



# Assemblée générale

Distr. générale  
11 novembre 2021  
Français  
Original : anglais

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

### Rapport sur l'atelier ONU/Mongolie sur les applications des systèmes mondiaux de navigation par satellite

(Oulan-Bator, 25-29 octobre 2021)

#### I. Introduction

1. « Système mondial de navigation par satellite (GNSS) » est un terme général décrivant toute constellation de satellites qui fournit des services de positionnement, de navigation et de synchronisation sur une base mondiale et régionale et dont les données sont utilisées pour un large éventail d'applications. Les GNSS actuels comprennent les constellations mondiales et régionales suivantes : le Système mondial de localisation (GPS) des États-Unis, le Système mondial de satellites de navigation (GLONASS) de la Fédération de Russie, le système de navigation par satellite BeiDou (BDS) de la Chine, le système européen de navigation par satellite Galileo, le Système régional indien de navigation par satellite (IRNSS) et le système Quasi-Zénith (QZSS) du Japon. Les performances des GNSS peuvent être améliorées grâce à des systèmes d'augmentation par satellite afin d'offrir une précision, une intégrité et une disponibilité accrues pour les usages professionnels et des applications dans les secteurs critiques pour la sécurité humaine, comme le secteur de l'aviation, qui nécessite une vérification de l'intégrité très performante.

2. Le Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite est une importante plateforme de communication et de coopération dans le domaine des GNSS. Le Bureau des affaires spatiales, en sa qualité de secrétariat exécutif du Comité, aide à faire progresser la compatibilité et l'interopérabilité de tous les systèmes de navigation par satellite. Au fil de l'émergence de nouveaux systèmes, la compatibilité et l'interopérabilité des signaux entre les systèmes des GNSS et la transparence dans la fourniture de services civils ouverts sont essentielles pour faire en sorte que les utilisateurs civils du monde entier bénéficient au maximum des GNSS et de leurs applications.

3. Le Bureau des affaires spatiales et le Comité travaillent ensemble pour faire comprendre le rôle important que les GNSS jouent dans nos sociétés et promouvoir la collaboration internationale dans ce domaine. Les domaines spécifiques qui intéressent le Comité et ses groupes de travail comprennent 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 temporels et géodésiques (Groupe de travail D). De plus amples informations sont disponibles à l'adresse : [www.unoosa.org/osa/en/ourwork/icg/icg.html](http://www.unoosa.org/osa/en/ourwork/icg/icg.html).



4. L'atelier ONU/Mongolie sur les applications des GNSS a été organisé par le Bureau des affaires spatiales en coopération avec l'Association géospatiale mongole et l'Agence d'administration et de gestion des terres, de géodésie et de cartographie de Mongolie. Il s'est tenu en ligne du 25 au 29 octobre 2021. Il a été soutenu par le Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite.

5. Le présent rapport expose le contexte, les objectifs et le programme de l'atelier et résume les observations et les 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-cinquième session, en 2022, et de ses sous-comités.

## A. Contexte et objectifs

6. Les principaux objectifs de l'atelier étaient de renforcer l'échange d'informations entre les pays et d'accroître les capacités de la région à poursuivre l'application des solutions GNSS ; de partager des informations sur les projets et initiatives nationaux, régionaux et mondiaux qui pourraient bénéficier aux régions ; et de favoriser une interaction fructueuse entre ces projets et initiatives.

7. Les objectifs spécifiques de l'atelier étaient de présenter la technologie basée sur les GNSS et ses applications ; de promouvoir l'échange de données d'expérience concernant certaines applications ; et de rechercher des projets appropriés d'applications des GNSS aux niveaux national et/ou régional.

## B. Programme

8. À l'ouverture de l'atelier, des déclarations d'introduction et de bienvenue ont été faites par le Secrétaire d'État du Ministère mongol des affaires étrangères, le Délégué général de l'Agence d'administration et de gestion des terres, de géodésie et de cartographie, et le représentant de MonMap LLC. Le premier cosmonaute mongol s'est également adressé aux participantes et participants. Le représentant du Bureau des affaires spatiales a fait des remarques liminaires.

9. L'atelier a compris les sessions techniques suivantes, qui couvraient un large éventail de sujets liés à la technologie des GNSS et à ses applications : a) point de situation sur les GNSS et leurs applications ; b) météorologie de l'espace ; c) positionnement GNSS de haute précision ; d) synchronisation, fréquence et applications ; e) réseaux de référence géodésique ; f) programmes et projets nationaux liés aux GNSS ; g) études de cas ; et h) rapports du Sous-Groupe Applications du Groupe de travail B du Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite. Au total, il a été fait, pendant cet atelier de cinq jours, 48 présentations. Les participantes et participants ont été choisis en fonction de leur formation scientifique ou technique, de la qualité des résumés des communications qu'ils proposaient et de leur expérience de programmes et de projets d'utilisation des GNSS et de leurs applications.

10. Conformément au plan de travail, les experts de l'Équipe spéciale sur la détection et l'atténuation des interférences, qui dépend du Groupe de travail S du Comité, ont animé, les 26 et 27 octobre 2021, un séminaire sur la protection du spectre des GNSS et la détection et l'atténuation des interférences. Le propos du séminaire était de décrire l'enjeu important que constitue la protection du spectre des GNSS au niveau national et d'expliquer comment tirer profit de ces systèmes. Les notes du séminaire sont disponibles à l'adresse [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2021/2021-seminar\\_IDM\\_-presentations.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2021/2021-seminar_IDM_-presentations.html).

11. Le programme de l'atelier avait été élaboré par le Bureau des affaires spatiales et l'Association géospatiale mongole en coopération avec les groupes de travail du Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite.

12. Les exposés présentés et les résumés des communications ainsi que le programme et les documents de base de l'atelier sont disponibles sur le site Web du Bureau des affaires spatiales ([www.unoosa.org](http://www.unoosa.org)).

### C. Participation

13. Étaient invités à participer à l'atelier 324 représentantes et représentants d'agences spatiales nationales, du monde universitaire, d'institutions de recherche, d'organisations internationales et du secteur industriel de pays en développement aussi bien que de pays développés concernés par le développement et l'utilisation des GNSS pour des applications pratiques et l'exploration scientifique.

14. Étaient représentés à l'atelier les 61 États Membres suivants : Algérie, Allemagne, Arabie saoudite, Australie, Azerbaïdjan, Bahreïn, Bangladesh, Brésil, Burkina Faso, Cambodge, Canada, Chili, Chine, Côte d'Ivoire, Croatie, Cuba, El Salvador, Émirats arabes unis, Équateur, États-Unis d'Amérique, Éthiopie, Fédération de Russie, Fidji, Finlande, France, Gabon, Inde, Indonésie, Iran (République islamique d'), Japon, Kenya, Kiribati, Lesotho, Malaisie, Maldives, Maroc, Mexique, Mongolie, Mozambique, Myanmar, Népal, Nigéria, Oman, Ouganda, Ouzbékistan, Pakistan, Pérou, Philippines, Portugal, République populaire démocratique lao, Rwanda, Sri Lanka, Tadjikistan, Thaïlande, Togo, Tonga, Tunisie, Turquie, Venezuela (République bolivarienne du), Zambie et Zimbabwe. La Commission européenne était également représentée. Des représentants du Bureau des affaires spatiales et de l'Union internationale des télécommunications étaient également présents.

## II. Résumé des débats et des observations

15. Grâce aux présentations et aux échanges de vues qui ont eu lieu pendant l'atelier, les participantes et participants ont pris conscience des problèmes et des possibilités liés à l'utilisation des GNSS pour diverses applications qui pourraient offrir des avantages sociaux et économiques durables, en particulier pour les pays en développement. Chacune des sessions techniques comprenait un débat sur les principaux défis et problèmes présentés.

16. Les participantes et participants ont noté que le domaine des GNSS se développait d'une manière qui permettait aux opérateurs de satellites responsables des systèmes actuels et prévus et de leurs systèmes d'augmentation de coopérer au niveau international entre eux et avec la communauté des utilisateurs. Il a été noté que le Comité était devenu une importante plateforme de communication et de coopération dans le domaine des GNSS et que le Bureau des affaires spatiales continuait d'aider à progresser vers la compatibilité et l'interopérabilité des systèmes mondiaux et régionaux de navigation par satellite. Il a également été noté que le Comité, en tant que mécanisme de coordination multilatérale, avait permis à la technologie des GNSS d'évoluer au fil du temps tout en fournissant la structure nécessaire pour parvenir à une interaction efficace dans l'un des domaines les plus importants des applications spatiales.

17. Les participantes et participants ont noté que la météorologie de l'espace était un important facteur qui limitait la précision et la fiabilité des services de positionnement, de navigation et de synchronisation fournis par les GNSS. Il a été noté que les tempêtes et sous-tempêtes géomagnétiques, les éruptions solaires et les irrégularités ionosphériques pouvaient entraîner une détérioration de ces services. Des études des effets de cette météorologie sur les GNSS ont mis en évidence les différentes approches qui permettent d'en atténuer l'incidence sur le positionnement monofréquence, bifréquence, cinématique en temps réel et par points précis. Les présentations faites lors de l'atelier ont également porté sur l'évaluation des caractéristiques des différents modèles ionosphériques utilisés dans les opérations à fréquence unique lors d'événements météorologiques spatiaux.

18. Les participantes et participants ont noté qu'un certain nombre d'activités de formation axées sur la physique ionosphérique et la science de la météorologie spatiale avaient été planifiées pour 2022 par le Bureau des affaires spatiales en coopération avec le Centre international Abdus Salam de physique théorique (Italie), le Boston College (États-Unis) et le Comité.

19. Lors d'un séminaire qu'elle avait organisé, l'Équipe spéciale du Groupe de travail S du Comité sur la détection et l'atténuation des interférences a présenté des méthodes de gestion du spectre pour les services de radionavigation par satellite et d'atténuation des interférences de radiofréquences, collectivement appelées « protection du spectre ». Des experts possédant une expérience de la mise en place, de l'exploitation et de l'utilisation de services de ce type ont débattu des aspects réglementaires, techniques, opérationnels et politiques de cette protection. Il a été noté qu'il existait un nombre presque illimité d'applications des GNSS et que ces derniers revêtaient une importance cruciale pour les économies nationales et mondiale.

20. 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 d'interférence potentielles qui pouvaient dégrader les performances des GNSS et empêcher leur utilisation.

21. Les participantes et participants ont donc été invités à se mettre en rapport avec les régulateurs du spectre et les décideurs de leurs pays respectifs afin de s'assurer qu'il existe une solide compréhension des processus et des organisations impliqués dans la régulation du spectre des GNSS et que ce dernier est dûment protégé. Ce n'est qu'en veillant à ce que ce spectre reste propre et exempt d'interférences que les GNSS pouvaient être utilisés de manière optimale.

22. Il a été noté que les GNSS qui utilisaient un récepteur standard pouvaient offrir une précision de positionnement d'environ 10 mètres. Toutefois, ce niveau de précision pouvait être amélioré grâce à des techniques de correction d'erreurs. Les mesures des GNSS étaient faussées par des erreurs d'horloge des satellites, des erreurs d'orbite (erreurs d'éphémérides), des effets ionosphériques, des effets troposphériques, des erreurs de circuit du récepteur et des distorsions par trajets multiples. Tous ces effets, à l'exception de la distorsion par trajets multiples qui restait une source d'erreur majeure, pouvaient être supprimés ou réduits en utilisant des méthodes d'observation du signal et des techniques de traitement du signal spéciales. L'une de ces méthodes était l'observation différentielle, dans laquelle une station de référence, installée à un endroit connu, permettait de calculer exactement les erreurs de mesure, offrant ainsi une précision de quelques centimètres, processus connu sous le nom de traitement cinématique en temps réel. Une autre méthode prenait en compte les données d'erreur (données d'horloge et d'orbite) provenant du satellite lui-même en utilisant un signal ou une liaison distincts. Lors de l'atelier, il a été présenté une méthode simple de conception et de mise en œuvre d'un récepteur radio logiciel GNSS à faible coût. Il a été noté que la disponibilité de récepteurs fiables et souples était une priorité pour de nombreuses applications, y compris la recherche.

23. Les participantes et participants ont noté que l'accès aux services de positionnement de haute précision fournis par les GNSS et les systèmes régionaux de navigation par satellite favoriserait l'essor, pour les marchés de masse, de nouvelles applications telles que des systèmes autonomes dans les transports, la construction, l'extraction, l'agriculture et les services de géolocalisation. Il a également été noté que la capacité de mesurer et de surveiller la qualité des signaux des GNSS était essentielle pour évaluer la facilité d'utilisation et le fonctionnement de ces systèmes.

24. Les participantes et participants ont noté que le Groupe de travail C du Comité, que dirige le Bureau des affaires spatiales, et le Centre des sciences de l'information spatiale de l'Université de Tokyo, au Japon, avaient organisé, de 2018 à 2020, une série de formations axées sur un récepteur à faible coût pour le positionnement de haute précision et le traitement des données des GNSS à l'aide de la technique cinématique en temps réel de post-traitement. Les notes de cours correspondantes étaient disponibles sur le portail d'information du Comité ([www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/activities.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/activities.html)). Une nouvelle série de programmes de formation axés sur le traitement des données des GNSS débiterait en 2022. Celle-ci comprendrait, à l'intention des responsables politiques et des décideurs, une session sur les principes et les applications des GNSS.

25. Il a été noté que les satellites des GNSS étaient équipés d'horloges atomiques dont la précision était de l'ordre de la nanoseconde. Cela était incroyablement précis, mais on avait besoin de mesures du temps pour le calcul du positionnement de ces systèmes. Les récepteurs GNSS pouvaient également utiliser ces mesures du temps pour assurer des précisions de synchronisation de l'ordre de 20 nanosecondes. Les participantes et participants se sont vu présenter un exemple de méthodes de transfert de temps GNSS pour les horloges à distance des observations en vue commune et en vue intégrale basées sur des mesures de code et l'échelle de temps de référence des GNSS.

26. Les participantes et participants ont pris note de l'utilisation qui est faite, depuis quelques temps, du Cadre stratégique global du Cadre intégré de l'information géospatiale et du Guide de mise en œuvre aux fins du renforcement des capacités géodésiques, y compris des exemples de pays qui utilisent actuellement le Cadre pour élaborer des plans d'action nationaux. Il était nécessaire de disposer de normes et de procédures adaptées à l'objectif visé, notamment de listes de contrôle consolidées qui permettraient de garantir une utilisation cohérente et durable des GNSS et des activités connexes dans les régions.

27. Les participantes et participants ont noté que des séminaires techniques sur les cadres de référence utilisés dans la pratique étaient organisés par la Commission 5 de la Fédération internationale des géomètres (FIG) sur le positionnement et la mesure en coopération avec l'Association internationale de géodésie, l'International GNSS Service et les Groupes de travail C et D du Comité international sur les systèmes mondiaux de navigation par satellite. Ces séminaires étaient organisés conjointement avec la Semaine de travail de la FIG au profit des géodésiens ou géomètres opérationnels qui traitent des questions de cadre de référence dans des environnements publics et commerciaux.

28. Les participantes et participants ont pris connaissance des programmes d'éducation et de formation aux GNSS. Il a été noté que l'on pourrait renforcer le développement social et économique des pays de la région en améliorant les compétences et les connaissances des universitaires et des scientifiques par la conduite d'activités théoriques, de recherches, d'exercices de terrain et de projets pilotes rigoureux en rapport avec la technologie des GNSS. Ont également été fournies 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'ONU.

29. La session consacrée aux études de cas a donné aux participantes et participants une occasion supplémentaire de partager leur expérience de l'utilisation et des applications des GNSS. Les participantes et participants ont découvert les produits de positionnement de haute précision qui accroissent l'efficacité et permettent de gagner du temps et de réduire le coût des intrants pour l'industrie agricole. Il a également été présenté une large sélection de produits de positionnement GNSS innovants, susceptibles d'aider dans l'utilisation d'applications de construction et d'exploitation minière.

30. Les participantes et participants se sont félicités des divers rapports établis par le Sous-Groupe « Applications » du Groupe de travail B du Comité sur des sujets tels que les applications et services de systèmes de transport intelligents, un système d'alerte d'urgence basé sur les GNSS et répondant à tous les types de risques, des tremblements de terre jusqu'aux incendies de forêt, la technologie des utilisateurs des GNSS, les produits et services de haute précision, ainsi que les applications d'authentification des signaux GNSS. Tous montraient que la technologie des GNSS évoluait rapidement pour répondre aux besoins d'accès universel, d'automatisation et de positionnement sécurisé, montrant également la façon dont les nouveaux développements apporteraient une précision, une intégrité et une robustesse durables aux principales applications.

31. Les participantes et participants ont été informés de la parution de la deuxième édition de la publication intitulée *The Interoperable Global Navigation Satellite Systems Space Service Volume (ST/SPACE/75/Rev.1)*, qui avait fait l'objet d'un examen approfondi et d'une mise à jour de l'ensemble du contenu, y compris les dernières données de constellation de tous les fournisseurs de GNSS et l'ajout des expériences de vol des utilisateurs de GNSS dans l'espace. Ils ont pris note de la publication de la vidéo d'accompagnement. Ces deux documents avaient été mis à disposition sur le site [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/documents.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/documents.html).

### III. Observations finales

32. La séance de discussion a fourni des indications sur la façon dont les institutions pourraient travailler ensemble dans le cadre de partenariats régionaux pour partager et transférer les connaissances et concevoir des activités conjointes et des propositions de projets. Les réactions des participantes et participants à l'atelier ont été très positives, ces derniers estimant que les sujets abordés répondaient à leurs besoins et attentes professionnels.

33. Il a par ailleurs été souligné que le Bureau continuerait d'appuyer le renforcement des capacités par l'intermédiaire des centres régionaux de formation aux sciences et techniques spatiales affiliés à l'ONU, ainsi que des centres d'excellence, et de veiller à ce que les utilisateurs finaux tirent profit des diverses constellations de GNSS.

34. Les participantes et participants ont remercié l'Organisation des Nations Unies, le Gouvernement mongol et les groupes de travail du Comité pour l'excellente organisation et le contenu de l'atelier.