilité d'effectuer des mesures en continu. En tant qu'instruments absolus, leur facteur d'échelle est déterminé avec exactitude et ils n'ont pas besoin d'être étalonnés. En raison de leur grande sensibilité et de leur faible dérive, les gravimètres supraconducteurs sont des instruments clés pour la surveillance continue des variations de la gravité. Néanmoins, étant des instruments relatifs, ils doivent être étalonnés. Nous revisitons une mesure commune d'un mois effectuée en 2015 entre un gravimètre absolu à atomes froids (CAG) et un gravimètre supraconducteur relatif iGrav, que nous utilisons pour étudier la stabilité à long terme du CAG et étalonner le facteur d'échelle de l'iGrav. Nous présentons comment elle nous a permis de pousser la stabilité à long terme du CAG jusqu'au niveau de 0.5 nm.s⁻². Nous étudions l'impact de la durée de la mesure sur l'incertitude de la détermination du facteur de corrélation et montrons qu'elle est limitée à environ 3‰ par le bruit coloré de notre gravimètre à atomes froids. Une session de mesure supplémentaire de 3 jours avec un gravimètre absolu FG5X nous permet de comparer directement les résultats d'étalonnage obtenus avec deux compteurs absolus différents. Sur la base de notre analyse, nous prévoyons qu'avec une amélioration de sa stabilité à long terme, le CAG permettra d'étalonner le facteur d'échelle iGrav à mieux que le pour mille (niveau de confiance 1 σ) après seulement un jour de mesures simultanées pendant les amplitudes maximales des marées.

*Intervenant

Marées non-linéaires observées par les gravimètres supraconducteurs

Jean-Paul Boy ^{*} ¹, Richard Ray ²

¹ Institut Terre et Environnement de Strasbourg – université de Strasbourg, INSU, CNRS : UMR7063 – France

² NASA Goddard Space Flight Center – États-Unis

Les marées non-linéaires sont générées sur les plateaux continentaux par interactions entre les ondes de marées principales diurnes et semi-diurnes, via les termes d'advection et de friction dans les équations de Laplace. Elles se caractérisent par des faibles extensions spatiales, et des amplitudes plus faibles que les termes principaux, mais pouvant atteindre plusieurs dizaines de centimètres comme dans la Baie du Mont Saint Michel.

Par leur grande précision, les gravimètres supraconducteurs permettent d'observer les variations de pesanteur induites par ces marées, avec des amplitudes de l'ordre de quelques nanogals (10-11 m.s⁻²). Une première comparaison entre observations gravimétriques et modélisations des charges océaniques avait été faite par Boy et al. (2004). Depuis, les modèles de marées ont fait l'objet d'amélioration significative, avec plus de 15 ans supplémentaires d'observation altimétrique, mais également des meilleurs résolutions spatiales. De même, depuis 15 ans, le nombre de gravimètres supraconducteurs, leur durée d'enregistrement et leur sensibilité ont été significativement améliorés.

Nous présentons ici une revisite de l'étude Boy et al. (2004), en incluant l'ensemble des instruments participant au service IGETS (International Geodynamics and Earth Tide Service), et les dernières versions des modèles régionaux et globaux FES (Lyard et al., 2021) et TPXO (Egbert et al., 2010).

^{*}Intervenant

La mesure du déséquilibre énergétique planétaire par géodésie spatiale pour contraindre le bilan d'énergie global et estimer la sensibilité climatique

Jonathan Chenal ^{*} ^{1,2}, Benoit Meyssignac ¹, Alejandro Blazquez ¹, Robin Guillaume-Castel ¹

¹ Laboratoire d'études en Géophysique et océanographie spatiales – Institut de Recherche pour le Développement : UR065, Université Toulouse III - Paul Sabatier, Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées, Institut National des Sciences de l'Univers, Météo France, Centre National d'études Spatiales [Toulouse], Centre National de la Recherche Scientifique : UAR831, Institut de Recherche pour le Développement, Centre National d'études Spatiales [Toulouse] : UMR5566, Centre National de la Recherche Scientifique – France

² École des Ponts ParisTech – MTES – France

L'énergie rayonnée par la Terre vers l'espace ne compense pas le rayonnement solaire incident, provoquant un petit déséquilibre énergétique au sommet de l'atmosphère de 0,4 à 1,0 W.m⁻². Ce déséquilibre, noté EEI (Earth energy imbalance), est principalement provoqué par les émissions anthropiques de gaz à effet de serre (dont l'effet radiatif est appelé " forçage radiatif effectif " (" Effective radiative forcing ", ERF)) ; c'est ce déséquilibre qui conduit au réchauffement global actuel de notre planète. Combiné à la température de surface et à l'ERF, la mesure de l'EEI renseigne sur la sensibilité du système climatique aux émissions de gaz à effet de serre, que l'on appelle " sensibilité climatique d'équilibre ". Ainsi, le suivi précis de l'EEI est essentiel pour évaluer précisément l'évolution du changement climatique, estimer la sensibilité climatique, et évaluer l'évolution future du climat. Toutefois, la mesure de l'EEI est difficile, car il est deux ordres de grandeur plus petit que les flux radiatifs entrant et sortant de la Terre. Mais comme environ 90 % de l'excès d'énergie absorbée par la Terre en réponse à ce déséquilibre est stocké sous forme de chaleur dans l'océan, la mesure du contenu de chaleur de l'océan (" ocean heat content ", OHC) et de son évolution de long terme fournit une estimation précise de l'EEI. Aujourd'hui, les variations de l'OHC peuvent être observées depuis l'espace en combinant les mesures altimétriques de l'évolution du niveau de la mer avec les mesures gravimétriques de variation de la masse de l'océan. Dans cette présentation, nous exposerons cette méthode utilisée pour estimer l'OHC, et montrerons sa pertinence pour en déduire une estimation de l'EEI. Nous comparerons sa performance avec une mesure indépendante de l'OHC à partir de mesures in situ de température et salinité par la flotte de profileurs Argo. Nous comparons ces deux systèmes de mesure dans l'estimation de la sensibilité climatique effective. La prise en compte de la variabilité interne du système climatique, ainsi que celle de l'effet des structures spatiales du réchauffement sur la réponse radiative de la Terre, nous permet de déduire une estimation observationnelle de la sensibilité climatique. A partir de l'EEI déduit des mesures in situ avec Argo, nous obtenons une distribution de la sensibilité climatique de 3,8 [2,0 ; 19,1] K (intervalle de confiance à 90 %), tandis que la mesure géodésique de l'EEI conduit à une distribution quasiment identique : 3,8 [2,0 ; 19,5] K.

Pour l'instant, les estimations de l'EEI déduites de mesures in situ avec Argo ou par géodésie

*Intervenant

spatiale amènent à des estimations de la sensibilité climatique qui sont comparables aux autres estimées dans des conditions similaires trouvées dans la littérature. Mais ces premiers résultats sont prometteurs pour la mise en place d'un système de surveillance de l'EEI et de la réponse radiative du système Terre. Ceci ouvre une voie potentielle pour l'évaluation de la réponse de la Terre aux politiques d'atténuation du changement climatique.

Comparaisons des solutions gravimétriques spatiales GRACE avec les surcharges hydrologiques

Hugo Lecomte ^{*} ¹, Séverine Rosat ², Mioara Manda ³

¹ Institut Terre Environnement Strasbourg – université de Strasbourg, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7063 – France

² Institut Terre et Environnement de Strasbourg – université de Strasbourg, INSU, CNRS : UMR7063 – France

³ Centre National d’Etudes Spatiales (CNES) – CNES – 18, Av. Edouard Belin, 31055 Toulouse, France

Les variations du champ de gravité terrestre sont liées à diverses sources d’amplitudes et d’échelles spatio-temporelles différentes. Les principales causes de ces variations sont les effets de marées, les surcharges hydrologiques, atmosphériques et océaniques, le rebond post-glaciaire et les séismes. D’amplitudes bien moindres, les processus dans le noyau liquide terrestre contribuent également aux perturbations du champ de gravité terrestre. Les variations du champ de gravité sont mesurées mensuellement par les satellites GRACE et GRACE Follow-On depuis 2002. Les produits gravimétriques issus de ces satellites sont distribués par différents centres d’analyse avec des stratégies de traitement différentes. Dans ce travail, nous nous concentrons sur des signaux pluriannuels et d’amplitudes spatiales supérieures à 1500 km qui pourraient être générés par différents processus à l’interface noyau-manteau. Nous proposons une comparaison des produits gravimétriques, ainsi qu’une comparaison des surcharges hydrologiques prédites pour différents modèles hydrologiques globaux. À nos échelles d’intérêt, la cohérence entre les produits des différents centres et celle entre les produits de surcharges hydrologiques est d’environ 3 centimètres en équivalent de variations de hauteur d’eau. Ces différences entre les produits sont un premier indicateur de l’exactitude de ces derniers. Cette exactitude mise au regard des amplitudes attendues de la part des variations gravimétriques induites par des processus du noyau indique que l’observation de ces variations est à la limite de ce qu’il est possible d’observer aujourd’hui.

^{*}Intervenant

Analyse des déplacements GNSS en Europe avec les produits REPRO3 du centre CNES-CLS(GRGS)

Alexandre Michel ^{*} ¹, Alvaro Santamaria ², Jean-Paul Boy ³, Felix Perosanz ^{4,5}, Sylvain Loyer ⁶

¹ Institut Terre et Environnement de Strasbourg – Université de Strasbourg, CNRS, ENGEES, ITES
UMR 7063 – France

² Géosciences Environnement Toulouse – Institut de Recherche pour le Développement : UR234,
Université Paul Sabatier - Toulouse 3 : UM97, Centre National de la Recherche Scientifique :
UMR5563, Centre national d'études spatiales - CNES (FRANCE) – France

³ Institut Terre et Environnement de Strasbourg – université de Strasbourg, INSU, CNRS : UMR7063 –
France

⁴ CNES/GRGS – CNES – 18 avenue edouard belin 31400 Toulouse, France

⁵ Géosciences Environnement Toulouse (GET) – Institut de Recherche pour le Développement,
Université Paul Sabatier - Toulouse 3, Observatoire Midi-Pyrénées, Centre National de la Recherche
Scientifique : UMR5563 – Observatoire Midi-Pyrénées 14 Avenue Edouard Belin 31400 Toulouse, France

⁶ Collecte Localisation Satellites (CLS) – Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
(IFREMER), CNES – 31520 Ramonville Saint-Agne, France

Grâce à l'augmentation du nombre de stations permanentes GNSS en Europe sur plus de 20 ans, nous avons calculé les positions de plus de 1000 d'entre elles sur la période 2000-2020 en utilisant les produits orbites/horloges REPRO3 du centre d'analyse CNES-CLS(GRGS). Nous avons extrait les vitesses et le cycle solaire annuel en utilisant la méthode des moindres carrés pondérés. Nous avons tenu compte des variations interannuelles soit grâce à un modèle stochastique, soit grâce à un modèle déterministe. Nous montrons que l'estimation des vitesses, du cycle solaire annuel et de leurs incertitudes dépendent de la méthode d'estimation utilisée. L'estimation des fréquences draconitiques dans les séries GPS permet aussi de diminuer les biais dans l'estimation du cycle solaire annuel. Nous avons aussi comparé les cycles solaires annuels du GPS, de certains modèles de charge hydrologiques et de GRACE. Si les amplitudes concordent globalement entre toutes ces solutions, les phases des modèles hydrologiques sont systématiquement en avance d'environ 1 mois sur le GPS et sur GRACE. Les variations interannuelles déduites des séries GNSS sont souvent sur-interprétées comme des signaux géophysiques alors qu'elles sont en partie causées par du bruit auto-corrélié. Nous étudions cela en comparant premièrement les périodogrammes des modèles de charge avec le GPS, puis en analysant la décomposition en composante principale (PCA) des différentes solutions et enfin en estimant le mode commun (CMC) grâce à la technique développée par Kreemer et al. (2021) pour un réseau dense de stations GNSS. Avec cette dernière technique, nous comparons le CMC de la solution REPRO3 GRGS, de la solution REPRO2 NGL et des déplacements modélisés par GRACE, pour mettre en lumière les différences entre les solutions GNSS notamment dans la bande interannuelle.

*Intervenant

Liste des participants

- Altamimi Zuheir
- Angonin Marie-Christine
- Barnéoud Julien
- Bertrand Bruno
- Boulze Hugo
- Boy Jean-Paul
- Brenot Hugues
- Briole Pierre
- Capderou Michel
- Chenal Jonathan
- Cheng Yuting
- Deleflie Florent
- Delva Pacôme
- Exertier Pierre
- Hees Aurelien
- Hestroffer Daniel
- Karine Le Bail
- Lambert Sébastien
- Landragin Arnaud
- Le Moigne Nicolas
- Lecomte Hugo
- Lequentrec-Lalancette Marie-Françoise
- Lion Guillaume
- Lognonne Philippe
- Martinot-Lagarde Grégoire

- Menoret Vincent
- Merlet Sébastien
- Michel Alexandre
- Perosanz Felix
- Richard Jean-Yves
- Rosat Séverine
- Sammuneh Muhammad Ali
- Souchay Jean
- Taris François
- Teyssendier De La Serve Maylis