



**IAEA**

Agence internationale de l'énergie atomique

*L'atome pour la paix et le développement*

**Conseil des gouverneurs  
Conférence générale**

**GOV/2021/27-GC(65)/3**

**Distribution générale**

Français

Original : anglais

**Réservé à l'usage officiel**

# **RENFORCEMENT DES ACTIVITÉS DE L'AGENCE CONCERNANT LES SCIENCES, LA TECHNOLOGIE ET LES APPLICATIONS NUCLÉAIRES**

*Rapport du Directeur général*



# Conseil des gouverneurs Conférence générale

GOV/2021/27-GC(65)/3  
13 août 2021

**Distribution générale**  
Français  
Original : anglais

## Réservé à l'usage officiel

Point 18 de l'ordre du jour provisoire de la Conférence  
(GC(65)/1 et Add.1)

# Renforcement des activités de l'Agence concernant les sciences, la technologie et les applications nucléaires

*Rapport du Directeur général*

## Résumé

Comme suite aux résolutions GC(64)/RES/12, GC(63)/RES/10 et GC(62)/RES/9 de la Conférence générale, le présent document contient des rapports de situation sur les questions suivantes :

- Partie A : Applications nucléaires non énergétiques
  - Généralités (annexe 1)
  - Appui à la Campagne panafricaine d'éradication de la mouche tsé-tsé et de la trypanosomiase de l'Union africaine (PATTEC-UA) (annexe 2)
  - Rénovation des laboratoires des applications nucléaires de l'Agence à Seibersdorf (annexe 3)
  - Développement de la technique de l'insecte stérile aux fins de la lutte contre les moustiques vecteurs de maladies (annexe 4)
  - Renforcement de l'appui aux États Membres dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture (annexe 5)
  - Recours à l'hydrologie isotopique pour la gestion des ressources en eau (annexe 6)
  - Projet d'action intégrée contre les zoonoses (ZODIAC) (annexe 7)
  - Plan pour la production économique d'eau potable à l'aide de réacteurs nucléaires de faible ou moyenne puissance (annexe 8)

- **Partie B : Applications nucléaires énergétiques**
  - Introduction (annexe 9)
  - Communication de l’AIEA, coopération avec d’autres organismes et participation des parties prenantes (annexe 10)
  - Cycle du combustible nucléaire et gestion des déchets (annexe 11)
  - Réacteurs de recherche (annexe 12)
  - Exploitation des centrales nucléaires (annexe 13)
  - Activités de l’Agence relatives à la mise au point de techniques électronucléaires innovantes (annexe 14)
  - Approches de l’appui au développement de l’infrastructure électronucléaire (annexe 15)
  - Réacteurs de faible ou moyenne puissance ou petits réacteurs modulaires – mise au point et déploiement (annexe 16)
  
- **Partie C : Gestion des connaissances nucléaires**
  - Gestion des connaissances nucléaires (annexe 17)

On trouvera d’autres informations sur les activités de l’Agence concernant les sciences, la technologie et les applications nucléaires dans le *Rapport d’ensemble sur la technologie nucléaire pour 2021* (GC(65)/INF/2), le *Rapport annuel de l’AIEA pour 2020* (GC(65)/5), en particulier sa section consacrée à la technologie nucléaire, et le *Rapport sur la coopération technique pour 2020* (GC(65)/INF/4).

### **Recommandation**

- Il est recommandé que le Conseil prenne note des annexes 1 à 17 du présent rapport et autorise le Directeur général à présenter le rapport à la Conférence générale à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

# Généralités

## Applications nucléaires non énergétiques

### A. Contexte

1. Dans la résolution GC(64)/RES/12.A.1, la Conférence générale a prié le Directeur général de poursuivre, conformément au Statut et en consultation avec les États Membres, les activités de l'Agence dans les domaines des sciences, de la technologie et des applications nucléaires, en mettant plus particulièrement l'accent sur l'appui au développement des applications nucléaires dans les États Membres afin de renforcer les infrastructures et de promouvoir les sciences, la technologie et l'ingénierie pour satisfaire les besoins de croissance et de développement durables des États Membres en toute sûreté.

2. La Conférence générale a recommandé que le Secrétariat lui fasse rapport à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire ainsi qu'au Conseil des gouverneurs sur les progrès accomplis dans les domaines des sciences, de la technologie et des applications nucléaires. Le présent rapport a été établi en réponse à cette recommandation.

### B. Progrès accomplis depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

3. L'Agence, en tant que membre de l'Équipe des Nations Unies pour la gestion de la crise de la COVID-19 et en coordination avec l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), a continué à fournir une assistance aux États Membres pour combattre la COVID-19, sous forme de matériel et de formations<sup>1</sup>.

4. L'Agence a répondu aux demandes d'assistance adressées par 128 pays et territoires pendant la pandémie de COVID-19. Outre qu'elle a fourni du matériel nécessaire, comme des instruments de PCR par transcription inverse (RT-PCR), elle a proposé divers webinaires pour aider des prestataires de soins de santé du monde entier à adapter leurs procédures à la pandémie afin d'assurer la continuité de leurs services. Un appui pour faire face à la COVID-19 a été fourni à plus de 300 laboratoires médicaux et vétérinaires dans 128 pays et territoires. Plus de 1 950 envois de matériel et de fournitures permettant la

---

<sup>1</sup> Voir le document GC(65)/INF/7 - Appui de l'AIEA aux États Membres dans la lutte contre la pandémie de COVID-19.

détection et le diagnostic de la COVID-19 ont été effectués à destination de 128 pays et territoires. Une centaine de webinaires et de formations virtuelles ont été organisés au cours de l'année écoulée.

5. L'Agence a continué de valider les kits de dépistage de la COVID-19 les plus prometteurs afin de déterminer leur performance en sensibilité et en spécificité à mesure qu'ils sont arrivés sur le marché. En outre, elle a continué de diffuser des procédures opérationnelles standard et des directives actualisées à mesure que de nouveaux tests de dépistage ont été validés et utilisés en conjonction avec des mesures d'appui technique individualisées, dans le cadre de l'intensification massive des tests dans les États Membres. Des directives et des services spécialisés liés à la COVID-19 ont été fournis à 285 laboratoires médicaux et vétérinaires, et un appui direct et individualisé a été fourni à 87 laboratoires vétérinaires.

6. Une série de webinaires intitulée « COVID-19 Preparedness for Radiotherapy Departments » (Préparation à la COVID-19 à l'intention des services de radiothérapie) a été publiée pour aider les professionnels de santé des États Membres à assurer la continuité de leurs services pendant la pandémie de COVID-19. Plus de 6 000 professionnels représentant 144 États y ont assisté.

7. En collaboration avec l'OMS, l'Agence s'est employée à définir des spécifications techniques, notamment les conditions minimales auxquelles doivent répondre les appareils d'imagerie médicale pour diagnostiquer les complications associées à la COVID-19. Les États Membres peuvent se référer à ces spécifications lors de l'achat d'appareils, notamment des appareils d'échographie, des appareils à rayons X et des appareils de tomodensitométrie. Toujours en collaboration avec l'OMS, l'Agence a également défini des spécifications techniques relatives au matériel de radiothérapie destiné au traitement du cancer.

8. Elle est à l'origine d'une vingtaine de publications examinées par des comités de lecture dans lesquelles sont fournies des directives concernant diverses applications de la médecine nucléaire et de l'imagerie diagnostique, notamment dans les domaines de la cardiologie, du cancer, de l'évaluation des technologies utilisées dans le domaine sanitaire ainsi que de la COVID-19 et d'autres maladies infectieuses.

9. L'Agence a poursuivi sa collaboration avec des établissements désignés des États Membres pour exécuter ses activités programmatiques et promouvoir l'utilisation pratique des techniques nucléaires. Fin 2020, elle comptait 46 centres collaborateurs en activité (dont 37 dans des domaines liés à des applications nucléaires non énergétiques) dans 33 États Membres, soit trois centres de plus qu'à la fin 2019.

10. L'Agence a continué à s'efforcer d'informer les États Membres des activités de recherche coordonnée et de leurs résultats via une page web consacrée à ces questions. Fin 2020, elle comptait 124 projets de recherche coordonnée en cours, menés dans le cadre de 1 710 contrats et accords de recherche conclus dans 113 États Membres ; 81 de ces projets concernaient des applications nucléaires non énergétiques.

11. L'Agence a continué de renforcer sa relation avec l'OMS en coopérant avec cette dernière dans des domaines tels que l'utilisation de radiopharmaceutiques dans le cadre de recherches. L'Agence et l'OMS ont élaboré des documents d'orientation spécifiques consacrés aux bonnes pratiques de fabrication des radiopharmaceutiques utilisés dans des essais cliniques, qu'il s'agisse des phases préliminaires ou avancées de ces derniers.

12. Le technétium 99m demeure le radio-isotope le plus utilisé à des fins diagnostiques en médecine nucléaire. La réunion technique sur les trousseaux au technétium 99m de nouvelle génération destinés à des applications en oncologie, qui s'est tenue en mode virtuel en mai 2021 et a rassemblé 28 participants

de 14 États Membres, a abouti à l'établissement d'un rapport complet sur l'application de ce type de radiopharmaceutiques.

13. L'Agence a modernisé l'outil Medical Isotope Browser en le dotant de fonctionnalités permettant d'estimer la production de radio-isotopes médicaux avec des accélérateurs. La bibliothèque de données nucléaires évaluées à l'aide du code TALYS (TENDL) a été améliorée et une représentation graphique plus descriptive des quantités de radio-isotopes produites a été ajoutée.

14. L'application mobile « Isotope Browser » a été téléchargée par plus de 120 000 utilisateurs. Elle a été étoffée et comporte désormais plus d'informations sur la structure nucléaire, comme l'excès de masse.

15. L'Agence a fait paraître deux publications sur les usages thérapeutiques des radiopharmaceutiques : *Therapeutic Radiopharmaceuticals Labelled with Copper-67, Rhenium-186 and Scandium-47* (IAEA-TECDOC-1945) en février 2021 et *Production of Emerging Radionuclides towards Theranostic Applications: Copper-61, Scandium-43 and -44, and Yttrium-86* (IAEA-TECDOC-1955) en mai 2021.

16. L'Agence a actualisé la Base de données sur les installations industrielles d'irradiation, qui comporte désormais une carte interactive avec des informations sur près de 300 irradiateurs gamma et accélérateurs d'électrons du monde entier.

17. Un atelier sur l'utilisation de la technologie des rayonnements dans les domaines de l'industrie et de l'environnement s'est tenu en mode virtuel en avril 2021 ; il visait à renforcer l'échange d'informations et de connaissances concernant les évolutions et les progrès dans les applications industrielles environnementales de la technologie des rayonnements et à favoriser la coopération dans les sciences et technologies des rayonnements. Cet événement a rassemblé 153 participants venus du monde entier.

18. Pour renforcer les activités de l'Agence dans le domaine de la science et la technologie de la fusion, compte tenu des avancées de la recherche sur la fusion nucléaire grâce à ITER (Réacteur expérimental thermonucléaire international), l'Agence a organisé en mars 2021 une réunion technique sur les propriétés collisionnelles et radiatives du tungstène et de l'hydrogène dans le plasma de bord des dispositifs de fusion, en collaboration avec Forschungszentrum Jülich, afin d'améliorer les bases de données numériques relatives à l'interaction entre le plasma et la première paroi d'ITER. La réunion a rassemblé 40 participants de 16 États Membres.

19. En octobre 2020 et en février 2021, l'Agence a tenu trois réunions de consultation, l'une sur le recyclage des déchets de polymères aux fins de la production de matériaux nouveaux, l'autre sur les progrès récents en ce qui concerne la mise au point par radiotraitement de produits issus de polymères naturels et la dernière sur le traitement d'objets du patrimoine culturel grâce à la technologie des rayonnements. Les recommandations issues de ces réunions contribueront à définir les futures activités de recherche-développement et projets de recherche coordonnée.

20. En 2020, l'Agence a publié deux documents techniques (TECDOC), l'un sur les applications industrielles de la tomodensitométrie et l'autre sur les sources radioactives scellées : *An Introduction to Practical Industrial Tomography Techniques for Non-destructive Testing (NDT)* (IAEA-TECDOC-1931) et *Industrial Applications of Sealed Radioactive Sources* (IAEA-TECDOC-1925).

21. Pour aider les États Membres à atténuer les effets du changement climatique, l'Agence a renforcé l'accent mis sur l'agriculture intelligente face au climat, en élaborant des directives et des outils technologiques permettant de mesurer les émissions de gaz à effet de serre liées à l'agriculture. Un ouvrage intitulé *Measuring Emission of Agricultural Greenhouse Gases and Developing Mitigation*

*Options using Nuclear and Related Techniques*, qui marque un tournant concernant les applications nucléaires dans le domaine de l'agriculture intelligente face au climat, a été publié avec le soutien de l'Agence début 2021.

22. Des expériences à des fins de recherche ont été menées dans les laboratoires de Seibersdorf de l'Agence et dans 11 États Membres pour étudier l'efficacité des vaccins irradiés contre les maladies animales, et les résultats constituent des essais de validation pour le recours à l'irradiation aux fins de la production d'antigènes vaccinaux d'origine bactérienne ou virale. L'Agence a appuyé ces expériences en mettant au point et en produisant des antigènes vaccinaux irradiés et en évaluant la réaction au vaccin chez les animaux en utilisant des technologies élaborées par le Laboratoire de la production et de la santé animales.

23. Grâce à des travaux de recherche innovants et à une technologie aisément transférable d'irradiation des aliments et de contrôle de l'authenticité et des risques chimiques alimentaires, l'Agence a continué à appuyer les systèmes de sécurité sanitaire des aliments et de contrôle de la qualité essentiels pour assurer la protection du consommateur et faciliter le commerce mondial entre les États Membres. Une méthode déployable sur le terrain permettant de différencier le café Arabica du café Robusta, et donc de lutter contre la fraude alimentaire, a été mise au point.

24. L'Agence a continué à contribuer au renforcement des capacités, aux interventions dans les situations d'urgence et à la coopération Sud-Sud dans le cadre des réseaux scientifiques et techniques qu'elle coordonne, comme le Réseau de laboratoires diagnostiques vétérinaires, un réseau scientifique et technique réunissant des laboratoires vétérinaires nationaux de 46 pays d'Afrique et 19 pays d'Asie, ainsi que des réseaux récemment établis en Amérique latine et dans les Caraïbes et en Europe orientale.

25. En outre, l'Agence a fourni un appui à plus de 150 institutions chargées de la sécurité sanitaire et du contrôle des aliments, ce qui a permis de renforcer des réseaux de laboratoires veillant à la sécurité sanitaire des aliments en Afrique, en Asie et dans le Pacifique. Par ailleurs, un réseau de spécialistes de la sélection par mutation a été créé dans la région Asie et Pacifique et un autre a été officialisé dans la région Amérique latine.

26. Par l'intermédiaire de son Centre international de coordination sur l'acidification des océans (OA-ICC), l'Agence a aidé les États Membres dans leurs travaux concernant la lutte contre l'acidification des océans et la pollution marine sous toutes ses formes, en organisant des activités favorisant la qualité des données de surveillance des contaminants, comme les métaux à l'état de traces tels que le cadmium, le plomb et le mercure, ainsi que les polluants organiques persistants.

27. En collaboration avec le réseau consacré à l'acidification des océans en Afrique, l'OA-ICC a co-organisé à Monrovia en janvier 2021 une réunion régionale intitulée « Journée d'action consacrée à l'acidification des océans » pour mettre en lumière les nouvelles initiatives en cours en Afrique de l'Ouest dans le domaine scientifique et en matière de renforcement des capacités.

28. L'Agence a continué à soutenir des programmes régionaux consacrés à l'environnement marin comme le Plan d'action pour la Méditerranée du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est, la Convention sur la protection de l'environnement marin de la zone de la mer Baltique et des conventions internationales comme la Convention de Minamata sur le mercure et la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants en fournissant des matières de référence de haute qualité et certifiées en ce qui concerne la matrice grâce à des comparaisons interlaboratoires pour l'analyse des contaminants dans les matrices marines. Au cours des deux dernières années, l'Agence et le PNUE ont appliqué la Convention de Minamata de façon plus étroitement coordonnée, en particulier en ce qui concerne l'évaluation de l'efficacité de la réglementation des émissions de mercure dans l'environnement. En outre, un accord officiel a été conclu entre l'Agence et la Convention sur la protection du milieu marin

et du littoral de la Méditerranée. Il prévoit notamment la fourniture de services visant à garantir de façon pérenne l'assurance de la qualité en ce qui concerne la surveillance des contaminants en mer Méditerranée, grâce à des ressources extrabudgétaires.

29. Dans le cadre d'une série de trois webinaires organisés en 2021, plus de 750 scientifiques des États Membres ont été formés aux méthodes et techniques dans le domaine de la spectrométrie gamma. Plus de 260 participants se sont inscrits à un atelier avancé portant sur les techniques de spectrométrie gamma, tenu en juin 2021.

30. Trois matériaux de référence à base de carbonate supplémentaires ont été établis pour faciliter la surveillance de haute précision de la composition isotopique des gaz à effet de serre. Un rapport sur les matières isotopiques stables de l'eau a été achevé afin de renforcer la capacité des laboratoires à communiquer des données de surveillance fiables.

31. Le réseau de laboratoires d'analyse pour la mesure de la radioactivité dans l'environnement s'est encore étoffé et compte désormais 194 laboratoires dans 90 États Membres, tous habilités par leurs gouvernements nationaux à fournir une assistance rapide pour la mesure des radionucléides dans l'environnement en cas de situation d'urgence radiologique ou nucléaire touchant l'environnement. Des activités de formation annuelles ont été régulièrement proposées aux laboratoires, et une centaine de ces derniers ont participé au dernier test de compétence afin de faire la preuve de leurs aptitudes techniques.

32. Par l'intermédiaire de son Système d'information sur la radioactivité marine (MARIS), l'Agence continue de soutenir les initiatives de recherche et de surveillance des États Membres portant sur le milieu marin, en fournissant des données vérifiées et des informations sur les niveaux de radioactivité dans les océans. MARIS est un système ouvert en ligne qui fournit aux scientifiques spécialistes de l'environnement, aux décideurs et au public des données, aussi bien récentes qu'historiques, sur la radioactivité marine émanant de laboratoires du monde entier.

33. Outre les contributions extrabudgétaires reçues des États Membres, l'Agence a reçu d'une entreprise privée une nouvelle plateforme d'imagerie de pointe fonctionnant grâce à un système microscopique qui permet de détecter et de mesurer la radioexposition des personnes. Cette plateforme d'imagerie fait partie du laboratoire modèle dosimétrie biologique de l'Agence, qui proposera aux États Membres de l'AIEA des cours, des formations, des travaux de recherche et des services dans le domaine de la biodosimétrie.

34. L'Agence a publié des directives intitulées *Guidelines for the Certification of Clinically Qualified Medical Physicists* (Training Course Series No. 71) pour promouvoir la reconnaissance du statut de professionnels de santé des physiciens médicaux. L'application de ces directives a été encouragée lors du Congrès de physique médicale de l'Asie-Océanie et du 18<sup>e</sup> Congrès de physique médicale de l'Asie du Sud-Est, en décembre 2020, de la conférence virtuelle de la Fédération des organisations de physique médicale du Moyen-Orient, en avril 2021, et du Congrès européen de physique médicale, en juin 2021.

35. En novembre 2020, l'Agence a organisé, en mode virtuel, la Conférence internationale sur l'imagerie moléculaire et la PET-CT utilisées à des fins cliniques, à laquelle ont assisté plus de 3 000 participants de 126 États Membres. Les participants qualifiés ont bénéficié de 15 crédits au titre de la formation médicale continue décernés par le Conseil européen d'accréditation pour la formation médicale continue. Une quarantaine d'intervenants de 22 pays ont présenté divers aspects cliniques importants et évoqué l'utilisation adéquate de l'imagerie médicale dans la gestion des patients atteints d'un cancer. Des séances spéciales ont été consacrées à la COVID-19, à l'éducation, à l'éthique et à la capacité de direction, et l'une des communications phares a été celle centrée sur la charge mondiale du cancer qu'a présentée un représentant de l'OMS. Dix organisations professionnelles mondiales et régionales ont participé à la Conférence.

36. En février 2021, l'Agence a tenu, en mode virtuel, la Conférence internationale sur les progrès en radio-oncologie (ICARO-3), à laquelle ont participé plus de 3 000 personnes représentant 142 États Membres ainsi que 11 organisations professionnelles. Les participants qualifiés se sont vu octroyer 15 crédits au titre de la formation médicale continue par le Conseil européen d'accréditation pour la formation médicale continue. Le programme scientifique comportait dix cours de remise à niveau et trois ateliers consacrés au contournage électronique.

37. Des directives fondées sur les données issues de projets de recherche coordonnée et de projets de coopération technique concernant la composition corporelle des nourrissons de moins de 24 mois et la quantité de lait maternel consommée ont été fournies à l'OMS pour aider deux des groupes d'experts de cette organisation à mettre à jour les directives relatives à l'alimentation de complément et pour actualiser les besoins nutritifs chez le nourrisson et le jeune enfant définis conjointement par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et l'OMS.

38. La coopération entre l'Agence et l'OMS se poursuit notamment dans le cadre du Réseau AIEA/OMS de laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie ainsi que de services d'audit dosimétrique. L'Agence étend la gamme de services d'audit dosimétrique qu'elle fournit, et propose désormais l'audit d'accélérateurs linéaires produisant des faisceaux d'électrons qui ont été mis en service récemment.

39. En décembre 2020, l'Agence a participé à l'atelier consacré au projet QuADRANT de la Commission européenne, à l'occasion duquel ont été présentés l'équipe d'assurance de la qualité en radio-oncologie, les audits de la gestion de la qualité des pratiques en médecine nucléaire et la vérification de l'assurance de la qualité pour l'amélioration et l'enseignement de la radiologie diagnostique. Le projet QuADRANT vise à promouvoir les audits cliniques dans la région Europe.

40. L'Agence a publié l'édition 2020 du *Nuclear Medicine Resources Manual* (IAEA Human Health Series No. 37). Cette édition traite de tous les éléments qui doivent être pris en compte pour créer et faire fonctionner une installation de médecine nucléaire, à savoir le matériel nécessaire et le contrôle de la qualité ; les applications cliniques, aussi bien diagnostiques que thérapeutiques ; la protection des patients, y compris la sûreté radiologique ; les ressources humaines et la formation professionnelle continue.

41. L'Agence a mis en service sa nouvelle base de données sur les ressources mondiales en imagerie médicale et en médecine nucléaire (IMAGINE). Il s'agit de la première base de données mondiale exhaustive consacrée à ces questions. Elle contient des informations détaillées provenant de plus de 170 pays et territoires sur le matériel et les ressources humaines disponibles dans les domaines de l'imagerie médicale et de la médecine nucléaire. IMAGINE fournit de précieuses informations, sous forme de cartes et graphiques, qui facilitent la planification stratégique dans les États Membres, ce qui permet de mieux répondre aux besoins sanitaires grâce à une pratique adéquate de la radiologie et de la médecine nucléaire.

42. En 2020, l'Agence a commémoré le sixième anniversaire du Registre des centres de radiothérapie (DIRAC), qui est la seule base de données mondiale à consigner des informations relatives au matériel de radiothérapie. Le système est amélioré en permanence, ce qui permet d'affiner la granularité des données, notamment en ce qui concerne la radiothérapie par particules et les techniques avancées de radiothérapie, ainsi que d'ajouter de nouvelles fonctionnalités de téléchargement et d'actualisation des informations.

43. Un rapport de la *Commission du Lancet Oncology* sur l'imagerie médicale et la médecine nucléaire a été publié en mars 2021. La Commission a mis à profit les données sur le matériel, le personnel et les procédures (en particulier dans les pays à revenu faible et intermédiaire) qui ont été recueillies par l'Agence et compilées dans ses bases de données NUMDAB (base de données sur la

médecine nucléaire) et IMAGINE. Dans ce rapport, la Commission met en évidence de graves inégalités dans l'accès aux ressources d'imagerie et décrit à l'intention des pays un modèle économique de santé convaincant, en illustrant les bénéfices sanitaires et économiques substantiels qui seraient tirés d'un meilleur accès des patients atteints de cancer à l'imagerie médicale.



# Appui à la Campagne panafricaine d'éradication de la mouche tsé-tsé et de la trypanosomiase de l'Union africaine (PATTEC-UA)

## A. Contexte

1. Dans la section A.2 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a reconnu que le nombre de mouches tsé-tsé et le problème de la trypanosomose qu'elles transmettent constituaient l'un des principaux obstacles au développement socioéconomique du continent africain, qui affecte la santé humaine et animale, limite le développement rural durable et engendre ainsi de plus en plus de pauvreté et d'insécurité alimentaire.

2. La Conférence générale a demandé à l'Agence et à d'autres partenaires de renforcer la création de capacités dans les États Membres pour qu'ils puissent prendre des décisions en connaissance de cause sur les stratégies à adopter en matière de lutte contre la mouche tsé-tsé et la trypanosomose et rentabiliser le recours à la technique de l'insecte stérile (TIS) dans le cadre des campagnes de gestion intégrée des ravageurs à l'échelle d'une zone (GIREZ). Elle a en outre prié le Secrétariat de poursuivre, en coopération avec les États Membres et d'autres partenaires, le financement au moyen du budget ordinaire et du Fonds de coopération technique, pour une assistance cohérente à certains projets de terrain opérationnels sur la TIS, et de renforcer son appui aux activités de recherche-développement et au transfert de technologie dans les États Membres africains afin de compléter les actions qu'ils mènent pour créer des zones exemptes de mouches tsé-tsé et les étendre ultérieurement.

3. Dans la section A.2 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de ladite résolution au Conseil des gouverneurs et à elle-même à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## B. Progrès accomplis depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

### B.1. Renforcement de la collaboration avec la PATTEC-UA

4. L'Agence a tenu des réunions virtuelles avec les membres de la PATTEC-UA sur l'état d'avancement des activités du Programme mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture et sur l'assistance qu'elle fournit à l'appui de la lutte contre la mouche tsé-tsé et la trypanosomose dans le cadre de son programme de coopération technique (CT). Elle poursuivra son étroite collaboration avec la PATTEC-UA en vue d'atteindre son objectif d'éliminer la mouche tsé-tsé et la trypanosomose en créant des zones qui en sont durablement exemptes.

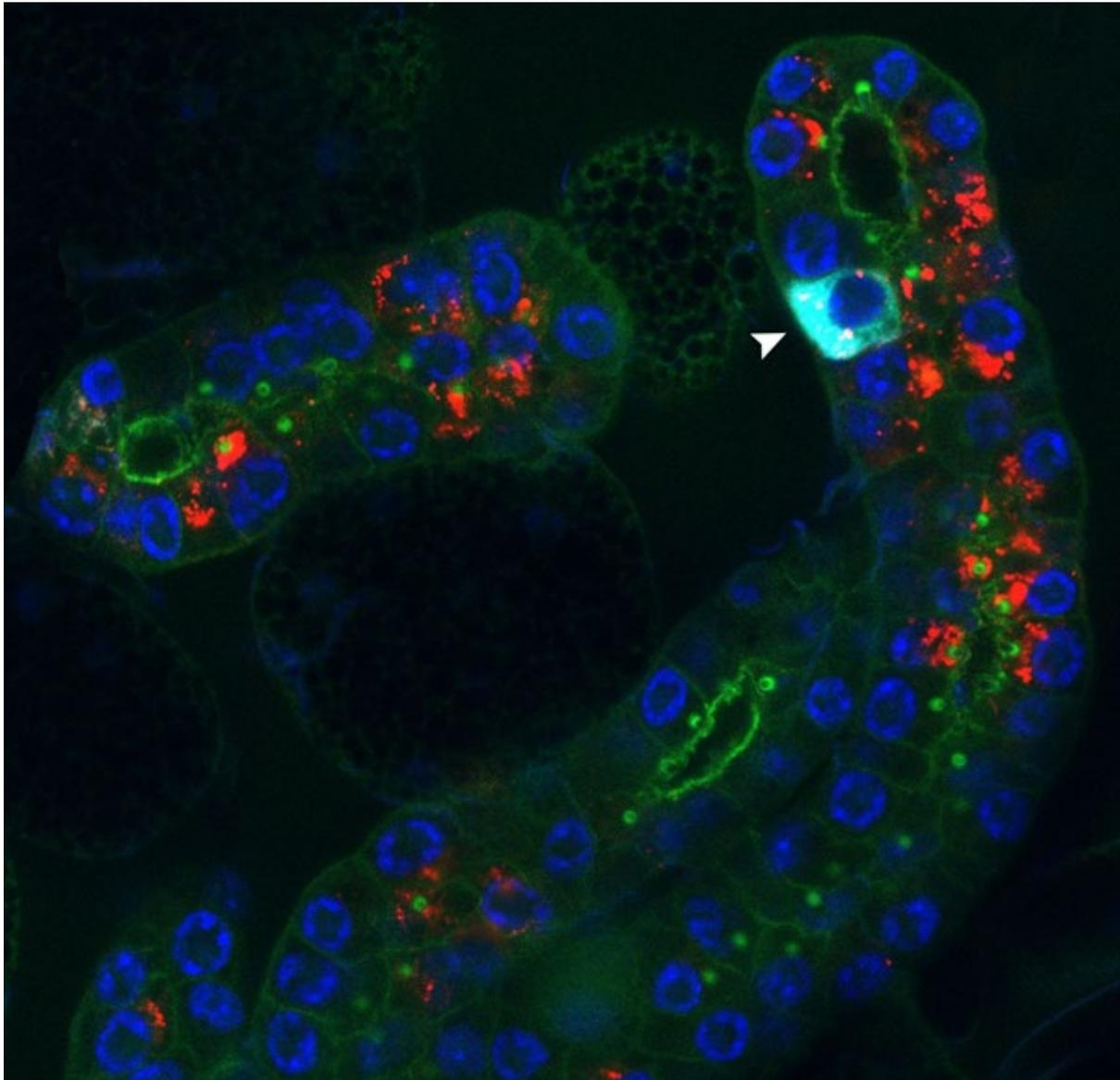
## **B.2. Renforcement des capacités grâce à la recherche appliquée et à la coopération technique**

5. L'Agence a continué de répondre aux demandes d'appui des États Membres portant sur l'intégration de la TIS dans la GIREZ pour l'élimination de la trypanosomose transmise par la mouche tsé-tsé ou la lutte contre cette maladie. Il a été établi que la trypanosomose limitait considérablement les rendements de l'agriculture et de l'élevage en Afrique subsaharienne. L'appui fourni par l'Agence incluait des conseils techniques, l'achat d'équipement et de matériel, des cours et des ateliers, des bourses et des visites scientifiques relevant de projets de CT pertinents et des travaux de recherche menés au Laboratoire de la lutte contre les insectes ravageurs (IPCL), qui fait partie des Laboratoires FAO/AIEA d'agronomie et de biotechnologie de Seibersdorf (Autriche). En outre, des experts des États Membres touchés ont continué de participer au projet de recherche coordonnée intitulé « Amélioration de la gestion des colonies dans le cadre de l'élevage en masse d'insectes aux fins de l'application de la TIS », qui comprend un groupe de recherche sur les mouches tsé-tsé.

6. Le soutien de l'Agence a permis de renforcer les capacités des États Membres, lesquels ont ainsi pu obtenir et analyser des données de référence susceptibles d'éclairer la prise de décisions quant au choix et à la faisabilité des stratégies existantes de réduction ou d'éradication des populations de mouches tsé-tsé et de la trypanosomose, y compris l'intégration rentable de la TIS dans des campagnes de GIREZ. Dans ce contexte, l'Agence a continué de fournir un appui à l'Afrique du Sud, au Burkina Faso, à l'Éthiopie, au Mali, à l'Ouganda, à la République-Unie de Tanzanie, au Sénégal, au Tchad, à la Zambie et au Zimbabwe.

7. Depuis septembre 2020, l'Agence a appuyé huit formations avec bourse (en partie en ligne et en partie en présentiel), grâce auxquelles les bénéficiaires ont pu recevoir une formation individuelle dans des établissements spécialisés. Plus de 700 jours de formation ont ainsi été dispensés au total. L'IPCL accueille actuellement deux doctorants dans le cadre du programme de CT, lesquels travaillent sous la supervision de chercheurs principaux de l'Agence sur des sujets de recherche liés au microbiome et aux agents pathogènes de la mouche tsé-tsé ainsi qu'au lâcher de mouches tsé-tsé réfrigérées.

8. Les activités de recherche menées à l'IPCL sont restées axées sur l'amélioration de la productivité et de la performance des colonies de mouches tsé-tsé grâce à la compréhension des effets des virus pathogènes et des bactéries symbiotiques.



*FIG. B.1. Infection à iflavirus et negevirus dans le corps gras de Glossina morsitans morsitans (grossi 40x). Les virus ont été détectés à l'aide de sondes Stellaris d'hybridation de l'ARN in situ en fluorescence. Bleu = noyau (coloré au 4',6-diamidino-2-phénylindole) ; vert = actine F (colorée à la phalloïdine 488) ; rouge = iflavirus ; turquoise = negevirus. La flèche montre la colocalisation entre les iflavirus et les negevirus. (Source : AIEA)*

9. Un outil de sexage des pupes de mouches tsé-tsé dans l'infrarouge proche a été mis au point et est utilisé actuellement dans deux insectariums qui produisent des pupes pour un projet de GIREZ en cours dans la région des Niayes, au nord-est de Dakar (Sénégal). Des unités devraient aussi être fournies au Burkina Faso et à l'Éthiopie.

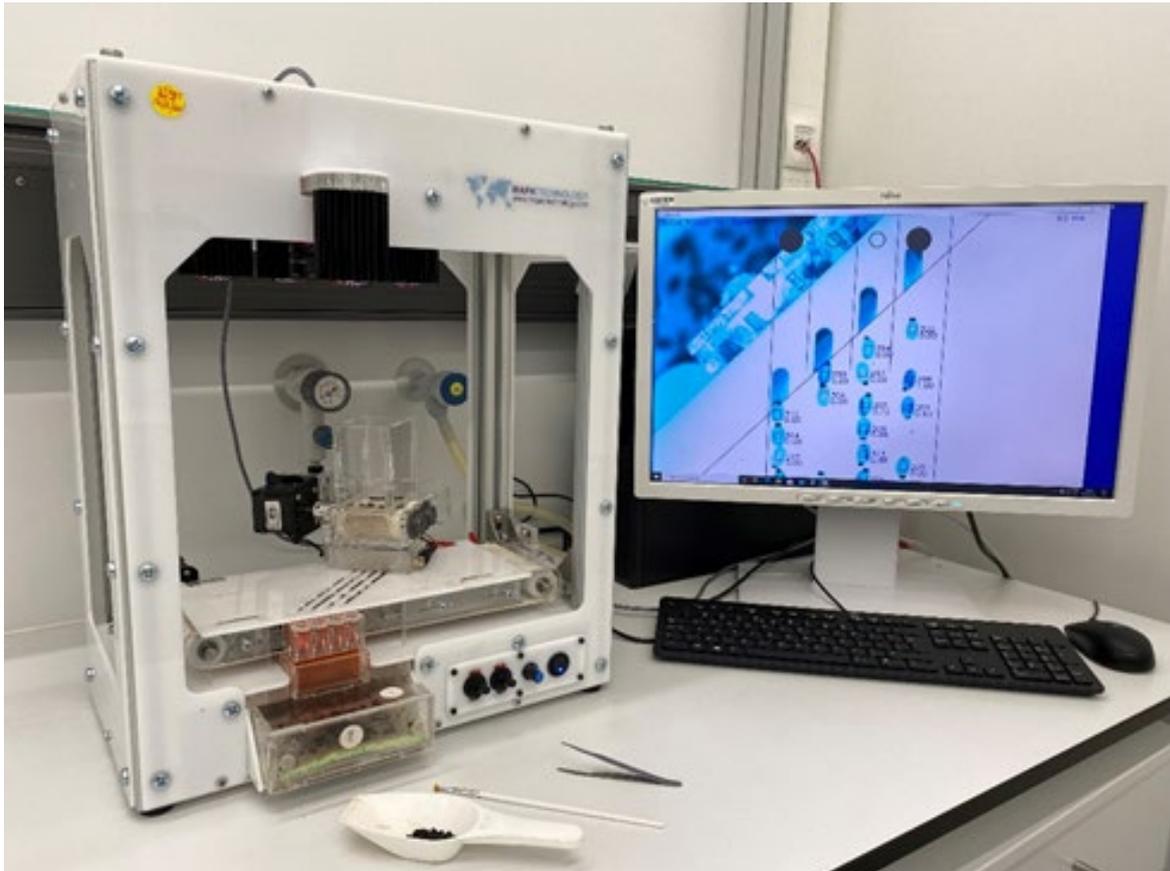


FIG. B.2. Outil de sexage des pupes de mouches tsé-tsé dans l'infrarouge proche. (Source : AIEA)

10. Les avancées réalisées sur le plan des connaissances et des technologies applicables grâce aux activités de recherche susmentionnées sont largement diffusées dans des revues scientifiques à comité de lecture ainsi que dans le cadre d'exposés présentés lors de conférences.

### **B.3. Appui à la planification et à l'exécution des activités faisant appel à la TIS**

11. Dans le cadre du projet de CT RAF/5/080, l'Agence a continué non seulement de dispenser des formations pour appuyer la lutte contre la mouche tsé-tsé et la trypanosomose à l'échelle d'une zone en vue d'améliorer la productivité du bétail, mais aussi de fournir du matériel et des consommables pour la surveillance entomologique sur le terrain et les activités des insectariums d'élevage en masse et des laboratoires de biologie moléculaire au Burkina Faso, en Éthiopie, au Mali, en Ouganda, en République-Unie de Tanzanie, en Zambie et au Zimbabwe. Les capacités d'irradiation des insectariums de mouches tsé-tsé de la République-Unie de Tanzanie et du Centre international de recherche-développement sur l'élevage en zone subhumide ont été renforcées grâce au remplacement d'un irradiateur hors d'usage. De plus, des bourses ont été octroyées pour soutenir le renforcement des capacités locales en vue du lâcher de mouches stériles par drone dans le cadre de projets pilotes de lutte contre la mouche tsé-tsé et la trypanosomose en Éthiopie, en Ouganda, en République-Unie de Tanzanie et au Zimbabwe.

12. Dans le cadre de son programme de CT, l'Agence a continué de fournir un appui technique au Sénégal pour l'aider à éradiquer l'espèce de mouche tsé-tsé *Glossina palpalis gambiensis* de la région agricole très productive des Niayes, au nord-est de Dakar, grâce à une méthode de GIREZ comportant un volet TIS. Excepté dans quelques zones sensibles, les populations de mouches tsé-tsé ont été réduites

d'environ 97 %. La prévalence de la trypanosomose est très faible et le Sénégal continue d'importer un bétail plus productif dans la région.



FIG. B.3. Du bétail sain dans une zone débarrassée de la mouche tsé-tsé. (Source : AIEA)

13. Au Burkina Faso, des activités de renforcement des capacités d'utiliser des outils moléculaires pour identifier les espèces de mouches tsé-tsé et de trypanosomes ont été menées et un laboratoire de biologie moléculaire entièrement équipé a été créé. Des activités visant à agrandir la colonie de *Glossina morsitans morsitans* et à établir une nouvelle colonie de *Glossina tachinoides* à partir de matériel prélevé sur le terrain ont été entamées. Un congélateur portable est habituellement utilisé pour transporter le sang utilisé pour nourrir les mouches tsé-tsé de l'abattoir de Ouagadougou à l'insectarium d'élevage en masse de Bobo Dioulasso. Les autorités locales ont autorisé l'utilisation de drones, et les procédures d'achat de drones de longue portée ainsi que les formations à leur utilisation pour le lâcher de mâles stériles sur le terrain ont été entamées.

14. Au Tchad, les activités pré-opérationnelles se sont poursuivies dans la région du Mandoul, l'un des derniers foyers actifs de la maladie du sommeil dans le pays. Des études génétiques des populations ont confirmé l'isolement de la population de mouches tsé-tsé vectrices *Glossina fuscipes fuscipes*. Les activités de réduction des populations se sont poursuivies avec le déploiement de très petites cibles et ont eu pour résultat une densité de mouches tsé-tsé extrêmement faible et un nombre de cas de maladie du sommeil au plus bas dans ce foyer, composé de régions pour lesquelles des données historiques sur la transmission de la maladie étaient disponibles. L'accroissement de la colonie de mouches tsé-tsé aux fins de la production de mâles stériles a débuté dans un centre d'élevage en masse géré par Scientica, en Slovaquie. Les activités de formation sur l'entretien des colonies de mouches tsé-tsé et le transport de pupes stériles sur de longues distances se sont poursuivies et un insectarium ayant une capacité de traitement de 10 000 pupes par semaine a été créé sur le terrain à Bodo. Les procédures d'achat et la

formation à l'utilisation d'un drone de longue portée ont été entamées dans le but de réduire le coût de la phase opérationnelle, qui débutera prochainement.

15. La trypanosomose africaine qui touche le bétail continue à peser lourdement sur le développement de la majeure partie de l'Afrique subsaharienne, en particulier dans les zones rurales où la pauvreté et le manque d'infrastructures sont les plus marqués. Quand il est techniquement possible de l'appliquer, la TIS, utilisée dans le cadre de la GIREZ, peut constituer une arme efficace contre ce problème. Elle offre un moyen écologique d'éradiquer les populations de mouches tsé-tsé vectrices et d'éliminer les risques liés non seulement à la trypanosomose animale, mais également à la forme humaine de cette maladie (maladie du sommeil) là où elle sévit. Ses avantages, notamment pour l'élevage du bétail destiné à la production de viande et de lait et à la culture attelée, permettront d'améliorer considérablement les conditions de vie des populations rurales. L'Agence continue d'appuyer le renforcement des capacités dans ce domaine au profit des États Membres d'Afrique subsaharienne.

16. Les obstacles à une application fructueuse et plus étendue de la TIS dans les zones appropriées restent le manque de capacités d'élevage en masse en Afrique et l'absence de structures et de pratiques de gestion adaptées à l'élevage en masse et à la lutte contre les ravageurs à l'échelle d'une zone.

# Rénovation des laboratoires des applications nucléaires de l'Agence à Seibersdorf

## A. Contexte

1. À la 56<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale, en septembre 2012, le Directeur général a préconisé une initiative visant à moderniser et à rénover les huit laboratoires du Département des sciences et des applications nucléaires à Seibersdorf (Autriche) afin qu'ils puissent faire face à l'augmentation et à l'évolution des besoins des États Membres. La Conférence générale a appuyé l'initiative du Directeur général à la section A.5 de la résolution GC(56)/RES/12 et le projet de rénovation des laboratoires des applications nucléaires (ReNuAL) a officiellement débuté le 1<sup>er</sup> janvier 2014. La stratégie du projet a été publiée en mai 2014 dans les documents GOV/INF/2014/11 et GOV/INF/2014/11/Corr.1.

2. Le projet ReNuAL Plus (ReNuAL+), décrit dans un additif à la stratégie publié en septembre 2014 (document GOV/INF/2014/11/Add.1), vise à financer des améliorations requises par les laboratoires qui ne pouvaient pas être incluses dans le projet ReNuAL. En février 2017, le Secrétariat a publié le document GOV/INF/2017/1, intitulé *Projet de rénovation des laboratoires des applications nucléaires (ReNuAL)*, qui donnait aux États Membres des informations actualisées sur l'état d'avancement des projets ReNuAL et ReNuAL+ et décrivait en détail la mise en œuvre de ReNuAL, la portée et le coût de ReNuAL+, ainsi que les activités de mobilisation de ressources.

3. L'initiative combinée ReNuAL/ReNuAL+ a permis de construire de nouveaux bâtiments pour quatre des huit laboratoires des applications nucléaires de Seibersdorf et de fournir une nouvelle installation d'accélérateur linéaire au laboratoire de dosimétrie de l'Agence. Il était prévu d'agrandir les quatre autres laboratoires et d'améliorer l'infrastructure de base des bâtiments existants lorsque les autres laboratoires partageant actuellement ces installations auraient investi leurs nouveaux locaux. Cependant, au début de mars 2020, il est ressorti d'une évaluation réalisée par des experts externes qu'il serait probablement plus long et plus cher de rénover entièrement le bâtiment des laboratoires construit il y a 60 ans pour qu'il puisse répondre aux besoins des États Membres, que de construire un nouveau bâtiment pour trois des laboratoires (le Laboratoire de l'environnement terrestre, le Laboratoire de la sélection des plantes et de la phytogénétique, et le Laboratoire des sciences et de l'instrumentation nucléaires), et que des locaux rénovés n'offriraient pas la même qualité qu'un bâtiment neuf. L'équipe de gestion du projet ReNuAL a jugé que les conclusions des experts étaient pertinentes et a admis qu'un nouveau bâtiment serait le meilleur moyen d'améliorer les trois laboratoires.

4. Dans ce contexte, le Directeur général a annoncé, à la réunion du Conseil des gouverneurs de mars 2020, des plans de construction d'un deuxième bâtiment de Laboratoire modulaire polyvalent (FML-2), qui accueillerait les trois laboratoires susmentionnés. Le Laboratoire de dosimétrie sera rénové à son emplacement actuel, adjacent au nouvel accélérateur linéaire. Les serres vieillissantes, largement utilisées par les trois laboratoires, seront également remplacées. Le Directeur général a communiqué des informations sur les ressources nécessaires et a planifié plus avant cette phase finale du projet, appelée de façon informelle « ReNuAL 2 », lors d'une réunion d'information technique tenue le 3 septembre 2020. Quand cette phase finale du projet aura été menée à bonne fin, les laboratoires des applications nucléaires pourront faire face à l'augmentation et à l'évolution des besoins des États Membres et les aider à réaliser les objectifs de développement durable.

5. Dans la section A.3 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de la résolution à la Conférence générale lors de sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## B. Progrès réalisés depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

### B.1. État d'avancement

6. La modernisation des laboratoires a progressé de façon constante depuis que la construction a commencé en juillet 2016, et toutes les nouvelles constructions prévues dans la stratégie initiale du projet et son additif sont achevées. Les nouveaux Laboratoires Yukiya Amano, officiellement inaugurés par le Directeur général en juin 2020, sont maintenant pleinement opérationnels.

7. Le nouveau Centre énergétique, mis en service au deuxième trimestre de 2019, comporte un dispositif de cogénération, qui permettra de réduire la consommation d'énergie au troisième trimestre de 2020.

8. Les plans de conception des principaux éléments de ReNuAL 2 (à savoir le bâtiment FML-2, les serres et la rénovation du Laboratoire de dosimétrie) ont été achevés avec l'aide d'une entreprise d'architecture externe en mai 2021. Il est prévu qu'un contrat relatif à la construction du bâtiment FML-2 fasse l'objet d'un appel d'offres au quatrième trimestre de 2021, avant le lancement de la construction au début de 2022.



FML2	Laboratoire modulaire polyvalent 2	YAL	Laboratoires Yukiya Amano
GH	Serres	MPB	Bâtiment polyvalent
DOL	Rénovation du laboratoire de dosimétrie	NSF	Installation de neutronique
IPCL	Laboratoire de la lutte contre les insectes ravageurs		

FIG. B.1. Vue du site de Seibersdorf de l'AIEA (Source : AIEA)

## **B.2. Situation financière et mobilisation de ressources**

### **B.2.1. Situation financière**

9. Plus de 39 millions d'euros de fonds extrabudgétaires ont été levés au titre des projets ReNuAL et ReNuAL+. Des contributions financières et en nature ont été reçues de 42 États Membres et d'autres donateurs non traditionnels. Le budget du projet combiné ReNuAL/ReNuAL+ ciblé, de 57,8 millions d'euros, a été dépassé d'environ 470 000 euros. Environ 9,7 millions d'euros sont à disposition pour les quatre laboratoires restants dans la prochaine phase du projet, qui comprendra la construction d'un nouveau bâtiment (FML-2), la construction de nouvelles serres, la rénovation du Laboratoire de dosimétrie et des travaux d'infrastructure supplémentaires.

10. Le total des coûts préliminaires, estimé à 34,5 millions d'euros pour la phase finale de la modernisation des laboratoires, a été communiqué aux États Membres lors de la réunion d'information technique du Directeur général le 3 septembre 2020. Tandis qu'on dispose déjà de 9,7 millions d'euros provenant du budget ReNuAL/ReNuAL+ pour répondre aux besoins de ces laboratoires, le Directeur général a demandé l'aide des États Membres pour lever les 24,8 millions d'euros restants nécessaires. À la réunion du Conseil des gouverneurs de juin 2021, cinq États Membres ont annoncé des contributions extrabudgétaires pour la phase ReNuAL 2, d'un montant total d'environ 8,1 millions d'euros. Si la proposition de contribution de 3,1 millions d'euros destinés à ReNuAL 2 provenant du Fonds pour les investissements majeurs est approuvée, il restera 13,6 millions d'euros à trouver, d'après les estimations actuelles. Des estimations plus précises seront établies une fois achevés les plans de conception détaillés, avant la 65<sup>e</sup> Conférence générale.

### **B.2.2. Priorités de financement**

11. Les fonds nécessaires pour achever toutes les activités en cours ont été mobilisés. Ces activités comprennent les travaux actuellement menés avec des experts externes pour produire des plans de conception détaillés pour la construction du bâtiment FML-2, la rénovation de l'aile du Laboratoire de dosimétrie et le remplacement des serres. La contribution d'un État Membre à ReNuAL 2 annoncée lors de la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale était notamment destinée au financement de la rénovation du Laboratoire de dosimétrie. Pour le moment, l'objectif est d'obtenir environ 8,9 millions d'euros supplémentaires nécessaires d'urgence pour démarrer la construction du bâtiment FML-2. Le financement du remplacement des serres peut être géré indépendamment du financement du FML-2 ou avec celui-ci.

### **B.2.3. Stratégie de mobilisation de ressources**

12. Le Secrétariat a suivi une stratégie de mobilisation de ressources par élément, sollicitant États Membres et donateurs non traditionnels sur la base des besoins de financement existants. Pour appuyer cette stratégie, de nouveaux produits de mobilisation des ressources ciblés ont été mis au point pour souligner l'importance de l'achèvement dans les délais de la modernisation des laboratoires et l'utilité de chaque élément de projet s'agissant de satisfaire les demandes des États Membres concernant la formation, la recherche appliquée et les services. Les dossiers d'information destinés aux donateurs comprennent des informations complètes sur les éléments restants du projet et leurs besoins de financement. Les produits de mobilisation de ressources sont continuellement actualisés compte tenu des progrès réalisés dans l'achèvement de certains éléments de projet, de tout changement dans les coûts prévus et des besoins en ressources prévus.

13. Les visites des laboratoires restent très utiles pour mettre en relief les travaux importants des laboratoires et jouent un rôle essentiel dans la levée de fonds ; cependant, elles ont été suspendues pendant une bonne partie de la période considérée, en raison de la pandémie mondiale de COVID-19, et ont repris de façon très limitée au premier semestre de 2021. En conséquence, le Secrétariat a élaboré des ressources en ligne, notamment des visites virtuelles des laboratoires, et étend l'accès à celles-ci. Des manifestations spéciales organisées par le Secrétariat, notamment en marge de la Conférence générale et des réunions

du Conseil des gouverneurs de mars et juin 2021, ont constitué un appui supplémentaire précieux aux efforts de mobilisation de ressources. Lors de la manifestation parallèle de mars 2021, le Directeur général a annoncé la création d'un nouveau mur des donateurs, sur lequel figureront les nouveaux contributeurs à ReNuAL 2. À la manifestation parallèle de juin 2021, les représentants des cinq États Membres qui avaient annoncé la proposition de contributions à ReNuAL 2 depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale ont été invités à placer symboliquement leur « plaque nationale » sur le nouveau mur des donateurs, qui sera installé de façon permanente dans le hall du nouveau bâtiment FML-2, une fois terminé.



*FIG. B.2. Le Directeur général de l'AIEA, Rafael Mariano Grossi, prononce une allocution lors de la manifestation parallèle intitulée « ReNuAL 2 : construire pour la science, concevoir pour l'avenir », en marge de la 1 579<sup>e</sup> séance du Conseil des gouverneurs tenue au Siège de l'AIEA, à Vienne, le 7 juin 2021 (Source : AIEA)*

#### **B.2.4. Activités de mobilisation de ressources auprès des États Membres**

14. Le Secrétariat a continué à tenir des discussions bilatérales avec de nombreux États Membres pour appuyer la levée de fonds ; par conséquent, 42 États Membres ont versé des contributions financières aux phases ReNuAL et ReNuAL+ de l'initiative et cinq États Membres ont annoncé des contributions destinées à la phase ReNuAL 2. Les Amis de ReNuAL, groupe informel ouvert à tous les États Membres et coprésidé par l'Afrique du Sud et l'Allemagne, a continué de jouer un rôle important dans la mobilisation de ressources. Les participants à ce groupe, qui se réunissent régulièrement, ont été de grands contributeurs bilatéraux à l'initiative ReNuAL, et le groupe reste un outil important de maintien et de développement des activités de sensibilisation à l'importance de la modernisation des laboratoires, et de mobilisation du soutien des États Membres.

#### **B.2.5. Activités de mobilisation de ressources auprès de donateurs non traditionnels**

15. Une nouvelle annonce concernant les besoins en matériel restant à satisfaire pour les laboratoires des applications nucléaires a été publiée sur le Portail mondial pour les fournisseurs des organismes des Nations Unies en décembre 2020 afin de maximiser les possibilités de susciter l'intérêt du secteur privé pour les partenariats avec le Secrétariat.

## C. Prochaines étapes

16. Maintenant que toutes les nouvelles installations qui étaient en construction sont terminées et pleinement opérationnelles, le travail consiste actuellement essentiellement à finaliser, avec les experts externes, les plans de conception détaillés des principaux éléments de la phase ReNuAL 2 du projet, notamment pour la construction du bâtiment du FML-2, la rénovation de l'aile du Laboratoire de dosimétrie et le remplacement des serres. La phase de conception en cours permettra de produire une estimation plus détaillée des coûts, qui éclairera la stratégie de mobilisation de ressources du projet, notamment les objectifs de financement à court, moyen et long terme.

17. Les activités de mobilisation de ressources viseront essentiellement à lever, d'ici le quatrième trimestre de 2021, les 8,9 millions d'euros de fonds supplémentaires nécessaires d'urgence pour démarrer la construction du bâtiment du FML-2 au début de 2022. Les fonds nécessaires à la rénovation de l'aile du bâtiment existant du Laboratoire de dosimétrie ont déjà été mobilisés. La mobilisation des ressources destinées au remplacement des serres existantes sera priorisée en vue d'obtenir un financement complet en 2022, et pourra être gérée indépendamment du financement du bâtiment FML-2 ou avec celui-ci.



# Mise au point de la technique de l'insecte stérile aux fins de la lutte contre les moustiques vecteurs de maladies

## A. Contexte

1. Dans la section A.2 de la résolution GC(62)/RES/9, la Conférence générale a noté avec préoccupation « qu'environ 3,2 milliards de personnes rest[ai]ent exposées au paludisme, transmis par les moustiques, et qu'en 2016 seulement, on a dénombré, essentiellement en Afrique, quelque 216 millions de nouveaux cas de paludisme et 445 000 décès dus à cette maladie, ce qui en fait un obstacle majeur à l'élimination de la pauvreté sur ce continent ». Elle a également noté que « le parasite du paludisme continu[ait] de développer une résistance aux médicaments [existants et] que les moustiques dev[enaient] de plus en plus résistants aux insecticides ».
2. La Conférence générale a noté avec une grave préoccupation que, ces dernières années, « la dengue, qui est aujourd'hui la maladie transmise par les moustiques la plus courante dans le monde, [était] devenue un problème majeur de santé publique à l'échelle internationale, son incidence ayant été multipliée par plus de 30 au cours des 50 dernières années » et « qu'il [était] estimé que cette maladie infect[ait] environ 400 millions de personnes par an [et] que plus de la moitié de la population mondiale risqu[ait] de la contracter ».
3. La Conférence générale a noté que « la réduction des populations de moustiques vecteurs de maladies à l'aide de la TIS [(technique de l'insecte stérile)] [était] appropriée principalement dans les zones urbaines, où l'épandage aérien d'insecticides est interdit ou n'est pas recommandé, et qu'il fa[illait] appliquer une méthode de lutte à l'échelle d'une zone, complément nouveau et potentiellement puissant des programmes existants exécutés au niveau local ».
4. La Conférence générale a prié l'Agence de poursuivre et de renforcer « la recherche nécessaire pour pouvoir préciser et valider l'utilisation de la TIS dans la lutte intégrée contre les moustiques vecteurs du paludisme, de la dengue, de la maladie à virus Zika et d'autres maladies, tant en laboratoire que sur le terrain ». Elle l'a également priée « d'associer de plus en plus au programme de recherche les établissements scientifiques et de recherche des États Membres en développement afin d'assurer leur participation en vue de l'appropriation de ce programme par les pays touchés ». Elle a en outre prié l'Agence « d'intensifier les activités de mise au point et de transfert de systèmes plus efficaces de séparation des sexes, notamment des souches de sexage génétique, qui permettent d'éliminer complètement les moustiques femelles dans les installations de production, et de mettre au point des méthodes rentables de lâcher et de surveillance des mâles stériles sur le terrain ».
5. La Conférence générale a également prié l'Agence de « renforcer la création de capacités et le travail en réseau en Amérique latine, en Asie et dans le Pacifique, et en Afrique au moyen de projets de CT [(coopération technique)] régionaux et de soutenir des projets de terrain de lutte contre les moustiques *Aedes* et *Anopheles* au moyen de projets de CT nationaux en vue de déterminer le potentiel de la TIS comme technique efficace de lutte contre les moustiques vecteurs de maladies ».
6. La Conférence générale a noté avec satisfaction « l'intérêt manifesté par certains donateurs et le soutien qu'ils apport[ai]ent à la R-D [(recherche-développement)] sur l'utilisation de la TIS contre les moustiques vecteurs du paludisme, de la dengue, de la maladie à virus Zika et d'autres maladies » et a prié l'Agence « d'allouer des ressources adéquates et de mobiliser des fonds extrabudgétaires afin de

poursuivre l'expansion du programme de recherche sur les moustiques, des bureaux et laboratoires et des effectifs ».

7. La Conférence générale a invité l'Agence à « suivre la recommandation faite par les experts chargés du plan thématique pour la mise au point et l'application de la technique de l'insecte stérile (TIS) et de méthodes génétiques et biologiques connexes de lutte contre les moustiques vecteurs de maladies, et à investir dans la lutte contre les espèces de moustiques vecteurs en assurant un financement continu du développement de la TIS et d'autres méthodes génétiques et écologiques connexes ».

8. Dans la section A.5 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de la section A.2 de la résolution GC(62)/RES/9 à la Conférence générale lors de sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## **B. Progrès réalisés depuis la 62<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale**

9. En réponse à la section A.2 de la résolution GC(62)/RES/9, l'Agence a poursuivi, par l'intermédiaire du Laboratoire de la lutte contre les insectes ravageurs (IPCL) de Seibersdorf (Autriche), ses travaux visant à mettre au point la TIS appliquée à la lutte contre les moustiques vecteurs de maladies, à savoir *Anopheles arabiensis*, qui est un vecteur du paludisme, ainsi qu'*Aedes aegypti* et *Aedes albopictus*, principaux vecteurs de la dengue, de la maladie à virus Zika, du chikungunya et de la fièvre jaune. L'IPCL élève en ce moment des souches de moustiques provenant de 16 pays, dont certaines présentent des marqueurs morphologiques ou d'autres types de marqueurs, que l'on étudie actuellement pour déterminer si elles pourraient être utilisées aux fins de la TIS.



FIG. B.1. Des moustiques mâles sont introduits dans le compartiment d'une unité Gammacell 220 en vue de leur stérilisation. (Source : AIEA)

10. L'Agence a continué de travailler à la mise au point de méthodes fiables et efficaces de séparation des sexes, notamment de sexage génétique. Deux souches de sexage génétique d'*Ae. aegypti*, l'une ayant les yeux rouges et l'autre les yeux blancs, ont été mises au point et validées dans des conditions de laboratoires. La souche aux yeux rouges, robuste et déjà introgressée dans différents contextes génomiques, est prête à être testée sur le terrain dans le cadre du programme de CT. Une inversion chromosomique induite par irradiation a été intégrée dans la souche de sexage génétique aux yeux rouges en vue d'améliorer sa stabilité génétique. D'autres mutations (ayant une incidence sur la morphologie ou la couleur des yeux essentiellement) ont été isolées chez *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* et *An. arabiensis* et font actuellement l'objet d'une étude visant à déterminer si elles peuvent être utilisées comme marqueurs de sélection aux fins du sexage génétique.



FIG. B.2. Pupes d'*Aedes aegypti* : a) mâle aux yeux noirs, b) femelle aux yeux rouges et c) femelle aux yeux blancs. (Source : AIEA)

11. En ce qui concerne les techniques d'élevage en masse de moustiques, l'IPCL a mis au point et validé plusieurs outils, dispositifs et procédures en vue de réduire les coûts de production et d'améliorer la qualité du matériel biologique. Par exemple, de nouvelles cages pour les moustiques *Aedes* adultes et des supports pour plateaux ont été validés pour l'élevage des larves d'*Ae. albopictus*, permettant une diminution notable des coûts ; un compteur automatisé de larves a été évalué pour trois espèces ; et un nouveau régime larvaire à base de protéines d'insectes peu coûteuses (poudre de mouches soldats noires) a été mis au point pour différents stades larvaires dans l'élevage en masse des moustiques.

12. Eu égard aux difficultés croissantes liées à l'utilisation d'irradiateurs isotopiques pour stériliser les moustiques et au développement attendu des projets de réduction des populations de moustiques, l'Agence a évalué l'efficacité relative des rayons X et des rayons gamma aux fins de la stérilisation des pupes mâles d'*An. arabiensis*, d'*Ae. albopictus* et d'*Ae. Aegypti. aegypti*. Elle a également examiné les principaux facteurs ayant une incidence sur la courbe dose-réponse et la qualité des insectes, notamment le débit de dose, la réfrigération, les conditions atmosphériques, l'origine géographique, le stade de la vie et l'âge des pupes. En outre, la possibilité d'irradier des moustiques adultes réfrigérés à petite et grande échelle est actuellement à l'étude. L'Agence a également commencé à collaborer avec le secteur privé à la mise au point d'irradiateurs à rayons X destinés à la stérilisation des moustiques.

13. Un test rapide de contrôle de la qualité fondé sur la mesure de la capacité de vol des moustiques a été mis au point pour *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* et *Ae. arabiensis* et transféré aux États Membres.

14. Des outils moléculaires destinés au diagnostic des maladies transmises par les moustiques et à la détection des agents pathogènes dans les colonies de moustiques ont été mis au point en collaboration avec « Infravec2 », projet de recherche financé par la Commission européenne. Ils joueront un rôle crucial s'agissant de maintenir les colonies exemptes d'agents pathogènes dans le cadre de programmes d'application de la TIS.

15. Après le succès de la réduction de populations cibles d'*Ae. albopictus* à Guangzhou (Chine) grâce à l'utilisation combinée de la TIS et de la technique de l'insecte incompatible, des résultats similaires ont été obtenus pour *Ae. Aegypti* à Singapour, où la population cible a été fortement réduite. À Cuba, un essai pilote en plein champ visant à réduire les populations d'*Ae. aegypti* au moyen de la TIS a permis de faire baisser les éclosions d'œufs de 90 %.



FIG. B.3. Le premier lâcher de moustiques à La Havane (Cuba) a été effectué à l'école locale.  
(Source : Institut de médecine tropicale Pedro Kouri)

16. Le Centro Agricultura Ambiente « Giorgio Nicoli », en Italie, et Moscamed, au Brésil, ont été désignés comme centres collaborateurs de l'Agence en septembre 2017 et en mars 2018, respectivement. Ils ont fait part d'importants progrès dans la mise au point de la TIS aux fins de la lutte contre *Ae. albopictus* en Italie et *Ae. aegypti* au Brésil. Par ailleurs, l'Université Sun Yat-sen, en Chine, a été désignée comme centre collaborateur de l'Agence en 2021, l'objectif étant qu'elle contribue à la mise en œuvre d'activités relatives au développement de la TIS aux fins de la lutte contre les moustiques, sur une période de quatre ans.

17. L'Agence a poursuivi la mise en œuvre du projet de recherche coordonnée (PRC) intitulé « Méthodes de manipulation, de transport, de lâcher et de piégeage des mâles ». Le PRC a permis d'élaborer de nouveaux protocoles de surveillance, de marquage, de manipulation, de transport et de lâcher de mâles stériles pour lutter contre les espèces du genre *Aedes*. Ces protocoles seront transférés aux États Membres et seront utiles dans le cadre des projets pilotes portant sur la TIS appliquée aux moustiques dans le monde entier. Un nouveau PRC, intitulé « Irradiation, stérilisation et contrôle de la qualité des moustiques », a été approuvé et a débuté en juillet 2020.

18. En réponse à la nécessité pour les États Membres de disposer de nouvelles méthodes de lâcher de moustiques mâles stériles, l'Agence s'efforce, en collaboration avec le Conseil européen de la recherche, de trouver un moyen d'alléger un système de drone destiné au lâcher de moustiques mâles stériles en vue d'utiliser ce système au-dessus de zones urbaines. Des essais sur le terrain sont en cours dans des États Membres.

19. L'Agence a continué de fournir un appui aux États Membres dans le cadre de cinq projets de CT régionaux couvrant la région Europe (projets RER5022, Mise en place de programmes de lutte génétique contre les moustiques invasifs *Aedes*, et RER5026, Renforcement de la capacité d'intégrer la technique de l'insecte stérile dans la gestion effective des moustiques *Aedes* invasifs), la région Asie-Pacifique (projet RAS5082, Gestion des populations vecteurs *Aedes* et lutte contre celles-ci à l'aide de la technique de l'insecte stérile), et la région Amérique latine et Caraïbes (projets RLA5074, Renforcement de la capacité régionale en Amérique latine et dans les Caraïbes en matière d'approches de gestion intégrée

du vecteur incluant un élément de la technique de l'insecte stérile, pour lutter contre les moustiques *Aedes* en tant que vecteurs d'agents pathogènes pour l'homme, en particulier du virus Zika, et RLA5083, Renforcement des capacités d'application de la technique de l'insecte stérile en tant que composante des programmes de lutte contre les moustiques). Elle a également fourni un appui au moyen d'un projet de CT interrégional (projet INT5155, Partage des connaissances sur la technique de l'insecte stérile et des techniques connexes pour la gestion intégrée des insectes ravageurs et des vecteurs des maladies humaines à l'échelle d'une zone), qui constitue une plateforme stratégique essentielle pour le partage d'informations et d'expériences à l'échelle mondiale.

20. Dans le cadre du programme de CT, l'Agence a continué de fournir un appui aux États Membres en Afrique du Sud, au Brésil, à Cuba, à Maurice, au Mexique, aux Philippines, au Soudan, à Sri Lanka et en Turquie. Elle a en outre appuyé la conduite d'essais pilotes d'application de la TIS à la lutte contre les moustiques en Espagne, aux États-Unis d'Amérique et en Italie.

21. L'Agence a lancé un plan d'approche progressive conditionnelle, grâce auquel les États Membres peuvent mener des essais de TIS et appliquer cette technique aux fins de la lutte contre les vecteurs en procédant par étape, le passage à l'étape suivante étant conditionné par l'achèvement des activités constituant l'étape précédente, l'objectif étant de tendre vers la mise en œuvre des programmes de TIS sur le terrain.

22. Dans le cadre d'un mémorandum d'accord entre l'Agence et l'OMS, un cadre d'orientation sur la conduite d'essais visant à déterminer si la technique de l'insecte stérile peut être utilisée dans la lutte contre les maladies transmises par les moustiques *Aedes* (*Guidance Framework for Testing the Sterile Insect Technique as a Vector Control Tool against Aedes-Borne Diseases*) est à la disposition des États Membres de l'Agence depuis avril 2020. En outre, en août 2019, des experts de l'Agence et de l'OMS ont aidé le Bangladesh à étudier l'épidémie de dengue qui a sévi dans le pays et à planifier l'essai d'une TIS permettant d'éliminer les moustiques qui transmettent cette maladie.

23. Après que la prévalence du paludisme a été réduite de manière importante depuis le début du XXI<sup>e</sup> siècle, le nombre de cas est resté stable au cours des cinq dernières années. L'Agence recherche des ressources supplémentaires aux fins de l'application de la TIS à la lutte contre les moustiques vecteurs du paludisme, en particulier concernant les activités de R-D portant sur l'ensemble du programme de recours à la TIS, notamment sur ses essais, sa validation et son transfert aux États Membres.

24. La TIS s'inscrit dans le cadre de la gestion intégrée des vecteurs à l'échelle d'une zone. Le Programme mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture et l'IPCL ont poursuivi la mise au point, la validation et l'optimisation du programme faisant appel à la TIS en tant qu'outil complémentaire de gestion des populations de moustiques. Avec la collaboration des États Membres, des progrès notables ont été accomplis, notamment grâce au programme de CT, en ce qui concerne deux des principaux défis à relever : la mise au point de méthodes efficaces de séparation des sexes permettant de relâcher uniquement les mâles et le lâcher aérien de moustiques. Les dernières évolutions en matière de sexe et de lâcher de moustiques au moyen de drones permettront d'expérimenter la TIS au cours d'essais pilotes visant à démontrer qu'il s'agit d'une méthode sûre, biosécurisée et responsable de gestion des populations de moustiques.

# Renforcement de l'appui aux États Membres dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture

## A. Généralités

1. Dans la section A.5 de la résolution GC(62)/RES/9, la Conférence générale a reconnu le rôle central du développement agricole dans l'accélération de la réalisation de plusieurs des objectifs de développement durable (ODD), en particulier celui qui vise à éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable dans l'intérêt socioéconomique de tous les États Membres. En conséquence, elle a instamment prié le Secrétariat d'intensifier, de manière intégrée et holistique, ses efforts visant à réduire l'insécurité alimentaire dans les États Membres et d'accroître sa contribution pour ce qui est d'augmenter la productivité et la durabilité agricoles, de réduire la pauvreté et la faim, et d'améliorer les revenus des agriculteurs par le développement et l'application intégrée de la science et de la technologie nucléaires. Elle a encouragé la Division mixte FAO/AIEA à continuer de réagir aux grandes tendances mondiales en matière de développement agricole afin d'assurer, dans toute la mesure possible, une résilience accrue des moyens d'existence face aux menaces et aux crises dans l'agriculture, y compris l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets.

2. La Conférence générale a également reconnu que les grandes tendances mondiales qui façonneraient le développement agricole à moyen terme comprenaient l'augmentation de la demande alimentaire, la persistance de l'insécurité alimentaire, la malnutrition et l'impact des changements climatiques. En conséquence, elle a instamment prié le Secrétariat d'étudier les retombées des changements climatiques sur l'alimentation et l'agriculture grâce à l'utilisation de techniques nucléaires, la priorité étant de s'adapter aux effets des changements climatiques et de les atténuer, y compris par la mise au point d'outils et de solutions technologiques. Elle a invité le Secrétariat à mener de nouvelles activités pour relever les défis des changements climatiques dans le cadre d'une « agriculture intelligente face au climat ».

3. Elle a également invité le Secrétariat, compte tenu de l'évolution mondiale en matière de résistance aux antimicrobiens et de son impact sur la santé humaine et animale, à continuer de suivre les activités internationales visant à mettre en place d'éventuelles applications dans lesquelles les méthodes et outils nucléaires et isotopiques pourraient avoir des avantages comparatifs.

4. Saluant les travaux de recherche déterminés par la demande sur la mise au point d'outils de communication destinés à améliorer la prise de décisions dans la gestion de l'eau agricole en Afrique, et la nouvelle plateforme de visualisation en vue de la préparation et de la conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire ou radiologique pour l'alimentation et l'agriculture, elle a prié instamment le Secrétariat d'intensifier encore ses efforts de mobilisation de ressources extrabudgétaires pour renforcer ses activités de recherche relatives à la préparation et à la conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire et radiologique touchant l'alimentation et l'agriculture.

5. Dans la section A.7 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de la section A.5 de la résolution GC(62)/RES/9 à la Conférence générale lors de sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## **B. Progrès réalisés depuis la 62<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale**

6. Le « Centre mixte FAO/AIEA » - anciennement dénommé « Division mixte FAO/AIEA », supervise actuellement 35 projets de recherche coordonnée (PRC), auxquels participent environ 450 établissements de recherche et stations expérimentales d'États Membres, et est chargé de fournir un appui scientifique et technique à 328 projets nationaux, régionaux et interrégionaux de coopération technique (CT). Au cours de la période considérée, 264 ateliers, séminaires et cours déterminés par la demande ont été organisés à l'intention de 6 433 participants de pays en développement, essentiellement avec le concours du programme de CT de l'Agence. Par ailleurs, le Centre mixte a produit 602 publications, dont 124 documents techniques, lettres d'information, lignes directrices et ouvrages, 290 articles destinés à des revues scientifiques à comité de lecture, 141 documents de conférence et six éditions spéciales dans des revues scientifiques à comité de lecture.

7. Les Laboratoires FAO/AIEA d'agronomie et de biotechnologie, à Seibersdorf (Autriche), ont continué de mener des activités de recherche-développement en réponse aux demandes des États Membres ; ces activités ont notamment porté sur l'utilisation de techniques nucléaires favorisant une agriculture intelligente face au climat et permettant de mesurer les gaz à effet de serre en agriculture en vue de trouver des solutions qui puissent en atténuer les conséquences, sur la mise au point de techniques isotopiques et de techniques d'analyse destinées au contrôle de la traçabilité et de l'authenticité des aliments ainsi qu'à l'analyse des contaminants et des résidus, sur les vaccins irradiés à usage vétérinaire, sur la mise au point de cartes d'hybrides d'irradiation pour l'élevage sélectif, sur l'amélioration des applications diagnostiques aux fins de la détection rapide des maladies animales et des zoonoses, y compris la COVID-19, sur la mise au point de cultures à plus haut rendement et adaptées aux conditions climatiques, et sur la lutte contre les insectes ravageurs des cultures et du bétail.

8. Le développement et l'amélioration des réseaux de laboratoires avec la participation de multiples parties prenantes sont restés une priorité, en particulier aux fins de renforcer l'appui en temps voulu au diagnostic, à la maîtrise et à l'éradication des maladies animales et des zoonoses transfrontières [par exemple, le Réseau de laboratoires diagnostiques vétérinaires (VETLAB)], d'améliorer les capacités des systèmes de sécurité sanitaire et de contrôle des aliments [par exemple, le Réseau latino-américain et caraïbe d'analyse (RALACA), le Réseau africain de sécurité sanitaire des aliments (AFoSaN) et le Réseau asiatique de sécurité sanitaire des aliments (FSA)], de favoriser l'amélioration des cultures et l'adoption des biotechnologies modernes (le Réseau sur la sélection des plantes par mutation MBN) de la région Asie et Pacifique, et le Réseau sur la mutation du café) et de mettre en commun des connaissances sur la technique de l'insecte stérile (TIS) aux fins de la lutte contre les insectes ravageurs (la Base de données destinée aux spécialistes des téphritides).



*FIG. B.1. Des scientifiques du réseau VETLAB apprennent la détection simultanée de plusieurs agents pathogènes. (Source : AIEA)*

9. L'Agence a continué d'appuyer le réseau VETLAB, qui couvre à présent 45 États Membres en Afrique et 19 États Membres en Asie, en fournissant des formations, des trousse de diagnostic, des instructions permanentes d'opération, ainsi que des dispositifs et du matériel destiné à combattre et prévenir les maladies animales et les zoonoses transfrontières.

10. L'Agence a soutenu les efforts déployés par les États Membres pour lutter contre la COVID-19 (on trouvera plus de précisions à ce sujet dans le document GOV/INF/2021/4). Le Centre mixte FAO/AIEA leur a immédiatement prêté main-forte, offrant une solide aide technique, des conseils d'experts et un appui au niveau des laboratoires. L'Agence a ainsi fourni à 128 pays et territoires des colis contenant du matériel de dépistage, à savoir des kits de tests de réaction en chaîne par polymérase en temps réel après transcription inverse (RT-PCR), les réactifs et consommables de laboratoire y afférents, ainsi que les fournitures de biosécurité permettant de manipuler et d'analyser sans danger les échantillons de COVID-19.

11. Le Centre indonésien de recherche en sciences vétérinaires a été le premier à détecter rapidement le virus de la peste porcine africaine (PPM). Dès que les premiers cas de PPM ont été observés en Indonésie en septembre 2019, le Centre a mis en place, à des fins de confirmation et de surveillance de la maladie, des tests de dépistage reposant sur une RT-PCR spécifique à la PPM ou multiplex (panel de maladies hémorragiques) et sur l'isolement du virus dans des cultures cellulaires primaires.

12. Depuis 2019, plusieurs pays asiatiques ont vu apparaître le virus de la fièvre catarrhale du mouton (FCM) qui, au cours de l'été 2020, s'est rapidement propagé au Bangladesh, au Bhoutan, à l'Indonésie, au Myanmar, au Népal, à Sri Lanka, en Thaïlande et au Viet Nam. L'Agence a apporté son aide à ces pays par le truchement du Réseau VETLAB, qui leur a fourni du matériel de laboratoire ainsi que la caractérisation moléculaire des isolats de virus FCM locaux, a procédé au séquençage complet du génome ou de multiples gènes ciblés pour le Bangladesh et le Viet Nam, et collabore avec les autorités des autres pays.

13. Le Sénégal a détecté et signalé pour la première fois, en 2020, la présence du virus de la maladie hémorragique du lapin (RHDV2), qui a très vite touché le Burkina Faso et le Nigéria, décimant les populations de lapins domestiques. Le Réseau VETLAB est venu épauler efficacement les laboratoires vétérinaires partenaires en Afrique de l'Ouest.

14. Les animaux sauvages et les animaux domestiques peuvent connaître des épisodes apparemment inexplicables de forte mortalité ou de maladie grave. Ces derniers mois, ce sont les oiseaux sauvages (notamment les tourterelles) du Burkina Faso et les camélidés d'Éthiopie et du Kenya qui en ont été victimes. Le Centre mixte FAO/AIEA et le Réseau VETLAB ont activement contribué au travail d'investigation que les laboratoires ont engagé en vue de déterminer la présence éventuelle d'agents infectieux, connus ou non, et de tirer au clair les raisons de ces épisodes de forte mortalité.

15. De nouveaux prototypes de vaccins irradiés ont été testés pour mesurer leur efficacité contre les maladies animales. Des expériences ont été réalisées en collaboration avec l'Université de médecine vétérinaire à Vienne, l'Agence autrichienne pour la santé et la sécurité sanitaire des aliments, et l'Institut zooprophyllactique expérimental de Venise. Le Centre mixte FAO/AIEA a par ailleurs apporté un appui technique à l'Université de Peradeniya (Sri Lanka) pour qu'elle puisse s'équiper d'un laboratoire de cytométrie en flux, installation indispensable pour évaluer les réactions aux vaccins.

16. Une plateforme de séquençage du génome complet faisant appel à la technologie MinION d'Oxford Nanopore a été déployée, avec le concours du programme de CT, dans sept laboratoires vétérinaires africains - en Éthiopie, au Maroc, en Namibie, au Niger et en République démocratique du Congo et au Sénégal. Elle servira principalement d'outil métagénomique destiné à détecter les agents pathogènes inconnus dont les animaux domestiques et sauvages seraient porteurs.

17. En 2020, en collaboration avec l'Université de médecine vétérinaire de Vienne et l'International Camel Consortium for Genetic Improvement and Conservation, l'Agence a mis au point une puce à ADN pour plusieurs espèces de camélidés, qui sera utilisée pour la sélection et l'élevage de camélidés offrant une production élevée. Cette puce renferme quelque 200 000 marqueurs et permet de procéder à l'évaluation génétique de diverses espèces de camélidés, notamment les dromadaires, les chameaux domestiques de Bactriane, les alpagas et les lamas. Elle fait actuellement l'objet de tests sur le terrain en vue de sa validation et sera lancée fin 2021.

18. L'Agence a fourni un appui technique à six pays - l'Argentine, le Bangladesh, le Pérou, la Serbie, le Sri Lanka et l'Uruguay - pour les aider à procéder à une évaluation génomique de leurs cheptels locaux. Une puce à ADN 60K est ainsi utilisée pour déterminer le génotype de plus de 1 900 bovins. Cette évaluation peut avoir pour but d'associer des génotypes avec des caractéristiques distinctives de production laitière (en Serbie), de cerner la combinaison génétique des animaux et d'estimer le niveau d'hérédité taurine de bovins issus de croisements (au Bangladesh et à Sri Lanka), d'identifier les caractéristiques de sélection révélatrices d'une adaptation à un élevage en haute altitude (au Pérou), ou encore de déterminer la biodiversité génétique d'un cheptel local (en Argentine et en Uruguay).

19. Le RALACA s'est étendu et regroupe maintenant 57 institutions dans 21 pays. Il coordonne également des ateliers ainsi que des essais et des formations interlaboratoires. L'AFoSaN, qui a continué de s'agrandir, compte 102 laboratoires, et des instituts de recherche et des organismes de contrôle des aliments ont été établis dans 39 pays participants, favorisant la constitution de réseaux techniques et le renforcement des capacités. Le réseau FSA facilite la collaboration entre ses établissements membres aux fins de l'amélioration des capacités d'analyse des laboratoires (par exemple, le Pakistan a fourni un appui à la Papouasie-Nouvelle-Guinée en matière d'analyse des risques alimentaires, le Liban a aidé la Jordanie à analyser des résidus de pesticides et la Thaïlande a aidé le Cambodge et le Myanmar à analyser des contaminants), contribuant en cela à l'excellence et à l'accréditation des laboratoires.

20. Composé de 13 États Membres signataires qui l'ont officiellement institué en juillet 2019 lors de son premier atelier, le Réseau sur la sélection des plantes par mutation de la région Asie et Pacifique a tenu un deuxième atelier en mode virtuel en novembre 2020, auquel trois autres États Membres ont participé pour ensuite intégrer le Réseau. Les principales missions du Réseau telles qu'énoncées dans la « proposition de Jingzhou » formulée en juillet 2019 consistent à renforcer les capacités nationales et régionales, améliorer les ressources en germoplasmes, rendre possible l'utilisation de techniques de sélection rapide, établir des plateformes de génomique spécialisées, déterminer des emplacements destinés au criblage en vue de la sélection pour la résistance aux stress, détecter rapidement les ravageurs et les maladies transfrontières, conserver le matériel génétique mutant, et mobiliser des ressources en commun. La sélection des plantes par mutation suscite également un intérêt croissant dans la région Amérique latine.

21. L'AIEA a intensifié ses échanges techniques avec l'Agence autrichienne pour la santé et la sécurité sanitaire des aliments afin d'utiliser son laboratoire de niveau de biosécurité 3 pour renforcer les capacités de recherche-développement en matière de diagnostic des maladies animales et des zoonoses transfrontières, l'évaluation et la validation des trousseaux et des tests de dépistage de la COVID-19, et la caractérisation génétique des bactéries et virus hautement pathogènes qui touchent le bétail dans les États Membres. L'Agence a intensifié l'assistance qu'elle offre à plusieurs États Membres asiatiques pour lutter contre l'épidémie de PPM, notamment en renforçant leurs capacités de diagnostic technique et en leur prodiguant conseils et informations.



*FIG. B.2. Des employés du Centre national de diagnostic vétérinaire analysent des échantillons afin de détecter des maladies animales transfrontières au Viet Nam.*

*(Source : AIEA)*

22. En étroite collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'Agence a établi des lignes directrices sur l'utilisation des techniques nucléaires ou isotopiques aux fins du traçage du mouvement des antimicrobiens des zones agricoles vers l'environnement. Un document d'orientation détaillé sur la mise à l'essai de ces méthodes dans les États Membres est en cours d'élaboration.

23. Un document de l'Agence intitulé *Strategies and Practices in the Remediation of Radioactive Contamination in Agriculture*, publié en février 2020 vise à améliorer la planification des organisations

internationales et des États Membres en matière de préparation et de conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire et d'incidents radiologiques touchant l'alimentation et l'agriculture.

24. La recherche appliquée et la création de capacités en matière de méthodes d'authentification des aliments et de détection des adultérants ont permis de renforcer les capacités dans les domaines de la sécurité sanitaire et du contrôle de la qualité des aliments dans plus de 30 États Membres. Les produits alimentaires concernés étaient notamment le lait, le miel et le thé en Chine, les nids d'oiseaux comestibles à haute valeur marchande en Malaisie, le vinaigre aux Philippines, et le porc et les produits laitiers importés à Singapour. Un label de garantie de la qualité du lait et des produits laitiers locaux a également été créé en Slovaquie.

25. Grâce au soutien de l'Agence, plusieurs laboratoires chargés de valider la sécurité sanitaire des aliments dans les États Membres ont obtenu l'accréditation ISO 17025:2017 en Afrique du Sud, au Botswana, en Mongolie, en Namibie, au Nigéria, en Ouganda et au Pakistan, ce qui confère une plus grande fiabilité aux tests et contrôles portant sur les résidus chimiques et autres contaminants dans les aliments.

26. Les techniques d'analyse nucléaires et isotopiques mises au point grâce aux PRC ont été appliquées dans des programmes nationaux visant à surveiller et contrôler la présence de résidus et contaminants multiples/mixtes dans plus de cinq denrées alimentaires, et ce dans dix États Membres. La méthode d'analyse des multirésidus aux fins de détection de 132 composés, dont des pesticides et des mycotoxines, susceptibles d'être présents dans le quinoa est la solution choisie par le Pérou pour relever le défi que posaient les rejets qui frappaient les exportations de ce produit.

27. L'Agence a poursuivi ses travaux en matière de résistance aux antimicrobiens : elle a ainsi mis au point une méthode d'analyse isotopique permettant de quantifier et confirmer la présence de mycotoxines et de résidus antimicrobiens dans les déchets d'origine animale. Elle s'est appuyée à cet effet sur les travaux antérieurs (méthode analytique) consacrés à la détermination de résidus antimicrobiens de chlortétracycline, à l'activité antimicrobienne et à la présence de gènes de résistance dans les déjections de poulets de chair traités à des fins expérimentales, et a ainsi apporté une contribution essentielle à la lutte engagée au plan mondial contre la résistance aux antimicrobiens. L'Agence a également soutenu les efforts menés dans plus de 30 États Membres en matière de tests et contrôles des résidus antimicrobiens, qui constituent un élément essentiel de la résistance aux antimicrobiens. D'autres travaux en cours prévoient notamment le transfert ciblé de technologies pour la recherche.



*FIG. B.3. Un laboratoire d'analyse des résidus de médicaments récemment accrédité au Pakistan.  
(Source : AIEA)*

28. L'Agence a continué d'apporter son soutien à la Commission du Codex Alimentarius et d'appuyer l'élaboration de normes et principes directeurs en matière de sûreté alimentaire ; elle a ainsi participé activement aux travaux de différents comités du Codex, notamment ceux chargés des questions touchant aux résidus de médicaments vétérinaires, aux résidus de pesticides et aux contaminants dans les aliments, ainsi qu'aux méthodes d'analyse. La création de capacités et le transfert de technologies sont ici d'une importance primordiale, en ce qu'ils permettent à plusieurs États Membres de mettre en œuvre les normes du Codex, ses directives ainsi que ses codes de bonne pratique.

29. L'Agence a contribué, par le truchement du Centre mixte FAO/AIEA, à la mise en place ou au renforcement de cinq laboratoires spécialisés dans la sûreté alimentaire et la santé environnementale en Érythrée et en Gambie, ainsi qu'à l'établissement d'une ébauche de projet en matière de contrôle des résidus antimicrobiens dans la région Asie et Pacifique (en collaboration avec le Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique), projet appelé à être expérimenté à Singapour et en Thaïlande. Dans le cadre de l'Accord régional de coopération pour l'Afrique sur le développement, la recherche et la formation dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires, deux centres régionaux désignés ont été habilités, en Algérie et au Nigéria, dans les domaines de l'éducation en matière de sûreté alimentaire et des services d'analyse, l'objectif étant d'œuvrer à l'amélioration de la santé publique en Afrique et d'améliorer les échanges commerciaux régionaux et internationaux de produits alimentaires grâce à la mise en réseau de laboratoires.

30. L'Agence a appuyé un plan de lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits en Équateur dans le cadre du projet national de lutte contre la mouche des fruits. L'aide de l'Agence a permis d'améliorer la qualité des fruits et des légumes, d'accroître leur production et d'en faciliter le commerce international : les agriculteurs ont pu commencer à exporter des coquerets du Pérou, des pitayas et des tamarillos aux États-Unis d'Amérique, en Amérique latine et en Europe.



*FIG. B.4. Grâce à l'application de la technique de l'insecte stérile, l'Équateur peut maintenant exporter ses tamarillos aux États-Unis d'Amérique, en Amérique latine et aux Caraïbes, et vers l'Union européenne. (Source : Agrocalidad)*

31. L'Agence a aidé l'Argentine à combattre les insectes ravageurs des plantes en appliquant avec succès la technique de l'insecte stérile pour lutter contre la mouche méditerranéenne des fruits. Au début de l'année 2020, la Chine a reconnu la Patagonie et certaines parties de la province de Mendoza comme zones exemptes de mouches des fruits. Les cerises et d'autres fruits à pépins et à noyau produits dans ces régions peuvent donc être exportés vers les plus grands marchés de produits frais du monde.

32. L'Agence a contribué à doter l'État plurinational de Bolivie d'une installation ultramoderne de préparation à l'éclosion et au lâcher de mouches, afin de permettre le recours à la technique de l'insecte stérile. Trois millions de mouches méditerranéennes des fruits (insectes mâles stériles) sont expédiées chaque semaine depuis une unité d'élevage en masse et de stérilisation implantée à Mendoza, en Argentine. Les mouches stériles sont relâchées au-dessus d'une zone de plus de 2 000 hectares infestée par les insectes ravageurs située à Cochabamba, dans l'État plurinational de Bolivie.

33. L'Agence a récemment mis au point une TIS adaptée à la lutte contre la drosophile à ailes tachetées et contre l'eudémis de la vigne, insectes qui détruisent respectivement les petits fruits et le raisin. Des essais pilotes ont débuté en 2020 contre chacune de ces espèces, en collaboration avec l'Argentine et le Chili.

34. Au cours de la période considérée, l'Agence a publié 28 instructions permanentes d'opération, manuels et lignes directrices sur la gestion intégrée des ravageurs à l'échelle d'une zone (GIREZ), notamment des mouches des fruits, des moustiques et des trypanosomes, à l'intention des organismes nationaux en charge de la protection des végétaux et de santé humaine et animale. Une infographie animée qui explique en quoi les normes internationales sur les mouches des fruits peuvent faciliter l'accès aux marchés (« Fruit Fly Standards can Help Gain Market Access ») a été réalisée en collaboration avec les équipes en charge de la Convention internationale pour la protection des végétaux. Deux manuels de plus de 1 000 pages, disponibles en libre accès, ont été produits en 2021, à savoir la deuxième édition de l'ouvrage intitulé « Technique de l'insecte stérile - Principes et pratique de la

gestion intégrée des ravageurs à l'échelle d'une zone » et l'ouvrage intitulé « Area-Wide Integrated Pest Management: Development and Field Application ».

35. L'Agence a continué de fournir un appui technique au Sénégal dans le cadre de son programme visant à établir une zone exempte de mouches tsé-tsé dans la région agricole très productive des Niayes, dans l'ouest du pays, utilisant une méthode de GIREZ avec une composante de TIS. Les populations de mouches tsé-tsé ont diminué d'environ 97 % dans la zone du projet, ce qui a réduit considérablement la prévalence de la trypanosomose et permis au Sénégal de continuer à importer du bétail plus productif dans la région.

36. L'Agence a également maintenu l'octroi, à plus de 70 États Membres, d'une assistance technique concernant la sélection des plantes par mutation et les biotechnologies associées ; elle a en outre apporté son concours à la mise au point et au lancement, en 2020, de 18 variétés de cultures nouvelles et améliorées, qui ont été introduites dans six États Membres, à savoir la Bulgarie, la Chine, l'Inde, l'Indonésie, la Malaisie et le Pakistan. Sept lignées végétales mutantes avancées et améliorées mises au point par le Sénégal ont par ailleurs été distribuées aux agriculteurs via des circuits informels de semences.



*FIG. B.5. Plantes mutantes de gingembre sélectionnés pour leur résistance à la pourriture molle, testés par le Conseil de recherche scientifique jamaïcain avec l'appui technique de l'Agence concernant les procédures d'irradiation, de culture tissulaire et de criblage. (Source : AIEA)*

37. L'année 2020 a été marquée par deux premières en matière de sélection des plantes par mutation : il s'agit, d'une part, des améliorations obtenues dans la culture du gingembre et, d'autre part, des avancées réalisées dans le domaine des arbres forestiers. L'assistance technique fournie par l'Agence a permis à la Jamaïque d'identifier des variétés mutantes de gingembre qui résistent à la pourriture molle en recourant à la culture tissulaire et à l'irradiation, en combinaison avec des protocoles de sélection en laboratoire et sous serre. Elle a aussi permis au Chili de se lancer dans l'exploitation des techniques d'irradiation pour accroître la productivité des essences forestières et améliorer leur adaptation au changement climatique, et de s'équiper dans le même temps d'un laboratoire de biologie moléculaire devant contribuer à un processus de sélection plus rapide et plus précis.

38. En 2020, l'Agence a travaillé en étroite coopération avec le Bureau de pays de la FAO au Soudan pour faire en sorte que les cultivateurs d'arachide de l'État du Kordofan du Nord aient accès à une variété mutante adaptée à la sécheresse, le Tafra-1, lancée avec l'appui technique de l'Agence. Quelque

2 900 tonnes de semences de haute qualité sont en cours de production ; l'objectif est de pouvoir en distribuer à 4 300 petits exploitants en 2021.

39. L'Agence a collaboré avec des chercheurs de plusieurs États Membres dans la lutte contre la souche de race tropicale 4 (TR4) de *Fusarium*, qui ravage les plantations de bananes en Asie, en Afrique et en Amérique latine. Cette action concertée a permis à des partenaires en Chine de mettre au point et de proposer sur le marché une nouvelle variété mutante résistante à la TR4 de la Cavendish, une sorte de banane habituellement destinée à l'exportation. D'autres États Membres ont décelé des mutants putatifs qui pourraient être résistants ou tolérants à la maladie causée par la TR4.



*FIG. B.6. Des sélectionneurs chinois dans une plantation de la nouvelle variété de banane Cavendish, dans le Guangdong (Chine). (Source : G. Yi)*

40. L'Agence aide les États Membres à faire face à un autre problème de taille qui touche la productivité agricole et la sécurité alimentaire, celui de la striga, un parasite qui frappe les cultures de céréales et de légumineuses de Chine en Afrique subsaharienne. Cette plante parasite diminue les rendements de cultures de base telles que le maïs, le millet, le riz et le sorgho, provoquant des pertes économiques considérables. Grâce à l'appui technique de l'Agence, le Burkina Faso, Madagascar et le Soudan ont mis au point des lignées mutantes de maïs, de riz et de sorgho résistantes à la striga.



*FIG. B.7. Un chercheur de l'Institut de l'environnement et de recherches agricoles du Burkina Faso présente le résultat des travaux sur les nouvelles souches de sorgho résistantes à la striga à ses collègues du Laboratoire de la sélection des plantes et de la phytogénétique de l'AIEA, à Seibersdorf (Autriche).  
(Source : AIEA)*

41. Les orientations techniques que l'Agence a dispensées au Pakistan ces quatre dernières années ont permis de mettre au point et d'intensifier la diffusion de semences de quatre nouvelles variétés mutantes et améliorées du coton, et de poursuivre ainsi l'extension des zones de culture qui lui sont dédiées. En 2020, la zone dans laquelle sont cultivées ces quatre nouvelles variétés mutantes a été accrue pour atteindre près de 700 000 hectares, soit plus de 40 % de la superficie totale occupée par le coton dans la province du Penjab, principale région cotonnière du pays.

42. L'Agence a renforcé sa coopération avec les petits États insulaires en développement et l'appui qu'elle leur apporte pour améliorer les cultures à des fins de sécurité alimentaire. Dans le cadre du programme de CT, un cours interrégional sur les techniques de sélection et d'amélioration de l'efficacité par mutation a été organisé en octobre 2019 pour 24 scientifiques des Fidji, des Îles Marshall, des Palaos, de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, de Vanuatu et d'autres petits États d'Afrique et d'Amérique latine. Une aide similaire concernant la sûreté alimentaire a été dispensée aux Fidji, aux Îles Marshall, en Papouasie-Nouvelle-Guinée et à Vanuatu.

43. L'Agence a continué d'aider plus de 75 États Membres d'Afrique, d'Asie, d'Europe et d'Amérique latine à élaborer des stratégies de conservation des sols à l'aide de techniques faisant appel aux radionucléides provenant des retombées pour assurer une production agricole durable et atténuer les effets du changement climatique sur l'érosion des sols, en particulier les écosystèmes des régions montagneuses.

44. L'Agence a poursuivi la mise en place du système en ligne d'appui à la décision en cas de situations d'urgence nucléaire touchant les aliments et l'agriculture. Le système est en train d'être adapté aux besoins d'États Membres tels que la Belgique et la Chine pour leur fournir des solutions sur mesure afin d'améliorer la préparation et la conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture. L'idée est de collecter, gérer et visualiser des données pertinentes provenant de régions touchées pour pouvoir diffuser et communiquer des informations en temps utile aux parties prenantes et à la population.

45. Dans le cadre de son programme de CT, l'Agence a aidé le Mali et le Nigéria à améliorer l'agriculture de subsistance au moyen de l'irrigation au goutte-à-goutte et de la fertilisation intelligente guidées par des techniques nucléaires, ce qui a permis à 500 petits producteurs, qui sont majoritairement des femmes, de transformer des terres peu productives en terrains agricoles fertiles. Cette technologie a également donné à 2 500 Nigériens - essentiellement des femmes, ici aussi - les moyens de cultiver la terre et de devenir autosubsistants.



*FIG. B.8. De petits agriculteurs récoltent des tomates dans la région sahélienne de Ségou, dans le centre du Mali. (Source : D. Coulibaly)*

46. L'Agence a également contribué à l'utilisation de l'agriculture numérique dans le cadre de travaux de recherche déterminés par la demande sur les outils de communication destinés à améliorer la prise de décision dans la gestion de l'eau agricole en Afrique. Elle a mis au point des techniques numériques permettant de cartographier les propriétés des sols et de surveiller la disponibilité de l'eau en temps réel, ainsi qu'une nouvelle plateforme de visualisation aux fins de la préparation et de la conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire et radiologique dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture.

47. L'Agence a coordonné des activités internationales de recherche-développement sur l'utilisation de techniques isotopiques pour établir des profils d'émission de gaz à effet de serre et concevoir ensuite des techniques d'atténuation efficaces. Elles ont notamment abouti à la mise au point d'un nouvel instrument de mesure et d'analyse en temps réel des émissions de dioxyde de carbone dans l'agriculture et d'une méthode fiable de mesure du méthane à moindre coût, en collaboration avec le centre d'agrobiologie de l'Entreprise brésilienne de recherche agropastorale et l'Institut d'agronomie du Paraná.

## C. Renforcement du partenariat entre la FAO et l'Agence

48. Le Centre mixte FAO/AIEA ajuste continuellement ses activités programmatiques à l'évolution des besoins des États Membres afin de les aider à améliorer la productivité et à faire face aux menaces qui pèsent sur la production alimentaire et agricole, les moyens de subsistance et la santé, ainsi qu'à accélérer la réalisation des ODD.

49. Le 23 février 2021, le Directeur général de l'Agence et le Directeur général de la FAO ont signé un Arrangement révisé concernant le partenariat entre la FAO et l'Agence, qui a rehaussé le statut de la Division mixte FAO/AIEA pour l'élever au rang de Centre mixte FAO/AIEA et leur offre ainsi de nouvelles perspectives de coopération. Les deux organismes se sont engagés à renforcer le partenariat stratégique entre la FAO et l'Agence, ce qui devrait profiter à des millions de personnes.

50. L'Arrangement révisé a élargi les domaines d'intérêt commun et fait du contrôle et du suivi des maladies animales, des zoonoses et des phytopathologies transfrontières une priorité. Cette modification officialise la collaboration qui existait déjà auparavant et ouvre la voie à l'intégration des capacités des laboratoires du Centre mixte FAO/AIEA dans les travaux que la FAO consacre à l'approche baptisée « Une seule santé ». Le renforcement du partenariat contribuera à la mise en œuvre du projet d'action intégrée contre les zoonoses (ZODIAC).

51. Le Centre mixte assure une coordination efficace avec les unités/centres organisationnels compétents de la FAO en participant et contribuant activement au Cadre stratégique de la FAO pour 2022-2031, en travaillant en permanence à la planification des activités et à la communication d'informations sur les résultats et en tenant des consultations sur la planification des activités de la période biennale et des réunions d'information sur les activités menées dans les États Membres. Il se coordonne également avec les bureaux régionaux et nationaux de la FAO pendant la planification des activités, l'exécution des projets et l'établissement des rapports.

52. Le Centre mixte FAO/AIEA participe activement aux conférences régionales biennales de la FAO pour l'Afrique, l'Asie et le Pacifique, l'Europe et l'Asie centrale, et l'Amérique latine et les Caraïbes. Les documents d'information sur les technologies nucléaires et connexes et certaines de leurs incidences dans chaque région ont été bien accueillis par les parties prenantes au cours de ces conférences.

53. L'Agence a renforcé ses travaux avec la FAO concernant d'importantes initiatives mondiales, comme la Stratégie mondiale pour le contrôle et l'éradication de la peste des petits ruminants, la collecte et la conservation du matériel génétique des races d'élevage locales dans les États Membres aux fins du repérage des marqueurs ADN associés à une productivité et à une résistance aux maladies élevées, le Réseau mondial des laboratoires des sols, dans le cadre du Partenariat mondial sur les sols, et le deuxième Plan d'action mondial pour les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, dans le cadre d'innovations à la demande visant à améliorer et à exploiter la diversité phylogénétique.



# Recours à l'hydrologie isotopique pour la gestion des ressources en eau

## A. Contexte

1. À sa 63<sup>e</sup> session ordinaire, en septembre 2019, dans sa résolution GC(63)/RES/10, la Conférence générale a prié le Secrétariat, sous réserve que des ressources soient disponibles, de renforcer encore les efforts visant à tirer pleinement parti du potentiel des techniques isotopiques et nucléaires dans la mise en valeur et la gestion des ressources en eau dans les pays intéressés ; de continuer de faciliter l'accès des États Membres à l'analyse isotopique en modernisant certains laboratoires ; d'étendre les activités liées au projet de l'AIEA pour l'accroissement de la disponibilité en eau (projet IWAVE) et à la gestion des eaux souterraines ; de faciliter l'accès des États Membres à de nouvelles techniques d'utilisation des isotopes de gaz rares pour la datation des eaux souterraines ; de renforcer les activités qui contribuent à la compréhension du climat et de son impact sur le cycle de l'eau ; d'étendre le recours aux outils géochimiques et isotopiques afin d'améliorer les modèles hydrologiques dans les zones minières ; d'étendre le recours aux isotopes dans les études sur la pollution et de réaliser des exercices de comparaison à l'échelle internationale ; de redoubler d'efforts pour améliorer la couverture temporelle et géographique des programmes mondiaux de l'Agence sur la surveillance des isotopes dans les précipitations et les cours d'eau ; de continuer de former du personnel à l'hydrologie isotopique.

2. Dans la section A.3 de la résolution GC(63)/RES/10, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les résultats obtenus dans le cadre de la mise en œuvre de la résolution au Conseil des gouverneurs et à elle-même à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## B. Progrès accomplis depuis la 63<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

### B.1. Renforcement des activités d'hydrologie isotopique

#### B.1.1. Laboratoire d'hydrologie isotopique

3. Au cours du premier semestre de 2020, le laboratoire d'hydrologie isotopique de l'Agence a achevé la mise au point d'un nouveau système de spectromètre de masse de pointe détectant l'hélium 3 aux fins de l'analyse des teneurs en tritium, grâce à la méthode de l'hélium 3 de décroissance, qui peut être utilisé pour diverses formes d'échantillons environnementaux. L'acquisition du spectromètre de masse s'est faite grâce à des fonds fournis par le Japon dans le cadre de l'Initiative sur les utilisations pacifiques. Non destructrice, la méthode de l'hélium 3 de décroissance est également beaucoup plus sensible que d'autres techniques d'analyse. Une procédure opérationnelle standard a été élaborée, et le système peut désormais se prêter à des applications plus larges dans le cadre de projets de recherche coordonnée (PRC) et de projets de coopération technique (CT), aux fins d'une mesure plus précise des niveaux de tritium dans les matières naturellement présentes dans l'environnement.



*FIG. B.1. Nouvelle méthode d'enrichissement en tritium fondée sur la technologie des membranes électrolytiques perméables. (Source : AIEA)*

4. L'identification isotopique des nitrates est d'une importance cruciale car elle permet aux spécialistes de l'hydrologie isotopique d'identifier les sources de nitrates dans les systèmes aquatiques et d'établir une distinction entre ces sources et de quantifier les processus de remédiation naturelle comme la dénitrification et l'assimilation des nutriments dans les cours d'eau. En 2020, l'Agence a publié une nouvelle méthode à bas coût de réduction du trichlorure de titane qui permet de convertir rapidement un nitrate en solution aqueuse en un gaz, l'oxyde nitreux, opération nécessaire pour procéder à des mesures isotopiques. La nouvelle méthode, qui est 90 % moins fastidieuse et moins coûteuse que les méthodes précédentes, a été adoptée comme méthode habituelle par le laboratoire d'hydrologie isotopique pour faciliter les PRC et les projets de CT liés aux effets de la pollution des nutriments sur la qualité des eaux.

5. L'installation d'un nouveau système de chromatographie ionique (CI), capable d'analyser simultanément des cations et des anions a été achevée en 2021. Ce système permet de mesurer les principaux cations et anions ainsi que ceux à l'état de traces, notamment le nitrate, le nitrite et l'ammonium, et contribuera aux activités programmatiques relatives à la surveillance des isotopes dans les précipitations, aux études portant sur la pollution des eaux souterraines et au fonctionnement des réseaux mondiaux de surveillance des isotopes, ainsi qu'aux PRC concernant la pollution par l'azote, la qualité de l'eau et le changement climatique qui nécessitent l'évaluation des oxydes d'azote et des oxydes de soufre. L'expérience acquise grâce à l'utilisation du système de CI permettra à l'Agence de prodiguer des conseils et de prêter une assistance technique aux États Membres auxquels elle vient en aide dans le cadre de projets de CT.

6. L'Agence a acquis un spectromètre de masse à rapport isotopique permettant d'analyser les éléments pour mesurer les isotopes stables du soufre (à savoir le ratio entre le soufre 32 et le soufre 34) dans les eaux souterraines et les eaux de surface. Les isotopes du soufre sont utilisés pour évaluer le

drainage minier acide, l'intrusion d'eau de mer et d'autres indicateurs importants de la qualité de l'eau. Le spectromètre de masse à rapport isotopique est en cours d'installation et sera utilisé dans le cadre de divers PRC portant sur la qualité de l'eau et sur les effets des activités extractives sur le cycle hydrologique local.

7. L'Agence a continué à mettre au point des systèmes d'enrichissement en tritium peu onéreux et faciles à utiliser qui fonctionnent grâce aux technologies de membranes électrolytiques perméables. Ces systèmes servent à mesurer plus facilement et plus précisément les niveaux de tritium présents dans les échantillons provenant des eaux souterraines et des précipitations. Il faut développer les installations d'analyse permettant de mesurer le tritium dans les eaux naturelles pour pouvoir évaluer le taux de recharge des eaux souterraines et pour aider les États Membres à établir des cartes mettant en évidence les vulnérabilités s'agissant de ces eaux.

8. Le laboratoire d'hydrologie isotopique de l'Agence dispose désormais d'un spectromètre laser spécialisé permettant de quantifier précisément l'oxygène 17, isotope rare, dans les échantillons d'eau. L'oxygène 17 est un nouveau traceur utilisé dans les applications hydroclimatologiques qui permet de mieux comprendre un certain nombre de processus hydrologiques importants qui dépendent du climat comme l'évaporation ou la distinction des sources d'eau stratosphériques. Le nouveau laser est actuellement utilisé dans le cadre du programme commun AIEA-Organisation météorologique mondiale (OMM) baptisé Réseau mondial de mesure des isotopes dans les précipitations (GNIP).

### **B.1.2. Généralités**

9. En 2020-2021, 21 laboratoires d'hydrologie isotopique ont été équipés d'un spectromètre laser ou de matériel plus moderne dans le cadre du programme de CT de l'Agence. Depuis l'apparition de la technologie laser pour l'analyse des isotopes stables il y a douze ans, 105 laboratoires de 69 États Membres ont bénéficié de l'aide de l'Agence pour l'acquisition et l'exploitation d'instruments de spectroscopie laser qui servent à mesurer les isotopes stables de l'oxygène et de l'hydrogène dans des échantillons hydrologiques. En outre, au cours de la période considérée, l'Agence a fourni à quatre États Membres quatre systèmes d'enrichissement en tritium qu'elle a conçus et développés elle-même.

10. En 2020, l'Agence a publié les résultats de l'intercomparaison de la teneur en tritium. Un nombre record de 78 laboratoires du monde entier ont participé à la comparaison. Il en est ressorti qu'environ 75 % des laboratoires avaient fourni des données isotopiques fiables pouvant être utilisées dans le cadre d'études sur les ressources en eau mais que 25 % environ n'avaient pas obtenu de résultats satisfaisants, en raison d'erreurs systémiques, de fautes ou d'instruments peu performants. Plusieurs stratégies visant à améliorer et à corriger les problèmes liés à l'analyse ont été recommandées, comme le recours à de nouvelles stratégies d'évaluation des données et de dépistage de la contamination, ou encore l'introduction de normes de contrôle supplémentaires.

11. Les résultats du premier test de compétence destiné à évaluer les mesures effectuées grâce à la spectrométrie de masse isotopique et à la spectroscopie d'absorption laser par 25 laboratoires en Amérique latine et dans les Caraïbes ont été publiés en 2020. Quatre-vingt-un pour cent des laboratoires avaient obtenu des résultats satisfaisants pour le deutérium (hydrogène 2) mais seuls 54 % avaient atteint des scores similaires pour l'oxygène 18. Réalisé dans des conditions strictes, le test de compétence a permis d'identifier des problèmes clés dans le domaine de la spectroscopie d'absorption laser et de formuler des recommandations visant à améliorer la performance d'un certain nombre de laboratoires ayant signalé des problèmes analytiques.

12. Le test de compétence 2020 de la Comparaison interlaboratoires des isotopes de l'eau (WICO) concernant les isotopes stables de l'eau (comme l'oxygène 18 et l'hydrogène 2) a été conduit sur cinq échantillons d'eaux naturelles et a concerné pour la première fois l'isotope rare qu'est l'oxygène 17,

utilisé depuis peu dans les études climatiques. Un nombre record de 307 laboratoires de 88 États Membres y ont participé, dont un large groupe de nouveaux participants venus de Chine, d'Amérique latine et des Caraïbes et de la Fédération de Russie, ce qui a marqué une augmentation de 75 % de la participation au cours de la décennie écoulée. Malgré les retards et les fermetures de laboratoires liés à la pandémie de COVID-19, 281 laboratoires ont réussi à achever le test de compétence dans les délais impartis. Il ressort des résultats que 85 % des laboratoires ont pu obtenir des résultats fiables, contrairement aux 15 % restants, dont les résultats l'étaient moins. Pour ce dernier groupe, les résultats peuvent s'expliquer par le manque d'expérience, la mauvaise exploitation des matières de référence et des difficultés générales liées à la performance des instruments. L'Agence travaillera avec ces laboratoires pour les aider à améliorer leurs résultats. Les résultats de la comparaison interlaboratoires concernant l'oxygène 17 ont mis en évidence les problèmes de taille que posent l'obtention de la précision souhaitée et de la fiabilité nécessaire à l'intégration de cet isotope rare aux études climatiques. L'Agence continuera à fournir une assistance aux laboratoires qui travaillent avec cet isotope pour surmonter les difficultés recensées.

13. Le projet de la préfecture de Fukushima axé sur l'élaboration de méthodes d'analyse simples et rapides des radionucléides a été achevé en 2021. Au cours des quatre dernières années, l'Agence a aidé la préfecture de Fukushima à établir sa propre installation d'analyse dans le laboratoire préfectoral. Grâce à ce projet, la préfecture de Fukushima a pu analyser du tritium et du strontium 90 dans des échantillons de l'environnement de façon précise et fiable, et conformément au système et aux protocoles d'analyse élaborés et validés en collaboration avec l'Agence.

14. Le PRC intitulé « Utilisation de l'hydrologie isotopique aux fins de la caractérisation des systèmes hydrogéologiques aux abords des centrales nucléaires » a été achevé en 2020. Dix équipes d'Argentine, du Brésil, de Chine, d'Italie, du Japon, de Lituanie, du Maroc, du Pakistan, d'Ukraine et du Viet Nam ont utilisé des isotopes stables et radioactifs pour caractériser de façon exhaustive des systèmes de flux d'eaux souterraines autour de plusieurs centrales nucléaires, l'objectif étant de planifier et d'appliquer des contre-mesures en cas de fuite de matières radioactives ou d'accident impliquant de telles matières. Plusieurs articles scientifiques décrivant les résultats et recommandations issus des études menées dans le cadre du PRC ont été publiés en 2020.

15. Le PRC intitulé « Utilisation des isotopes pour étudier la pollution par l'azote et l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau » a amélioré la capacité de scientifiques du monde entier à utiliser les isotopes de l'azote 15 et de l'oxygène 18 que l'on trouve dans les nitrates ; il a en outre permis de procéder aux premières mesures d'isotopes de l'azote dans des cours d'eau de sept États Membres (Argentine, Chili, Cuba, Ghana, Inde, Malaisie et Sri Lanka). Au cours du projet, trois nouveaux laboratoires destinés à l'analyse d'échantillons d'eaux à la recherche d'isotopes de l'azote ont été établis en Chine, à Cuba et en Inde et plusieurs autres États Membres reçoivent actuellement une aide qui doit leur permettre de se doter d'installations similaires.

## **B.2. L'approche IWAVE**

16. L'introduction du processus IWAVE au cours des deux derniers cycles de CT a montré l'importance des consultations et des ateliers IWAVE pour la conception ainsi que les différentes phases de mise en œuvre des projets de CT en rapport avec l'utilisation des outils d'hydrologie isotopique. L'approche IWAVE est désormais considérée comme un outil essentiel permettant une coordination efficace des mesures prises par l'Agence et par les États Membres pour planifier et formuler des projets de CT visant à remédier de façon adéquate aux lacunes dans le domaine hydrologique et à assurer une participation active des parties prenantes dès les premières phases de ces projets. Le projet IWAVE aide tout particulièrement à définir une stratégie de collaboration technique à long terme, ce qui améliore les résultats, mais aussi l'impact et la durabilité des projets.

17. Au cours du dernier cycle biennal, des ateliers et des missions d'experts ont été organisés dans le cadre du projet IWAVE et de projets de CT régionaux et nationaux en Afrique (Bénin, Cameroun, Eswatini, Ghana, Kenya, Mali, Niger, Nigeria, Sénégal et Togo) et dans la région Amérique latine et Caraïbes (État plurinational de Bolivie, Colombie, Mexique et Paraguay). Des évaluations des ressources en eaux souterraines ont été menées dans cinq aquifères transfrontières dans les régions arides et semi-arides du Sahel, dans l'aquifère de Guarani en Amérique du Sud, dans le « couloir de la sécheresse » en Amérique centrale et dans des aquifères profonds au Mexique. En outre, les informations collectées dans le cadre de l'approche IWAVE ont permis de mieux aider les États Membres à renforcer leurs capacités techniques et, en particulier, leur infrastructure de laboratoires. IWAVE a rapproché diverses parties prenantes s'occupant du secteur de l'eau, comme les hydrologistes, les modélisateurs, les responsables et les décideurs, ce qui a permis d'entreprendre des évaluations des ressources en eau dans un climat de plus grande confiance.

### **B.3. Qualité de l'eau**

18. Le PRC intitulé « Utilisation des isotopes pour étudier la pollution par l'azote et l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau » a été achevé en février 2020. Il a concerné 18 pays de cinq continents ; il a permis de mieux comprendre la dynamique de l'azote dans les ressources en eau et a amélioré les compétences spécialisées nécessaires pour utiliser les isotopes des nitrates (l'azote 15 et l'oxygène 18) aux fins de la détermination de l'origine d'une pollution par les nitrates et de l'évaluation des méthodes analytiques et interprétations pertinentes. Le laboratoire d'hydrologie isotopique de l'AIEA a analysé environ 500 échantillons d'eau provenant de 13 États Membres participants à la recherche d'isotopes des nitrates. Une vingtaine d'études de cas concernant l'application des isotopes des nitrates dans les eaux de surface et les eaux souterraines ont été publiées à ce jour.

19. Une base de données mondiale sur les isotopes des nitrates (azote 15 et oxygène 18) qui regroupe plus de 5 000 entrées concernant 45 pays et les 25 dernières années a été créée et mise à disposition sur le site web de l'Agence. Il est ressorti d'une analyse des données y figurant que les aquifères peu profonds affichent des niveaux de concentration en nitrates plus élevés que les cours d'eau, ce qui s'explique essentiellement par l'utilisation d'engrais et par les déchets urbains et animaux. Il est également ressorti de l'analyse que quelle que soit la source de la pollution à l'azote, des facteurs environnementaux comme la température, le climat et la saison influent fortement sur les processus auxquels sont soumises les espèces azotées à partir de leur introduction dans les systèmes aquatiques. Ces résultats ont par conséquent de sérieuses implications en matière de gestion de la pollution dans les cours d'eau.



*FIG. B.2. Prélèvement d'échantillons de radon  $^{222}$  sur le site de la mine d'uranium Los Gigantes, en Argentine. (Source : AIEA)*

#### **B.4. Climat et ressources en eau**

20. De nouvelles analyses des niveaux record d'oxygène 18 détectés dans les précipitations à l'échelle de la planète, les plus importants depuis 60 ans, ont mis en évidence la complexité des réactions temporelles et spatiales des isotopes à l'évolution climatique (par exemple, un réchauffement et un refroidissement dans les deux directions au fil du temps). Des outils d'apprentissage automatique avancés ont été utilisés, sous supervision, pour repérer les tendances et les schémas sur plusieurs décennies. On a constaté que des événements cycliques décennaux de grande envergure, comme l'oscillation atlantique multidécennale et l'oscillation décennale du Pacifique étaient les facteurs les plus influents s'agissant de la variation de l'oxygène 18 et du climat sur les continents de la planète. Par opposition, les îles océaniques semblent être de meilleurs indicateurs des réponses isotopiques aux paramètres climatiques à long terme, étant donné qu'elles sont moins exposées que les continents aux interférences liées aux effets des oscillations. Ces résultats ont été publiés et diffusés auprès des États Membres, de même que des recommandations concernant l'importance du GNIP et des mesures isotopiques dans les précipitations pour les études relatives au changement climatique.

21. Dans le cadre des initiatives en cours visant à mieux caractériser et cartographier la disponibilité et la qualité des ressources en eau actuelles et futures dans la région du Sahel, une base de données consacrée aux isotopes qui rassemble des données isotopiques et hydrochimiques a été créée par l'Agence. Cette base de données unique en son genre contient des données relatives aux isotopes et à la qualité de l'eau qui ont été recueillies dans le cadre de projets de CT menés dans 13 États Membres depuis la fin des années 1960. Outre qu'elle présente les données utilisées pour établir des cartes illustrant la qualité de l'eau dans la région, cette ressource contient des données sur les isotopes stables, le carbone 14 et plus de 3 000 entrées concernant le tritium. Cet isotope radioactif de l'hydrogène présent à l'état naturel est utilisé pour dater des eaux souterraines en remontant jusqu'à 100 ans en arrière. Cette information essentielle sert à élaborer des cartes hydrologiques à diverses échelles spatiales qui montrent des zones renfermant des eaux souterraines et connaissant actuellement des conditions semi-arides être

réalimentées, et des zones où les eaux souterraines fossiles sont la source d'eau la plus courante. Située dans une zone climatique extrêmement sensible où la demande en ressources en eau supplémentaires est immense, la région du Sahel et son avenir dépendent de la disponibilité d'informations précises sur le taux de renouvellement de ces précieuses ressources en eau.

22. Une base de données mondiale présentant des données isotopiques relatives aux lacs a été créée pour estimer le niveau de vulnérabilité des lacs s'agissant de l'évaporation ; cette vulnérabilité peut être accrue par la régulation des flux et par la surexploitation, particulièrement celles découlant du changement climatique. L'ensemble de données comprend 7 415 mesures d'isotopes stables effectuées dans 1 256 lacs de toutes dimensions, situés aux quatre coins de la planète et représentatifs de diverses zones géographiques et climatiques : tropicales, arides, tempérées, continentales et polaires. Chaque lac a été évalué et a fait l'objet d'une modélisation des pertes dues à l'évaporation liées à divers facteurs potentiels de l'évaporation du bassin grâce à des données obtenues à partir d'ensembles de données géospatiales. La base de données sera en accès libre pour les États Membres et peut être utilisée pour caractériser les cycles hydrologiques et mieux prévoir les réactions des lacs au changement climatique et aux modifications des écosystèmes.

### **B.5. Réseaux de surveillance des isotopes**

23. Au cours de la période considérée et dans le cadre d'une collaboration avec les institutions des États Membres, le GNIP s'est étoffé, 50 nouvelles stations de prélèvement d'échantillons ayant été établies dans 23 États Membres. Parmi ces institutions, 12 sont de nouveaux participants au GNIP, même si ce n'est pas nécessairement le cas de l'État Membre dont elles relèvent. Sept nouveaux États Membres ont rejoint le GNIP. Le GNIP compte actuellement 419 stations participantes. Sa base de données a dépassé les 140 000 entrées au cours de la période considérée.

24. Le Réseau mondial de mesure des isotopes dans les cours d'eau (GNIR) compte actuellement 71 stations dans 25 États Membres, dont neuf ont été établies pendant la période à l'examen. Parmi elles se trouvent cinq sites pilotes où sont prélevés des échantillons d'azote 15 dans l'ion nitrate dissous. Six États Membres supplémentaires participent désormais au GNIR.



*FIG. B.3. Prélèvement d'échantillons d'eau lacustre au Tchad.  
(Source : Ministère de l'eau et de l'assainissement, N'Djamena)*

## **B.6. Développement des capacités**

25. Des formations généralistes et spécialisées et des ateliers techniques ont été organisés et des supports pour l'apprentissage à distance ont été élaborés afin de renforcer les capacités et l'expertise des États Membres en hydrologie isotopique. Des modules d'enseignement sur les outils et méthodes d'hydrologie isotopique ont été actualisés et publiés sur le site web de l'Agence en vue de fournir des connaissances de base permettant d'intégrer les outils d'hydrologie isotopique aux évaluations des ressources en eau. Ces modules seront incorporés aux programmes universitaires des États Membres participants, notamment dans les trois centres régionaux désignés dans le cadre de l'Accord régional de coopération pour l'Afrique sur la recherche, le développement et la formation dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires (AFRA) en Égypte, au Maroc et en Tunisie.

26. L'apparition de la pandémie de COVID-19 a constitué une entrave importante à la tenue de formations en présentiel pour les participants au programme de CT de l'Agence. Dans ce contexte, de nombreux outils (supports de formation, programmes d'enseignement et encadrement scientifique) ont été élaborés en vue de l'organisation de formations en ligne. Grâce à ces initiatives, plusieurs formations virtuelles complètes ont été proposées dans le cadre du programme de CT : des formations régionales ont été organisées en Amérique latine et dans les Caraïbes, en Europe et en Asie centrale, du matériel pédagogique spécialisé en langue russe a été fourni et une formation à distance aux analyses d'isotopes grâce à la spectroscopie laser a été dispensée.

# Projet d'action intégrée contre les zoonoses (ZODIAC)

## A. Contexte

1. Dans la section A.4 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale s'est félicitée que le Directeur général ait proposé la création du projet d'action intégrée contre les zoonoses (ZODIAC) lors de la réunion du Conseil des gouverneurs le 15 juin 2020.
2. La Conférence générale a estimé que l'Agence possédait une longue expérience de la coopération avec d'autres organisations internationales et institutions spécialisées dans le domaine ; et également estimé qu'il importait de faire en sorte que les mandats respectifs de ces organisations se complètent, de même que les protocoles sur lesquels se fonde depuis longtemps la coopération, comme le Guide tripartite pour la gestion des zoonoses à travers l'approche multisectorielle « Une seule santé » (le Guide tripartite sur les zoonoses), qui traite des actions à mener en collaboration face aux risques sanitaires à l'interface homme-animal-environnement.
3. La Conférence générale a noté que des zoonoses comme la COVID-19, y compris des maladies transmises par des vecteurs telles que le paludisme, la fièvre jaune, le chikungunya et la dengue, ont des conséquences considérables et à long terme sur la santé humaine et le développement socio-économique des États Membres.
4. La Conférence générale a reconnu l'importance des sciences, de la technologie et des applications nucléaires dans la détection, le suivi et la maîtrise des nouveaux agents pathogènes pouvant provoquer des maladies et entraîner des pandémies, et a reconnu également qu'il importait de mettre ces technologies à la disposition de tous les États Membres.
5. La Conférence générale a noté que le projet ZODIAC pourrait aider les États Membres et leur permettre d'améliorer leur état de préparation aux zoonoses nouvelles et résurgentes, grâce à l'utilisation de méthodes de biologie moléculaire, nucléaires et dérivées du nucléaire, en renforçant leurs capacités de détection, de suivi et d'intervention face aux nouveaux agents pathogènes susceptibles de provoquer des zoonoses et d'entraîner des pandémies.
6. La Conférence générale a salué le fait que le projet ZODIAC s'appuierait sur les applications et structures de l'Agence ayant trait aux sciences et à la technologie nucléaires, notamment le réseau VETLAB, ainsi que sur d'autres mécanismes d'exécution du programme de coopération technique.
7. La Conférence générale s'est félicitée que les Directeurs généraux de l'AIEA et de la FAO aient réaffirmé leur attachement au partenariat qu'entretiennent de longue date les deux organisations, notamment dans le domaine du renforcement des capacités mondiales de détection, de suivi et d'intervention reposant sur des techniques nucléaires et dérivées du nucléaire à toutes les phases de l'évolution des zoonoses.
8. La Conférence générale a noté qu'il était prévu que le projet ZODIAC, compte tenu de l'utilisation des techniques nucléaires et dérivées du nucléaire, soit intégré à l'appui que l'AIEA fournit

aux États Membres dans la lutte contre les zoonoses et la prévention des pandémies, en collaboration et en coordination avec des réseaux de laboratoires déjà constitués, comme le VETLAB.

9. La Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de cette résolution au Conseil des gouverneurs et à la Conférence générale à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## **B. Progrès réalisés depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale**

10. L'Agence a continué de répondre aux besoins et aux priorités des États Membres en mettant en œuvre toutes ses activités programmatiques relatives aux zoonoses. Au total, 24 webinaires sur l'utilisation de la réaction en chaîne par polymérase après transcription inverse (RT-PCR) ont été organisés, et 19 vidéos sur l'utilisation de cette technique et de la sérologie ont été diffusées en anglais, en arabe, en espagnol, en français et en russe. L'Agence a continué de fournir un appui technique pour l'achat de matériel, de réactifs et d'équipements de protection individuels envoyés à 257 laboratoires, et 16 appareils mobiles de radiologie ont été envoyés à des États Membres dans le cadre du projet de coopération technique INT0098.

11. Par l'intermédiaire du Centre mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture, l'Agence a poursuivi ses activités de recherche-développement (R-D) adaptative dans le domaine de la santé animale, dans son propre laboratoire à Seibersdorf, ainsi que dans le cadre de la coordination du réseau VETLAB et de la mise en œuvre de six projets de recherche coordonnée, dont deux nouveaux projets intitulés « Nouvelles méthodes de test pour déterminer l'efficacité et l'efficacité des vaccins irradiés et d'autres vaccins » et « Application de technologies de caractérisation moléculaire avancées par l'intermédiaire du Réseau de laboratoires diagnostiques vétérinaires (réseau VETLAB) », lancés en 2021.

12. Sur la base du document GOV/INF/2020/13, le Secrétariat a élaboré un document détaillé sur le projet ZODIAC, qui a été présenté à la réunion du Conseil des gouverneurs en novembre 2020. Ce document contient notamment une analyse des besoins, un plan de travail détaillé, un calendrier et les aspects financiers du projet. Il rend compte notamment de l'expérience passée de l'Agence en matière de fourniture d'un appui aux États Membres concernant la détection et la surveillance des maladies animales transfrontières et des zoonoses, comme la grippe aviaire hautement pathogène (de 2003 à ce jour), le syndrome respiratoire aigu sévère (2003), le syndrome respiratoire du Moyen-Orient (2016), la fièvre Ebola (2014 et 2018), la maladie à virus Zika (2016) et les enseignements tirés de l'intervention de l'Agence face à la COVID-19 (2019 et après). À sa réunion de novembre 2020, le Conseil des gouverneurs a approuvé le projet de coopération technique interrégional hors cycle INT5157 proposé, intitulé « Appui aux capacités nationales et régionales dans le cadre d'une action intégrée contre les zoonoses » (décrit dans le document GOV/2020/37), qui répondra aux besoins de transfert de technologie et de création de capacités du projet ZODIAC.

13. Répondant aux besoins d'informations sur les objectifs, la mise en œuvre et les technologies du projet ZODIAC, le Secrétariat a tenu, à la demande des États Membres intéressés, plus de trente réunions bilatérales avec des missions permanentes sises à Vienne et des groupes d'experts nationaux désignés sur les zoonoses, ainsi que des réunions techniques d'information.

14. La mise en œuvre du projet ZODIAC repose dans une large mesure sur la maximisation de l'utilisation des mécanismes existants de l'Agence. Comme suite à la réponse de 143 États Membres à

l'appel à nomination de coordonnateurs nationaux ZODIAC<sup>2</sup>, l'Agence a organisé, entre le 25 février et le 26 mars 2021, par l'intermédiaire des divisions concernées du Département de la coopération technique et du Département des sciences et des applications nucléaires, quatre réunions régionales afin de communiquer aux coordonnateurs nationaux ZODIAC désignés des informations relatives au projet ZODIAC, à leurs rôles et responsabilités, et aux mesures devant être prises par les États Membres participants dans le cadre de ce projet. La participation des agents de liaison nationaux aux réunions en tant qu'observateurs a été facilitée pour permettre une meilleure coordination nationale de la mise en œuvre du projet ZODIAC.



*FIG. B.1. Le Directeur général de l'AIEA, Rafael Mariano Grossi, s'exprimant à la première réunion des coordonnateurs nationaux ZODIAC pour la région Afrique, aux côtés de la DGA-NA de l'AIEA, Najat Mokhtar, et du DGA-TC de l'AIEA, Hua Liu, le 25 février 2021. (Source : AIEA)*

15. Le 23 février 2021, le Directeur général de l'Agence et le Directeur général de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ont signé un arrangement révisé visant, entre autres, à étendre les domaines présentant un intérêt pour les deux organisations, notamment en ce qui concerne la surveillance des maladies animales transfrontières, des zoonoses et des maladies des plantes, et la lutte contre celles-ci. Les activités de R-D des laboratoires communs FAO/AIEA à Seibersdorf continueront de compléter les travaux de la FAO sur l'initiative « Une seule santé ». On a poursuivi les discussions engagées au niveau de la direction et au niveau technique avec l'Organisation mondiale de la santé animale et l'Organisation mondiale de la Santé en vue de définir les domaines d'une coopération spécifique dans le cadre du projet ZODIAC, et d'assurer ainsi la complémentarité des activités menées concernant les zoonoses.

---

<sup>2</sup> Au total, 143 personnes ont été nommées comme coordonnateurs nationaux ZODIAC ou suppléants (Afrique : 41, Asie et Pacifique : 33, Europe : 42, Amériques : 27).



*FIG. B.2. Le Directeur général de l'AIEA, Rafael Mariano Grossi, a signé un arrangement révisé avec le Directeur général de la FAO, Qu Dongyu, lors d'une réunion tenue en ligne le 23 février 2021.*

*(Source : AIEA)*

16. Les Laboratoires nationaux ZODIAC (ZNL) seront au centre des activités de R-D coordonnées, ainsi que du renforcement des capacités, du transfert de technologie et de l'établissement de réseaux. Ils contribueront activement à la mise au point de méthodes innovantes et nouvelles d'identification, de détection, de caractérisation, de traçage et de surveillance des zoonoses chez les animaux. À la suite de son appel à candidatures, le Secrétariat a reçu 110 candidatures<sup>3</sup> des 143 États Membres ayant désigné un coordonnateur national ZODIAC. En mai 2021, le Secrétariat a élaboré une enquête en ligne, qui a recueilli 111 réponses des ZNL désignés. Les résultats de cette enquête ont servi à déterminer l'appui technique dont les laboratoires avaient besoin pour être en mesure d'utiliser des techniques nucléaires et dérivées du nucléaire dans le domaine des zoonoses.

17. Avec l'appui des États Membres menant ces initiatives, le Secrétariat a établi des contacts et tenu des réunions bilatérales avec d'autres initiatives en cours, comme l'initiative PREZODE pour la prévention des nouvelles zoonoses, le projet PREDICT de l'Agence des États-Unis pour le développement international, le projet Eklipse et le Groupe d'experts de haut niveau sur l'approche « Une seule santé », en vue de mettre en place des partenariats et une coopération tout en assurant la complémentarité des activités, en évitant les doubles emplois et en accroissant la visibilité de ZODIAC.

18. Le recours au mécanisme des projets de recherche coordonnée est essentiel au renforcement des capacités nationales de R-D faisant appel aux ZNL, qui est nécessaire pour détecter et surveiller les zoonoses de manière efficace et durable à l'aide des techniques nucléaires et dérivées du nucléaire. Dans le domaine de la santé animale, deux réunions de consultation, auxquelles ont participé 43 experts de haut niveau en santé animale, ont été organisées, en février et en juin 2021, afin de donner des conseils sur, respectivement, le renforcement de la recherche appliquée aux fins de la mise au point et de la validation des outils de laboratoire nécessaires dans les États Membres à l'interface animal-homme, et la mise au point d'outils d'identification, de surveillance et de traçage des agents pathogènes zoonotiques en Afrique. La première réunion a permis d'établir cinq grands domaines de recherche : le

<sup>3</sup> Au 14 juillet 2021.

traçage de l'origine de l'agent pathogène ; l'identification des animaux sauvages/domestiques réservoirs et hôtes ; la surveillance des mutations des agents pathogènes et des nouvelles souches ; l'amélioration de la compréhension de la circulation des agents pathogènes et de l'interface animal-homme ; et la mise au point de techniques de diagnostic rapides et fiables. Compte tenu de cette réunion, quatre projets de recherche coordonnée ZODIAC ont été élaborés : un pour chaque région compte tenu des priorités et des difficultés régionales. La deuxième réunion a permis de communiquer des orientations sur la façon d'étudier les agents pathogènes responsables des maladies prioritaires et les outils nécessaires à leur identification, surveillance, traçage et caractérisation pour procéder à une validation complète sur le terrain des essais menés dans plusieurs laboratoires compétents et élaborer des procédures opérationnelles standard adaptées à la région. L'AIEA coordonnera les projets de recherche coordonnée auxquels participeront les ZNL pertinents, notamment les laboratoires affiliés ZODIAC, afin de mettre au point les outils et les procédures nécessaires qui seront mis à la disposition de tous les ZNL pour leur permettre de mener des activités de R-D indépendantes. Dans le domaine de la santé humaine, deux réunions de consultation, auxquelles ont participé 25 experts de haut niveau, ont été organisées sur la radiomique et l'intelligence artificielle ainsi que sur la radiobiologie et la biologie moléculaire, en mars et en mai 2021 respectivement, afin d'examiner les besoins mondiaux dans ces domaines en ce qui concerne la gestion des zoonoses existantes et émergentes, en vue de définir des projets de recherche coordonnée.

19. La mobilisation en temps utile de ressources est un aspect critique de ZODIAC, ce projet devant être entièrement financé par des ressources extrabudgétaires. Outre les partenaires traditionnels et de confiance, le Secrétariat a entrepris de mobiliser des ressources auprès de donateurs non traditionnels, notamment des entreprises privées et des fonds. Si les activités dans ce domaine vont se poursuivre, on a reçu à ce jour des contributions et des promesses de dix États Membres, s'élevant à 9 millions d'euros<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Au 14 juillet 2021.



# Plan pour la production économique d'eau potable à l'aide de réacteurs nucléaires de faible ou moyenne puissance

## A. Contexte

1. Dans la section A.4 de la résolution GC(62)/RES/9, la Conférence générale a prié le Directeur général de poursuivre les consultations et de renforcer les contacts avec les États Membres intéressés, les organismes compétents des Nations Unies, les organismes de développement régionaux et d'autres organisations intergouvernementales et non gouvernementales compétentes au sujet d'activités relatives au dessalement de l'eau de mer au moyen de l'énergie nucléaire.
2. Elle a également souligné la nécessité de continuer à renforcer la coopération internationale pour la planification et l'exécution de programmes de démonstration en matière de dessalement nucléaire, dans le cadre de projets nationaux et régionaux ouverts à la participation de tout pays intéressé. Elle a aussi prié le Directeur général, sous réserve que des ressources soient disponibles, de poursuivre l'intensification des activités du Secrétariat en matière de création de capacités (notamment la formation pratique et théorique) pour les projets de dessalement nucléaire afin de combler l'écart entre utilisateurs/fournisseurs/exploitants/organismes de réglementation.
3. Dans la section A.6 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de la résolution GC(62)/RES/9 au Conseil des gouverneurs et à la Conférence générale lors de sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## B. Progrès réalisés depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

4. L'Agence a entrepris un projet de recherche coordonnée (PRC) sur l'évaluation du rôle du dessalement nucléaire dans le cadre de l'atténuation du changement climatique, lequel couvre les aspects technico-économiques des technologies disponibles et les aspects relatifs au déploiement de ces dernières. En 2020, l'Agence a organisé une réunion, à laquelle ont participé huit experts de six États Membres, qui a permis d'examiner les avantages, les objectifs et les résultats attendus de ce PRC, et à l'issue de laquelle il a été recommandé d'étendre la portée du PRC pour évaluer dans quelle mesure la cogénération permettrait de contribuer à atténuer le changement climatique, notamment grâce au recyclage de l'eau, à la production d'hydrogène et à la réduction de la dépendance à l'égard des combustibles fossiles dans les grandes applications de la chaleur. Dans le cadre de ce PRC, il est prévu d'examiner la possibilité d'utiliser les petits réacteurs modulaires aux fins d'applications de la cogénération à distance et dans des microréseaux, et l'utilité de tels systèmes dans la réduction des émissions de carbone.

5. L'Agence élabore actuellement une publication sur les responsabilités des vendeurs et des utilisateurs dans les projets de cogénération nucléaire afin de faire mieux comprendre les exigences et les contraintes auxquelles ils sont soumis, en vue de faciliter la mise en œuvre de projets de cogénération nucléaire. Plusieurs réunions consacrées à l'élaboration de cette publication ont été organisées, notamment une en octobre 2020, à laquelle ont participé quatre experts et qui a porté sur les points de vue des utilisateurs/vendeurs concernant les principales questions techniques relatives à la mise en œuvre de projets de cogénération nucléaire, les meilleures pratiques relatives à la participation des utilisateurs/vendeurs et les enseignements tirés des projets de cogénération nucléaire passés ou en cours.

6. La réunion technique sur les schémas possibles d'octroi d'autorisation pour les centrales de cogénération nucléaire, qui s'est tenue en mode virtuel en mars 2021, a été suivie par 32 participants de 16 États Membres. Elle a porté sur divers aspects de l'approche de l'octroi d'autorisation pour les installations de cogénération nucléaire, et a donné un aperçu précieux des expériences de différents pays. Il a notamment été recommandé d'envisager des projets de cogénération dans le cadre de l'approche par étapes de l'Agence et d'élaborer un document d'orientation sur l'octroi d'autorisation pour les projets de cogénération nucléaire faisant appel à une technologie éprouvée (p. ex. dessalement, chauffage et production d'hydrogène par électrolyse traditionnelle).

# Introduction

## A. Contexte

1. Dans la section B.1 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a affirmé l'importance du rôle que joue l'Agence en facilitant le développement et l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques, en favorisant la coopération internationale entre les États Membres intéressés et en diffusant auprès du public des informations impartiales sur l'énergie nucléaire. Elle a également encouragé l'Agence à continuer d'aider les États Membres intéressés à renforcer, notamment au moyen d'examen par des pairs et de services consultatifs, leurs capacités nationales dans le domaine de l'exploitation des centrales nucléaires et leur infrastructure électronucléaire lorsqu'ils entreprennent de nouveaux programmes électronucléaires.
2. En outre, la Conférence générale a encouragé les États Membres qui envisageaient de développer l'électronucléaire à recourir volontairement au soutien que l'Agence leur fournit en matière de planification énergétique et d'évaluation des systèmes énergétiques au regard des facteurs environnementaux, climatiques et économiques, et a prié l'Agence de continuer de fournir ses services aux États Membres intéressés à cet égard. Elle a salué les efforts consentis par le Secrétariat pour fournir des informations complètes sur les possibilités qu'offre l'énergie nucléaire en tant que source d'énergie bas carbone et son potentiel de contribution à l'atténuation des changements climatiques, et a encouragé le Secrétariat à travailler directement avec les États Membres qui en font la demande et à développer encore ses activités dans ces domaines, notamment dans le cadre de l'Accord de Paris.
3. La Conférence générale a également souligné l'importance, lors de la planification, de l'implantation et du déclassement d'installations électronucléaires, notamment d'un programme électronucléaire et des activités connexes du cycle du combustible, de veiller à l'application des normes les plus élevées de sûreté, de préparation et de conduite des interventions d'urgence, de sécurité, de non-prolifération et de protection de l'environnement, d'être au fait des meilleures technologies disponibles et bonnes pratiques, d'échanger continuellement des informations sur la recherche-développement portant sur les questions de sûreté, de renforcer les programmes de recherche à long terme sur les accidents graves et les activités de déclassement associées et de favoriser une amélioration constante à cet égard, et a apprécié le rôle de l'Agence pour ce qui est d'encourager l'échange de compétences et les débats sur ces questions au sein de la communauté nucléaire internationale.
4. Dans la section B.9 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de ladite résolution au Conseil des gouverneurs, selon qu'il conviendra, et à la Conférence générale à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## **B. Progrès réalisés depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale**

5. Afin de promouvoir l'égalité des sexes et la diversité et d'encourager les États Membres à doter leur secteur nucléaire d'une main d'œuvre inclusive, le Directeur général a lancé, en mars 2020, le *Programme de bourses Marie Skłodowska-Curie de l'AIEA (MSCFP)*. L'objectif de ce programme est d'encourager les femmes à se tourner vers des métiers touchant à la science et à la technologie nucléaires, à la sûreté et à la sécurité nucléaires ou à la non-prolifération en leur allouant des bourses leur permettant de suivre des programmes de master sur des sujets liés au nucléaire et en leur donnant la possibilité d'effectuer des stages en rapport avec leur domaine d'étude avec le concours de l'Agence. Le cadre de gouvernance de projet pour le MSCFP a été établi et le comité de sélection technique ainsi que l'équipe de gestion du projet sont devenus pleinement opérationnels. L'appel à candidatures pour le cycle 2020 a été clôturé le 11 octobre 2020, avec 557 candidatures reçues de plus de 90 pays, et les 100 premières boursières, de 71 nationalités différentes, ont été sélectionnées en décembre 2020 pour étudier dans des universités dans 40 pays. Le deuxième cycle du MSCFP est en cours de préparation ; la période de candidature s'étendra du 15 juillet au 30 septembre 2021 et la procédure d'examen et de sélection s'achèvera au plus tard à la mi-décembre 2021.

**Lesego Mvemeli**, originaire d'Afrique du Sud. Étudiante en science et technologie des rayonnements appliqués à l'Université du Nord-Ouest (Afrique du Sud).

« Je viens d'un village situé près de la ville de Mafikeng, et j'ai toujours rêvé de devenir scientifique. J'ai choisi d'étudier la science des rayonnements, car c'est un sujet qui m'intéressait et que je voulais explorer. Lorsque j'ai commencé à en apprendre davantage sur l'énergie nucléaire, cela m'a tellement fascinée que j'ai décidé de préparer un master dans ce domaine. Le programme de bourses Marie Skłodowska-Curie de l'AIEA m'aide à mener à bien mon projet, puisqu'il me permet à la fois de financer mes études et de réaliser mes travaux de recherche.

Plus tard, j'espère devenir une scientifique influente et être amenée à travailler aux quatre coins de la planète, en particulier dans des pays encore peu développés sur le plan technologique afin de les aider à offrir une vie meilleure et plus facile à leurs populations. »

**Duque Géraldyne Ule**, originaire de Colombie. Étudiante en physique médicale à l'Université de Sao Paulo (Brésil).

« Diplômée en physique, je m'intéresse spécialement à la physique médicale. Ce champ d'étude ne concerne pas seulement les rayonnements nucléaires, mais s'intéresse aussi au bien-être humain. J'ai vu de très près les étapes extrêmement difficiles par lesquelles les personnes atteintes d'un cancer doivent passer, et mon souhait le plus cher est de leur offrir une meilleure qualité de vie et de faire en sorte que l'on puisse établir un diagnostic précoce pour leur donner plus de chances de vaincre la maladie.

Dans dix ans, je m'imagine comme une professionnelle en pleine possession de ses moyens, qui contribuera aux efforts de son pays pour renforcer la physique médicale au niveau de la recherche dans des hôpitaux, des universités ou des centres de recherche. »

**Nanako Kawano**, originaire du Japon. Étudiante en génie nucléaire, en communication sur le nucléaire et en fusion nucléaire à l'Institut de technologie de Tokyo (Japon).

« C'est à la suite de l'accident de Fukushima Daiichi en 2011 que j'ai décidé d'entreprendre un master en génie nucléaire. Je suis captivée par les défis non seulement techniques, mais aussi sociaux qui se posent dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires. Je rêve de pouvoir rendre nos vies plus confortables grâce à l'énergie nucléaire. Je me spécialise dans les écorceurs liquides, car ces dispositifs sont directement liés à la sûreté et à l'efficacité de l'exploitation en continu des réacteurs.

À cause de l'accident de Fukushima Daiichi, j'avais très peur de la technologie nucléaire. À l'avenir, j'espère contribuer à l'amélioration des centrales nucléaires et à la diffusion de connaissances justes et fiables sur la science nucléaire. »

**Stamatina Alexandropoulou**, originaire de Grèce. Étudiante en physique nucléaire à l'Université de York (Royaume-Uni).

« La bourse Marie Skłodowska-Curie allégera la pression financière qui pèse sur mes épaules et me permettra de me consacrer pleinement à mes études et à mes travaux de recherche. Pendant mes études de premier cycle en physique, j'ai découvert la physique nucléaire et j'ai pris conscience du rôle important qu'elle jouait dans notre compréhension du monde physique. Ce qui m'a le plus intéressée, ce sont les liens étroits entre la physique nucléaire expérimentale et la science nucléaire appliquée.

Dans dix ans, j'espère faire partie d'une communauté scientifique diversifiée, au sein de laquelle je ferai avancer la recherche dans le domaine de la technologie et la science nucléaires pour un monde meilleur. J'espère aussi être une source d'inspiration pour les scientifiques en devenir, en particulier les jeunes femmes, en leur donnant envie de s'engager dans la recherche nucléaire et d'œuvrer en faveur des utilisations pacifiques de la science nucléaire. »

**Lindsay Leslie Bryda**, originaire des États-Unis d'Amérique. Étudiante en sécurité nucléaire à l'Institut d'études internationales de Middlebury (États-Unis d'Amérique).

« Le programme de bourses Marie Skłodowska-Curie de l'AIEA allégera dans une large mesure le poids financier de mes études de master dans le domaine de la non-prolifération nucléaire et du terrorisme. À mesure que les effets du changement climatique se feront de plus en plus sentir à l'échelle de la planète, un nombre croissant de pays se tourneront sans doute vers l'énergie d'origine nucléaire. Il faudra cependant veiller à ce que des mesures fortes soient mises en place pour éviter que cette ressource ne tombe entre les mains de terroristes.

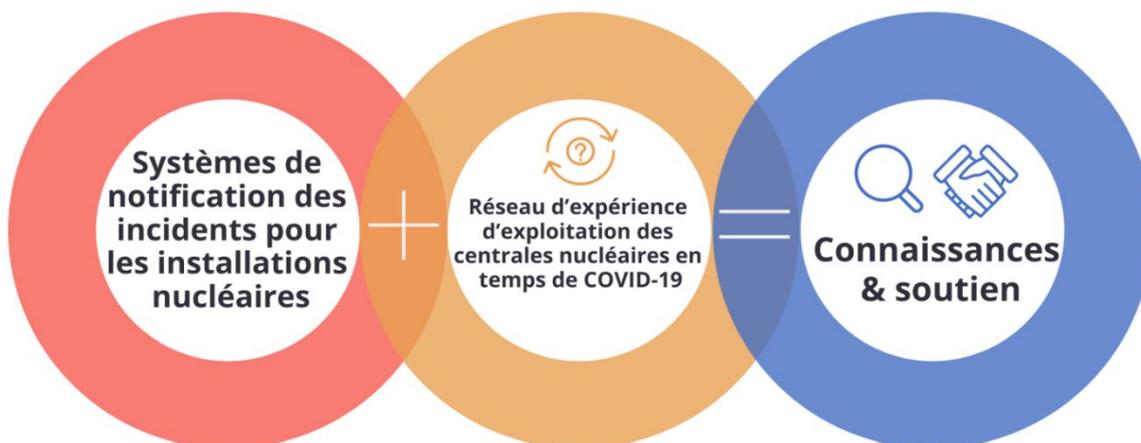
J'espère pouvoir participer à l'instauration du régime de sécurité nucléaire international et à la mise au point de systèmes rigoureux permettant d'assurer le suivi des matières nucléaires à tous les stades. »

FIG. B.1. Citations de participantes au MSCFP

6. Les préparatifs de la 26<sup>e</sup> Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (COP26), reportée à novembre 2021, ont été entamés en 2020 et se sont poursuivis en 2021. Le Secrétariat de l'Agence a établi un groupe de coordination interne,

le Département de l'énergie nucléaire se chargeant du rôle de l'électronucléaire dans l'atténuation du changement climatique, et le Département des sciences et des applications nucléaires ainsi que le Département de la coopération technique du rôle des technologies nucléaires dans la surveillance du changement climatique et l'adaptation à ce changement. L'Agence a développé les messages clés concernant l'électronucléaire dans sa campagne de communication sur le changement climatique. Elle élabore actuellement une brochure intitulée *Nuclear Energy's Contribution to a Net Zero World* pour la COP26, en tenant compte des apports des États Membres sur des sujets tels que le rôle de l'électronucléaire dans l'abandon du charbon, le rôle de l'électronucléaire, des énergies renouvelables et de l'hydrogène dans la mise au point de systèmes énergétiques à émissions nettes nulles, la contribution de l'électronucléaire à la résilience des systèmes énergétiques et l'importance de l'investissement dans des programmes électronucléaires pour la reprise économique et la transition vers une énergie propre. Des événements ont été proposés au Royaume-Uni, qui accueillera la COP26, et l'Agence cherche également à s'associer à d'autres États Membres pour souligner l'importance d'intégrer l'énergie nucléaire dans les discussions sur le climat. Par ailleurs, l'Agence a participé activement à des événements organisés en amont de la COP26, le Directeur général ayant notamment été invité au sommet « Net Zéro » de l'Agence internationale de l'énergie en mars 2021, au forum *World Nuclear Fuel Cycle* en avril 2021 et à l'initiative *Nuclear Innovation: Clean Energy Future* tenue lors de la 12<sup>e</sup> réunion du Groupe ministériel sur l'énergie propre en juin 2021.

## Appui de l'AIEA aux exploitants d'installations nucléaires pendant la crise de la COVID-19



7. La plateforme du Réseau d'expérience d'exploitation des centrales nucléaires en temps de COVID-19, destinée à faciliter l'échange d'informations et de données d'expérience entre les organismes exploitants, les organismes d'appui technique, les organisations internationales compétentes et les autres parties prenantes, est restée opérationnelle et comporte actuellement 27 rapports de 10 États Membres et 5 organisations internationales.

8. Des publications annuelles fondées sur le Système d'information sur les réacteurs de puissance et les profils électronucléaires nationaux sont parues. Parmi elles figurent la 40<sup>e</sup> édition de la publication *Nuclear Power Reactors in the World* (Reference Data Series No. 2), la 52<sup>e</sup> édition de la publication *Operating Experience with Nuclear Power Stations in Member States* et l'édition 2021 de la publication *Country Nuclear Power Profiles*.

9. Dans le cadre des efforts visant à maintenir et à renforcer l'assistance, les services d'examen par des pairs et les services consultatifs fournis aux États Membres qui entreprennent ou développent un programme électronucléaire, et afin d'appuyer le programme de développement électronucléaire finlandais, Fennovoima a procédé à une autoévaluation de la préparation à la construction conformément aux orientations fournies dans la publication intitulée CORR Guidelines: Preparing and Conducting Review Missions of Construction Project Readiness for Nuclear Power Plants (IAEA Services Series No. 24). L'entreprise a aussi annoncé publiquement qu'elle comptait accueillir une mission d'examen à la préparation et à la construction (CORR) de l'Agence.

10. Sur la base d'une recommandation du Groupe consultatif permanent sur l'énergie nucléaire, le Directeur général a approuvé le cadre de référence d'une plateforme à l'échelle de l'Agence sur les réacteurs de faible ou moyenne puissance ou petits réacteurs modulaires et leurs applications. Cette plateforme comprend un comité directeur de haut niveau et une équipe de mise en œuvre placés sous la direction du Département de l'énergie nucléaire. Le comité directeur est chargé d'élaborer une stratégie à moyen terme pour la fourniture d'un appui aux États Membres, à l'échelle de l'Agence, aux fins du développement et du déploiement rapide de RFMP. Il examinera également toutes les demandes et recommandations reçues d'États Membres, d'organisations internationales et de groupes consultatifs concernant les RFMP et les applications connexes.

11. Le 18<sup>e</sup> Forum de dialogue INPRO sur les partenariats pour le développement et le déploiement du nucléaire a été organisé en ligne en mai 2021. Les participants, représentant 33 pays et cinq organisations internationales, ont fait observer que les synergies dans l'appui aux programmes de recherche-développement (R-D) nationaux, la coopération technique visant à améliorer les opérations du cycle du combustible et la gestion des déchets et l'utilisation conjointe des outils d'évaluation économique des technologies de production électrique aideront à faire en sorte que l'électronucléaire reste une option viable dans les futurs systèmes d'énergie propre. Le 19<sup>e</sup> Forum de dialogue INPRO sur les communications avec le public dans le cadre d'activités nucléaires est prévu en décembre 2021.

12. La Conférence internationale sur le thème « Réacteurs à neutrons rapides et cycles du combustible connexes – une énergie propre et durable pour l'avenir » (FR21), qui devait se tenir à Beijing en mai 2021, a été reportée à avril 2022 et renommée FR22. En préparation de cette conférence, l'Agence a élaboré une série de webinaires sur la technologie de réacteur à neutrons rapides ; le premier, intitulé « Fast Reactors and Related Fuel Cycles: Status, Prospects and What's Next? » (Réacteurs à neutrons rapides et cycles du combustible connexes : situation actuelle, perspectives et prochaines étapes), s'est tenu en juin 2021 et a été suivi par 155 participants (31 femmes) de 31 États Membres.

13. L'Agence a continué de maintenir et de renforcer son assistance et ses services consultatifs aux États Membres qui entreprennent ou développent un programme électronucléaire en menant des missions d'aide à l'auto-évaluation et des missions d'examen intégré de l'infrastructure nucléaire (INIR) pour évaluer l'état de développement de l'infrastructure électronucléaire. Elle a réalisé une mission INIR - phase 2 en Ouzbékistan (mai/juin 2021, report de 2020) et une mission INIR de suivi - phase 1 au Kenya (juin 2021, report de 2020) et mènera une mission INIR - phase 1 à Sri Lanka en août 2021. Des missions d'aide à l'auto-évaluation et des missions de préparation INIR ont été organisées virtuellement, notamment pour l'Ouganda en mai 2021. De plus, l'Agence a continué d'offrir un appui aux pays primo-accédants dans le cadre de 30 projets de coopération technique directement liés au développement de l'infrastructure électronucléaire. Les activités appropriées sont mises en œuvre de manière concertée par les États Membres et l'Agence grâce au plan national de travail intégré et au profil national d'infrastructure nucléaire, qui sont régulièrement mis à jour. En outre, les États Membres reçoivent une assistance et une formation dans le cadre des cours interrégionaux sur le développement de l'infrastructure électronucléaire organisés au titre du projet de coopération technique INT2021.

L'Agence continue d'aider les États Membres à mettre en place une infrastructure nucléaire propice aux technologies de RFMP émergentes et d'appuyer le déploiement de ce type de réacteur.



*FIG. B.2. Un représentant du Département de l'énergie nucléaire prend la parole pendant la mission d'examen intégré de l'infrastructure nucléaire - phase 2 organisée en Ouzbékistan en juin 2021.  
(Source : AIEA)*

14. La Banque d'UFE de l'AIEA au Kazakhstan a fonctionné de manière sûre et sécurisée pendant les douze derniers mois et le plan financier du projet a été révisé à la suite de la mise à jour du plan d'activités pour l'exploitation. En septembre 2020, l'Agence a conclu un contrat de transport avec la Société pour l'industrie de l'énergie nucléaire de Chine, avec l'approbation de l'Autorité chinoise de l'énergie atomique. Entré en vigueur le 14 décembre 2020, ce contrat permet le transport d'uranium faiblement enrichi et de matériel à travers le territoire chinois.

15. En avril 2021, à la demande du Gouvernement japonais, une mission hybride du Service d'examen intégré portant sur la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé, le déclassement et la remédiation (ARTEMIS) a été réalisée au sujet de la politique à long terme de l'Agence japonaise de l'énergie atomique (JAEA) concernant le déclassement des installations et le traitement et le stockage définitif des déchets radioactifs associés. L'équipe de mission, composée de neuf experts internationaux de huit États Membres, a formulé plusieurs observations, recommandations et suggestions à l'intention de la JAEA.

## Conférence internationale sur la gestion des matières radioactives naturelles dans l'industrie

**668** participants de **105** États Membres

16. La Conférence internationale sur la gestion des matières radioactives naturelles dans l'industrie a été organisée virtuellement en octobre 2020. Dix séances plénières et huit manifestations parallèles ont été tenues sur dix jours, avec 668 participants de 105 États Membres. Des représentants des secteurs concernés (pétrole et gaz, métallurgie, phosphates), d'organismes publics et de la communauté scientifique ont aussi participé et contribué activement à la Conférence, qui a permis de déterminer plus en détails les priorités de l'Agence sur la base des besoins des États Membres.

17. Une série de 12 webinaires sur la partie terminale du cycle nucléaire a été organisée d'octobre 2020 à juillet 2021. Des exposés couvrant des sujets liés à la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé, au déclassement et à la remédiation de l'environnement ont été présentés à la fois par des fonctionnaires de l'AIEA et par des experts de 23 États Membres. Entre 85 et 433 participants de 61 États Membres au total y étaient inscrits.

18. Afin d'encourager les efforts régionaux et internationaux visant à assurer un large accès au parc des réacteurs de recherche polyvalents et d'accroître les opérations de ces réacteurs et leur utilisation, l'Agence a renouvelé la désignation du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), en partenariat avec l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, comme centre international d'excellence s'appuyant sur des réacteurs de recherche (ICERR) pour 2020-2025. Il existe à présent six ICERR dans six États Membres.

19. Deux réacteurs-laboratoires par Internet (IRL) ont été mis en marche en 2021, en République tchèque (Europe) et en République de Corée (Asie). L'Ouzbékistan a rejoint le projet IRL en juin 2021 et une réunion de lancement d'un IRL au Maroc est prévue au troisième trimestre de 2021. De nouveaux accords quinquennaux portant sur des IRL en Amérique latine ont été préparés et devraient être signés avec l'Argentine, la Colombie, Cuba et l'Équateur en 2021.



20. L'Agence a organisé 11 visites virtuelles d'aide à la gestion des connaissances (KMAV) dans des États Membres pour appuyer le développement et le renforcement de leur infrastructure. Neuf ateliers d'experts nationaux de niveau 1 ont été organisés au Brésil, au Chili, en Indonésie, en Jordanie, au Mexique, en Ouzbékistan, en Roumanie, au Soudan et au Viet Nam, et deux de niveau 2 ont été tenus en Arménie et en Hongrie.

21. La Conférence ministérielle internationale sur l'électronucléaire au XXI<sup>e</sup> siècle, organisée régulièrement en coopération avec un État Membre hôte, permet la tenue d'un débat de haut niveau sur le rôle de l'électronucléaire dans la réponse à la demande énergétique future, contribuant ainsi au développement durable et à l'atténuation du changement climatique. Les préparatifs de la cinquième édition, qui a été reportée à octobre 2022 et se tiendra à Washington, sont en cours.

22. La 28<sup>e</sup> Conférence de l'AIEA sur l'énergie de fusion (FEC2020) a été organisée en ligne en mai 2021, en coopération avec le CEA et l'Organisation ITER. Ouverte par le Directeur général, elle a enregistré une participation record avec plus de 4 200 inscriptions et plus de 2 700 connexions aux 134 exposés oraux et 544 présentations sur diapositive. Trois manifestations parallèles ont été organisées, dont une sur les femmes dans le domaine de la fusion. De plus, à l'occasion de la Conférence, l'Agence a publié une édition du Bulletin de l'AIEA sur l'énergie de fusion, mis à jour la brochure intitulée *Fusion Energy* et amélioré le Système d'information sur les dispositifs de fusion, qui a été consulté plus de 5 000 fois pendant la semaine de la Conférence.



*FIG. B.3. Le Directeur général de l'AIEA, Rafael Mariano Grossi, a ouvert la 28<sup>e</sup> Conférence de l'AIEA sur l'énergie de fusion (FEC2020) en mai 2021. (Source : AIEA)*



# Communication de l'AIEA, coopération avec d'autres organismes et implication des parties prenantes

## A. Contexte

1. Dans la section B.2 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a encouragé le Secrétariat à continuer d'aider les États Membres à sensibiliser davantage le public et à mieux expliquer les utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire, notamment en publiant des rapports sur la participation des parties prenantes et l'information du public ainsi qu'en organisant des conférences, des réunions techniques et des ateliers à cet égard, entre autres mécanismes.
2. La Conférence générale a également prié le Secrétariat de poursuivre sa coopération avec des initiatives internationales telles qu'ONU-Énergie, a encouragé un renforcement de la coopération mutuelle entre les États Membres par un échange d'informations dans le cadre d'organisations internationales comme l'AIEA, l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE, le Cadre international de coopération pour l'énergie nucléaire (IFNEC), l'Association nucléaire mondiale (WNA) et l'Association mondiale des exploitants nucléaires (WANO), a encouragé le Secrétariat à coopérer avec les organisations industrielles nationales et internationales de normalisation, et a recommandé que le Secrétariat continue d'étudier les possibilités de synergie entre les activités de l'Agence et celles menées dans le cadre d'autres initiatives internationales, comme le Forum international Génération IV (GIF), l'IFNEC, l'Initiative européenne pour une industrie nucléaire durable (ESNII) et le Réacteur expérimental thermonucléaire international (ITER).
3. De plus, la Conférence générale a salué la révision de la structure de la collection Énergie nucléaire, a encouragé le Secrétariat à continuer à faire des documents de la collection Énergie nucléaire un ensemble de publications plus intégré, exhaustif et clairement organisé à tenir à jour, et a encouragé en outre le Secrétariat à continuer de consolider la rédaction et l'examen des publications de la collection Énergie nucléaire en un seul processus systématique et transparent.
4. Par ailleurs, dans la section B.9 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de ladite résolution au Conseil des gouverneurs, selon qu'il conviendra, et à la Conférence générale à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## B. Progrès réalisés depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

5. Le 30 novembre 2020, l'AIEA et l'Agence internationale de l'énergie (AIE) ont signé un mémorandum d'accord afin d'officialiser et de renforcer la coopération entre les deux agences en matière d'énergie nucléaire. Cette coopération au niveau opérationnel concerne la collecte de données statistiques et l'échange d'informations, la participation de l'AIE aux travaux de l'Agence sur les projections relatives à la capacité nucléaire jusqu'en 2050, et l'examen par les pairs des publications

dans des domaines d'intérêt commun. Elle comprend également l'invitation du Directeur exécutif de l'AIE au Forum scientifique 2020 sur l'électronucléaire et la transition vers une énergie propre, et l'invitation du Directeur général de l'AIEA au Sommet de l'AIE sur la transition vers une énergie propre, en juillet 2020, et au sommet « Net Zero », en mars 2021.



*FIG. B.1. Rafael Mariano Grossi, Directeur général de l'AIEA, prononce une allocution lors de la table ronde ministérielle 2, qui avait pour thème « catalyser la mise en œuvre à court terme », au sommet virtuel AIE-COP26 consacré à l'objectif d'émissions nettes nulles (IEA-COP26 Net Zero Summit). AIEA, Vienne (Autriche), 31 mars 2021. (Source : AIEA)*

6. L'Agence et la WANO ont poursuivi leur coopération dans le cadre des réunions de coordination régulières AIEA-WANO. La WANO a participé à la réunion technique sur les questions d'actualité relatives au développement des infrastructures électronucléaires et à celle du Groupe de travail technique sur l'infrastructure électronucléaire, tenues en ligne respectivement en mars 2021 et en novembre 2020. En outre, l'Agence et le Groupe de travail sur l'assistance aux nouvelles unités (NUAWG) de la WANO ont coopéré à l'élaboration d'une publication intitulée *Roadmap to Operational Readiness*, qui a paru en 2020. Un représentant du NUAWG a participé en tant qu'orateur au troisième webinaire de la série consacrée au rôle du gouvernement et des principales organisations dans l'élaboration d'un programme électronucléaire, intitulé « Responsibilities and Capabilities of Owners and Operators » (Responsabilités et capacités des propriétaires et des exploitants). L'Agence a également pris part, en tant qu'observateur, à la mission d'examen des systèmes intégrés de gestion de l'EÜAŞ, société turque de production d'électricité, effectuée par la WANO. Sa participation aux missions d'aide à la préparation opérationnelle de la WANO, notamment la mission virtuelle concernant la tranche 3 de la centrale nucléaire de Barakah, aux Émirats arabes unis, effectuée en juin 2021, s'inscrit dans cette collaboration.

7. L'IFNEC participe régulièrement à des réunions de l'Agence. En plus d'être représentée au sein du Comité directeur de l'IFNEC, l'Agence coopère avec ce dernier par l'intermédiaire de ses deux groupes de travail : le Groupe de travail sur le développement des infrastructures et le Groupe de travail sur la fiabilité des services liés au combustible nucléaire. Des représentants de l'IFNEC participent régulièrement à la réunion technique sur les questions d'actualité relatives au développement des

infrastructures électronucléaires, qui se tient chaque année à Vienne, la dernière en date ayant eu lieu en mars 2021.

8. L'AIEA, l'OCDE/AEN et la Commission européenne collaborent à l'élaboration d'une taxinomie standard relative au déclassement, dans le but de favoriser l'interopérabilité des systèmes de gestion des connaissances contenant les enseignements tirés de projets de déclassement en cours. Cette initiative devrait être achevée fin 2021 au plus tard, et le rapport devrait être publié en 2022.

9. L'AIEA a pris part à divers sous-groupes du Groupe de travail sur la coopération internationale pour l'évaluation des données nucléaires de l'OCDE/AEN en mai 2021 et a contribué au projet de Fichier commun de données évaluées sur la fission et la fusion (JEFF) de l'OCDE/AEN en fournissant des évaluations de données nucléaires pour divers nucléides à la réunion du JEFF d'avril 2021. De plus, elle a tenu une réunion de coordination annuelle avec l'OCDE/AEN en juin 2021. Les sujets abordés ont été notamment : la préparation de la COP26, les développements majeurs récents dans le cadre de la pandémie de COVID-19, la communication des risques, le développement nucléaire et l'économie, les informations actualisées sur le Livre rouge, la parité hommes-femmes dans l'industrie nucléaire, la présentation d'informations actualisées sur le Cadre OCDE/AEN pour les expériences d'irradiation, et la coopération dans le cadre des conférences internationales.

10. L'AIEA a continué de coopérer avec des organismes nationaux et internationaux de normalisation industrielle, comme l'Organisation internationale de normalisation (ISO) dans le cadre de l'ISO/TC 85 et de l'ISO/TC 46. Une manifestation a été organisée en juin 2021 pour marquer le 40<sup>e</sup> anniversaire de l'établissement d'une coopération officielle avec l'ISO au moyen d'un mémorandum d'accord.

11. L'Agence a poursuivi sa coopération avec les initiatives internationales en suivant activement les activités de l'ONU-Énergie et en participant à la manifestation Jeunesse pour le Forum de l'énergie de Vienne.

12. La collaboration de l'Agence avec le GIF, l'IFNEC, l'ESNII et ITER sur les systèmes d'énergie nucléaire innovants et avancés s'est poursuivie pendant de la période considérée. L'IPRO participe actuellement, en tant qu'observateur, au Groupe de travail sur la résistance à la prolifération et la protection physique (PRPPWG) du GIF. Plusieurs membres de ce groupe de travail contribuent à la mise à jour du manuel de méthodologie de l'INPRO sur la résistance à la prolifération, dans le cadre de contrats de consultants établis sur la période 2019-2021.

13. L'Agence a continué d'attirer l'attention sur la participation des parties prenantes, notamment la communication avec le public, comme l'une des questions clés de l'approche par étapes. Elle entreprendra l'élaboration, dans sa collection Énergie nucléaire, d'une publication sur la participation des parties prenantes à de nouveaux programmes nucléaires afin d'appuyer l'approche par étapes et de compléter la publication majeure, récemment achevée, intitulée *Stakeholder Engagement in Nuclear Programmes* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-5.1). La réunion technique annuelle sur la participation des parties prenantes initialement prévue en 2020 a été reportée en décembre 2021 en raison de la pandémie de COVID-19.

14. Afin d'assurer un dialogue continu avec les États Membres et les parties prenantes pendant la pandémie de COVID-19, l'Agence a lancé une série de webinaires sur le rôle du gouvernement et des principales organisations dans l'élaboration d'un programme électronucléaire. Au total, 1 292 participants d'une soixantaine d'États Membres ont suivi les quatre webinaires tenus en direct en 2020 et en 2021. Les enregistrements sont disponibles en ligne afin de permettre un accès plus large. Trois webinaires ont été organisés conjointement avec la Commission africaine de l'énergie nucléaire dans le cadre des arrangements pratiques.

15. Un webinaire organisé le 1<sup>er</sup> juin 2021 et intitulé « Stakeholder Involvement in New Nuclear Power : Engagement in the Nuclear Newcomer Field », qui portait sur la participation des parties prenantes au nouvel électronucléaire, a été suivi par 221 participants de 55 États Membres, qui ont pu découvrir des exemples d'activités liées au développement de l'infrastructure nucléaire.

16. L'Agence a également poursuivi ses activités d'information active sur des réseaux destinés aux jeunes générations dans le domaine de l'énergie nucléaire. Par exemple, le Directeur général adjoint chargé de l'énergie nucléaire, Mikhail Chudakov, a rencontré des membres de United Nations-Nuclear Young Generation. En outre, l'Agence a étendu les arrangements pratiques conclus avec le Congrès international des jeunes dans le nucléaire dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires.

# Cycle du combustible nucléaire et gestion des déchets

## A. Généralités

1. Dans la section B.3 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a reconnu qu'il était important d'aider les États Membres intéressés par la production d'uranium à concevoir et à gérer des activités durables au moyen d'une technologie, d'une infrastructure et d'une participation des parties prenantes appropriées, et de la mise en valeur de personnel qualifié, a encouragé l'Agence à élaborer un document d'orientation présentant une approche progressive à l'intention des pays qui lancent ou envisagent de lancer un programme de production d'uranium, et a encouragé en outre les États Membres intéressés à utiliser des missions de l'Équipe d'évaluation de sites de production d'uranium (UPSAT), lesquelles aident les États Membres dans ce domaine.
2. La Conférence générale a également encouragé le Secrétariat à aider les États Membres intéressés à analyser les difficultés techniques susceptibles d'entraver l'exploitation durable des installations du cycle du combustible nucléaire, telles que les problèmes de gestion du vieillissement.
3. En outre, la Conférence générale a prié le Secrétariat de poursuivre et d'accroître ses activités concernant le cycle du combustible, le combustible utilisé et la gestion des déchets radioactifs, et de continuer d'aider les États Membres à élaborer et appliquer des programmes adéquats, conformément aux normes de sûreté et orientations sur la sécurité pertinentes. Elle a également encouragé le Secrétariat à promouvoir le partage d'informations pour mieux intégrer les approches de la partie terminale du cycle du combustible qui influent sur le traitement, le transport, l'entreposage et le recyclage du combustible nucléaire utilisé et la gestion des déchets, et à fournir davantage d'informations sur les différents stades de la gestion des déchets, notamment celui précédant leur stockage définitif et celui relatif à ce dernier, de façon à aider les États Membres, y compris ceux qui lancent des programmes électronucléaires, à élaborer et appliquer des programmes adéquats de stockage définitif, conformément aux normes de sûreté et orientations sur la sécurité pertinentes.
4. Dans la même résolution, la Conférence générale a prié l'Agence d'élaborer des documents d'orientation sur le déclassé et les plans d'action à l'appui du déclassé, afin de promouvoir l'exécution sûre, sécurisée, efficace et durable de ces activités, et de faciliter l'examen systématique de ces documents d'orientation sur la base des faits marquants récents, selon qu'il convient. Elle a également encouragé l'Agence à renforcer encore ses activités dans le domaine de la remédiation environnementale et a soutenu les États Membres dans le cadre de l'adoption des meilleures pratiques en matière de gestion des résidus de matières radioactives naturelles/déchets et de remédiation des sites contaminés par des matières radioactives naturelles.
5. En outre, la Conférence générale a encouragé l'Agence à renforcer encore ses activités relatives à la gestion efficace des sources radioactives scellées retirées du service, notamment par la mise en place de centres techniques qualifiés pour la gestion de ces sources par des actions menées en coopération pour renforcer les informations à l'appui du stockage en puits de ces sources, en vue d'améliorer leur sûreté et leur sécurité à long terme.
6. Dans la section B.9 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de ladite résolution au Conseil des gouverneurs, selon qu'il conviendra, et à la Conférence générale à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## B. Progrès réalisés depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

7. En novembre 2020, l'Agence a publié le rapport final du projet de recherche coordonnée sur la caractérisation géochimique et minéralogique des gisements d'uranium et de thorium, intitulé *Geochemical and Mineralogical Characterization of Uranium and Thorium Deposits* (IAEA-TECDOC-1929) ; en décembre 2020, elle a publié, sous le titre *Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environmental Issues* (URAM-2018), les actes d'un symposium international tenu à Vienne du 25 au 29 juin 2018.



FIG. B.1. Carte générale de la répartition des gisements d'uranium dans le monde. (Source : AIEA)

8. Depuis décembre 2020, le site web de l'Agence propose une version actualisée de la base de données sur la répartition mondiale des gisements d'uranium (UDEPO), qui offre une interface graphique dotée de fonctionnalités améliorées et répertorie plus de 5 000 gisements d'uranium.

9. Toujours en décembre 2020 est parue la nouvelle édition du « Livre rouge », intitulé *Uranium 2020 : Ressources, production et demande*, document publié conjointement par l'AIEA et l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN). Cette édition 2020 présente le résultat de l'examen le plus récent des aspects fondamentaux du marché de l'uranium, basé en grande partie sur les informations officielles communiquées par les gouvernements, et donne un profil statistique du secteur de l'uranium à l'échelle mondiale.

10. En janvier 2021, l'Agence a publié deux cartes. La première, intitulée *World Distribution of Uranium Provinces* et établie à l'échelle 1:35 000 000, montre comment sont globalement réparties les provinces uranifères et contient des statistiques sur les ressources connexes à l'échelle mondiale. La seconde, intitulée *World Distribution of Thorium Deposits*, explique le système utilisé pour classer les différents types de gisement de thorium et en précise la taille ; elle permet de formuler des requêtes et est dotée d'une capacité de contrôle des couches en format Adobe PDF.

11. En avril 2021, l'Agence a publié un document intitulé *A Preliminary Inventory and Assessment of Uranium Resources in Mine Wastes* (IAEA-TECDOC-1952) qui, en plus de dresser un premier

inventaire de l'uranium contenu dans les résidus miniers, pose les prémisses d'un cadre qui permettrait de conjuguer l'objectif souhaitable de voir le secteur minier procéder à l'extraction exhaustive de l'uranium et les considérations en matière d'environnement et de remédiation pour parvenir au « zéro déchet ».

12. L'Agence a publié en juillet 2020, sous le titre *Analysis of Options and Experimental Examination of Fuels for Water Cooled Reactors with Increased Accident Tolerance (ACTOF)* (IAEA-TECDOC-1921), le rapport final du projet de recherche coordonnée consacré à l'analyse des options et à l'examen expérimental des combustibles pour réacteurs refroidis par eau présentant une tolérance accrue aux accidents.

13. Un webinaire portant sur les combustibles résistant aux accidents et leur incidence sur la gestion du combustible usé a été organisé en décembre 2020 et suivi par plus de 120 participants. Il s'est principalement intéressé aux nouveaux modèles de combustibles résistant aux accidents et aux effets qui en résultent lors des différentes phases de gestion du combustible après son retrait du cœur du réacteur - entreposage, transport, recyclage et stockage définitif.

14. En avril 2021, l'Agence a publié un document intitulé *Phenomenology, Simulation and Modelling of Accidents in Spent Fuel Pools* (IAEA-TECDOC-1949), qui reprend les actes d'une réunion technique sur l'analyse, la simulation et la modélisation de la progression des accidents graves survenant dans les piscines d'entreposage de combustible usé et présente une synthèse des discussions des experts qui y ont assisté.

15. Dans le cadre des efforts déployés en vue d'aider les États Membres intéressés à analyser les difficultés techniques susceptibles d'entraver l'exploitation durable des installations du cycle du combustible nucléaire, notamment les questions de gestion du vieillissement, une troisième réunion de coordination de la recherche sur les programmes de gestion du vieillissement des systèmes d'entreposage à sec du combustible usé a été organisée en mode virtuel en avril 2021. Elle a été suivie par 21 experts (9 chercheurs principaux et 12 observateurs) originaires de 10 États Membres. Les chercheurs principaux ont rendu compte de l'avancement des travaux menés au cours de la deuxième phase du PRC et se sont mis d'accord sur le contenu du rapport final auquel donnerait lieu ledit projet.

16. Des modules de formation en ligne consacrés au cycle de production de l'uranium sont en préparation et un cours sur l'entreposage du combustible usé, actuellement traduit en japonais, sera mis en ligne sur la cyberplateforme d'apprentissage pour la formation théorique et pratique en réseau ainsi que sur d'autres sites web de réseaux de l'Agence fin 2021.

17. Une réunion technique sur les défaillances du combustible en fonctionnement normal dans les réacteurs refroidis par eau : données d'expérience, causes et atténuation s'est tenue en mode virtuel en décembre 2020 ; elle a été suivie par 41 experts originaires de 15 pays et une organisation internationale (OCDE/AEN), qui ont échangé des informations et fait état de leurs expériences nationales ainsi que des progrès de la R-D. Les communications qui ont été présentées feront l'objet d'une compilation sous la forme d'un TECDOC, actuellement en cours de rédaction.

18. En février 2021 s'est déroulée, en ligne, la deuxième réunion de coordination de la recherche sur les matières du combustible destiné aux réacteurs à neutrons rapides. Elle a été suivie par douze experts originaires de cinq pays et deux organisations internationales (le Centre commun de recherche de la Commission européenne et l'OCDE/AEN). Les huit chercheurs principaux ont rendu compte de l'avancement des travaux réalisés durant la première phase du PRC et se sont mis d'accord sur les actions individuelles et conjointes ainsi que sur le plan de travail prévus pour la deuxième phase dudit projet.

19. En juin 2021, l'Agence a publié un document intitulé *Pellet-Cladding Interaction and Stress Corrosion Cracking: Experimentation, Modelling and Methodologies Applied to Support the Flexible*

*Operation of Nuclear Power Plants* (IAEA-TECDOC-1960), qui passe en revue les différentes études réalisées dans le monde depuis le début des années 2000 concernant l'interaction pastille-gaine et la fissuration par corrosion sous contrainte. Ce document est issu d'une réunion technique organisée sur cette question à Aix-en-Provence (France) en octobre 2019.

20. En février 2021, l'Agence a publié un document intitulé *Coolant Chemistry Control and Effects on Fuel Reliability in Pressurized Heavy Water Reactors* (IAEA-TECDOC-1942), qui contient le rapport d'une réunion technique consacrée à l'état actuel des connaissances relatives au contrôle de la chimie des caloporteurs et qui aborde également les phénomènes de corrosion observés dans le circuit primaire de refroidissement et ses effets sur la fiabilité du combustible dans les réacteurs à eau lourde sous pression.

21. La première réunion de coordination de la recherche sur les essais, les modélisations et les simulations de combustibles de technologie avancée présentant une tolérance aux accidents s'est déroulée en août 2021 ; elle a permis d'examiner les projets de recherche proposés par différents participants, d'en évaluer l'intérêt au regard des objectifs globaux du PRC consacré à cette question, et de favoriser les échanges entre les participants au PRC en vue de la réalisation de ses objectifs.

22. Au troisième trimestre 2021 est parue une publication de l'Agence intitulée *Data Analysis and Collection for Costing of Research Reactor Decommissioning* (IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.12) qui vise à améliorer la capacité générale à procéder à une estimation des coûts de déclasserment d'un réacteur de recherche, à déterminer les implications de différentes stratégies de caractérisation sur ces coûts et sur la désignation des catégories de déchets afin de faciliter l'élaboration d'approches optimales, et à comprendre le degré et la source de l'incertitude qui entoure les estimations des coûts.

23. Deux réunions techniques tenues en mode virtuel ont été consacrées - l'une en octobre 2020, à laquelle ont pris part 51 personnes originaires de 23 États Membres ainsi que les secrétariats de la Commission européenne et de l'OCDE/AEN, l'autre en juillet 2021, qui a été suivie par 57 participants originaires de 29 États Membres ainsi que trois organisations internationales - à la poursuite de la rédaction de la publication sur le déclasserment dans le monde qui paraîtra dans la collection Énergie nucléaire de l'AIEA et qui couvrira la situation, les tendances, les grandes questions et les principaux problèmes concernant le déclasserment des réacteurs nucléaires de puissance, des réacteurs de recherche et des installations du cycle du combustible nucléaire.

24. En décembre 2020, 46 participants originaires de 20 États Membres et trois organisations internationales ont suivi la réunion technique, tenue en ligne, sur l'amélioration de la collaboration concernant le renforcement des compétences et la gestion des connaissances dans le domaine du déclasserment, et ont ainsi pu avoir un échange de vues sur les besoins et possibilités en la matière. Au cours de la réunion, les deux centres collaborateurs sur le déclasserment établis par l'Agence ainsi que les quelques organismes en passe d'acquérir ce statut ont exposé les moyens dont ils disposaient pour appuyer les activités de l'AIEA axées sur le renforcement des compétences et la gestion des connaissances concernant le déclasserment.

25. Soucieuse de formuler de nouvelles recommandations sur les éléments pratiques de la définition de l'état final, des contrôles et de la gestion à long terme du déclasserment et des sites contaminés, l'Agence a organisé, en décembre 2020, une réunion technique sur l'utilisation de contrôles pour les terres contaminées par des matières radioactives, qui a permis aux 48 participants originaires de 29 États Membres de passer en revue les bonnes pratiques et d'échanger des données d'expérience concernant l'application de contrôles avant et après la mise en œuvre de mesures de remédiation environnementale.



*FIG. B.2. Démolition des tours de refroidissement de la centrale nucléaire V1 en Slovaquie  
(Photo : JAVYS, a.s.)*

26. La Société slovaque de l'énergie nucléaire et du démantèlement JAVYS a acquis le statut de Centre collaborateur de l'Agence en matière de déclassement en mars 2021. L'octroi de ce même statut à la Direction des projets déconstruction et déchets d'Électricité de France ainsi qu'à l'Agence japonaise de l'énergie atomique est en cours. L'Agence comptera ainsi, dans le cadre de son dispositif de centres collaborateurs de l'AIEA, cinq organismes dédiés à la gestion des connaissances et au renforcement des capacités en matière de déclassement ; plusieurs autres organismes ont par ailleurs fait part de leur intérêt pour ce type de partenariat.

27. Afin d'intensifier les efforts qu'il déploie pour venir en aide aux États Membres dans le domaine de la remédiation de l'environnement et de la gestion des matières radioactives naturelles, le Réseau de gestion et de remédiation de l'environnement (ENVIRONET) a constitué quatre groupes de travail régionaux qui s'emploient à cerner les besoins spécifiques des États Membres en Afrique, en Asie, en Europe ainsi qu'en Amérique latine et Caraïbes, et à mettre ensuite en place des activités et projets destinés à y répondre. Des événements (notamment des webinaires) ont été annoncés dans les langues des différentes régions et sous-régions afin d'atteindre un public plus large et de donner un plus grand retentissement à l'échange de données d'expérience, à la mise en commun de bonnes pratiques et au renforcement des capacités. Entre octobre 2020 et août 2021, des webinaires ont été organisés chaque mois sur différents aspects de la remédiation environnementale, dont certains reflétant des besoins et problèmes spécifiquement régionaux. Ces webinaires ont été mis sur pied dans le cadre d'une coopération entre le Département de l'énergie nucléaire et le Département de la sûreté et de la sécurité nucléaires, avec des intervenants originaires de 14 États Membres ; ils ont chacun attiré entre 51 et 512 participants, représentant au total 49 États Membres.

28. L'Agence a poursuivi les efforts qu'elle a engagés pour fournir en temps opportun des informations et analyses portant sur la situation et les tendances en matière de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs dans les États Membres ; elle a lancé à cet effet le troisième cycle du projet axé sur ces questions, en coopération avec l'OCDE/AEN et la Commission européenne. La version finale du rapport tiré du deuxième cycle dudit projet est en cours de publication et devrait paraître au quatrième trimestre 2021. La première réunion de consultants organisée pour le troisième cycle s'est

déroulée en mode virtuel de janvier à juin 2021. Neuf participants originaires de cinq pays ainsi que des représentants de la Commission européenne, de l'OCDE/AEN et de l'Association nucléaire mondiale y ont pris part ; ils ont défini le mandat qui dictera les travaux de ce troisième cycle et arrêté les principaux thèmes qui seront abordés dans la prochaine mouture du document. Les données analysées au cours de ce troisième cycle reposeront sur les inventaires repris dans le Système d'information sur le combustible usé et les déchets radioactifs, et seront alignées sur le dernier cycle d'établissement de rapports relatifs à la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs.

29. L'Agence a en outre renforcé ses activités en faveur d'une gestion efficace des sources radioactives scellées retirées du service : elle a à cet effet élaboré le concept de centres techniques qualifiés pour la gestion des sources radioactives scellées retirées du service afin de doter les États Membres de capacités en la matière ou d'accroître la portée des capacités existantes. Au cours des douze mois écoulés, le cadre des centres techniques qualifiés a été élargi aux critères et méthodes d'évaluation entourant l'octroi de leur statut. Des projets visant à tester cette méthode sur un organisme volontaire sont en préparation, l'objectif étant d'être prêt à rechercher des candidatures officielles pour le statut de centre technique qualifié avant la fin 2021. En décembre 2020, la première réunion de coordination de la recherche sur l'élaboration d'un cadre pour la mise en œuvre effective d'un système de stockage en puits s'est tenue en mode virtuel et a été suivie par 26 participants originaires de 14 États Membres. Ce PRC a pour objectif de favoriser les actions menées en coopération pour renforcer encore les informations à l'appui du stockage en puits des sources radioactives scellées retirées du service, en vue d'améliorer leur sûreté et leur sécurité à long terme. L'Agence a continué d'améliorer encore la sûreté et la sécurité en apportant son concours au retrait de sources de haute activité dans les États Membres, comme elle l'a fait en 2020 à Chypre et en Tunisie.

# Réacteurs de recherche

## A. Contexte

1. À la section B.4 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a encouragé le Secrétariat à continuer de favoriser la collaboration régionale et internationale et la constitution de réseaux qui élargit l'accès aux réacteurs de recherche, comme les communautés internationales d'utilisateurs. Elle a également encouragé le Secrétariat à donner aux États Membres qui envisagent de mettre au point ou d'installer leur premier réacteur de recherche des informations sur les questions associées à ces réacteurs et liées à l'utilisation, à la rentabilité, à la protection de l'environnement, à la sûreté et à la sécurité, à la responsabilité nucléaire, à la résistance à la prolifération, notamment l'application de garanties généralisées, et à la gestion des déchets, et, sur demande, à aider les États Membres à mener leurs projets de nouveau réacteur en suivant de manière systématique les considérations et les étapes propres à un projet de réacteur de recherche établies par l'Agence et à partir d'un plan stratégique solide fondé sur l'utilisation.
2. De plus, la Conférence générale a prié instamment le Secrétariat de continuer à donner des orientations sur tous les aspects du cycle de vie d'un réacteur de recherche, y compris sur l'élaboration de programmes de gestion du vieillissement dans les réacteurs de recherche nouveaux et anciens, afin d'assurer l'amélioration continue de la sûreté et de la fiabilité, l'exploitation à long terme, la viabilité de l'approvisionnement en combustible, la recherche de solutions d'évacuation efficaces et efficaces aux fins de la gestion du combustible usé et des déchets, et la création d'une capacité de « client bien informé » dans les États Membres qui déclassent des réacteurs de recherche.
3. En outre, la Conférence générale a encouragé le Secrétariat à poursuivre ses efforts pour appuyer la création de capacités reposant sur des réacteurs de recherche, notamment le projet de réacteur-laboratoire par Internet de l'AIEA qui pourrait être étendu aux régions Asie et Pacifique, Europe et Afrique.
4. Enfin, la Conférence générale a engagé le Secrétariat à continuer de soutenir des programmes internationaux s'efforçant de réduire le plus possible l'utilisation à des fins civiles d'uranium hautement enrichi (UHE), lorsque cela est techniquement et économiquement possible.
5. La Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de la résolution au Conseil des gouverneurs, selon qu'il conviendrait, et à elle-même à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## B. Progrès réalisés depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

6. Un atelier de formation à l'optimisation de la performance de l'analyse par activation neutronique et des processus associés, qui devait à l'origine se tenir en République tchèque, s'est déroulé en mode virtuel en novembre et en décembre 2020 et a rassemblé 57 participants de 28 États Membres. Les

participants ont analysé de manière critique les méthodes permettant d'optimiser la performance de l'analyse par activation neutronique, en mettant l'accent sur l'amélioration du débit et du temps d'analyse, sur l'assurance et le contrôle de la qualité, et sur les possibilités de mise au point et d'application de processus innovants. Il est prévu de publier dans la collection Rapports techniques un document intitulé *Practical Guide to Quality Assurance and Quality Control in Neutron Activation Analysis*, dont le projet est actuellement à l'édition.

7. Un document intitulé *Neutron Scattering with Low and Medium Flux Neutron Sources: Processes, Detection and Applications* (IAEA-TECDOC-1961) a été publié en juin 2021. Il s'agit d'un document de référence qui fait autorité en ce qui concerne l'application de la diffusion neutronique avec des sources de neutrons à flux bas et moyens, utile aux experts de la diffusion neutronique, au personnel chargé des réacteurs de recherche et des accélérateurs et aux personnes qui envisagent des programmes de recherche-développement ou de formation théorique et pratique fondés sur cette technique.

8. L'Agence a prévu de tenir en mode virtuel une réunion technique sur les avancées relatives aux détecteurs de neutrons pour les applications de diffusion et d'imagerie neutronique, du 30 août au 3 septembre 2021, afin d'examiner l'évolution des connaissances dans ce domaine.

9. L'Agence a élaboré une formation en ligne sur l'imagerie neutronique qu'elle a mise à disposition des États Membres en octobre 2020. La formation en ligne consacrée aux techniques nucléaires d'analyse en criminalistique a été enrichie de nouveaux modules présentant l'utilisation de la diffraction des rayons X et de la fluorescence X, ainsi que de considérations relatives à la préparation des échantillons pour l'analyse par faisceaux d'ions.

10. Un test de compétence mondial à l'intention des laboratoires d'analyse par activation neutronique a été organisé, ce qui a permis à ceux-ci de faire la preuve de leur performance en matière d'analyse et de recenser les améliorations à apporter. Le test a notamment porté sur les techniques nucléaires associées, et il a été tiré parti des synergies avec le Laboratoire des sciences et de l'instrumentation nucléaires de Seibersdorf. Au total 70 laboratoires de 44 États Membres ont participé au test, dont 42 laboratoires d'analyse par activation neutronique.

11. Deux missions d'examen intégré de l'utilisation des réacteurs de recherche avaient été prévues pour 2020, mais elles ont dû être reportées en raison de la pandémie de COVID-19. Une troisième demande en ce sens a été reçue, et la mission est en principe prévue pour novembre 2021.

12. En décembre 2020, l'Agence a organisé un atelier de formation sur l'évaluation de l'infrastructure nucléaire nationale à l'appui d'un nouveau projet de réacteur de recherche. Au cours de cet atelier, des directives pratiques ont été fournies concernant l'application des orientations figurant dans le document intitulé *Specific Considerations and Milestones for a Research Reactor Project* (IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-5.1), l'établissement de l'infrastructure nécessaire à un nouveau réacteur de recherche, les normes de sûreté pertinentes de l'Agence et d'autres publications connexes de l'Agence. L'atelier a également été l'occasion pour les participants de mettre en commun et d'examiner des données d'expérience, les difficultés rencontrées et les enseignements tirés de l'élaboration et de la mise en œuvre de nouveaux projets de réacteur de recherche.

13. En juin 2021, l'Agence a publié le document intitulé *Specific Considerations in the Assessment of the Status of the National Nuclear Infrastructure for a New Research Reactor Programme* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-T-5.9). Cette publication propose des directives en vue de l'évaluation des progrès dans le développement de l'infrastructure nucléaire nationale à l'appui d'un nouveau programme de réacteur de recherche, selon la méthode de l'approche par étapes. Ces directives peuvent être utilisées par un État Membre désireux d'évaluer ses propres progrès ou en tant que base de travail dans le cadre de missions d'examen intégré de l'infrastructure nucléaire pour les réacteurs de recherche

(INIR-RR) que l'Agence peut effectuer à la demande d'un État Membre pour évaluer de façon indépendante l'état de l'infrastructure ou les progrès accomplis dans l'action visant à la développer. L'Agence a également poursuivi l'élaboration d'une publication sur la gestion de projets de construction de réacteurs de recherche.

## Missions INIR-RR

reprogrammée en décembre 2021		reportée à 2022	
	Thaïlande		Zambie

## Missions de suivi INIR-RR

reportées à 2022		
	Nigeria	Viet Nam

14. En raison de la COVID-19, la mission INIR-RR en Thaïlande, qui devait se dérouler en 2020, a été reportée à décembre 2021, et la mission INIR-RR en Zambie a été reportée à 2022, de même que les missions INIR-RR de suivi au Nigeria et au Viet Nam.

15. En mai 2021 a été organisé un atelier de formation sur l'élaboration d'une étude de faisabilité relative à un nouveau projet de réacteur de recherche, qui a réuni 57 participants de 17 États Membres. À cette occasion, des informations et des connaissances pratiques sur la question ont été dispensées aux participants, compte tenu de l'utilisation potentielle et de l'exploitation future envisagées et des prescriptions de sûreté. L'atelier a également été l'occasion de mettre en commun et d'examiner des données d'expérience, les difficultés rencontrées et les enseignements tirés.

16. Afin de continuer à formuler des directives concernant l'ensemble des aspects du cycle de vie d'un réacteur de recherche, une réunion technique sur la gestion du vieillissement, la rénovation et la modernisation des réacteurs de recherche a été tenue en mai-juin 2021. Elle a donné aux participants l'occasion d'échanger des données d'expérience et des informations sur la gestion des réacteurs de recherche vieillissants, ainsi que de mettre en commun l'expérience qu'ils ont acquise dans le cadre de projets achevés ou en cours sur la modernisation et la rénovation de ces réacteurs. Les participants ont également examiné le projet de lignes directrices concernant la gestion du vieillissement, la rénovation et la modernisation d'un réacteur de recherche rédigé par l'Agence.

17. En juin 2021, l'Agence a organisé un atelier de formation sur les systèmes intégrés de gestion pour les réacteurs de recherche à l'occasion duquel les États Membres participants ont bénéficié d'informations pratiques et ont pu échanger des données d'expérience sur la création, le fonctionnement et l'amélioration continue des systèmes de gestion pour les réacteurs de recherche.

18. En avril 2021, l'Agence a publié le document intitulé *Digital Instrumentation and Control Systems for New and Existing Research Reactors* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-G-5.1). On y trouve des conseils techniques concernant la conception et les aspects opérationnels de systèmes de contrôle-commande numérique en vue de la rénovation des installations existantes et de l'établissement de nouveaux réacteurs de recherche, l'objectif étant d'améliorer la fiabilité et la disponibilité des réacteurs.

19. En novembre 2020, l'Agence a publié le document intitulé *Guidelines for the Operation and Maintenance Assessment for Research Reactors (OMARR)* (IAEA Services Series No. 44), dans lequel sont fournies des informations sur la préparation et la conduite des missions OMARR et l'établissement des rapports connexes, ainsi que sur les missions préalables et les missions de suivi entreprises dans ce contexte pour aider les États Membres à atteindre des normes opérationnelles élevées et à obtenir de bons résultats s'agissant de leurs réacteurs de recherche.

20. Les missions OMARR sollicitées par le Chili, la République démocratique du Congo, la République islamique d'Iran, la Pologne et la Thaïlande ont été reportées au quatrième trimestre de 2021 et à 2022 en raison de la pandémie de COVID-19.

21. De même, une mission d'examen ayant pour objectif de désigner le Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires du Maroc (CNESTEN) comme Centre international s'appuyant sur des réacteurs de recherche qui était prévue pour la fin 2020 a été reportée.

22. Le 16<sup>e</sup> cours collectif avec bourses sur les réacteurs de recherche, organisé en coopération avec l'Initiative en faveur des réacteurs de recherche d'Europe orientale et initialement prévu en 2020, a été reporté à octobre 2021 et une formation sur les réacteurs de recherche en Fédération de Russie qui devait se tenir en 2020 a été reportée à 2022, en raison de la pandémie.

23. En avril 2021, l'Agence a publié le document intitulé *Impact of Fuel Density on Performance and Economy of Research Reactors* (IAEA Nuclear Energy Series No. NF-T-2.7). On y trouve une évaluation préliminaire des résultats obtenus avec l'utilisation de combustible nucléaire de haute densité dans un réacteur de recherche et des incidences financières de cette pratique. Cette publication synthétise les principales considérations relatives à l'incidence de l'utilisation de combustible nucléaire de densité plus élevée sur la performance des réacteurs et la consommation de combustible et propose une simple évaluation des économies que permet le recours à du combustible de haute densité, sur la base d'une comparaison de la consommation dans les divers cas de figure.

24. Soucieuse de proposer aux concepteurs et aux exploitants de réacteurs de recherche des directives pratiques concernant le déclassement de ceux-ci, l'Agence a entamé l'élaboration d'une publication consacrée aux éléments liés au déclassement à prendre en compte lors de la conception et de l'exploitation des réacteurs.

25. L'Agence a continué à soutenir deux projets visant à réduire le plus possible l'utilisation d'UHE au Kazakhstan. Une série de consultations, d'échanges entre experts et d'arrangements contractuels ont été organisés à distance pour préparer la réexpédition du combustible à l'UHE usé du réacteur de recherche IVG.1M vers la Fédération de Russie, et la dilution par mélange du combustible au graphite et à l'UHE irradié déchargé du réacteur graphite à impulsions.

26. Une réunion technique sur les capacités mondiales de production et de fabrication de cibles de molybdène 99 sans uranium hautement enrichi s'est tenue en octobre 2020. Cinquante participants de 15 États Membres et des représentants de la Commission européenne ont examiné les techniques et capacités existantes et émergentes s'agissant de la fabrication des cibles utilisées dans la production de molybdène 99 et ont échangé des informations sur les progrès accomplis dans la production sans UHE de cet important radio-isotope médical.

27. L'Agence a continué de coopérer avec le Laboratoire national d'Argonne dans le cadre de l'organisation de la réunion annuelle internationale sur la réduction de l'enrichissement pour les réacteurs de recherche et d'essai, qui s'est tenue en mode virtuel en avril 2021. Plus de 200 participants de 35 pays ont examiné divers aspects touchant le remplacement de l'UHE par de l'uranium faiblement enrichi (UFE) dans les réacteurs de recherche, le développement et la qualification de combustibles de haute densité, la résistance à la prolifération grâce aux nouveaux modèles de réacteurs de recherche et la garantie de la continuité de l'approvisionnement de l'UFE à teneur élevée.

28. L'Agence a achevé la mise à jour de la base de données sur les réacteurs de recherche, dont elle a amélioré le fonctionnement et opéré la migration vers une nouvelle plateforme informatique. Cette base de données accessible au public fournit des renseignements d'ordre technique et administratif sur plus de 840 réacteurs de recherche, notamment sur les assemblages critiques et sous-critiques, les réacteurs actuellement exploités, ceux en construction, ceux dont la construction est prévue, les réacteurs arrêtés, en cours de déclassement ou déjà déclassés, concernant 70 pays.



*FIG. B.1. Réacteur-laboratoire par Internet : transmission de l'expérience du réacteur de recherche VR-1 de l'Université technique tchèque, février 2021. Pour de plus amples informations sur le réacteur-laboratoire par Internet, voir l'annexe 9. (Source : AIEA)*



# Exploitation des centrales nucléaires

## A. Contexte

1. Dans la section B.5 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Secrétariat de promouvoir la collaboration entre les États Membres intéressés en vue de renforcer l'excellence pour l'exploitation sûre, sécurisée, efficace et durable des centrales nucléaires, et de maintenir son appui aux États Membres intéressés, notamment en renforçant leurs connaissances, leur expérience et leurs capacités en matière de gestion du vieillissement et de la durée de vie des centrales.
2. La Conférence générale a également encouragé le Secrétariat à recenser les meilleures pratiques et les enseignements tirés en ce qui concerne les achats, la chaîne d'approvisionnement, l'ingénierie et des questions connexes s'agissant de l'exécution de grands projets d'ingénierie nucléaire à forte intensité de capital, et à les promouvoir et les diffuser au moyen de publications et d'outils en ligne pour ce qui est de la gestion de la chaîne d'approvisionnement.
3. En outre, la Conférence générale a reconnu la nécessité de renforcer encore l'appui pour les interfaces entre le réseau et les centrales nucléaires, la fiabilité du réseau et l'utilisation de l'eau de refroidissement, et a recommandé au Secrétariat de collaborer sur ces questions avec les États Membres qui exploitent des centrales nucléaires.
4. Par ailleurs, dans la section B.9 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de ladite résolution au Conseil des gouverneurs, selon qu'il conviendra, et à la Conférence générale à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## B. Progrès réalisés depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

5. Le deuxième Forum mondial sur l'innovation au service de l'amélioration des facteurs techniques qui renforcent la viabilité économique des centrales nucléaires en exploitation était prévu en octobre 2020 mais, compte tenu de la pandémie mondiale, le comité directeur international a décidé de le reporter à 2022. Entretemps, l'Agence a lancé sur sa plateforme CONNECT le réseau du Forum mondial pour l'innovation nucléaire, qui a servi à rassembler des exemples d'innovations déployées et à les mettre en avant lors d'une manifestation organisée en marge de la session de 2020 de la Conférence générale.
6. Afin de promouvoir la collaboration entre les États Membres intéressés en vue de renforcer l'excellence pour l'exploitation sûre, sécurisée, efficace et durable des centrales nucléaires, une réunion du Groupe de travail technique sur la gestion des ressources humaines dans le domaine de l'énergie nucléaire a été tenue en ligne en octobre 2020. Plus de 25 représentants de 15 États Membres y ont participé, présentant des exemples de mesures prises pour lutter contre les conséquences de la pandémie de COVID-19 et de nouvelles perspectives en matière de ressources humaines, de formation et de direction intéressant les États Membres exploitants.

7. L'Agence a organisé un cours virtuel sur l'évaluation des compétences comportementales à l'appui de la sûreté, de la sécurité et de l'efficacité dans les organisations nucléaires pour 38 participants de 15 États Membres. La première partie du cours s'est tenue en novembre 2020 et la deuxième en juin 2021.

8. La réunion technique sur la direction et son développement dans les organisations nucléaires a été organisée en mai 2021, avec plus de 88 représentants de 37 États Membres et deux organisations internationales. Elle a posé les fondements des futurs travaux sur le sujet et permis aux États Membres représentés d'exprimer leurs besoins supplémentaires.

9. En avril 2021, l'Agence a fait paraître la publication intitulée *Systematic Approach to Training for Nuclear Facility Personnel: Processes, Methodology and Practices* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-2.8), qui sert de base pour établir et maintenir la qualité et la fiabilité de la formation et de la qualification pour toutes les catégories de travailleurs employés dans des installations nucléaires. La publication présente également la méthode de l'approche systématique de la formation telle qu'actualisée sur la base des enseignements tirés et des bonnes pratiques.

10. En mars 2021, l'Agence a aussi fait paraître la publication intitulée *Asset Management for Sustainable Nuclear Power Plant Operation* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-T-3.33). Celle-ci contient des données d'expérience et des conseils de divers experts internationaux concernant la gestion des actifs, une approche globale de l'exploitation et de la maintenance qui vise à garantir la fiabilité à long terme des structures, des systèmes et des composants grâce à une prise en compte équilibrée du coût, des possibilités et du risque. La publication fournit un appui aux décideurs qui cherchent à optimiser la performance financière, la performance d'exploitation et l'exposition au risque.

11. En avril 2021, l'Agence a publié le document intitulé *Nuclear Power Plant Life Management*, qui contient les comptes rendus d'une conférence internationale sur la gestion de la durée de vie des centrales tenue à Lyon (France) du 23 au 26 octobre 2017. La question de la gestion de la durée de vie des centrales est d'autant plus pertinente que les licences d'exploitation des réacteurs continuent d'être prolongées et que de nombreuses centrales peuvent maintenant être exploitées jusqu'à 80 ans.

12. L'Agence a publié en février 2021 le document intitulé *Fire Protection in Nuclear Power Plants* (IAEA-TECDOC-1944), qui contient des données d'expérience et des conseils de divers experts internationaux concernant la protection contre l'incendie. Les parties prenantes dans les États Membres intéressés peuvent utiliser les informations contenues dans cette publication pour améliorer la gestion de la protection contre l'incendie et réduire au minimum les risques associés dans les centrales nucléaires en exploitation dans le monde.

13. La publication intitulée *Management of Nuclear Power Plant Projects* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-1.6), qui présente des données d'expérience et des bonnes pratiques de divers experts internationaux concernant la gestion des projets de centrale nucléaire, est parue en octobre 2020. Elle décrit les éléments à prendre en compte pour assurer la réussite d'un projet nucléaire ainsi que l'appui nécessaire et gagnera donc en importance avec le temps, de plus en plus d'États Membres envisageant de mettre en place ou de développer des programmes électronucléaires.

14. Dans le cadre des efforts visant à réaliser des gains d'efficacité dans l'élaboration et la gestion des systèmes d'information numérique, et afin de garantir et d'améliorer l'accessibilité à long terme et l'accès du public à ces outils et bases de données, une modification majeure du module d'acquisition, de validation et d'acceptation des données de la base du Système d'information sur les réacteurs de puissance (PRIS) a été effectuée au premier semestre de 2021. Le logiciel a été adapté de façon à fonctionner sur une nouvelle plateforme, l'ancienne n'étant plus supportée par le fournisseur. L'Agence

a profité de l'occasion pour améliorer l'efficacité du logiciel et l'expérience d'utilisation générale sur la base des informations en retour reçues des utilisateurs.

15. Une mise à jour majeure du module statistique du PRIS a été entreprise en juin 2021 en vue d'améliorer l'utilité et l'expérience d'utilisation de la base de données, notamment grâce à une logique plus intuitive et à de nouvelles fonctions d'analyse. En décembre 2020, les modules du PRIS concernant les réacteurs déclassés et les plans de déclasserment ont été actualisés pour permettre de rassembler, d'évaluer et de diffuser des informations sur la situation actuelle et les perspectives futures en matière de déclasserment de centrales nucléaires dans le monde.

16. En décembre 2020, pour continuer de fournir un appui aux États Membres intéressés en mettant en commun les meilleures pratiques et les stratégies utilisées dans la justification des équipements de contrôle-commande commerciaux et industriels destinés aux centrales nucléaires, l'Agence a fait paraître la publication intitulée *Application of Wireless Technologies in Nuclear Power Plant Instrumentation and Control Systems* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-T-3.29). Elle y présente dans les grandes lignes diverses applications de technologies numériques sans fil utilisées dans des centrales nucléaires en exploitation, en particulier dans les systèmes de contrôle-commande servant à surveiller et à contrôler les opérations.

17. La publication intitulée *Computer Security Aspects of Design for Instrumentation and Control Systems at Nuclear Power Plants* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-T-3.30) est parue en décembre 2020. Elle détaille les aspects de la sécurité informatique à prendre en considération pour les systèmes de contrôle-commande des centrales nucléaires, ce qui est particulièrement pertinent compte tenu de la digitalisation du secteur nucléaire, à l'instar des autres secteurs dans le monde.

18. En septembre 2020, l'Agence a fait paraître la publication intitulée *Challenges and Approaches for Selecting, Assessing and Qualifying Commercial Industrial Digital Instrumentation and Control Equipment for Use in Nuclear Power Plant Applications* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-T-3.31), le renforcement de la qualification et de l'utilisation de matériel commercial de qualité industrielle pouvant aider à atténuer les difficultés liées aux chaînes d'approvisionnement sous tension et à assurer que les centrales nucléaires en exploitation restent économiquement viables.

19. Des ateliers sur des sujets liés aux réseaux électriques ont été organisés pour soutenir l'élaboration de programmes électronucléaires. Trente personnes ont participé à un atelier national virtuel sur l'interface centrale nucléaire-réseau électrique, les besoins du réseau et la perte de puissance organisé pour l'Arabie saoudite en novembre 2020, et 15 autres ont pris part à un atelier national virtuel sur la fiabilité des réseaux électriques et leur interface avec les centrales nucléaires organisé pour l'Ouzbékistan en juin 2021.

20. En octobre 2020, afin d'aider les États Membres à mettre en commun leurs données d'expérience et leurs connaissances concernant les méthodes et stratégies relatives à la mise en œuvre, dans les centrales nucléaires, de mesures après Fukushima, l'Agence a publié le document intitulé *Implementation and Effectiveness of Actions Taken at Nuclear Power Plants following the Fukushima Daiichi Accident* (IAEA-TECDOC-1930), qui récapitule les mesures prises dans les États Membres pour appliquer les enseignements tirés de l'accident nucléaire de Fukushima Daiichi de 2011 et examine l'efficacité de ces mesures.

21. En outre, pour continuer d'aider les États Membres intéressés à renforcer leurs capacités nationales dans le domaine de l'exploitation des centrales nucléaires, l'Agence a publié en mars 2021 le document intitulé *Decontamination Approaches During Outage in Nuclear Power Plants — Experiences and Lessons Learned* (IAEA-TECDOC-1946), qui contient des données d'expérience et des conseils de divers experts internationaux concernant la décontamination radiologique et la

planification et la gestion de l'arrêt d'une centrale nucléaire. Les parties prenantes dans les États Membres intéressés peuvent utiliser les informations contenues dans cette publication pour améliorer la planification et la conduite de la mise à l'arrêt d'une centrale nucléaire, aidant ainsi les exploitants à assurer la viabilité économique des centrales en exploitation.

# Activités de l'Agence visant à mettre au point des techniques électronucléaires innovantes

## A. Contexte

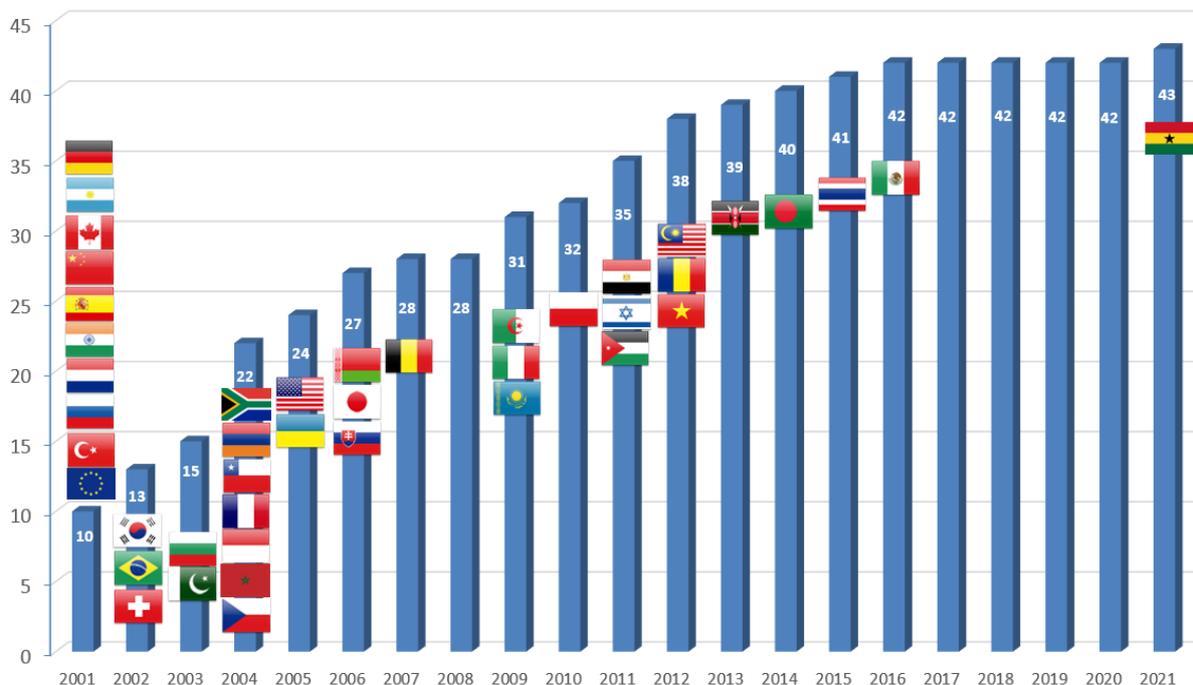
1. Dans la section B.6 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Secrétariat de promouvoir la collaboration entre les États Membres intéressés dans la mise au point de systèmes d'énergie nucléaire innovants et durables à l'échelle mondiale et d'appuyer l'élaboration de mécanismes efficaces de collaboration pour échanger des informations sur les expériences et les bonnes pratiques pertinentes. Elle a également encouragé le Secrétariat à examiner de nouvelles possibilités de développer et de coordonner les services qu'il fournit en matière de mise au point de stratégies nationales à long terme pour le nucléaire et de prise de décisions concernant le déploiement durable à long terme de l'énergie nucléaire, en utilisant notamment les outils et les méthodes d'analyse élaborés par l'INPRO.
2. La Conférence générale a également encouragé le Secrétariat à étudier des méthodes de coopération concernant la partie terminale du cycle du combustible nucléaire pour assurer une coopération efficace entre les pays en vue de l'utilisation durable à long terme de l'énergie nucléaire, et a prié le Secrétariat de faciliter les discussions entre les concepteurs de réacteurs avancés (p. ex. RFMP, réacteurs de quatrième génération) sur les difficultés et les technologies relatives au déclassement et à la gestion des déchets radioactifs au tout premier stade de la conception.
3. La Conférence générale a en outre encouragé le Secrétariat à poursuivre ses efforts en matière d'enseignement à distance concernant l'élaboration et l'évaluation de techniques nucléaires innovantes à l'intention des étudiants et du personnel des universités et des centres de recherche, et à continuer de mettre au point des outils à l'appui de cette activité pour une fourniture efficiente de services aux États Membres.
4. Dans la section B.9 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de ladite résolution au Conseil des gouverneurs, selon qu'il conviendra, et à la Conférence générale à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## B. Progrès réalisés depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

5. Le Ghana ayant adhéré à l'INPRO en 2021, 42 États Membres et l'Union européenne participent à actuellement à ce projet. Au cours des dernières années, l'INPRO a mis au point une série d'outils et de services ainsi que des projets de collaboration afin de susciter l'action collective de ses membres. Pendant la période considérée, l'Agence a continué de promouvoir l'utilisation de ces outils dans les programmes universitaires en travaillant avec des universités russes dans le cadre du Réseau régional de formation théorique et pratique dans le domaine de la technologie nucléaire (STAR-NET), et a organisé en mode virtuel, en russe, une session de l'École régionale AIEA-STAR-NET de formation de formateurs sur la modélisation et l'évaluation des systèmes d'énergie nucléaire au moyen de la

méthodologie INPRO, en avril 2021. L'INPRO a également conclu de nouveaux engagements avec l'Organisation des chefs de départements de génie nucléaire et le Réseau d'excellence universitaire en génie nucléaire du Canada aux fins de l'organisation, en septembre 2021, d'une session en mode virtuel de l'École régionale de formation de formateurs sur la modélisation et l'évaluation des systèmes d'énergie nucléaire au moyen de la méthodologie INPRO. Afin d'améliorer l'information active multilingue de l'Agence, l'INPRO a élaboré un cours en ligne sur l'appui analytique pour une énergie nucléaire plus durable (ASENES) en anglais, en espagnol et en russe.

### Membres de l'INPRO 2001 - 2021



6. L'Agence a également entrepris un nouveau projet de collaboration appelé « Scénarios de déploiement durable des petits réacteurs modulaires » (le projet ASENES sur les petits réacteurs modulaires) afin d'associer de nouveaux participants et d'étendre la portée des études de cas réalisées au moyen de méthodes et d'outils propres à l'ASENES. Les participants sont l'Arménie, le Bélarus, la Chine, l'Indonésie, la Roumanie, la Fédération de Russie, la Thaïlande et l'Ukraine, et les observateurs sont l'Allemagne, la Bulgarie, l'Égypte, Israël et le Maroc. Plusieurs autres membres de l'INPRO envisagent d'adhérer à ce projet.

7. L'INPRO a créé le Cadre de modélisation des systèmes électriques (FRAMES) aux fins de la mise en place, au sein de l'Agence, des capacités adéquates pour fournir aux États Membres des analyses quantitatives et défendables sur la possibilité qu'offre l'électronucléaire de lutter contre le changement climatique et sur le rôle que pourrait jouer l'énergie nucléaire dans les systèmes électriques actuels et futurs. En outre, ces nouvelles capacités peuvent venir étayer les analyses techniques nécessitant l'intégration optimale, dans les réseaux électriques, de technologies nucléaires avancées, telles que les RFMP, les microréacteurs et les réacteurs à neutrons rapides, ainsi qu'une application non électrique de l'énergie nucléaire (les systèmes d'énergie hybrides, la production d'hydrogène, la cogénération, etc.). Elles permettront à l'INPRO de jouer un rôle crucial dans la prise en charge des besoins des États Membres dans ce domaine. L'URENCO et l'Agence ont convenu d'œuvrer ensemble afin de faire entendre la voix du nucléaire à la COP26, notamment en ce qui concerne la production

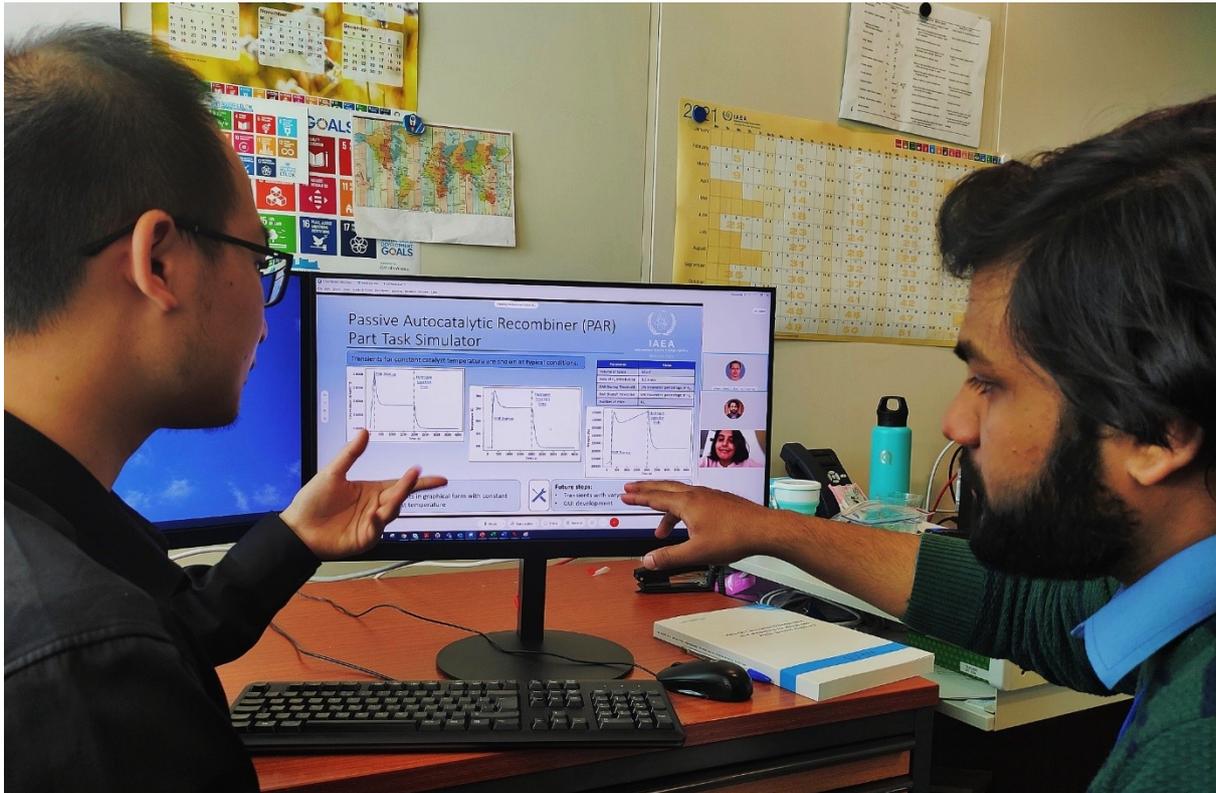
décarbonée d'hydrogène. Par conséquent, les analyses de FRAMES appuieront les principaux messages de l'Agence sur le rôle de l'énergie nucléaire dans ces stratégies de décarbonation en montrant le rôle essentiel du nucléaire associé aux sources d'énergie renouvelables (éolien, solaire, hydraulique) aux fins de la production d'hydrogène.

8. L'INPRO adopte comme stratégie une feuille de route pour favoriser une énergie nucléaire plus durable en présentant l'état d'avancement, les perspectives, les bénéfices et les risques associés à diverses options permettant le développement et l'évolution de la configuration d'un système national d'énergie nucléaire. La feuille de route de l'INPRO vise à économiser le temps, les efforts et les ressources nécessaires à l'amélioration de la durabilité d'un système national d'énergie nucléaire grâce à la collaboration et au commerce nucléaire avec d'autres pays. L'analyse se fonde sur l'outil Excel ROADMAPS de la boîte à outils INPRO pour appuyer l'évaluation des systèmes d'énergie nucléaire (NESA). À cet égard, l'INPRO a commencé à travailler avec l'Argentine, les États-Unis d'Amérique, la Fédération de Russie et la République de Corée à la réalisation de NESA sur des modèles prévus aux fins de l'évaluation de la durabilité des modèles de RFMP à l'aide de la méthodologie INPRO, et à l'identification des lacunes que doit évaluer l'équipe de conception afin d'améliorer la robustesse et la durabilité de la conception pour le déploiement.

9. Afin de promouvoir la collaboration entre les États Membres intéressés par le développement de systèmes d'énergie nucléaire innovants et durables à l'échelle mondiale et d'appuyer la mise en place de mécanismes de collaboration efficaces pour l'échange d'informations sur les expériences pertinentes et les bonnes pratiques, l'Agence a annoncé en mai 2021 le lancement, prévu début 2022, d'un nouveau PRC sur l'évaluation et l'optimisation techniques des systèmes hybrides d'énergie nucléaire renouvelable.

10. Un nouveau projet de modernisation de la base de données du Système d'information sur les réacteurs avancés a été lancé en janvier 2021 et devrait être achevé d'ici le quatrième trimestre de l'année. De plus, un nouveau projet de modernisation de la base de données relative aux propriétés thermophysiques (THERPRO) a été lancé en mai 2021 et devrait être achevé en 2022.

11. Par ailleurs, l'Agence a fait paraître en décembre 2020 la publication intitulée *Developments in the Analysis and Management of Combustible Gases in Severe Accidents in Water Cooled Reactors following the Fukushima Daiichi Accident* (IAEA-TECDOC-1939). Cette publication fournit un examen complet de l'état actuel de la technologie concernant les questions de sûreté relatives aux gaz combustibles dans les réacteurs nucléaires refroidis par eau, l'accent étant mis en particulier sur les développements survenus après l'accident de Fukushima Daiichi. Les résultats récemment obtenus dans le cadre de la recherche expérimentale et analytique sur le comportement de l'hydrogène et des gaz combustibles sont en cours d'examen. La base de connaissances élaborée est utile pour la validation et l'évaluation de la modélisation du gaz combustible dans les outils d'analyse de la sûreté existants, ainsi que pour d'éventuelles améliorations des lignes directrices pour la gestion des accidents graves.



*FIG. B.1. Dans le cadre d'un nouveau projet de recherche coordonné de l'AIEA, des programmes complets de formation diplômante (master et doctorat) sur la modélisation des phénomènes thermohydrauliques et les prédictions applicables aux prototypes de réacteurs refroidis par eau supercritique seront élaborés et mis en œuvre à l'intention des étudiants de pays entreprenant un programme électronucléaire. (Source : AIEA)*

12. En mai 2021, l'Agence a annoncé un nouveau PRC sur l'amélioration des modèles thermohydrauliques et des outils de prévision destinés à la conception et à l'exploitation des prototypes de réacteurs refroidis par eau supercritique. Ce PRC, qui sera lancé en 2022, appuiera les États Membres dans la modélisation thermohydraulique, la mise au point d'outils et les études expérimentales applicables à la conception des réacteurs refroidis par eau supercritique.

13. Dans le cadre des efforts visant à faciliter l'échange de connaissances et de données d'expérience dans le domaine des systèmes d'énergie nucléaire innovants et durables à l'échelle mondiale, l'Agence a organisé, en mai 2021, une réunion technique virtuelle sur les options de conception antisismique innovantes pour les réacteurs avancés refroidis par eau et les petits réacteurs modulaires, à laquelle ont pris part 75 participants de 28 États Membres et de deux organisations internationales.

14. En juillet 2020, l'Agence a fait paraître la publication intitulée *Light Water Reactor Fuel Enrichment beyond the Five Per Cent Limit: Perspectives and Challenges* (AIEA-TECDOC-1918), qui détaille les options technologiques et les difficultés associées concernant la conception de combustibles et de cœurs à uranium faiblement enrichi à teneur élevée, l'analyse et les évaluations de la sûreté intéressant la fabrication, la manipulation, le transport, le stockage, l'irradiation et la performance dans des conditions normales et accidentelles.

15. Une réunion technique sur les avancées des techniques d'examen après irradiation des combustibles irradiés et des combustibles innovants des réacteurs de puissance a été organisée en mode virtuel en juillet 2021 afin de permettre l'échange d'informations sur les expériences récentes et les

améliorations actuelles et futures dans le domaine des techniques d'examen après irradiation des combustibles irradiés et des combustibles innovants des réacteurs de puissance.

16. En juillet 2021, l'Agence a annoncé un nouveau PRC sur la référenciation du passage de l'expérience de circulation forcée à la circulation naturelle avec une boucle à métal lourd liquide. L'objectif général de ce PRC est d'améliorer les capacités d'analyse des États Membres dans le domaine de la simulation des réacteurs à neutrons rapides refroidis par métaux lourds liquides.

17. En mars 2021, l'Agence a organisé le neuvième atelier conjoint AIEA-GIF sur la sûreté des réacteurs à neutrons rapides refroidis par métal liquide, auquel ont pris part 28 experts de 12 États Membres et deux organisations internationales.

18. Afin d'appuyer les systèmes à neutrons rapides, l'Agence a commencé à élaborer plusieurs publications sur cette technologie, notamment des TECDOC sur les avantages et les difficultés que présentent les RFMP à neutrons rapides, et les matériaux de structure des réacteurs refroidis par métal lourd liquide, ainsi qu'un manuel sur le caloporteur sodium consacré aux corrélations thermohydrauliques.

19. Afin de poursuivre ses efforts en matière d'apprentissage/de formation à distance sur le développement et l'évaluation d'une technologie nucléaire innovante à l'intention des étudiants et du personnel des universités et des centres de recherche, l'Agence a mis à disposition, sur la Cyberplateforme d'apprentissage pour la formation théorique et pratique en réseau, de nouveaux modules de formation en ligne présentant : les réacteurs refroidis par eau ; l'histoire, les modèles avancés et le déploiement mondial des réacteurs à eau bouillante ; ainsi que les systèmes énergétiques hybrides.

20. Après l'achèvement en 2020 du PRC sur les applications des systèmes hybrides (ADS) et l'utilisation d'uranium faiblement enrichi (UFE) dans les ADS, l'Agence a commencé à élaborer une publication sur les résultats obtenus. Celle-ci portera sur les expériences et les analyses relatives aux installations d'ADS utilisant de l'UFE qui suggèrent ou confortent le développement d'applications reposant sur des ADS ainsi que la mise au point et le perfectionnement d'outils d'analyse destinés aux ADS.

21. En outre, l'Agence a commencé à élaborer une publication de la collection Énergie nucléaire sur les synergies, dans le développement technologique, entre la fission et la fusion nucléaires aux fins la production d'énergie. Cette publication montrera les synergies possibles entre la fission et la fusion nucléaires en ce qui concerne le transfert de connaissances et de savoir-faire, le développement technologique et les infrastructures communes.

22. En septembre 2020, l'Agence a lancé le nouveau Système d'information sur les dispositifs de fusion (FusDIS), première base de données interactive donnant accès à des informations sur près de 120 dispositifs expérimentaux de recherche sur la fusion, aussi bien publics que privés, qui sont actuellement en exploitation, en construction, à l'arrêt ou prévus. Le FusDIS a été renforcé et mis à jour en mai 2021, des données techniques, des statistiques nationales et des résultats de recherche relatifs aux équipements expérimentaux individuels ayant été ajoutés.

23. Lors de la réunion annuelle du Conseil international de la recherche sur la fusion (CIRF), qui s'est tenue en octobre 2020, les experts ont passé en revue les derniers résultats de la recherche sur la fusion obtenus dans le monde, et examiné les possibilités de coopération internationale dans certains domaines nouveaux, notamment le soutien au lancement de nouveaux PRC sur le cadre réglementaire de la fusion et sur l'apprentissage automatique et l'intelligence artificielle pour la fusion.

24. Lors de la réunion technique conjointe AIEA-ITER sur les questions de sûreté et de radioprotection liées aux réacteurs de fusion, qui s'est tenue en ligne en novembre 2020, les discussions et les échanges d'informations ont concerné les questions de sûreté et de radioprotection qui entrent en ligne de compte dans les installations de fusion expérimentales, notamment ITER. Quarante-six participants de 16 États Membres et de deux organisations intergouvernementales ont assisté à cette réunion.

25. En décembre 2020, l'Agence a publié un article intitulé *Considerations for commercialization strategies for fusion energy* (Considérations sur les stratégies de commercialisation de l'énergie de fusion) comme chapitre de la publication de l'Institut de physique intitulée *Commercialising Fusion Energy: How Small Businesses are Transforming Big Science*.

26. La première réunion de coordination de la recherche sur le développement et l'application de techniques par faisceaux d'ions pour l'irradiation et la caractérisation des matériaux présentant un intérêt pour la technologie de fusion, tenue en février 2021, a rassemblé 33 scientifiques de 11 États Membres.

27. La quatrième réunion du Comité de coordination de la fusion nucléaire, qui a eu lieu en mars 2021, a porté sur la sûreté et les aspects réglementaires des installations de fusion.

# Approches destinées à appuyer le développement de l'infrastructure électronucléaire

## A. Généralités

1. Dans la section B.7 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a encouragé la Section du développement de l'infrastructure nucléaire à poursuivre ses activités d'intégration de l'assistance fournie par l'Agence aux États Membres qui entreprennent ou développent un programme électronucléaire et a encouragé les États Membres qui entreprennent ou développent un programme électronucléaire, ou qui envisagent de le faire, à recourir aux services de l'Agence liés au développement de l'infrastructure nucléaire.

2. La Conférence générale a en outre prié le Secrétariat de continuer à intégrer les enseignements tirés des missions INIR et à renforcer l'efficacité des activités menées à ce titre, a prié instamment les États Membres d'élaborer et d'actualiser des plans d'action pour donner suite aux recommandations et suggestions formulées à l'issue des missions INIR et les a encouragés à participer à l'élaboration de leurs propres plans de travail intégrés.

3. La Conférence générale a également encouragé le Secrétariat à faciliter, lorsque cela est possible, la coordination internationale pour améliorer l'efficacité de l'assistance multilatérale et bilatérale fournie à ces États Membres et a encouragé le renforcement des activités entreprises par les États Membres, individuellement et collectivement, pour coopérer sur une base volontaire au développement de l'infrastructure nucléaire.

4. Dans la section B.9 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de ladite résolution au Conseil des gouverneurs, selon qu'il conviendra, et à la Conférence générale à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## B. Progrès réalisés depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

5. Le Secrétariat a continué de s'employer à fournir l'assistance intégrée de l'Agence aux États Membres qui entreprennent ou développent un programme électronucléaire en suivant son approche par étapes [exposée dans le document n° NG-G-3.1 (Rev. 1) de la collection Énergie nucléaire de l'AIEA (en anglais)], par l'intermédiaire du Groupe interdépartemental d'appui à l'énergie d'origine nucléaire et du Groupe de coordination de l'infrastructure et grâce à une responsabilisation accrue des équipes restreintes chargées d'un État Membre donné, notamment les représentants de tous les départements compétents du Secrétariat et le Bureau des affaires juridiques. Les équipes restreintes ont participé à des réunions bilatérales avec les États Membres concernés pour établir ou mettre à jour leurs plans de travail intégrés (PTI) et les profils nationaux d'infrastructure nucléaire (PNIN) afin de planifier

l'assistance fournie par l'Agence et de l'adapter à leurs besoins actuels respectifs et de suivre l'avancée du développement de l'infrastructure nationale à la suite d'une mission INIR. Au cours des discussions avec les États Membres concernés, quatre PTI et PNIN (le Bangladesh en février 2021, le Bélarus en septembre 2020, l'Égypte en août 2021 et le Soudan en avril 2021) ont été actualisés par les équipes restreintes de façon à venir appuyer les plans d'action nationaux en y intégrant les résultats des missions INIR. Des réunions d'examen à mi-parcours des PTI ont en outre été organisées en ligne pour huit États Membres (l'Arabie saoudite, l'Égypte, la Jordanie, le Kenya et la Pologne en décembre 2020, le Maroc et le Nigéria en janvier 2021, et le Ghana en février 2021) afin de veiller à ce qu'ils bénéficient du soutien apporté par l'Agence aux États Membres primo-accédants et de recenser ou classer par rang de priorité les activités nécessitant un appui à court terme.



*FIG. B.1. Séance de clôture de la mission de suivi INIR au Kenya : (de gauche à droite) Collins Juma, Directeur général de la NuPEA, Eric Mathet, Chef d'équipe INIR (IAEA), Zachary Ayieko, Administrateur principal au ministère de l'Énergie, Ezra Odoni Odhiambo, Président de la NuPEA. (Source : AIEA)*

6. L'Agence a continué d'insister sur l'importance qui doit être accordée, lors de l'élaboration d'un programme électronucléaire, à l'établissement d'un cadre juridique et à la mise en place d'un organisme de réglementation indépendant et efficace. Le cadre réglementaire fait partie des 19 questions liées à l'infrastructure qui figurent dans l'approche par étapes. Un document intitulé *Experiences of Member States in Building a Regulatory Framework for the Oversight of New Nuclear Power Plants: Country Case Studies* (IAEA-TECDOC-1948) a été publié à ce sujet en mars 2021.

7. En outre, l'AIEA tient et met régulièrement à jour un registre contenant toutes les recommandations et suggestions faites lors des missions INIR précédentes. Les enseignements qui en ont été tirés sont de surcroît incorporés dans les versions révisées des publications qui traitent du développement de l'infrastructure nucléaire ainsi que dans les nouvelles publications y afférentes, en particulier celle intitulée *Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR): Ten Years of Lessons Learned* (IAEA-TECDOC-1947), parue en avril 2021.

8. Le Secrétariat a continué de mener des missions INIR, en anglais et dans une autre langue officielle de l'Organisation des Nations Unies, selon qu'il convenait, afin de faciliter l'échange d'informations le plus large. Les rapports d'auto-évaluation doivent certes être présentés en anglais, mais les documents justificatifs peuvent être fournis dans d'autres langues officielles de l'Organisation des Nations Unies. Le rapport principal de mission INIR est publié en anglais. L'approche par étapes étant de plus en plus prise en compte et utilisée, l'Agence a en outre fait traduire la publication y relative [collection Énergie nucléaire de l'AIEA n° NG-G-3.1 (Rev. 1)] en arabe, chinois, français et russe ; la version espagnole devrait paraître prochainement.

9. La viabilité à long terme du service INIR et la disponibilité d'un grand nombre d'experts sont assurées par la formation régulière d'experts externes et de membres du personnel des départements concernés (le dernier cycle en date s'est déroulé en novembre 2020). Le Secrétariat a continué de veiller à ce que le recours à des experts externes pour des missions INIR ne crée pas de conflit d'intérêt ni ne procure un avantage commercial.

10. La quinzième réunion technique annuelle sur les questions d'actualité relatives au développement des infrastructures électronucléaires, tenue en mode virtuel en mars 2021, a été suivie par plus d'une centaine de participants représentant 35 États Membres et par plusieurs organisations internationales. Cette réunion demeure la principale enceinte dans le cadre de laquelle les États Membres, tant primo-accédants qu'expérimentés, peuvent échanger de bonnes pratiques et des enseignements relatifs à l'établissement de l'infrastructure requise pour la sûreté et la réussite d'un programme électronucléaire et définir les priorités et l'ordre des étapes à respecter.

11. Afin de permettre à l'Agence de continuer à s'acquitter de son mandat en dépit des restrictions imposées à la suite de l'épidémie de COVID-19, une solution alternative a été trouvée pour que puissent avoir lieu les formations interrégionales consacrées à l'infrastructure nucléaire, qui visent à faire mieux connaître et comprendre l'approche par étapes. L'approche en deux temps qui a été retenue consiste à organiser dans un premier temps des exposés et tables rondes en ligne et à dispenser ensuite, lorsqu'il sera possible de le faire, une formation en présentiel sur laquelle viendront se greffer des présentations ciblées, des activités de groupe et des visites de sites. Grâce à cette solution alternative, quelque 128 participants originaires de 30 États Membres ont pu bénéficier d'une formation au cours de six cycles interrégionaux qui ont été menés partiellement de septembre à décembre 2020 et en mai 2021 (pour le volet en ligne). Dix-huit autres activités ont été reportées à 2021 et l'approche en deux temps a été étendue à sept autres activités. Toutes les activités en présentiel se dérouleront à compter du quatrième trimestre 2021, sous réserve que les restrictions de voyage soient levées.

## Rôle du gouvernement et des principales organisations dans l'élaboration de programmes électronucléaires



**1** Approche par étapes et principales organisations intervenant dans l'élaboration de programmes électronucléaires



**2** Responsabilités et fonctions d'un organisme d'application du programme d'énergie nucléaire



**3** Responsabilités et capacités des propriétaires et exploitants



**4** Expériences des États Membres en matière de mise en place d'un cadre réglementaire pour le contrôle de nouvelles centrales nucléaires

## Mener de nouveaux programmes nucléaires : réussites de pays primo-accédants



**1** Réussites de pays primo-accédants : Émirats arabes unis

12. Durant le confinement lié à la COVID-19, l'Agence a encouragé les États Membres primo-accédants à continuer de recourir au matériel de formation en ligne interactif, de manière à comprendre l'approche par étapes et divers aspects de l'infrastructure électronucléaire, à s'y sensibiliser, et à se préparer à la série de webinaires en cours concernant le rôle des gouvernements et des principales organisations dans l'élaboration de programmes électronucléaires. Quelque 432 participants originaires de 49 États Membres ont suivi les deux derniers webinaires de cette série en quatre volets, qui ont eu lieu en octobre 2020 et en février 2021. L'Agence a par ailleurs produit une nouvelle série de webinaires intitulée « Governing New Nuclear Programmes: Newcomer Success Stories » (Le pilotage de programmes électronucléaires : le pari réussi de pays primo-accédants) ; le premier webinaire sur les enseignements tirés de l'expérience des Émirats arabes unis, qui a réuni 529 participants originaires de 72 États Membres s'est déroulé en avril 2021.

13. Une réunion technique sur les différentes formes de contrats concernant les nouvelles centrales nucléaires a été organisée en mode virtuel en octobre 2020 ; elle a permis aux 51 participants originaires de 18 États Membres de passer en revue les approches et tendances actuelles en matière de contrats, de recueillir des informations sur les problèmes auxquels se sont heurtés les États Membres pour mettre en œuvre les formes de contrats et de régimes de propriété qu'ils ont choisis, et de présenter la structure d'un projet de publication révisée sur ces questions.

14. En outre, dans le cadre des formations interrégionales consacrées à l'infrastructure nucléaire, l'Agence a mis sur pied une formation en ligne en coopération avec Électricité de France en septembre/octobre 2020, au cours de laquelle 21 participants originaires de 15 États Membres ont pu se familiariser avec les aspects économiques et financiers à prendre en considération lors de la définition d'une position nationale concernant l'électronucléaire et voir les leçons qu'ont tirées des pays qui exploitent des centrales nucléaires. Un cours portant sur le financement d'une centrale nucléaire et la répartition des risques associés a été organisé en coopération avec le laboratoire national d'Argonne aux États-Unis en novembre 2020. Il a consisté en une formation sur le financement de centrales nucléaires de production d'électricité, dont l'objectif était d'éclairer les décideurs et les responsables en charge de l'élaboration et de la mise en œuvre d'un programme nucléaire dans les États Membres, ainsi

que ceux qui envisagent de se tourner vers l'électronucléaire et ceux qui se préparent à lancer des appels d'offres ou à négocier des contrats pour se doter d'une centrale nucléaire de production d'électricité. Vingt-six participants de 15 États Membres y ont pris part.

15. La préparation d'une publication à paraître dans la collection Documents techniques (TECDOC) de l'AIEA concernant des études de cas sur les systèmes de gestion, de même que la révision de trois publications dans la collection Énergie nucléaire de l'AIEA - *Managing Environmental Impact Assessment for Construction and Operation in New Nuclear Power Programmes* (NG-T-3.11), *Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power* [NG-G-3.1 (Rev. 1)] et *Preparation of a Feasibility Study for New Nuclear Power Projects* (NG-T-3.3) - ont démarré en 2021.

16. L'Agence a organisé en mode virtuel, en octobre 2020, la réunion technique sur les études de cas destinées à l'élaboration d'un rapport détaillé sur la phase 1 de l'approche par étapes de l'AIEA, qui a été suivie par 27 participants originaires de 17 États Membres ; en avril 2021, elle a mené à bien une réunion technique sur le renforcement de l'infrastructure des garanties à l'appui de l'introduction de l'électronucléaire, à laquelle ont pris part 76 personnes originaires de 29 États Membres. Les participants à ces réunions ont également évoqué l'élaboration en cours de documents portant sur ces mêmes sujets.

17. Lors de la dernière réunion technique en date consacrée à l'application de la méthode d'évaluation de l'examen intégré de l'infrastructure nucléaire pour les petits réacteurs modulaires, qui s'est tenue en ligne en octobre 2020, événement qui a donné lieu à 51 propositions émanant de 16 États Membres et auquel se sont connectées plus de 65 personnes au fil des séances étalées sur quatre jours, l'Agence a examiné et confirmé l'applicabilité de l'approche par étapes et des conditions énumérées dans la publication intitulée *Evaluation of the Status of National Nuclear Infrastructure Development* [IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.2 (Rev. 1)].

18. Les documents finaux et les documents d'orientation issus du Forum des responsables de la réglementation des PRM et d'autres activités de l'Agence seront pris en compte lors de la révision de la publication consacrée à l'approche par étapes et repris dans la méthode d'évaluation de l'INIR.

19. Dans le cadre du projet actuellement mené au titre de l'Initiative sur les utilisations pacifiques concernant l'aide à l'établissement de systèmes de gestion et à des programmes visant à instaurer une culture de sûreté nucléaire, l'Agence a continué d'aider les États Membres qui lancent un nouveau programme électronucléaire ou développent un programme existant à mettre au point des systèmes de gestion, en les amenant à mieux comprendre les responsabilités liées à ces systèmes et mieux les exercer afin de garantir la sûreté, la sécurité, l'efficacité et la viabilité, et à instaurer une culture organisationnelle appropriée dans les organismes clés en organisant des ateliers de renforcement des capacités à l'intention des hauts responsables. Deux missions d'experts ont été menées en mode virtuel pour des cadres supérieurs des propriétaires/exploitants au Ghana en octobre 2020, et en Pologne en juin 2021. D'autres examens qui devaient avoir lieu ont été reportés en raison de l'épidémie de COVID-19. L'AIEA a également pris part, à titre d'observateur, à la mission d'examen des systèmes intégrés de gestion de l'EÜAŞ, la société turque de production d'électricité, par l'Association mondiale des exploitants nucléaires.

20. La réunion technique sur les études de cas relatives à l'élaboration de systèmes de gestion dans les pays entreprenant de nouveaux programmes électronucléaires, qui a porté sur un projet de document technique éponyme en cours de préparation, s'est tenue en ligne en mai 2021 et a été suivie par 72 participants originaires de 19 États Membres. Elle a donné l'occasion aux États Membres primo-accédants et à ceux qui participent activement au projet mis en place dans le cadre de l'Initiative sur les utilisations pacifiques ou qui s'occupent de l'élaboration de la publication, de partager leurs expériences en matière d'établissement de processus de systèmes de gestion pour les organismes clés en charge d'un programme électronucléaire et de faire part des enseignements qu'ils en ont retenus.

21. L'Agence a mis à jour sa méthode d'évaluation des technologies des réacteurs en intégrant les enseignements tirés des sept années de son application dans les pays primo-accédants, et a étendu cette méthode aux technologies des réacteurs avancés, y compris les PRM, ainsi qu'à des applications non électriques ; une nouvelle publication relative à ladite méthode paraîtra au quatrième trimestre 2021 dans la collection Énergie nucléaire.

22. Le cours interrégional sur les spécifications des contrats relatifs à des centrales nucléaires et l'évaluation des technologies des réacteurs (1<sup>ère</sup> partie) a été dispensé en ligne en novembre 2020 et a été suivi par 18 participants originaires de 10 États Membres. Un autre cours interrégional sur les spécifications des contrats relatifs à des centrales nucléaires et l'évaluation des technologies des réacteurs (2<sup>ème</sup> partie) est prévu en octobre 2021.

# Réacteurs nucléaires de faible ou moyenne puissance ou petits réacteurs modulaires – mise au point et implantation

## A. Contexte

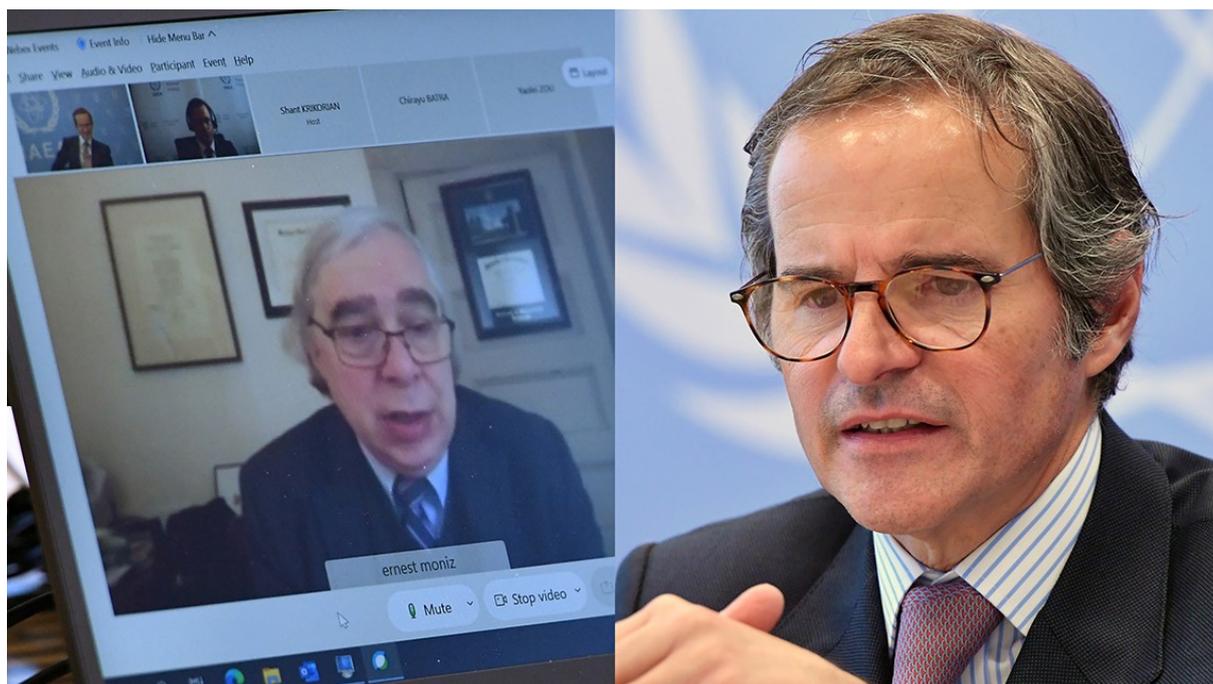
1. Dans la section B.8 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a encouragé le Secrétariat à poursuivre les consultations et à maintenir des contacts avec les États Membres intéressés, les organismes compétents du système des Nations Unies, les institutions financières, les organismes de développement régionaux et d'autres organisations appropriées pour la fourniture de conseils sur la mise au point et l'implantation de RFMP. Elle a aussi encouragé le Secrétariat à continuer de s'employer à définir des indicateurs de la performance en matière de sûreté, de l'exploitabilité, de la maintenabilité et de la constructibilité afin d'aider les pays à évaluer les technologies de RFMP avancées, et d'élaborer des orientations pour la mise en œuvre de ce type de technologie.

2. La Conférence générale a appelé le Secrétariat à continuer de promouvoir un échange international efficace d'informations sur les options disponibles, au plan international, en ce qui concerne les RFMP et a invité le Secrétariat et les États Membres qui sont en mesure de proposer des RFMP à promouvoir la coopération internationale dans la réalisation d'études sur les impacts sociaux et économiques de l'implantation de RFMP dans les pays en développement, leur intégration potentielle avec les énergies renouvelables et leurs applications non électriques.

3. Dans la section B.9 de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur la mise en œuvre de ladite résolution au Conseil des gouverneurs, selon qu'il conviendra, et à la Conférence générale à sa 65<sup>e</sup> session ordinaire.

## B. Progrès réalisés depuis la 64<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale

4. En septembre 2020, l'Agence a publié une nouvelle édition de la publication intitulée *Advances in Small Modular Reactor Technology Developments*. Ce nouvel ouvrage fait état des progrès réalisés dans la conception et la mise au point de la technologie des RFMP dans toutes les grandes filières technologiques de la catégorie des RFMP. Il couvre les réacteurs refroidis par eau terrestres et marins, les réacteurs à haute température refroidis par gaz, les réacteurs à spectre de neutrons rapides refroidis par métal lourd liquide, par sodium et par gaz, les réacteurs à sels fondus et la sous-catégorie des microréacteurs modulaires, récemment mis au point, dont la puissance électrique peut généralement atteindre 10 MWe. Pour la première fois, cette publication fournit des informations sur les cycles du combustible associés et la gestion des déchets radioactifs des modèles de RFMP sur lesquels elle porte.



*FIG. B.1. L'ancien Secrétaire à l'énergie des États-Unis, Ernest Moniz, et le Directeur général de l'AIEA, Rafael Mariano Grossi, ont discuté des possibilités et difficultés relatives aux microréacteurs lors d'un dialogue tenu en mode virtuel. (Source : AIEA)*

5. En avril 2021, l'Agence a tenu une réunion technique sur l'état, les caractéristiques de conception, les difficultés technologiques et les modèles de déploiement des microréacteurs, à laquelle ont participé 41 experts de 14 États Membres et de deux organisations internationales. La réunion a été suivie d'un dialogue de haut niveau lors duquel le Directeur général et M. Ernest Moniz, Co-président et directeur général de Nuclear Threat Initiative et directeur général de Energy Futures Initiative, ont examiné le rôle que pourraient jouer les microréacteurs, les difficultés et les possibilités associées, ainsi que la compatibilité et l'intégration des microréacteurs avec les autres sources d'énergie propre.

6. En avril 2021, l'Agence a lancé un nouveau projet portant sur les codes, les normes, l'ingénierie de conception, les tests et la fabrication des composants des RFMP.

7. En août 2020, l'Agence a tenu la troisième réunion de coordination de la recherche sur l'élaboration d'approches, de méthodes et de critères de définition de la base technique de la zone d'application du plan d'urgence pour le déploiement de petits réacteurs modulaires. Les participants ont conclu que les méthodes proposées par nombre de concepteurs, et parfois déjà acceptées par les organismes de réglementation des RFMP, pouvaient être très différentes des méthodes concernant les grandes centrales nucléaires, actuellement publiées par l'Agence. Un aspect différent est, par exemple, l'utilisation de probabilités de dépassement de seuil pour exclure de la méthode les événements très peu fréquents. D'autres utilisent le concept de risque pour déterminer un facteur de mérite afin d'établir la taille de la zone d'application du plan d'urgence. Il est généralement admis qu'une approche graduée peut-être appliquée aux RFMP.

8. Une réunion technique sur les prescriptions et les critères génériques d'utilisation des technologies de petits réacteurs modulaires pour un déploiement à court terme s'est tenue en mode virtuel en mai 2021. Cette activité est réalisée dans le cadre du projet intitulé « Déploiement et applications des petits réacteurs modulaires dans les pays primo-accédants », mené au titre de l'Initiative sur les utilisations pacifiques.

# Gestion des connaissances nucléaires

## A. Généralités

1. Dans la section C de la résolution GC(62)/RES/9, la Conférence générale a félicité le Directeur général et le Secrétariat pour leurs efforts interdépartementaux notables visant à traiter les questions de préservation et de renforcement des connaissances nucléaires, et les a encouragés à continuer de renforcer leurs efforts actuels et prévus dans ce domaine, dans le cadre d'une approche globale et interdépartementale, tout en consultant et en faisant participer les États Membres et d'autres organisations internationales compétentes, et à continuer de faire mieux connaître les efforts de gestion des connaissances nucléaires.
2. La Conférence générale a prié le Secrétariat de continuer à recueillir et à mettre à la disposition des États Membres des données, des informations et des connaissances nucléaires sur les utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire, notamment le Système international d'information nucléaire (INIS) et d'autres bases de données utiles, ainsi que la Bibliothèque de l'AIEA et le Réseau international de bibliothèques nucléaires. Elle l'a également engagé à continuer de mettre en particulier l'accent sur les activités visant à aider les États Membres intéressés à évaluer leurs besoins en ressources humaines et à trouver des moyens d'y répondre, notamment en encourageant la mise au point de nouveaux outils et en multipliant les possibilités d'acquérir une expérience pratique dans le cadre de programmes de bourses.
3. La Conférence générale a également invité le Secrétariat à poursuivre, en consultation avec les États Membres, l'élaboration et la diffusion d'orientations et de méthodologies pour la planification, la conception, la mise en œuvre et l'évaluation de programmes et de pratiques de gestion des connaissances nucléaires. Elle l'a également encouragé à continuer de faciliter l'établissement de réseaux efficaces de mise en valeur des ressources humaines et de gestion des connaissances dans les pays en développement, et, selon qu'il convient, en collaboration avec d'autres organismes du système des Nations Unies et avec l'appui de réseaux de ce type existants dans des pays développés.
4. La Conférence générale a prié le Directeur général de tenir compte du vif intérêt que les États Membres continuent de porter à l'ensemble des questions ayant trait à la gestion des connaissances nucléaires lors de l'élaboration et de la mise en œuvre du programme de l'Agence.
5. En outre, dans la section C de la résolution GC(64)/RES/12, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de la résolution GC(62)/RES/9 au Conseil des gouverneurs et à la Conférence générale lors de sa 65<sup>e</sup> session ordinaire (2021). La présente annexe a été établie en réponse à cette demande.

## B. Renforcement de la gestion des connaissances nucléaires

6. La réunion annuelle du Groupe de travail technique sur la gestion des connaissances nucléaires (TWG-NKM) s'est tenue en mode virtuel en mai 2021. Au total, 23 participants (dont 7 femmes) originaires de 14 États Membres et 4 observateurs indépendants y ont pris part. La réunion a permis de

passer en revue les activités déployées par l'Agence sur la période 2019-2021 et de formuler des conseils et orientations quant aux activités programmatiques futures. Trois des quatorze membres du TWG-NKM présents à cette réunion assistaient à ses travaux pour la première fois.

7. La Conférence internationale sur la gestion des connaissances nucléaires et la mise en valeur des ressources humaines : défis à relever et occasions à saisir a été reprogrammée à Moscou, du 13 au 16 juin 2022. Elle devait initialement se dérouler dans cette même ville en juin 2020 mais a dû être reportée en raison de la pandémie de COVID-19. L'objectif de l'événement est d'examiner l'évolution de la situation dans le monde concernant la mise en valeur des ressources humaines et la gestion des connaissances nucléaires, de se pencher sur les défis actuels et futurs et les occasions à saisir, et de donner aux participants des solutions pratiques pouvant être mises en œuvre aux niveaux organisationnel, national et international pour mettre en valeur et maintenir les ressources humaines nécessaires à l'appui de programmes électronucléaires sûrs et durables.

8. Dans le cadre des efforts axés sur l'encadrement dans le domaine nucléaire, sur les systèmes de gestion, ainsi que sur l'assurance et le contrôle de la qualité pour l'industrie nucléaire et l'ensemble du cycle de vie des installations et activités, l'Agence a facilité, à la demande des États Membres, la mise sur pied d'une Académie internationale de la gestion nucléaire (INMA) afin d'aider les diplômés des filières nucléaires à mieux se préparer aux fonctions d'encadrement et de gestion. Trois missions INMA ont pu être menées à bien en mode virtuel au cours de la période considérée, la première en juillet 2020 à l'Université de technologie et d'économie de Budapest, les deux autres en mars 2021 à l'Université Saint-Clément d'Ohrid à Sofia et à l'Université de Bohême de l'Ouest.

9. La première phase de la mise en place du pôle numérique dédié à la gestion des connaissances nucléaires a démarré en novembre 2020 sur la plateforme IAEA CONNECT. Cette plateforme permet d'accéder aisément aux informations les plus récentes relatives aux orientations et services proposés en la matière et de venir ainsi en aide tant aux États Membres qui exploitent des installations nucléaires qu'à ceux qui élaborent ou envisagent d'élaborer de nouveaux programmes nucléaires. Le pôle numérique rassemble des professionnels et experts du Secrétariat et des États Membres qui sont chargés de faciliter le partage des informations et le renforcement des capacités tout en offrant un point d'accès unique à des domaines et ressources clés en matière de gestion des connaissances nucléaires.

10. On retiendra par ailleurs la parution, au cours de la période considérée, de plusieurs publications : *Application of Plant Information Models to Manage Design Knowledge through the Nuclear Power Plant Life Cycle* (IAEA-TECDOC-1919), *International Nuclear Management Academy Master's Programmes in Nuclear Technology Management* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-6.12), *Mapping Organizational Competencies in Nuclear Organizations* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-6.14) et *Exploring Semantic Technologies and Their Application to Nuclear Knowledge Management* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-6.15).

11. Durant cette même période, l'Agence a organisé en ligne une réunion technique consacrée aux pratiques de mentorat et de coaching en matière de gestion des connaissances nucléaires [juin 2020, 16 participants (dont 9 femmes) de 11 États Membres et deux organisations internationales], une réunion technique consacrée à l'élaboration d'orientations relatives à une méthode de définition d'indicateurs clés de performance pour la gestion des connaissances dans les organismes nucléaires (septembre/octobre 2020, 28 participants en moyenne chaque jour), des activités de formation sur la gestion des connaissances nucléaires pour les réseaux de formation réunissant des réseaux éducatifs régionaux et nationaux [octobre 2020, 40 participants (dont 16 femmes) de 31 États Membres et quatre organisations internationales], un atelier de formation à l'utilisation de l'outil d'évaluation de la maturité de la gestion des connaissances de l'AIEA [novembre 2020, 25 participants (dont 9 femmes) de 22 États Membres], ainsi que la réunion technique annuelle de l'Académie internationale de la gestion nucléaire [novembre 2020, 34 participants (dont 7 femmes) de 19 États Membres], la réunion

annuelle des coordonnateurs et organisateurs des sessions de l'école de gestion de l'énergie nucléaire [décembre 2020, 18 participants (dont 5 femmes) de 9 États Membres et 1 organisation internationale], et une réunion technique sur la préparation des rapports nationaux concernant l'état et les tendances de l'enseignement du nucléaire [avril 2021, 40 participants (dont 11 femmes) de 34 États Membres].

## **C. Mise en œuvre de la gestion des connaissances nucléaires et renforcement des capacités**

12. En raison des restrictions de voyage liées à la pandémie de COVID-19, les écoles de gestion de l'énergie nucléaire et de gestion des connaissances nucléaires n'ont pu dispenser aucun cours en présentiel dans les États Membres. L'Agence a toutefois su s'adapter et a organisé, de septembre à décembre 2020, 25 webinaires consacrés à la gestion des connaissances nucléaires (NKM), qui ont été suivis par 1 679 participants originaires de 70 États Membres. Tous les webinaires ont été enregistrés et sont à la disposition des États Membres, qui pourront les visionner ultérieurement via la plateforme NKM. Ils ont été classés en cinq catégories : méthodologies et procédés NKM, exposés présentés dans les écoles NKM, visites d'aide à la gestion des connaissances, collaboration mondiale pour les réseaux œuvrant pour une formation nucléaire durable, et nouvelles publications susceptibles de contribuer aux programmes NKM dans les États Membres.

13. L'Agence a par ailleurs dû tenir en ligne les sessions annuelles des écoles conjointes CIPT-AIEA consacrées à la gestion des connaissances nucléaires et à la gestion de l'énergie nucléaire, eu égard aux restrictions de voyage. La seizième série de webinaires conjoints CIPT-AIEA de l'école de gestion des connaissances nucléaires a été dispensée en mai 2021 en coopération avec le Centre international Abdus Salam de physique théorique (CIPT) ; elle a attiré 157 participants originaires de 59 États Membres. La onzième série de webinaires conjoints CIPT-AIEA de l'école de gestion de l'énergie nucléaire a été dispensée en mai/juin 2021 en coopération avec le CIPT ; elle a attiré 249 participants originaires de 60 États Membres. Des exposés enregistrés pour chacun des modules ont été quotidiennement diffusés pour les deux séries de webinaires, et les participants ont eu accès, 24 heures durant, à un forum permettant de poser des questions. Des séances de discussion en direct ont en outre été organisées chaque jour, et une discussion de groupe a permis de débattre deux heures durant avec six intervenants le dernier jour.

14. En janvier/février 2021 s'est tenue l'école conjointe CIPT-AIEA sur la technologie des puces-systèmes faisant appel à des circuits intégrés programmables et ses applications dans le domaine des instruments nucléaires et connexes ; ces cours ont été suivis par 25 participants originaires de 20 États Membres. Les outils de conception et les plateformes matérielles ont été installés sur les ordinateurs du CIPT à Trieste (Italie) et sur ceux du laboratoire des sciences et de l'instrumentation nucléaires à Seibersdorf (Autriche). Les participants ont pu se connecter à distance aux ordinateurs de chacun de ces deux sites et effectuer individuellement des exercices de laboratoire en suivant des instructions écrites.

15. L'école conjointe CIPT-AIEA sur la science citoyenne appliquée à la surveillance nucléaire, à l'observation sismique et au contrôle de la qualité de l'air s'est déroulée en mars 2021. Cet événement, qui s'est déroulé en ligne, a principalement cherché à voir comment concilier les outils scientifiques à bas coût et leur utilisation/application professionnelle rigoureuse à des fins de surveillance nucléaire, d'observation sismique et de contrôle de la qualité de l'air ; il a été suivi par 92 participants (dont 30 femmes) de 46 États Membres.

16. Au cours de la période considérée, l'Agence a effectué, en mode virtuel, onze visites d'aide à la gestion des connaissances (KMAV). Elles ont consisté en un atelier KMAV de niveau 1 sur la gestion des connaissances pour le Viet Nam [septembre 2020, 15 participants (dont 6 femmes) de 3 États Membres et 3 organisations], un autre atelier de niveau 1 sur le même thème pour l'Ouzbékistan [octobre 2020, 15 participants (dont 3 femmes) et 9 organisations], une mission KMAV de niveau 2 pour la Hongrie [octobre 2020, 30 participants (dont neuf femmes) de quatre États Membres], un atelier KMAV de niveau 1 sur les pratiques en matière de gestion des connaissances nucléaires et de mise en valeur des ressources humaines pour le Chili [novembre 2020, 11 participants (dont 2 femmes)], un atelier KMAV de niveau 1 pour la Roumanie [décembre 2020, 16 participants (dont 4 femmes) et 4 organisations], un atelier KMAV de niveau 1 pour le Brésil [avril 2021, 20 participants (dont 10 femmes)] et un atelier KMAV pre-SALTO pour le Mexique [avril 2021, 11 participants (dont 4 femmes) et 2 organisations], un atelier KMAV de niveau 1 pour la Jordanie [mai 2021, 30 participants (dont 10 femmes) de 4 États Membres et 4 organisations], un atelier KMAV de niveau 1 pour l'Indonésie [juin 2021, 143 participants (dont 51 femmes) et 3 organismes nationaux], un atelier KMAV de niveau 1 pour le Soudan [juin 2021, 25 participants (dont 10 femmes) de 4 organismes nationaux et 4 organisations], et une mission KMAV de niveau 2 pour l'Arménie avec les autorités nucléaires arméniennes (juillet 2021).

17. Un atelier virtuel consacré aux réseaux nationaux de mise en valeur des ressources humaines et de développement des connaissances s'est déroulé en novembre 2020 ; il a attiré 17 participants originaires de 3 États Membres (l'Indonésie, le Japon et la Turquie). Il a été l'occasion pour des experts de l'Agence de présenter un aperçu des projets et études de cas portant sur la valorisation des ressources humaines et le développement des connaissances, et pour les participants indonésiens de donner des informations sur la situation actuelle en la matière dans leur pays. L'atelier a ouvert la voie à la mise en place concrète d'une mission d'experts qui devrait avoir lieu en 2021-2022.

18. L'Agence a organisé un atelier en ligne et effectué une mission d'appui en mode hybride sur la gestion des connaissances et les aspects des ressources humaines dans l'exploitation à long terme de la centrale de Koeberg, en Afrique du Sud, en juillet et septembre 2020 respectivement.

## **D. Application de la gestion des connaissances nucléaires au développement**

19. La mise en valeur des ressources humaines constitue une priorité dans la région Afrique, ce qui explique qu'en 2020, les activités de formation de personnel qualifié à des postes intermédiaires, notamment des ingénieurs et techniciens, se soient poursuivies dans le cadre de programmes universitaires de courte ou de longue durée visant à renforcer les capacités et à assurer la disponibilité de cette catégorie de personnel dans les États Membres africains. Dans le cadre du projet régional AFRA RAF0052 (Appui à la mise en valeur des ressources humaines dans les sciences et les technologies nucléaires), 36 doctorants de 28 États Membres (dont 13 comptent parmi les pays les moins avancés) ont bénéficié d'un soutien sous forme d'un programme mené en alternance grâce auquel ils ont pu mener leurs travaux de recherche dans des universités étrangères.

20. Il est essentiel pour les États Membres de la région Asie et Pacifique de constituer un socle de connaissances et d'assurer la collecte, la pérennisation, le partage, la préservation et l'exploitation du savoir-faire, notamment pour développer le savoir-faire et les compétences techniques nécessaires pour les programmes électronucléaires et l'application des autres technologies nucléaires. Tout au long de 2020, dans la région Asie et Pacifique, l'AIEA a continué de collaborer avec les États Membres dans

le cadre du programme de coopération technique pour pérenniser et préserver les connaissances nucléaires et la mémoire institutionnelle en mettant en place des plateformes innovantes pour l'échange de connaissances entre les États Membres, en promouvant la science nucléaire et en stimulant l'intérêt pour la science et la technologie nucléaires, notamment auprès des étudiants de deuxième et troisième cycle. Un webinaire sur l'avenir de l'énergie nucléaire a été élaboré en novembre 2020 dans le cadre du projet de CT SIN0003 consacré au renforcement des capacités relatives à la technologie électronucléaire et à la sûreté des centrales. Organisé par l'unité de recherche en sûreté nucléaire de Singapour et ciblé sur un public peu familiarisé avec l'énergie nucléaire, notamment des étudiants, des universitaires et des représentants de l'industrie et des administrations, il a été suivi par plus de 150 participants, auxquels il a cherché à exposer les possibilités offertes par l'électronucléaire pour ce qui est de répondre aux besoins énergétiques mondiaux, de lutter contre la menace du changement climatique et de réduire les émissions mondiales de carbone.

21. En Europe, les activités d'appui à la formation théorique et pratique de spécialistes de la science et de la technologie nucléaires à différents stades de leurs carrières se sont poursuivies. L'électronucléaire joue un rôle important dans la région, où onze États Membres exploitent déjà des centrales nucléaires et quatre sont considérés comme des primo-accédants. Par ailleurs, ceux qui n'exploitent pas de centrales nucléaires font appel aux applications nucléaires dans divers autres domaines. Le développement des connaissances nucléaires constitue une priorité en République tchèque, compte tenu de la croissance des besoins en personnel nucléaire. Dans le cadre du projet national CZR0009 (Renforcement des capacités des ressources humaines, des connaissances nucléaires, du maintien des compétences, de l'élargissement complémentaire des connaissances et des compétences dans des domaines pertinents pour l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire), des formations sont dispensées en vue d'assurer le fonctionnement sûr, durable et fiable des institutions et des services relevant du domaine nucléaire. En Roumanie, la construction d'un dépôt en surface est prévue dans la zone d'exclusion de la centrale nucléaire de Cernavodă ; la première phase des travaux de construction de ce dépôt qui devrait être homologué pour l'élimination des déchets est prévue vers 2026. En 2020, dans le cadre du projet ROM9038 (Renforcement des capacités de gestion sûre à long terme des déchets radioactifs et du combustible nucléaire usé), une mission a permis de se faire une idée du programme national de gestion des connaissances nucléaires, ainsi que de l'état de préparation et d'avancement des stratégies et processus de mise en valeur des ressources humaines pour la gestion des connaissances.



*FIG. D.1. Un groupe de stagiaires et jeunes spécialistes du secteur nucléaire à l'Institut brésilien de recherches énergétiques et nucléaires (IPEN). Le but de leur visite : examiner de plus près les services qu'ils contribuent régulièrement à offrir aux usagers dans leur pays et dans toute la région.  
(Photo : IPEN)*

22. Les activités visant à promouvoir la formation théorique et pratique des jeunes spécialistes dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires se poursuivent dans la région Amérique latine et Caraïbes. Dans le cadre du projet régional RLA0057 (Amélioration de la formation théorique et pratique, de la sensibilisation et de la gestion des connaissances dans le domaine nucléaire), le Réseau latino-américain pour l'enseignement en technologie nucléaire (LANENT) a élaboré un programme de formation multimédia appelé NUCLEANDO, qui fournit aux enseignants des écoles primaires et secondaires des outils et des ressources pédagogiques leur permettant d'intégrer les sciences nucléaires et isotopiques dans leurs programmes de formation de manière intéressante et innovante, et de présenter aux plus jeunes les bénéfices de l'application pacifique de la technologie nucléaire. NUCLEANDO a fait ses débuts sous la forme d'un cours pilote dispensé en juillet 2019 ; en 2020, il a été proposé à 150 enseignants chiliens, colombiens, mexicains et uruguayens, et a été dispensé à plus de 5 000 étudiants en un an. L'Agence a en outre collaboré avec le Laboratoire national d'Argonne à l'organisation d'une formation en ligne à la communication stratégique étalée sur six semaines et destinée au personnel d'installations nucléaires de la région Amérique latine et Caraïbes. Cette formation a été suivie par des responsables et directeurs d'installations nucléaires de 19 pays de la région, et a été organisée dans le cadre du projet régional RLA0069 [Promotion de la gestion stratégique et de l'innovation dans les organismes nucléaires nationaux au moyen de la coopération et de l'établissement de partenariats - Phase II (ARCAL CLXXII)]. Elle a permis à des organismes nucléaires nationaux de s'engager plus efficacement auprès des parties prenantes essentielles, en adressant des messages bien circonscrits qui informent les publics ciblés tout en tenant compte de leurs priorités.



*FIG. D.2. Près de 300 étudiants, jeunes spécialistes et représentants des autorités de 43 pays ont assisté à la onzième édition du Congrès international des jeunes dans le nucléaire ; 12 d'entre eux étaient parrainés par le programme de coopération technique. (Photo : IYNC)*

23. Toujours dans le cadre du projet RLA0069, l'Agence a lancé en novembre un cours de trois mois dont l'objectif était de renforcer les capacités de planification et de gestion stratégiques des futurs dirigeants d'organismes nucléaires nationaux. Parmi les sujets qui y ont été abordés figuraient l'analyse des parties prenantes, l'analyse des menaces, la planification et l'examen des activités, les opérations et la gestion des installations, la structure organisationnelle et la mise en valeur du personnel, les finances, le marketing et la gestion du changement. Les 21 personnes qui y ont participé ont reçu un certificat après avoir présenté des études de cas se rapportant à leurs domaines respectifs.



*FIG. D.3 Des enseignants des écoles primaires et secondaires testent quelques-uns des volets interactifs de NUCLEANDO lors d'une formation organisée par l'AIEA en Uruguay. (Photo : CNEA)*

24. Plusieurs activités ont été menées en ligne en 2020 dans le cadre du projet régional RAS0080 (Promotion de l'autonomie et de la durabilité des organismes nucléaires nationaux), notamment un cours régional intitulé « Étude de la faisabilité financière/économique des projets portant sur la technologie des rayonnements ». Une vingtaine de participants de dix pays ont ainsi reçu une formation pratique à l'utilisation du logiciel COMFAR (Modèle informatisé pour l'analyse et l'évaluation des études de faisabilité) de l'ONUDI et du logiciel de l'Agence proposant un « Modèle élargi d'analyse des rapports "entrées-sorties" pour l'évaluation de l'incidence des centrales nucléaires » utilisé pour évaluer les retombées macro-économiques des projets faisant appel à la technologie des rayonnements. Deux études de faisabilité expérimentales ont été mises au point dans le cadre du projet, l'une sur les irradiateurs gamma employés pour des applications industrielles et l'autre sur les accélérateurs servant à la production de radiopharmaceutiques. Une autre formation sous forme d'atelier régional a rassemblé 15 participants de 12 pays qui se sont penchés sur l'approche par étapes actuellement en cours d'élaboration aux fins de la conception et de la création d'installations d'irradiation.

## **E. Application de la gestion des connaissances nucléaires à la sûreté, à la sécurité et aux garanties**

25. L'Interface utilisateur en ligne sur la sûreté et la sécurité nucléaires permet aux utilisateurs de consulter facilement les publications de l'Agence consacrées à la sûreté et à la sécurité nucléaires, à savoir celles parues dans les collections Normes de sûreté et Sécurité nucléaire de l'AIEA. Elle facilite l'accès direct au contenu des publications et la navigation entre celles-ci. Elle comporte une fonctionnalité qui permet aux utilisateurs autorisés de fournir des informations en retour sur les publications.

26. Au cours de la période considérée, l'Agence a adapté le programme de formation de l'école internationale sur la sécurité nucléaire pour qu'il puisse être dispensé en ligne. Deux sessions de l'école internationale sur la sécurité nucléaire ont été organisées en ligne, la première en russe, en septembre 2020 et mai-juin 2021, la seconde en anglais, en avril 2021. L'école internationale conjointe sur la sécurité nucléaire CIPT-AIEA a par ailleurs fêté son dixième anniversaire. Depuis la première session de l'école conjointe, quelque 500 jeunes spécialistes du monde entier ont bénéficié de ces cours.

27. En décembre 2020, l'Agence a organisé, en mode virtuel, un atelier régional sur les politiques et les stratégies de renforcement des capacités en matière de sûreté nucléaire pour aider les États Membres arabes à mettre en place et à maintenir des programmes de renforcement des capacités en matière de sûreté nucléaire, notamment de formation théorique et pratique, de mise en valeur des ressources humaines, de gestion des connaissances et de partage des connaissances dans des réseaux.

28. Le Comité directeur de l'Agence sur la formation théorique et pratique dans les domaines de la sûreté radiologique et de la sûreté du transport des déchets s'est réuni en ligne en novembre-décembre 2020 pour donner à l'Agence des avis sur l'application de l'Approche stratégique de la formation théorique et pratique à la sûreté radiologique, la sûreté du transport et la sûreté des déchets 2011-2020 et sur l'avancement de l'élaboration de stratégies nationales dans ce domaine. En décembre 2020, le Comité directeur de l'Agence sur le renforcement des capacités et la gestion des connaissances réglementaires a lui aussi tenu une réunion en ligne pour mettre en commun des informations sur les activités en cours de l'Agence en matière de gestion, de développement et de renforcement des compétences réglementaires.

29. En 2020, l'Agence a lancé l'initiative globale de création de capacités de l'AIEA (COMPASS) pour les systèmes nationaux de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires (SNCC) et les autorités nationales ou régionales chargées de l'application des garanties (ANR). L'initiative COMPASS a pour but d'aider encore les États à renforcer et maintenir l'efficacité de leur autorité nationale ou régionale chargée de l'application des garanties et de leur SNCC.

30. Grâce à son Programme de stages dans le domaine des garanties pour jeunes diplômés et administrateurs auxiliaires, l'Agence permet à de jeunes stagiaires d'acquérir des connaissances et compétences techniques concernant l'application des garanties. En 2020, six stagiaires se sont inscrits à ce programme et l'ont suivi avec succès.

31. L'Agence a continué à étoffer son Portail des déclarations des États (SDP), un système en ligne qui permet d'échanger des informations, de manière rapide et sécurisée, entre l'AIEA et les ANR. Les ANR peuvent, via ce Portail, fournir à l'Agence un large éventail de documents et recevoir de l'Agence des informations en retour. Afin d'étoffer la mémoire institutionnelle, le SDP propose également un journal électronique reprenant l'historique des communications échangées entre l'Agence et les ANR.

## **F. Renforcement des réseaux liés à la formation théorique et pratique dans le domaine nucléaire**

32. L'Agence fournit un appui au Réseau AFRA pour l'enseignement supérieur dans les domaines de la science et de la technologie, dans le cadre du projet de coopération technique RAF0059. Les résultats de la première étude menée pour le Réseau AFRA ont été publiés en 2021. Cette étude a cherché à évaluer la situation actuelle et les besoins spécifiques pour ce qui concerne la mise à disposition de matériels et de plateformes d'apprentissage à distance ; elle s'est aussi employée à mieux comprendre comment cet apprentissage est vécu par celles et ceux auxquels il s'adresse et quelles sont leurs préférences en termes de sujets abordés, de fonctionnalités des plateformes et d'habitudes d'apprentissage.

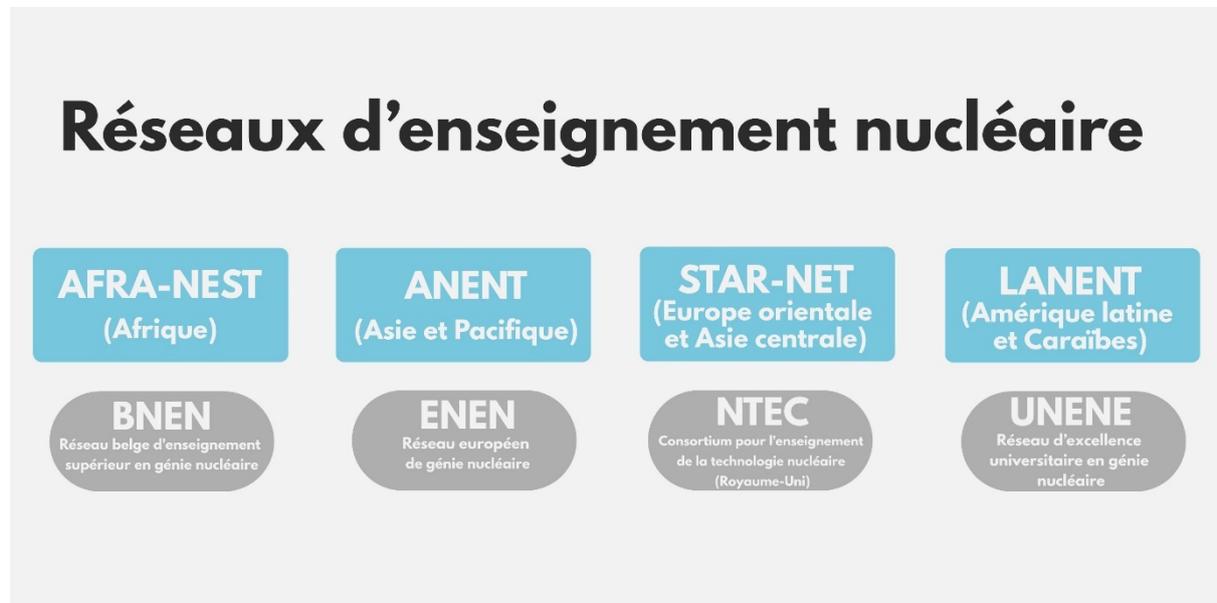
33. Des réunions de coopération ont par ailleurs régulièrement eu lieu, en mode virtuel, avec des réseaux régionaux tels que l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est et la Commission africaine de l'énergie nucléaire (AFCONE) ; l'Agence a en outre participé à deux webinaires de l'AFCONE intitulés respectivement *Safe and Secure Development of Nuclear Power Programs in Africa : Development of Clean Energy, Mitigation of Climate Change Impact and Set Up of Appropriate Regulatory Framework* (Développement sûr et sécurisé de programmes électronucléaires en Afrique : mise au point d'une énergie propre, atténuation du changement climatique et élaboration d'un cadre réglementaire approprié) (10 décembre 2020) et *Capacity Building for Safe and Secure Development in Africa of Peaceful Uses of Nuclear Energy, including Nuclear Power* (Renforcement des capacités pour le développement sûr et sécurisé en Afrique d'utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire, y compris l'électronucléaire) (31 mars 2021).

34. Le projet de coopération technique RAS0075 a permis de mettre sur pied un portail web intitulé « Travail en réseau pour des programmes de formation nucléaire théorique et pratique et de sensibilisation en science et technologie nucléaires dans le cadre de l'ANENT (Réseau asiatique d'enseignement en technologie nucléaire) », portail qui consiste en un système de gestion de l'apprentissage et en une bibliothèque de formation en ligne. Les ressources du portail sont utiles au renforcement des capacités et à la mise en valeur des ressources humaines dans la région Asie-Pacifique, notamment pour les pays en développement et les pays qui ont peu accès à des ressources pédagogiques de qualité en science et technologie nucléaires. Un webinaire consacré à l'ANENT et à ses plateformes axées sur l'apprentissage via l'Internet et le partage des connaissances s'est déroulé en avril 2021. L'ANENT a organisé chaque mois des téléconférences en vue de renforcer ses ressources pédagogiques et de faire en sorte qu'elles soient davantage utilisées.

35. L'Agence apporte son soutien au réseau LANENT dans le cadre du projet RLA0065 intitulé « Appui à la mise en œuvre de la gestion des connaissances dans les organisations traitant des questions nucléaires et renforcement de la formation dans le domaine du nucléaire ». Ce projet a contribué de façon essentielle à la préservation, à la promotion et au partage des connaissances nucléaires, ainsi qu'à la promotion du transfert de telles connaissances dans la région Amérique latine dans des domaines comme l'enseignement, la santé, l'industrie, l'agriculture, l'administration, l'environnement et l'industrie minière. Le LANENT vise également à faire connaître au public les avantages de la technologie nucléaire, afin de susciter l'intérêt des jeunes générations pour ce domaine. En octobre 2020, des représentants du LANENT et d'autres réseaux régionaux pour l'enseignement se sont réunis en mode virtuel pour mettre en commun de bonnes pratiques et renforcer la coopération interrégionale.

36. Un site web dédié au programme NUCLEANDO a été créé et divers événements y afférents se sont déroulés en mode virtuel en août 2020 au Chili, en novembre 2020 en Colombie et

en décembre 2020 au Mexique, dans le but d'attirer 250 000 jeunes étudiants vers la filière des sciences et technologies nucléaires d'ici 2021.



*FIG. F.1. L'AIEA encourage les partenariats entre les institutions du monde entier qui proposent une formation théorique et pratique dans le domaine nucléaire. Elle a apporté une aide directe à la constitution de réseaux régionaux de formation théorique en Afrique, en Asie, en Europe orientale et en Asie centrale, ainsi qu'en Amérique latine et dans les Caraïbes.*

37. Le 21 février 2021, l'accord de collaboration qui existait depuis 2013 entre les réseaux régionaux a été renouvelé et étendu aux accords nationaux. Les réseaux signataires de l'accord sont les suivants :

- Réseaux régionaux : AFRA-NEST, ANENT, LANENT, Réseau européen pour l'enseignement des sciences nucléaires et Réseau régional de formation théorique et pratique dans le domaine de la technologie nucléaire.
- Réseaux nationaux : Réseau belge d'enseignement supérieur en génie nucléaire (BNEN), Nuclear Technology Education Consortium (NTEC) et Réseau d'excellence universitaire en génie nucléaire (UNENE).

38. L'accord a pour objet de maintenir un cadre de collaboration entre les réseaux régionaux et nationaux qui s'intéressent à la formation théorique et pratique dans le domaine nucléaire, aux travaux de recherche y afférents et aux actions de sensibilisation en la matière. Les réseaux signataires entendent tirer parti de leurs forces et réussites respectives pour intensifier leurs efforts de collaboration axés sur des objectifs communs et des activités d'intérêt mutuel tournant autour de trois grands axes : la mise en valeur des ressources humaines, les outils de sensibilisation et de formation théorique, et la technologie.

39. La réunion annuelle du Réseau international de formation théorique à la sécurité nucléaire (INSEN), qui marquait ses dix ans d'existence, s'est déroulée en mode virtuel en juillet 2020. La réunion des responsables de l'INSEN s'est tenue en ligne en mars 2021 ; les participants y ont examiné les activités en cours du Réseau et les répercussions de la pandémie de COVID-19 sur la formation en matière de sécurité nucléaire. Par ailleurs, pendant la période considérée, le secrétariat de l'INSEN a réalisé une enquête afin d'évaluer l'incidence de la formation.

40. Le Réseau international de centres de formation et de soutien à la sécurité nucléaire (Réseau NSSC) facilite l'échange d'informations et de ressources pour promouvoir la coordination et la collaboration entre les États dotés d'un NSSC ou ceux intéressés à en mettre un en place. Un webinaire sur la publication intitulée *Establishing and Operating a National Nuclear Security Support Centre*, parue récemment, a été organisé en septembre 2020. La réunion annuelle du Réseau NSSC s'est tenue en ligne en avril 2021. L'Agence a continué de collaborer avec le Réseau NSSC pour mettre en œuvre un plan d'activités systématique et structuré en appui aux membres du réseau.

41. La plateforme IAEA CONNECT est un environnement en ligne convivial destiné à faciliter le partage d'informations et la création de capacités, et qui centralise des ressources essentielles dans divers domaines d'activité. Avec plus de 6 300 membres et une vingtaine de domaines d'activité, la plateforme est devenue le point de rencontre incontournable pour les professionnels et experts du Secrétariat et des États Membres. Outre les nouveaux sites de collaboration dont devraient profiter les réunions techniques et les groupes de travail techniques, un nouveau réseau externe a vu le jour aux termes d'un accord conjoint passé avec l'Université nucléaire mondiale.

42. En 2020-2021, cinq nouveaux réseaux sont venus s'ajouter à la plateforme IAEA CONNECT, dont la plateforme de gestion des connaissances nucléaires. IAEA CONNECT fait actuellement l'objet de mises à niveau de ses technologies sous-jacentes et d'un remaniement destiné à rendre la plateforme plus conviviale. Parmi les améliorations apportées ces dernières années à IAEA CONNECT figure notamment le lancement sur ses sites membres d'un nouveau wiki sur le nucléaire, qui contient des articles techniques élaborés et tenus à jour par le Secrétariat avec le concours d'experts internationaux. Les études de cas fournies par des membres du réseau et mises à leur disposition qui sont venues enrichir la plateforme permettent aux professionnels qui travaillent dans les États Membres de partager et d'échanger des informations pratiques sur des projets achevés ou en cours dans les domaines d'activité respectifs, afin de pouvoir donner des conseils techniques pratiques et d'indiquer les enseignements qui en ont été tirés. L'accès aux études de cas est pour l'instant réservé aux membres de la plateforme IAEA CONNECT, afin d'encourager l'échange d'informations entre les États Membres et les professionnels qui travaillent dans les domaines visés.

43. Composante fondamentale des approches stratégiques de l'Agence en matière de formation théorique et pratique, la Cyberplateforme d'apprentissage pour la formation théorique et pratique en réseau (CLP4NET) a connu une forte croissance durant la période considérée et est devenue le mécanisme de formation de référence pour l'apprentissage en ligne. Fin avril 2021, le nombre d'utilisateurs inscrits sur CLP4NET est passé à plus de 45 500 et le nombre de cours à 676 (alors qu'il était de 400 lors de la dernière période considérée). En plus des formations en ligne, l'Agence a également commencé à proposer des webinaires sur CLP4NET. Il en existe 30 à ce jour, et leur nombre devrait considérablement augmenter dans les années à venir. L'Agence met la dernière main à son nouveau cadre de gouvernance des programmes d'apprentissage à distance, destiné à améliorer la qualité de ces outils, à optimiser les ressources utilisées lors de l'élaboration des matériels et produits de formation en ligne et à mieux gérer leur cycle de vie. Un catalogue des ressources didactiques sera bientôt consultable sur le site web de l'Agence ; il devrait conférer à l'offre de formations en ligne disponibles aux États Membres davantage de visibilité et d'accessibilité.

44. Afin de veiller à ce que les États Membres aient en permanence accès aux connaissances de base sur les garanties, la plateforme CLP4NET qui a été mise à jour sert désormais de principal système de gestion de l'apprentissage pour l'ensemble des formations relatives aux garanties que l'Agence met à la disposition des États Membres. Durant la période considérée, l'Agence a conçu de nouveaux cours en ligne sur les garanties pour les États Membres, notamment un cours de base sur l'application des garanties intitulé « Basics of Safeguards », ainsi que plusieurs modules sur la comptabilité des matières nucléaires.

## G. Information nucléaire

45. Le Système international d'information nucléaire (INIS) continue d'être tenu à jour et développé en tant que base de données sur les applications pacifiques de l'énergie nucléaire. Il s'enrichit de plus de 100 000 notices de métadonnées de grande qualité chaque année, ce qui porte leur total à près de 4,5 millions. Les informations sont indexées et les États Membres peuvent librement les consulter par l'intermédiaire de la base de données INIS, à laquelle se connectent plus de 1,7 million de personnes par an. Des avancées notables ont été réalisées en termes de capacité technique, avec notamment une amélioration considérable de la fonction de recherche de la base de données INIS, ainsi qu'un recours accru à l'automatisation, qui fait appel à l'intelligence artificielle. Le thésaurus INIS, « système d'organisation des connaissances » qui contient plus de 31 000 descripteurs, a été enrichi de nouveaux termes pertinents, sur la base des apports des États Membres et du groupe consultatif sur le thésaurus INIS. L'INIS a lancé plusieurs projets spéciaux de préservation, consacrés à Tchernobyl, au laboratoire du Centre de recherche de Juliers, en Allemagne, qui s'occupe des matériaux résistants aux températures élevées, ainsi qu'au Groupe de contact d'experts pour les initiatives internationales relatives à l'héritage nucléaire en Fédération de Russie. Il a élargi ses activités de promotion, de formation et de renforcement des capacités en organisant une série continue de webinaires ciblés sur certains États Membres.



46. La Bibliothèque de l'AIEA a continué de donner accès aux informations nucléaires en permettant aux utilisateurs de consulter toutes les ressources d'information, tant sur papier (plus de 90 000 sources) qu'en format électronique (plus de 81 000 titres de revues électroniques et 68 bases de données). Elle a sélectionné plus de 13 500 nouveaux documents pertinents à ajouter à la collection. La Bibliothèque a organisé 21 sessions de formation en 2020, qui ont été suivies, en présentiel et en ligne, par 192 participants au total. Le nombre d'États membres du Réseau international de bibliothèques nucléaires (INLN) capables de communiquer directement et efficacement via le Forum du Réseau sur la plateforme NUCLEUS est passé de 42 à 62.



*FIG. G.1. Visite du Directeur général à la bibliothèque de l'AIEA à l'occasion de la Journée mondiale du livre et du droit d'auteur en 2021. (Source : AIEA)*

47. Depuis le rétablissement du mémorandum d'accord entre l'AIEA et l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (AEN/OCDE) concernant la fourniture des codes de calcul nucléaires et des bibliothèques de données nucléaires élaborées aux États Membres de l'AIEA qui y ont droit, 27 agents de liaison auprès de la Banque de données de l'AEN/OCDE ont été délégués auprès de 29 institutions de l'AIEA dans 14 États Membres de l'AIEA, et 20 demandes de code ont été reçues et traitées. Les pays qui ont directement tiré profit de la reprise de ce service sont l'Afrique du Sud, l'Autriche, le Bélarus, le Brésil, la Chine, la Croatie, l'Égypte, la Jordanie, le Qatar, l'Ukraine et le Yémen.





# IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

*L'atome pour la paix et le développement*

[www.iaea.org](http://www.iaea.org)

Agence internationale de l'énergie atomique

B.P. 100, Centre international de Vienne

1400 Vienne (Autriche)

Téléphone : (+43-1) 2600-0

Fax : (+43-1) 2600-7

Courriel : [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org)