



# Assemblée générale

Distr. générale  
16 décembre 2022  
Français  
Original : anglais

## Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique

### Rapport sur les travaux de la Réunion internationale des Nations Unies sur les applications des systèmes mondiaux de navigation par satellite

(Vienne, 5-9 décembre 2022)

#### I. Introduction

1. L'expression « système mondial de navigation par satellite » (GNSS) désigne une constellation de satellites qui transmettent des données de positionnement et de synchronisation aux récepteurs GNSS. Les récepteurs utilisent ensuite ces données pour déterminer une localisation. Les GNSS actuels comprennent le Système mondial de localisation (GPS) américain, le Système mondial de satellites de navigation (GLONASS) russe, le système chinois de navigation par satellite BeiDou et le système européen de navigation par satellite Galileo. Il existe également deux systèmes régionaux, à savoir le Système régional indien de navigation par satellite (IRNSS) et le système satellitaire japonais Quasi-Zenith (QZSS), ainsi que divers systèmes de renforcement destinés à améliorer certaines caractéristiques des GNSS, telles que la précision, la robustesse et la disponibilité des signaux.
2. Un système de renforcement satellitaire est un GNSS différentiel à couverture étendue qui fait appel à plusieurs satellites géostationnaires pour diffuser des données primaires enrichies par des informations de télémétrie, d'intégrité et de correction fournies par un réseau de stations au sol couvrant de grandes zones, ce qui améliore la précision et réduit les erreurs de position à moins d'un mètre.
3. Les technologies GNSS sont désormais omniprésentes dans la vie quotidienne : elles sont intégrées dans les appareils électroniques et utilisées régulièrement par la population, les géomètres et les géoscientifiques. Dans les pays en développement en particulier, les applications GNSS offrent des solutions peu coûteuses qui permettent de favoriser le développement économique et social sans négliger la protection de l'environnement, contribuant ainsi au développement durable.
4. Le Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite encourage la mise en place d'une coopération internationale concrète et facilite la compatibilité et l'interopérabilité entre les différents services GNSS afin que les services de positionnement, de navigation et de synchronisation par satellite assurent ensemble une couverture mondiale au bénéfice de tous et toutes. Le Comité est un lieu de dialogue et d'échange d'informations sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies.



5. Le Bureau des affaires spatiales et le Comité œuvrent de concert pour faire comprendre le rôle important que les GNSS jouent dans nos sociétés et promouvoir la collaboration internationale dans ce domaine. La Réunion internationale des Nations Unies sur les applications des systèmes mondiaux de navigation par satellite a été organisée par le Bureau des affaires spatiales en coopération avec les groupes de travail du Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite afin de mettre en avant la technologie et les applications GNSS. La réunion s'est tenue à Vienne, du 5 au 9 décembre 2022, selon des modalités hybrides.

6. On trouvera dans le présent rapport une présentation du contexte, des objectifs et du programme de la réunion ainsi qu'un résumé des observations et des recommandations formulées par les participantes et participants. Il a été établi à l'intention du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, qui en sera saisi à sa soixante-sixième session, en 2023, et de ses sous-comités.

## A. Contexte et objectifs

7. La réunion a été l'occasion d'exploiter les résultats d'une série d'ateliers régionaux et de formations sur les GNSS, et de contribuer à la formulation d'un plan d'action et à la définition de partenariats fonctionnels sur le long terme, tout en renforçant les stratégies existantes aux niveaux national, régional et mondial. Des informations détaillées sur les ateliers régionaux consacrés aux applications GNSS, organisés conjointement avec le Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite, figurent sur le site Web du Bureau des affaires spatiales<sup>1</sup>. La réunion a également permis de faire fond sur un certain nombre d'initiatives en cours, telles que l'Initiative internationale sur la météorologie de l'espace<sup>2</sup>, le projet de démonstration multi-GNSS<sup>3</sup>, la mise en œuvre de repères de référence régionaux<sup>4</sup> et les activités menées par les centres régionaux de formation aux sciences et techniques spatiales affiliés à l'Organisation des Nations Unies<sup>5</sup>, qui font également office de centres d'information du Comité.

8. La réunion avait pour objectifs de renforcer l'échange d'informations entre les pays, d'échanger des informations sur les initiatives et projets nationaux, régionaux et mondiaux qui pourraient bénéficier aux régions, et de dégager les mesures qui pourraient être prises et les partenariats qui pourraient être établis par les institutions utilisatrices potentielles, en particulier dans les pays en développement. La réunion visait également à faire prendre conscience aux participantes et participants de la valeur intrinsèque des signaux GNSS dans le contexte du développement durable.

9. Les discussions étaient également en lien avec le Programme de développement durable à l'horizon 2030 et les cibles de ses objectifs, tels que celles de l'objectif de développement durable n° 9 relatif à l'industrie, à l'innovation et à l'infrastructure et de l'objectif de développement durable n° 11 relatif aux villes et communautés durables.

## B. Programme

10. À l'ouverture de la réunion, des déclarations liminaires et de bienvenue ont été faites par la représentante du Bureau des affaires spatiales.

---

<sup>1</sup> [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/gnss/past-workshops.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/gnss/past-workshops.html).

<sup>2</sup> <http://iswi-secretariat.org>.

<sup>3</sup> [www.multignssasia.com](http://www.multignssasia.com).

<sup>4</sup> [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/resources/Regl-ref.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/resources/Regl-ref.html).

<sup>5</sup> [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/regional-centres/index.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/regional-centres/index.html).

11. Le programme était divisé en sept sessions : a) point de situation sur les GNSS et les systèmes de renforcement satellitaire ; b) applications GNSS et réseaux de repères de référence ; c) applications et performance des GNSS ; d) applications des récepteurs GNSS à faible coût ; e) observations GNSS pour la surveillance et la modélisation de l'ionosphère ; f) applications GNSS : études de cas ; et g) renforcement des capacités et programmes nationaux. Au total, 36 exposés ont été présentés au cours de la réunion. Les participantes et participants avaient été choisis en fonction de leur formation scientifique ou technique, de la qualité des résumés des communications proposés et de leur expérience en matière de programmes et de projets faisant appel aux GNSS et à leurs applications.

12. Les 6 et 7 décembre 2022, les expertes et experts de l'Équipe spéciale sur la détection et l'atténuation des interférences, qui dépend du Groupe de travail S (systèmes, signaux et services) du Comité, ont tenu, conformément au plan de travail de l'Équipe spéciale, un séminaire sur la protection du spectre des GNSS et le dixième atelier sur la détection et l'atténuation des interférences. Le propos du séminaire et de l'atelier était de montrer pourquoi il importait de protéger le spectre des GNSS au niveau national et d'expliquer comment tirer profit de ces systèmes. Le séminaire était consacré aux thèmes suivants : introduction au GNSS ; gestion et protection du spectre ; et détection et atténuation des interférences. Les exposés présentés à l'occasion du séminaire<sup>6</sup> et de l'atelier<sup>7</sup> sont disponibles sur le site Web du Bureau des affaires spatiales.

13. Le programme de la réunion avait été élaboré par le Bureau des affaires spatiales, en coopération avec les groupes de travail du Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite.

14. Les exposés présentés à la réunion, les résumés des communications ainsi que le programme de la réunion sont disponibles sur le site Web du Bureau des affaires spatiales<sup>8</sup>.

### C. Participation

15. La réunion a rassemblé 219 représentantes et représentants d'agences spatiales nationales, du monde universitaire, d'instituts de recherche, d'organisations internationales et du secteur industriel de pays en développement aussi bien que de pays développés intéressés par le développement et l'utilisation des GNSS pour des applications pratiques et l'exploration scientifique.

16. Les 28 pays suivants étaient représentés : Algérie, Arabie saoudite, Australie, Canada, Chine, Croatie, Équateur, États-Unis d'Amérique, Fédération de Russie, Finlande, France, Inde, Indonésie, Italie, Japon, Kenya, Mongolie, Népal, Nigeria, Pakistan, Pérou, Philippines, Pologne, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Rwanda, Tchéquie, Thaïlande et Türkiye. La Commission européenne était également représentée. Des représentantes et représentants du Bureau des affaires spatiales étaient également présents.

## II. Résumé des débats et des observations

17. Les participantes et participants à la réunion ont noté que la capacité et les services du système GPS s'étaient encore améliorés grâce à l'intégration de la prochaine génération de satellites, les GPS Block III, qui émettaient les nouveaux signaux L1C, en plus des signaux L2C, L5 et L1C/A. Ils ont également retenu que, s'agissant des GNSS multiconstellations et multifréquences, le service de haute

<sup>6</sup> [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2022/un-international-meeting-gnss\\_gnss-spectrum-protection.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2022/un-international-meeting-gnss_gnss-spectrum-protection.html).

<sup>7</sup> [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/working-groups/s/idm10.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/working-groups/s/idm10.html).

<sup>8</sup> [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2022/un-international-meeting-gnss\\_gnss-spectrum-protection.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2022/un-international-meeting-gnss_gnss-spectrum-protection.html).

précision de Galileo fournirait gratuitement des corrections et des biais pour les signaux Galileo (E1, E5a/b et E6) et les signaux GPS (L1C/A et L2C) utilisés par les services de positionnement précis. Les participantes et participants ont aussi appris que l'amélioration de la constellation BeiDou s'était poursuivie et que ses applications avaient été étendues.

18. Les participantes et participants ont pris connaissance des informations relatives au satellite de communication nigérian NigComSat-1R, un satellite hybride dont la charge utile de navigation (bande L) permettait de mettre en œuvre un système de renforcement satellitaire destiné à fournir un service de navigation par recouvrement similaire à celui du Système européen de navigation par recouvrement géostationnaire. Un résumé et les conclusions d'une analyse coûts-avantages à l'échelle du continent de la mise en œuvre de systèmes de renforcement satellitaires en Afrique, y compris la nécessité de mener des activités de renforcement des capacités pour encourager l'adoption d'applications connexes dans les secteurs de l'aviation et autres, ont également été présentés.

19. Les participantes et participants ont noté que l'Agence spatiale algérienne procédait à la mise au point d'un système de renforcement satellitaire compatible avec les normes de l'Organisation de l'aviation civile internationale et reposant sur le premier satellite de communication algérien, Alcomsat-1. Le système visait à améliorer la précision et l'intégrité des informations de positionnement en Algérie et dans les régions avoisinantes, en fournissant des services aux utilisateurs dans de nombreux domaines, tels que la réalisation de levés, les transports, l'aviation, les transports ferroviaires et la navigation maritime.

20. Les participantes et participants ont également retenu que le Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite avait joué un rôle de premier plan dans la promotion de la collaboration en matière d'utilisation des services GNSS pour une série d'applications scientifiques, technologiques et commerciales. Les domaines particuliers intéressant le Comité et ses groupes de travail comprenaient les systèmes, les signaux et les services (Groupe de travail S) ; l'amélioration de la performance, des nouveaux services et des capacités des GNSS (Groupe de travail B) ; la diffusion d'informations et le renforcement des capacités (Groupe de travail C) ; et les repères de référence, la synchronisation et les applications (Groupe de travail D).

21. Il a également été noté que les techniques GNSS étaient extrêmement utiles pour surveiller les risques et catastrophes naturels. Les techniques GNSS classiques, qui avaient fait leurs preuves, permettaient de suivre en temps réel le mouvement du sol. La télédétection par GNSS (surveillance ionosphérique), développée récemment, avait permis d'améliorer considérablement la détection des catastrophes grâce aux ondes atmosphériques générées, et était particulièrement intéressante dans le cas des océans et par conséquent pour les systèmes d'alerte rapide aux tsunamis. Une équipe spéciale conjointe sur les applications GNSS pour la réduction des risques de catastrophe avait été créée dans le cadre du Groupe de travail D du Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite. Cette équipe spéciale se concentrait sur les nouvelles applications GNSS (y compris les données et l'infrastructure) au service du développement durable et de la réduction des risques de catastrophe et menait ses travaux conformément aux objectifs de développement durable et au Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe (2015-2030). La première application à envisager consisterait à utiliser les GNSS pour améliorer les systèmes d'alerte rapide aux tsunamis.

22. Les participantes et participants ont pris connaissance de diverses études portant sur l'utilisation des technologies GNSS dans le domaine de la gestion du trafic urbain, de la surveillance de la pollution urbaine et des systèmes d'alerte rapide aux inondations. Une méthode permettant d'améliorer le transfert international de temps a également été présentée ; elle s'appuyait sur les observations GNSS et sur le calcul des erreurs de mesure et des erreurs systématiques par la station au sol, qui faisait intervenir la comparaison de deux horloges en vue commune.

23. Les participantes et participants ont également pris note des applications nécessitant une grande précision – de l'ordre de quelques dizaines de centimètres – et se sont penchés sur les récepteurs GNSS à faible coût, qui pourraient être mis au point à partir de récepteurs et d'antennes GNSS disponibles dans le commerce. De tels récepteurs pourraient être utilisés pour la cinématique temps réel et le positionnement précis afin d'obtenir une précision centimétrique ou décimétrique. Le Groupe de travail C du Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite avait mis en place une équipe de projet qui étudiait les possibilités offertes par l'utilisation de récepteurs GNSS à faible coût pour des applications de météorologie spatiale, telles que le calcul de la teneur totale en électrons et de la scintillation.

24. Les participantes et participants ont en outre noté que l'ionosphère des basses et hautes latitudes était particulièrement connue pour être le théâtre d'instabilités de types très variés, qui rendaient difficile l'atténuation des effets ionosphériques. Il était nécessaire d'augmenter la densité des instruments afin d'étudier ces phénomènes dans les régions de l'ionosphère où la couverture du réseau était insuffisante. Ainsi, l'utilisation d'instruments au sol à faible coût tels que le spectromètre CALLISTO (instrument astronomique basse fréquence économique pour la spectroscopie et l'observation mobile) pour observer les sursauts radio solaires pourrait être une solution efficace pour lancer rapidement l'alerte en cas de phénomènes météorologiques spatiaux susceptibles de perturber le bon fonctionnement des GNSS.

25. Un exposé a été fait sur la possibilité d'atténuer les effets ionosphériques sur les signaux GNSS grâce à la prise en compte des conditions météorologiques spatiales dans l'environnement de positionnement au moment de l'estimation de la position et à l'utilisation de modèles de correction auto-adaptatifs basés sur l'apprentissage statistique.

26. Un séminaire sur les méthodes de gestion du spectre pour les services de radionavigation par satellite (RNSS) et l'atténuation du brouillage radioélectrique, collectivement appelées « protection du spectre », a été organisé par l'Équipe spéciale sur la détection et l'atténuation des interférences, qui dépend du Groupe de travail S du Comité. Des spécialistes ayant une expérience de la mise au point, de l'exploitation et de l'utilisation des services de radionavigation par satellite ont échangé sur le fonctionnement des GNSS et des récepteurs GNSS, les raisons pour lesquelles la gestion du spectre était nécessaire et la différence entre les infrastructures internationales et nationales. Des exemples de problèmes d'interférence ont été donnés, tels que les interférences générées par les émissions autorisées et illégales, les brouilleurs et les interférences entre bandes adjacentes. Il a été noté que le nombre d'applications des GNSS était pratiquement illimité et que ceux-ci revêtaient une importance cruciale pour les économies nationales et mondiales.

27. En ce qui concernait la vulnérabilité des GNSS et les menaces qui pesaient sur eux, il a été noté que les signaux satellitaires reçus par les récepteurs GNSS étaient bien plus faibles que les signaux radio généralement utilisés par des systèmes terrestres tels que les stations de télévision ou les réseaux de téléphonie mobile et que, par conséquent, il était essentiel de bien séparer les fréquences utilisées par les services terrestres de celles utilisées par les GNSS. Il existait de nombreuses sources de brouillage potentielles qui pouvaient dégrader les performances des GNSS et empêcher leur utilisation.

28. Les participantes et participants ont donc été invités à se mettre en rapport avec les organismes de réglementation du spectre des GNSS et les décisionnaires de leurs pays respectifs afin de vérifier que la procédure de réglementation était bien comprise, que les organisations intervenant dans ce cadre étaient connues et que le spectre était dûment protégé. Les GNSS ne pourraient être utilisés de manière optimale que si leur spectre était correctement protégé contre les interférences.

29. Les participantes et participants ont retenu que la mystification était l'un des problèmes susceptibles d'affecter les services essentiels qui utilisaient les données de positionnement, de navigation et de synchronisation transmises par les signaux GNSS. Il a également été noté que le service d'authentification des messages de radionavigation en service ouvert de Galileo permettait aux récepteurs GNSS de vérifier l'authenticité des informations GNSS, garantissant ainsi que les données reçues provenaient bien de Galileo et n'avaient pas été modifiées de quelque manière que ce soit. Le système Quasi-Zenith fournirait également des services d'authentification des signaux QZSS, GPS et Galileo.

30. Les participantes et participants ont été informés des difficultés juridiques posées par les nouvelles technologies faisant appel aux GNSS, notamment les drones.

31. Les participantes et participants ont pris note de l'initiative « Applications actuelles et futures des GNSS » du sous-groupe des applications du Groupe de travail B du Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite. L'initiative avait pour but d'étudier les applications GNSS qui recensaient les défis et facilitaient la mise au point de solutions au service de la société. L'objectif était de proposer une aide, des enseignements tirés de l'expérience et des conseils aux utilisateurs des GNSS. Un rapport de recherche intitulé « Applications GNSS au service du développement durable : études de cas », préparé par le sous-groupe, présentait des études portant sur les applications GNSS et fournissait des conseils aux utilisateurs actuels et potentiels en vue de les encourager à utiliser les systèmes et services GNSS ou à développer leur propre activité GNSS.

32. Les participantes et participants ont également noté qu'il était nécessaire de développer les ressources humaines et les compétences afin de ne pas se laisser dépasser par les nouvelles applications GNSS et les marchés connexes, et que l'on pourrait renforcer le développement social et économique des pays en améliorant les compétences et les connaissances des universitaires et des jeunes scientifiques grâce à une formation théorique rigoureuse, des activités de recherches, des exercices pratiques et des projets pilotes dans le domaine des technologies GNSS. Des informations sur les formations courtes et longues à divers aspects des GNSS, dispensées par les centres régionaux de formation aux sciences et techniques spatiales affiliés à l'Organisation des Nations Unies ont été fournies.

33. Les participantes et participants ont appris que le programme d'enseignement dans le domaine des GNSS élaboré par le Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite tenait compte des formations universitaires dispensées dans plusieurs pays en développement et industrialisés. Le programme avait été communiqué aux centres régionaux de formation aux sciences et techniques spatiales affiliés à l'Organisation des Nations Unies et était publié sur le site Web du Bureau des affaires spatiales<sup>9</sup>. Les centres régionaux et les autres établissements d'enseignement pourraient adapter le programme en fonction de leurs besoins et des questions présentant un intérêt particulier pour leurs régions respectives, en sélectionnant les thèmes à aborder et le contenu des cours.

34. Les participantes et participants ont estimé que des ateliers pratiques comprenant des documents d'orientation et des exercices sur les applications GNSS dans différents domaines devraient être organisés avant la tenue d'ateliers sur les GNSS. Il a été proposé, afin d'améliorer la qualité scientifique des travaux de recherche sur les GNSS au bénéfice des jeunes scientifiques, d'organiser une formation complémentaire dans le but de promouvoir la formation continue et de maintenir durablement les compétences de base.

---

<sup>9</sup> [www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2012/stspace/stspace59\\_0\\_html/st\\_space\\_59E.pdf](http://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2012/stspace/stspace59_0_html/st_space_59E.pdf).

### III. Observations finales

35. Pendant les débats, des indications ont été fournies sur la façon dont les institutions pourraient collaborer dans le cadre de partenariats régionaux pour partager et transférer les connaissances et concevoir des activités conjointes et des propositions de projets. Les participantes et participants se sont déclarés satisfaits de la réunion, précisant que les sujets abordés répondaient à leurs besoins et attentes professionnels.

36. Il a par ailleurs été souligné que le Bureau poursuivrait ses activités de renforcement des capacités afin que les utilisateurs finaux puissent tirer profit des GNSS multiconstellations.

37. Les participantes et participants ont remercié l'Organisation des Nations Unies et les groupes de travail du Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite pour l'excellente organisation et le contenu de la réunion.

---