



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

L'atome pour la paix et le développement

**Conseil des gouverneurs
Conférence générale**

GOV/2022/30-GC(66)/9

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/2022/30-GC(66)/9
26 août 2022

Distribution générale
Français
Original : anglais

Réservé à l'usage officiel

Point 17 de l'ordre du jour provisoire de la Conférence générale
(GC(66)/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(65)/RES/11, 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 trypanosomose de l'Union africaine (PATTEC-UA) (annexe 2)
 - Rénovation des laboratoires des applications nucléaires de l'Agence à Seibersdorf (annexe 3)
 - Mise au point 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 implication 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 visant à mettre au point des techniques électronucléaires innovantes (annexe 14)
 - Approches destinées à appuyer le développement de l'infrastructure électronucléaire (annexe 15)
 - Réacteurs nucléaires de faible ou moyenne puissance ou petits réacteurs modulaires – mise au point et implantation (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 2022* (GC(66)/INF/4), le *Rapport annuel de l'AIEA 2021* (GC(66)/4) – en particulier la section consacrée à la technologie nucléaire – et le *Rapport sur la coopération technique pour 2021* (GC(66)/INF/7).

Recommandation

- Il est recommandé que le Conseil des gouverneurs prenne note du présent rapport.

Généralités

Applications nucléaires non énergétiques

A. Contexte

1. Dans la section A.1 de la résolution GC(65)/RES/11, 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 soixante-sixième session ordinaire (2022), 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 réalisés depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

3. 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), l'Agence a continué à fournir une assistance aux États Membres pour combattre la COVID-19, sous forme de matériel et de formations.
4. L'Agence a répondu aux demandes d'assistance adressées par 129 pays et territoires pendant la pandémie de COVID-19. En plus de fournir du matériel, comme des instruments de PCR par transcription inverse, elle a continué de proposer des 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. Plus de 2 036 envois de matériel et de fournitures permettant la détection et le diagnostic de la COVID-19 ont été effectués à destination de 129 pays et territoires.

5. L'Agence a continué de valider les kits de dépistage de la COVID-19 les plus prometteurs afin de déterminer leur sensibilité et leur spécificité à mesure qu'ils sont arrivés sur le marché. À l'heure actuelle, 51 laboratoires membres du Réseau de laboratoires diagnostiques vétérinaires (VETLAB) prêtent main forte à leurs homologues chargés des diagnostics humains pour dépister la COVID-19.

6. En juillet 2022, l'Agence a organisé un colloque international sur la gestion des terres et de l'eau pour une agriculture intelligente face au climat en vue de renforcer les connaissances, les efforts de collaboration et les capacités des pays à faire face aux effets du changement climatique et à un environnement mondial qui évolue rapidement.

7. L'Agence a continué de soutenir les systèmes de sécurité sanitaire et de contrôle de la qualité des aliments essentiels pour assurer la protection du consommateur, faciliter le commerce entre les États Membres et renforcer la résilience aux crises touchant la chaîne d'approvisionnement alimentaire. Des méthodes rapides, applicables sur le terrain, ont été mises au point pour vérifier l'origine du riz et procéder à l'authentification de produits de base tels que le café, le jus d'orange biologique et les fraises afin de lutter contre la fraude alimentaire, ainsi que pour détecter les métaux lourds, les aflatoxines et les pesticides.

8. En outre, l'Agence a fourni un appui à plus de 205 institutions chargées de la sécurité sanitaire et du contrôle des aliments, ce qui a permis de renforcer plusieurs réseaux de laboratoires veillant à la sécurité sanitaire des aliments en Afrique, en Asie, dans le Pacifique, et en Amérique latine et dans les Caraïbes. Elle a également continué d'apporter son soutien à deux réseaux sur la sélection des plantes par mutation, l'un créé en 2019 dans la région Asie et Pacifique et l'autre officiellement mis en place en 2020 en Amérique latine.

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 2021, elle comptait 56 centres collaborateurs en activité (dont 40 dans des domaines liés à des applications nucléaires non énergétiques) dans 29 États Membres, soit trois centres de plus qu'à la fin 2020. En tout, elle gérât 1 728 contrats et accords de recherche conclus dans 114 États Membres, dans le cadre de 133 projets de recherche coordonnée (PRC), dont 105 concernaient des applications nucléaires non énergétiques.

10. En tant que membre du mécanisme ONU-Océans, du Groupe de la gestion de l'environnement des Nations Unies et du processus consultatif pour une planète sans pollution, l'Agence, par l'intermédiaire de ses Laboratoires de l'environnement marin, a facilité la coordination entre les organismes des Nations Unies et contribué ainsi aux travaux préparatoires d'un instrument international juridiquement contraignant visant à mettre fin à la pollution par le plastique, notamment dans l'environnement marin, conformément à une résolution adoptée par les pays à la cinquième session de l'Assemblée des Nations Unies pour l'environnement¹.

11. L'Agence a lancé NUTEC Plastics, une initiative visant à mettre la technologie nucléaire au service de la lutte contre la pollution par le plastique, pour aider les États Membres à intégrer les techniques nucléaires dans l'action qu'ils mènent pour faire face à cette pollution. En 2021, elle a organisé quatre tables rondes régionales auxquelles ont participé des ministres, des hauts fonctionnaires, des experts venant du monde industriel et du milieu universitaire d'Asie et du Pacifique, d'Afrique, d'Amérique du Nord, d'Amérique centrale, d'Amérique du Sud et des Caraïbes, d'Europe et d'Asie centrale, ainsi que des spécialistes d'organisations internationales, afin de discuter des efforts en cours, des solutions innovantes et des partenariats aux fins de la lutte contre la pollution par le plastique. Des mesures de suivi ont été prises dans les quatre régions à la suite des tables rondes. De plus, pour la

¹ UNEP/EA.5/L.23/Rev.1

première fois, l'initiative NUTEC Plastics a été mise en avant en juin 2022 à la Conférence des Nations Unies sur les océans, qui a rassemblé des experts internationaux, des ministres, des scientifiques et des dirigeants mondiaux désireux de lutter contre l'acidification, la désoxygénation et le réchauffement des océans.

12. Par l'intermédiaire de son Centre international de coordination sur l'acidification des océans (OA-ICC), l'Agence a continué à appuyer les États Membres et à offrir un accès à des publications et données sur l'acidification des océans (grâce à un portail de données sur la réponse biologique à ce problème), organisé des formations spécialisées et contribué aux sessions de la COP26 à ce sujet.

13. 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 et la Convention sur la protection de l'environnement marin de la zone de la mer Baltique, ainsi que des conventions internationales, comme la Convention de Minamata sur le mercure et la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, en fournissant des matériaux de référence certifiés de haute qualité en ce qui concerne la matrice grâce à des comparaisons interlaboratoires pour l'analyse des contaminants dans les matrices marines.

14. À l'occasion d'une série de webinaires organisés en 2021, des méthodes de recensement et de suivi des éléments en trace et des contaminants organiques dans l'environnement marin ont été présentées à des praticiens de laboratoire de pays méditerranéens, dans le cadre de la coopération menée entre l'Agence et le PNUE au titre du Programme coordonné de surveillance continue et de recherche en matière de pollution dans la Méditerranée.

15. L'Agence a organisé la 48^e session annuelle du Groupe mixte d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin (GESAMP), qui s'est tenue sous forme virtuelle en septembre 2021. Créé en 2021, le Groupe de travail 45 du GESAMP sur les incidences liées au changement climatique et aux gaz à effet de serre sur les contaminants présents dans l'océan est coparrainé par l'Agence (qui joue le rôle d'organisme chef de file), le PNUE, la Commission océanographique intergouvernementale, l'Organisation maritime internationale et l'Organisation météorologique mondiale (OMM).

16. Le réseau des laboratoires d'analyse pour la mesure de la radioactivité dans l'environnement (ALMERA), créé par l'Agence, s'est élargi et compte désormais 195 laboratoires dans 90 États Membres. Récemment, plus de 100 laboratoires du réseau ont participé au test de compétence annuel en vue d'attester leur compétence technique. Plus de 300 autres laboratoires ont quant à eux pris part à un test de compétence ouvert à l'échelle mondiale portant sur l'analyse des radionucléides de l'environnement.

17. L'Agence a poursuivi ses recherches sur les techniques d'analyse faisant appel à des radio-isotopes et à des isotopes stables pour renforcer les connaissances sur la provenance, la bioaccumulation et le transfert des contaminants, tels que les métaux lourds, les polluants organiques persistants, les microplastiques et les biotoxines, dans l'environnement marin et plus particulièrement dans les produits de la mer, afin de limiter les risques sanitaires liés à la consommation de produits de la mer contaminés.

18. Au cours de la période considérée, un matériau de référence a été établi pour le mercure afin de faciliter un suivi très précis de cet élément dans l'environnement marin. Une comparaison interlaboratoires mondiale sur les éléments en trace et le mercure dans le biote marin a été réalisée pour renforcer les capacités des laboratoires de surveillance à communiquer des données fiables.

19. 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. Les fonctionnalités du site web du MARIS ont été considérablement améliorées pour garantir une meilleure structure et faire en sorte que le site soit plus utile et plus facile à utiliser.

20. L'Agence a continué à renforcer ses relations avec l'OMM et le Bureau international des poids et mesures (BIPM) dans le domaine du changement climatique en coopérant avec ces organismes pour améliorer le suivi isotopique mondial du méthane et en testant les capacités des principales institutions à analyser les isotopes du dioxyde de carbone. De nouveaux outils d'étalonnage des isotopes stables conçus par l'Agence pour ces deux gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère ont été présentés pour la première fois lors d'un atelier sur l'action climatique organisé en septembre 2022 par l'OMM et le BIPM.

21. En mai 2022, après plusieurs années de travail, l'Agence a été accréditée pour produire des matériaux de référence certifiés pour les radionucléides de l'environnement. Cette avancée importante permettra d'améliorer l'appui aux laboratoires d'analyse du monde entier en renforçant la valeur des matériaux de référence certifiés ainsi produits.

22. L'Agence a continué à faciliter l'harmonisation, à l'échelle mondiale, de la dosimétrie en radiothérapie, à la fois par l'intermédiaire du service postal d'audit dosimétrique qu'elle assure en collaboration avec l'OMS et par le renforcement des capacités des États Membres dans les domaines de la dosimétrie et de la radiophysique médicale, en élaborant des codes de bonnes pratiques en dosimétrie et en les tenant à jour, en fournissant des lignes directrices, en organisant des formations et en créant des ressources pédagogiques pour aider les physiciens médicaux et favoriser la qualité et la sûreté dans le domaine de la médecine radiologique.

23. De nouveaux modules d'apprentissage en nutrition, en médecine nucléaire et en imagerie diagnostique, en radiothérapie et en physique médicale ont été mis au point pour le Campus de la santé humaine. En parallèle, de nouveaux tutoriels vidéo ont été publiés sur la radiothérapie et la physique médicale en radiologie diagnostique.

24. Dans le domaine de la nutrition, l'Agence a conclu des arrangements pratiques avec des institutions de premier plan, comme la British Nutrition Society, la Federation of African Nutrition Societies et la Federation of European Nutrition Societies. En outre, sa nouvelle base de données sur l'eau doublement marquée a été utilisée pour élaborer plusieurs publications sur les dépenses énergétiques, qui aident à mieux comprendre le métabolisme énergétique et la manière dont il convient de planifier des interventions pour prévenir et gérer l'obésité.

25. L'Agence a continué à diffuser des informations sur les avantages de la médecine nucléaire et de la radiothérapie dans le traitement du cancer par l'intermédiaire de réseaux, notamment avec l'aide d'entités des Nations Unies, comme l'OMS et le Programme commun des Nations Unies sur le VIH/sida, de l'Union internationale contre le cancer, du Centre international de recherche sur le cancer ainsi que d'autres partenaires de développement, des sociétés scientifiques et des groupes de défense des patients.

26. L'Agence a continué à appuyer le programme d'études avancées en physique médicale de niveau master, notamment en donnant son avis sur le contenu et sur la conformité du programme d'enseignement avec ses lignes directrices et en fournissant des bourses d'études au titre du programme de coopération technique.

27. L'Agence a poursuivi sa collaboration avec l'OMS en apportant un appui technique à l'initiative visant à éliminer le cancer du col de l'utérus, à l'initiative mondiale de lutte contre le cancer de l'enfant et à l'initiative mondiale contre le cancer du sein, à l'élaboration de projets de recherche coordonnée dans le domaine de la nutrition, pour comprendre le lien entre la nutrition en début de vie et la santé plus tard dans l'enfance, et à la coordination du réseau AIEA/OMS de laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie. En 2022, elle a élaboré des publications, rédigé des notes d'information technique et lancé des outils visant à faire de la lutte contre le cancer une priorité et à faciliter l'étude du cancer pour appuyer la mise en œuvre des initiatives contre le cancer menées dans les États Membres dans les domaines de la radiothérapie, de la radiologie et de l'imagerie médicale, ainsi que de la médecine nucléaire. L'Agence et l'OMS ont également élaboré des documents d'orientation spécifiques consacrés aux bonnes pratiques de fabrication des radiopharmaceutiques utilisés dans des essais cliniques – tant dans les phases préliminaires qu'avancées.

28. Grâce à son initiative Rayons d'espoir, lancée lors du Sommet de l'Union africaine en février 2022, l'Agence aide les États Membres à élargir l'accès à des services de médecine radiologique abordables, équitables, efficaces et durables dans le cadre d'un système de lutte globale contre le cancer. Elle a réalisé des évaluations techniques détaillées pour les pays qui ont sollicité son appui dans le cadre de Rayons d'espoir afin d'évaluer leurs besoins de manière intégrée et d'élaborer un plan d'action. De plus, l'Agence et l'OMS ont publié une déclaration conjointe concernant la réduction des inégalités d'accès au traitement du cancer grâce à l'initiative Rayons d'espoir dans le but d'intensifier la collaboration étroite qu'elles entretiennent de longue date afin d'atteindre leurs objectifs communs et d'accélérer les progrès vers la réalisation du Programme de développement durable à l'horizon 2030 de l'ONU.

29. Le Registre des centres de radiothérapie (DIRAC) reste la seule base de données qui contient des informations sur les appareils de radiothérapie utilisés dans le monde. Ses fonctionnalités ont été étendues pour favoriser une planification efficace de la radiothérapie à l'échelle nationale et une utilisation rationnelle des ressources existantes.

30. Au vu du rôle toujours plus important que joue l'intelligence artificielle, qui constitue un outil précieux pour le traitement de grandes quantités de données et la création de modèles prédictifs, l'Agence a organisé en octobre 2021 une réunion technique sur l'intelligence artificielle au service de la technologie et des applications nucléaires. Sur le plan des applications nucléaires, la réunion a permis de recenser des domaines d'action potentiels, concernant notamment l'élaboration de modèles prédictifs afin d'évaluer les conséquences du changement climatique, la facilitation du diagnostic et du traitement du cancer, la détection précoce des zoonoses et l'évaluation de leur incidence dans le cadre de l'Action intégrée contre les zoonoses (ZODIAC) de l'Agence et l'optimisation des pratiques agricoles intelligentes, ainsi que d'autres applications qui nécessitent le traitement de grandes quantités de données.

31. En 2021, l'Agence s'est jointe à l'Union internationale des télécommunications (UIT) pour organiser le sommet mondial « AI for Good » aux côtés de 37 autres organismes du système des Nations Unies et a contribué à l'élaboration du rapport intitulé « United Nations Activities on Artificial Intelligence (AI) 2021 », publié par l'UIT, dans lequel figurent les conclusions issues de la réunion technique.

32. L'Agence a été nommée membre du groupe consultatif d'experts externes du programme européen sur les isotopes médicaux intitulé « Production of High Purity Isotopes by Mass Separation for Medical Application » (Production d'isotopes de grande pureté par séparation des masses à des fins médicales). L'objectif est d'améliorer les bonnes pratiques concernant la manipulation de nouveaux radionucléides et leur production à des fins diagnostiques et thérapeutiques.

33. Pour renforcer ses activités dans le domaine des essais non destructifs (END), l'Agence a organisé deux réunions sur le recours à ces essais dans le cadre d'ouvrages de génie civil et sur la création d'un programme de formation aux applications de la radiographie relatives au patrimoine culturel. Les rapports établis à l'issue de ces réunions sont utilisés pour élaborer des cadres concernant ces techniques et aident les États Membres à les appliquer.

34. Un atelier et une réunion technique sur la préservation et la consolidation du patrimoine culturel ont été organisés en novembre 2021 à Grenoble (France) avec l'aide du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives pour examiner les derniers progrès en matière de préservation du patrimoine réalisés grâce à la technologie des rayonnements et pour définir des activités de recherche coordonnée. L'événement a rassemblé 114 participants du monde entier, en présentiel et en ligne.

35. En août 2022, l'Agence a organisé la deuxième Conférence internationale sur les applications de la science et de la technologie des rayonnements à son Siège, à Vienne. La conférence a réuni 550 participants de 82 États Membres, qui ont examiné les tendances actuelles et les avancées en matière de science et de technologie des rayonnements au fil de plus de 190 exposés et 350 présentations sur panneaux.

36. Dans le cadre de ses efforts visant à faire avancer les activités relatives à NUTEC Plastics, l'Agence a lancé un PRC sur le recyclage des déchets de polymères en matériaux structurels et non structurels à l'aide des rayonnements ionisants. La première réunion de coordination de la recherche s'est tenue à Vienne en avril 2022 et a réuni 18 États Membres du monde entier. Deux réunions au cours desquelles ont été présentés les progrès récemment accomplis en ce qui concerne la mise au point par radiotraitement de produits issus de polymères naturels ont également été organisées pour faciliter la création de produits biosourcés destinés à remplacer les produits à usage unique synthétisés à partir de pétrole.

37. L'Agence a continué à encourager le recours aux radio-isotopes thérapeutiques reconnus et fréquemment utilisés dans le monde, tels que le lutécium 177, en élaborant, comme suite à une réunion technique tenue en novembre 2021, à laquelle 22 experts de 15 États Membres avaient participé, un rapport complet sur la production de lutécium 177 et de produits radiopharmaceutiques au lutécium 177.

38. En ce qui concerne l'utilisation de la technologie des rayonnements et de la science nucléaire, l'Agence et l'Institut interrégional de recherche des Nations Unies sur la criminalité et la justice (UNICRI) ont signé un mémorandum d'accord sur le recours à la science et à la technologie nucléaires dans le cadre des enquêtes criminelles. L'Université de Paris-Saclay (France) a obtenu le label de centre collaborateur dans le cadre de l'initiative « L'atome pour le patrimoine ». Le Laboratoire iThemba de recherche scientifique sur accélérateur, en Afrique du Sud, a quant à lui obtenu le label de centre collaborateur pour la recherche scientifique et les applications fondées sur les accélérateurs.

39. L'Agence a élaboré deux documents techniques intitulés *Compact Accelerator Based Neutron Sources* (IAEA-TECDOC-1981) et *Development of Steady State Compact Fusion Neutron Sources* (IAEA-TECDOC-1998).

40. En mai 2022, l'Agence a organisé, à Vienne (Autriche), une conférence internationale sur les accélérateurs destinés à la recherche et au développement durable sur le thème « Bonnes pratiques pour un impact socio-économique ». Cette conférence – la première que l'Agence organisait à ce sujet – a permis de mettre en évidence la diversité des applications des accélérateurs et de revenir sur l'appui que l'AIEA offre aux pays qui souhaitent se doter et tirer parti de la technologie des accélérateurs. Pendant cinq jours, la manifestation a réuni, en présentiel et en ligne, près de 500 experts de 72 pays, y compris des scientifiques travaillant dans le domaine de la recherche et des applications fondées sur les accélérateurs, des exploitants et des utilisateurs, des entrepreneurs et des parties prenantes intervenant dans les applications de la technologie des accélérateurs ainsi que des décideurs et des responsables de la réglementation.

41. En novembre 2021, l'Agence a mis en service son générateur de neutrons deutérium-deutérium au sein de l'installation de neutronique de Seibersdorf (Autriche). Cette nouvelle infrastructure lui permettra de proposer des formations et diverses applications pratiques fondées sur les neutrons, telles que l'analyse par activation neutronique, la neutronographie/tomographie neutronique, le comptage des neutrons retardés et des expériences de détection des neutrons.

42. L'Agence a également mis en ligne un explorateur de données sur les réactions nucléaires, nouvel outil qui permet de représenter graphiquement des données issues de la base de données expérimentales sur les réactions nucléaires et du Fichier de données nucléaires évaluées.

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(65)/RES/11, la Conférence générale a reconnu que le nombre de mouches tsé-tsé et le problème de la trypanosomose qu'elles transmettent constituent l'un des principaux obstacles au développement socio-économique 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(65)/RES/11, 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 soixante-sixième session ordinaire (2022).

B. Progrès accomplis depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

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

4. L'Agence a continué à tenir 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. Elle a également poursuivi son étroite collaboration avec la PATTEC-UA en vue d'atteindre l'objectif consistant à 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'aide formulées par des États Membres souhaitant intégrer la TIS dans le cadre de la GIREZ au titre du projet régional RAF/5/080 intitulé « Appui à la lutte contre la mouche tsé-tsé et la trypanosomose à l'échelle d'une zone pour améliorer la productivité du bétail, phase IV » (2018-2021) et du nouveau projet régional RAF/5/087 intitulé « Amélioration des capacités régionales de mise en œuvre de la technique de l'insecte stérile appliquée à l'échelle d'une zone contre la mouche tsé-tsé et la trypanosomose » (2022-2025), en vue d'éliminer la trypanosomose transmise par la mouche tsé-tsé ou de lutter 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 a pris la forme de conseils techniques, d'achat d'équipement et de matériel, de cours et d'ateliers, de bourses et de visites scientifiques relevant de projets de coopération technique et de 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 d'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 technique de l'insecte stérile », 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, qui 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'Ouganda, à la République-Unie de Tanzanie, au Sénégal, au Tchad, à la Zambie et au Zimbabwe.

7. Les activités de recherche menées à l'IPCL sont restées axées sur l'amélioration de la qualité des mâles stériles au moyen de protocoles de stérilisation perfectionnés et d'une meilleure compréhension des effets des virus pathogènes et des bactéries symbiotiques sur la productivité et la performance des colonies de mouches tsé-tsé.

8. À l'heure actuelle, des protocoles de triage ciblés conçus pour les unités de l'outil de sexage des pupes de mouches tsé-tsé dans l'infrarouge proche sont utilisés dans deux insectariums qui produisent des pupes de mouches tsé-tsé pour la campagne de GIREZ menée dans la région des Niayes au Sénégal, au nord-est de Dakar. Des unités ont également été fournies au Burkina Faso et à l'Éthiopie.

9. 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

10. Dans le cadre du projet régional RAF/5/080, l'Agence a continué non seulement de dispenser des formations aux mesures d'appui à 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 en Angola, au Burkina Faso, au Cameroun, en Éthiopie, au Ghana, au Kenya, au Mali, au Nigeria, en Ouganda, en République démocratique du Congo, en République-Unie de Tanzanie, au Sénégal, au Tchad, 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 des irradiateurs hors d'usage. Toujours aux fins du renforcement des capacités, un cours régional a été dispensé pour faciliter les lâchers de mouches stériles par drone dans le cadre de projets pilotes de lutte contre la mouche tsé-tsé et la trypanosomose au Burkina Faso, en Éthiopie, en Ouganda, en République-Unie de Tanzanie, au Tchad et au Zimbabwe.

11. Dans le cadre de son programme de coopération technique, 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, grâce à une méthode de GIREZ comportant un volet TIS. La mouche tsé-tsé a été éradiquée dans 99 % de la zone cible et la transmission de la trypanosomose a cessé. Le Sénégal continue d'importer un bétail plus productif dans la région.

12. Au Tchad, les activités pré-opérationnelles se poursuivent dans la région du Mandoul, l'un des derniers foyers actifs de la maladie du sommeil dans le pays. Les activités de réduction des populations se sont poursuivies, aboutissant à une densité extrêmement basse de mouches tsé-tsé et au nombre le plus bas de cas de maladie du sommeil, dans ce foyer composé de régions pour lesquelles des données historiques de transmission de la maladie sont disponibles. Les possibilités d'élargissement de la colonie à des fins de production de mâles stériles sont actuellement à l'étude. Les activités de formation sur l'entretien des colonies de mouches tsé-tsé, le triage et la stérilisation des pupes, et le transport de pupes stériles sur de longues distances se sont poursuivies. À Doba (Tchad), un insectarium offrant une capacité de traitement de 10 000 pupes par semaine a été fourni avec du matériel afin d'élever des mouches tsé-tsé sur le terrain. 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.

13. La trypanosomose africaine qui touche le bétail continue à peser lourdement sur le développement d'une grande partie de l'Afrique subsaharienne, en particulier dans les zones rurales. 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.

14. 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 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^e 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^{er} 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, connue sous le nom de « 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(65)/RES/11, 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 soixante-sixième session ordinaire (2022).

B. Progrès réalisés depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

B.1. État d'avancement

6. Les plans de conception des trois 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. Un dossier d'appel d'offres a été établi pour la construction du nouveau bâtiment des laboratoires, la rénovation du Laboratoire de dosimétrie et la construction des fondations des nouvelles serres, et un appel d'offres ouvert a été lancé en novembre 2021. La procédure de passation de marché était encore en cours au début du troisième trimestre 2022, l'objectif étant de débiter les travaux à la fin de l'année 2022. En raison de leur conception et de leur fonction particulières, les serres (hors fondations) feront l'objet d'un contrat distinct. Celui-ci sera attribué dans le cadre d'un autre appel d'offres qui sera engagé à l'issue de la passation de marché en cours. Le calendrier de mise en œuvre du projet sera modifié en fonction de la date de début des travaux de construction.

B.2. Situation financière et mobilisation de ressources

B.2.1. Situation financière

7. 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 ciblé du projet combiné ReNuAL/ReNuAL+, 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 phase ReNuAL 2 du projet, qui comprendra la construction du nouveau bâtiment des laboratoires (FML-2), la construction de nouvelles serres, la rénovation du Laboratoire de dosimétrie et des travaux d'infrastructure supplémentaires.



FIG. B.1. Modélisation du principal élément du projet ReNuAL 2 (Source : AIEA)

8. 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 en septembre 2020. Sachant 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 fait appel aux États Membres pour réunir les 24,8 millions d'euros restants. À la date de la réunion du Conseil des gouverneurs tenue en juin 2022, 27 États Membres et une organisation internationale avaient annoncé des contributions extrabudgétaires pour la phase ReNuAL 2, d'un montant total d'environ 17,5 millions d'euros. Le Fonds pour les investissements majeurs apportera un financement supplémentaire à hauteur de 3,1 millions d'euros pour cette phase. Le montant réel des besoins de financement restants ne sera connu qu'à l'issue de la procédure de passation de marché en cours (pour la construction du nouveau bâtiment des laboratoires, la rénovation du Laboratoire de dosimétrie et la construction des fondations des serres) et des futures négociations en vue de l'attribution du contrat pour les nouvelles serres, et ce dans un contexte marqué par une escalade des prix.

B.2.2. Priorités de financement

9. Lors de la 64^e session ordinaire de la Conférence générale, un État Membre a annoncé une contribution à ReNuAL 2 qui était en partie destinée à la rénovation du Laboratoire de dosimétrie. Le budget estimé pour la construction du nouveau bâtiment des laboratoires a été comblé grâce aux promesses de contribution annoncées conjointement par huit États Membres lors de la réunion du Conseil des gouverneurs de mars 2022, et une manifestation parallèle a été organisée en marge de la réunion du Conseil des gouverneurs de juin pour célébrer cette réalisation. L'objectif est désormais de mobiliser, avant la fin du quatrième trimestre 2022, les fonds nécessaires pour le remplacement des serres. Le coût total de ces travaux avaient d'abord été estimé à 5 millions d'euros. Ce chiffre a toutefois été revu à la hausse et atteint aujourd'hui environ 6 millions d'euros, en raison de la flambée continue des prix sur les marchés de la construction et des matériaux.

B.2.3. Stratégie de mobilisation de ressources

10. 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 de ressources ciblés ont été mis au point pour souligner l'importance de l'achèvement dans les délais des travaux de 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.

11. Les visites des laboratoires restent indispensables pour mettre en lumière l'important travail de ces derniers et jouent un rôle essentiel dans la levée de fonds. Elles ont cependant été suspendues, avant de reprendre d'une manière bien plus limitée, pour autant que les circonstances le permettaient, pendant une grande partie de la période qui a suivi le début de la pandémie de COVID-19. En conséquence, le Secrétariat continue d'élaborer des ressources en ligne, notamment des visites virtuelles des laboratoires, et d'étendre l'accès à celles-ci. Des manifestations spéciales, organisées par le Secrétariat, notamment en marge de la Conférence générale en 2021 et des réunions du Conseil des gouverneurs de novembre 2021 et juin 2022, ont constitué un appui supplémentaire précieux aux efforts de mobilisation de ressources. Parmi les temps forts de ces manifestations figure l'inauguration d'un mur des donateurs, sur lequel ont été placées des « plaques nationales » pour mettre à l'honneur les nouveaux contributeurs à la phase ReNuAL 2. Le mur des donateurs sera installé de façon permanente dans le hall du nouveau bâtiment FML-2 dès que celui-ci sera achevé.



FIG. B.2. Une manifestation parallèle consacrée à ReNuAL2 a été organisée en marge de la réunion du Conseil des gouverneurs de juin au Siège de l'Agence, à Vienne (Autriche). 7 juin 2022 (Source : AIEA)

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

12. 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 27 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, ont 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

13. L'annonce concernant les besoins en matériel restant à satisfaire pour les laboratoires des applications nucléaires est toujours publiée sur le Portail mondial pour les fournisseurs des organismes des Nations Unies afin de susciter le plus possible l'intérêt du secteur privé pour les partenariats avec le Secrétariat.

C. Prochaines étapes

14. Au début du troisième trimestre 2022, la procédure de passation de marché se poursuivait pour la construction du nouveau bâtiment des laboratoires FML-2, la rénovation du Laboratoire de dosimétrie et la construction des fondations des futures serres. Une fois cette étape terminée, la construction de ces éléments débutera et un processus d'appel d'offres sera ensuite lancé pour les serres.

15. Les activités de mobilisation de ressources viseront essentiellement à lever, d'ici le quatrième trimestre 2022, les 6 millions d'euros qui, selon les prévisions actuelles, seront nécessaires pour financer et démarrer la construction des serres au premier semestre 2023.

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 restaient exposées au paludisme, transmis par les moustiques, et qu'en 2016 seulement, on avait dénombré, essentiellement en Afrique, quelque 216 millions de nouveaux cas de paludisme et 445 000 décès dus à cette maladie, ce qui en faisait un obstacle majeur à l'élimination de la pauvreté sur ce continent. Elle a également noté que le parasite du paludisme continuait de développer une résistance aux médicaments et que les moustiques devenaient de plus en plus résistants aux insecticides.

2. La Conférence générale a noté avec une grave préoccupation que, depuis quelques 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 infectait environ 400 millions de personnes par an et que plus de la moitié de la population mondiale risquait 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 indiqué, et qu'il fallait 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 coopération technique régionaux et de soutenir des projets de terrain de lutte contre les moustiques *Aedes* et *Anopheles* au moyen de projets de coopération technique 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 apportaient à la recherche-développement (R-D) 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.6 de la résolution GC(65)/RES/11, 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 au Conseil des gouverneurs et à elle-même à sa soixante-sixième session (2022).

B. Progrès réalisés depuis la 62^e 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.

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'*Aedes 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 est robuste. Une inversion chromosomique y a été induite par irradiation en vue d'en améliorer la stabilité génétique. Le marqueur de sélection des yeux rouges et l'inversion chromosomique induite par irradiation ont été introgressés dans différents génomes et ont conservé leur fonctionnalité, tant au point de vue des propriétés de sexage que de la stabilité génétique à long terme. On cherche actuellement à savoir s'il serait possible d'utiliser la spectroscopie proche infrarouge pour mettre au point un prototype de trieur qui permettrait de réaliser une séparation des sexes à grande échelle à l'aide du marqueur de sélection des yeux rouges. On procède également à des dépistages de mutagenèse et à des dépistages dans les populations sauvages et les souches de laboratoire d'*Aedes aegypti* pour chercher de nouvelles mutations qui pourraient être utilisées comme marqueurs de sélection pour le sexage génétique le plus tôt possible dans le développement.

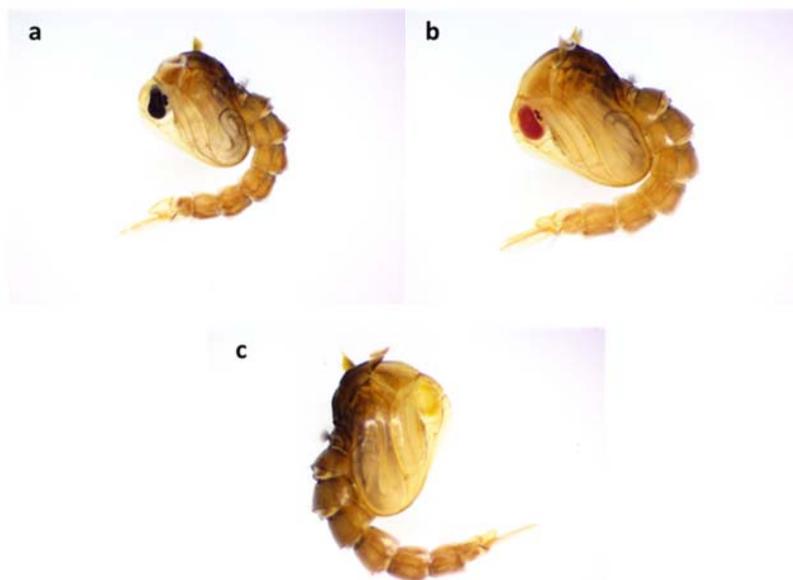


FIG. B.1. Pupes d'Aedes aegypti : a) mâle aux yeux noirs, b) femelle aux yeux rouges et c) femelle aux yeux blancs. (Source : AIEA)

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'*Aedes albopictus*, permettant une diminution notable des coûts ; un outil automatisé de triage des pupes a été évalué pour deux 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.

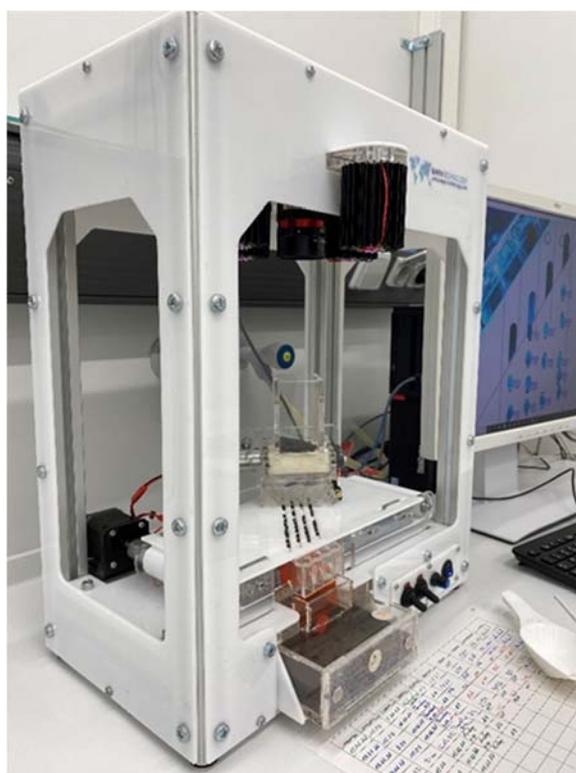


FIG. B.2. Outil de sexage des pupes dans l'infrarouge proche (NIRPSS) connecté à un ordinateur pendant le fonctionnement. (Source : AIEA)

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'*Anopheles arabiensis*, d'*Aedes albopictus* et d'*Aedes aegypti*. Elle a également examiné les principaux facteurs ayant une incidence sur la relation dose-effet 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. D'autre part, la possibilité d'irradier des moustiques adultes réfrigérés ou des moustiques anesthésiés dans de l'azote a été étudiée. L'irradiation à grande échelle de mâles adultes refroidis et compactés est une option intéressante pour les programmes de terrain. L'Agence a également commencé à collaborer avec le secteur privé pour la mise au point d'irradiateurs à rayons X adaptés à la stérilisation des moustiques, et un irradiateur de produits sanguins à rayons X disponible dans le commerce a été examiné et évalué afin de déterminer s'il pouvait être utilisé aux fins de la stérilisation des moustiques.

13. Un test rapide de contrôle de la qualité, conçu pour évaluer la capacité de vol d'*Aedes aegypti*, d'*Aedes albopictus* et d'*Anopheles arabiensis*, a été élaboré et transmis 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'*Aedes 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 *Aedes 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'*Aedes aegypti* au moyen de la TIS a permis de réduire la densité de population de plus de 90 %.

16. Le Centro Agricoltura Ambiente (CAA) en Italie et Moscamed au Brésil se sont vu accorder le statut de centre collaborateur de l'Agence en septembre 2017 et mars 2018, respectivement. Le renouvellement de ce statut a été approuvé pour le CAA en mai 2022 et il est à l'étude pour Moscamed. Les deux entités ont fait part d'importants progrès dans la mise au point de la TIS aux fins de la lutte contre *Aedes albopictus* en Italie et *Aedes 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 sur le terrain 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 PRC intitulé « Irradiation, stérilisation et contrôle de la qualité des moustiques » a été approuvé et a débuté en juillet 2020. Toujours en cours, ce projet vise à mettre au point des protocoles pour l'irradiation et la stérilisation des moustiques ainsi que pour le contrôle de leur qualité.

18. En réponse à la nécessité pour les États Membres de disposer de nouvelles méthodes de lâcher de moustiques mâles stériles, l'Agence a testé dans des zones urbaines en France et en Grèce, en collaboration avec le Conseil européen de la recherche, un système de drone léger destiné au lâcher de moustiques mâles stériles.



*FIG. B.3. Un drone lâche des moustiques mâles stériles (*Aedes aegypti*) sur l'île de la Réunion (France). (Source : AIEA)*

19. L'Agence a continué à apporter son soutien aux États Membres par l'intermédiaire de cinq projets régionaux de coopération technique couvrant la région Europe, la région Asie et Pacifique, et la région Amérique latine et Caraïbes. Elle a également fourni un appui dans le cadre d'un projet de coopération technique interrégional, qui constitue une plateforme stratégique essentielle pour l'échange de connaissances et d'expériences à l'échelle mondiale.

20. L'Agence a continué de fournir un appui aux États Membres dans le cadre de son programme de coopération technique en Afrique du Sud, au Bangladesh, au Brésil, à Chypre, à Cuba, en Équateur, à Maurice, au Mexique, aux Philippines, au Portugal, au Soudan, à Sri Lanka et en Türkiye. 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. Aux États-Unis, l'Agence a fourni des conseils techniques au Lee County Mosquito Control District pour l'aider à concevoir et à mettre en œuvre un essai pilote de réduction des populations d'*Aedes aegypti* par la TIS, fondé sur une stratégie de gestion intégrée des ravageurs à l'échelle d'une zone. Le projet est en cours, et les résultats obtenus jusqu'à présent sur l'île de Captiva laissent apparaître une réduction non négligeable de la population de moustiques sauvages au second semestre 2020, et une suppression complète en 2021.

21. L'Agence a lancé un plan d'approche progressive conditionnelle, grâce auquel les États Membres peuvent tester et appliquer la TIS pour lutter contre les vecteurs, l'objectif étant de progresser vers la mise en œuvre de 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. La prévalence du paludisme a été réduite depuis le début du XXI^e siècle. Le nombre de cas est désormais stable depuis cinq ans. 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 considérables ont été accomplis, notamment grâce au programme de coopération technique, 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 sexage 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. Contexte

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 façonneront le développement agricole à moyen terme comprennent 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. La Conférence générale 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, la Conférence générale 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.8 de la résolution GC(65)/RES/11, 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 au Conseil des gouverneurs et à elle-même à sa soixante-sixième session ordinaire.

B. Progrès réalisés depuis la 62^e session ordinaire de la Conférence générale

6. Le Centre mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture (« Centre mixte FAO/AIEA »), anciennement dénommé « Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture (« 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 FAO/AIEA 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 dans l'agriculture en vue de trouver des solutions mieux adaptées pour 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 la recherche portant 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 Colloque international sur la production et la santé animales durables, qui a été l'occasion de faire le point sur la situation actuelle et de tracer la voie à suivre, s'est déroulé du 28 juin au 2 juillet 2021. Il avait principalement pour objet de diffuser des informations et de mettre en commun des connaissances sur l'application de technologies nucléaires et liées au nucléaire, nouvelles et modernes, pour soutenir les systèmes de production animale durables et lutter contre les facteurs qui limitent la productivité animale et causent des maladies animales. Le Colloque a été ouvert par le Directeur général de l'AIEA, le Directeur général de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et la Directrice générale de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) et a été suivi par près de 3 000 participants du monde entier, en présentiel ou en ligne.



FIG. B.1. La mise en commun de connaissances sur l'application de technologies nucléaires et liées au nucléaire, nouvelles et modernes, pour soutenir les systèmes de production animale durables était l'un des principaux objectifs du Colloque international sur la production et la santé animales durables, qui s'est tenu en juillet 2021. (Source : AIEA)

9. L'établissement et l'amélioration des réseaux de laboratoires avec la participation de multiples parties prenantes sont restés une priorité, en particulier en vue de renforcer l'appui au diagnostic, à la maîtrise et à l'éradication en temps voulu des maladies animales et des zoonoses transfrontières [par exemple, le Réseau de laboratoires diagnostiques vétérinaires (VETLAB) et le réseau de laboratoires nationaux ZODIAC], 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).

10. L'Agence a continué d'appuyer le renforcement des capacités, les interventions dans les situations d'urgence et la coopération Sud-Sud par l'intermédiaire du VETLAB, un réseau scientifique et technique de laboratoires vétérinaires nationaux réunissant 46 pays d'Afrique et 19 pays d'Asie.

11. Les capacités ont été renforcées de sorte à pouvoir réagir rapidement en cas d'épidémies de peste porcine africaine (PPA), de grippe équine ou aviaire, de fièvre hémorragique à virus Ebola et de fièvre de la vallée du Rift.



FIG. B.2. La peste porcine africaine fait planer une menace sur l'Asie, l'Europe et les Amériques. (Source : AIEA)

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

13. Depuis 2019, plusieurs pays asiatiques ont vu apparaître le virus de la dermatose nodulaire contagieuse qui, au cours de l'été 2020, s'est rapidement propagé au Bangladesh, au Bhoutan, en Indonésie, au Myanmar, au Népal, à Sri Lanka, en Thaïlande et au Viet Nam. L'Agence, par le truchement du réseau VETLAB, a apporté son aide à ces pays en leur fournissant du matériel de laboratoire et un appui à la caractérisation moléculaire des isolats locaux du virus, et en procédant au séquençage du génome entier ou de multiples gènes cibles pour le Bangladesh et le Viet Nam.



FIG. B.3. Une stagiaire travaillant dans un des laboratoires de Seibersdorf dans le cadre du programme de création de capacités du réseau VETLAB. (Source : AIEA)

14. En 2020, le Sénégal a détecté et signalé pour la première fois la présence du virus responsable de la maladie hémorragique du lapin (RHDV2), qui a très vite touché le Burkina Faso et le Nigeria, décimant les populations de lapins domestiques. L'Agence, par l'intermédiaire du réseau VETLAB, a aidé les laboratoires d'Afrique de l'Ouest à faire face à ces épidémies.

15. Durant certaines périodes, des taux de mortalité élevés ou l'apparition de maladies graves peuvent être constatés chez les animaux sauvages et les animaux domestiques, sans raison apparente. Des oiseaux sauvages (tels que les colombidés) au Burkina Faso et les camélidés en Éthiopie et au Kenya en ont notamment été victimes. L'Agence, avec le concours du réseau VETLAB, contribue aux travaux de recherche menés par les laboratoires en vue de déterminer la présence éventuelle d'agents infectieux, connus ou non, et de tirer au clair les raisons de ces hausses épisodiques de la mortalité.

16. De nouveaux prototypes de vaccins irradiés ont été testés afin d'évaluer leur efficacité contre les maladies animales. Des expériences ont été réalisées en collaboration avec l'Université de médecine vétérinaire de Vienne, l'Agence autrichienne pour la santé et la sécurité sanitaire des aliments (AGES) et l'Institut zooprophyllactique expérimental de Venise. Plusieurs expériences menées à Seibersdorf et dans 11 États Membres démontrent la validité du recours à l'irradiation aux fins de la production d'antigènes vaccinaux d'origine bactérienne ou virale. Un appui technique a été apporté à l'Université de Peradeniya (Sri Lanka) pour qu'elle puisse s'équiper d'un laboratoire de cytométrie en flux, une installation indispensable pour évaluer les réactions aux vaccins.

17. Une plateforme de séquençage du génome complet faisant appel à la technologie MinION de l'entreprise *Oxford Nanopore Technologies* a été déployée, avec le concours du programme de CT, dans sept laboratoires vétérinaires africains situés en Éthiopie, au Maroc, en Namibie, au Niger, 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.

18. En 2020, l'Agence, en collaboration avec l'Université de médecine vétérinaire de Vienne et l'*International Camel Consortium for Genetic Improvement and Conservation*, a mis au point une puce à ADN pour plusieurs espèces de camélidés, qui doit servir à la sélection et à 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 en 2022.

19. L'Agence a fourni un appui technique à six pays, à savoir l'Argentine, le Bangladesh, le Pérou, la Serbie, Sri Lanka et l'Uruguay, pour les aider à procéder à une évaluation génomique de leurs cheptels locaux. Des puces à ADN destinées à la sélection des bovins et dotées de 60 000 marqueurs ont été utilisées pour déterminer le génotype de plus de 3 500 bovins dans ces pays. La technique de criblage par puces à ADN a nettement amélioré la capacité des programmes nationaux de sélection des bovins de ces pays à repérer les animaux dotés d'un potentiel génétique élevé en vue d'accroître la productivité laitière du bétail.

20. L'Agence a aidé les États Membres à améliorer l'utilisation des ressources alimentaires locales aux fins d'une production animale durable. Des efforts ont continué d'être déployés dans 15 pays (Afrique du Sud, Argentine, Bénin, Brésil, Burkina Faso, Burundi, Chili, Chine, Égypte, Érythrée, Éthiopie, Inde, Indonésie, Pakistan et Sénégal) afin d'évaluer et de mettre en œuvre des stratégies de nutrition et d'alimentation animales permettant d'améliorer l'efficacité alimentaire des animaux et de réduire l'intensité des émissions de gaz à effet de serre dues à la production animale.

21. L'Agence a poursuivi ses activités visant à améliorer les capacités des laboratoires des États Membres à exploiter des technologies avancées faisant appel à l'ADN aux fins de la gestion efficiente des ressources génétiques animales disponibles à l'échelle locale. Dans le cadre de projets de CT, des laboratoires de génétique animale ont été mis sur pied ou renforcés dans 17 pays (Afrique du Sud, Burkina Faso, Cambodge, Cameroun, Côte d'Ivoire, Érythrée, Indonésie, Kenya, Mongolie, Nigeria, Paraguay, République dominicaine, République-Unie de Tanzanie, Sénégal, Sri Lanka, Togo et Zimbabwe), afin que ces derniers soient mieux à même d'appliquer les biotechnologies modernes aux fins de la sélection et de l'amélioration génétique des animaux. Des PRC ont été menés dans dix pays (Afrique du Sud, Argentine, Bangladesh, Burkina Faso, Chine, Inde, Kenya, Pakistan, Pérou et Sri Lanka) en vue d'appuyer la recherche d'applications pratiques exploitant les informations nucléaires et les informations génomiques associées afin d'améliorer l'efficacité des programmes nationaux de sélection animale.

22. Dans le cadre du programme de recherche coordonnée de l'Agence, des essais sur le terrain ont été menés dans dix États Membres, en Afrique, en Asie et en Amérique latine, en vue de mesurer la prise alimentaire et d'optimiser le régime alimentaire des ruminants élevés sur des pâturages hétérogènes à l'aide d'isotopes stables de composés spécifiques.

23. Une publication de l'Agence intitulée *Strategies and Practices in the Remediation of Radioactive Contamination in Agriculture* est parue en février 2020. Un ouvrage intitulé *Nuclear and Radiological Emergencies in Animal Production Systems, Preparedness, Response and Recovery* a en outre été publié en 2021. Il traite de questions importantes relatives à la préparation et à la conduite des interventions ainsi qu'au relèvement, avant, durant et après des situations d'urgence nucléaire ou radiologique touchant des systèmes de production animale.

24. Le RALACA s'est étendu et regroupe maintenant 57 institutions de 21 pays. Il coordonne également des ateliers ainsi que des essais et des formations interlaboratoires. L'AFoSaN, qui a continué de s'agrandir, compte désormais 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, qui réunit 46 organismes de 29 pays, 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'homologation des laboratoires.

25. Composé de 13 États Membres signataires qui l'ont officiellement institué en juillet 2019 lors de son premier atelier, le réseau MBN de la région Asie et Pacifique continue de mener ses activités en tant que réseau pilote dans cette région. La région Amérique latine se montre très intéressée par l'élargissement de ce réseau à l'échelle mondiale. Les principales missions du réseau MBN, 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 fonctionnelle, 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.

26. L'Agence a répondu à la demande d'assistance portant sur la lutte contre la souche TR4 (race tropicale 4) du champignon à l'origine de la fusariose du bananier dans la région des Andes en organisant une mission d'experts au Pérou, qui a rassemblé des chercheurs de la région et a permis de créer de toute urgence les capacités nécessaires à la détection et à la surveillance de la maladie ainsi qu'à la sélection des plantes. La première réunion tenue dans le cadre du nouveau projet de CT interrégional sur la détection et la gestion intégrée de la TR4 et la résistance génétique à ce champignon, auquel participent 12 États Membres de la région Amérique latine, a eu lieu en Équateur en février 2022. L'Agence a également organisé un colloque de recherche mondial de deux jours sur la fusariose du bananier causée par la TR4, à Quito, qui a permis à des chercheurs du monde entier spécialistes de cette question et à d'autres parties prenantes de discuter des activités qu'ils mènent pour lutter contre cette maladie.

27. Un PRC récemment achevé 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 repéré des mutants putatifs qui pourraient être résistants ou tolérants à la maladie causée par la TR4.



FIG. B.4. Un cours sur la culture tissulaire de bananes, la mutagenèse et le criblage aux fins de la sélection des bananes résistantes à la fusariose du bananier (TR4) organisé dans les laboratoires mixtes FAO/AIEA, à Seibersdorf, en février 2022. (Source : AIEA)

28. En 2021, l'Agence, par l'intermédiaire du Centre mixte FAO/AIEA, a organisé une cérémonie de remise de prix pour mettre en valeur des résultats importants obtenus dans le domaine de la sélection des plantes par mutation et des biotechnologies associées. Lors de cette manifestation, qui s'est déroulée en marge de la 65^e session ordinaire de la Conférence générale de l'Agence, 28 prix ont été décernés à des personnes, à des groupes ou à des organismes, dont 11 prix de performance exemplaire, 10 prix des femmes expertes en sélection des plantes par mutation, et sept prix du jeune scientifique.

29. L'Agence a signé un accord avec l'Université nationale d'agronomie La Molina (Pérou), en vertu duquel celle-ci a été reconnue comme un nouveau centre collaborateur pour la sélection des plantes par mutation et les biotechnologies associées. Cet accord d'une durée de quatre ans a été conclu à une manifestation qui s'est tenue en marge de la 65^e session ordinaire de la Conférence générale. Immédiatement après la signature, le centre collaborateur a organisé une mission régionale d'experts portant sur la fusariose du bananier, qui a permis à des experts de quatre pays d'échanger sur cette question.

30. En étroite collaboration avec la FAO, l'Agence a établi des lignes directrices sur l'utilisation des techniques nucléaires et 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.

31. La recherche appliquée et la création de capacités en matière de méthodes d'authentification des aliments et de détection des adjuvants 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, les truffes en Slovénie, 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 Slovénie.

32. Grâce à l'appui de l'Agence, plusieurs laboratoires chargés de contrôler la sécurité sanitaire des aliments dans les États Membres, en Afrique du Sud, au Botswana, en Mongolie, en Namibie, au Nigeria, en Ouganda et au Pakistan, ont obtenu la certification ISO 17025:2017, ce qui confère une plus grande fiabilité aux analyses et aux contrôles portant sur les résidus chimiques et les contaminants connexes dans les aliments.

33. Les techniques nucléaires et isotopiques mises au point dans le cadre de PRC ont été appliquées dans des programmes nationaux visant à surveiller et à contrôler la présence de résidus et de contaminants multiples ou mixtes dans plus de cinq denrées alimentaires, et ce dans dix États Membres. À titre d'exemple, la méthode d'analyse des multirésidus aux fins de la 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 résoudre le problème que posaient les refus qui frappaient les exportations de ce produit. Des tests de dépistage de résidus de pesticides et de médicaments vétérinaires, y compris d'antimicrobiens, faisant appel à des radiorécepteurs ont été mis en place au Burundi, en Côte d'Ivoire, en Géorgie, au Lesotho et au Myanmar.

34. L'Agence a poursuivi ses travaux en matière de résistance aux antimicrobiens : elle a ainsi mis au point une méthode d'analyse isotopique des multirésidus permettant de quantifier et de 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 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 apporte ainsi une contribution essentielle à la lutte engagée à l'échelle mondiale contre la résistance aux antimicrobiens. L'Agence a également soutenu les efforts déployés par plus de 30 États Membres dans le domaine de l'analyse et du contrôle des résidus antimicrobiens, qui constitue un élément central de la résistance aux antimicrobiens. En 2021, elle a lancé un PRC intitulé « Techniques isotopiques susceptibles de déterminer l'évolution des antimicrobiens et ses implications pour la résistance antimicrobienne dans les systèmes agricoles », qui vise à appliquer une combinaison de méthodes isotopiques et de techniques d'analyse biologique ou de méthodes moléculaires à différents systèmes agricoles afin de déterminer comment se comportent et ce que deviennent les antimicrobiens et d'en évaluer les implications pour la résistance antimicrobienne.

35. 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 sécurité sanitaire des aliments, en participant activement aux travaux des comités du Codex portant sur les résidus de médicaments vétérinaires, les résidus de pesticides et les contaminants dans les aliments, ainsi que sur les méthodes d'analyse et d'échantillonnage. La création de capacités et le transfert de technologies permettent à de nombreux États Membres de mettre en œuvre les normes, les directives et les codes d'usages du Codex.



*FIG. B.5. Préparation d'échantillons aux fins de l'analyse de fraises biologiques.
(Source : AIEA)*

36. 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 sécurité sanitaire des aliments et la santé environnementale en Érythrée et en Gambie, ainsi qu'à l'établissement d'un plan 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), qui est mis à l'essai à Singapour et en Thaïlande. 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), deux centres régionaux désignés ont été habilités en Algérie et au Nigeria dans les domaines de l'éducation en matière de sécurité sanitaire des aliments et des services d'analyse, l'objectif étant d'œuvrer à l'amélioration de la santé publique en Afrique et des échanges commerciaux régionaux et internationaux de produits alimentaires grâce à la mise en réseau de laboratoires.

37. Un PRC consacré à l'élaboration de techniques de radio-analyse aux fins du contrôle des résidus chimiques dans l'aquaculture a été achevé en 2021. Des établissements de 16 pays ont participé à ce projet, qui a débouché sur la mise au point de 36 méthodes d'analyse et sur la rédaction de 19 documents ou rapports scientifiques. Les méthodes ont été utilisées dans le cadre de programmes nationaux de contrôle des résidus dans au moins huit pays. Ce projet de recherche a permis de financer 17 bourses pour des étudiants de cycles universitaires supérieurs et a contribué au renforcement des compétences des laboratoires, par exemple en aidant des laboratoires en Afrique du Sud, au Nigeria et en Ouganda à obtenir la certification ISO 17025.

38. En 2021, un projet mené par l'Agence durant cinq ans pour encourager l'élaboration d'applications faisant appel aux faisceaux d'électrons et aux rayons X pour l'irradiation des aliments a été achevé. Il a débouché sur la conception de nouvelles applications des faisceaux de faible énergie basées sur des appareils produisant des rayonnements ionisants, de nouvelles techniques intégrant des faisceaux d'électrons, ainsi que de logiciels et d'études de modélisation en vue d'améliorer l'efficacité des activités de validation des doses et la productivité, et sur l'amélioration de la dosimétrie dans les techniques d'irradiation aux rayons X de faible énergie. Les recherches menées sur les faisceaux de faible énergie pourraient aboutir à la mise au point de techniques moins coûteuses et mieux adaptées à une utilisation dans l'industrie agroalimentaire.

39. L'Agence a appuyé la 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 tomates aux États-Unis d'Amérique, en Amérique latine et en Europe.

40. L'Agence a aidé l'Argentine à combattre les insectes ravageurs des plantes en appliquant avec succès la TIS aux fins de la lutte 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.

41. L'Agence a apporté son assistance à l'État mexicain de Colima afin de prévenir les importantes pertes économiques susceptibles d'être causées par une invasion de mouches méditerranéennes des fruits. En réponse à une demande d'appui du Gouvernement mexicain, l'Agence a aidé les autorités nationales de protection des végétaux à éradiquer le foyer de Colima, notamment en élaborant et en fournissant des orientations pour l'exécution d'un plan d'intervention d'urgence faisant appel à une technique nucléaire. L'intervention à Colima est sur la bonne voie, l'infestation étant pour l'instant sous contrôle et les moyens de subsistance des agriculteurs préservés des conséquences de ces ravageurs dévastateurs. Une nouvelle installation d'élevage en masse de mouches méditerranéennes des fruits stériles a été récemment inaugurée par le Président du Mexique à Metapa de Domínguez, dans l'État du

Chiapas. S'appuyant sur les techniques les plus avancées de production et de stérilisation de mouches des fruits, cette installation, avec sa capacité de production hebdomadaire d'un milliard de mâles stériles, est la deuxième plus grande de ce genre dans le monde. Elle a pour mission de consolider la barrière sanitaire qui existe à la frontière entre le Mexique et le Guatemala et d'éradiquer progressivement la mouche méditerranéenne des fruits au Guatemala, conformément aux objectifs à long terme du programme Moscamed. Cette installation jouera un rôle déterminant en vue de préserver le Guatemala de toute incursion de ce ravageur envahissant, ainsi que de protéger et de soutenir la production et le commerce continus de fruits et légumes.



FIG. B.6. Une boîte contenant quelque 15 millions de mouches des fruits mâles stériles est chargée dans un avion Cessna en vue d'une opération de lâcher au-dessus de l'État de Colima (Mexique). (Source : Direction générale de la santé végétale du Service national de santé, salubrité et qualité agroalimentaires du Mexique)

42. La deuxième édition de l'ouvrage intitulé *Sterile Insect Technique: Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management* a été publiée en 2021. Ce volume de 1 200 pages fournit une description détaillée des principes et pratiques relatifs à la TIS en adoptant un point de vue général, thématique et mondial. Tous les points ayant trait à la TIS ont été actualisés et le contenu a été augmenté par rapport à la première édition. Cette nouvelle édition porte sur les dernières évolutions de cette technique, notamment sur le contrôle des agents pathogènes dans le cadre de l'élevage en masse d'insectes, le recours à des symbiotes et à des technologies moléculaires modernes à l'appui de la TIS, l'application de traitements nutritionnels, hormonaux ou sémiocchimiques après élevage, et l'utilisation de la TIS pour détruire les foyers de ravageurs envahissants et lutter contre les moustiques vecteurs de maladies.

43. L'ouvrage intitulé *Area-Wide Integrated Pest Management: Development and Field Application* a également été publié en 2021. Ce volume de 1 012 pages porte sur tous les aspects de l'application des méthodes de GIREZ aux fins du contrôle des populations de ravageurs dans leur intégralité, ce qui requiert un effort coordonné sur des zones souvent très étendues. La mise en œuvre de programmes de GIREZ visant à contrôler les principaux organismes nuisibles pour le bétail, les vecteurs de maladies humaines et les ravageurs des cultures à forte valeur ne présentant qu'une faible résistance aux organismes nuisibles est très intéressante d'un point de vue économique.

44. Afin d'empêcher toute réintroduction de la mouche méditerranéenne des fruits, l'utilisation de la TIS a été étendue à des zones exemptes de ravageurs en Patagonie et dans la province de Mendoza, en Argentine, ainsi qu'au Chili. Ces deux pays ont recours à une stratégie préventive de lâcher de mâles stériles, telle que celle mise en œuvre en Californie et en Floride (États-Unis d'Amérique) depuis 1994.

45. 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 TIS. 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 ces insectes ravageurs, à Cochabamba (État plurinational de Bolivie).

46. 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 sur le terrain ont débuté en 2020 contre chacune de ces espèces, en collaboration avec l'Argentine et le Chili.

47. Au cours de la période considérée, l'Agence a publié 28 instructions permanentes d'opération, manuels et principes directeurs sur la 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 la santé humaine et animale. Une infographie animée intitulée « Fruit Fly Standards can Help Gain Market Access », qui explique en quoi les normes internationales sur les mouches des fruits peuvent faciliter l'accès aux marchés, a été réalisée en collaboration avec la Convention internationale pour la protection des végétaux.

48. 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, au moyen d'une méthode de GIREZ comportant un volet TIS. Les populations de mouches tsé-tsé ont été éradiquées dans 99 % de la zone couverte par le projet et la transmission de la trypanosomose a pu être stoppée, ce qui a permis au Sénégal de continuer à importer du bétail plus productif dans la région.

49. L'Agence a également continué de fournir une assistance technique à plus de 70 États Membres en matière de sélection des plantes par mutation et de biotechnologies associées et a apporté son concours à la mise au point et à l'introduction, en 2021, de 36 variétés de cultures nouvelles et améliorées dans huit États Membres, à savoir le Bangladesh (coton, lentilles et riz), la Chine (blé), Cuba (soja et tomates), l'Inde (riz), l'Indonésie (riz et soja), le Pakistan (pois chiches, coton, haricots mungo et riz), la Thaïlande (haricots mungo) et le Yémen (orge, sésame et blé). Au cours de l'année 2021, l'Agence a également répondu à 33 demandes de 22 États Membres portant sur l'irradiation de semences ou de plantes aux fins de la sélection par mutation, qui ont concerné 24 espèces de plantes différentes représentant au total 297 accessions ou variétés.

50. L'Agence a continué d'aider les États Membres à lutter contre la striga, un parasite majeur qui frappe les cultures de céréales et de doliques 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. 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.

51. Les orientations techniques en matière de sélection par mutation et de biotechnologies associées que l'Agence a fournies au Pakistan ces quatre dernières années ont permis de mettre au point quatre nouvelles variétés mutantes et améliorées de coton et d'intensifier la diffusion des semences qui en sont issues, ce qui a donné lieu à une extension continue des zones de culture dédiées au coton. La zone dans laquelle sont cultivées ces quatre nouvelles variétés mutantes ne cesse de se développer et représente

désormais plus de 40 % de la superficie totale occupée par le coton dans la province du Punjab, principale région cotonnière du pays. L'Agence fournit également un appui technique à l'Azerbaïdjan en vue d'améliorer ses pratiques de gestion des sols, des nutriments et de l'eau, ce qui a contribué à l'augmentation de la production de coton.

52. L'Agence a renforcé sa coopération avec les petits États insulaires en développement en vue d'améliorer les cultures à des fins de sécurité alimentaire. La deuxième phase du premier projet de sélection par mutation mis en œuvre dans la région dans le cadre du programme de CT a été lancée afin d'améliorer la résilience des cultures face au changement climatique. Ce projet a pour objectif l'amélioration des principales cultures des îles du Pacifique (le taro, la patate douce, la banane et le piment). La première réunion de coordination s'est tenue en novembre 2021 et a rassemblé des scientifiques des Fidji, des Îles Marshall, des Palaos, de la Papouasie-Nouvelle-Guinée et de Vanuatu.

53. L'Agence a continué de fournir un appui à plus de 40 États Membres d'Afrique, d'Amérique latine, d'Asie et d'Europe dans la gestion des eaux destinées à l'agriculture aux fins de l'amélioration de la productivité de l'eau pour les cultures au moyen d'un humidimètre à neutrons de rayons cosmiques. Cette technologie allie la télédétection aux mesures ponctuelles des eaux de surface pour aider les agriculteurs à améliorer la gestion de l'irrigation, à assurer une production agricole durable et à réduire les conséquences du changement climatique.

54. 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. Ce 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 en vue 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 permettre la collecte, la gestion et la visualisation de données pertinentes provenant de régions touchées en faisant appel à des outils de modélisation reposant sur l'apprentissage automatique pour pouvoir diffuser et communiquer des informations en temps utile aux parties prenantes et à la population.

55. Dans le cadre du programme de CT, l'Agence a aidé 20 pays d'Afrique à améliorer leurs pratiques de gestion des terres et de l'eau et à renforcer la résilience de leurs systèmes agricoles face à l'évolution des conditions climatiques au moyen de technologies nucléaires avancées et de techniques numériques modernes, afin de relever les défis posés par le changement climatique et de réaliser des progrès en vue d'atteindre les cibles de sécurité alimentaire définies pour l'Afrique. 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 décisions dans la gestion de l'eau à usage agricole dans les États Membres. Elle a mis au point des techniques numériques permettant de cartographier les propriétés des sols et de surveiller la disponibilité de l'eau à l'échelle du paysage en temps réel, ainsi qu'une nouvelle plateforme de visualisation à des fins de suivi en temps réel.

56. 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. Ces travaux 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 et économique de mesure du méthane, en collaboration avec le centre d'agrobiologie de l'Entreprise brésilienne de recherche agropastorale et l'Institut d'agronomie du Paraná.

57. En juillet 2022, l'Agence a organisé, en collaboration avec la FAO, le Colloque international sur la gestion des terres et de l'eau pour une agriculture intelligente face au climat, qui avait pour objet de faciliter l'échange d'informations et de connaissances entre des professionnels de l'eau, des sols et de l'environnement, venus de pays développés et de pays en développement, afin de mieux appréhender les effets du changement climatique et l'évolution rapide de l'environnement mondial, et de renforcer la collaboration et les capacités pour y faire face.



FIG. B.7. En juillet 2022, l'Agence a organisé, en collaboration avec la FAO, le Colloque international sur la gestion des terres et de l'eau pour une agriculture intelligente face au climat. (Source : AIEA)

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

58. 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.

59. Le 23 février 2021, le Directeur général de l'AIEA et le Directeur général de la FAO ont signé un arrangement révisé portant sur le partenariat entre la FAO et l'AIEA, qui a entériné la nouvelle dénomination de la Division mixte FAO/AIEA, désormais baptisée « Centre mixte FAO/AIEA », et a ouvert de nouvelles perspectives de coopération entre ces deux organismes. Ceux-ci se sont engagés à renforcer leur partenariat stratégique, ce qui devrait profiter à des millions de personnes.

60. L'arrangement révisé a élargi les domaines d'intérêt commun et fait de l'amélioration 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) de l'Agence.

61. L'Agence a renforcé sa collaboration avec la FAO sur 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 phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, dans le cadre d'innovations déterminées par la demande visant à améliorer et à exploiter la diversité phytogénétique.

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

A. Contexte

1. À sa 63^e session ordinaire, en septembre 2019, la Conférence générale a adopté la résolution GC(63)/RES/10, par laquelle elle 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 nucléaires et isotopiques 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.5 de la résolution GC(65)/RES/11, la Conférence générale a prié le Directeur général de faire rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de la section A.3 de la résolution GC(63)/RES/10 au Conseil des gouverneurs et à elle-même à sa soixante-sixième session ordinaire.

B. Progrès accomplis depuis la 63^e session ordinaire de la Conférence générale

B.1. Renforcement des activités d'hydrologie isotopique

B.1.1. Laboratoires 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. Le spectromètre de masse a été financé 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 fonctionnant grâce aux technologies de membranes électrolytiques polymères solides, avec le système de distillation en arrière-plan.
(Source : AIEA)*

4. L'identification isotopique des nitrates est essentielle car elle permet aux spécialistes de l'hydrologie isotopique de détecter et de distinguer les sources de nitrates dans les systèmes aquatiques, 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 par le laboratoire d'hydrologie isotopique pour faciliter les PRC et les projets de CT relatifs aux effets de la pollution par les nutriments sur la qualité des eaux mis en œuvre en 2021-2022. Plus de 400 échantillons ont déjà été reçus de la part de huit États Membres.

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 d'offrir des conseils et une assistance technique aux États Membres bénéficiant d'un appui 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 rapport 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 ainsi que d'autres indicateurs importants de la qualité de l'eau. Installé en 2021, le spectromètre de masse à rapport isotopique est utilisé pour divers PRC, mis en œuvre en 2022, portant sur la qualité de l'eau et les effets des activités extractives sur le cycle hydrologique local.



FIG. B.2. Le 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, installé dans le laboratoire d'hydrologie isotopique. (Source : AIEA)

7. L'Agence a continué de mettre au point des systèmes d'enrichissement en tritium peu onéreux et faciles à utiliser, qui fonctionnent grâce aux technologies de membranes électrolytiques polymères solides. 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 évaluer le taux de recharge des nappes souterraines et aider les États Membres à établir des cartes mettant en évidence les vulnérabilités de ces nappes.

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. Il permet de mieux comprendre un certain nombre de processus hydrologiques importants qui dépendent du climat, comme l'évaporation, ou de distinguer les 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).

9. En 2021, le laboratoire d'hydrologie isotopique a présenté des plans tendant à accroître considérablement la taille de ses infrastructures ainsi que les services analytiques et l'appui pouvant être apportés aux États Membres ; les travaux devraient débuter fin 2022. Ces travaux d'amélioration comprennent la création d'une salle blanche et l'installation d'un spectromètre de masse à source plasma à couplage inductif aux fins de l'analyse des métaux à l'état de traces ainsi que de plusieurs autres radionucléides et traceurs isotopiques importants pour suivre le mouvement des eaux souterraines dans divers aquifères. L'objectif est également d'améliorer les flux de travail grâce à la réorganisation des axes de travail, afin de permettre aux États Membres qui utilisent les installations du laboratoire d'hydrologie isotopique d'obtenir des résultats plus rapidement.

B.1.2. Généralités

10. En 2019-2022, 31 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 12 ans, 105 laboratoires de 69 États Membres ont bénéficié de l'aide de l'Agence pour acheter et utiliser des instruments de spectroscopie laser afin de 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.

11. En 2020, l'Agence a publié les résultats de l'intercomparaison de la teneur en tritium, à laquelle ont participé un nombre record de 78 laboratoires à travers le monde. 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 du fait 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.

12. Les résultats du premier test de compétence destiné à évaluer les mesures effectuées par 25 laboratoires d'Amérique latine et des Caraïbes grâce à la spectrométrie de masse isotopique et à la spectroscopie d'absorption laser 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 de mettre en évidence les principaux problèmes rencontrés dans le domaine de la spectroscopie d'absorption laser et de formuler des recommandations visant à améliorer la performance de plusieurs laboratoires ayant signalé des problèmes analytiques.

13. Le test de compétence de 2020 de la Comparaison interlaboratoires des isotopes de l'eau 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. En tout, 307 laboratoires – un nombre record – de 88 États Membres y ont pris part, une forte participation ayant été enregistrée en Afrique, en Asie ainsi qu'en Amérique latine et dans les Caraïbes. Malgré les retards et les fermetures de laboratoires liés à la pandémie de COVID-19, 281 laboratoires ont réussi à achever le test 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 pose l'obtention de la précision souhaitée et de la fiabilité nécessaire à l'intégration de cet isotope rare aux études climatiques. L'Agence continuera de fournir une assistance aux laboratoires qui travaillent avec cet isotope pour surmonter les difficultés recensées.

14. 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 activement aidé la préfecture de Fukushima à établir sa propre installation d'analyse dans le laboratoire préfectoral. Grâce à ce projet, la préfecture a pu procéder à des analyses précises et fiables du tritium et du strontium 90 dans des échantillons de l'environnement, conformément au système et aux protocoles d'analyse élaborés et validés en collaboration avec l'Agence.

15. 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 des isotopes 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.

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 et 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 pour coordonner efficacement les efforts déployés par l'Agence et par les États Membres pour planifier et formuler des projets de CT visant à remédier de façon adéquate aux principales lacunes dans le domaine hydrologique et à assurer une participation active des parties prenantes dès les premières phases de ces projets. Elle aide tout particulièrement à définir une stratégie de collaboration technique à long terme, ce qui tend à améliorer les résultats, mais aussi l'impact et la durabilité des projets.

17. Au cours de la période 2019-2022, au titre du projet IWAVE, des ateliers et des missions d'experts ont été organisés dans le cadre de projets de CT régionaux et nationaux menés en Afrique (Bénin, Cameroun, Eswatini, Ghana, Kenya, Mali, Mauritanie, Niger, Nigeria, Sénégal et Togo) et dans la région de l'Amérique latine et des Caraïbes (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 du 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, leurs infrastructures de laboratoire. IWAVE a contribué à rapprocher diverses parties prenantes du secteur de l'eau, comme les hydrologues, 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 juillet 2022, après des retards imputables à la pandémie. Il a concerné 18 États Membres de cinq continents et permis de mieux comprendre la dynamique de l'azote dans les ressources en eau et d'améliorer les compétences spécialisées nécessaires pour utiliser

les isotopes du nitrate (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 des interprétations connexes. Il a en outre permis de procéder aux premières mesures d'isotopes du nitrate 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 ont reçu une aide en vue de se doter d'installations similaires. 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 du nitrate. Une vingtaine d'études de cas concernant l'application de techniques reposant sur les isotopes du nitrate dans les eaux de surface et les eaux souterraines ont été publiées à ce jour.

19. Une base de données mondiale sur les isotopes du nitrate (azote 15 et oxygène 18) regroupant plus de 5 000 entrées relatives à 45 États Membres sur 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. L'analyse a aussi montré 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 pour ce qui est de la gestion de la pollution dans les cours d'eau.

20. Faisant fond sur les travaux menés dans le cadre du projet qui vient de s'achever, le nouveau PRC, qui s'intitule « Mieux comprendre les sources de nitrates dans les systèmes de cours d'eau et d'eaux souterraines connectés en faisant le lien entre les isotopes du nitrate et les contaminants qui commencent à poser problème », a été lancé en 2022. La qualité de l'eau figure parmi les principales priorités de presque tous les États Membres qui mettent en œuvre des projets au titre du Programme 2.3 (« Ressources en eau »). Le nouveau PRC a été spécialement conçu pour aider les États Membres à renforcer leur capacité de gérer les problèmes liés à la qualité de l'eau. Il visera à examiner plus précisément dans quelle mesure il est possible de faire le lien entre les isotopes du nitrate et les contaminants qui commencent à devenir préoccupants pour aider les États Membres à analyser et détecter les sources de pollution par les nitrates afin de faire face aux problèmes de qualité de l'eau. En tout, 12 institutions de 12 États Membres vont participer au projet.



FIG. B.3. Échantillonnage aux fins du contrôle de la qualité de l'eau au Tadjikistan. Le recul des glaciers et la diminution des eaux de fonte vont influencer sur la qualité des eaux souterraines en modifiant la température de l'eau. (Source : AIEA)

B.4. Climat et ressources en eau

21. De nouvelles analyses des niveaux d'oxygène 18 enregistrés ces 60 dernières années dans les précipitations à l'échelle planétaire ont mis en évidence la complexité des réactions temporelles et spatiales des isotopes à l'évolution climatique (par exemple, à un réchauffement ou à un refroidissement dans les deux directions au fil du temps). Des outils avancés d'apprentissage automatique supervisé ont été utilisés pour repérer les tendances et les schémas sur plusieurs décennies. On a constaté que certains événements cycliques décennaux de grande envergure, comme l'oscillation atlantique multidécennale et l'oscillation décennale du Pacifique, constituaient les principaux facteurs de 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, assortis de recommandations concernant l'importance du GNIP et des mesures isotopiques dans les précipitations pour les études relatives au changement climatique, ont été publiés et diffusés aux États Membres.

22. Dans le cadre des initiatives en cours visant à mieux caractériser et cartographier la disponibilité et la qualité actuelles et futures des ressources en eau dans la région du Sahel, l'Agence a créé une base de données consacrée aux isotopes contenant des données isotopiques et hydrochimiques. Cette base unique en son genre rassemble des données relatives aux isotopes et à la qualité de l'eau recueillies dans le cadre de projets de CT menés dans 13 États Membres depuis la fin des années 1960. Outre les données utilisées pour établir des cartes de la qualité de l'eau dans la région, elle contient des données sur les isotopes stables et le carbone 14 ainsi que plus de 3 000 entrées concernant le tritium. Cet isotope

radioactif de l'hydrogène présent à l'état naturel est utilisé pour dater les eaux souterraines en remontant jusqu'à 100 ans en arrière. Cette information essentielle sert à élaborer des cartes hydrologiques qui montrent, à diverses échelles spatiales, des zones connaissant actuellement des conditions semi-arides et renfermant des eaux souterraines qui sont réalimentées, ainsi que des zones où les eaux souterraines fossiles constituent la source d'eau la plus courante. Située dans une zone climatique extrêmement sensible où les ressources en eau sont loin de satisfaire la demande, la région du Sahel et son avenir dépendent de la disponibilité d'informations précises sur le taux de renouvellement de ces précieuses ressources.

23. Une base de données mondiale présentant des données isotopiques relatives aux lacs a été créée pour estimer la vulnérabilité des lacs à l'évaporation, laquelle peut être accrue par la régulation des flux et la surexploitation, découlant en particulier 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 en fonction de divers facteurs potentiels afférents au bassin, déterminés à partir d'ensembles de données géospatiales. La base de données, qui sera en accès libre pour les États Membres, peut être utilisée pour caractériser les cycles hydrologiques et mieux prévoir les réactions des lacs à la variabilité du climat et aux modifications des écosystèmes.

24. Afin de mieux comprendre les effets du changement climatique sur les ressources en eau, un nouveau PRC visant à mener des évaluations isotopiques des effets des changements climatique et hydrologique sur les interactions entre les écosystèmes des zones humides et ceux des eaux souterraines a été lancé en 2022. L'objectif est d'aider les États Membres à comprendre les liens entre les systèmes d'eaux souterraines, qui agissent comme tampon contre la variabilité du climat, et les zones humides, qui subissent plus visiblement les effets du changement climatique. Ces deux systèmes n'étant pas indépendants, une meilleure compréhension des changements hydrologiques dans les systèmes de zones humides offre des informations quant aux systèmes d'eaux souterraines connexes et permet d'élaborer de meilleures stratégies de gestion afin de protéger les zones humides à long terme et de renforcer la durabilité des systèmes d'eaux souterraines assurant l'approvisionnement agricole et domestique en eau. Le recul des zones humides et les pertes connexes de biodiversité constituent d'importants sujets d'inquiétude pour de nombreux États Membres et ont été mis en évidence au titre de l'indicateur 6.6.1 associé aux objectifs de développement durable, qui montre que, dans 21 % des bassins hydriques à l'échelle mondiale, la zone couverte par des eaux de surface évolue rapidement.

B.5. Réseaux de surveillance des isotopes

25. Dans le cadre de la collaboration menée avec les institutions des États Membres au cours de la période considérée, le GNIP s'est étoffé et 50 nouvelles stations d'échantillonnage ont été établies dans 23 États Membres. Douze institutions ont rejoint le programme du GNIP, de même que sept États Membres. Le réseau compte actuellement 419 stations participantes et sa base de données a dépassé les 147 000 entrées au cours de la période considérée.

26. Lors de la 26^e session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, tenue en 2021 à Glasgow, l'Agence et l'OMM ont signé un nouveau mémorandum d'accord régissant le programme du GNIP. Le mémorandum actualisé tient compte des procédés actuels de prélèvement des échantillons pour le GNIP, en particulier de l'automatisation des stations météorologiques qui effectuaient jusqu'alors des échantillonnages manuels. En outre, une réunion technique a été organisée pour examiner la méthode de prélèvement des échantillons de précipitations et déterminer la fréquence à laquelle celui-ci devrait avoir lieu.

27. 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 ces stations 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.

B.6. Développement des capacités

28. Des formations généralistes et spécialisées et des ateliers techniques ont été organisés, et des supports d'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. En 2021, trois cours ont été dispensés sous forme virtuelle : l'un sur les avancées dans les domaines du traitement et de l'interprétation de données appliqués à des études d'hydrologie isotopique, le deuxième sur l'utilisation des gaz rares dans les études hydrologiques et le troisième sur les principes fondamentaux de l'analyse du tritium et sur le traitement des données dans le cadre d'applications hydrologiques. En tout, 103 personnes originaires de 58 États Membres y ont participé.

29. En dépit de la pandémie de COVID-19, des formations individuelles ou destinées à des groupes financées par des bourses ont continué d'être organisées au titre du programme de CT. De plus, de nombreux outils (supports de formation, programmes d'enseignement et encadrement scientifique) ont été élaborés en vue de l'organisation de formations en ligne.

Projet d'action intégrée contre les zoonoses (ZODIAC)

A. Contexte

1. Dans la section A.4 de la résolution GC(65)/RES/11, la Conférence générale a pris note du rapport du Directeur général figurant dans le document GOV/2021/27-GC(65)/3 soumis au Conseil des gouverneurs, ainsi que du document d'information du Directeur général intitulé « Projet d'action intégrée contre les zoonoses, Détection rapide et action mondiale » (document GOV/INF/2020/13) soumis au Conseil des gouverneurs pour information.
2. La Conférence générale s'est dite consciente que l'AIEA possédait une longue expérience de la coopération avec d'autres organisations internationales et institutions spécialisées dans le domaine ; et s'est dite également consciente 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 récurrentes, 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 (CT).
7. La Conférence générale s'est félicitée que les Directeurs généraux de l'AIEA et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aient réaffirmé leur attachement au partenariat de longue date des deux organisations, notamment en renforçant les 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, et que l'Arrangement révisé ait fait de l'amélioration du contrôle et du suivi des maladies animales, des zoonoses et des phytopathologies transfrontières une priorité, intégrant les capacités des laboratoires du Centre mixte FAO/AIEA aux travaux de la FAO sur l'initiative « Une seule santé ».

8. La Conférence générale a noté que le projet ZODIAC entendait tirer parti du partenariat entre l'AIEA et la FAO pour établir une coordination avec le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE).

9. 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.

10. Dans la section A.4 de la résolution GC(65)/RES/11, la Conférence générale a prié le Directeur général de lui faire rapport à sa soixante-sixième session ordinaire ainsi qu'au Conseil des gouverneurs sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre de cette résolution.

B. Progrès réalisés depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

11. 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, en poursuivant ses activités de recherche-développement (R-D) adaptative dans le domaine de la santé animale dans son Laboratoire de la production et de la santé animales à Seibersdorf, en assurant la coordination du réseau VETLAB et en prêtant appui aux États Membres dans le contexte de la pandémie de COVID-19 grâce au projet de CT INT0098.

12. Un nouveau dosage multiplex par amplification génique en temps réel (PCR en temps réel) aux fins de la détection et du diagnostic différentiel des maladies abortives causées par d'importants agents bactériologiques zoonotiques a été mis au point, validé en laboratoire et mis à la disposition de plusieurs États Membres (Botswana, Indonésie, Lesotho et Sénégal). Ce test cible, au moyen d'un seul dosage, quatre bactéries importantes qui sont à l'origine de maladies graves chez les animaux et les êtres humains (brucellose, fièvre Q, listériose et leptospirose). En outre, un nouveau dosage moléculaire multiplex (c'est-à-dire permettant la détection simultanée de plusieurs pathogènes cibles à partir d'un seul test) a été conçu et optimisé pour la détection et la surveillance des pathogènes zoonotiques. L'avantage de ce test rapide et économique réside dans son aspect sécuritaire, dans la mesure où il n'exige pas le recours à des agents pathogènes infectieux vivants, ce qui en fait une solution accessible et viable pour les laboratoires situés dans des pays ayant des ressources limitées. Ce test est utile pour détecter et surveiller les flavivirus, les coronavirus, les orthomyxovirus et les lyssavirus. Ces familles de virus comprennent d'importants pathogènes zoonotiques nouveaux et réémergents, comme le virus de la fièvre du Nil occidental et le virus Zika, le coronavirus 2 du syndrome respiratoire aigu sévère, le coronavirus du syndrome respiratoire du Moyen-Orient, les virus de la grippe aviaire et les virus de la rage. L'Agence a mis au point des pipelines automatisés de bioinformatique et d'analyse de données pour le séquençage du génome entier et le séquençage direct d'amplicons obtenus par PCR à partir d'échantillons cliniques, à l'aide des plateformes de séquençage Ion S5 et Illumina. Ces pipelines seront utilisés par les laboratoires nationaux ZODIAC (ZNL) sélectionnés (les plateformes de séquençage seront fournies au titre du volet 1 du projet ZODIAC dans le cadre du projet de CT INT5157) et permettront de faciliter la détection précoce et l'identification rapide des agents pathogènes zoonotiques et de renforcer les capacités des laboratoires dans ce domaine. Les résultats de ces activités de R-D entreprises par l'Agence par l'intermédiaire de son Laboratoire de la production et de la santé animales et de ses projets de recherche coordonnée (PRC) seront immédiatement applicables grâce au projet ZODIAC.

13. Le Secrétariat a continué de tenir les États Membres et leurs représentants au fait de l'élaboration et de la mise en œuvre du projet ZODIAC grâce à plus de 50 réunions bilatérales, des exposés à des groupes tels que le Groupe des 77 et la Chine et des réunions d'information régionales. Au total, quatre réunions d'information sur l'avancement du projet ont été organisées au niveau régional à l'intention des coordonnateurs nationaux ZODIAC (ZNC), des représentants des ZNL désignés, ainsi que des agents de liaison nationaux. En plus de réunions bilatérales avec les délégations des États Membres, le Secrétariat a tenu une réunion d'information technique informelle sur le projet ZODIAC en mai 2022. Un portail web consacré à ZODIAC (<https://zodiac.iaea.org>) a été créé, et sa mise en ligne a été effectuée lors de la réunion. Guichet unique d'information sur le projet ZODIAC, ce portail regroupe toutes les ressources utiles, notamment des informations actualisées sur le nombre de coordonnateurs et de laboratoires nationaux ZODIAC, des vidéos pédagogiques et des supports de formation ; il donne également accès à des séances de formation enregistrées et permet, par l'intermédiaire d'une passerelle protégée par mot de passe, de se connecter à iVETnet, plateforme mise au point dans le cadre du réseau VETLAB et servant à relier les ZNL.

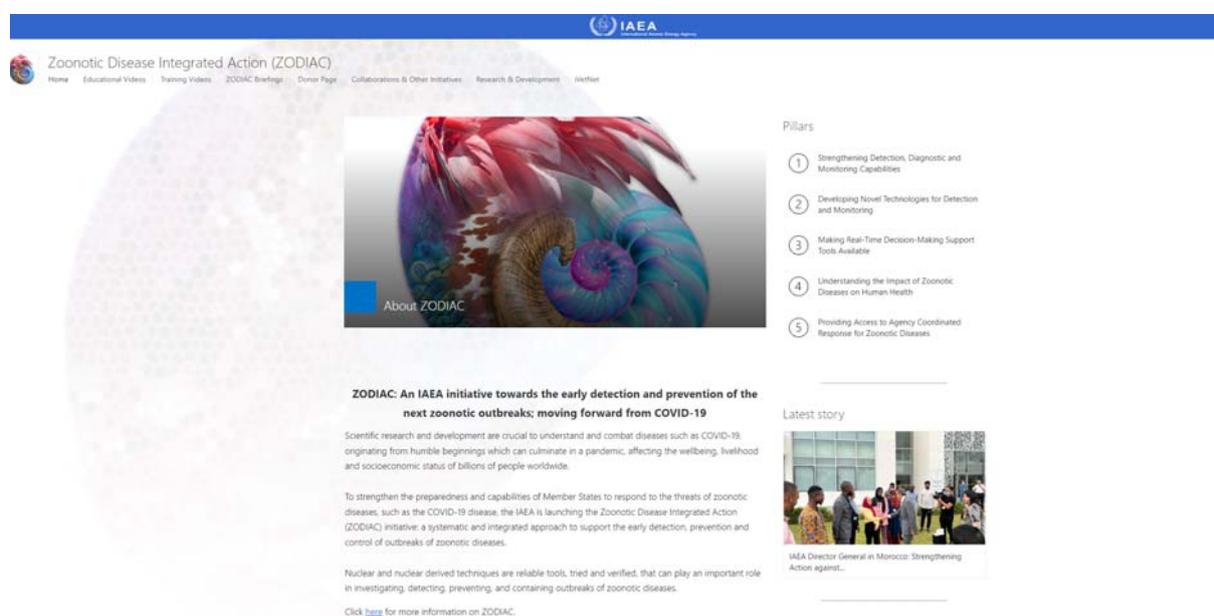


FIG. B.1. Pendant la réunion d'information technique informelle organisée à l'intention des États Membres en mai 2022, l'Agence a mis en ligne le portail web ZODIAC (<https://zodiac.iaea.org>), qui sert de guichet unique d'information sur le projet ZODIAC. (Source : AIEA)

14. La pandémie de COVID-19 nous a appris, entre autres enseignements, qu'il importait d'œuvrer en synergie et en complémentarité avec les autres organisations et initiatives, et c'est ce qui a guidé l'action du Secrétariat dans le cadre du projet ZODIAC. L'édition 2021 du forum scientifique de l'AIEA, qui s'est tenue en marge de la 65^e session ordinaire de la Conférence générale, a mis l'accent sur le rôle de la science nucléaire dans la détection des zoonoses et sur le soutien apporté par l'Agence à ses États Membres pour les aider à mieux se préparer et à mieux faire face en temps utile aux épidémies de zoonoses. Ont pris part au forum les Directeurs généraux de la FAO, de l'OIE et de l'OMS, ainsi que des représentants d'initiatives internationales telles que le Groupe d'experts de haut niveau sur l'approche « Une seule santé » et les initiatives PREZODE pour la prévention de nouvelles zoonoses et Eklipse. Les participants au forum ont appelé à un resserrement de la coordination, de la collaboration et de la communication en matière de recherche, de détection précoce et de surveillance des zoonoses, ce resserrement étant indispensable selon eux pour contenir la prochaine épidémie ou pandémie.



FIG. B.2. Le Directeur général Grossi et des représentants de la Belgique, de la France, du Japon et des États-Unis d'Amérique, ainsi que des représentants du Centre d'excellence africain pour la génomique des maladies infectieuses, d'Eclipse, du Groupe d'experts de haut niveau sur l'approche « Une seule santé » et de PREZODE, lors de la séance de clôture de l'édition 2021 du forum scientifique de l'AIEA. (Source : AIEA)

15. La complémentarité et les synergies entre l'Agence et la FAO, par l'intermédiaire du Centre mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture, ont continué d'être renforcées, dans le prolongement de la signature en 2021 de l'Arrangement révisé, pour faire en sorte que les activités prévues au titre du projet ZODIAC puissent être exécutées de manière intégrée.

16. L'Agence et l'OMS se sont consultées plus régulièrement sur des questions susceptibles de présenter un intérêt commun pour déterminer dans quelle mesure le projet ZODIAC pouvait renforcer les efforts déployés à l'échelle mondiale sous la coordination de l'OMS et assurer la complémentarité des actions menées afin d'octroyer un appui maximal aux États Membres dans des domaines tels que le prélèvement d'échantillons sur des animaux, la formation, la gestion de l'information et l'intervention face aux zoonoses. Des réunions conjointes ont actuellement lieu pour établir des plans de travail et définir les activités à mener, qui aboutiront à la signature d'arrangements ayant trait spécifiquement au projet ZODIAC. L'Agence a rejoint les rangs du groupe de travail des Nations Unies sur les biorisques et de l'Alliance pour la coopération en matière de sécurité sanitaire (*Alliance for Health Security Cooperation*) et, à l'invitation de l'OMS, a assisté en mai 2022 à la réunion du Groupe d'experts de haut niveau sur l'approche « Une seule santé », qui rassemblait des représentants de l'OMS, de la FAO, de l'OIE et du PNUE, ainsi que 26 experts internationaux disposant d'une expérience, de compétences et de connaissances techniques dans des domaines variés intéressant l'approche « Une seule santé ». En mai 2022, l'Agence a été invitée par l'OMS à se joindre et à prendre une part active au réseau mondial pour la préparation stratégique, qui devrait être mis en service en octobre 2022 avec pour objectif de renforcer les capacités nationales en matière de préparation aux urgences sanitaires. Ce réseau vient en complément du cadre de suivi et d'évaluation du Règlement sanitaire international

de l'OMS, qui sert à renforcer les capacités des pays en prenant appui sur l'approche « Une seule santé » et sur des approches pangouvernementales. Le Secrétariat a poursuivi ses discussions techniques avec l'OIE sur les maladies animales et les zoonoses en général ainsi que sur l'initiative ZODIAC en particulier.



FIG. B.3. Le Directeur général, Rafael Mariano Grossi, et le Directeur de l'Institut Pasteur de Dakar, Amadou Alpha Sall, ont signé des arrangements pratiques à Dakar (Sénégal) en novembre 2021 en vue de répondre à leurs intérêts communs dans la lutte contre les zoonoses. (Source : AIEA)

17. Dans une volonté d'intensifier ses efforts de coopération et de coordination avec les institutions et initiatives intéressées, l'Agence a signé, en marge de la 65^e session ordinaire de la Conférence générale, une lettre d'intention avec PREZODE. Initiative internationale dirigée par la France, PREZODE cherche à comprendre les risques d'émergence de zoonoses et à concevoir et mettre en œuvre des méthodes novatrices destinées à améliorer la prévention, la détection précoce et la résilience en vue d'assurer une intervention rapide face aux maladies infectieuses émergentes d'origine animale. Depuis la signature de la lettre d'intention, l'Agence a participé, aux côtés de plus de 130 organismes de recherche, organisations non gouvernementales et autres initiatives, à d'importants ateliers et groupes de travail mis sur pied par PREZODE. En novembre 2021, l'Agence a conclu des arrangements pratiques avec l'Institut Pasteur de Dakar (IPD) dans le but de renforcer la coopération des deux organisations dans le cadre de l'initiative ZODIAC. Ces arrangements visent à répondre aux intérêts communs de l'Agence et de l'IPD dans la lutte contre les zoonoses et à soutenir les activités de recherche-développement. Dans le contexte des arrangements pratiques, l'Agence prévoit d'organiser, dans les locaux de l'IPD, un cours régional pour l'Afrique sur la vérification générique des instructions permanentes d'opération concernant le diagnostic sérologique et moléculaire dans les ZNL.



FIG. B.4. En marge de la Conférence générale de l'AIEA, les représentants de l'initiative ZODIAC et de l'initiative PREZODE ont souligné leur engagement à travailler ensemble en signant la déclaration d'intention PREZODE relative à la lutte contre les zoonoses. (Source : AIEA)

18. Désireuse de mettre à profit les connaissances spécialisées qui existent à l'échelle internationale pour appuyer l'élaboration et la mise en œuvre du projet ZODIAC, l'Agence a créé le Groupe scientifique spécial ZODIAC, qui se compose de scientifiques et d'experts indépendants spécialisés dans des domaines en rapport avec les zoonoses. Les membres de ce groupe ont pour tâches principales d'échanger avec le Secrétariat des connaissances scientifiques sur les dernières innovations et techniques ayant vu le jour dans des disciplines intéressant les zoonoses, ainsi que de fournir des avis techniques et scientifiques sur des questions liées au projet ZODIAC, et notamment d'effectuer des examens par des pairs de certains documents à la demande du Secrétariat. Ils pourraient également apporter un appui aux activités de partenariat et de sensibilisation.

19. En mai 2022, les autorités nationales de 149 États Membres avaient informé l'Agence de la nomination de leur ZNC, et les ZNC de 125 États Membres avaient désigné leur ZNL. À la suite d'une évaluation technique des besoins locaux menée en consultation avec le personnel des ZNL, l'Agence a amorcé l'achat de matériel.

20. Les mécanismes disponibles par l'intermédiaire du programme de CT sont pleinement mis à profit dans le cadre de l'initiative ZODIAC. L'acquisition de matériel et l'organisation de formations et de réunions d'information sont réalisées grâce au projet de CT INT5157, qui vise à fournir un appui au volet 1 de l'initiative ZODIAC. À ce jour, un montant total de 5,66 millions d'euros a été consacré au renforcement des capacités ; et, grâce aux technologies de l'information et de la communication, auxquelles on a eu recours lorsque c'était possible, plus de 1 000 participants de 95 États Membres ont pu assister aux cours et ateliers organisés.

21. L'Agence a procédé à l'achat de 20 kits de diagnostic sérologique et moléculaire et de cinq kits de séquençage du génome entier pour les ZNL de 25 États Membres. Elle a entamé une nouvelle procédure d'achat pour l'acquisition de neuf kits de diagnostic sérologique et moléculaire et de quatre kits de séquençage du génome entier pour les ZNL de 13 autres États Membres. L'Agence a pu se procurer ce matériel grâce à la généreuse contribution du Japon et poursuivra ses activités d'achat à mesure que des fonds deviendront disponibles.

22. En raison des restrictions de voyage liées à la COVID-19, l'Agence a eu recours à des moyens de communication virtuels pour permettre la tenue d'un certain nombre de cours et de réunions prévus au titre du projet de CT INT5157. En février 2022, en partenariat avec la FAO, l'Agence a organisé deux cours interrégionaux en ligne pour aider les experts et techniciens de laboratoire à améliorer leurs procédures de test en les alignant sur celles de laboratoires de diagnostic vétérinaire de référence ; cette formation a attiré plus de 500 participants de 94 pays. En mars 2022, l'Agence a accueilli la première réunion de l'équipe d'experts de haut niveau chargée de la mise en œuvre de systèmes de gestion des biorisques au sein des laboratoires nationaux ZODIAC ; la manifestation a rassemblé 20 experts représentant la FAO, l'OIE, les Centres pour le contrôle et la prévention des maladies des États-Unis d'Amérique, l'Institut national sud-africain des maladies transmissibles et les Centres pour le contrôle et la prévention des maladies de l'Afrique. En avril 2022, l'Agence a organisé deux cours interrégionaux en ligne consacrés à l'utilisation de ses services de séquençage de l'ADN ; ces formations ont attiré plus de 400 participants de plus de 90 États Membres et ont donné lieu à 85 nouvelles inscriptions aux services de séquençage de l'Agence. En mai 2022, l'Agence a accueilli, à ses laboratoires de Seibersdorf, les premières formations collectives de boursiers sur le séquençage du génome entier. Au cours de ce même mois, l'Agence a également organisé un atelier interrégional en mode virtuel sur les dernières avancées concernant les plateformes de séquençage du génome entier et le traitement des données bioinformatiques. Douze experts internationaux et plus de 150 participants ont pris part à cet atelier, qui a permis non seulement de former les ZNL au séquençage du génome entier, mais aussi d'établir les flux de travail qui aboutiront à la création de procédures pour la prestation de services de séquençage du génome entier, lesquelles seront accessibles à l'ensemble des ZNL.

23. Compte tenu des enseignements tirés de la pandémie de COVID-19, qui a mis en évidence l'importance de la préparation et de l'intervention immédiate, le projet ZODIAC a pour objectif central de renforcer les capacités des États Membres en matière de détection des zoonoses. En juin 2022, dans le sillage de l'épidémie de variole du singe, maladie qui était jusqu'ici endémique de l'Afrique centrale et qui touche désormais trois continents, ainsi que de l'épidémie de fièvre de Lassa en Afrique, l'Agence a organisé, en mode virtuel, un atelier ZODIAC portant sur la variole du singe et la fièvre de Lassa dans les réservoirs animaux et sur les risques pour la santé publique en cas de transmission, auquel ont assisté des experts de la FAO et de l'OMS. Tirant au maximum parti des connaissances et du matériel acquis au sein des ZNL dans le cadre du projet ZODIAC ou dans le contexte des mesures prises par l'Agence face à la pandémie de COVID-19, l'atelier a permis de fournir des informations sur les deux maladies, notamment sur leurs caractéristiques, leur épidémiologie et leurs particularités génétiques et sur les instructions permanentes d'opération à suivre en matière de diagnostic. L'atelier, qui s'adressait aux ZNC, aux représentants des ZNL, des laboratoires vétérinaires nationaux et des missions permanentes ainsi qu'aux bénéficiaires de l'assistance octroyée pour la lutte contre la COVID-19, sera suivi par des cours pratiques qui seront organisés dans différentes régions à la fin de 2022 dans le cadre du projet de CT INT5157.



FIG. B.5. Le Directeur général de l'AIEA, Rafael Mariano Grossi, lors du discours d'ouverture qu'il a prononcé en juin 2022, aux côtés de la DGA-NA de l'AIEA, Najat Mokhtar, et du DGA-TC de l'AIEA, Hua Liu, dans le cadre de l'atelier ZODIAC sur la variole du singe et la fièvre de Lassa dans les réservoirs animaux et les risques pour la santé publique en cas de transmission. (Source : AIEA)

24. Mettre à profit les mécanismes existants de l'Agence afin de garantir des gains d'efficacité est essentiel dans l'optique de la mise en œuvre de l'initiative ZODIAC. Cette dernière a été élaborée sur la base des enseignements et des données d'expérience tirés de l'établissement du réseau VETLAB en Afrique et dans la région Asie et Pacifique. À ce jour, la plupart des membres du réseau VETLAB sont également des ZNL désignés. La plateforme iVetNet, composante essentielle du réseau VETLAB, compte désormais 1 969 institutions affiliées dans le monde ; elle constitue un système de communication efficace qui permet aux États Membres de recevoir des informations actualisées sur les techniques des laboratoires diagnostiques et au Secrétariat de diffuser des informations sur les activités concernant les zoonoses et les maladies animales transfrontières. Cette plateforme est maintenant accessible par l'intermédiaire du portail en ligne de l'initiative ZODIAC, dont elle est devenue une composante à part entière.

25. Le projet ZODIAC repose également sur l'utilisation des activités de recherche coordonnée de l'Agence et sur l'Initiative sur les utilisations pacifiques (PUI). Au titre du volet 2 de ZODIAC, le Secrétariat, en consultation avec des experts internationaux, notamment de la FAO et de l'OIE, a mis au point quatre projets de recherche – un par région – intitulés « Enhancing laboratory preparedness for the detection and control of emerging and re-emerging zoonotic diseases — ZODIAC », qui mobiliseront les ZNL concernés et seront axés sur les maladies prioritaires et les outils nécessaires pour chacune des régions visées. Ces projets de recherche ont pour but d'aider les laboratoires à mieux se préparer aux fins de la détection et du contrôle des zoonoses nouvelles et réémergentes, et ce grâce à la conception et à la validation d'outils immunologiques et moléculaires. Chacun des projets fera intervenir trois à six laboratoires de pointe, qui contribueront au développement des outils de diagnostic, et 16 ZNL qui participeront aux activités d'essai et de validation de ces outils. Dans le cadre d'un projet de l'Initiative sur les utilisations pacifiques, des recherches essentielles ont été menées sur la détection des pathogènes animaux et zoonotiques transfrontières nouveaux et réémergents à l'interface animal-homme en vue de mettre au point des outils de laboratoire permettant aux États Membres de réaliser des activités de recherche et de surveillance sur la circulation et l'origine des maladies animales et des zoonoses. Cette initiative permettra également de renforcer la préparation et les capacités de diagnostic et de recherche des laboratoires vétérinaires en ce qui concerne les pathogènes zoonotiques

émergents. Au titre du volet 4 de ZODIAC, un PRC visant à créer un observatoire ZODIAC des phénotypes de maladies a été mis sur pied dans le but de caractériser les profils pathologiques dans les cas de patients atteints d'une zoonose. Le Secrétariat, en collaboration avec un groupe de spécialistes en imagerie de plusieurs pays (Autriche, Égypte, France, Grèce, République de Corée et Royaume-Uni), a élaboré un cadre pour la collecte de données et le traitement des images, ainsi que pour l'anonymisation et la gestion confidentielle des données. La phase d'établissement du protocole clinique étant à présent terminée, on a commencé la sélection des centres participants en définissant un réseau d'institutions qui prendront part au projet.

26. Dans le cadre de ses efforts de mobilisation de ressources, le Secrétariat a présenté l'initiative ZODIAC à plusieurs banques et fonds de développement mondiaux et régionaux, tels que la Banque mondiale, la Banque islamique de développement, la Banque interaméricaine de développement, la Banque asiatique de développement, le Fonds koweïtien pour le développement économique arabe et le Fonds arabe pour le développement économique et social. Dans l'optique d'obtenir un appui de la part du secteur privé, le Secrétariat a publié des descriptions des besoins en matériel des ZNL sur le Portail mondial pour les fournisseurs des organismes des Nations Unies, et a pris contact avec de grandes entreprises du secteur des technologies de l'information afin de solliciter leur aide pour répondre aux besoins recensés au titre du volet 4 dans les domaines de l'intelligence artificielle et de la gestion des données. Au mois de juillet 2022, les activités de mobilisation de ressources avaient abouti à de généreuses contributions, d'un montant total de 10,4 millions d'euros, reçues ou promises par 14 États Membres : la Belgique, la Bulgarie, la Corée, l'Estonie, les États-Unis d'Amérique, la France, Israël, le Japon, le Koweït, le Maroc, le Pakistan, la Pologne, le Portugal et la Suisse.

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

C. 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.7 de la résolution GC(65)/RES/11, 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 soixante-sixième session (2022).

D. Progrès réalisés depuis la 62^e session ordinaire de la Conférence générale

4. La nouvelle composition du Groupe de travail technique sur le dessalement nucléaire pour la période 2021-2024 a été établie.

5. Aidée et conseillée par certains des meilleurs experts en dessalement, l'Agence a recueilli des informations sur l'avancement des projets et programmes de dessalement nucléaire et sur les plus récentes évolutions et avancées des technologies de dessalement, qui les rendent extrêmement compétitives par rapport au dessalement axé sur le nucléaire (en particulier l'osmose inverse combinée aux énergies renouvelables). Cela a permis aux experts d'examiner les domaines dans lesquels l'énergie nucléaire pourrait offrir un réel avantage pour la production d'eau potable, par rapport aux alternatives bas carbone, ce qui éclairera utilement la planification des activités futures visant à fournir aux États Membres les meilleures informations sur la question.

6. Dans le cadre de sa plateforme sur les petits réacteurs modulaires (PRM) et leurs applications, l'Agence a créé un groupe de travail sur le recours à des PRM pour la production d'électricité et le dessalement nucléaire en vue d'un atelier prévu en 2022, qui sera suivi d'une mission d'experts en Jordanie.



*FIG. B.1. Usine de dessalement nucléaire à la centrale nucléaire de Karachi, au Pakistan.
(Photo : Commission pakistanaise de l'énergie atomique)*

7. L'Agence a donné le coup d'envoi d'un nouveau projet de recherche coordonnée sur le rôle de la cogénération nucléaire dans le contexte du développement durable, qui aborde la question du dessalement. Ce PRC vise à fournir des stratégies, des études de cas et des données d'appui pour l'évaluation techno-économique des projets de dessalement, dans le cadre d'un examen plus large de la cogénération nucléaire. Il vise également à recenser et à développer les aspects et les avancées technologiques afin d'améliorer la compétitivité des différentes options de cogénération, y compris le dessalement.

Applications nucléaires énergétiques

Introduction

A. Contexte

1. Dans la section B.1 de la résolution GC(65)/RES/11, 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 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 du changement climatique, 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 de centrales électronucléaires 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(65)/RES/11, 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 conviendrait, et à la Conférence générale à sa soixante-sixième session (2022). La période couverte par le présent document s'étend de septembre 2021 à août 2022.

B. Progrès réalisés depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

5. En septembre 2021, l'Agence a publié la 41^e édition de la publication intitulée *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050* (Reference Data Series No. 1). Pour la première fois en dix ans, les projections hautes ont été revues à la hausse par rapport à l'édition précédente, puisque l'Agence table sur une capacité de 792 GWe d'ici à 2050, un chiffre proche de la capacité nucléaire modélisée par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) dans son rapport intitulé *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*, paru en 2021.

6. En octobre 2021, en amont de la 26^e session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (COP26), l'Agence a publié le rapport *Nuclear Energy for a Net Zero World*. Cette publication, dans laquelle figurent des déclarations de hauts responsables de neuf États Membres, présente une analyse bien documentée des différents moyens par lesquels l'énergie nucléaire peut aider à décarboner le système énergétique mondial tout en contribuant au développement d'économies résilientes et durables.

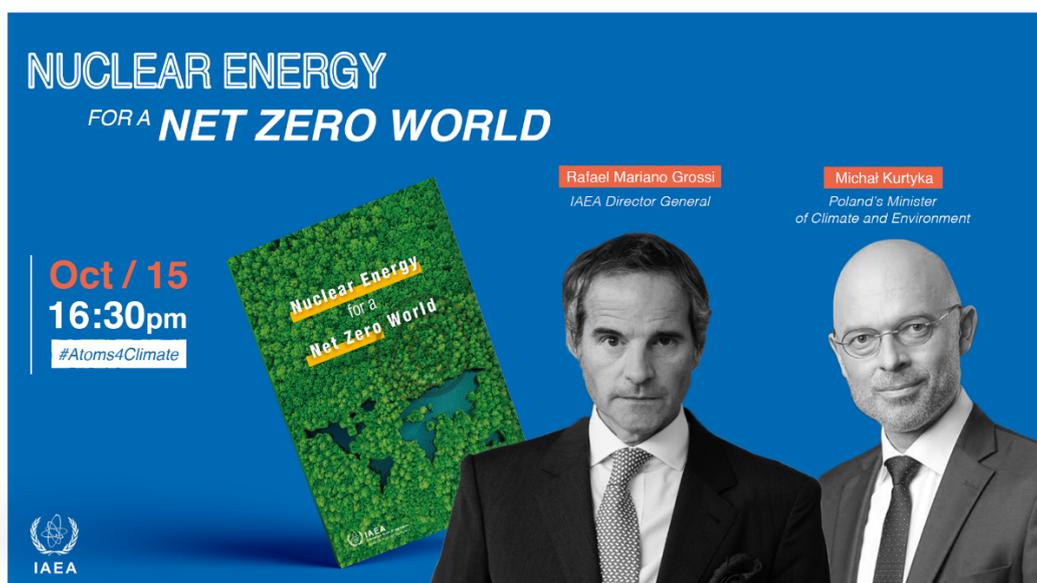


FIG. B.1. L'Agence a publié le rapport intitulé *Nuclear Energy for a Net Zero World* en amont de la COP26, à l'occasion d'un échange de haut niveau entre M. Rafael Mariano Grossi, Directeur général de l'AIEA, et M. Michał Kurtyka, alors Ministre polonais du climat et de l'environnement.

7. Pour préparer le terrain en vue d'une participation efficace et fructueuse à la COP26, l'Agence a mis sur pied un groupe interne chargé d'assurer la coordination entre ses départements. Elle a également sollicité l'apport des États Membres pour l'aider à élaborer sa contribution à la COP26. L'Agence a pris part à un grand nombre de manifestations à la COP26, son Directeur général ayant participé à des événements de haut niveau sur le nucléaire dans les pavillons de la France et du Royaume-Uni, ainsi qu'à la manifestation tenue au pavillon partagé de l'Agence sur le thème « L'innovation nucléaire pour un monde sans émissions nettes ». L'Agence a également pris une part active à une manifestation parallèle animée par le Département des affaires économiques et sociales de l'ONU, à un événement sur la résilience coorganisé avec l'Organisation météorologique mondiale, à une manifestation sur la plateforme Resilience Hub (Centre de la résilience) de la COP26 avec l'AIE, ainsi qu'à une conférence sur l'innovation organisée par le Club de l'énergie de Vienne. Elle a par ailleurs organisé, toujours dans le cadre de la COP26, une manifestation consacrée à la jeunesse, avec la participation de la lauréate du défi neutralité carbone de l'AIEA, qui s'était tenu pendant la 65^e session ordinaire de la Conférence générale.



FIG. B.2. Le Directeur général de l'AIEA, Rafael Grossi, accompagné de la lauréate du défi neutralité carbone de l'AIEA, Claire Li (Singapour).

8. En avril 2022, l'Agence a organisé, en partenariat avec l'initiative « Nuclear Innovation: Clean Energy Future » (innovation nucléaire pour un futur énergétique propre) mise en place dans le cadre de l'initiative ministérielle sur l'énergie propre, un webinaire intitulé « Investing in Low Carbon Technologies: Job Creation for Just Energy Transitions » (investir dans les technologies à faible intensité de carbone : des créations d'emplois au service de transitions énergétiques équitables). À cette occasion, plusieurs intervenants de l'AIE, de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables, de l'Association nucléaire mondiale et du Kenya, pays primo-accédant, ont débattu de l'importance des investissements dans les technologies d'énergie propre, dont l'électronucléaire, sur le plan de la croissance économique et de la création d'emplois, qui sont nécessaires pour assurer une transition « juste » vers un abandon des combustibles fossiles.

9. L'Agence a fait paraître, en septembre 2021, une publication intitulée *Financing Nuclear Power Plants* (IAEA-TECDOC-1964), qui présente les résultats d'un projet de recherche coordonnée. S'appuyant sur l'expérience des États Membres ayant récemment participé au financement de projets nucléaires, les auteurs recensent les enseignements qu'il est possible de tirer concernant les sources de financement, la nature du processus de financement et les obstacles au financement de projets nucléaires.

10. Pour analyser plus avant les facteurs de coûts techniques et économiques pour la durabilité économique de l'électronucléaire, en particulier dans le cadre des décisions des États Membres sur l'exploitation à long terme des centrales nucléaires, ainsi que pour déterminer la valeur de l'électronucléaire dans le bouquet énergétique compte tenu de considérations environnementales, l'Agence a réalisé, grâce à des capacités de calcul développées en interne, des analyses indépendantes pour quantifier la valeur de l'électronucléaire dans le cadre d'une transition vers un système sans émissions nettes, selon différents niveaux de déploiement de l'hydrogène.

11. Afin de renforcer ses activités dans le domaine de la science et de la technologie de la fusion pour ITER (Réacteur expérimental thermonucléaire international) et les centrales de démonstration à fusion, l'Agence a organisé la troisième réunion de coordination de la recherche sur les données requises pour les processus atomiques liés aux faisceaux de neutrons dans le plasma de fusion. La réunion s'est tenue en mode virtuel en novembre 2021 et a rassemblé 12 participants de neuf États Membres. Les participants ont fait le point sur leurs progrès dans l'évaluation de données fondamentales pour la modélisation des processus de pénétration et de photoémission des faisceaux de neutrons utilisés à des fins de chauffage et de diagnostic dans les plasmas de fusion.

Missions d'examen intégré de l'infrastructure nucléaire



12. L'Agence a continué de maintenir et de renforcer son assistance et ses services consultatifs pour les États Membres qui entreprennent ou développent un programme électronucléaire, en menant des missions d'examen intégré de l'infrastructure nucléaire (INIR) pour évaluer l'état de développement de l'infrastructure électronucléaire. À cet égard, elle a effectué des missions INIR (phase 1) en Ouganda (novembre-décembre 2021) et à Sri Lanka (avril 2022, initialement prévue en 2021) à la demande des deux États Membres.



FIG. B.3. Conclusion de la mission de huit jours menée par l'Agence en Ouganda pour examiner l'état d'avancement de l'infrastructure que met en place le pays en vue d'un programme électronucléaire.

13. La seizième réunion technique annuelle sur les questions d'actualité relatives au développement des infrastructures électronucléaires, tenue en mode virtuel en mars 2022, a été suivie par 87 participants représentant 34 États Membres et une organisation internationale. Cette réunion demeure la principale enceinte dans le cadre de laquelle les représentants de pays qui développent, entreprennent ou envisagent un programme électronucléaire peuvent faire le point sur l'avancement de leur projet, échanger de bonnes pratiques, mettre en commun les enseignements tirés de l'application de l'approche par étapes de l'Agence pour 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.

14. L'Agence a continué de dispenser des cours dans le cadre du programme de formation intégrée sur l'infrastructure nucléaire (INIT) pour faire mieux connaître et comprendre l'approche par étapes, les cours ayant été organisés selon une procédure en deux temps ou en présentiel lorsque cela était possible. Quelque 268 participants originaires de 39 pays ont ainsi pu bénéficier d'une formation grâce aux 15 cours et ateliers interrégionaux qui ont été organisés entre septembre 2021 et août 2022. En outre, en décembre 2021, dans le cadre du programme INIT, l'Agence a organisé un cours à Paris, Dunkerque et Gravelines (France), durant lequel 32 participants de 23 États Membres ont pu se familiariser avec les aspects économiques et financiers à prendre en considération lors de l'élaboration d'un programme électronucléaire.

15. Le Comité des services consultatifs et des services d'examen par des pairs a été établi en 2021. Il est chargé de veiller à l'harmonisation, à l'amélioration et au suivi de l'efficacité et de l'efficacités de ces deux types de services qui sont fournis par l'Agence. Depuis sa création, le comité s'est réuni à quatre reprises pour harmoniser les définitions, élaborer un modèle de directives pour les missions d'examen par des pairs et définir des indicateurs de performance pour les services d'examen par des pairs.

16. En novembre 2021, l'Agence japonaise de l'énergie atomique a acquis le statut de Centre collaborateur de l'Agence en matière de déclassement dans les domaines de la caractérisation radiologique aux fins du déclassement ainsi que de la sécurité nucléaire.

17. L'Agence a continué d'aider ses États Membres à renforcer leurs capacités en planification énergétique, en les formant à une suite complète d'outils de modélisation conçus pour leur permettre d'évaluer différentes voies possibles pour répondre à leurs besoins énergétiques en tenant compte de leurs objectifs respectifs dans les domaines de l'environnement, du climat et du développement durable. Dans ce contexte, l'Agence a organisé, en novembre 2021, un atelier sur les évaluations stratégiques de l'environnement dans le cadre de programmes électronucléaires, au cours duquel les participants ont appris à réaliser des évaluations de ce type pour leurs programmes électronucléaires nationaux, conformément aux principes directeurs de l'AIEA en la matière.

18. L'Agence a continué d'attirer l'attention sur la participation efficace des parties prenantes, notamment la communication avec le public, comme l'une des questions clés de l'approche par étapes et, en novembre-décembre 2021, a organisé une réunion technique virtuelle sur la participation des parties prenantes aux programmes électronucléaires, qui a rassemblé 52 participants de 16 États Membres et de deux organisations internationales.

19. En décembre 2021, l'Agence a organisé le Forum biennal du Réseau international sur le déclassement, qui s'est tenu en format hybride et a rassemblé 80 participants de 28 États Membres. La réunion a donné l'occasion aux vendeurs et concepteurs, aux organismes de réglementation et aux organisations chargées de l'exécution du déclassement de débattre des problèmes à résoudre et des besoins et lacunes à combler dans ce domaine.

20. L'Agence a publié, en décembre 2021, le document intitulé *Decontamination Approaches During Outages in Nuclear Power Plants — Experiences and Lessons Learned* (IAEA-TECDOC-1946), dans lequel elle a regroupé, mis à jour, réorganisé et approfondi les informations contenues dans d'autres publications qu'elle a fait paraître sur le sujet.

21. La publication intitulée *Managing the Decommissioning and Remediation of Damaged Nuclear Facilities* (IAEA-TECDOC-1989), publiée en 2021, synthétise les résultats du Projet international sur la gestion du déclassé et de la remédiation des installations nucléaires endommagées dirigé par l'Agence, et propose des conseils sur la base d'études de cas et des enseignements tirés de l'expérience.

22. En décembre 2021, l'Agence a présenté un webinaire consacré à une approche intégrée du déclassé sur un site comportant plusieurs installations. Cette manifestation a attiré 76 participants originaires de 26 États Membres. L'Agence a publié le document intitulé *Decommissioning at a Multifacility site: An Integrated Approach* (IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.13) en juin 2022.

23. L'Agence a créé deux réseaux sur la gestion de la durée de vie des centrales nucléaires et l'innovation à l'appui du parc mondial de centrales nucléaires en exploitation. Fondés sur la plateforme IAEA Connect, ils bénéficient tous deux de l'expérience particulièrement fructueuse acquise dans le cadre des réseaux établis de longue date par l'Agence.

24. En octobre 2021, une réunion technique inédite sur l'intelligence artificielle au service de la technologie et des applications nucléaires, organisée en mode virtuel, a permis la tenue d'échanges internationaux et transversaux dans le but, d'une part, d'examiner et de recenser les méthodes et outils basés sur l'intelligence artificielle qui sont susceptibles de faire progresser la science, la technologie et les applications nucléaires et, d'autre part, de promouvoir la coopération à cet égard. Le programme comprenait des séances thématiques sur l'alimentation et l'agriculture, la santé humaine, les données nucléaires, la fusion nucléaire, la physique nucléaire, l'électronucléaire, la sécurité nucléaire, la radioprotection, la vérification au titre des garanties, l'eau et l'environnement, et les considérations d'ordre éthique entourant le nucléaire et l'intelligence artificielle.

25. Conformément à son engagement à assurer l'égalité des sexes au Secrétariat et dans ses programmes, l'Agence a créé le réseau Women in Fusion sur le site womeninfusion.org pour soutenir la mise en réseau en faveur de la parité hommes-femmes dans les communautés de la fusion et pour contribuer à promouvoir la participation des femmes, quel que soit leur niveau d'études, et à mettre davantage en évidence les réalisations des femmes dans le secteur de la fusion.

26. 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, à la non-prolifération nucléaire ou au droit nucléaire 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.

27. En 2021, l'Agence a mis sur pied le Groupe de travail technique sur l'électronucléaire dans les systèmes énergétiques à faible émission de carbone (TWG-NPLCES). La première réunion du groupe, qui s'est déroulée en décembre 2021, a rassemblé les représentants de 12 États Membres et de cinq organisations internationales. Plusieurs sujets étaient à l'ordre du jour : l'énergie nucléaire, le développement durable et le changement climatique ; la modélisation, les projections et les scénarios dans le domaine de l'énergie ; la planification énergétique et l'appui aux États Membres. La composition du TWG-NPLCES a été élargie en 2022 pour améliorer la représentation régionale.

Réalisations à ce jour

Nombres cumulés des cycles 2020 et 2021

1 042
candidatures reçues

210
étudiantes
sélectionnées

93
nationalités

Études dans
53
États Membres

En août 2022...

73
étudiantes devraient
achever leur
programme de master

55 étudiantes devraient
effectuer un stage
avec l'appui de l'AIEA

FIG. B.4. Résultats obtenus jusqu'ici par le programme de bourses Marie Skłodowska-Curie de l'AIEA, qui a pour but d'inciter les femmes à se tourner vers des métiers en lien avec la science et la technologie nucléaires, la sûreté et la sécurité nucléaires, la non-prolifération nucléaire ou le droit nucléaire



FIG. B.5. Participation de boursières du MSCFP à l'École internationale sur la sécurité nucléaire et au séminaire international consacré à la Convention sur la protection physique des matières nucléaires (CPPMN) et à l'amendement à cette convention (15-26 novembre 2021)

28. À ce jour, le MSCFP a reçu 1 042 dossiers de candidature. Les 210 étudiantes sélectionnées, originaires de 93 États Membres, poursuivent leurs études dans 53 pays à travers le monde. Dans le cadre du programme, d'ici le mois d'août 2022, 73 étudiantes devraient avoir terminé leur master et 55 étudiantes devraient avoir effectué des stages, organisés par l'Agence, dans des départements techniques et des centres collaborateurs de l'Agence, au sein d'organisations partenaires de cette dernière ou dans des entreprises. Les boursières du MSCFP ont également la chance de pouvoir participer à diverses formations et manifestations techniques, ainsi qu'à des conférences.

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(65)/RES/11, 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 ; 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 de l'Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE/AEN), le Cadre international de coopération pour l'énergie nucléaire (IFNEC), l'Association nucléaire mondiale (WNA) et l'Association mondiale des exploitants nucléaires (WANON) ; encouragé le Secrétariat à coopérer avec les organisations industrielles nationales et internationales de normalisation ; 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 et encouragé le Secrétariat à continuer de s'efforcer de faire des documents de cette collection un ensemble de publications plus intégré, exhaustif et clairement organisé à tenir à jour et de consolider la rédaction et l'examen des publications de la collection en un seul processus systématique et transparent.
4. Dans la section B.9 de la résolution GC(65)/RES/11, 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 elle-même à sa soixante-sixième session (2022).

B. Progrès réalisés depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

5. L'Agence a récemment mis en service une application d'acquisition et de validation de données pour le Système d'information sur les réacteurs de puissance (PRIS), ce qui a permis de rationaliser la collecte et la diffusion des données relatives à l'énergie d'origine nucléaire et de les rendre plus efficaces. Les nouveaux tests de validation des données de l'application ont contribué à améliorer la qualité des données, la classification des pertes d'énergie et l'utilisation du système de codage des arrêts,

permettant d'effectuer des calculs plus précis au regard des indicateurs de la performance des réacteurs nucléaires. En outre, grâce au nouveau système d'acquisition de données, la collecte de données relatives à la construction de réacteurs nucléaires s'est considérablement intensifiée, ce qui bénéficiera à tous les États Membres qui mettent en place de nouveaux programmes nucléaires ou qui étendent leur programme. L'Agence a publié les données recueillies dans le cadre du PRIS sur la page web publique consacrée au système ; il s'agit de l'une des pages les plus populaires du site web de l'AIEA, 1,2 million de consultations et 170 000 utilisateurs uniques ayant été enregistrés au cours de l'année écoulée.

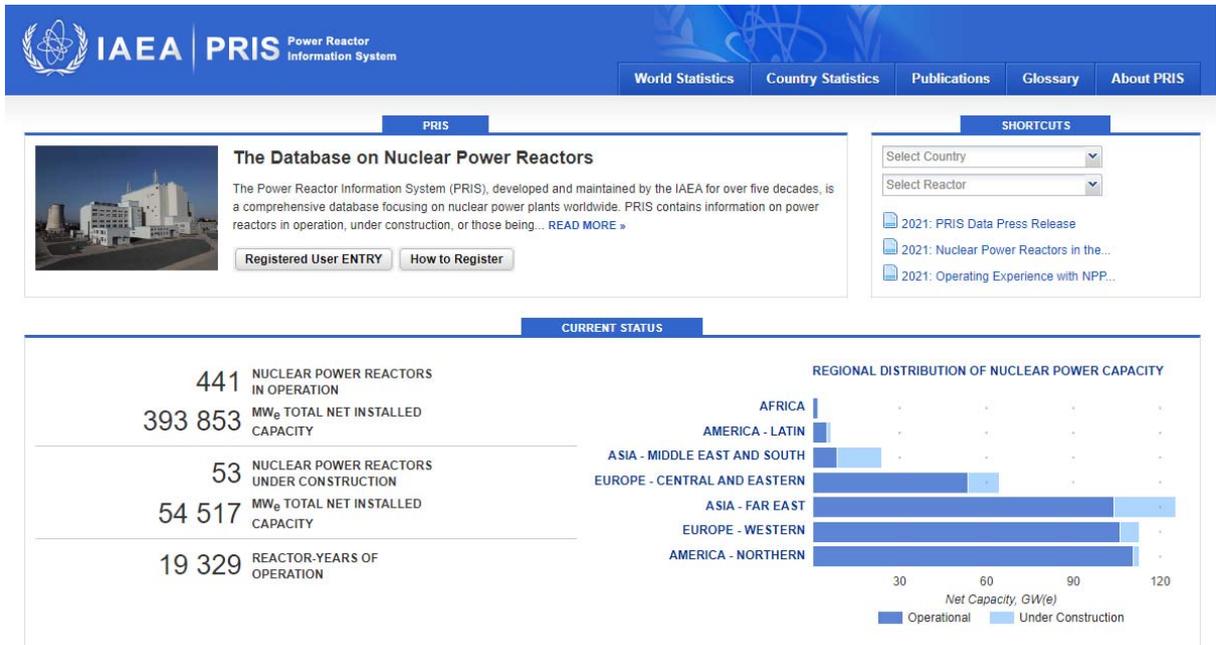


FIG. B.1. L'Agence élabore actuellement un projet visant à moderniser la page web publique du Système d'information sur les réacteurs de puissance en déployant un explorateur de données multicouche, intuitif et innovant. L'objectif est d'offrir aux utilisateurs une expérience de grande qualité et d'optimiser l'utilisation de toutes les données pour produire des rapports et des infographies reposant sur les meilleures statistiques disponibles



FIG. B.2. Le Système d'information sur les réacteurs de puissance de l'Agence est une base complète de données axées sur les centrales nucléaires du monde entier

6. Fin 2021, l'Agence a créé le Comité de coordination de la participation des parties prenantes du Département de l'énergie nucléaire (NESECC) afin d'apporter un appui cohérent et coordonné aux États Membres, de veiller à ce que cet appui soit efficace et efficient et d'assurer une coordination en interne. Le NESECC a tenu sa première réunion, au cours de laquelle il a élaboré une stratégie de participation des parties prenantes.

7. L'Agence a activement collaboré avec les partenaires internationaux, avec qui elle a mené des activités de renforcement des capacités humaines et organisationnelles. Dans le cadre de sa participation au groupe de travail de l'OCDE/AEN sur les facteurs humains et organisationnels et, en particulier, à l'équipe spéciale chargée de l'apprentissage et de la performance pendant la pandémie, elle a continué d'en apprendre plus et d'échanger au sujet de la performance humaine et organisationnelle dans le secteur du nucléaire et d'appliquer des améliorations dans ce domaine. L'Agence ayant joué un rôle moteur dans ces efforts, elle a été invitée à présenter un certain nombre d'outils et d'approches visant à renforcer la performance humaine et organisationnelle à l'occasion de la réunion plénière du groupe de travail, en mars 2022, et à faire part des mesures prises pour faire face aux difficultés liées à la pandémie. L'Association mondiale des exploitants nucléaires (WANO) est restée un partenaire stratégique et a continué de contribuer activement aux publications relatives aux capacités humaines et organisationnelles. Ainsi, elle a participé en qualité d'expert à l'équipe de rédaction de la publication de la collection Énergie nucléaire de l'AIEA intitulée *Leadership in the Nuclear Organization*, dont l'élaboration a débuté fin 2021.

8. L'Agence et la WANO ont par ailleurs continué de coopérer dans le cadre des réunions de coordination régulières du Groupe de travail sur l'assistance aux nouvelles unités (NUAWG). La WANO a participé à la réunion technique sur les questions d'actualité relatives au développement des infrastructures électronucléaires, en mars 2022, et à la réunion virtuelle du Groupe de travail technique sur l'infrastructure électronucléaire, en novembre 2021. Dans le cadre du NUAWG, l'AIEA et la WANO ont dégagé des synergies en vue d'optimiser les services fournis par l'Agence, le but étant d'obtenir la plus grande valeur ajoutée et de réduire au minimum la charge pesant sur les organisations en vue de la mise en service et de l'exploitation.

9. L'IFNEC a régulièrement participé à la réunion technique annuelle sur les questions d'actualité relatives au développement des infrastructures électronucléaires afin de faire part, au cours des différentes sessions, de ses connaissances et de son expérience et de présenter les activités d'aide et de coopération menées auprès des pays primo-accédants. Par ailleurs, des réunions de coopération ont été régulièrement organisées, en mode virtuel, avec des réseaux régionaux tels que l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ASEAN) et la Commission africaine de l'énergie nucléaire (AFCONE) ; l'Agence a en outre participé à trois webinaires de l'AFCONE et à deux webinaires de l'ASEAN.

10. L'AIEA a consolidé sa coopération avec l'OCDE/AEN dans le domaine des systèmes nucléaires avancés et de leurs applications ainsi que dans celui de l'électronucléaire et du changement climatique, en invitant l'AEN à contribuer à l'une des manifestations qu'elle a organisées dans le cadre de la COP26. L'Agence a elle-même été invitée à participer à une table ronde à l'occasion du lancement, en mai 2022, du rapport de l'AEN intitulé *Meeting Climate Change Targets: The Role of Nuclear Energy*.

11. En juin 2022, l'Agence a participé aux travaux du Comité des sciences nucléaires de l'OCDE/AEN concernant tous les aspects scientifiques de la production électronucléaire et, en mai 2022, à ceux du Groupe de travail sur la coopération internationale pour l'évaluation des données nucléaires. En outre, elle a contribué au projet de Fichier commun de données évaluées sur la fission et la fusion en fournissant des évaluations de données nucléaires pour divers nucléides.

12. L'Agence a mis en place une collaboration trilatérale avec la Commission européenne et l'OCDE/AEN en vue d'établir une taxonomie et une ontologie communes aux fins de la gestion des connaissances en matière de déclassé nucléaire ; un rapport conjoint sur cette taxonomie est en cours d'élaboration.

13. La 57^e réunion du Groupe mixte OCDE/AEN-AIEA de l'uranium s'est tenue en novembre 2021 sous forme virtuelle. Y ont participé 47 experts représentant 33 États Membres et trois organisations internationales, ainsi que 13 experts invités issus de gouvernements et du secteur privé ; les participants ont donné des présentations thématiques qui ont porté sur divers sujets tels que les aspects fondamentaux du marché de l'uranium, les innovations technologiques et d'autres questions scientifiques liées à la prospection et à la production d'uranium. Le Groupe a examiné des exposés de pays dans lesquels étaient présentées les données fournies aux fins des rapports nationaux de l'édition 2022 du Livre rouge, et il a été informé des progrès relatifs à la numérisation de l'ouvrage et au développement de la base de données connexe.

14. Afin de favoriser la coopération avec l'Organisation internationale de normalisation en ce qui concerne l'élaboration de normes et de codes techniques et industriels appropriés afin de mieux répondre aux besoins des États Membres, l'Agence a établi, avec le comité technique « ISO/TC 85 (Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection) », des procédures visant à recenser les activités dans lesquelles une coopération est possible.

15. Elle a également coopéré avec plusieurs organisations internationales afin de promouvoir l'harmonisation des codes et des normes, des études de conception et de la fabrication de composants pour les réacteurs de faible ou moyenne puissance (RFMP).

16. L'Agence a rationalisé sa coopération avec le GIF afin de définir des domaines de coopération concernant les six systèmes nucléaires de ce dernier ainsi que les groupes de travail transversaux. La réunion de coordination annuelle GIF-AIEA s'est tenue en juillet 2022 ; par ailleurs, l'Agence a participé, en qualité d'observatrice, aux réunions ordinaires du groupe d'orientation du GIF.

17. 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, dont la dernière édition s'est tenue en mars 2022 dans un format hybride.

18. L'Agence a continué d'attirer l'attention sur la participation des parties prenantes, notamment la communication avec le public, qui est l'une des questions clés de l'approche par étapes. Elle entreprendra l'élaboration 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 intitulée *Stakeholder Engagement in Nuclear Programmes* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-5.1).

19. L'Agence a approfondi cette question dans le cadre du cours interrégional sur la participation des parties prenantes à de nouveaux programmes électronucléaires, tenu en août et septembre 2021 sous forme virtuelle. Dix-neuf personnes de 12 États Membres y ont assisté.

20. En avril 2022, elle a publié un ouvrage intitulé *Communication and Stakeholder Involvement in Radioactive Waste Disposal* (IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.16), qui offre des orientations pratiques sur la communication et la participation des parties prenantes à l'intention des pays qui lancent, reprennent ou révisent un programme de stockage définitif.

Cycle du combustible nucléaire et gestion des déchets

A. Contexte

4. Dans la section B.3 de la résolution GC(65)/RES/11, 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 ; 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 ; encouragé 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 usé 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 usé 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 déclassement et les plans d'action à l'appui du déclassement, afin de promouvoir l'exécution sûre, sécurisée, efficiente 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 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 et 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(65)/RES/11, 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 conviendrait, et à elle-même à sa soixante-sixième session (2022).

B. Progrès réalisés depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

7. Une réunion technique destinée à faire le point sur les innovations liées au cycle de production de l'uranium s'est tenue en ligne en juin 2022. Pour les 42 experts qui y ont assisté, représentant 22 États Membres, elle a été l'occasion d'échanger des informations et d'examiner les innovations techniques récentes dans le domaine de la production d'uranium, en se concentrant sur la récupération d'uranium à partir de ressources secondaires ou de qualité inférieure.

8. En décembre 2021 est paru l'ouvrage intitulé *Milestones in the Development of National Infrastructure for the Uranium Production Cycle*, prépublication qui décrit les quatre phases successives du cycle de production de l'uranium permettant d'atteindre les quatre étapes correspondantes, à savoir : i) la prospection ; ii) la construction et la mise en service d'une mine et d'une installation de traitement ; iii) leur exploitation sûre ; et iv) le déclassement et la remédiation.



En novembre 2021, l'AIEA a publié la version russe des documents intitulés *Fuel Modelling in Accident Conditions (FUMAC)* (IAEA-TECDOC-1889, publié en anglais en décembre 2019) et *Analysis of Options and Experimental Examination of Fuels for Water Cooled Reactors with Increased Accident Tolerance (ACTOF)* (IAEA-TECDOC-1921, publié en anglais en juillet 2020). Le second ouvrage a aussi été publié en chinois en mai 2022.

9. En juin 2022, l'Agence a organisé une réunion technique sur l'utilisation d'outils en ligne aux fins du renforcement des compétences en matière de déclassé et de remédiation environnementale, à laquelle ont assisté 45 personnes de 23 États Membres et de deux organisations internationales. Les participants ont examiné les enseignements tirés de formations en ligne, de webinaires et d'autres outils en ligne et recensé des bonnes pratiques.

10. La troisième et dernière réunion de coordination de la recherche sur la gestion du combustible usé gravement endommagé et du corium s'est tenue en juin 2022. Les résultats du PRC seront compilés dans un document technique à ce sujet.

11. Une réunion technique sur la gestion du vieillissement et la prolongation de la durée de vie des installations du cycle du combustible nucléaire s'est tenue en ligne en décembre 2021. En tout, 45 experts de 18 États Membres et de deux organisations internationales y ont participé pour échanger des données d'expérience en matière d'exploitation d'installations du cycle du combustible nucléaire vieillissantes.

12. En septembre 2021, l'Agence a publié un ouvrage intitulé *Spent Fuel Performance Assessment and Research: Final Report of a Coordinated Research Project (SPAR-IV)* (IAEA-TECDOC-1975), qui fournit un aperçu des questions techniques liées à l'entreposage en piscine ou à sec du combustible usé et récapitule les objectifs et les principales conclusions des travaux de recherche menés dans le cadre du PRC sur la performance du combustible usé et des systèmes d'entreposage.

13. La première réunion de coordination de la recherche sur la caractérisation du combustible usé s'est tenue en ligne en décembre 2021. Y ont participé 30 chercheurs principaux et observateurs de 16 États Membres et d'une organisation internationale afin d'examiner les progrès accomplis dans le cadre de divers projets en cours et de déterminer les travaux à mener en collaboration en vue d'atteindre les objectifs généraux du PRC.

14. En décembre 2021, l'Agence a publié les versions arabe, chinoise et russe de l'ouvrage intitulé *Storing Spent Fuel until Transport to Reprocessing or Disposal* (NES n° NF-T-3.3, publié en anglais en mars 2019).

15. En décembre 2021 également, elle a publié les versions chinoise et russe de la publication intitulée *Behaviour of Spent Power Reactor Fuel during Storage: Extracts from the Final Reports of Coordinated Research Projects on Behaviour of Spent Fuel Assemblies in Storage (BEFAST I-III) and Spent Fuel Performance Assessment and Research (SPAR I-III) — 1981–2014* (IAEA-TECDOC-1862, publié en anglais en février 2019).

16. En mai 2022, l'Agence a organisé la première réunion de coordination de la recherche sur le combustible usé et les évaluations connexes, à laquelle ont participé 27 experts représentant sept États Membres et une organisation internationale afin de discuter des aspects de leurs projets rentrant dans le cadre du PRC sur l'évaluation de la performance du combustible usé lors de l'entreposage (en piscine ou à sec) ainsi que des résultats du PRC. En plus du document technique final, l'équipe en charge du PRC élaborera des modules d'apprentissage à distance concernant les mécanismes de dégradation du combustible usé et participera à des webinaires en vue de diffuser les résultats du PRC.

17. Une réunion technique consacrée au recensement des possibilités et des difficultés liées à la partie terminale du cycle du combustible nucléaire pour les nouveaux combustibles résistants aux accidents s'est tenue à distance en juin 2022. En tout, 33 experts représentant 16 États Membres et une organisation internationale y ont participé afin d'élaborer une définition de travail des combustibles résistants aux accidents et d'échanger au sujet des travaux actuellement menés pour mieux comprendre les effets de ces combustibles sur les activités de l'aval du cycle et déterminer les principales questions posées et les informations nécessaires. De manière générale, les experts ont reconnu qu'il était important

de caractériser et de tester le combustible irradié afin de valider les modèles et de mieux comprendre les effets potentiels sur la partie terminale.

18. Une réunion du Comité technique international sur les déchets radioactifs a été organisée en mai 2022 ; y ont participé 31 spécialistes des déchets radioactifs, dont 23 en personne et huit à distance, représentant 19 États Membres et quatre organisations internationales. Les experts ont examiné les stratégies, technologies et méthodes de gestion des déchets radioactifs ainsi que la mise en œuvre de cette gestion au regard des normes de sûreté et des orientations sur la sécurité applicables, et compte tenu de la nécessité de veiller à la transversalité du programme de gestion des déchets radioactifs avec les autres domaines de travail pertinents de l'Agence.

19. La version espagnole de la publication intitulée *Policy and Strategies for Radioactive Waste Management* (IAEA Nuclear Energy Series No. NW-G-1.1), qui avait été publiée en anglais en 2009, est parue en mars 2022.

20. Toujours en mars 2022, l'Agence a tenu, dans un format hybride, une réunion technique sur les garanties internationales dans la conception des programmes de gestion des déchets radioactifs, à laquelle ont participé 30 États Membres. Un projet de publication sur ce thème y a été élaboré et examiné.

21. Tenue du 1^{er} au 5 novembre 2021, la « Conférence internationale sur la gestion des déchets radioactifs : des solutions durables pour l'avenir » a favorisé l'échange d'informations sur les avancées en cours et les solutions éprouvées en matière de gestion des déchets radioactifs.



FIG. B.1. Les participants à la « Conférence internationale sur la gestion des déchets radioactifs : des solutions durables pour l'avenir », qui s'est tenue à Vienne, ont échangé au sujet des solutions de gestion sûre et responsable des déchets radioactifs.

23. L'Agence a publié un document intitulé *Decontamination Approaches During Outage in Nuclear Power Plants — Experiences and Lessons Learned* (IAEA-TECDOC-1946) en 2021 et élaboré une prépublication intitulée *Experience in the Management of Radioactive Wastes after Nuclear Accidents* (IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.31).

24. En 2021, elle a également publié un ouvrage intitulé *Design Principles and Approaches for Radioactive Waste Repositories* (IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.27).

25. Lors de l'atelier sur la gestion des déchets résultant de la fusion organisé par l'Agence en octobre 2021, des experts ont élaboré des directives spécifiques sur la gestion des déchets radioactifs dans les futures centrales de démonstration et centrales pilotes à fusion ; 45 participants de 15 États Membres et de deux organisations internationales ont assisté à l'atelier.

26. Les écoles internationales organisées conjointement par le Centre international Abdus Salam de physique théorique (CIPT) et l'AIEA soutiennent les activités menées par l'Agence en matière de transfert des connaissances, de formation théorique et pratique et d'innovation technique. Une telle formation sur les tests de performance des colis de déchets radioactifs s'est tenue en novembre 2021, et une autre sur les principes physiques de la migration des radionucléides (entreposage, stockage définitif et sites contaminés) est en cours d'élaboration et sera dispensée en novembre 2022.

27. Une réunion technique sur le Système d'information sur le combustible usé et les déchets radioactifs (SRIS) s'est tenue à distance en novembre et décembre 2021. Les 56 participants ont fait part de leurs retours d'expérience avec le système. La réunion a aussi été l'occasion de présenter aux nouveaux coordonnateurs nationaux une vue d'ensemble des fonctionnalités et des avantages du SRIS. La page web publique du SRIS a été lancée en décembre 2021.

28. En réponse à une demande faite par les États Membres, qui souhaitent plus d'informations sur la gestion du stockage définitif des déchets radioactifs, l'Agence a organisé, en novembre 2021, une réunion technique sur les difficultés et les options relatives au stockage définitif des déchets contenant du graphite et du radium et des autres déchets radioactifs de faible activité à longue période. Treize participants de neuf États Membres ont examiné les défis associés à la gestion de ce type de déchets ainsi que les technologies et les options possibles de stockage définitif des déchets de graphite provenant de réacteurs.

29. En avril 2022, la réunion technique sur l'état de développement et l'utilisation des géopolymères pour l'immobilisation des déchets radioactifs, à laquelle ont participé 48 personnes de 31 États Membres, a été l'occasion d'examiner les approches actuelles de développement et d'utilisation de géopolymères comme matrices d'immobilisation des déchets radioactifs et d'échanger à ce sujet. Il est ressorti de cette réunion virtuelle que pour utiliser des géopolymères pour le conditionnement des déchets nucléaires, il était nécessaire d'en savoir davantage sur les tests et la durabilité de la forme du déchet.

30. En décembre 2021, à Piacenza (Italie), l'Agence a organisé, en coopération avec la SOGIN, une réunion technique sur les progrès de la mise en valeur des ressources humaines et du renforcement des compétences dans le domaine du déclassé, à laquelle ont assisté 39 participants de 16 États Membres et d'une organisation internationale. Cette réunion a porté sur le renforcement des capacités en matière de déclassé, en particulier sur le recours à des techniques nouvelles et novatrices afin de faire progresser les projets de déclassé.

31. En janvier 2022, un webinaire sur l'état d'avancement du déclassé dans le monde a été organisé afin de présenter à 82 participants de 31 États Membres les résultats du bilan et de l'analyse relatifs à l'état d'avancement de projets de déclassé concernant des centrales nucléaires, des installations du cycle du combustible nucléaire et des réacteurs de recherche à l'arrêt, aux tendances connexes et aux problèmes rencontrés dans la mise en œuvre de ces projets. À l'issue de ce webinaire, une publication intitulée *Global Status of Decommissioning*, à paraître dans la collection Énergie nucléaire, a été élaborée.

32. En mai 2022, en coopération avec JAVYS, la société slovaque de l'énergie nucléaire et du déclassé, l'Agence a organisé, à l'intention de 45 participants de 15 États Membres et de deux organisations internationales, un atelier international sur les enseignements tirés de la mise en œuvre de

projets de déclassement de réacteurs de puissance refroidis et modérés par eau (VVER). Les participants ont échangé au sujet des enseignements acquis sur les plans organisationnel et technique à l'occasion de projets de déclassement en cours.



FIG.B.2. Les participants à l'atelier international sur les enseignements tirés de la mise en œuvre de projets de déclassement de réacteurs de puissance refroidis et modérés par eau (VVER) observent des activités de démantèlement dans la zone contrôlée, à l'occasion d'une visite du site de la centrale nucléaire Bohunice VI.

33. En avril 2022, l'Agence a présenté un webinaire sur la mise en valeur des ressources humaines en matière de déclassement, auquel ont assisté 52 participants de 22 États Membres, dans l'objectif d'examiner les principales questions et difficultés s'agissant de se doter de personnel qualifié pour mettre en œuvre des projets de déclassement. Cet atelier a été suivi, en juillet 2022, par une réunion technique sur la mise en valeur des ressources humaines dans le domaine du déclassement, tenue à Vienne, qui visait à permettre aux États Membres d'échanger leurs données d'expérience à ce sujet. La publication intitulée *Training and Human Resource Considerations for Nuclear Facility Decommissioning* [IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-2.3 (Rev. 1)] est parue en juin 2022.

34. En août 2022, l'Agence organisera une réunion technique sur les technologies nouvelles et émergentes permettant de faire progresser les projets de déclassement, le but étant d'examiner les avantages et les limites des technologies de numérisation de pointe pour ce qui est de concevoir et de faire avancer les activités de déclassement.

35. En mars et en avril 2022, l'Agence a tenu une série de webinaires consacrés aux différents instruments destinés à appuyer la prise de décisions relatives aux projets de remédiation environnementale. Une centaine de participants de 39 États Membres y ont été informés des nouveautés à ce sujet.

36. En octobre et en novembre 2021, l'Agence a organisé deux webinaires consacrés aux bonnes pratiques suivies respectivement en Espagne et en France aux fins de la remédiation des anciennes mines d'uranium. Plus de 100 personnes représentant 35 États Membres y ont participé.

37. Le webinaire sur l'évaluation de l'impact environnemental des anciens sites de stockage en tranchées, qui a eu lieu en mai 2022, a permis de fournir à 89 participants de 36 États Membres des informations sur les bonnes pratiques en matière d'évaluation de la sûreté et de modélisation de l'environnement.

38. En octobre 2021, un atelier sur la caractérisation des terres contaminées par des matières radioactives comprenant des exercices pratiques d'échantillonnage et de caractérisation a été tenu à Vienne et à Seibersdorf (Autriche) à l'intention de 22 personnes venant de 15 États Membres.

39. En décembre 2021, l'Agence a organisé un webinaire sur les options de gestion des résidus de matière radioactive naturelle. Une analyse des défis et des questions à ce sujet ainsi que des exemples de bonnes pratiques et de solutions ont été présentés à 129 participants de 43 États Membres.

40. Les comptes rendus des travaux de la Conférence internationale sur la gestion des résidus de matière radioactive naturelle dans l'industrie ont été publiés en mai 2022.

41. L'Agence fournit une assistance aux fins de la mise en œuvre effective d'une installation de stockage en puits des sources radioactives scellées retirées du service. Les activités de construction et les opérations de stockage ont débuté dans le cadre du projet de stockage en puits mené en Malaisie, qui est le premier dans son genre. L'AIEA apporte sur demande un appui et une aide aux fins de l'achèvement du projet, qui est prévu pour la fin 2022.

42. Un essai pilote concernant un centre technique qualifié a été mené à bien avec succès en mai 2022, en coopération avec le Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires du Maroc. Les processus d'application et les méthodes d'évaluation sont maintenant en cours d'achèvement.

43. Les activités de renforcement des capacités des États Membres en matière de gestion de sources radioactives scellées se sont poursuivies dans le cadre de la réunion technique sur les expériences nationales et internationales de réutilisation et de recyclage des sources radioactives scellées retirées du service, tenue en avril 2022, et de la réunion technique sur les enseignements tirés de la gestion des sources de haute activité retirées du service, tenue en mai 2022, qui ont été l'occasion de recueillir les données d'expérience et les enseignements acquis par les États Membres.

44. Lancée en décembre 2021, l'Initiative mondiale de gestion du radium 226 commence à produire des résultats. Dans le cadre de cette initiative, l'AIEA aide les États Membres possédant d'anciennes sources de radium 226 à entrer en contact avec ceux dotés de capacités de recyclage.

45. Les versions espagnole et française de l'ouvrage intitulé *Gestion des sources radioactives scellées retirées du service* (IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.3) ont été publiées en mai 2022.

Réacteurs de recherche

A. Contexte

1. À la section B.4 de la résolution GC(65)/RES/11, 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. Dans la section B.9 de la résolution GC(65)/RES/11, 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 conviendrait, et à elle-même à sa soixante-sixième session (2022).

B. Progrès réalisés depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

6. Afin de fournir des orientations pratiques sur l'application de l'approche décrite dans la publication intitulée *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), des normes de sûreté pertinentes de l'Agence et d'autres principes directeurs connexes, l'Agence a organisé, en décembre 2021, un atelier de formation en ligne sur l'évaluation de l'infrastructure nucléaire nationale à l'appui d'un nouveau projet de réacteur de recherche, qui a réuni 54 participants de 15 États Membres. L'atelier a également été l'occasion pour les participants de mettre en commun et d'examiner les 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.

7. L'Agence a tenu un atelier de formation sur les spécifications techniques pour le processus d'appel d'offres concernant un nouveau réacteur de recherche en juillet 2022, à Vienne. Cet atelier avait pour objet de fournir aux États Membres participants des informations pratiques concernant l'élaboration des spécifications techniques relatives au processus d'appel d'offres pour un nouveau projet de réacteur de recherche, en tenant compte des exigences en matière d'exploitation, d'utilisation et de sûreté ainsi que des orientations sur les critères d'évaluation des soumissions. Il a également permis aux États Membres de mettre en commun leurs données d'expérience, les difficultés rencontrées et les enseignements tirés en matière de préparation et de mise en œuvre du processus d'appel d'offres pour un nouveau réacteur de recherche.

8. En octobre 2021, l'Agence a organisé une réunion technique virtuelle sur l'inspection en service et la prise de décisions fondée sur le risque concernant les réacteurs de recherche, qui a rassemblé 33 participants de 18 États Membres. Les participants ont mis en commun leurs données d'expérience sur la planification et la mise en œuvre des inspections en service, examiné les pratiques actuelles en matière d'évaluation probabiliste du risque en vue de garantir la fiabilité et la disponibilité des réacteurs de recherche, et conclu que la méthodologie fondée sur le risque pouvait être envisagée pour un nombre limité d'installations de grande taille.

9. L'Agence a organisé, en avril 2022, à Vienne, un atelier de formation sur les techniques d'examen non destructif, d'inspection en service et de surveillance sans interruption de l'exploitation des réacteurs de recherche, auquel ont pris part 22 participants de 15 États Membres. Outre les exposés présentés et les discussions menées, une formation pratique aux inspections en service a également été dispensée aux participants au réacteur de recherche TRIGA Mark II de l'Université technique de Vienne.



FIG. B.1. Formation pratique à l'inspection en service au réacteur de recherche TRIGA Mark II de l'Université technique de Vienne

10. Afin d'encourager les efforts régionaux et internationaux visant à assurer un large accès au parc de réacteurs de recherche polyvalents existant et d'accroître l'exploitation et l'utilisation des réacteurs de recherche, l'Agence a publié le document intitulé *Considerations of Safety and Utilization of Subcritical Assemblies* (IAEA-TECDOC-1976). Cette publication a été élaborée pour répondre à l'intérêt croissant des États Membres pour les conceptions, l'exploitation sûre et les programmes d'utilisation des assemblages sous-critiques.

11. L'atelier de formation sur l'élargissement de l'assise des parties prenantes des réacteurs de recherche au moyen de plans stratégiques et de plans d'activité, qui s'est tenu en ligne en novembre 2021, a contribué à améliorer l'utilisation et la viabilité des réacteurs de recherche grâce à la diffusion de méthodologies pertinentes, la présentation d'exemples de réussites et la mise en commun des enseignements tirés, des stratégies de mise en œuvre et des bonnes pratiques en matière de planification stratégique et de planification des activités pour ces installations.

12. En réponse à la demande de la Commission chilienne de l'énergie nucléaire portant sur l'exécution d'une mission d'examen intégré de l'utilisation des réacteurs de recherche (IRRUR) dans le réacteur de recherche RECH-1, une réunion de consultation sur l'examen et la planification de l'utilisation du réacteur de recherche RECH-1 a été organisée en novembre 2021 sous forme virtuelle, en raison des restrictions dues à la pandémie, afin d'examiner les documents relatifs à l'utilisation du RECH-1 et sa planification, d'évaluer l'utilisation actuelle du RECH-1 et de dispenser des conseils sur les possibilités et les contraintes relatives à la planification de son utilisation.

13. Une mission préliminaire IRRUR pour le réacteur de recherche RP-10 du Centre nucléaire RACSO, au Pérou, a été organisée en ligne en mai 2022 à la demande du Gouvernement péruvien. Cette mission préparatoire a permis de mieux comprendre les questions relatives à l'utilisation du RP-10 et les défis auxquels il est confronté, ainsi que de déterminer la suite des travaux préparatoires et de définir le programme détaillé de l'intégralité de la mission IRRUR, qui devrait avoir lieu plus tard dans l'année. La réunion technique sur la préparation du déclassement de réacteurs de recherche, qui s'est tenue en juillet 2022 à Vienne, a permis aux États Membres de discuter de leurs expériences respectives s'agissant de la prise en compte du déclassement final dans les phases de conception et d'exploitation de réacteurs de recherche, notamment de la gestion de la période de transition entre la phase d'exploitation et le déclassement, et a contribué à l'élaboration d'une publication de l'Agence sur cette question.

14. L'Agence a organisé un atelier sur l'entreposage à sec du combustible utilisé des réacteurs de recherche en novembre 2021, à Vienne, qui a rassemblé 55 participants de 28 États Membres. Cet atelier a fourni des orientations sur la sûreté de l'entreposage à sec et en piscine du combustible utilisé des réacteurs de recherche pendant de longues périodes, ainsi que sur le transfert du combustible d'un entreposage à sec vers un entreposage en piscine, y compris plusieurs approches relatives à l'entreposage à sec et au transfert.

15. En décembre 2021, l'Agence a publié le document intitulé *Research Reactor Spent Fuel Management: Options and Support to Decision Making* (IAEA Nuclear Energy Series No. NF-T-3.9), qui présente différentes stratégies de gestion du combustible utilisé des réacteurs de recherche et propose une méthodologie pour sélectionner la solution la plus adaptée. Un ensemble d'outils d'aide à la décision intégrant la prise en compte de facteurs économiques et non économiques susceptibles d'avoir une incidence sur le choix d'une solution peut être téléchargé sur la page web de la publication, sous forme de fichiers complémentaires. Un atelier virtuel d'initiation à l'utilisation de ces outils s'est tenu en juillet 2022, en préparation de l'atelier pilote national qui sera organisé sur ce thème plus tard dans l'année.

16. Publié en septembre 2021, le document intitulé *Data Analysis and Collection for Costing of Research Reactor Decommissioning: Final Report of the DACCORD Collaborative Project* (IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.12) propose une analyse détaillée des coûts liés au déclassement de 20 réacteurs de recherche, de divers modèles de conception et situés dans différents pays, ainsi que des orientations aux fins de l'évaluation des incertitudes et des imprévus. Il traite également de l'utilisation du code logiciel pour l'estimation du coût du déclassement de réacteurs de recherche dans Excel élaboré par l'Agence pour permettre à des non-spécialistes d'établir des estimations préliminaires des coûts liés au déclassement.

17. En novembre et décembre 2021, l'Agence a exécuté une mission d'examen intégré de l'infrastructure nucléaire pour les réacteurs de recherche en Thaïlande. Cette mission a aidé le pays à évaluer l'état actuel de son infrastructure nucléaire nationale à l'appui de son programme, qui comprend deux nouveaux projets de réacteur de recherche, et à déterminer les besoins supplémentaires en matière de développement pour franchir les étapes relatives à la mise en œuvre de ces projets ; elle a également fourni des recommandations et des suggestions à l'intention des contreparties en Thaïlande concernant les mesures supplémentaires à prendre dans les domaines concernés.

18. L'Agence a effectué des missions préliminaires d'évaluation de l'exploitation et de la maintenance des réacteurs de recherche (pre-OMARR) en Pologne en février 2022, et en République islamique d'Iran en mai 2022. Des missions OMARR ont été réalisées au Chili en juillet 2022 et d'autres sont prévues en Pologne en août 2022 et en République islamique d'Iran en septembre 2022. Les missions OMARR en République démocratique du Congo et en Thaïlande ont été reportées à 2023.

Missions d'évaluation de l'exploitation et de la maintenance des réacteurs de recherche



19. Afin d'encourager les efforts régionaux et internationaux visant à assurer un large accès au parc de réacteurs de recherche polyvalents, l'Agence a de nouveau nommé l'Institut de recherche sur les réacteurs nucléaires de la Fédération de Russie Centre international désigné par l'AIEA s'appuyant sur des réacteurs de recherche (ICERR) pour la période 2022-2025. La mission de l'Agence portant sur l'évaluation de la demande de désignation du Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN) du Maroc en tant qu'ICERR a été menée en juillet 2022.

20. Le 16^e cours collectif avec bourses sur les réacteurs de recherche, organisé en coopération avec l'Initiative en faveur des réacteurs de recherche d'Europe orientale, initialement prévu en 2020 mais reporté en raison de la pandémie, a été accueilli par des universités en Autriche et en Hongrie en octobre et novembre 2021, avec la participation à distance d'autres établissements en République tchèque et en Slovaquie.

21. Des réacteurs-laboratoires par Internet reliés à des réacteurs de recherche hôtes en République de Corée et en République tchèque ont effectué des transmissions pour les universités participantes en Azerbaïdjan, au Bélarus, en Mongolie, aux Philippines et en Tunisie.

22. Des essais de connexion entre le réacteur hôte MA-R1 du CNESTEN, au Maroc, et l'Université Kenyatta, au Kenya, dans le cadre du projet de réacteur-laboratoire par Internet ont été menés avec succès. Les transmissions régulières d'expériences débuteront plus tard dans l'année.

23. L'Agence a continué d'appuyer des projets relatifs à l'évacuation du combustible à l'UHE irradié des réacteurs de recherche IVG.1M et IGR, situés au Kazakhstan, à l'aide de réunions de consultation, du recrutement d'experts et d'arrangements contractuels.

24. La réunion technique sur le remplacement de l'uranium hautement enrichi par de l'uranium faiblement enrichi dans les réacteurs sources de neutrons miniatures, qui s'est tenue en novembre 2021 à Vienne, a réuni 25 participants de neuf États Membres. Elle leur a permis de mettre en commun les enseignements tirés de l'expérience acquise en matière de conversion des réacteurs sources de neutrons miniatures (RSNM) à l'uranium faiblement enrichi (UFE) et de réexpédition du combustible à l'UHE des RSNM, ainsi que d'examiner les possibilités de conversion des RSNM restants.

25. La réunion technique sur la gestion des déchets d'uranium irradié résultant de la production de molybdène 99 au moyen de cibles d'uranium faiblement enrichi, organisée en avril 2022 à Vienne, a permis à 67 participants de 22 États Membres de discuter des pratiques en vigueur, des avancées techniques et des plans en matière de gestion des résidus et des déchets d'uranium irradié afin de traiter la question des stocks croissants de déchets d'uranium résultant de la production de molybdène 99, qui est le radio-isotope médical le plus demandé.

26. En mars 2022, l'Agence a publié le document intitulé *Benchmarks of Fuel Burnup and Material Activation Computational Tools Against Experimental Data for Research Reactors* (IAEA-TECDOC-1992), qui présente les résultats consolidés du projet de recherche coordonnée relatif au référencement d'outils de calcul par rapport aux données expérimentales sur le taux de combustion et l'activation de matières pour l'utilisation, l'exploitation et l'analyse de la sûreté de réacteurs de recherche.

Exploitation des centrales nucléaires

A. Contexte

1. Dans la section B.5 de la résolution GC(65)/RES/11, 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. Dans la section B.9 de la résolution GC(65)/RES/11, 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 conviendrait, et à elle-même à sa soixante-sixième session (2022).

B. Progrès réalisés depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

5. En juillet 2022, l'Agence a organisé, en partenariat avec l'Institut de recherche sur l'énergie électrique des États-Unis d'Amérique, le Laboratoire nucléaire national du Royaume-Uni et l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, le deuxième Forum mondial pour l'innovation nucléaire, en vue d'améliorer la viabilité économique du parc de centrales nucléaires en exploitation. En complément à cet événement, un réseau de l'Agence sur le même thème a été créé pour favoriser la participation des parties prenantes entre les différentes manifestations organisées dans le cadre du Forum.
6. En juillet 2022, l'Agence a publié le document intitulé *Fuel Failure in Normal Operation of Water Reactors: Experience, Causes and Mitigation - Proceedings of a Technical Meeting* (IAEA-TECDOC-2004), qui réunit les informations recueillies durant une réunion technique de l'AIEA, organisée en ligne en décembre 2020, sur les défaillances du combustible en fonctionnement normal ; la détection, la gestion et la surveillance des défaillances du combustible ; les répercussions de l'exploitation des centrales nucléaires sur les défaillances et la dégradation, et les mesures d'atténuation susceptibles d'être mises en œuvre durant l'exploitation ; l'intégration de l'atténuation des défaillances

lors de la conception et de la fabrication ; et les examens après irradiation, les études expérimentales et la modélisation du comportement du combustible lors de fuites.

7. Le projet de publication intitulé *Sustaining Operational Excellence at Nuclear Power Plants — Principles and Challenges* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-G-3.1) est désormais disponible dans le référentiel de prépublications de l'AIEA. Ce document fournit aux dirigeants du secteur nucléaire un ensemble de principes directeurs pour leur permettre de maintenir l'excellence opérationnelle dans une conjoncture difficile grâce à une exploitation et à une gestion efficaces des centrales nucléaires.

8. En décembre 2021, l'Agence a organisé une réunion technique sur le renforcement de la solidité en profondeur des institutions dans le secteur nucléaire et une réunion de consultation sur le renforcement de la solidité en profondeur des institutions dans le secteur nucléaire en vue de maintenir l'excellence opérationnelle. Ces deux réunions ont permis aux États Membres qui exploitent (ou exploiteront prochainement) des centrales nucléaires de mettre en commun les bonnes pratiques et les enseignements tirés s'agissant de l'établissement ou du renforcement de la solidité en profondeur des institutions dans le secteur nucléaire dans une optique de maintien de l'excellence opérationnelle. Au total, 35 participants de 16 États Membres, de deux organisations internationales et de la Commission européenne ont pris une part active à ces deux événements.

9. En novembre 2021, l'Agence a organisé une réunion technique sur les processus de gestion efficace du travail pour les centrales nucléaires, qui a permis à 12 participants de sept États Membres d'aborder, de mettre en commun et de recenser les bonnes pratiques et les cibles de développement potentielles relatives aux processus de gestion du travail en vue d'en améliorer l'efficacité. Les optimisations réalisées à cet égard contribueront à l'excellence opérationnelle et à la réalisation de l'objectif global d'amélioration de la rentabilité des installations.

10. En avril 2022, l'Agence a organisé une réunion technique sur l'excellence dans la maintenance des centrales nucléaires et les bonnes pratiques en la matière – enseignements tirés de l'expérience, durant laquelle 24 participants de 12 États Membres ont mis en commun leurs données d'expérience et résultats relatifs aux processus, aux pratiques et aux procédures de maintenance des centrales nucléaires.

11. En marge de la 65^e session ordinaire de la Conférence générale, l'Agence a organisé, sous forme virtuelle, le Forum des exploitants nucléaires 2021, consacré à l'excellence en matière d'organisation et à l'aptitude à diriger aux fins de la durabilité de l'exploitation des centrales nucléaires, qui a permis à des responsables de haut niveau du secteur nucléaire de souligner l'importance de la capacité à diriger pour atteindre l'excellence technique et humaine, ainsi que l'importance de la responsabilisation des employés.

12. En septembre 2021, l'Agence a organisé, en coopération avec FORATOM, un événement en ligne intitulé « Management Systems for a Sustainable Nuclear Supply Chain » (Systèmes de gestion en faveur d'une chaîne d'approvisionnement nucléaire durable), auquel ont pris part une centaine de participants de 23 États Membres. Durant cette réunion, les participants ont mis en commun des données d'expérience, des exemples pratiques, des nouveautés en matière d'élaboration de normes, de nouvelles perspectives et des études de cas relatifs à la chaîne d'approvisionnement et aux systèmes de gestion dans l'industrie nucléaire.

13. En juin 2022, l'Agence a organisé, à Vienne, la réunion technique sur les moyens d'assurer la préparation des exploitants à la période de transition entre l'exploitation et le déclassement, qui a permis à 42 participants de 24 États Membres et de deux organisations internationales d'examiner les principales questions et difficultés relatives à la période de transition et de recenser plusieurs solutions et bonnes pratiques à cet égard. Les préparatifs de l'atelier international sur la gestion de la période de

transition entre l'exploitation et le déclassé, qui doit se tenir en décembre 2022 à Vienne, ont débuté.

14. Le projet de publication intitulé *Management of Ageing and Obsolescence of Nuclear Instrumentation and Control Systems and Equipment in Nuclear Power Plants and Related Facilities Through Modernization* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-T-3.34) est désormais disponible dans le référentiel de prépublications de l'AIEA. Ce document aidera les États Membres à élaborer des stratégies en vue de traiter les questions de vieillissement et d'obsolescence des systèmes de contrôle-commande en fournissant une présentation détaillée des considérations et informations relatives à la modernisation tirées d'expériences pertinentes récentes d'exploitants.

15. Le projet de publication intitulé *Introduction to Systems Engineering for the Instrumentation and Control of Nuclear Facilities* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-T-2.14) a également été mis à disposition dans le référentiel de prépublications de l'AIEA. Il présente un aperçu des connaissances et bonnes pratiques actuelles, des expériences, des avantages et des difficultés en matière d'ingénierie des systèmes. Il a été établi à l'intention des États Membres pour aider toutes les parties participant au cycle de vie de l'ingénierie des systèmes de contrôle-commande importants pour la sûreté des centrales nucléaires à appliquer la méthodologie d'ingénierie des systèmes, et pour leur permettre d'examiner la façon dont ces activités peuvent contribuer à l'exploitation sûre, fiable et à long terme des centrales nucléaires.

16. En octobre 2021, l'Agence a publié la version chinoise du document intitulé *Review of Fuel Failures in Water Cooled Reactors (2006–2015)* (IAEA Nuclear Energy Series No. NF-T-2.5, publié en anglais en novembre 2019). Elle a ensuite publié la version arabe en mai 2022 et la version russe en juin 2022. Cette publication vise à aider les États Membres qui le souhaitent à améliorer l'exploitation sûre, sécurisée et économique des centrales nucléaires existantes tout au long de leur durée de vie utile.

17. L'Agence a publié le document intitulé *Thermal Performance Monitoring and Optimization in Nuclear Power Plants: Experience and Lessons Learned* (IAEA-TECDOC-1971) en août 2021. L'augmentation des coûts d'exploitation et la concurrence accrue ont attiré l'attention sur la nécessité d'améliorer la performance thermique des centrales nucléaires en vue d'assurer une production d'électricité efficace. Cette publication présente diverses méthodologies permettant de suivre et de repérer les tendances en matière de performance thermique des centrales nucléaires. Elle décrit les éléments essentiels d'un programme de performance thermique, fournissant des directives sur la conception des systèmes de la partie classique de la centrale pour les nouvelles centrales nucléaires et les améliorations à apporter aux programmes existants pour les tranches en service.

18. L'Agence a également publié le document technique intitulé *Foreign Material Management in Nuclear Power Plants and Projects* (IAEA-TECDOC-1970) en août 2021. Cette publication porte sur des aspects de la gestion des matières étrangères pertinents pour les centrales nucléaires, notamment les rôles que jouent toutes les parties prenantes aux diverses phases de la durée de vie utile d'une centrale nucléaire. Le rapport rassemble des connaissances concernant les difficultés, les solutions et les bonnes pratiques acquises grâce à l'expérience d'exploitation. En décrivant un ensemble de processus intégrant les considérations de sûreté et de performance et les aspects économiques de la gestion des matières étrangères, la publication appuie les activités visant à éliminer ou à réduire au minimum les incidents impliquant des matières étrangères et à assurer une exploitation et une maintenance fiables et efficaces des centrales nucléaires.

19. L'Agence continue d'aider les États Membres à mettre en valeur leurs ressources humaines aux fins des inspections en service et des visites complètes initiales de leurs centrales nucléaires. Des arrangements pratiques sur la coopération dans le domaine des essais non destructifs et de l'intégrité structurale ont été conclus en septembre 2021 entre l'Agence et le centre national d'essais non destructifs

du Pakistan, afin de faire part des données d'expérience du Pakistan aux autres États Membres au moyen de publications, de cours de formation, de missions d'experts et de placements de boursiers et de visiteurs scientifiques.

20. Une réunion technique sur la gestion de la durée de vie et la modernisation des installations de fabrication et de retraitement du combustible doit se tenir en août 2022, afin de mettre en commun des informations techniques sur les difficultés, les enseignements tirés et les meilleures pratiques en la matière.

21. En 2021, l'Agence a publié le document *Human Factors Engineering Aspects of Instrumentation and Control System Design* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-T-2.12). La sûreté, la fiabilité et la productivité dans l'industrie nucléaire sont le résultat de la prise en considération systématique de la performance humaine. Cette publication a pour objet de rassembler des connaissances tirées des disciplines de l'ergonomie et des systèmes de contrôle-commande afin de mettre en avant une approche interdisciplinaire susceptible d'améliorer la conception des interfaces homme-système et, par conséquent, la performance humaine dans les centrales nucléaires. Les informations pratiques qui y sont fournies doivent permettre de soutenir les capacités des États Membres à améliorer leur approche des systèmes de contrôle-commande en tenant compte des questions d'ergonomie.

22. Le réseau électrique constitue l'un des 19 domaines d'infrastructure pour les pays primo-accédants. L'Agence a organisé plusieurs événements pour aider les États Membres à améliorer leurs interfaces entre le réseau et les centrales nucléaires. Par exemple, l'atelier national sur l'intégration des premières tranches de centrale nucléaire dans le système électrique polonais a permis à la Pologne de se familiariser avec les spécificités de la technologie nucléaire qui ont une incidence sur son intégration dans le système électrique, et de tirer des enseignements de l'expérience d'autres États Membres. On peut également citer l'atelier national sur la fiabilité des réseaux électriques et leur interface avec les centrales nucléaires, qui a aidé les Philippines à comprendre les prescriptions administratives et techniques nécessaires à l'interface entre le réseau électrique et les centrales nucléaires. Un cours interrégional sur les considérations relatives au réseau électrique et ses interactions avec les centrales nucléaires est également en cours de planification.

23. Afin d'appuyer les efforts visant 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, une réunion technique sur des questions récentes relatives à la gestion de la chaîne d'approvisionnement s'est tenue en août 2021 et a réuni plus de 55 participants. Elle avait pour objet de présenter et d'aborder des sujets tels que la gestion des chaînes d'approvisionnement aux fins de l'exploitation sûre et durable des centrales nucléaires, les éléments de qualité commerciale et l'obsolescence, la localisation, les articles contrefaits, frauduleux et suspects, et les technologies de fabrication de pointe.

24. En février 2022, l'Agence a introduit une gamme d'outils consacrés aux normes et règlements relatifs à la qualité et à la gestion pour aider les gestionnaires, les fournisseurs, les propriétaires et les organismes de réglementation à y voir plus clair dans les normes et règlements nécessaires en matière d'ingénierie, de qualité et de gestion en vue de garantir la sûreté de la construction et de l'exploitation des installations nucléaires. Ces outils ont été utilisés lors d'un cours sur la gestion de la chaîne d'approvisionnement nucléaire et les achats associés, organisé entièrement en ligne en octobre 2021, en coopération avec la Corporation d'État de l'énergie atomique « Rosatom » de la Fédération de Russie, auquel ont pris part 48 participants de 16 États Membres. Un autre cours sur le même sujet a été organisé en juillet 2022, à Vienne, avec 64 participants de 25 États Membres.

25. En avril 2022, l'Agence a organisé une réunion technique hybride sur l'utilisation de produits et de services de classe commerciale dans les centrales nucléaires, qui a rassemblé 46 participants de 20 États Membres et de quatre organisations internationales ou non gouvernementales. Durant la réunion, les participants ont recensé des moyens d'améliorer l'utilisation des articles de classe commerciale ou industrielle dans les systèmes de sûreté des installations nucléaires en s'appuyant sur la coopération entre les exploitants, les fournisseurs et les organismes de réglementation.

26. L'Agence a continué de créer et d'organiser des webinaires avancés sur la chaîne d'approvisionnement nucléaire à l'intention des États Membres, sur des sujets tels que les articles de classe commerciale, les répercussions de la pandémie de COVID-19 sur la chaîne d'approvisionnement, les vérifications, audits et inspections à distance et hybrides, et l'approche graduée.

27. En décembre 2021, l'Agence a organisé l'atelier de formation annuel sur l'élaboration de lignes directrices pour la gestion des accidents graves à l'aide des outils d'élaboration de lignes directrices pour la gestion des accidents graves de l'AIEA. Les 73 participants, venus de 26 États Membres, ont accueilli favorablement les travaux menés par l'Agence en vue de fournir un cadre général et une vaste plateforme pour mener des discussions sur les programmes de gestion des accidents graves et l'élaboration de lignes directrices en la matière avec la participation de représentants des groupes de propriétaires de réacteurs à eau sous pression, de réacteurs à eau bouillante et de CANDU.

28. L'Agence a organisé un cours interrégional sur la mise en valeur des ressources humaines en septembre 2021, à Moscou, auquel ont pris part 11 participants de sept pays. Cet événement, constitué de parties aussi bien théoriques que pratiques, a porté sur la planification de la main-d'œuvre et les besoins et défis à relever en matière de ressources humaines à toutes les étapes de l'élaboration de programmes électronucléaires. Second module d'un programme en deux parties, ce cours d'une semaine a permis de créer de nouveaux réseaux entre les États Membres et de renforcer les connaissances et les compétences des participants.

29. L'Agence a soutenu les États Membres dans leurs efforts en vue de mettre en œuvre une approche systématique de la formation en organisant des cours interrégionaux et des webinaires thématiques. L'approche systématique a continué d'être mise en avant dans un certain nombre d'activités plus vastes de l'Agence, dont des cours, des écoles et des examens par des pairs, par exemple dans les missions portant sur les questions de sûreté concernant l'exploitation à long terme menées en Bulgarie et en Slovaquie.

30. En octobre 2021, l'Agence a organisé la réunion technique sur la mise en valeur des ressources humaines pour les programmes électronucléaires, qui a permis à 47 participants de 17 pays d'échanger sur plusieurs sujets, notamment les tendances actuelles et les pratiques de modélisation dans le domaine des ressources humaines, la gestion des changements organisationnels et de l'évolution démographique, les avantages d'une approche intégrée avec le développement des compétences de direction, les fonctions de gestion, et les enjeux de diversité et d'intégration.

31. Le projet de publication intitulé *Human Resource Management for New Nuclear Power Programmes* [IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.10 (Rev.1)] est disponible dans le référentiel de prépublications de l'AIEA. Ce document vise à fournir aux États Membres une approche structurée en vue d'élaborer une stratégie de gestion des ressources humaines efficace, qui puisse être adaptée à chaque programme national en fonction de sa nature et de sa portée. Pour chaque stade de l'approche par étapes, la publication recense les mesures à prendre en la matière et présente les observations et enseignements tirés de l'expérience des États Membres.

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(65)/RES/11, 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 le Projet international sur les réacteurs nucléaires et les cycles du combustible nucléaire innovants (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, de réacteurs de faible ou moyenne puissance ou petits réacteurs modulaires (RFMP) et de 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(65)/RES/11, 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 conviendrait, et à elle-même à sa soixante-sixième session (2022).

B. Progrès réalisés depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

5. En novembre 2021, une session de l'École INPRO de l'AIEA sur la méthodologie, les outils et l'analyse pour une énergie nucléaire plus durable a été tenue sous forme virtuelle ; 37 personnes originaires de huit États Membres y ont assisté. L'objectif était de permettre aux participants de se familiariser avec les concepts, les méthodes et les outils INPRO.

6. Une réunion technique doit avoir lieu en août 2022 afin de présenter et d'examiner les résultats de l'étude sur les scénarios de déploiement durable des RFMP menée dans le cadre du service d'appui analytique pour une énergie nucléaire plus durable (ASENES). Le but est d'encourager les États Membres intéressés à utiliser les méthodes et les outils mis au point par l'Agence – y compris le nouveau service mis en place par l'INPRO sur l'ASENES – pour modéliser des scénarios de l'évolution de l'énergie nucléaire, procéder à des évaluations économiques des systèmes d'énergie nucléaire et à des évaluations comparatives des options en matière de système d'énergie nucléaire et des scénarios connexes, et formuler des feuilles de route.

7. En septembre 2021, l'Agence a publié un ouvrage intitulé *Developing Roadmaps to Enhance Nuclear Energy Sustainability: Final Report of the INPRO Collaborative Project ROADMAPS* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.22), qui présente les résultats du projet de collaboration INPRO intitulé « ROADMAPS » et introduit le concept de feuille de route en faveur d'une énergie nucléaire plus durable, lequel a été élaboré au cours de divers projets de collaboration dans le cadre de l'INPRO.#

8. 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 lancé un nouveau PRC sur l'évaluation et l'optimisation techniques des systèmes hybrides d'énergie nucléaire renouvelable. Une vingtaine de participants représentant 19 États Membres contribueront à l'évaluation et à l'optimisation techniques des options d'utilisation coordonnée de l'énergie nucléaire et renouvelable.

9. Disponible dans le référentiel de prépublications de l'AIEA, le projet de document intitulé *Hybrid Energy Systems* (IAEA Nuclear Energy Series n° NR-T-1.24) fait le point sur les systèmes hybrides d'énergie nucléaire renouvelable qui pourraient être mis en place dans divers États Membres dans le cadre de leur bouquet énergétique. En novembre 2021, une session de l'École INPRO destinée aux responsables et décideurs du secteur nucléaire et du gouvernement a été organisée conjointement par la Fédération de Russie et l'AIEA, sous forme virtuelle, pour promouvoir la poursuite de l'application de méthodes d'analyse décisionnelle multicritères aux fins de l'évaluation comparative des options de systèmes d'énergie nucléaire par les membres de l'INPRO intéressés, l'objectif étant d'appuyer l'analyse décisionnelle et l'établissement de priorités dans les programmes nationaux d'énergie nucléaire. La session a réuni 40 participants de 14 États Membres.

10. En novembre 2021, s'est tenu le septième atelier du programme de centrale de démonstration à fusion (DEMO), plateforme visant à faciliter la collaboration internationale pour ce qui est de définir et de coordonner les activités du programme DEMO. Cet atelier était axé sur le recensement des bonnes pratiques internationales en matière de réglementation des futures centrales à fusion nucléaire, notamment en ce qui concerne les aspects liés à la sûreté et à la sécurité, la gestion des déchets radioactifs et les considérations relatives aux garanties. Organisée à distance, cette manifestation a rassemblé 80 participants de 14 États Membres. Afin d'examiner plus avant la classification des déchets radioactifs générés lors de la production d'énergie de fusion et en fin de vie utile, après le déclassement, l'Agence a aussi organisé un atelier consacré à la gestion des déchets résultant de la fusion. Au stade actuel des recherches sur la fusion, l'élaboration d'un mécanisme bien défini de caractérisation et de classification des déchets radioactifs pourrait apporter des orientations claires aux États Membres et contribuer à faire progresser la procédure d'autorisation des futures centrales de démonstration et centrales pilotes à fusion.

11. En 2021, l'Agence a remanié et publié la 41^e édition de la publication intitulée *Nuclear Power Reactors in the World* (Reference Data Series n° 2), l'une de ses principales publications annuelles, qui contient les données statistiques officielles relatives à l'expérience d'exploitation de l'énergie d'origine nucléaire en 2020. En outre, elle a publié la 52^e édition de la publication intitulée *Operating*

Experience with Nuclear Power Stations in Member States, série de rapports annuels portant sur l'expérience d'exploitation de centrales nucléaires dans les États Membres. Directement élaboré à partir des données du Système d'information sur les réacteurs de puissance, cet ouvrage contient des informations sur la production d'électricité et la performance globale des différentes centrales en 2020. Il comporte des données concernant l'année considérée ainsi qu'un récapitulatif de la performance enregistrée tout au long de la durée de vie des différentes centrales, des figures illustrant la performance du secteur nucléaire à l'échelle mondiale ainsi que des tableaux contenant notamment les caractéristiques de conception de toutes les centrales nucléaires en exploitation.

12. En novembre 2021, plus de 450 participants de plus de 50 pays ont pris part au premier webinaire consacré à la commercialisation de l'énergie de fusion, organisé par l'Agence en novembre. Intitulé « *Pushing for Fusion Energy — What is happening now?* », cet événement a été l'occasion de faire le point sur le développement de l'énergie de fusion, les difficultés qui se posent et la façon dont les secteurs public et privé peuvent collaborer pour accélérer le processus visant à faire de la fusion une source d'énergie fiable et viable sur le plan commercial.

13. L'AIEA a continué d'appuyer l'échange d'informations et de coordonner les travaux sur les thèmes en lien avec la science et la technologie de la fusion dans le cadre de sa série de réunions techniques périodiques, comme la 17^e réunion technique sur les particules énergétiques et la théorie des instabilités du plasma dans la fusion à confinement magnétique, la 4^e réunion technique sur le traitement, la validation et l'analyse de données sur la fusion ainsi que la 13^e réunion technique sur les systèmes de contrôle du plasma, la gestion des données et les expériences à distance concernant la recherche sur la fusion. Plus de 300 participants représentant 85 institutions de 31 États Membres ont assisté à ces manifestations.

14. En juin 2022, l'Agence a organisé une réunion technique sur les synergies entre le développement technologique de la fusion nucléaire et les technologies de fission nucléaire avancée, qui a réuni 70 participants de 29 États Membres. Une cinquantaine d'exposés ont été présentés et ont fait l'objet de débats, ce qui donnera lieu à l'élaboration d'une publication de la collection Énergie nucléaire de l'AIEA sur les synergies en matière de développement technologique entre la fission et la fusion nucléaires aux fins de la production d'énergie.

15. L'Agence a lancé une nouvelle activité visant à définir et à établir un cadre général destiné à faciliter l'étude préliminaire de faisabilité concernant une centrale de démonstration à fusion à des fins de production d'énergie. L'objectif de cette initiative interdépartementale est d'élaborer un ensemble de publications portant sur les prescriptions et les critères génériques d'utilisation, les prescriptions de sûreté neutres sur le plan technologique et l'infrastructure de base. Les questions relatives à la sûreté des technologies de la fusion et à l'octroi d'autorisations seront également examinées.

16. Les préparatifs de la réunion technique sur les considérations liées au déclassement des installations de fusion, qui doit être tenue en octobre 2022 en collaboration avec le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives et l'Organisation ITER, sont en cours.

17. Le 19^e Forum de dialogue INPRO sur l'amélioration de l'acceptation de l'énergie nucléaire par le public grâce à des innovations institutionnelles s'est tenu sous forme virtuelle en décembre 2021. Il a rassemblé 87 participants de 31 États Membres et sept organisations internationales.

18. En avril 2022, l'Ouzbékistan a adhéré à l'INPRO, qui compte désormais parmi ses membres 43 États ainsi que la Commission européenne.

19. Afin d'examiner plus avant les possibilités de synergie entre ses activités (y compris l'INPRO) et celles menées au titre d'autres initiatives internationales dans des domaines liés à la coopération internationale en matière d'utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire, de sûreté, de résistance à la prolifération et de sécurité, l'Agence a organisé, en février et mars 2022, une réunion à l'occasion du lancement d'une étude sur les questions juridiques et institutionnelles liées au déploiement prospectif d'installations de fusion thermonucléaire. Cette réunion, à laquelle ont participé des représentants de six États Membres ainsi que de l'ITER, a abouti à l'élaboration du cahier des charges de l'étude.

20. L'Agence a publié des modules d'apprentissage à distance sur le développement de la technologie des réacteurs refroidis par eau, les réacteurs à eau ordinaire sous pression, les réacteurs à eau bouillante, les réacteurs à eau lourde sous pression, les réacteurs refroidis par eau supercritique (RESC), les systèmes hybrides d'énergie et la circulation naturelle. Elle a traduit certains de ces modules dans d'autres langues officielles de l'Organisation des Nations Unies et les a mis à disposition sur la Cyberplateforme d'apprentissage pour la formation théorique et pratique en réseau.



FIG. B.1. Modules d'apprentissage à distance sur les technologies de réacteurs avancés et les systèmes hybrides d'énergie

21. L'Agence a publié, dans son référentiel de prépublications, un ouvrage intitulé *Nuclear Reactor Technology Assessment for Near Term Deployment* (IAEA Nuclear Energy Series No NP-T-1.10 (Rev. 1)), qui offre des orientations complètes actualisées sur l'application de la méthode d'évaluation des technologies des réacteurs. Cette publication révisée tient compte des enseignements tirés pendant six années d'application et intègre dans la méthode des données harmonisées concernant les faits nouveaux et les expériences relatifs aux RFMP, aux applications non électriques de l'énergie nucléaire et aux systèmes hybrides d'énergie. Par ailleurs, elle a servi de fondement à l'élaboration d'un module d'apprentissage à distance intitulé « Nuclear Reactor Technology Assessment for Near Term Deployment ».

22. En août 2022, l'Agence lancera une nouvelle plateforme nommée Hub for On-line Nuclear Power Plant Part-Task Simulators (HOPS) aux fins de l'enseignement et de la formation sur les technologies nucléaires novatrices, qui comprend des simulateurs de tâches partielles concernant plusieurs systèmes hybrides d'énergie, un outil de résolution de l'équation de la diffusion des neutrons et une formation sur la performance des recombineurs autocatalytiques passifs.

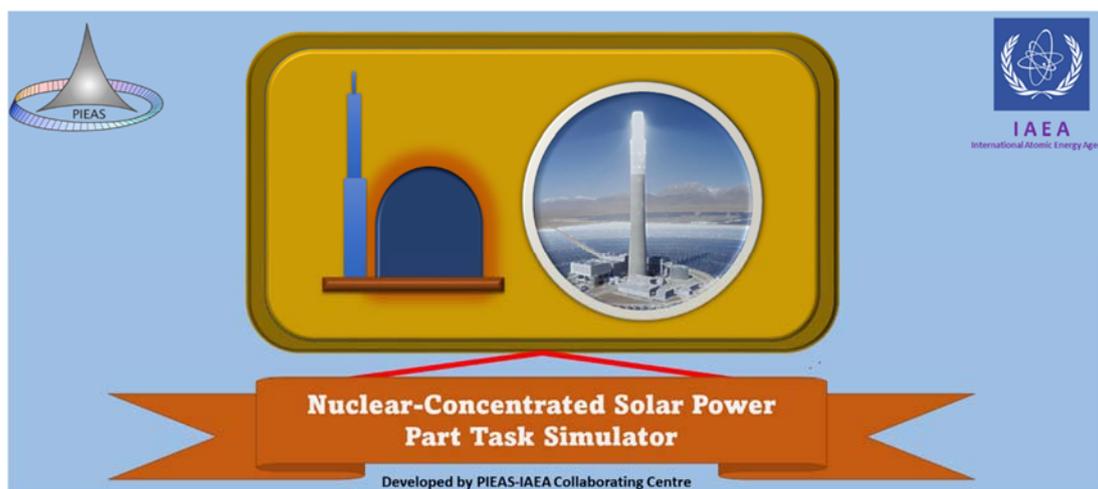


FIG. B.2. Plateforme HOPS : simulateurs de tâches partielles concernant des systèmes énergétiques hybrides nucléaires-renouvelables

23. Au troisième trimestre de 2022, l'Agence lancera le Système d'information en réseau sur les analyses de simulation et les analyses expérimentales (SANIS), une nouvelle base de données dans laquelle seront collectées des informations sur les codes numériques applicables à la simulation de la progression des accidents graves dans les centrales nucléaires ainsi que des données sur les installations expérimentales dans le monde entier afin de faciliter l'analyse des accidents graves touchant des centrales nucléaires.



FIG. B.3. Installations expérimentales destinées à l'étude des accidents graves

24. En juin 2022 s'est tenue une réunion technique en ligne sur le comportement et la capacité de refroidissement du corium fondu hors de la cuve, dans les réacteurs refroidis par eau, au cours de laquelle ont été présentées 27 contributions sur des questions relatives aux technologies et à la sûreté. Y ont participé 98 personnes de 27 États Membres.

25. En mai 2022, l'Agence a mené, conjointement avec le CIPT, une session commune et un atelier sur les sciences et le génie nucléaires informatiques, auxquels ont pris part 150 participants de 45 États Membres.

26. En 2022, l'Agence a acquis et mis à disposition des États Membres des simulateurs pédagogiques de réacteur typique à neutrons rapides refroidi au sodium de type piscine et d'accidents graves dans des réacteurs refroidis par eau, qui viennent compléter ses simulateurs des principes de base utilisés aux fins de l'enseignement et de la formation.

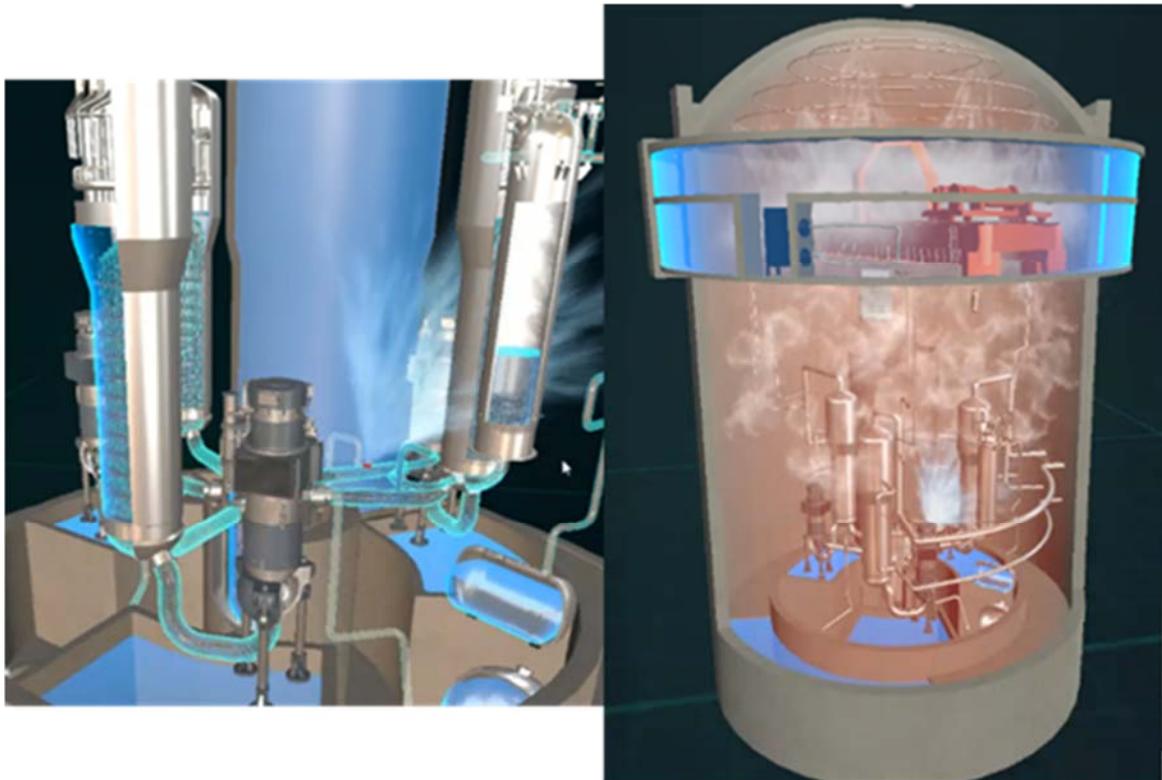


FIG. B.4. Simulateur d'accidents graves

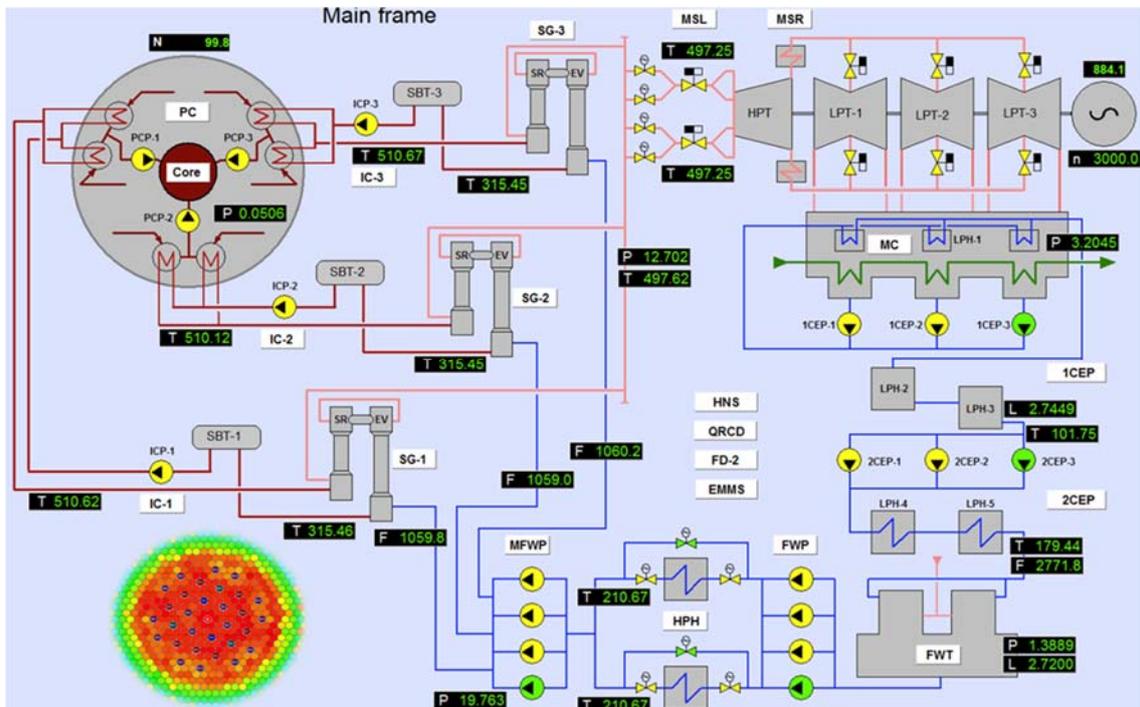


FIG. B.5. Simulateur de réacteur rapide refroidi au sodium

27. En septembre 2021, l'Agence a organisé une session virtuelle de l'École régionale de formation des formateurs sur la modélisation et l'évaluation des systèmes d'énergie nucléaire au moyen de la méthodologie INPRO, à laquelle ont assisté 25 participants de 10 États Membres.

28. Pour faciliter l'échange d'informations concernant les progrès en matière de technologie des réacteurs, elle a publié deux ouvrages intitulés *Numerical Benchmarks for Multiphysics Simulation of Pressurized Heavy Water Reactor Transients* (IAEA-TECDOC-1994) et *Prediction of Transverse Creep Based on Operating Conditions and Microstructure of Heavy Water Reactor Pressure Tubes* (IAEA-TECDOC-2000).

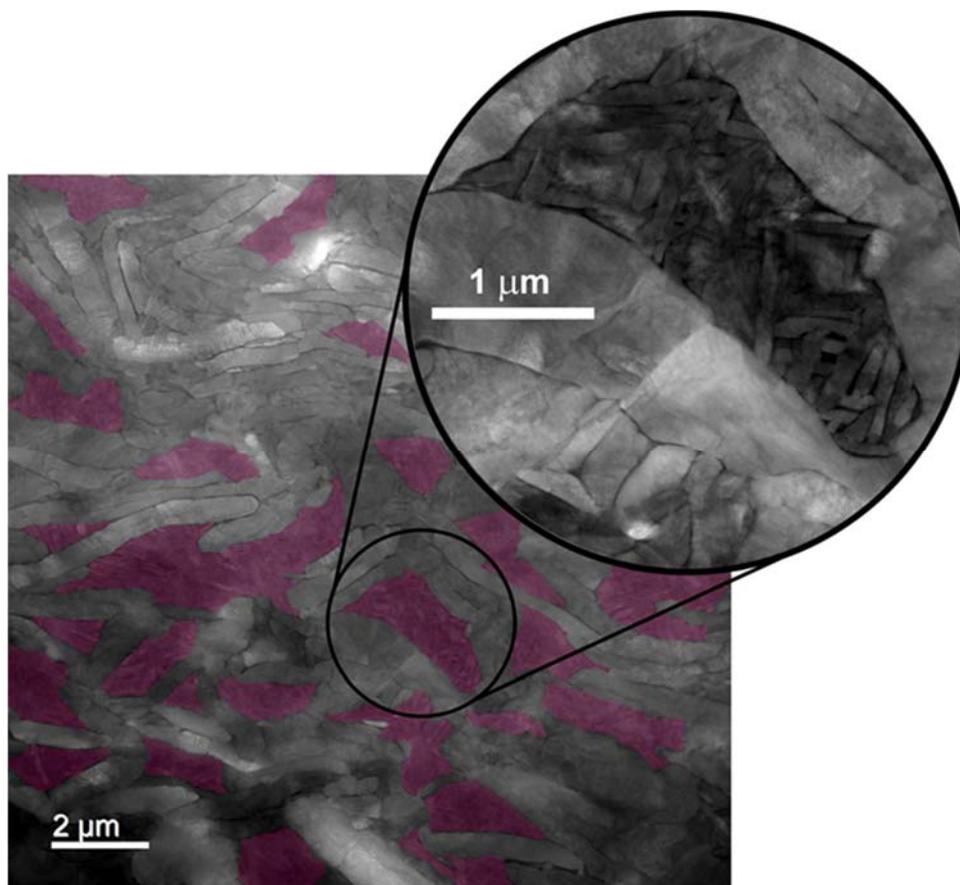


FIG. B.6. Image de microscopie électronique en transmission à balayage montrant une phase alpha transformée dispersée au sein de grains alpha transformés dans la partie frontale du tube de force de réacteur CANDU

29. À l'issue du PRC intitulé « Méthode d'évaluation des taux de défaillances de la tuyauterie dans les réacteurs avancés refroidis par eau », mis en œuvre de 2018 à 2021, l'Agence a publié un ouvrage intitulé *Technical Insights from Benchmarking Different Methods for Predicting Pipe Failure Rates in Water Cooled Reactors* (IAEA-TECDOC-1988). Par ailleurs, l'ouvrage intitulé *Methodologies for Assessing Pipe Failure Rates in Advanced Water Cooled Reactors* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-T-2.16) est paru dans le référentiel de publications.



FIG. B.7. Rupture guillotine double de la conduite d'eau d'alimentation et tuyau d'alimentation brisé

30. En octobre 2021, l'Agence a organisé, sous forme virtuelle, une réunion technique sur l'intelligence artificielle au service de la technologie nucléaire et des applications nucléaires, à laquelle ont participé plus de 200 personnes de 60 États Membres. Une publication à ce sujet est en cours d'élaboration et devrait paraître d'ici la fin de l'année 2022.

31. Une réunion technique intitulée « Difficultés techniques et avancées relatives à la fabrication de combustible pour les réacteurs à eau : expériences récentes et perspectives d'avenir » s'est tenue à distance en novembre 2021. Les 39 experts de 21 États Membres qui y ont participé ont échangé des informations sur les expériences récemment menées et sur les améliorations, en cours ou à venir, des techniques de fabrication du combustible pour réacteur à eau.

32. En avril 2022, à Vienne, l'Agence a organisé une Conférence internationale sur le thème « Réacteurs à neutrons rapides et cycles du combustible connexes – une énergie propre et durable pour l'avenir » (FR22), à laquelle 680 personnes ont assisté. Dans son allocution liminaire, le Directeur général a souligné que face à la double crise énergétique et climatique, il était temps de se concentrer de nouveau sur les réacteurs à neutrons rapides et les cycles du combustible connexes, qui présentaient un attrait durable. L'objectif de la conférence était non seulement de promouvoir la mise au point de la prochaine génération de systèmes de réacteur à neutrons rapides, mais aussi l'avènement d'une nouvelle génération de scientifiques et d'ingénieurs ainsi que la participation des femmes dans le secteur.



FIG. B.8. Le Directeur général, Rafael Mariano Grossi, lors de la séance d'ouverture de la Conférence internationale sur les réacteurs à neutrons rapides et les cycles du combustible connexes, la plus grande manifestation scientifique tenue au Siège de l'Agence, à Vienne, depuis le début de la pandémie.

33. L'Agence a lancé un nouveau PRC sur l'amélioration des modèles thermohydrauliques et des outils de prévision destinés à la conception de prototypes de réacteurs refroidis par eau supercritique, auquel contribuent 21 participants de 14 États Membres. Le but est de soutenir les États Membres dans leurs activités de modélisation thermohydraulique, la mise au point d'outils et les études expérimentales afin de faire progresser la conception et l'élaboration de prototypes de réacteurs refroidis par eau supercritique.

34. La nouvelle composition du Groupe de travail technique sur les réacteurs refroidis par gaz pour la période 2021-2024 a été établie. Les travaux du groupe portent sur un large éventail de publications dans le domaine de la mise au point de technologies de réacteur modulaire à haute température refroidi par gaz, les résultats des PRC, la Base de connaissances de l'AIEA sur le graphite nucléaire ainsi que l'enseignement et la formation.

35. En 2022, l'Agence a lancé 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, dans le but de renforcer les capacités d'analyse des États Membres dans le domaine de la simulation et de la conception de réacteurs avancés à neutrons rapides en utilisant des codes systèmes, des codes de dynamique des fluides numérique (DFN) et des codes d'analyse par sous-canaux. En tout, 25 organisations de 11 États Membres et une organisation internationale ont présenté des projets de recherche.

36. En juin 2022, l'Agence a organisé une réunion technique sur l'élaboration et l'utilisation d'outils de modélisation et de simulation libres pour les réacteurs nucléaires, à laquelle ont participé une centaine de personnes représentant 40 États Membres. À l'issue de cette réunion, une publication sur les dernières évolutions dans le domaine des outils en accès libre pour l'analyse des réacteurs sera élaborée dans la collection Rapports techniques.

37. En novembre 2021, l'Agence a tenu un atelier sur la technologie des réacteurs à haute température refroidis par gaz, auquel ont pris part 107 participants de 23 États Membres. Cet atelier, qui faisait suite au transfert à l'AIEA par le Centre de recherche de Juliers (Allemagne), en 2020, du système de codes concernant les réacteurs à haute température aux fins de l'analyse de la performance de ces réacteurs en matière de sûreté, avait pour objectif d'aider un plus grand nombre d'États Membres à utiliser ce code informatique pour réaliser des analyses de la sûreté des réacteurs à haute température refroidis par gaz.

Approches destinées à appuyer le développement de l'infrastructure électronucléaire

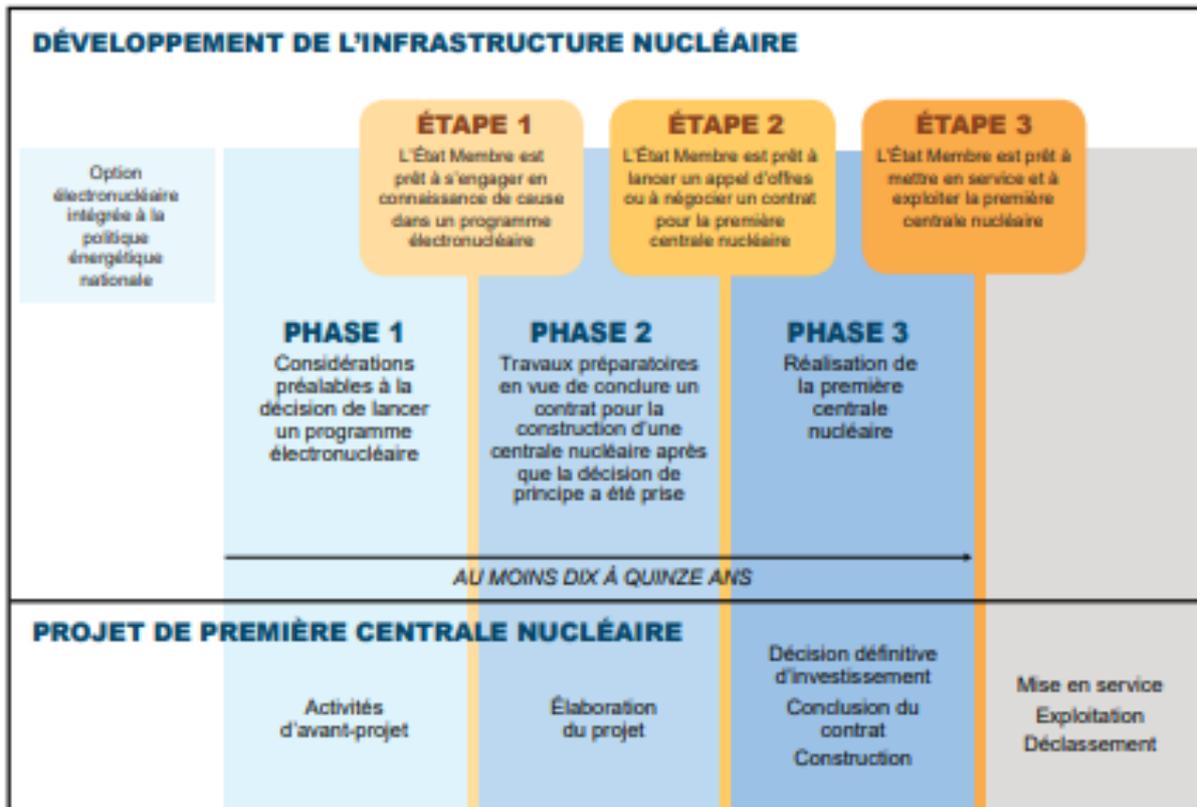
A. Contexte

1. Dans la section B.7 de la résolution GC(65)/RES/11, 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 d'examen intégré de l'infrastructure nucléaire (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(65)/RES/11, 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 conviendrait, et à elle-même à sa soixante-sixième session (2022).

B. Progrès réalisés depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

5. 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 approprié et à la mise en place d'un cadre et d'un organisme de réglementation indépendants et efficaces. Le cadre juridique et le cadre réglementaire font 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 2021.
6. L'approche par étapes reste le principal guide pour les États Membres qui entreprennent ou développent un programme électronucléaire. Dans l'optique d'en garantir l'applicabilité continue,

l'Agence a entamé la révision de la publication NG-G-3.1 (Rev.1) de la collection Énergie nucléaire en vue d'y intégrer les enseignements acquis par les États Membres qui utilisent l'approche, de présenter les principales constatations issues des missions INIR, de répondre aux besoins des pays qui développent leur programme électronucléaire et d'inclure des considérations relatives à l'infrastructure pour les RFMP. Une réunion technique destinée à présenter le projet de révision initial et à recueillir des retours d'information s'est tenue en octobre 2021 sous forme virtuelle. En tout, 57 personnes de 34 États Membres y ont participé.



7. En juin 2021, elle a organisé, sous forme virtuelle, un atelier national sur l'achat de services destinés à appuyer l'élaboration du programme électronucléaire égyptien. Les participants ont été formés à la gestion des achats, aux rôles et responsabilités connexes ainsi qu'aux services d'achat requis pendant les phases de construction, de mise en service, d'exploitation et de maintenance d'une centrale nucléaire.

8. Le projet de publication intitulé *Integrated Life Cycle Risk Management for New Nuclear Power Plants* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-T-2.15) est paru dans le référentiel de prépublications de l'AIEA. Cet ouvrage est particulièrement important lors des phases de préparation et de construction d'une centrale nucléaire, puisqu'il énumère les risques pouvant se poser lors de l'exploitation et du déclassement. Il a été élaboré pour permettre aux parties prenantes de mieux comprendre les principaux processus, procédures et méthodes de gestion intégrée du risque.

9. En outre, l'AIEA tient et met régulièrement à jour un registre contenant toutes les recommandations et suggestions formulées lors des missions précédentes. Les enseignements tirés sont de surcroît incorporés dans les versions révisées des publications qui traitent du développement de l'infrastructure nucléaire et dans les nouvelles publications à ce sujet, en particulier dans l'ouvrage intitulé *Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR): Ten Years of Lessons Learned* (IAEA-TECDOC-1947), publié en 2021, ainsi que dans la version actualisée de l'approche par étapes.

10. 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. Si les rapports d'autoévaluation doivent être présentés en anglais, les documents justificatifs peuvent en revanche être fournis dans d'autres langues officielles de l'ONU. Le rapport principal de mission INIR est publié en anglais.

11. 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, la dernière session ayant eu lieu en octobre 2021. 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.

12. En outre, face à la reconnaissance et à l'utilisation croissantes de la publication intitulée *Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-3.1 (Rev.1)), celle-ci a été traduite en arabe, en français (sous le titre *Étapes du développement d'une infrastructure nationale pour l'électronucléaire*), en russe et, plus récemment, en chinois et en espagnol (2021).

461 En 2022, l'Agence a publié un ouvrage intitulé *Case Studies on the Development of a Comprehensive Report to Support the Decision Making Process for a Nuclear Power Programme* (IAEA-TECDOC-1993) afin d'aider les États Membres qui élaborent des rapports détaillés en présentant l'expérience de ceux qui ont déjà réalisé un tel exercice ou qui sont bien engagés sur cette voie.##

471 Le projet de publication intitulé *Managing Siting Activities for Nuclear Power Plants* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.7 (Rev. 1)) est paru dans le référentiel de prépublications de l'AIEA en 2021. Son objectif est d'aider les États Membres à localiser, évaluer et procéder à l'agrément de sites appropriés pour l'installation d'une centrale nucléaire d'une façon bien planifiée et efficace, en tenant compte de tous les facteurs pertinents et des enseignements tirés des événements récents.##

15. L'ouvrage intitulé *Étapes du développement d'une infrastructure nationale pour l'électronucléaire* [n° NG-G-3.1 (Rev.1) de la collection Énergie nucléaire de l'AIEA] est en cours de révision ; une réunion technique sur l'approche par étapes du développement d'une infrastructure nationale pour l'électronucléaire a été tenue en octobre 2021 en présence de 57 participants de 34 États Membres, afin de recueillir des retours d'information et des contributions à ce sujet.

16. La publication intitulée *Preparation of a Feasibility Study for New Nuclear Power Projects* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.3) est également en cours de révision ; lors d'une réunion technique organisée en avril 2022, 53 participants de 26 États Membres ont eu la possibilité de consulter tous les chapitres du projet de révision et de faire part de leurs observations à cet égard.

17. Le document intitulé *Managing Environmental Impact Assessment for Construction and Operation in New Nuclear Power Programmes* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.11) est lui aussi en cours de révision ; une réunion technique connexe sur la prise en considération de la protection de l'environnement dans les nouveaux programmes électronucléaires a eu lieu en octobre 2021 à l'intention de 81 participants représentant 30 États Membres.

18. Pour revoir et adapter l'application des méthodes d'évaluation et des lignes directrices concernant les RFMP compte tenu des travaux réalisés dans le cadre du forum des responsables de la réglementation des RFMP et de ses propres activités relatives aux RFMP, l'Agence a examiné et confirmé l'applicabilité de l'approche par étapes et des conditions énoncées dans l'ouvrage intitulé *Evaluation of the Status of National Nuclear Infrastructure Development* (IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.2 (Rev. 1)). Lors de la révision de l'approche par étapes, il sera tenu compte des documents finaux et des documents

d'orientation élaborés à l'issue du Forum des responsables de la réglementation des RFPM et dans le cadre d'autres activités de l'Agence.

19. Une réunion annuelle a été organisée en octobre 2021 avec les États Membres qui contribuent aux formations par leur appui financier et leur expertise. Dans ce cadre, un livre blanc sur la poursuite du projet d'appui aux États Membres qui envisagent ou prévoient d'introduire ou d'étendre un programme électronucléaire dans la mise en place de l'infrastructure nationale durable requise pour un programme électronucléaire sûr, sécurisé et pacifique, et un calendrier des séances de formation intégrée sur l'infrastructure nucléaire proposées en 2021-2022 ont été examinés à la lumière des retards enregistrés dans la mise en œuvre des activités du fait de la COVID-19.

20. L'Agence a organisé trois webinaires de la série intitulée « Governing New Nuclear Programmes: Newcomer Success Stories », intitulés « A Decade of IAEA Integrated Support to Embarking Countries » (septembre 2021), « Newcomers Success Stories: Belarus » (novembre 2021) et « Good Practices and Common Issues Identified through INIR in the Development of Nuclear Power Programmes » (juin 2022). Environ 760 personnes de 60 pays ont participé aux trois webinaires.

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(65)/RES/11, 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 réacteurs de faible ou moyenne puissance ou petits réacteurs modulaires (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 avancés, 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(65)/RES/11, 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 conviendrait, et à elle-même à sa soixante-sixième session (2022).

B. Progrès réalisés depuis la 65^e session ordinaire de la Conférence générale

4. Ces dernières années, l'Agence a intensifié ses activités visant à aider les États Membres à développer et à déployer des PRM. En 2021, elle a créé la [plateforme de l'Agence sur les PRM et leurs applications](#), offrant ainsi une sorte de « guichet unique » aux États Membres et aux autres parties prenantes intéressés par le développement et le déploiement de la technologie des PRM.

5. Dans ce contexte, l'Agence a organisé une manifestation en marge de la 65^e session ordinaire de la Conférence générale en septembre 2021 pour présenter la plateforme et faire un état des lieux de la mise au point et de l'implantation des PRM à l'échelle mondiale.

6. La plateforme constitue un mécanisme de gouvernance interne, et son équipe de mise en œuvre et son comité directeur se sont réunis fréquemment pour s'acquitter des tâches qui leur sont confiées au titre du cadre de référence établi, ainsi que pour répondre aux demandes des États Membres.
7. L'Agence s'est dotée d'une stratégie à moyen terme (2022-2029) relative aux PRM, dans laquelle elle a défini sept objectifs stratégiques à atteindre pour s'assurer de fournir régulièrement et en temps voulu des contributions pertinentes pour combler les besoins et les lacunes recensés dans le cadre d'une analyse de l'environnement.
8. Une brochure intitulée *Small Modular Reactors: A New Nuclear Energy Paradigm* et destinée aux décideurs et responsables gouvernementaux intéressés par les PRM a été élaborée en vue de la 66^e session ordinaire de la Conférence générale, afin de fournir aux principales parties prenantes des États Membres une synthèse des facteurs favorables à prendre en compte lors des phases de décision et d'implantation d'un projet de PRM. La brochure aborde les perspectives mondiales, les avantages et difficultés potentiels, les facteurs propices au développement de PRM et les éléments moteurs d'un déploiement commercial à grande échelle de ces réacteurs, l'accent étant mis sur les PRM susceptibles d'être déployés à court terme.
9. L'Agence a organisé une manifestation en marge de la Conférence internationale sur le droit nucléaire tenue en avril 2022 sur le thème « Le débat mondial », afin de mettre en relief les activités de la plateforme et de se pencher sur les cadres juridiques applicables aux nouvelles technologies de petits réacteurs modulaires. L'événement, qui s'est déroulé sous une forme hybride, a réuni plus de 50 participants sur place et 150 participants en ligne. L'Agence a par ailleurs publié une brochure qui fournit des informations claires et concises concernant la plateforme sur les PRM.
10. L'Agence a mis au point un portail de coordination et de ressources concernant les PRM pour fournir aux États Membres un panorama complet et détaillé de l'ensemble de ses services et activités en rapport avec les PRM et leurs applications. La première version de ce portail a été mise en service en juillet 2022.
11. L'Agence a lancé un nouveau projet interrégional de coopération technique d'une durée de quatre ans pour appuyer la création de capacités dans les États Membres concernant les petits réacteurs modulaires et les microréacteurs, ainsi que leur technologie et leurs applications.
12. À la demande de l'Association brésilienne pour le développement des activités nucléaires, l'Agence a organisé un cours en ligne sur les petits réacteurs modulaires en avril 2022, lors de l'édition 2022 de la conférence « Nuclear Summit » tenue au Brésil.
13. Quatre groupes de travail ont été créés dans le cadre de la plateforme sur les PRM pour répondre aux demandes des États Membres dans le domaine de la conception unifiée des petits réacteurs modulaires en fonction des événements externes et de leur conception indépendante des sites ; pour examiner les éléments à prendre en considération en vue faciliter le déploiement accéléré des PRM et des microréacteurs ; pour étudier la question de la consolidation des activités de l'Agence dans le domaine des centrales nucléaires transportables ou flottantes ; et pour assurer la réalisation d'une mission d'experts visant à faciliter l'élaboration d'une étude de préfaisabilité concernant l'implantation de petits réacteurs modulaires en Jordanie.
14. Sous la direction et la supervision directes du Directeur général de l'AIEA, l'Agence a lancé l'Initiative d'harmonisation et de normalisation nucléaire (NHSI) qui vise à faciliter le déploiement sûr et sécurisé des PMR et des autres réacteurs nucléaires avancés. Cette nouvelle initiative majeure réunit diverses parties prenantes, dont des responsables de la réglementation, des fournisseurs, des détenteurs de technologie, des exploitants et des organisations et associations internationales. La NHSI devrait aboutir à l'harmonisation des approches réglementaires et à la normalisation des approches industrielles

des PRM, ce qui aiderait à maximiser la contribution des PRM à la réalisation des objectifs énoncés dans le Programme 2030 et dans l'Accord de Paris, notamment l'objectif de la neutralité carbone d'ici à 2050. Afin de coordonner cette action collective, une équipe spéciale a été établie dans le cadre de la plateforme de l'Agence sur les PRM et leurs applications. La réunion de lancement de l'initiative NHSI a eu lieu à Vienne, en juin 2022.



FIG. B.1. Rafael Mariano Grossi, Directeur général de l'AIEA, a fait un discours d'ouverture à la réunion de lancement de l'Initiative d'harmonisation et de normalisation nucléaire (NHSI) tenue au Siège de l'Agence, à Vienne (Autriche). 23 juin 2022

15. Afin de promouvoir un échange international efficace d'informations sur les options disponibles dans le domaine des PRM, une réunion technique sur la conception, la fabrication et le comportement sous irradiation des combustibles de petits réacteurs modulaires a été organisée en mode virtuel en octobre 2021. Y ont pris part 45 experts de 19 États Membres et de deux organisations internationales, qui ont échangé sur leurs expériences récentes et sur les améliorations, en cours ou à venir, en ce qui concerne la conception, la fabrication et le comportement sous irradiation des combustibles de PRM refroidis par eau, de PRM à sels fondus et de PRM à haute température refroidis par gaz. Dans le cadre de la réunion, les participants ont également pu prendre part à un forum spécial sur les points de vue des organismes nationaux de réglementation et d'appui technique au sujet de l'octroi d'autorisations pour les combustibles avancés destinés aux réacteurs à eau ordinaires.

16. L'Agence a élaboré l'édition 2022 de la brochure intitulée *Advances in Small Modular Reactor Technology Developments: A Supplement to IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS)*, qui doit être publiée en vue de la 66^e session de la Conférence générale, qui se tiendra en septembre 2022.

17. En novembre 2021, après avoir reçu du Centre de recherche de Juliers le système de codes pour les analyses de la performance des réacteurs à haute température en matière de sûreté, l'Agence a organisé un atelier sur la technologie des réacteurs à haute température refroidis par gaz. Tenu en mode

virtuel, cet événement a rassemblé 107 participants représentant 23 États Membres et une organisation internationale.

18. En novembre 2021, l'Agence a organisé la réunion technique annuelle consacrée à l'état de la base de connaissances de l'AIEA sur le graphite nucléaire, à laquelle ont assisté 15 participants de 11 États Membres. Cette base de connaissances, créée en 1999, a pour objet de préserver et d'enrichir les informations scientifiques concernant les propriétés du graphite nucléaire, notamment les propriétés physiques, chimiques et mécaniques, qui sont utiles en matière d'électronucléaire et de sûreté nucléaire. Il s'agit d'une activité essentielle pour soutenir le développement de la technologie des petits réacteurs modulaires à haute température refroidis par gaz.



FIG. B.2. Base de connaissances de l'AIEA sur le graphite nucléaire.

19. En février 2022, l'Agence a organisé un webinaire de deux jours intitulé « Atoms for Space: Nuclear Systems for Space Exploration » (Atomes pour l'espace : les systèmes nucléaires au service de l'exploration spatiale), qui a rassemblé 505 participants de 66 États Membres. L'objectif était de dresser le bilan du développement de systèmes nucléaires pour l'exploration spatiale et d'esquisser quelques perspectives d'avenir dans ce domaine. Différents systèmes ont été présentés : des systèmes électronucléaires qui transforment la chaleur générée par la décroissance des radio-isotopes en électricité ou produisent de l'énergie à l'aide d'un réacteur ; des systèmes de propulsion nucléaire, c.-à-d. des systèmes de propulsion qui utilisent l'énergie libérée par la fission ou la fusion nucléaire pour fournir une poussée à un vaisseau spatial ; des systèmes d'énergie de surface destinés à fournir une énergie de surface extraterrestre pour les missions d'exploration de longue durée et une éventuelle présence humaine durable sur d'autres planètes.



FIG. B.3. En février 2022, l'Agence a organisé un webinaire de deux jours intitulé « Atoms for Space: Nuclear Systems for Space Exploration ».

20. Pour 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, l'Agence a organisé en avril 2022 une réunion technique sur l'élaboration d'une feuille de route pour le déploiement commercial de la production nucléaire d'hydrogène, à laquelle ont assisté 50 participants de 29 États Membres et de quatre organisations internationales. La production d'hydrogène, notamment par des procédés à haute température, est considérée comme une application non électrique importante des RFMP.



FIG. B.4. Stock d'énergie sous forme d'hydrogène. Plusieurs pays se tournent vers des processus nucléaires pour produire de l'hydrogène bas carbone massivement à un coût compétitif. (Photo : Shutterstock)

21. L'Agence a lancé un nouveau projet de recherche coordonnée sur les technologies propres à améliorer la compétitivité des petits réacteurs modulaires et à en faciliter le déploiement rapide. Le projet, qui sera mené de 2022 à 2025, sera axé sur l'élaboration d'une méthodologie, le recensement des technologies génériques habilitantes et la mise en évidence des lacunes et des possibilités qui existent dans ce domaine.

22. En mai 2022, l'Agence a organisé une réunion technique sur les codes et normes, les études de conception et la fabrication de composants pour les petits réacteurs modulaires, qui a rassemblé 85 participants de 28 États Membres et de quatre organisations internationales. L'objectif était d'encourager la poursuite de nouvelles activités en vue de 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 PRM avancés, et d'élaborer des orientations pour la mise en œuvre de ce type de technologie. Les défis, les besoins et les lacunes recensés contribueront directement au volet industriel de l'initiative NHSI.

23. La nouvelle composition du Groupe de travail technique sur les réacteurs de faible ou moyenne puissance ou petits réacteurs modulaires (TWG-SMR) pour la période 2022-2025 a été établie. Le TWG-SMR comprend trois sous-groupes axés sur les domaines thématiques suivants : définition de conditions et de critères génériques d'utilisation de la technologie des RFMP ; recherche, développement et innovation technologiques, codes et normes ; industrialisation, études de conception, essais, fabrication, chaînes d'approvisionnement et construction.

24. L'Agence a fait paraître la publication intitulée *Technology Roadmap for Small Modular Reactor Deployment* (IAEA Nuclear Energy Series No. NR-T-1.18), qui fournit, sur la base des plus récents éléments d'information communiqués par les États Membres, un ensemble de feuilles de route générales dont ces derniers peuvent se servir pour déployer des PRM. Cette publication met l'accent sur les activités des organismes propriétaires/exploitants, qui sont à l'origine de la demande et des exigences concernant les différents modèles de réacteurs, sur les activités des concepteurs, qui mettent au point les technologies, et sur les activités des organismes de réglementation, qui établissent et mettent à jour les prescriptions réglementaires. Elle propose également une méthode à suivre pour élaborer une feuille de route technologique pour les réacteurs dont l'horizon de développement est plus éloigné, et fournit des informations sur les perspectives et les défis qui se dessinent pour cette technologie nucléaire relativement nouvelle.

25. Après la première réunion technique tenue en mai 2021, qui a permis d'établir des prescriptions et critères spécifiques relatifs aux technologies de RFMP pour différents créneaux du marché de l'énergie, l'Agence a programmé une deuxième réunion technique sur les prescriptions et les critères génériques d'utilisation des technologies des petits réacteurs modulaires pour un déploiement à court terme, qui se tiendra en août 2022 dans le cadre de l'initiative NHSI, avec pour objectif d'arrêter la structure et le contenu d'un document d'orientation qui sera publié par l'Agence.

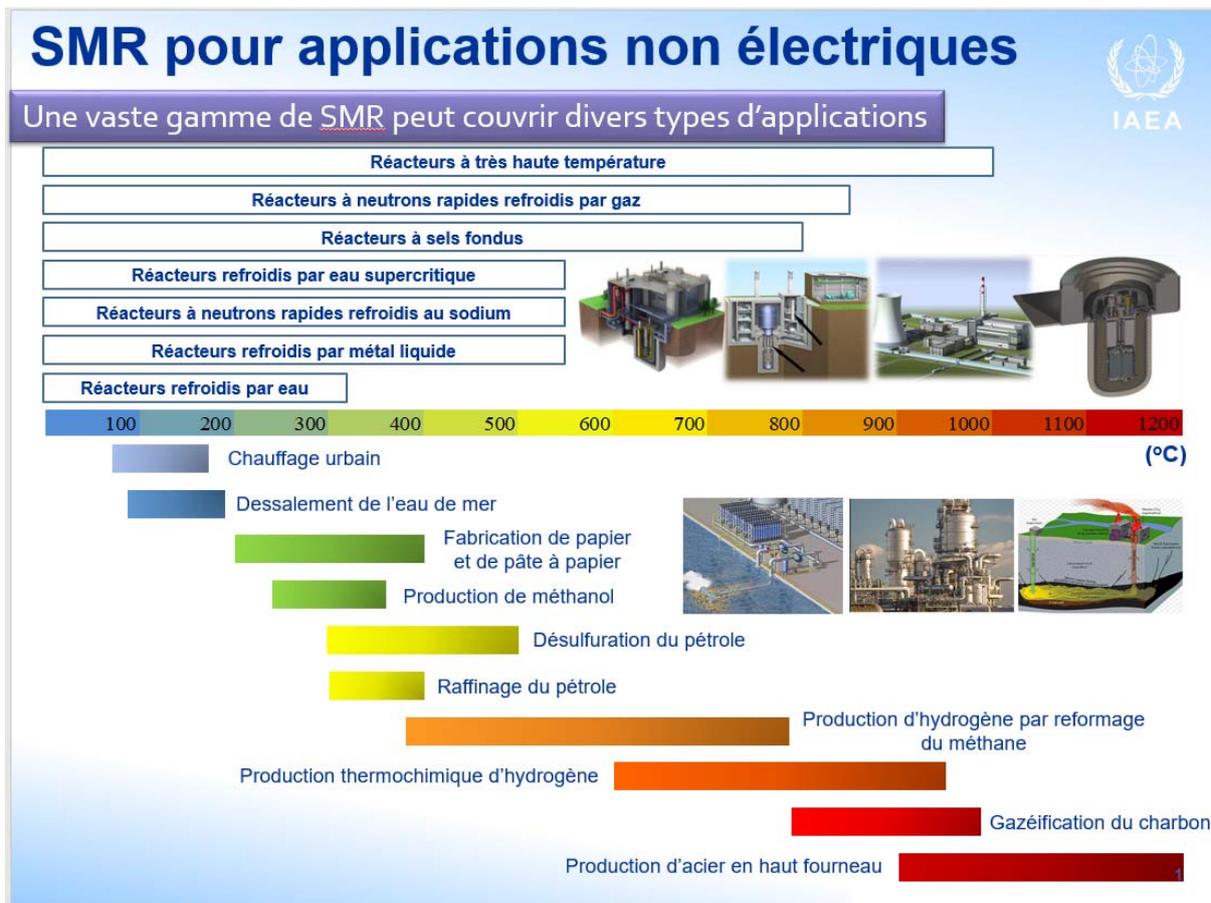


FIG. B.5. Illustration des applications non électriques des différents modèles de RFMP en fonction de la température du système.

26. En novembre 2021, l'Agence a organisé une réunion technique sur la conception des petits réacteurs modulaires compte tenu du déclassement, à laquelle ont assisté 31 participants de 20 États Membres et dont les résultats contribuent à orienter l'élaboration d'un projet de document technique intitulé *Considerations on Design Aspects of Small Modular Reactors for Decommissioning*.

Gestion des connaissances nucléaires

A. Généralités

1. Dans la section C de la résolution GC(65)/RES/11, 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 (INLN). 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(65)/RES/11, 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 la Conférence générale à sa soixante-sixième session ordinaire (2022). La présente annexe a été établie en réponse à cette demande.

B. Renforcement de la gestion des connaissances nucléaires

6. Le pôle de gestion des connaissances nucléaires a été mis en service en 2021 sur la plateforme IAEA CONNECT. Ce pôle numérique permet aux États Membres d'accéder aisément aux informations les plus récentes relatives aux orientations et services proposés en matière de gestion des connaissances nucléaires et vient 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. Sont notamment mis à disposition des documents d'orientation et des documents méthodologiques ; un descriptif général des missions, des écoles et des activités à venir ; des présentations tirées de diverses manifestations précédemment organisées par l'Agence (réunions, ateliers d'experts et formations) ; des exemples de bonnes pratiques, de données d'expérience et d'enseignements tirés en matière de gestion des connaissances nucléaires, mis en commun par des organisations nucléaires ; des formations en ligne et des supports pédagogiques ; ou encore des espaces consacrés au développement collaboratif pour les personnes participant à des groupes de travail et à des projets. Lors de la 65^e session ordinaire de la Conférence générale, le pôle de gestion des connaissances nucléaires a été présenté aux États Membres dans le cadre d'une manifestation parallèle, à laquelle ont assisté 89 participants.



7. L'Agence a mené trois missions d'aide initiale de l'Académie internationale de la gestion nucléaire (INMA), respectivement à l'Institut international d'enseignement nucléaire de la KEPCO (République de Corée) en mars 2022, à l'Université de Bohême de l'Ouest (République tchèque) en novembre-décembre 2021 et à l'Université de l'Idaho (États-Unis d'Amérique) en avril 2022.

8. Une nouvelle publication intitulée *Mentoring and Coaching for Knowledge Management in Nuclear Organizations* (IAEA-TECDOC-1999), parue en mai 2022, propose un tour d'horizon des pratiques et approches efficaces qui sont appliquées dans le domaine du mentorat et du coaching en matière de gestion des connaissances par divers types d'organisations nucléaires, notamment des centrales nucléaires, des organismes d'appui technique, des organismes nucléaires nationaux ainsi que des organismes de réglementation, et présente des études de cas concernant des organisations de plusieurs États Membres.

C. Création de capacités et mise en œuvre de la gestion des connaissances nucléaires

9. À la fin du mois de juin 2022, 2 624 participants de 110 États Membres avaient suivi des sessions de l'École de gestion de l'énergie nucléaire et de l'École de gestion des connaissances nucléaires.

10. Une session de l'École de gestion avancée de l'énergie nucléaire Fédération de Russie-AIEA s'est tenue en deux parties, un premier volet ayant été organisé en mode virtuel en août 2021 et un second volet ayant eu lieu en présentiel à Moscou en octobre 2021. Cet événement a été organisé en coopération avec la Corporation d'État de l'énergie atomique « Rosatom » par l'intermédiaire de l'Académie technique Rosatom. Le programme spécialisé de cette session était destiné aux responsables et décideurs de niveau intermédiaire dans le secteur nucléaire et visait au renforcement des compétences de gestion et des compétences techniques essentielles à la mise en place ou au développement de programmes nationaux d'énergie nucléaire. L'événement a réuni 27 responsables et décideurs de 15 États Membres.

11. Dans le cadre de l'édition 2021 du European Nuclear Young Generation Forum (ENYGF), la première session de l'École de gestion de l'énergie nucléaire Espagne-AIEA a été organisée (en présentiel) en coopération avec la Société nucléaire espagnole, en septembre 2021. Elle a été suivie par 17 participants de 7 États Membres. L'association avec le Forum ENYGF s'est avérée très fructueuse et a ouvert la voie à l'organisation de manifestations et d'activités conjointes à l'avenir.

12. La neuvième session de l'École de gestion de l'énergie nucléaire Japon-AIEA s'est déroulée en ligne en septembre-octobre 2021. L'organisation de cet événement était le fruit d'une coopération entre l'AIEA, l'Agence japonaise de l'énergie atomique (JAEA), le Forum japonais de l'industrie nucléaire (JAIF), le Centre de coopération internationale du JAIF, le Réseau japonais de mise en valeur des ressources humaines dans le secteur nucléaire (JN-HRD NET), l'Institut national de technologie et l'Université de Tokyo. La session s'adressait aux futurs dirigeants et gestionnaires de programmes d'énergie nucléaire, à la fois dans les pays primo-accédants et dans les pays ayant déjà un programme. Elle a réuni 20 participants de 10 États Membres.

13. En octobre 2021, l'Agence a organisé la deuxième session de l'École de gestion des connaissances nucléaires en Fédération de Russie, en coopération avec Rosatom par l'intermédiaire de l'Académie technique Rosatom. Cette session régionale, qui s'est tenue à Saint-Petersbourg (Fédération de Russie) pendant une semaine, a offert une formation spécialisée aux professionnels qui jouent un rôle, ou pourraient prochainement jouer un rôle, dans l'élaboration ou la mise en œuvre de projets relatifs à la gestion des connaissances nucléaires dans leurs organisations. La session a réuni 24 professionnels de diverses organisations nucléaires et gouvernementales de 9 États Membres.

14. En novembre 2021 s'est tenue la première session de l'École de gestion de l'énergie nucléaire Ouzbékistan-AIEA. Le programme et le contenu de cette session ont été adaptés aux besoins des participants nationaux et de l'organisation hôte. L'événement, qui a eu lieu à Tachkent, était organisé par Uzatom en coopération avec l'Agence. D'une durée de deux semaines, il s'adressait aux jeunes professionnels qui évoluent au sein des organisations participant au programme nucléaire national et présentent des aptitudes prometteuses en matière de gestion. La session a réuni 38 professionnels de diverses institutions du secteur nucléaire ouzbek, dont les ministères compétents, des universités, l'organisme national de réglementation et l'industrie de l'énergie nucléaire.

15. L'Agence a organisé en novembre 2021, en mode virtuel, la première session de l'École de gestion de l'énergie nucléaire créée conjointement par le Réseau européen pour l'enseignement des sciences nucléaires (ENEN) et l'AIEA. Le programme et le contenu de cette session ont été adaptés aux besoins des participants internationaux et de l'organisation hôte. D'une durée de deux semaines, l'événement s'adressait aux jeunes professionnels qui évoluent au sein d'organisations participant à des programmes nucléaires internationaux et possèdent des atouts intéressants pour la gestion.

16. La première session de l'École de gestion de l'énergie nucléaire Chine-AIEA s'est tenue en ligne en décembre 2021. Cet événement, dont le programme et le contenu ont été adaptés aux besoins des participants et de l'organisation hôte, se déroulait sur deux semaines et ciblait de jeunes professionnels

œuvrant au sein de leurs programmes nucléaires nationaux. La session a été suivie par 52 professionnels venant de différentes institutions de 11 États Membres, dont des universités, des organismes nationaux de réglementation, les ministères compétents et des entités du secteur de l'énergie nucléaire.

17. En avril 2022, la première session de l'École de gestion des connaissances nucléaires États-Unis d'Amérique-AIEA a été organisée à l'Université A&M Texas (États-Unis d'Amérique). Elle a réuni 23 participants originaires de 10 États Membres. Lors de cette session, de jeunes professionnels ont approfondi leur compréhension des notions de base de la gestion des connaissances nucléaires, en particulier en ce qui concerne les stratégies et les outils, tels que l'évaluation des risques de perte de connaissances essentielles et les méthodes de collecte et de conservation de ces connaissances.

18. En mai 2022 a eu lieu à Oshawa (Canada) la première session de l'École de gestion de l'énergie nucléaire Canada-AIEA, à laquelle ont pris part 21 participants de 9 États Membres. Proposée en coopération avec le Réseau d'excellence universitaire en génie nucléaire (UNENE), l'Institut universitaire de technologie de l'Ontario et le Groupe de propriétaires de CANDU, cette session était organisée selon la nouvelle structure des écoles de gestion de l'énergie nucléaire, qui comprend des programmes de base et des programmes facultatifs. Les étudiants ont eu l'occasion de visiter la centrale nucléaire de Darlington et d'assister à une démonstration de simulateurs de centrales nucléaires. Ils ont également pu s'intéresser de plus près à quatre domaines spécifiques de l'énergie nucléaire dans le cadre d'un projet réalisé en groupe, tout en bénéficiant des conseils d'experts de l'Agence et du Canada.

19. En juin 2022 s'est tenue en format virtuel la dixième session de l'École de gestion de l'énergie nucléaire Centre international Abdus Salam de physique théorique (CIPT)-AIEA. L'Agence organise chaque année cet événement international en coopération avec le CIPT depuis 2010. Pendant deux semaines, les objectifs étaient de permettre aux jeunes professionnels de mieux comprendre les enjeux actuels du secteur nucléaire, de sensibiliser aux évolutions récentes concernant l'énergie nucléaire et de partager les points de vue de différents pays sur les enjeux de l'utilisation pacifique de la technologie nucléaire.

20. Une session de l'École de gestion avancée de l'énergie nucléaire Fédération de Russie-AIEA a été organisée en juin 2022 à Moscou, en coopération avec Rosatom par l'intermédiaire de l'Académie technique Rosatom. L'événement d'une semaine avait pour but d'apporter un appui aux responsables et décideurs de niveau intermédiaire dans le secteur nucléaire, en les aidant à renforcer les compétences de gestion et compétences techniques qui sont indispensables pour mettre en place ou développer des programmes électronucléaires nationaux.



FIG. C.1. « Les universités et le secteur nucléaire ont tous les deux un rôle à jouer pour que notre système éducatif puisse produire des professionnels qualifiés et expérimentés dans le domaine nucléaire », a affirmé Lerato Makgae, conseillère principale en gestion des connaissances nucléaire à ESKOM Holdings, dans son discours d'ouverture (Photo : DMRE)

21. La troisième session de l'École de gestion de l'énergie nucléaire Afrique du Sud-AIEA s'est tenue en présentiel à Johannesburg (Afrique du Sud) en juin 2022. Organisée par l'Agence en coopération avec la South African Nuclear Energy Corporation (NECSA) et avec l'appui du Ministère des ressources minières et de l'énergie, elle avait pour objectif d'offrir une expérience d'apprentissage internationale, financée et mise en œuvre par le Département de la CT, aux futurs dirigeants et gestionnaires de programmes électronucléaires dans les pays primo-accédants ou déjà dotés d'un programme électronucléaire partout en Afrique. Elle a bénéficié à 41 participants de 13 États Membres.

22. La dixième session de l'École de gestion de l'énergie nucléaire Japon-AIEA a eu lieu en juillet 2022, à Tokyo. Elle a été organisée par l'Agence en collaboration avec le Centre de coopération internationale du JAIF, la JAEA, le JAIF, le réseau JN-HRD NET, l'Institut national de technologie et l'Université de Tokyo.

23. Une session régionale de l'École de gestion des connaissances nucléaires pour l'Amérique latine et les Caraïbes s'est tenue en juillet 2022. Cet événement d'une semaine, qui s'est déroulé en espagnol, a réuni des professionnels de toute la région, notamment d'Argentine, du Brésil, du Chili, du Paraguay, du Pérou et d'Uruguay. Il comprenait un module de formation en ligne, organisé sur la plateforme de formation du Réseau latino-américain pour l'enseignement en technologie nucléaire (LANENT), que tous les participants devaient avoir suivi pour préparer les séances en présentiel.

24. Il est prévu que la troisième session de l'École de gestion des connaissances nucléaires Fédération de Russie-AIEA ait lieu en août 2022 à Saint-Pétersbourg (Fédération de Russie). L'événement sera organisé par l'Agence en coopération avec Rosatom par l'intermédiaire de l'Académie technique Rosatom.

25. Le programme de visites d'aide à la gestion des connaissances (KMAV) continue de fournir des procédures et des méthodes efficaces de gestion des risques, qui permettent de s'assurer que les programmes de gestion des connaissances en place dans les États Membres sont tenus à jour de façon à renforcer la capacité des ressources humaines et à faciliter le recensement et la protection des connaissances essentielles. Les missions KMAV prévoient le recours au modèle d'auto-évaluation de la maturité de la gestion des connaissances mis au point par l'Agence, la formation d'experts dans les États Membres et la formulation de conseils sur l'élaboration de nouveaux documents relatifs à la gestion des connaissances nucléaires. Au total, l'Agence a mené 14 missions KMAV dans les États Membres, notamment : une mission en Indonésie, en septembre 2021, pour traiter d'enjeux nationaux relatifs à la gestion des connaissances nucléaires et aider à l'établissement d'un programme stratégique de gestion des connaissances ; une mission KMAV de niveau 1 à Tachkent (Ouzbékistan), en novembre 2021, pour aborder des enjeux nationaux en matière de gestion des connaissances nucléaires ; une mission KMAV de niveau 3 à l'Université de technologie et d'économie de Budapest (Hongrie), en décembre 2021, pour traiter de questions relatives à la formation théorique et pratique à la gestion des connaissances nucléaires au niveau national ; une mission KMAV de niveau 2 à la Commission jordanienne de l'énergie atomique à Amman (Jordanie), en mars 2021, pour évaluer la maturité de la gestion des connaissances et mettre en évidence les lacunes à combler ; une mission KMAV de niveau 1 pour le réseau AFRA-NEST à Port-Louis (Maurice), en mars-avril 2022, pour prêter un appui à la création d'un programme stratégique de gestion des connaissances ; une mission KMAV de niveau 1 au Collège des sciences et de la technologie de l'Université du Rwanda à Kigali, en mars-avril 2022, pour traiter de questions relatives à la formation théorique et pratique à la gestion des connaissances nucléaires au niveau national ; une mission KMAV de niveau 2 à Santiago du Chili (Chili), en mai 2022, pour traiter d'enjeux nationaux relatifs à la gestion des connaissances nucléaires, évaluer la maturité de la gestion des connaissances et mettre en évidence les lacunes à combler ; une mission KMAV de niveau 1 au Kenya, en mai 2022 ; une mission KMAV de niveau 1 au Kenya, en juillet 2022 ; et une mission KMAV destinée aux prestataires de services de formation en Éthiopie, en Tunisie et au Cameroun, en juillet 2022.

26. Une autre mission KMAV est prévue en août 2022, auprès des exploitants de centrales nucléaires au Mexique, pour aborder des enjeux nationaux en matière de gestion des connaissances nucléaires, évaluer la maturité de la gestion des connaissances et repérer les lacunes à combler.

27. Pendant la période considérée, plusieurs manifestations en rapport avec la gestion des connaissances nucléaires ont eu lieu, notamment : une réunion technique virtuelle sur la méthodologie des visites d'aide à la gestion des connaissances pour les prestataires de formation théorique et pratique (juillet 2021, 97 participants de 50 États Membres) ; une réunion technique virtuelle sur les réseaux d'enseignement (août 2021, 64 participants de 31 États Membres) ; une réunion technique virtuelle sur l'expérience acquise et les enseignements tirés concernant les programmes de gestion des connaissances efficaces dans les organismes nucléaires (octobre 2021, 42 participants de 28 États Membres) ; une réunion technique virtuelle sur les méthodes, pratiques et approches de détermination des connaissances essentielles au sein des organismes nucléaires (novembre 2021, 105 participants de 67 organismes nucléaires de 39 États Membres) ; et la réunion annuelle de l'Académie internationale de la gestion nucléaire (novembre 2021, 40 participants de 21 États Membres). En outre, l'Agence a participé à la conférence NESTet de la Société nucléaire européenne, qui s'est tenue à Bruxelles (Belgique).

D. Application de la gestion des connaissances nucléaires au développement

28. La mise en valeur des ressources humaines est une priorité en Afrique. Les activités de formation de personnel qualifié à des postes intermédiaires, notamment des ingénieurs et techniciens, se sont 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. Un tronc commun aux programmes de formation en radiologie, en oncologie clinique et en radiothérapie a été finalisé en Afrique en 2021. Dans le cadre du projet AFRA RAF1008 (Appui aux technologies des rayonnements dans les applications industrielles et la maintenance préventive de l'équipement nucléaire et médical), un programme de formation collective de boursiers d'une durée d'un mois sur l'instrumentation nucléaire a été accueilli par le Centre de recherche nucléaire de Birine (Algérie).

29. Les États Membres d'Europe et d'Asie centrale continuent d'ériger en priorité la mise en valeur des ressources humaines pour optimiser l'utilisation pacifique de la science et de la technologie nucléaires. 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. Dans le cadre du projet de CT CZR0010 (Renforcement des capacités en ressources humaines, des connaissances nucléaires, du maintien des compétences et du savoir-faire dans les domaines touchant à l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire), l'Agence a veillé à la formation de spécialistes tchèques afin d'assurer le fonctionnement sûr, durable et fiable des institutions et des services dans le domaine nucléaire. L'École internationale de direction pour la sûreté nucléaire et radiologique, qui s'est tenue à Athènes (Grèce), en novembre 2021, a formé des spécialistes de niveau intermédiaire à la direction en matière de sûreté. Bénéficiant d'un appui au titre du projet de CT RER0043 (Amélioration des activités de création de capacités dans les organisations européennes de sûreté nucléaire et radiologique aux fins de l'exploitation sûre des installations), elle leur a permis d'acquérir les connaissances nécessaires pour améliorer leurs compétences en matière d'encadrement dans le domaine de la sûreté nucléaire et radiologique tout au long de leur carrière.

30. Dans la région Asie et Pacifique, grâce au projet de CT INS0020 (Appui au renforcement global des capacités des organismes nucléaires nationaux pour soutenir le secteur nucléaire et l'utilisation de la technologie nucléaire par les parties prenantes), plus de 280 participants ayant des responsabilités en matière de gestion des connaissances, issus de trois organismes nationaux différents et de l'Agence nationale indonésienne de l'énergie nucléaire, ont suivi en ligne une série de trois ateliers nationaux sur la gestion des connaissances. Ils y ont acquis des connaissances et des outils sur la manière de mettre en conformité les stratégies de gestion des connaissances avec les objectifs commerciaux d'un organisme, d'assurer l'essor d'une culture organisationnelle d'échange de connaissances, notamment de méthodes pratiques de collecte des connaissances tacites, et de mettre en œuvre en continu des plans volontaristes de conservation et de transfert des connaissances afin que celles qui sont essentielles puissent être identifiées, mises en commun et conservées. Par ailleurs, le projet de CT INS0020 a également permis de fournir un appui à l'Institut polytechnique de technologie nucléaire pour l'élaboration d'un programme d'études axé sur l'industrie, en tenant compte d'un objectif du plan national de développement à moyen terme de l'Indonésie qui consiste à accélérer et à renforcer le lien entre enseignement et emploi grâce à une meilleure coopération entre les collèges professionnels, les universités et le secteur industriel.

31. Les activités visant à promouvoir la formation théorique et pratique de jeunes spécialistes dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires se sont poursuivies en Amérique latine et dans les Caraïbes, notamment grâce à NUCLEANDO, nouveau programme pédagogique élaboré par le réseau LANENT avec le soutien de l'Agence. NUCLEANDO fournit un ensemble d'outils et de ressources universitaires pour aider les enseignants à intégrer les notions de la science nucléaire dans leurs programmes. Le projet de CT 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)] a continué d'aider les organismes nucléaires nationaux d'Amérique latine et des Caraïbes à devenir techniquement et financièrement autonomes.



FIG. D.1. L'Institut brésilien de recherches énergétiques et nucléaires (IPEN) offre régulièrement des services aux usagers aux quatre coins du pays et dans toute la région. Pour des installations comme le réacteur de recherche de l'IPEN, fournir des radio-isotopes et d'autres services à des clients commerciaux et à des partenaires du secteur public de manière plus efficace et efficiente est essentiel pour assurer la continuité des opérations.

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

32. L'Agence a tenu, en juin 2021, un atelier régional virtuel sur les programmes de gestion des connaissances relatives à la sûreté nucléaire à l'intention des États Membres de la région Asie et Pacifique, qui ont ainsi pu échanger des informations et mettre en commun leurs expériences et les enseignements qu'ils en ont tirés en ce qui concerne l'élaboration de programmes de ce type au niveau national comme au niveau institutionnel.

33. L'Agence a publié le rapport *Managing Nuclear Safety Knowledge: National Approaches and Experience* (IAEA Safety Reports Series No. 105), qui établit un cadre conceptuel de la gestion des connaissances en matière de sûreté nucléaire, propose plusieurs grandes approches applicables au niveau national et dresse un récapitulatif de l'expérience acquise par les États Membres.

34. En décembre 2021, l'Agence a convoqué une réunion virtuelle du Comité directeur sur le renforcement des capacités et la gestion des connaissances réglementaires pour permettre un échange d'informations sur les activités en cours du Secrétariat et des États Membres en matière de gestion, de développement et de renforcement des compétences réglementaires.
35. L'Agence a tenu au Caire, en juin 2022, un atelier régional sur les programmes de gestion des connaissances relatives à la sûreté nucléaire, qui visait à faciliter la mise en commun d'informations, de données d'expérience et d'enseignements tirés de l'expérience concernant l'élaboration de programmes de ce type aux niveaux national et institutionnel.
36. L'Agence a organisé en avril 2022, à Vienne, un atelier sur l'autoévaluation des dispositions d'urgence et l'utilisation du Système de gestion de l'information pour la préparation et la conduite des interventions d'urgence (EPRIMS). L'événement avait pour but de donner un aperçu des normes de sûreté de l'Agence en matière de préparation et de conduite des interventions d'urgence (PCI), de souligner l'importance de l'autoévaluation au regard des normes de sûreté existantes et de présenter le système EPRIMS, qui constitue un outil utile pour réaliser cette auto-évaluation et échanger des informations.
37. L'Agence a signé des arrangements pratiques pour l'établissement d'un nouveau centre de création de capacités en matière de PCI avec l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (France), en septembre 2021, et a étendu sa coopération dans le domaine de la PCI avec l'Institut coréen des sciences radiologiques et médicales (République de Corée), en octobre 2021, et avec l'École de protection civile (Autriche), en novembre 2021.
38. Le Réseau international de formation théorique et pratique à la préparation et à la conduite des interventions d'urgence est passé de 179 membres en 2021 à 194 en 2022, favorisant l'échange d'informations et de ressources et le renforcement de la formation théorique et pratique en matière de PCI par l'intermédiaire des centres de création de capacités.
39. L'Interface utilisateur en ligne sur la sûreté et la sécurité nucléaires (NSS-OUI) 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 et permet aux utilisateurs autorisés de fournir des informations en retour sur les publications. De septembre 2021 à avril 2022, plusieurs améliorations ont été apportées aux fonctions de navigation et à la convivialité de l'interface. Le contenu de l'ensemble des publications parues dans les collections Normes de sûreté et Sécurité nucléaire de l'AIEA a été ajouté sur la plateforme NSS-OUI. Ont également été ajoutés des renvois à des publications informatives pertinentes qui ont été récemment publiées.

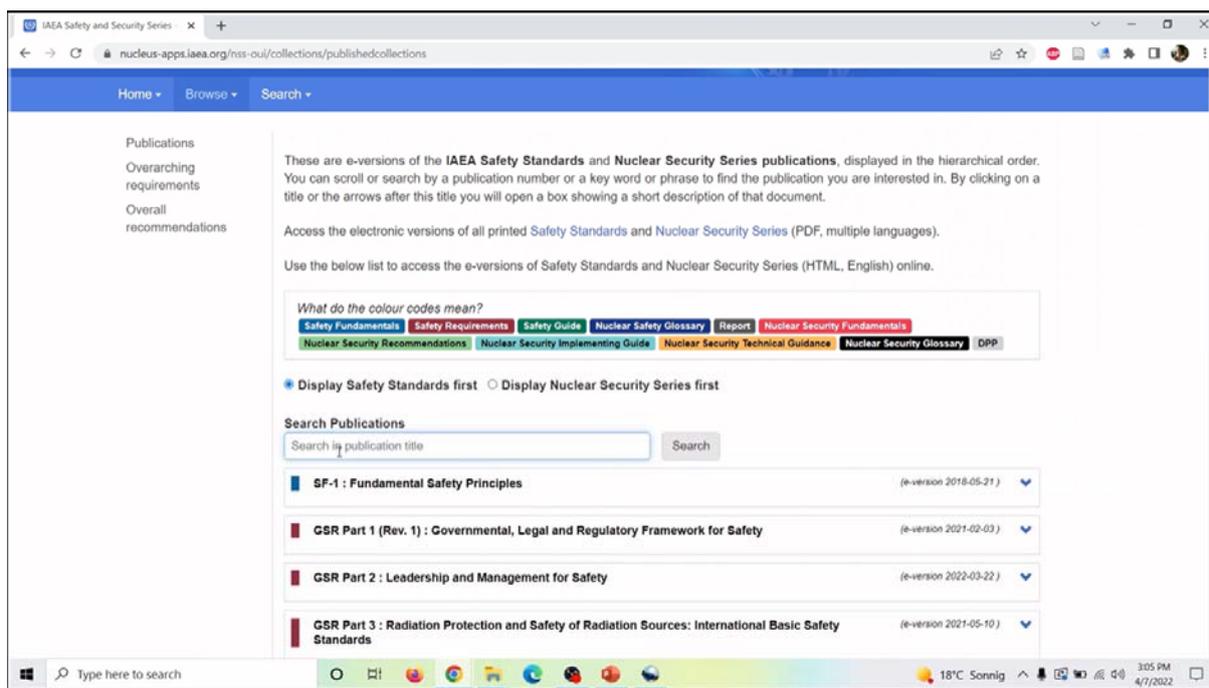


FIG. E.1. Démonstration de l'Interface utilisateur en ligne sur la sûreté et la sécurité nucléaires.

40. Au cours de la période considérée, l'Agence a organisé deux sessions virtuelles de l'École internationale sur la sécurité nucléaire (la première en arabe, en novembre 2021, et la seconde en anglais, en avril 2022), une session virtuelle de l'École régionale sur la sécurité nucléaire pour la région Asie et Pacifique (en novembre 2021), trois sessions de l'École internationale sur la sécurité nucléaire à l'intention des bénéficiaires du programme de bourses Marie Skłodowska-Curie (les deux premières ayant eu lieu en anglais, en format hybride, en novembre et décembre 2021, et la troisième étant prévue pour août 2022), ainsi qu'une session en présentiel de l'École nationale sur la sécurité nucléaire (tenue en juin 2022, en portugais).



FIG. E.2. Des bénéficiaires du programme de bourses Marie Skłodowska-Curie à l'École internationale sur la sécurité nucléaire.

41. Un séminaire international consacré à l'amendement à la Convention sur la protection physique des matières nucléaires (CPPMN) a été organisé à l'intention des bénéficiaires du programme de bourses Marie Skłodowska-Curie en novembre-décembre 2021 à Vienne.
42. L'Agence a finalisé le cursus d'un programme pilote de master international en PCI fondé sur ses normes de sûreté, qui est destiné à être mis en œuvre dans les États Membres pour assurer, à l'échelle nationale, un niveau adéquat de préparation et d'intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique. L'Université polytechnique Pierre le Grand de Saint-Petersbourg (Fédération de Russie) a été le premier établissement universitaire à proposer ce cursus, en septembre 2021.
43. L'Agence a tenu à Athènes, en novembre 2021, une session de l'École internationale de direction pour la sûreté nucléaire et radiologique, qui visait à former des professionnels en début ou en milieu de carrière à l'encadrement dans le domaine de la sûreté nucléaire et radiologique. Elle a également organisé, en coopération avec l'Université Tōkai (Japon), une formation en ligne sur ce sujet en février-mars 2022.
44. L'Agence a établi le portail de la Section de la sûreté des événements externes (EESS) pour faciliter le partage et le renforcement des connaissances relatives à la sûreté des sites nucléaires et de la conception.
45. L'Agence a mis au point une base de données sur les rapports de missions d'examen du site et de la conception basée sur les événements externes (SEED) et l'outil connexe TOSMA (outil d'évaluation de mission SEED), un tableau de bord basé sur l'intelligence artificielle pour la gestion efficace et efficiente des connaissances concernant les statistiques des missions ainsi que les problèmes de sûreté recensés pendant les missions SEED au cours des dix dernières années.

46. En 2021, l'Agence a commencé à mettre en œuvre l'Initiative globale de création de capacités de l'AIEA pour les SNCC et les ANR (COMPASS) dans l'ensemble des sept États qui avaient participé à la phase pilote de deux ans. L'initiative COMPASS a été lancée en 2020 pour appuyer encore davantage les efforts visant à renforcer et à maintenir l'efficacité des autorités nationales ou régionales chargées de l'application des garanties (ANR) et des systèmes nationaux de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires (SNCC). Pendant la période considérée, de nombreuses activités ont été menées avec les États pilotes, notamment l'organisation d'événements de sensibilisation ainsi que de cours, la prestation de services d'assistance dans les domaines législatif et réglementaire ou encore l'achat d'équipements et de matériel informatique pour les garanties. En outre, l'Agence s'est associée à d'autres États Membres afin d'aider ceux participant à l'initiative COMPASS à se doter de processus et procédures pour appuyer l'application des garanties ou à renforcer les processus et procédures déjà en place. Cette assistance entre pairs comprend notamment un appui d'experts aux fins de l'élaboration de programmes nationaux de formation aux garanties, qui doivent permettre aux États pilotes d'acquérir et de maintenir les connaissances et capacités de base nécessaires à l'application des garanties.

47. 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 2021 et 2022, neuf stagiaires se sont inscrits à ce programme, dont cinq femmes.

48. L'Agence a organisé trois ateliers d'une journée sur la gestion des connaissances afin de favoriser une meilleure intégration des pratiques de gestion des connaissances dans les activités quotidiennes du Département des garanties. Ces ateliers interactifs ont donné l'occasion de passer en revue les avantages qu'une approche intégrée de la gestion des connaissances nucléaires peut apporter au personnel des garanties.

49. L'Agence a continué à étoffer son Portail des déclarations des États (SDP), un système en ligne qui permet aux ANR et à l'AIEA d'échanger des informations de manière sécurisée. Grâce au SDP, les États peuvent envoyer toutes sortes de communications, dont des rapports et déclarations relatifs aux garanties. De plus, le SDP tient un registre des communications échangées entre l'Agence et les ANR, ce qui permet aussi d'enrichir la mémoire institutionnelle.

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

50. La réunion annuelle du Réseau international de centres de formation et de soutien à la sécurité nucléaire (Réseau NSSC) s'est déroulée en juillet 2022. L'événement visait à faire progresser les travaux de ce réseau de collaboration regroupant des établissements qui offrent des formations ou des services d'appui technique et scientifique en matière de sécurité nucléaire.

51. La réunion annuelle du Réseau international de formation théorique à la sécurité nucléaire, organisée en ligne en août 2021, a permis à plus de 100 participants de 41 États d'examiner les activités de formation sur la sécurité nucléaire et l'impact de la COVID-19.

52. 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. Un site web dédié au programme NUCLEANDO a été créé.

53. 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. 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. Le projet de CT RAS0091 (Appui à l'enseignement de la science et de la technologie nucléaires aux niveaux secondaire et tertiaire), qui a débuté en 2022, étend la portée de la collaboration à l'ensemble des partenaires du réseau d'enseignement en science et en technologie nucléaires aux niveaux secondaire et tertiaire dans la région Asie et Pacifique.

54. L'Agence fournit un appui au réseau AFRA-NEST dans le cadre du projet de CT RAF0059, Appui à la création du réseau scientifique et technologique pour la formation au nucléaire. L'AFRA-NEST a pour principal objectif de faciliter les activités et le travail en réseau dans l'enseignement supérieur, la formation et les recherches connexes dans le domaine des sciences nucléaires en Afrique. Les résultats de la première étude menée pour l'AFRA-NEST ont été publiés en 2021. Cette étude avait pour but d'évaluer la situation et les besoins spécifiques pour ce qui concerne la mise à disposition de matériels et de plateformes d'apprentissage à distance ; elle s'intéressait aussi aux personnes auxquelles ce type d'apprentissage s'adresse, de façon à mieux comprendre l'expérience qu'elles en ont, ainsi que leurs préférences en termes de sujets abordés, de fonctionnalités des plateformes et d'habitudes d'apprentissage.

55. En mars 2022, des représentants des réseaux ANENT, LANENT, AFRA-NEST, ENEN et UNENE ainsi que du Réseau régional de formation théorique et pratique dans le domaine de la technologie nucléaire ont pris part au jury international du concours vidéo international organisé par l'Agence sur le thème du rôle de la technologie nucléaire dans la lutte contre le changement climatique. Ce concours, qui s'adressait aux étudiants, a attiré plus de 1 000 participants de 34 États Membres.

56. En novembre 2021, les réseaux régionaux pour l'enseignement ont été présentés lors de l'exposition virtuelle sur l'enseignement des sciences et technologies nucléaires dans le cadre du projet de CT RAS0079 (Formation des étudiants du secondaire et des professeurs de sciences aux sciences et technologies nucléaires). À cette occasion, ils ont fait part de leurs idées novatrices pour promouvoir le développement au moyen de la science et de la technologie nucléaires, notamment en ce qui concerne le soutien pour l'adaptation au changement climatique et d'autres problèmes d'intérêt mondial.



FIG. F.1. M. Hua Liu, Directeur général adjoint de l'AIEA chargé de la coopération technique, s'adresse aux participants lors de l'exposition virtuelle sur l'enseignement des sciences et technologies nucléaires, en novembre 2021.

57. L'Agence a contribué au programme de master sur les garanties nucléaires proposé par l'ENEN, en assurant la conception, l'élaboration et l'organisation de sessions consacrées à des sujets liés aux garanties de l'AIEA. Ce programme offre la possibilité d'acquérir des compétences spécifiques et de former du personnel dans le domaine des garanties afin de favoriser le développement continu d'une main-d'œuvre professionnelle, compétente et motivée.

58. 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. Desservant plus de 7 700 membres de plus de 20 réseaux thématiques, la plateforme est devenue le point de rencontre incontournable pour les professionnels et experts du Secrétariat et des États Membres. Deux nouveaux réseaux devraient faire leur entrée sur la plateforme en 2022 : le réseau des valeurs cibles internationales et le réseau international pour la gestion de la durée de vie des centrales nucléaires.

59. 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. En 2022, la structure du wiki sur le nucléaire sera simplifiée pour permettre à un plus grand nombre d'experts techniques de soumettre des articles sur un éventail plus large de domaines thématiques. Accessible aux utilisateurs de la plateforme IAEA CONNECT, ce wiki contient des articles techniques élaborés et tenus à jour par le Secrétariat avec le concours d'experts internationaux.

60. 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 2022, le nombre d'utilisateurs inscrits sur CLP4NET est passé à plus de 60 000 et le nombre de cours à 715. En plus des formations en ligne, l'Agence a également commencé à proposer des webinaires sur CLP4NET. Il en existe 142 à ce jour, et leur nombre devrait considérablement augmenter dans les années à venir.

61. Un tableau de bord personnalisé sera bientôt mis à la disposition des utilisateurs sur CLP4NET ; il leur permettra, entre autres fonctionnalités, d'afficher l'état d'avancement des cours suivis, les cours à venir, le calendrier, les échéances et les cours récemment consultés. Un catalogue des ressources didactiques a été mis en ligne sur le site web de l'Agence ; il permet d'améliorer la visibilité et l'accessibilité de l'offre de formations en ligne disponibles aux États Membres, et deviendra le point central d'accès à tous les webinaires proposés par l'Agence. Cette dernière est sur le point d'amorcer la mise en œuvre généralisée de 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. Ce nouveau cadre de gouvernance contribuera à assurer un meilleur contrôle des projets et produits d'apprentissage à distance et à maintenir le haut niveau de qualité des ressources de formation en ligne offertes aux États Membres.

62. 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 continué de concevoir à l'intention des États Membres des cours en ligne sur les garanties, qui abordent de nouveaux sujets tels que la vérification des renseignements descriptifs, le Portail des déclarations des États et le logiciel Protocol Reporter 3. Par ailleurs, l'Agence a mis en ligne sur CLP4NET une série de webinaires sur les garanties, qui traitent de divers sujets relatifs à l'application des garanties sur la base de données d'expérience internes et internationales.

63. Le nombre de membres du Réseau international de bibliothèques nucléaires (INLN) est passé de 43 à 63 États Membres. Ceux-ci peuvent communiquer les uns avec les autres directement et efficacement via le Forum du Réseau sur la plateforme NUCLEUS. La Bibliothèque de l'AIEA a organisé une réunion virtuelle de l'INLN, qui a rassemblé 19 participants dans le cadre de deux sessions, au cours desquelles des idées ont été échangées sur les possibilités d'amélioration en matière de communication et de partage des ressources.

G. Information nucléaire

64. 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 plus 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 2,4 millions de personnes par an. Un projet long de 18 ans visant à numériser les microfiches INIS a été mené à son terme et a permis de traiter plus de 18 millions d'images au total. Des avancées notables ont été réalisées en termes de capacité technique, avec notamment un recours accru à l'automatisation ainsi qu'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 s'est engagé dans divers projets spéciaux de préservation : certains ont été menés à bien, dont celui consacré à Tchernobyl ; un projet est en cours concernant le laboratoire du Centre de recherche de Juliers, en Allemagne, qui s'occupe des matériaux résistants aux températures élevées ; et un projet portant sur les anciennes publications et conférences de l'Agence a débuté.

65. Le référentiel de prépublications de l'AIEA a été mis au point pour permettre au public d'avoir plus rapidement accès aux publications de l'Agence. Il utilise les processus et l'infrastructure de l'INIS, si bien que toutes les ressources placées sur le serveur des prépublications sont simultanément mises à disposition dans la base de données INIS. Officiellement en service depuis le mois de janvier 2022, le référentiel contient actuellement plus de 75 prépublications.

66. 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 (OCDE/AEN) 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, 37 agents de liaison de la Banque de données de l'OCDE/AEN ont été délégués auprès de 37 institutions de l'AIEA dans 17 États Membres de l'AIEA.

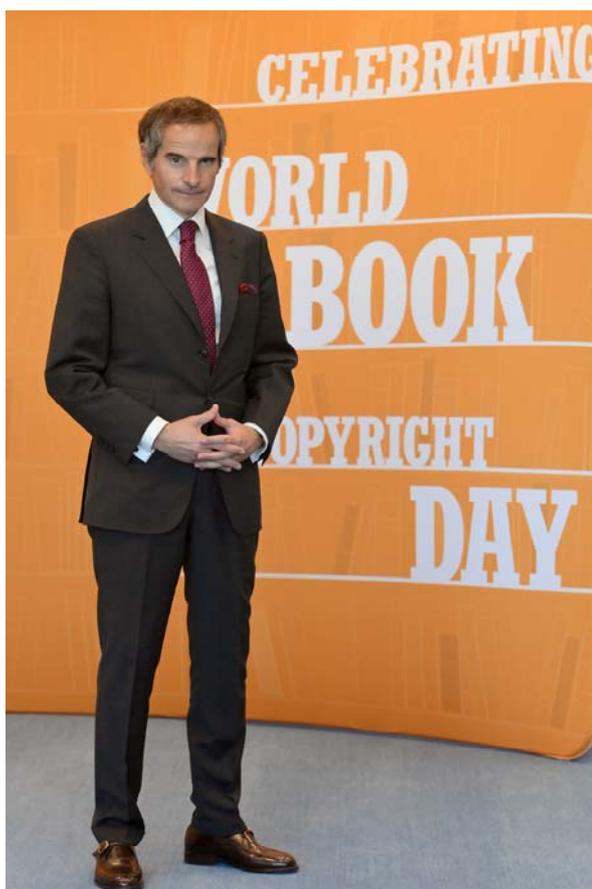


FIG. G.1. Visite du Directeur général à la Bibliothèque de l'AIEA à l'occasion de l'édition 2022 de la Journée mondiale du livre et du droit d'auteur.

67. La Bibliothèque de l'AIEA a continué de donner accès aux informations nucléaires en permettant aux utilisateurs de consulter toutes les ressources d'information disponibles, tant sur papier (plus de 100 000 sources) qu'en format électronique (plus de 83 000 titres de revues électroniques et 68 bases de données). Les utilisateurs ont emprunté plus de 2 350 ouvrages et consulté les ressources électroniques plus de 350 000 fois. La Bibliothèque de l'AIEA a également donné accès à 684 ressources qui ne sont pas disponibles dans sa collection, grâce à des services de prêt interbibliothèques et de livraison de documents et d'articles. Elle a organisé 14 sessions de formation, qui ont été suivies, en présentiel et en ligne, par 251 participants au total. L'Agence a organisé, en ligne, la sixième manifestation annuelle de célébration de la Journée mondiale du livre et du droit d'auteur, en collaboration avec les bibliothèques des autres organisations sises au Centre international de Vienne. L'événement, auquel 295 personnes s'étaient inscrites, comprenait dix sessions virtuelles réparties sur quatre jours.



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

L'atome pour la paix et le développement

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