



Assemblée générale

Distr. générale
27 septembre 2022
Français
Original : anglais

Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique

Rapport sur la cinquième Conférence internationale sur l'utilisation des techniques spatiales aux fins de la gestion de l'eau organisée par l'Organisation des Nations Unies, le Ghana et le Prix international Prince Sultan bin Abdulaziz sur l'eau

(Accra et en ligne, 10-13 mai 2022)

I. Introduction

1. La cinquième Conférence internationale sur l'utilisation des techniques spatiales aux fins de la gestion de l'eau a été organisée par le Bureau des affaires spatiales dans le cadre du Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales. Initialement prévue en 2021, elle s'est tenue du 10 au 13 mai 2022 sous forme hybride, à Accra et en ligne, en raison de la pandémie de maladie à coronavirus (COVID-19).
2. La Conférence était coorganisée avec le Gouvernement ghanéen et le Prix international Prince Sultan bin Abdulaziz sur l'eau. L'Université de l'énergie et des ressources naturelles a joué le rôle d'organisateur local, en coopération avec le Ministère de l'éducation, le Ministère des affaires étrangères et de l'intégration régionale, le Ministère de l'environnement, des sciences, des technologies et de l'innovation, et le Ministère de l'assainissement et des ressources en eau. La manifestation a en outre reçu l'appui de l'Agence spatiale européenne (ESA) et du secrétariat du réseau interislamique de science et de technologie spatiales.

II. Contexte et objectifs

3. Le Bureau des affaires spatiales diffuse des connaissances sur la valeur ajoutée de l'utilisation des applications spatiales pour aborder des problèmes sociétaux, notamment en tenant des manifestations coorganisées à la demande des États Membres, dans le cadre du Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales.
4. Lancé en 2018, le projet Space4Water vise à promouvoir l'intégration des techniques et applications spatiales aux efforts d'amélioration de l'accès à l'eau. Il repose sur trois piliers : encourager les échanges entre scientifiques par la tenue de conférences ; toucher les utilisateurs du monde entier à l'aide du portail Space4Water, qui les informe et leur permet de trouver des partenaires ; et établir une communauté par le tenue de réunions des parties prenantes du portail Space4Water.



5. Depuis 2008, quatre conférences sur l'utilisation des techniques spatiales aux fins de la gestion de l'eau ont été organisées, à trois ou quatre ans d'intervalle, afin de présenter les avantages offerts par les techniques, applications et services spatiaux en matière de gestion de l'eau. Elles ont eu lieu à Riyad, en avril 2008 ; à Buenos Aires, en mars 2011 ; à Rabat, en avril 2014 ; et à Islamabad, en février et mars 2018.

6. La cinquième Conférence s'est tenue à Accra et en ligne du 10 au 13 mai 2022, avec les objectifs suivants :

a) Étendre l'utilisation des techniques et données spatiales afin d'améliorer la gestion des ressources en eau ;

b) Encourager l'échange de connaissances entre les acteurs du secteur spatial, d'une part, et les acteurs de la gestion de l'eau et de la recherche sur l'eau, d'autre part, ainsi que l'établissement de partenariats entre eux ;

c) Recenser les besoins des utilisateurs ;

d) Tenir des séances pour mettre en lumière les solutions que pouvaient offrir les fournisseurs de technologies.

En outre, la Conférence visait à encourager l'apport de contributions régionales spécifiques à son programme par des intervenants de pays d'Afrique subsaharienne.

7. Initialement prévue en présentiel, la Conférence a finalement eu lieu sous forme hybride, afin de pouvoir se tenir malgré la pandémie. Les participants y ont assisté en personne, à Accra, et en ligne. Les organisateurs ont appliqué les enseignements tirés de manifestations similaires ; toutes les présentations ont été mises en ligne avant la Conférence, afin que l'accès à l'information ne soit pas entravé par le décalage horaire ou une largeur de bande limitée. Les personnes participant en ligne et celles présentes à Accra ont pris la parole à tour de rôle. Le format des séances de présentation d'affiches a été aménagé, les organisateurs optant pour la diffusion de messages vidéo de trois minutes (appelés « discours éclairés ») en ligne et en salle. Davantage de personnes ont pu ainsi prendre la parole dans le temps disponible. En choisissant soigneusement les intervenants et en s'entretenant avec eux avant la manifestation, les organisateurs ont fait en sorte que les présentations soient stimulantes et contribué à la tenue d'échanges dynamiques entre les intervenants.

III. Participation

8. Au total, 838 personnes, dont 29 % de femmes, se sont inscrites pour participer à la Conférence et ont eu accès à la plateforme de communication en ligne.

9. Les participants comprenaient des membres de la communauté diplomatique, parmi lesquels des représentants de la Mission permanente du Ghana auprès de l'Organisation des Nations Unies à Vienne, ainsi que du Commissariat ghanéen à l'énergie atomique. Les agences spatiales suivantes étaient également représentées à la Conférence : Agence nationale nigériane pour la recherche-développement dans le domaine spatial, Agence spatiale brésilienne, Agence spatiale égyptienne, Agence spatiale kenyane, Agence spatiale rwandaise, Agence spatiale turque, Centre national d'études spatiales (CNES, France), Commission pakistanaise de recherche sur l'espace et la haute atmosphère, ESA, Institut éthiopien des sciences et techniques spatiales, National Aeronautics and Space Administration (États-Unis d'Amérique) et Organisation nationale bangladaise de recherche spatiale et de télédétection.

10. Y étaient en outre représentées les organisations et entités suivantes : Centre régional africain de formation aux sciences et techniques spatiales, en langue anglaise (Nigéria), Centre commun de recherche de la Commission européenne, Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), Organisation météorologique mondiale (OMM), Programme des Nations Unies pour le développement, Programme des Nations Unies

pour les établissements humains (ONU-Habitat), secrétariat du Groupe sur l'observation de la Terre et Space Generation Advisory Council.

11. Les 100 pays suivants étaient représentés parmi les personnes inscrites : Afghanistan, Afrique du Sud, Allemagne, Angola, Arabie saoudite, Argentine, Australie, Autriche, Bangladesh, Bénin, Bhoutan, Botswana, Brésil, Bulgarie, Burkina Faso, Burundi, Cameroun, Canada, Chili, Chine, Colombie, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Égypte, Émirats arabes unis, Équateur, Érythrée, Espagne, Estonie, État de Palestine, États-Unis d'Amérique, Éthiopie, Fédération de Russie, France, Gabon, Gambie, Ghana, Grèce, Guatemala, Guinée, Hongrie, Inde, Indonésie, Iran (République islamique d'), Irlande, Israël, Italie, Jordanie, Kenya, Kirghizistan, Liban, Libéria, Libye, Luxembourg, Malawi, Maroc, Mexique, Mongolie, Mozambique, Myanmar, Namibie, Népal, Nicaragua, Niger, Nigéria, Ouganda, Ouzbékistan, Pakistan, Panama, Pays-Bas, Pérou, Philippines, Pologne, République arabe syrienne, République démocratique du Congo, République-Unie de Tanzanie, Roumanie, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Rwanda, Sainte-Lucie, Sénégal, Serbie, Sierra Leone, Singapour, Soudan, Soudan du Sud, Sri Lanka, Suisse, Tchad, Thaïlande, Togo, Trinité-et-Tobago, Tunisie, Türkiye, Ukraine, Venezuela (République bolivarienne du), Viet Nam, Yémen, Zambie et Zimbabwe.

12. Durant les quatre jours de la Conférence, le nombre de personnes participant en ligne a varié d'un jour à l'autre et au cours de chaque journée. Le pic de connexions a été de 93 personnes.

IV. Programme de la Conférence et statistiques relatives aux intervenants

13. Le programme de la Conférence comprenait quatre types d'activités :

- a) Des discours liminaires de hauts représentants des coorganisateur ;
- b) Des séances de présentation dirigées par un président ou une présidente faisant intervenir jusqu'à six personnes l'une après l'autre, suivies d'une série de questions-réponses ;
- c) Des tables rondes dirigées par un animateur ou une animatrice ;
- d) De courtes présentations vidéo préenregistrées de trois minutes chacune, connues sous le nom de « discours éclairs ».

14. Vingt et un discours éclairs, répartis sur quatre séances, ont été diffusés à Accra et en ligne. Cette formule, qui se voulait l'équivalent en ligne d'une séance de présentation d'affiches, a permis de présenter un plus grand nombre d'initiatives et offert à des intervenants peu expérimentés un moyen d'expliquer leurs activités avec concision. Les vidéos ont été diffusées pendant la Conférence et sont restées disponibles en ligne¹.

15. Au total, la manifestation a généré 24 heures de contenus en quatre jours. Soixante-huit personnes ont pris la parole en salle, dont 18 femmes et 50 hommes. En outre, 16 personnes ont présidé des séances ou animé des tables rondes à Accra, dont 5 femmes et 11 hommes. Par ailleurs, 23 interventions ont eu lieu en ligne, dont 21 discours éclairs et 2 messages vidéo. Les discours éclairs ont été prononcés par 8 femmes et 13 hommes ; les deux messages vidéo l'ont été par des hommes, lors de la séance d'ouverture de haut niveau. En tout, 107 personnes ont pris la parole, dont 31 femmes et 76 hommes, soit un ratio femmes/hommes correspondant à celui des personnes inscrites.

16. Tout au long de la Conférence, les participants ont été encouragés à poser leurs questions aux intervenants par écrit à l'aide d'une plateforme de communication en

¹ Voir www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2022/un-Ghana-water-schedule.html.

ligne. Les animateurs utilisaient cette même plateforme pour tenir les personnes participant en ligne informées du déroulement des activités dans la salle de conférence à Accra. À la fin de chaque prise de parole, dès que le temps le permettait, les animateurs lisaient les questions posées à l'intervenant ou à l'intervenante par l'intermédiaire de la plateforme, afin d'assurer un certain niveau d'interaction entre les personnes connectées et celles présentes sur place.

17. Toutes les interventions ont été mises à disposition en ligne sur le site Web du Bureau des affaires spatiales avant ou pendant la manifestation, pour permettre aux participants ne disposant que d'une bande passante limitée de télécharger les contenus².

18. À Accra, les organisateurs locaux ont invité un petit nombre de participants présents sur place à faire une visite technique d'une station satellitaire terrestre.

V. Contenu du programme de la Conférence

19. La Conférence a commencé par une cérémonie d'ouverture, lors de laquelle les autorités ghanéennes, les coorganisateur et les organismes parrains ont exposé leur point de vue sur le thème de la manifestation. Le Vice-Chancelier de l'Université de l'énergie et des ressources naturelles a souhaité la bienvenue aux participants et expliqué la raison d'être de la Conférence. Le Directeur en chef du Ministère des affaires étrangères et de l'intégration régionale a évoqué le changement climatique, en indiquant que celui-ci exigerait une meilleure gestion de l'eau, compte tenu de l'ambition de ne laisser aucun pays à la traîne sur la voie de la durabilité. Le Directeur général du Commissariat ghanéen à l'énergie atomique a insisté sur l'importance de la protection de l'eau et signalé que la qualité de l'eau avait continué de se détériorer au Ghana, en raison, notamment, de la pollution due à l'extraction illégale. Le Ministre de l'éducation a souligné qu'une utilisation accrue des techniques et données spatiales aux fins d'une meilleure gestion des ressources en eau pourrait jouer un rôle essentiel pour rendre l'économie ghanéenne circulaire. L'objectif consistant à favoriser les techniques durables de gestion de l'eau était conforme à l'Agenda 2063 de l'Union africaine et aux engagements mondiaux pris dans le cadre du Programme de développement durable à l'horizon 2030. À cette fin, le Ghana avait l'intention de se concentrer sur l'éducation en sciences, technologies, ingénierie et mathématiques, en particulier sur le développement de logiciels.

20. Après un bref message vidéo du Président ghanéen, le Directeur par intérim du Bureau des affaires spatiales a prononcé une allocution de bienvenue dans laquelle il a souligné les progrès accomplis depuis le lancement du projet Space4Water en 2018. Il a rappelé la raison d'être de cette initiative, menée conjointement par le Bureau et le Prix international Prince Sultan bin Abdulaziz sur l'eau, qui avait permis à la fois la mise en place de la Conférence et la création du portail Space4Water. Dans un message vidéo prononcé au nom du Directeur général du Prix international, un représentant a décrit les activités de l'institution et expliqué comment les lauréats du Prix contribuaient, par leurs recherches, à améliorer la gestion de l'eau.

21. Durant la séance d'ouverture technique, cinq intervenants ont présenté des initiatives visant à utiliser les données produites par les astronefs d'observation de la Terre afin de créer des données utilisables pour la gestion de l'eau. Le Directeur général du Centre régional de la cartographie des ressources de développement, situé au Kenya, a expliqué que l'obtention de données demeurait le principal défi à relever pour le Centre. Certaines des données dont il avait besoin, notamment pour se préparer aux sécheresses et aux inondations et y faire face, étaient fournies à l'aide de technologies satellitaires. Le Centre de recherche-développement de l'initiative EO AFRICA (African Framework for Research Innovation, Communities and Applications in Earth Observation) était dirigé par un consortium financé par l'ESA ; il fournissait des contenus et des programmes de formation en ligne. L'ESA mettait

² Ibid.

ses propres produits de données gratuitement à disposition en ligne ; les données provenaient d'astronefs développés et exploités par elle. L'Agence s'attachait actuellement à recenser les besoins des utilisateurs en vue des futures missions d'observation de la Terre. Le programme Digital Earth Africa a expliqué comment il fournissait des jeux et des services de données et décrit les recherches qu'il avait spécialement effectuées pour le Ghana, en particulier les produits qu'il avait fournis à plus de 200 districts du pays. Dans la mesure où de nombreux jeux de données étaient désormais disponibles en ligne, l'aptitude d'un pays à utiliser les ressources en eau de manière durable dépendait largement de la capacité de ses agents chargés de la gestion de l'eau à comprendre les données. La formation était donc essentielle. Le Bureau des affaires spatiales a fait une présentation au sujet du portail Space4Water, dans laquelle il a décrit les contenus déjà disponibles et expliqué en quoi la création d'une communauté de parties prenantes permettrait d'améliorer l'échange de bonnes pratiques.

22. La première séance, placée sous le thème des techniques spatiales et des extrêmes hydrologiques, était axée sur les inondations. Dix intervenants ont présenté des projets opérationnels menés à l'échelle du bassin versant ou des pays, ainsi que des résultats de recherche innovants. Il était prévu une nette augmentation de la fréquence des inondations. Si les données satellitaires contribuaient au fonctionnement de systèmes de cartographie, de surveillance et d'alerte rapide, le principal écueil était souvent le manque de données d'observation locales et la difficulté des institutions à échanger des données entre elles.

23. Alors que l'Université technique d'Accra cartographiait les zones inondables de la ville, des initiatives de l'Organisation des Nations Unies (par exemple celles menées par le Centre satellitaire des Nations Unies (UNOSAT) ou le Programme alimentaire mondial) surveillaient également les inondations, en se servant de satellites pour repérer les zones inondables dans diverses régions et en déterminant les populations à risque au moyen de systèmes d'information géographique. Des produits satellitaires relatifs aux précipitations étaient désormais disponibles. L'utilisation de données spatiales pour faire face aux inondations était déjà une pratique bien établie dans plusieurs pays, tels que le Rwanda, le Malawi ou la République islamique d'Iran, où des observations spatiales servant à surveiller l'humidité du sol, les précipitations et les inondations avaient été intégrées à divers modèles de prévision, et la validation donnait de bons niveaux de précision.

24. L'élargissement de l'accès à l'imagerie satellitaire pour l'étude des inondations avait rendu possible l'utilisation de modèles mondiaux, grâce à la résolution toujours plus élevée des données. Le fil rouge des présentations était que, pour réduire les vulnérabilités, il fallait améliorer l'analyse, les prévisions, les alertes rapides et la planification, et, chose très importante, les programmes de renforcement des capacités régionaux et mondiaux.

25. La deuxième séance était consacrée aux techniques spatiales et à la qualité de l'eau. L'Afrique concentrait un quart de l'eau douce de la planète, mais celle-ci étant inégalement répartie, un stress hydrique pouvait survenir dans certains endroits où plusieurs pays se partageaient des fleuves et des lacs. La recherche sur l'utilisation de données satellitaires pour la gestion de l'eau en Afrique avait connu une croissance exponentielle, dans le cadre d'initiatives comme AquaWatch, menée par le Groupe sur l'observation de la Terre (GEO), et de nombreuses ressources avaient été mises en ligne par les agences spatiales. Les observations *in situ* restaient nécessaires pour étalonner et valider les algorithmes, par exemple pour mesurer la quantité de sédiments présente ; cette tâche exigeait la participation de la population locale, par exemple au titre de projets de « citoyenneté scientifique ».

26. Les quatre intervenants de la deuxième séance ont présenté des initiatives concernant des lacs thaïlandais, le lac Victoria, et les travaux effectués en Ouganda et au Kenya. Les charges en matières nutritives provenant de l'industrie, de l'agriculture et des eaux usées, qui entraînaient la formation de fleurs d'eau, nuisaient à la qualité de l'eau. La croissance urbaine avait considérablement dégradé la qualité

des eaux lacustres, comme en témoignaient, par exemple, la concentration accrue de chlorophylle le long des rives du lac Victoria, et la turbidité de l'eau, indicateur de la qualité des eaux de surface, relevée au lac Naivasha. La présidente de la séance a souligné la nécessité de continuer à réduire la production d'eaux grises et d'eaux noires, et d'utiliser les premières de manière profitable, par exemple pour l'irrigation. Elle a conclu la séance en chantant une chanson sur l'importance de l'eau.

27. Dans l'ensemble, la deuxième séance a mis en lumière des projets de recherche novateurs démontrant l'intérêt d'intégrer l'imagerie satellitaire à haute résolution à des modèles bien établis, notamment pour évaluer la qualité et la teneur en chlorophylle des eaux lacustres. L'informatique en nuage était désormais largement utilisée pour faciliter le traitement des données. Alors que l'acquisition de données *in situ* sur de longues périodes dans des environnements spécifiques était une tâche complexe, la solution consistant à utiliser des données satellitaires et à appliquer des techniques de modélisation et de surveillance donnaient des résultats fiables, au moins pour des estimations préliminaires de la qualité de l'eau. Des initiatives de diverses parties prenantes étaient en cours en vue de la création d'un réseau mondial de données de validation. L'accès libre et gratuit à des données spatiales de résolution suffisante était à présent une réalité pour certains paramètres de la qualité de l'eau, des jeux et des produits de données étant accessibles au niveau mondial. Il en était de même pour les ressources de formation en ligne.

28. La troisième séance a donné lieu à cinq présentations traitant du lien entre techniques spatiales, eau et santé. Plusieurs variables climatiques, comme la température et l'humidité, étaient des facteurs importants dans l'apparition et la transmission des maladies. Par exemple, un lien avait été établi entre la survenue d'épidémies de méningite bactérienne dans le Haut Ghana oriental et les aérosols de poussière présents lors des épisodes de sécheresse et de chaleur intenses observés pendant la période de l'harmattan. L'analyse d'informations sur la poussière, obtenues à partir de données satellitaires Sentinel, avait permis de repérer une corrélation. Un projet de recherche avait été mené dans le bassin du lac Tchad afin d'étudier l'augmentation de la pollution lors d'une sécheresse qui asséchait le lac, menaçant de ce fait les moyens de subsistance de plus de 22 millions de personnes.

29. Au Ghana, environ 60 % des masses d'eau étaient polluées, notamment en raison de la déforestation et des graves risques sanitaires causés par les activités d'extraction illégales, y compris l'extraction artisanale de l'or. En effet, jusqu'à 70 % de celle-ci était illégale au Ghana, et le mercure, qui intervenait dans l'extraction de l'or, polluit la proche atmosphère et l'environnement autour des sites miniers. On le trouvait dans les ressources locales, les systèmes terrestres et aquatiques, et le corps humain. Les activités illégales, qui avaient lieu dans des forêts et des savanes isolées, ne pouvaient être découvertes que par télédétection. Des limitations subsistaient, comme la faible fréquence de survol de certaines zones par les satellites, le coût élevé que représentait l'achat de données privées, et l'incidence de la couverture nuageuse sur les mesures. L'Institut ghanéen des sciences et techniques spatiales, qui entendait aider les services de détection et de répression en leur communiquant des informations en temps réel sur la pollution des ressources en eau, cherchait des partenaires en vue d'obtenir des données satellitaires de haute définition appropriées ou de lancer un instrument satellitaire adapté.

30. La télé-épidémiologie et les systèmes d'alerte rapide pour les maladies transmises par des moustiques étaient déjà opérationnels. Un système de ce type était utilisé dans des territoires européens, en Côte d'Ivoire et en Thaïlande, dans le cadre d'une initiative à laquelle participaient également le Brésil et l'Inde. Il permettait de modéliser les risques et l'abondance des moustiques ; une application mobile servait à avertir les utilisateurs et à recueillir des avis participatifs, par exemple auprès de villageois grecs. Les modèles reposaient sur des données satellitaires Sentinel-2. Les chefs de file de l'initiative élaboraient actuellement des normes pour faciliter la prise de décisions ; un outil de ce type pourrait être utilisé dans d'autres régions du monde. De même, au Kenya, un projet consistait à dresser des cartes des zones exposées au paludisme, associées à des cartes de référence représentant la densité de la population,

afin d'aider les praticiens de santé. L'établissement de cartes des risques nécessitait la prise en compte des facteurs socioéconomiques et des conditions naturelles, et l'Agence spatiale kenyane envisageait d'élaborer des modèles de systèmes d'information géographique analogues pour d'autres maladies.

31. Lors de la quatrième séance, consacrée aux techniques spatiales et aux eaux souterraines, huit présentations ont été faites. Alors que, selon l'UNESCO, plus de deux milliards de personnes dépendaient des eaux souterraines pour leur approvisionnement en eau³, la surexploitation de cette ressource l'empêchait de se renouveler suffisamment pour être durable. La principale difficulté consistait à surmonter le manque d'informations de surveillance directe pour améliorer la gestion des eaux souterraines. Les données obtenues par gravimétrie satellitaire [dans le cadre de la mission GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment)] servaient à évaluer le stockage des eaux souterraines, tandis que d'autres types d'images de télédétection pourraient permettre de cartographier, par exemple, le réseau de fractures des roches aquifères de faible porosité, dans lequel l'eau circulait à travers des fissures. Au Maroc, ces fractures faisaient l'objet d'observations visant à déterminer les propriétés hydrologiques des réservoirs d'eaux souterraines et à en déduire des informations sur les réservoirs profonds qui n'étaient pas directement observables, le but étant de faciliter la recherche d'eau dans la région. En République arabe syrienne, l'imagerie satellitaire servait à déterminer les endroits où forer des puits pour trouver des eaux souterraines, tandis qu'en Inde, l'Agence spatiale fournissait des services d'imagerie satellitaire pour remplacer les méthodes traditionnelles hautement non scientifiques de certains paysans, avec de bons résultats. S'il n'existait pas encore de service de données satellitaires dédié à la surveillance des eaux souterraines, des projets visant à en créer un étaient en cours.

32. En Afrique du Nord, les eaux souterraines répondaient aux besoins d'irrigation des paysans pour une part allant jusqu'à 90 % en Libye, et jusqu'à 86 % en Tunisie. Globalement, dans la région arabe, elles couvraient jusqu'à 70 % de la demande. Au Ghana, l'agriculture s'était développée dans des zones où les précipitations et les eaux de surface étaient peu abondantes. Cette dépendance agricole aux eaux souterraines, conjuguée à la croissance démographique exponentielle des zones urbaines, avait conduit à une forte augmentation des besoins. Du fait de la hausse de la demande, davantage d'énergie était nécessaire pour extraire l'eau, notamment à partir de sources profondes. Si les énergies renouvelables avaient permis de faire diminuer le coût énergétique de l'extraction, l'énergie bon marché contribuait largement à aggraver l'épuisement des ressources, et la baisse du niveau phréatique se poursuivait. On pouvait observer ce cercle vicieux au Yémen, par exemple, pays où l'énergie solaire était plus facile d'accès depuis 2016 et servait à prélever davantage d'eau.

33. Outre des jeux de données satellitaires gratuits, les pays en développement avaient besoin d'être formés aux techniques géospatiales et de mieux comprendre comment utiliser les informations obtenues à l'aide de ces techniques dans leur prise de décisions. Les modèles utilisant des données satellitaires pour évaluer les variations des stocks d'eaux souterraines étaient souvent bien adaptés au monde développé, mais ne tenaient pas compte des contraintes inhérentes au monde en développement, notamment des faibles budgets disponibles et des infrastructures informatiques limitées, qui nécessitaient d'autres modèles, simplifiés et peu coûteux. En outre, afin de prendre la bonne décision concernant les pénuries d'eaux souterraines, les gouvernements avaient souvent besoin d'informations provenant d'un pays voisin, car leur pénurie pouvait être due à des événements auxquels ils ne pouvaient faire face au seul niveau national. Des ressources d'appui, par exemple des jeux de données mondiaux, étaient nécessaires. La télédétection était essentielle à cet égard, mais, en vue de progresser dans cette voie, il faudrait prendre des mesures de

³ Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), *Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2022 : Eaux souterraines : Rendre visible l'invisible* (2022).

politique générale transversales, en raison par exemple de l'incidence directe que les secteurs de l'agriculture et de l'énergie avaient sur la situation en matière d'eau.

34. Une présentation a été faite au sujet d'une initiative conjointe panafricaine de l'Union européenne et de l'Union africaine portant sur la Surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité (GMES) et l'Afrique, à laquelle participaient 122 entités et 47 pays africains. Cette initiative avait donné naissance à une communauté composée avant tout d'organismes de service public et d'établissements universitaires, qui continuait de croître. Une plateforme de formation mettait à disposition des ressources gratuites, notamment des cours. Douze consortiums distincts avaient été créés pour aborder des questions spécifiques. Des activités de formation sur des sujets liés à l'eau, comme l'irrigation, la surveillance des zones humides et les crues fluviales, étaient organisées avec des partenaires spécialisés dans certaines régions d'Afrique.

35. La cinquième séance s'est tenue le troisième jour de la Conférence. Compte tenu du vif intérêt suscité par le sujet, elle était entièrement dédiée aux techniques spatiales, au manque d'eau et aux sécheresses. Une première sous-séance portait sur les sécheresses, les précipitations et la végétation. Elle a donné lieu à six présentations, lors desquelles les participants se sont vu expliquer l'utilisation de données satellitaires pour établir des évaluations hydrologiques. Comme le montrait l'analyse des zones de stress hydrique dans le monde, il existait actuellement une divergence entre les modèles mondiaux et les modèles régionaux ou locaux. Par exemple, si la superficie du lac Tchad avait fortement diminué depuis les années 1960, la recherche avait montré que cette évolution tenait principalement au régime des précipitations, et non à des causes anthropiques. Différents systèmes, tels que le Système mondial d'évaluation et de prévision hydrologiques (HydroSOS) de l'OMM, avaient été mis au point afin d'intégrer les évaluations hydrologiques à des données obtenues par d'autres moyens, et d'établir un lien entre surveillance et prise de décisions. Ces outils fournissaient, à l'échelle mondiale et locale, des produits incluant des projections de la pluviométrie, de l'humidité du sol et de la couverture neigeuse, entre autres.

36. Des évaluations de la pluviométrie basées sur des observations satellitaires permettaient d'estimer la croissance des cultures lorsque des données *in situ* de qualité suffisante n'étaient pas disponibles pour produire des simulations ; c'était le cas, par exemple, dans le bassin du lac Victoria, au Kenya. Toutefois, les données de télédétection n'étaient peut-être pas encore assez précises pour être entièrement fiables. Lors d'une étude menée dans le Tamil Nadu (Inde) pour valider des sources de données de haute précision à l'aide de stations pluviométriques, des différences ont été constatées entre les produits satellitaires et les mesures *in situ*. Les données satellitaires pouvaient néanmoins être utilisées pour la diffusion d'alertes rapides en cas de sécheresse ou comme outil de surveillance à l'appui des régimes d'assurance publics contre les sécheresses destinés aux paysans.

37. Une deuxième sous-séance, comprenant six présentations, traitait du manque d'eau et des sécheresses dans les bassins. La première présentation a été faite par un représentant du Programme des Nations Unies pour l'exploitation de l'information d'origine spatiale aux fins de la gestion des catastrophes et des interventions d'urgence (UN-SPIDER). En 2018, dans le cadre de UN-SPIDER, des cartes des zones inondables de la vallée de la Volta Blanche produites par la communauté spatiale avaient été mises à la disposition du Ghana. En Namibie, un indice de condition de la végétation avait été appliqué pour suivre les effets des sécheresses sur la santé de la végétation. L'intervenant a souligné l'importance des séries temporelles passées pour comprendre les tendances de long terme des indices de sécheresse et leur corrélation avec les effets des sécheresses. De même, des données satellitaires obtenues dans le cadre du Programme européen d'observation de la Terre (également appelé Copernicus) avaient servi à élaborer l'outil Global Surface Water Explorer, en vue de faciliter la quantification de l'étendue et de la dynamique des eaux intérieures. Le jeu de données de cet outil avait été avalisé par l'Organisation des Nations Unies en tant qu'indicateur officiel pour le suivi des progrès accomplis concernant la

cible 6.6 des objectifs de développement durable : D'ici à 2020, protéger et restaurer les écosystèmes liés à l'eau, notamment les montagnes, les forêts, les zones humides, les rivières, les aquifères et les lacs.

38. Des présentations relatives à des cas particuliers ont montré que les données satellitaires pouvaient servir à produire des estimations raisonnables pour les zones où seuls quelques pluviomètres étaient disponibles. Des recherches avaient été menées au sujet des principales variables ayant une incidence sur les ressources en eau dans le bassin du Zambèze, l'objectif étant de trouver des moyens de corriger les biais des données satellitaires et d'optimiser les paramètres de modélisation pour diverses sources de données sur la pluviométrie. Dans le bassin du Congo, où la population dépendait fortement du fleuve pour s'approvisionner en eau, l'imagerie satellitaire avait permis de comprendre le lien entre les grandes sécheresses de 2005 et 2006 et la dynamique des eaux de surface dans l'ensemble du bassin. Les recherches visaient à analyser la variabilité spatiotemporelle saisonnière et interannuelle du volume d'eau douce du Congo et à en saisir le lien avec la dynamique du climat, afin de comprendre la distribution et la caractérisation des événements hydrologiques extrêmes. La surveillance des sécheresses jouait un rôle d'appui dans la production hydroélectrique, par exemple au barrage hydroélectrique Mtera, en République-Unie de Tanzanie, où un indice radiométrique spécifique établi à partir de données satellitaires Landsat servait à évaluer les fluctuations hydrologiques. En définitive, la difficulté consistait à faire en sorte que les informations parviennent à l'agent ou à l'agente responsable de la gestion des ressources en eau, en lui fournissant les séries temporelles nécessaires pour prendre la meilleure décision possible depuis son bureau. Un autre projet, intitulé « Servir », avait débouché sur un modèle servant à déterminer la quantité d'eau disponible pour l'agriculture ou à évaluer le débit de ruissellement et le débit de base. Ce modèle était disponible sur une plateforme ouverte en ligne, à l'aide de laquelle les agents pouvaient planifier et réguler l'utilisation des ressources. Dans l'avenir, l'outil permettrait également de quantifier la disponibilité des eaux souterraines.

39. Lors d'une troisième sous-séance, une présentation a été faite sur l'utilisation des données satellitaires pour évaluer les effets du manque d'eau et des sécheresses sur la végétation et l'agriculture. Les données satellitaires sur la sécurité hydrique concernaient principalement les précipitations mesurées à brefs intervalles et à petite échelle (par exemple, une fois par heure tous les kilomètres) ; l'humidité du sol, servant dans l'agriculture à prévoir les inondations et les mauvaises récoltes ; les eaux souterraines, aux fins de la localisation des aquifères ; et la décharge et l'attrition dues au surpompage. La surveillance de l'évapotranspiration, qui permettait de se faire une idée du manque d'eau, était utile pour évaluer les besoins d'irrigation. Les satellites pouvaient fournir des données pour mesurer l'indice de santé de la végétation et les phénomènes qui nuisaient à la qualité de l'eau, par exemple les fleurs d'eau, de manière à éclairer les décisions des autorités sanitaires. Certains polluants ne pouvaient pas être surveillés directement par satellite ; toutefois, de nombreux polluants optiquement invisibles pouvaient néanmoins être surveillés depuis l'espace.

40. La sécheresse était l'un des périls extrêmes dans de nombreux pays, comme au Kenya, où le Président avait déclaré une sécheresse catastrophe nationale en 2021. Des outils de prévision rapide permettraient d'établir des plans d'atténuation plus efficaces. Afin de garantir la sécurité hydrique, des données étaient nécessaires pour la planification, l'évaluation, la surveillance, la gestion et l'exécution, entre autres. Tous ces types d'applications nécessitaient différents types de données associés à des cadres temporels spécifiques pour répondre aux besoins. L'obtention directe de données au moyen d'observations satellitaires présentait de nombreux avantages, mais la collecte de données *in situ* restait nécessaire, notamment pour étalonner les données satellitaires et permettre une interpolation lorsque ces données n'étaient pas disponibles. Afin d'assurer la fiabilité des algorithmes liés aux données satellitaires, il était souvent nécessaire de les élaborer pour une région particulière du monde. Dans le cadre d'un projet mené au Pakistan, qui a été présenté aux participants, l'étude des modifications de la végétation durant la mousson sur une période de 20 ans avait

permis de modéliser les futures tendances et de prévoir l'ampleur des futures inondations.

41. La dernière sous-séance, qui avait pour thème les techniques spatiales, le manque d'eau et les sécheresses, comprenait trois présentations. Les sécheresses pouvaient être rattachées aux événements extrêmes composites, qui résultaient de la conjonction de risques, de facteurs climatiques et de facteurs sociaux. La variabilité du climat, la vulnérabilité au changement climatique et l'exposition au risque s'associaient pour créer les conditions les plus défavorables. Ces événements extrêmes causaient des pertes économiques de l'ordre de plusieurs milliards de dollars.

42. Les sécheresses se distinguaient des inondations en ce qu'elles étaient un processus lent, ce qui rendait difficile la prise de décisions quant aux mesures rapides à prendre et aux effets sur lesquels se concentrer. Jusqu'à quel point pouvait-on accepter des actions inutiles ? La Croix-Rouge a expliqué qu'elle mettait l'accent sur le manque d'eau en raison de ses incidences majeures sur la vie quotidienne. En ce sens, l'action humanitaire offrait un environnement propice à l'étude de questions de recherche importantes concernant les mesures rapides basées sur des prévisions, en raison de son ancrage dans la vie des communautés locales. Par exemple, il pourrait être établi un « calendrier de déclenchement des sécheresses », qui donnerait des recommandations sur les variables à observer à telle ou telle période, le moment opportun pour prendre telle ou telle décision, et les mesures à prendre localement. Pour mettre les orientations en pratique, il restait beaucoup à faire en matière de gestion intégrée des sécheresses. La surveillance des effets des risques de sécheresse nécessitait la participation de nombreux partenaires distincts à différents niveaux. Bien que les images obtenues auprès des exploitants de satellites puissent être une source de données historiques, et que les réseaux automatisés permettent de collecter des données locales, des prévisions et des projections étaient également nécessaires, de même que l'intégration des systèmes d'alerte rapide dans la gestion des sécheresses. Dans leurs présentations, tous les intervenants ont démontré les avantages sans pareils de l'imagerie satellitaire à haute résolution et son utilité pour l'élaboration de modèles robustes.

43. Diverses initiatives continentales et mondiales ont été présentées ou annoncées, notamment une réunion de l'OMM qui se tiendrait à Abidjan en 2023 afin d'appuyer les efforts déployés par les États Membres en matière de gestion intégrée des sécheresses. Pour réussir à faire face aux sécheresses, le monde devait passer de la gestion des crises à la gestion des risques.

44. Le dernier jour, lors de la cérémonie de clôture, le Vice-Président ghanéen a déclaré que l'utilisation des applications spatiales avait beaucoup progressé au cours des dernières années. Désormais, l'espace était un bien mondial qui pouvait et devait être exploité aux fins du développement socioéconomique. Les pays en développement avaient un intérêt stratégique et économique à investir dans les capacités spatiales, pour être compétitifs dans le village planétaire. L'éducation en sciences, technologie, ingénierie et mathématiques était essentielle, et l'avenir des sciences spatiales dépendait du contenu des enseignements dispensés dans les lycées et les écoles élémentaires ; les sciences et techniques spatiales ne devaient pas être l'apanage des universités. Alors que pendant la pandémie, l'eau avait joué un rôle important pour réduire la propagation de la COVID-19, un flot croissant de passionnés de l'espace africains était prêt à s'attaquer aux nouveaux défis que poserait l'après-pandémie. Bien que le Ghana ne soit pas considéré comme un pays en stress hydrique, ses masses d'eau présentaient un niveau de pollution élevé, et il était l'un des pays d'Afrique de l'Ouest les plus sujets aux inondations. La fréquence des sécheresses augmentait, ce qui perturbait la production hydroélectrique et l'agriculture. Le Ministre de l'éducation et une représentante du Ministère de l'environnement, des sciences, des technologies et de l'innovation du Ghana comptaient sur la Conférence pour faire avancer les délibérations nationales sur l'utilisation des applications spatiales. Le Gouvernement investissait dans les techniques spatiales et, quoique ce domaine relève actuellement de la compétence du

Commissariat ghanéen à l'énergie atomique, pourrait décider de créer une agence spatiale. Plusieurs intervenants ont mentionné le récent projet de loi ghanéen sur les politiques spatiales, dont ils ont appelé l'adoption de leurs vœux.

45. Des présentations sur la nécessité du renforcement des capacités ont été suivies par une table ronde sur les besoins africains en la matière. Un représentant de l'Institution ghanéenne d'ingénierie a souligné le rôle que jouait l'adoption des sciences et techniques spatiales pour les pays en développement. Plusieurs initiatives, y compris les travaux du Groupe africain sur l'observation de la Terre (AfriGEO), donnaient la priorité aux besoins régionaux dans leurs programmes ; elles mettaient l'accent sur le développement durable à travers des projets sur les soins de santé, l'agriculture et la sécurité alimentaire. Un représentant de l'autorité ghanéenne de la gestion de l'eau a expliqué que, même si chaque communauté avait des besoins spécifiques, la priorité restait l'évaluation des ressources, ce qui nécessitait des données ainsi que les moyens de les analyser de manière pertinente. Il fallait que le Ghana mette en place une initiative de renforcement des capacités sur le long terme afin d'assurer la communication des données sous une forme qui puisse être comprise par le personnel des organismes de gestion de l'eau, ce qui leur permettrait de profiter des services spatiaux sans formation supplémentaire. L'introduction de nouvelles connaissances dans les enseignements des universités africaines était une entreprise de longue haleine, qui nécessitait des personnes suffisamment passionnées pour s'appropriier ces connaissances et les utiliser dans leur travail quotidien. Les barrières linguistiques pouvaient constituer un problème, car certains pays d'Afrique comptaient plus de 50 langues en usage. Les intervenants se sont accordés sur la nécessité de trouver des moyens de valider les données satellitaires sur la qualité de l'eau et d'améliorer les synergies, par exemple avec les activités liées aux services climatiques.

46. Deux intervenantes ont expliqué comment étaient évalués les besoins des utilisateurs concernant les services liés aux eaux intérieures, dans le cadre de Copernicus et pour l'Initiative mondiale sur les données relatives à l'eau de l'OMM. Pour les utilisateurs locaux, il était nécessaire de disposer de données de télédétection fiables, afin de les associer à leurs mesures locales et d'étalonner leurs algorithmes. Ces besoins entraient en synergie avec ceux de la communauté des experts de la télédétection, dont les travaux nécessitaient des contenus *in situ*. Des ateliers étaient organisés afin de recueillir des informations sur les besoins des utilisateurs et de vérifier avec les parties prenantes la viabilité du projet de feuille de route en matière de services. Le point essentiel était d'interagir avec les utilisateurs de façon à les comprendre, au moyen de systèmes de retour d'information qui permettent de déterminer ce dont ils avaient besoin pour leur prise de décisions. Les besoins des utilisateurs en matière d'information étaient convertis en cibles et en produits de surveillance, dans le cadre d'un processus itératif basé sur le retour d'information, avec la collaboration des groupes régionaux de coordination de l'OMM sur les besoins en données satellitaires, qui étaient bien établis, ainsi que des experts nationaux.

47. Lors de la discussion qui a suivi, les intervenants ont évoqué l'exemple des besoins des utilisateurs en matière de gestion de l'eau au Ghana, où les agences de l'eau et les services d'assainissement étaient fragmentés. L'utilisation par les petites communautés de nombreux systèmes d'eau autonomes rendait plus complexe l'adoption de nouvelles pratiques. Les intervenants ont plaidé en faveur d'une action de « façonnement des communautés » comme moyen de renforcer les capacités d'utilisation des données satellitaires en contexte opérationnel ; lors des missions d'observation de la Terre, après des consultations avec les communautés d'utilisateurs pendant le processus de conception et de développement, les contacts étroits avec ces communautés se renforceraient durant la phase d'exploitation de la mission. Les fournisseurs de solutions satellitaires devraient se demander quels pourraient être les avantages pour différents types d'acteurs dans chaque communauté, et trouver des « utilisateurs chefs de file » qui joueraient le rôle d'ambassadeur de la solution les concernant. Les utilisateurs finals n'avaient pas besoin de savoir si les données

provenaient d'un satellite ; l'objectif était plutôt de faire en sorte que les différents fournisseurs de données aient confiance en leurs sources d'information.

48. Les intervenants sont convenus que la définition des besoins des utilisateurs n'était pas une opération à sens unique, mais un processus d'échange mutuel et de partage des connaissances qui incluait la covalidation. Il était difficile d'entretenir des rapports avec différents types d'utilisateurs, car le grand public, les experts et les responsables avaient besoin de nouvelles informations qui répondent à leurs besoins respectifs. En outre, il fallait offrir des contenus régulièrement, de façon à recevoir des retours d'information non pas une seule fois, mais de manière continue. Du fait de la grande diversité des besoins, le point essentiel était de repérer des membres de la communauté travaillant en partenariat avec des organisations qui puissent faire entendre différentes voix et définir des priorités. Une fois que les informations seraient disponibles, il serait néanmoins difficile pour les utilisateurs de les exploiter de manière appropriée.

49. Les personnes qui avaient présidé les séances relatives aux cinq thèmes de la Conférence et celles qui avaient animé les deux tables rondes ont résumé les principales recommandations. Les intervenants ont déclaré que la mise à disposition des travaux de recherche, au sens de leur publication en ligne, ne les rendaient pas pour autant compréhensibles aux personnes qui prenaient des mesures concrètes de protection de l'eau. La présentation d'exemples à suivre serait un meilleur moyen de communiquer avec les non-spécialistes et de les convaincre. Dans la mesure où les fonctionnalités des outils spatiaux ne figuraient que depuis peu de temps dans les programmes d'enseignement, il faudrait encore du temps pour les faire mieux connaître. Le Bureau des affaires spatiales a souligné que le portail Space4Water et sa communauté grandissante de parties prenantes contribuaient activement aux efforts fournis en ce sens. L'Organisation des Nations Unies et d'autres acteurs internationaux pourraient servir d'intermédiaires entre les experts techniques et les hauts responsables politiques ; une fois informés des moyens disponibles, ces derniers pourraient proposer des mesures d'incitation en faveur de l'adoption de technologies qui auraient des effets positifs pour les entités locales.

50. Le Bureau des affaires spatiales et les coorganisateur locaux de l'Université de l'énergie et des ressources naturelles ont conclu la Conférence par une synthèse des présentations et une vue d'ensemble du rôle des personnes intervenues dans la préparation de l'événement. Les participants ont été encouragés à fournir des retours d'information par écrit, à l'aide d'un formulaire en ligne destiné à cet usage.

VI. Conclusions et enseignements

51. La Conférence a offert un large aperçu des différentes manières dont l'observation de la Terre depuis l'espace pouvait aider à améliorer la gestion des ressources en eau. Les intervenants ont présenté des outils, examiné les recherches les plus récentes et mis en lumière les ressources disponibles et les initiatives fructueuses.

52. Les discours éclairés (voir par. 14) ont permis de donner la parole à davantage de personnes et donné à des intervenants jeunes et peu expérimentés la possibilité de contribuer à la manifestation.

53. Bien que la forme hybride ait posé le problème de l'intégration des participants en ligne au déroulement de la manifestation en salle à Accra, et que les interactions aient été limitées, l'utilisation de la plateforme en ligne a permis la participation d'une plus grande diversité de personnes. Tout au long de la Conférence, les organisateurs ont utilisé un canal de communication en ligne pour interagir en direct avec les personnes participant à distance, partager des liens vers des ressources de référence et répondre à des questions. Quelques problèmes techniques survenus à Accra, notamment une faible largeur de bande et des coupures de courant, ont causé de courtes perturbations de l'expérience des participants en ligne. En prévision de ce

type de problèmes, les organisateurs avaient fait en sorte que les présentations puissent être téléchargées avant que les intervenants ne prennent la parole ; l'accès des personnes connectées aux informations s'en est trouvé largement amélioré.

54. Les retours des participants n'auraient guère pu être plus positifs ; ils ont donné à la manifestation la note de 4,48 sur 5. Des mots de remerciement ont été reçus de la part des intervenants et des participants, en particulier des personnes présentes à Accra.
