



60 ans

IAEA *L'atome pour la paix et le développement*

# Conseil des gouverneurs Conférence générale

GOV/INF/2017/12-GC(61)/INF/8  
28 août 2017

**Distribution générale**  
Français  
Original : anglais

## Réservé à l'usage officiel

Point 18 de l'ordre du jour provisoire de la Conférence générale  
(GC(61)/1 et Add.1)

# Situation et perspectives internationales de l'électronucléaire 2017

*Rapport du Directeur général*

## Résumé

- Dans sa résolution GC(50)/RES/13, la Conférence générale a prié le Secrétariat de présenter, sur une base biennale, un rapport exhaustif sur la situation internationale et les perspectives de l'énergie nucléaire, à partir de 2008. Dans sa résolution GC(60)/RES/12, adoptée en septembre 2016, elle a par ailleurs prié le Secrétariat de publier désormais tous les quatre ans, à partir de 2017, le rapport sur la situation et les perspectives internationales de l'électronucléaire, afin d'en accroître la visibilité, et de le soumettre à la Conférence ministérielle internationale sur l'électronucléaire au XXI<sup>e</sup> siècle de 2017. Le présent rapport fait suite à la résolution GC(60)/RES/12.



# Situation et perspectives internationales de l'électronucléaire 2017

*Rapport du Directeur général*

## A. Introduction

1. Il y a actuellement 447 réacteurs nucléaires de puissance en exploitation dans 30 pays et 60 en construction dans 15 pays<sup>1</sup>. À la fin de 2016, la capacité nucléaire installée atteignait 392 gigawatts électriques (GWe), soit le niveau le plus élevé jamais enregistré. La part des énergies renouvelables continue d'augmenter, mais les combustibles fossiles, en particulier le charbon, restent la principale source d'approvisionnement énergétique.

2. Pour de nombreux États Membres, l'électronucléaire demeure une technologie éprouvée, propre, pilotable et économique qui devrait jouer un rôle croissant dans l'amélioration de la sécurité énergétique et l'atténuation des changements climatiques. C'est aussi la conclusion de la Conférence ministérielle internationale sur l'électronucléaire au XXI<sup>e</sup> siècle<sup>2</sup>, tenue par l'Agence en 2013, à Saint-Pétersbourg (Fédération de Russie). Depuis, deux événements majeurs survenus sur la scène internationale ont jeté un éclairage nouveau sur la place que pourrait tenir l'électronucléaire dans le bouquet énergétique mondial : l'adoption des objectifs de développement durable (ODD) et l'entrée en vigueur de l'Accord de Paris sur les changements climatiques. L'Agence continue d'être reconnue pour le rôle de premier plan qu'elle joue dans la promotion des utilisations pacifiques de la technologie nucléaire, dans l'établissement de normes de sûreté et d'orientations sur la sécurité ainsi que dans la promotion de la coopération internationale et des efforts à déployer pour renforcer la sûreté, la sécurité et les garanties nucléaires dans le monde.

3. D'après les projections établies par l'Agence, dans l'hypothèse haute, la puissance nucléaire installée dans le monde augmentera de 42 % d'ici 2030, de 83 % d'ici 2040 et de 123 % d'ici 2050 par rapport aux niveaux de 2016. Dans l'hypothèse basse, on observera un fléchissement de la puissance installée, chiffré à -12 % en 2030 et à -15 % en 2040, avant que cette puissance reparte à la hausse et se stabilise aux niveaux actuels à l'horizon 2050. Vingt-huit pays sont aujourd'hui intéressés par l'introduction de l'électronucléaire. Sur les 30 pays qui exploitent déjà des centrales nucléaires, 13 en construisent de nouvelles ou s'emploient activement à achever les projets de construction qui avaient

---

<sup>1</sup> Au 1<sup>er</sup> juillet 2017. Afin de remettre en contexte les perspectives à court et long termes présentées pour l'électronucléaire, le présent rapport reprend certains points importants exposés dans le *Rapport d'ensemble sur la technologie nucléaire pour 2017* (document GC(61)/INF/4), où est détaillée la situation de l'électronucléaire au 31 décembre 2016.

<sup>2</sup> Cette conférence s'est déroulée dans le prolongement des conférences ministérielles tenues à Paris (France) en 2005, ainsi qu'à Beijing (Chine) en 2009. La prochaine conférence ministérielle consacrée à ce sujet aura lieu à Abou Dhabi (Émirats arabes unis), du 30 octobre au 1<sup>er</sup> novembre 2017.

été suspendus, tandis que la construction de nouveaux réacteurs est à l'étude ou en projet dans 16 autres pays.

## **B. L'électronucléaire aujourd'hui**

### **B.1. Évolution du contexte**

4. Les politiques nationales et internationales, les conditions du marché et les avancées technologiques déterminant la situation concurrentielle dans laquelle s'inscrit l'électronucléaire évoluent constamment. La présente section traite des changements importants qui sont survenus depuis la publication du document intitulé *Situation internationale et perspectives de l'électronucléaire 2014* (document GOV/INF/2014/13-GC(58)/INF/6).

#### **B.1.1. Initiatives internationales**

5. Le 4 novembre 2016, un nouveau traité mondial sur le climat, adopté en décembre 2015 à Paris par les Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, est entré en vigueur. L'Accord de Paris vise à réduire sensiblement les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique (dus à l'activité humaine) afin que la hausse de la température moyenne mondiale reste inférieure à 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, voire à 1,5 °C sous réserve des résultats de travaux scientifiques complémentaires. La réalisation des objectifs consacrés par l'Accord se fera de manière progressive, les pays étant appelés à revoir à la hausse leurs ambitions individuelles et collectives sur la base d'un cycle obligatoire de soumission de contributions déterminées au niveau national : ainsi, jusqu'à ce que la température mondiale se stabilise, tous les cinq ans, les pays devront réévaluer les progrès accomplis et soumettre un plan d'action climatique toujours plus ambitieux. Les émissions imputables aux filières énergétiques représentent trois quarts des émissions mondiales de gaz à effet de serre et, parmi ces filières, le secteur de l'électricité affiche la plus forte croissance. Technologie sobre en carbone, l'électronucléaire peut contribuer dans une large mesure à l'action engagée pour répondre au réchauffement climatique.

6. Le 1<sup>er</sup> janvier 2016, les 17 objectifs de développement durable (ODD) du Programme de développement durable à l'horizon 2030, adoptés à l'occasion d'un sommet des Nations Unies en septembre 2015, sont entrés en vigueur. Considérés comme successeurs des objectifs du millénaire pour le développement (OMD), les ODD appellent tous les pays, pauvres comme riches, à mobiliser leurs efforts au cours des 15 prochaines années afin de venir à bout de toutes les formes de pauvreté et de lutter contre les inégalités et le changement climatique. En parallèle, il s'agit de mettre en place des stratégies porteuses de croissance économique et répondant aux besoins de la société, notamment dans les domaines de l'éducation, de la santé, de la protection sociale et de la création d'emplois, tout en luttant contre le changement climatique et la protection de l'environnement. Alors qu'elle était absente des OMD, l'énergie est aujourd'hui pleinement reconnue comme pilier à part entière du développement, comme l'atteste l'ODD 7 : « Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable ».

7. Le scénario 2 °C de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) a été formulé dans l'optique de prévenir les conséquences les plus délétères du changement climatique. Ainsi, dans son rapport pour 2017 intitulé *Tracking the Clean Energy Progress*, l'AIE recommande d'augmenter considérablement le recours à l'énergie nucléaire. Ce rapport indique qu'en 2016, la capacité de production électronucléaire a augmenté de 10 GWe, ce qui représente la plus forte hausse depuis 1990. Cela dit, le rapport précise qu'il est nécessaire d'accroître la capacité de 20 GWe par an d'ici 2025

pour atteindre la cible de 2 °C. Une véritable inflexion des investissements dans le secteur des énergies a été observée en 2015 et en 2016, les combustibles fossiles étant progressivement abandonnés au profit des technologies sobres en carbone. Néanmoins, si les investissements dans la production électronucléaire ont atteint 21 milliards de dollars en 2015, 221 milliards de dollars ont été investis dans des projets axés sur l'efficacité énergétique et 313 milliards de dollars dans des projets relatifs aux énergies renouvelables.

8. Concernant l'avenir de la production d'électricité, l'Association nucléaire mondiale (WNA) prévoit dans son programme « Harmony » un bouquet énergétique diversifié de technologies sobres en carbone, mises en œuvre de manière à mettre au mieux à profit les avantages de chacune de ces technologies tout en réduisant au minimum leurs incidences négatives. La WNA a fixé comme objectif de porter la part de l'énergie nucléaire à 25 % de la production d'électricité mondiale d'ici 2050, ce qui requiert la construction d'installations permettant de produire environ 1 000 GWe de capacité nucléaire nouvelle, ce chiffre pouvant varier en fonction d'autres facteurs, tels que l'arrêt de certains réacteurs et l'augmentation de la demande d'électricité. Pour que cet objectif puisse être atteint, le secteur nucléaire mondial doit offrir des conditions de concurrence équitables, des processus réglementaires harmonisés et un modèle de sûreté efficace.

9. En 2015, l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a lancé l'Initiative pour l'innovation nucléaire 2050 (NI2050), dont l'objectif est d'établir une feuille de route axée sur les programmes de recherche et les infrastructures clés qu'il convient de mettre en place en priorité pour asseoir le rôle que l'énergie nucléaire pourrait jouer dans le secteur de l'électricité décarbonée du futur. Les travaux prévus dans le cadre de l'Initiative NI2050 se dérouleront selon trois phases (étude, formulation de la feuille de route et mise en œuvre) et s'achèveront en 2017.

10. En 2015, l'AIEA et l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) ont signé un accord définissant le cadre de coopération des deux agences dans le secteur de la planification énergétique, afin d'accroître l'efficacité et les retombées des actions de renforcement des capacités engagées dans ce domaine. Cet accord distingue plusieurs domaines de coopération, parmi lesquels figurent l'échange d'informations, le partage de données et de méthodes, la participation à des formations et la coopération sur des études de cas.

### **B.1.2. Tendances en matière de technologie**

11. À ce jour, plus de 17 modèles et technologies de réacteurs avancés refroidis par eau ont été mis au point dans sept États Membres. Ces modèles, déjà sur le marché, peuvent être installés immédiatement ou à court terme, et plus de 30 réacteurs avancés de ce type sont aujourd'hui en construction. Ces modèles de réacteurs répondent tous à l'objectif d'amélioration de la sûreté, de l'exploitabilité et de la fiabilité, et laissent présager un positionnement économique plus compétitif, grâce à des améliorations techniques. La question de l'homologation des nouveaux modèles, le degré de maturité du cadre réglementaire, les technologies et la gestion de la construction, l'existence d'une chaîne logistique et la viabilité du financement des projets nucléaires font partie des facteurs qui influent sur la réussite du déploiement des réacteurs avancés.

12. D'importants progrès ont également été accomplis en ce qui concerne la conception et le développement technologique des réacteurs de faible ou moyenne puissance ou petits réacteurs modulaires (RFMP). Cette génération plus récente de réacteurs modulaires est conçue pour générer une puissance pouvant aller jusqu'à 300 MWe. Équipés de systèmes et composants usinés, les RFMP peuvent être transportés sur site sous forme de modules lorsque cela est nécessaire. Ils allient ainsi les avantages économiques d'une production en série et des délais de construction courts. Offrant une production d'électricité modulable, ils s'adaptent à un plus large éventail d'utilisateurs et

d'applications et peuvent notamment être installés en remplacement de centrales à combustible fossile vieillissantes. Nécessitant une zone d'application du plan d'urgence potentiellement réduite et de plus petits volumes d'eau de refroidissement, les RFMP pourraient être déployés sur des sites où de grandes centrales nucléaires ne peuvent être installées. On compte une cinquantaine de modèles et concepts de RFMP dans le monde, dont certains seraient déployables à court terme. Par ailleurs, plusieurs pays déjà dotés d'un programme électronucléaire ou primo-accédants mènent des travaux de recherche-développement sur ces réacteurs. Les trois types de RFMP qui sont à un stade de construction avancé (le CAREM en Argentine, le HTR-PM<sup>3</sup> en Chine et le KLT40 en Fédération de Russie) devraient être mis en exploitation commerciale entre 2018 et 2020. Le premier parc commercial de RFMP devrait entrer en exploitation aux alentours de 2025-2030.

13. Dans certains pays, les réacteurs à neutrons rapides constituent une solution d'avenir incontournable pour pérenniser l'énergie d'origine nucléaire. En Fédération de Russie, le réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium BN-800 a été couplé au réseau et porté à pleine puissance en 2016, tandis que le prototype de surgénérateur à neutrons rapides de l'Inde devrait être mis en exploitation en 2017. Plusieurs autres pays poursuivent les programmes qu'ils ont entrepris sur les réacteurs à neutrons rapides et le cycle du combustible, à des rythmes différents.

14. Les réacteurs à haute température refroidis par gaz (RHTRG) offrent un large éventail d'applications à haute température autres que la production électrique (par exemple, raffineries pétrochimiques, production d'hydrogène dans l'industrie pétrochimique et autres applications industrielles), qui peuvent contribuer dans une large mesure à la réduction des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). La Chine, qui prévoit de mettre prochainement en service son premier RHTRG, a récemment signé un accord de coopération portant sur la réalisation d'une étude conjointe de faisabilité axée sur la construction de RHTRG en Arabie saoudite. La Pologne envisage de faire une démonstration de cogénération nucléaire sur un site industriel avec un RHTRG, dans le cadre d'un projet financé par les États-Unis d'Amérique, le Japon, la République de Corée et l'Union européenne, au titre de l'initiative mixte PRIME.

---

<sup>3</sup> HTR-PM : réacteur modulaire à lit de boulets à haute température.

## B.2. Situation actuelle de l'électronucléaire

15. En 2016, la production mondiale d'électricité nucléaire s'est établie à 2 476 térawatts-heure (TW-h), soit 91 TW-h de moins que la moyenne enregistrée pour la première décennie du XXI<sup>e</sup> siècle. Cette baisse s'explique principalement par les mises à l'arrêt définitives et temporaires effectuées au Japon, ainsi que par les mises à l'arrêt définitives effectuées en Allemagne et aux États-Unis, compensées en partie par les augmentations enregistrées en Chine et dans d'autres pays.

16. La partie gauche de la figure 1 montre la répartition géographique mondiale des 447 réacteurs nucléaires de puissance actuellement en exploitation dans 30 pays. L'exploitation commerciale de l'électronucléaire reste essentiellement concentrée dans les pays industrialisés. La situation est très différente en ce qui concerne les centrales en construction (partie droite de la figure 1) : sur les 60 nouveaux réacteurs en construction dans le monde, 39 se trouvent dans des pays d'Asie en développement rapide. Depuis 2000, 85 des 105 mises en chantier et 63 des 78 couplages au réseau de nouveaux réacteurs ont eu lieu dans cette région. En 2015 et en 2016, 20 nouveaux réacteurs ont été couplés au réseau dans le monde, soit le nombre le plus élevé depuis les années 1980.

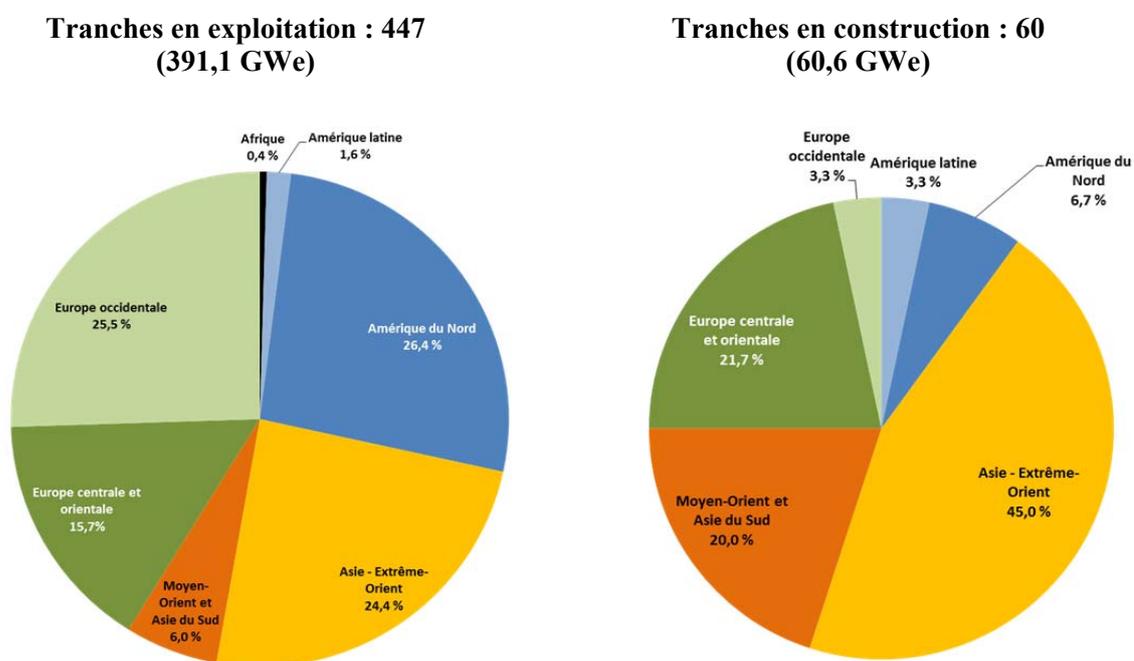


FIG. 1. Répartition mondiale des réacteurs nucléaires de puissance en exploitation (à gauche) et en construction (à droite) au 1<sup>er</sup> juillet 2017. Source : Système d'information de l'AIEA sur les réacteurs de puissance.

17. La part de l'électronucléaire dans la production mondiale d'électricité a diminué pour la dixième année consécutive, tombant à près de 11 % en 2015. Elle représente malgré tout près d'un tiers de la production d'électricité sobre en carbone dans le monde. Favorisée par les politiques, l'expansion rapide des énergies éolienne, solaire et de la biomasse pour la production d'électricité s'est poursuivie, mais les combustibles fossiles, en particulier le charbon, restent les principales sources d'approvisionnement énergétique (voir figure 2). Bien que les nouvelles énergies renouvelables (comprenant les énergies éolienne, solaire et géothermique, mais pas hydroélectrique) aient dépassé l'électronucléaire pour ce qui est de la capacité installée totale, leur part dans la production réelle d'électricité représente moins d'un tiers de l'électricité d'origine nucléaire en raison de leur caractère intermittent.

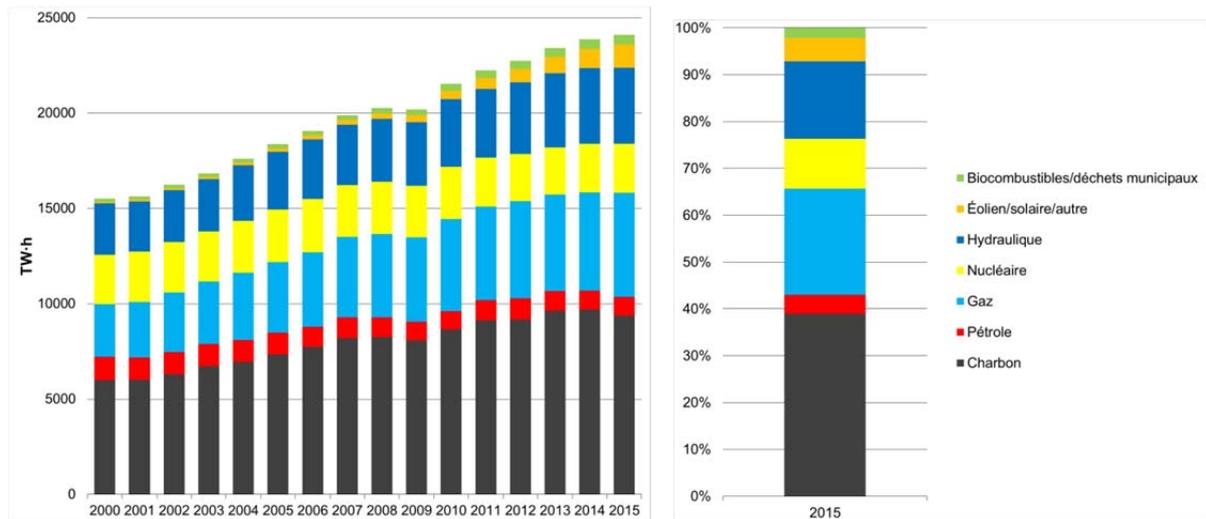


FIG. 2. Offre mondiale d'électricité par source, 2000-2015. Source : Adapté de l'AIE et de BP.

18. Dans les pays en développement, la demande d'électricité se rapproche de celle des pays industrialisés et la dépassera probablement bien avant 2020. Une augmentation rapide de la demande d'électricité incite généralement à tirer parti de toutes les options disponibles et appropriées localement pour la production d'électricité, y compris l'électronucléaire, ce qui n'est pas le cas dans les régions où la demande stagne. La figure 3 illustre le passage de la production mondiale d'électricité des pays membres de l'OCDE vers les pays non membres.

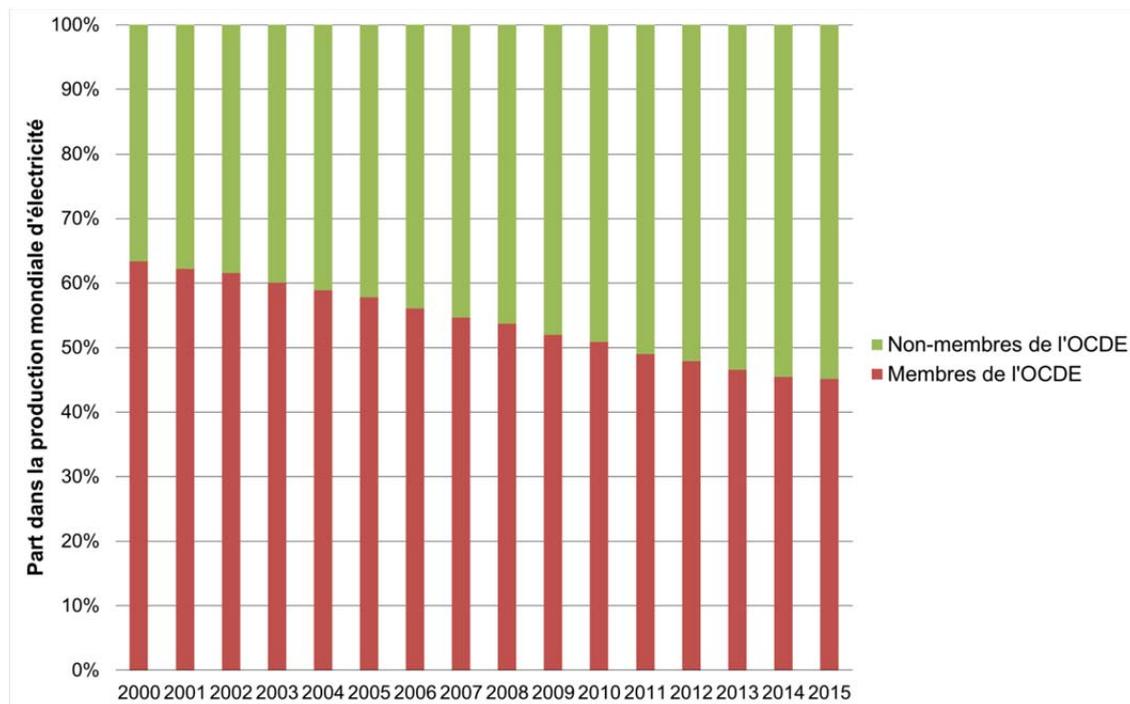


FIG. 3. Part de la production mondiale d'électricité située dans les pays membres et non membres de l'OCDE pour la période 2000-2015. Source : Adapté de l'AIE et de BP.

19. Jusqu'à récemment, l'électronucléaire a remarquablement bien résisté à la transition opérée par les marchés de l'électricité, qui sont passés d'un mode réglementé à un mode de fonctionnement libéralisé (concurrentiel). Les réacteurs se sont révélés compétitifs en produisant à faibles coûts, principalement parce que les frais d'investissements élevés qu'ils avaient occasionnés au départ étaient

entièrement amortis et que les exploitants n'avaient plus qu'à supporter les frais d'exploitation et de combustible, qui étaient faibles comparés à ceux liés à la production d'électricité à partir de combustibles fossiles. Cet avantage en matière de coûts a constitué la principale raison pour laquelle les compagnies d'électricité ont demandé des prolongations de licences et procédé à des mises à niveau de la sûreté et à des augmentations de puissance. Toutefois, ces dernières années, certains propriétaires/exploitants ont annoncé leur intention de mettre prématurément à l'arrêt un certain nombre de centrales nucléaires pour lesquelles ils détiennent des autorisations d'exploitation en cours de validité ou peuvent raisonnablement espérer un renouvellement de licence. L'érosion de la compétitivité est souvent citée comme principal motif de l'arrêt prématuré des centrales : la vente à bas prix du gaz naturel, notamment aux États-Unis, qui s'explique par le développement rapide de la production de gaz de schiste, a transformé radicalement l'économie de l'énergie.

20. Le combustible utilisé est déchargé à un rythme d'environ 7 000 tonnes de métal lourd par an. La plupart des combustibles utilisés sont entreposés en piscine dans des installations d'entreposage sur le site des réacteurs, mais la quantité de combustible transférée dans des installations d'entreposage à sec hors du site des réacteurs s'est considérablement accrue ces dernières années et représente aujourd'hui environ 25 % de la quantité totale de combustible entreposé. Les plus grands stocks de combustible entreposé à sec se trouvent au Canada et aux États-Unis. Étant donné que la France, le Royaume-Uni et la Fédération de Russie possèdent de vastes installations de retraitement, la capacité moyenne de retraitement devrait rester inchangée à l'échelle mondiale, en dépit de l'arrêt programmé de deux usines de retraitement à Sellafield (Royaume-Uni) en 2018 et aux alentours de 2020. L'implantation de nouvelles installations de retraitement est prévue en Chine et en Fédération de Russie, tandis que l'usine de retraitement de Rokkasho au Japon devrait être mise en service très prochainement.

21. Comme toute autre installation industrielle, une centrale nucléaire doit être déclassée une fois sa phase d'exploitation terminée. À ce jour, 162 réacteurs de puissance ont été mis à l'arrêt ou sont en cours de déclassement, le processus de déclassement étant achevé pour 19 d'entre eux. Plus de 150 installations du cycle du combustible ont été définitivement mises à l'arrêt ou sont en cours de déclassement, et 127 ont été entièrement déclassées. La sûreté d'exploitation s'étant améliorée avec l'expérience, la phase d'exploitation des centrales est souvent prolongée.

## **C. Perspectives de l'électronucléaire**

### **C.1. Programmes électronucléaires à l'étude, en cours d'introduction ou en phase d'expansion dans les pays**

22. Le tableau 1 recense les projets d'expansion<sup>4</sup> prévus par les 30 pays possédant des centrales nucléaires en exploitation, dont 13 ont déjà mis en chantier de nouvelles tranches ou relancé des projets de construction un temps suspendus. L'installation de nouveaux réacteurs est en projet ou à l'étude dans 16 pays déjà engagés dans l'électronucléaire.

---

<sup>4</sup> D'après les déclarations faites par des États Membres à la 60<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale en septembre 2016 et dans d'autres enceintes (situation en juillet 2017).

TABLEAU 1. Positions des pays disposant de centrales nucléaires en exploitation.

| Catégorie  | Pays   |
|--|--|
| Nouvelle(s) tranche(s) en construction   | Argentine, Brésil, Chine, États-Unis, Fédération de Russie, Finlande, France, Inde, Japon, Pakistan, République de Corée, Slovaquie, Ukraine |
| Nouvelle(s) tranche(s) en construction avec d'autres à l'étude/en projet                   | Chine, États-Unis, Fédération de Russie, Finlande, Inde, Japon, Pakistan, République de Corée  |
| Aucune tranche en construction mais plans/projets pour une ou plusieurs tranches nouvelles | Afrique du Sud, Arménie, Canada, Hongrie, République islamique d'Iran, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni                             |
| Politique ferme de ne pas construire de nouvelles tranches                                 | Belgique, Espagne, Suisse <sup>5</sup>   |
| Politique ferme d'arrêter les tranches existantes  | Allemagne  |

23. Pour l'heure, 28 États Membres<sup>6</sup> envisagent le démarrage d'un programme électronucléaire, ou en sont à la phase de planification ou d'exécution, mais n'ont pas encore couplé de centrale nucléaire à leur réseau. Dans le tableau 2, ces pays sont répartis en cinq groupes selon le niveau de développement de leur infrastructure, déterminé conformément à l'approche par étapes de l'Agence<sup>7</sup>. Vingt autres pays (dernière ligne du tableau 2) ont manifesté leur intérêt pour l'électronucléaire, participent déjà à certaines activités de l'Agence axées sur l'infrastructure nucléaire et prennent part à des projets de coopération technique menés avec le soutien de l'Agence dans le domaine de la planification énergétique.

24. Depuis la présentation du dernier rapport en 2014, les chantiers de construction des premières centrales nucléaires du Bélarus et des Émirats arabes unis ont avancé, tandis que quatre pays ont décidé de reporter ou d'abandonner leurs projets d'introduction de l'électronucléaire. Plusieurs pays d'Afrique ont décidé de poursuivre leurs projets électronucléaires, suite aux missions d'examen intégré de l'infrastructure nucléaire (INIR) conduites in situ par l'Agence. Certains pays, à l'image du Bangladesh et de la Turquie, ont commandé leur première centrale nucléaire et entamé les démarches nécessaires pour obtenir les autorisations d'implantation et de construction des installations. D'autres, comme l'Égypte ou la Jordanie, ont entamé la phase de négociation des contrats ou sont sur le point de prendre une décision éclairée ou de lancer leurs procédures d'appel d'offres, comme c'est le cas en Arabie saoudite, au Ghana, au Kenya, au Nigeria, en Pologne et au Soudan, bien que l'on attende encore pour certains d'entre eux une décision à l'échelon national qui viendra confirmer le large soutien politique aux projets.

<sup>5</sup> Lors du référendum organisé par la Suisse en mai 2017, environ 58,2 % des électeurs se sont prononcés en faveur de l'interdiction de la construction de toute nouvelle centrale nucléaire dans le pays. Les cinq centrales en exploitation en Suisse, qui génèrent 34 % de l'électricité consommée dans le pays, sont autorisées à poursuivre leurs activités tant qu'elles sont réputées sûres.

<sup>6</sup> D'après la liste des projets d'appui actuellement menés avec le soutien de l'Agence en faveur du développement de l'infrastructure électronucléaire et les déclarations faites par des États Membres à la 60<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale en septembre 2016 et dans d'autres enceintes (situation en juillet 2017).

<sup>7</sup> Approche décrite dans la publication intitulée *Étapes du développement d'une infrastructure nationale pour l'électronucléaire* (collection Énergie nucléaire de l'AIEA n° NG-G-3.1 (Rév. 1)).

TABLEAU 2. Positions des pays n'ayant pas de centrale nucléaire en exploitation.

| <b>Situation des pays</b>   | <b>Pays</b> |
|---|-------------|
| Pays ayant mis leur première centrale nucléaire en chantier         | 2           |
| Pays ayant commandé leur première centrale nucléaire                | 2           |
| Pays ayant pris une décision et préparant l'infrastructure          | 5           |
| Pays se préparant activement sans avoir pris de décision définitive | 7           |
| Pays envisageant de lancer un programme électronucléaire            | 12          |
| Pays ayant manifesté leur intérêt pour l'électronucléaire           | 20          |

25. Tous les pays primo-accédants, c'est-à-dire les pays se dotant pour la première fois d'un programme électronucléaire, ont souscrit à l'approche par étapes de l'Agence et suivent pas à pas les étapes obligatoires correspondant à chacune des 19 questions relatives à l'infrastructure nucléaire. En conséquence, l'Agence a vu croître le nombre de demandes d'assistance qu'elle reçoit de ses États Membres, en particulier pour l'examen systématique et intégré des infrastructures électronucléaires au regard des normes de sûreté et autres orientations pertinentes qu'elle a adoptées, l'objectif étant de déceler les lacunes et de mettre au point des plans correctifs appropriés. Dans la gamme des services d'examen proposée par l'Agence, le service INIR, lancé en 2009, est le plus fréquemment demandé par les pays primo-accédants. À ce jour, 22 missions INIR ont été conduites dans 16 États Membres afin d'aider ces derniers à évaluer l'état d'avancement de leur infrastructure nucléaire et de leur permettre de bénéficier des recommandations d'experts internationaux quant aux améliorations à apporter. Grâce à ces missions, les États Membres ont été en mesure d'adopter une approche globale cohérente au cours des phases d'étude, de développement et d'examen de leurs infrastructures électronucléaires, tout en accordant une attention particulière aux questions de sûreté, de sécurité, de garanties et de durabilité. L'Afrique du Sud, qui exploite déjà une centrale nucléaire, a aussi reconnu qu'il était utile de faire venir une mission INIR sur place avant tout projet d'expansion. Par ailleurs, l'Agence prête assistance aux pays sous d'autres formes, notamment en élaborant des documents sur la gestion du risque financier dans les nouveaux projets de centrales nucléaires.

26. Les Émirats arabes unis devraient mettre en service leur premier réacteur nucléaire en 2018, trois autres tranches devant suivre d'ici 2020. Le Bélarus, autre pays avancé en phase 3, les imitera en 2019 et 2020, avec la mise en service de ses deux premières tranches. Pour la première fois, l'Agence propose une mission INIR de phase 3 afin d'examiner dans quelle mesure le pays est préparé à mettre en service sa première centrale nucléaire. Conduites à la demande d'un État Membre, les missions INIR permettent aux pouvoirs publics de disposer d'une vue globale et intégrée de la situation, notamment d'un résumé des constatations livrées par les éventuelles missions spéciales déjà réalisées ou des différents examens entrepris avant la mission. Les missions INIR de phase 3 fournissent donc une évaluation finale du degré de préparation de l'infrastructure dans son ensemble en vue de la mise en service et de la mise en exploitation des installations prévues.

27. La figure 4 montre les capacités susceptibles d'être installées par les États Membres entreprenant leur premier programme électronucléaire à l'horizon 2030. Elle offre aussi une comparaison des nouvelles capacités annoncées par les États Membres avec celles que l'on peut raisonnablement attendre si l'on examine avec prudence les projets prévus.

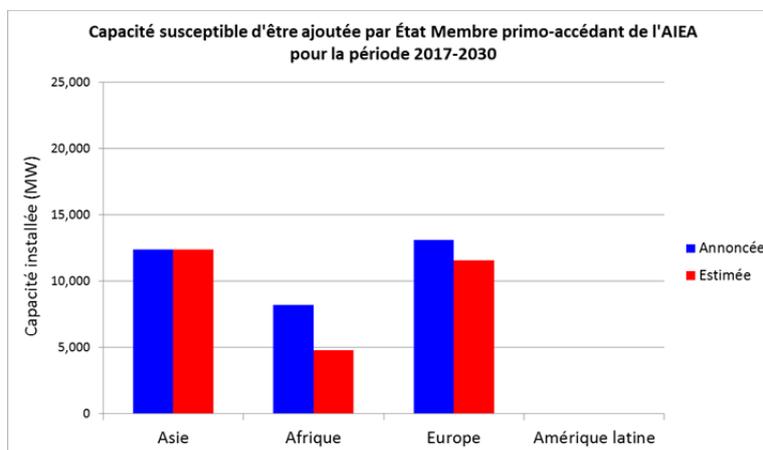


FIG. 4. Vue d'ensemble de la capacité susceptible d'être ajoutée dans les pays primo-accédants à l'horizon 2030.

## C.2. Projections et interprétations de la croissance future

28. Chaque année, l'Agence publie<sup>8</sup> des projections de la capacité électronucléaire mondiale, en se fondant sur une hypothèse basse et une hypothèse haute. Pour ce faire, elle fait appel à des experts renommés du monde entier, chargés d'examiner tous les réacteurs en exploitation, les éventuels renouvellements de licence, les arrêts programmés et les projets de construction plausibles prévus au cours des quelques décennies à venir. Ces experts estiment la capacité électronucléaire future projet par projet, évaluant le caractère réaliste de chaque projet au regard des hypothèses retenues pour les projections basse et haute. La présente section expose brièvement les résultats de cette analyse ascendante pour les deux projections et interprète ensuite celles-ci en tenant compte des observations formulées dans les précédentes sections du présent rapport.

### C.2.1. Projection basse

29. La projection basse suppose que les tendances actuelles se poursuivront avec quelques changements dans les politiques affectant l'électronucléaire. Elle ne suppose pas que tous les objectifs nationaux fixés pour l'électronucléaire seront atteints. C'est une projection prudente mais plausible.

30. D'après la projection basse pour 2017, la capacité électronucléaire mondiale diminuera entre fin 2016 et 2030, passant de 392 GWe à 345 GWe, puis chutera à 332 GWe d'ici 2040, avant de repartir à la hausse et de retrouver les niveaux actuels en 2050<sup>9</sup>. Les totaux estimés pour l'ensemble du monde révèlent des différences marquées entre les régions. Une baisse sensible est attendue en Amérique du Nord ainsi que dans toute la zone englobant le nord, l'ouest et le sud de l'Europe, tandis

<sup>8</sup> *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050* (n° 1 de la collection Données de référence de l'AIEA), édition 2017, à paraître en septembre 2017.

<sup>9</sup> Les projections englobent toutes les capacités disponibles classées par les États Membres comme « opérationnelles », qu'elles soient en service ou provisoirement à l'arrêt. En 2016, une grande partie de la capacité du Japon a été temporairement mise à l'arrêt.

que l'Afrique et l'ouest asiatique ne devraient enregistrer que de légères hausses. En revanche, dans la région comprenant l'Asie centrale et orientale, on prévoit une croissance soutenue, avec une augmentation de 43 % de la capacité électronucléaire d'ici 2050.

31. Sur les 447 réacteurs actuellement en exploitation, plus de la moitié ont plus de 30 ans de service. Les projections basses ne semblent annoncer aucune croissance nette de la capacité nucléaire installée d'ici 2050, mais cela ne veut pas dire qu'aucune centrale ne sera mise en chantier. En fait, même dans l'hypothèse basse, il est prévu de mettre en place une capacité électronucléaire nouvelle de quelque 320 GWe d'ici 2050, ce qui compensera la diminution de capacité due au déclassement de certains réacteurs, même si ce n'est pas nécessairement dans la même région.

### **C.2.2. Projection haute**

32. Dans l'hypothèse haute, on suppose que l'économie et la demande d'électricité poursuivront leur croissance aux rythmes actuels, celle-ci étant particulièrement marquée en Extrême-Orient. L'électronucléaire serait également accepté dans de nombreux pays comme option d'atténuation des changements climatiques offrant un bon rapport coût-efficacité<sup>10</sup>.

33. D'après la projection haute, la capacité électronucléaire mondiale atteint 554 GWe en 2030, 717 GWe en 2040 et 874 GWe en 2050. Toutes les régions participent à cet essor, la plus forte croissance étant enregistrée dans le centre et l'est de l'Asie, où la capacité actuelle est multipliée par plus de deux d'ici 2030, par 2,9 d'ici 2040 et par environ 3,5 d'ici 2050. La capacité installée en Amérique du Nord fléchit légèrement à l'horizon 2050, et dans la région comprenant le nord, l'ouest et le sud de l'Europe, elle diminue dans un premier temps pour repartir à la hausse et atteindre 120 GWe d'ici 2050, soit un niveau légèrement supérieur à la capacité actuelle (113 GWe).

34. En dépit des améliorations enregistrées au niveau des rendements électriques, la demande mondiale d'électricité augmente, essentiellement sous l'impulsion des pays émergents, dont plusieurs se seront lancés dans de nouveaux programmes électronucléaires ou auront développé leurs programmes existants. Ces pays peuvent profiter grandement de la mobilité électrique, qui consiste à abandonner progressivement les combustibles fossiles dans les transports, afin de prévenir la pollution atmosphérique et les émissions de gaz carbonique.

### **C.2.3. Comparaison entre les projections haute et basse**

35. Depuis 2010, les projections annuelles de la capacité électronucléaire totale établies par l'Agence indiquent une tendance à la baisse. Cela dit, le potentiel de développement de l'électronucléaire à long terme reste élevé. La figure 5 met en regard les capacités enregistrées en 2016 et le large éventail de projections établies, illustrant les inquiétudes nombreuses et profondes dont fait l'objet l'avenir de l'électronucléaire. Les projets actuels de déploiement de réacteurs, évoqués dans la section C.1, sont compris dans les projections. Dans la projection basse, la part de l'électronucléaire dans la production mondiale d'électricité, qui s'établit actuellement à environ 11 %, décroît pour représenter 7,8 % en 2030, 6,2 % en 2040 et 6 % d'ici 2050. En termes absolus, à l'échelle mondiale, la production d'électricité d'origine nucléaire connaît toutefois une hausse, bien que modeste. En revanche, en Asie, la production électronucléaire croît plus rapidement, conformément à la croissance globale du secteur électrique, même dans l'hypothèse basse.

---

<sup>10</sup> Voir la publication *Climate Change and Nuclear Power 2016* (AIEA, Vienne, 2016).

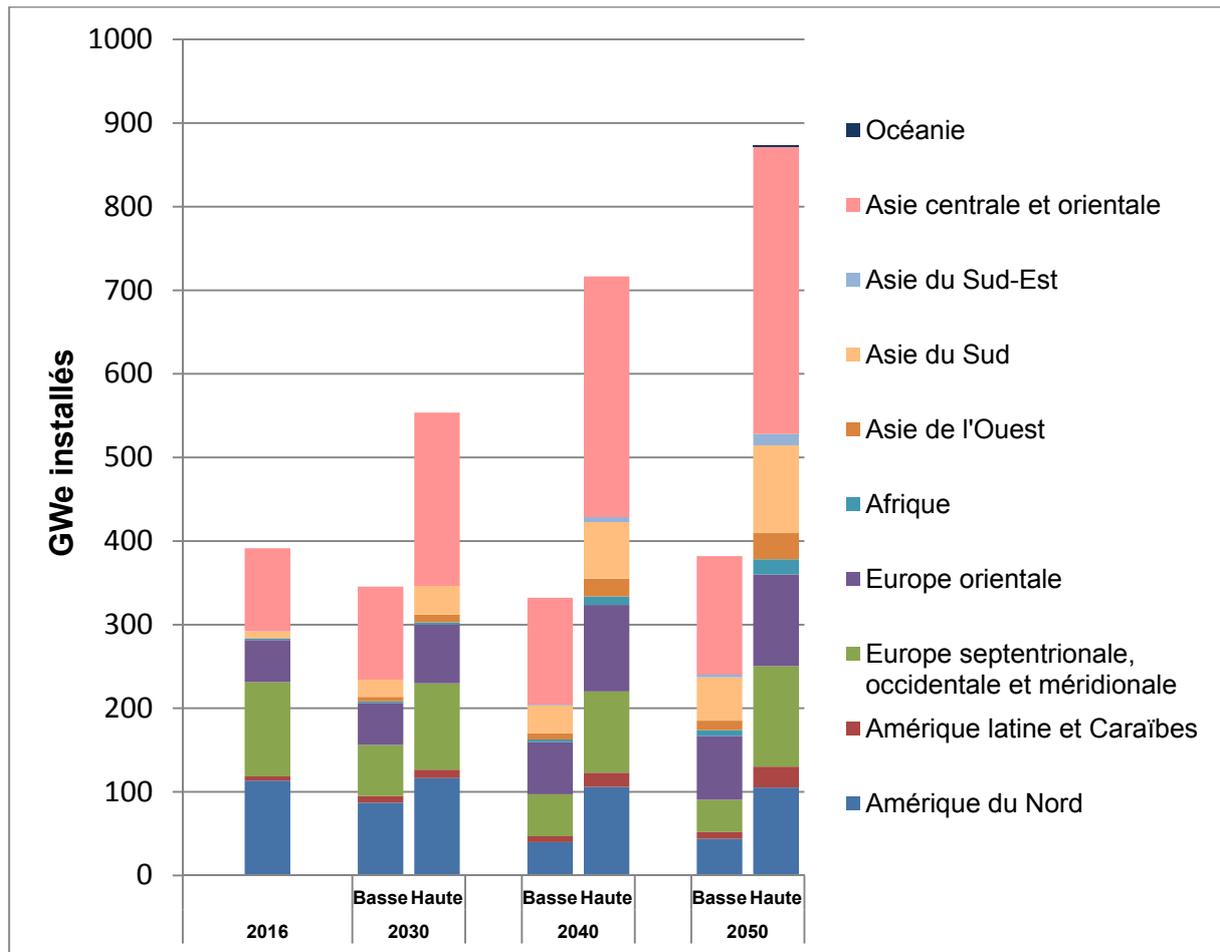


FIG. 5 Projections haute et basse 2017 établies par l'Agence concernant la capacité nucléaire installée par région (en GWe).

36. Dans la projection haute, la part estimée de l'électronucléaire dans l'approvisionnement électrique total est en hausse, passant de 11 % (niveau actuel) à 12,4 % en 2030, à 13,4 % en 2040 et à 13,7 % en 2050. Cette croissance attendue est tirée par la croissance énergétique des pays en développement. À l'échelle mondiale, la projection haute mise sur le couplage au réseau de 30 à 35 réacteurs nouveaux chaque année à partir de 2025 environ. Il faut remonter à 1984, année où 33 nouveaux réacteurs avaient été couplés au réseau, pour observer un rythme aussi soutenu. Actuellement, la capacité de fabrication mondiale (essentiellement la capacité de production des grandes pièces forgées) est estimée à 30 à 34 réacteurs par an. Les principales contraintes freinant le développement de l'électronucléaire n'ont donc pas trait à la production, mais à d'autres impératifs : mobiliser les appuis politiques nécessaires, chiffrer les avantages de l'électronucléaire par rapport à d'autres filières énergétiques (faibles émissions de carbone, sécurité énergétique et création d'emplois, par exemple), et mieux communiquer sur les avantages et les risques de l'électronucléaire auprès des investisseurs et du grand public. En bref, pour assurer 33 couplages au réseau d'ici 2025, il faudrait prendre des mesures immédiates.

37. Au 1<sup>er</sup> janvier 2015, la production annuelle mondiale d'uranium (55 975 tonnes) couvrait environ 99 % des besoins annuels des réacteurs dans le monde, les stocks d'uranium extrait des mines étant utilisés pour la part restante. Les ressources d'uranium sont jugées plus que suffisantes pour répondre à la demande attendue jusqu'en 2030. Toutefois, pour satisfaire la demande estimée dans l'hypothèse haute, il faudra consentir des investissements en temps voulu pour mettre en production

les gisements d'uranium et préparer la ressource afin qu'elle puisse intégrer les circuits de production du combustible nucléaire.

## **D. Facteurs influents**

38. La présente section met en lumière certains des facteurs qui pourraient influencer sensiblement sur les tendances futures, qui se rapprocheront plus ou moins de la projection basse ou de la projection haute.

### **D.1. Sûreté**

39. L'avenir de l'électronucléaire est lié à la performance des installations nucléaires en matière de sûreté, car d'elle dépend l'acceptation du nucléaire par le grand public.

40. Depuis l'accident de Fukushima Daiichi et l'adoption du Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire en 2011, l'Agence, ses États Membres et les organismes concernés mettent en œuvre des mesures visant à renforcer la sûreté nucléaire dans le monde. L'accent a été tout particulièrement mis sur la sûreté des centrales nucléaires en cas d'événements naturels extrêmes et sur les questions connexes se rapportant au cycle du combustible, à la gestion des déchets radioactifs et à la sûreté radiologique. La sûreté nucléaire mondiale a été renforcée notamment grâce à la mise en place d'une défense en profondeur plus efficace, au renforcement des capacités de préparation et de conduite des interventions d'urgence et à l'optimisation des mesures de protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants.

41. L'Agence a entamé la révision de ses prescriptions de sûreté pour y intégrer les enseignements tirés de l'accident de Fukushima Daiichi. Le nombre de demandes de services d'examen par des pairs et de services consultatifs adressées à l'Agence par les États Membres a continué d'augmenter, de même que le nombre de demandes d'assistance en vue de l'élaboration de programmes de direction et de gestion pour la sûreté et du renforcement des capacités.

42. Les activités liées aux achats ont une incidence majeure sur la sûreté. Ces dernières années, nombre d'activités ont été engagées dans le secteur nucléaire afin de combattre les problèmes associés aux articles contrefaits, frauduleux et suspects (ACFS). La mise en place de solutions d'ingénierie des achats et d'un programme efficient d'organisation de la chaîne logistique, assorti de processus performants de contrôle et d'assurance de la qualité, favorisera l'exploitation sûre et économique des installations nucléaires.

### **D.2. Financement**

43. À chaque phase de l'introduction ou de l'expansion d'un programme électronucléaire national correspondent différents besoins de financement. Il s'agit par exemple de financer la création et l'administration de l'organisme de réglementation national ou d'établir des mécanismes de financement permettant de couvrir les engagements relatifs à l'aval du cycle nucléaire (déclassement et gestion des déchets). La question du financement est avant tout du ressort de l'État. L'Agence a prêté assistance à plusieurs États Membres dans ce domaine, notamment dans le cadre d'ateliers nationaux organisés au Bélarus, en Jordanie et en Turquie.

44. Le montage financier des projets nucléaires est complexe, car il s'agit de projets à forte intensité de capital, qui sont par conséquent sensibles aux taux d'intérêt et ont des durées de construction longues, et compte tenu de la nature des incertitudes qui les entourent. Divers modèles de financement

ont été élaborés et proposés en réponse à certaines de ces incertitudes, en particulier les risques de marché auxquels les porteurs de projet – et les financeurs – sont susceptibles d’être exposés pendant la phase d’exploitation du cycle de vie d’une centrale. Ces risques, en raison desquels une centrale peut être empêchée de vendre la puissance qu’elle produit à un prix suffisant, peuvent paraître particulièrement sérieux sur les marchés de l’électricité déréglementés. Pour les atténuer, l’une des solutions consiste à conclure des arrangements, éventuellement garantis par le pays accueillant la centrale, en vue de l’achat à un prix fixe garanti de toute la puissance produite ou d’une partie de celle-ci. Des arrangements de ce type ont été essentiels à l’élaboration de certains projets, comme la centrale d’Akkuyu en Turquie, le projet Hinkley Point C au Royaume-Uni et les projets d’Olkiluoto et d’Hanhikivi en Finlande.

45. Toutefois, bien que ces arrangements puissent contribuer au montage financier des projets en atténuant le risque de marché, ils ne sont guère utiles pour maîtriser les risques auxquels les projets nucléaires semblent être vulnérables aux premiers stades de leur cycle de vie, tels que les retards dans la construction et les dépassements de coûts qui en résultent. Afin de maximiser la part des emprunts à taux relativement bas dans la structure de financement d’un projet, il est important que les prêteurs puissent se désengager face au risque. Pour ce faire, plusieurs solutions sont envisageables : par exemple, le pays hôte peut accorder la garantie de l’État aux prêts souscrits ou les vendeurs du circuit d’alimentation en vapeur nucléaire peuvent consentir à prendre une participation au capital du projet. C’est cette dernière option qui a été retenue pour le projet de Barakah aux Émirats arabes unis, où la Compagnie d’électricité de Corée participe à hauteur de 18 % au capital de la société Barakah One Company, ainsi que pour le projet Hanhikivi en Finlande, dans lequel la Société nationale d’énergie atomique « Rosatom » détient 34 % du capital.

### **D.3. Marchés de l’électricité et politiques sur le nucléaire**

46. Depuis 2014, les marchés de l’électricité mondiaux ont connu d’importantes évolutions, parmi lesquelles la baisse des prix du gaz, le déploiement rapide des énergies renouvelables implantées en masse, le passage de la demande d’électricité des pays membres de l’OCDE vers des pays non membres, en particulier en Asie, et l’absence de véritable signal prix du CO<sub>2</sub>.

47. L’Accord de Paris (voir la section B.1.1) peut avoir une incidence positive sur le développement de l’électronucléaire à condition que les possibilités qu’offre l’énergie nucléaire en tant que source d’énergie bas carbone soient plus largement reconnues. Dans certains pays, les enjeux climatiques incitent à poursuivre l’exploitation de centrales nucléaires qui seraient autrement mises à l’arrêt pour des raisons économiques, ou sont pris en considération dans l’argumentaire en faveur de programmes de nouvelle construction. À long terme, le cycle quinquennal de révision des contributions déterminées au niveau national, prévu par l’Accord de Paris, et l’importance qu’il accorde à l’innovation pourraient aussi jouer en faveur de l’électronucléaire, d’autant plus que les modèles de réacteurs avancés permettront d’améliorer encore la sûreté et la gestion des déchets radioactifs. Avec le temps, les technologies avancées seront sans doute mises sur le marché et pourront être envisagées comme sources d’énergie à intégrer dans un bouquet énergétique sobre en carbone. Il reste toutefois nécessaire de maintenir un parc en exploitation pour assurer la continuité durant la transition entre les technologies existantes et les technologies de nouvelle génération.

48. D’après les projections de l’AIE, pour atteindre les objectifs fixés par l’Accord de Paris (voir la section B.1.1), il faudrait au moins doubler la capacité électronucléaire actuelle d’ici 2050. Sur les marchés de l’électricité, les incitations à investir dans tout type de solutions bas carbone, y compris dans l’énergie d’origine nucléaire, contribueront pour une part essentielle à garantir la sécurité financière des investissements au profit de l’électronucléaire et, partant, à assurer le déploiement rapide des solutions nucléaires en vue d’atténuer les changements climatiques. En parallèle, il convient que soient reconnus les avantages qu’offre l’électronucléaire sur le plan de la sécurité des

approvisionnement, de la fiabilité et de la prévisibilité. Cela est d'autant plus urgent que le secteur de l'électricité est plus volatile que jamais, du fait de l'introduction d'un grand nombre de technologies utilisant des sources renouvelables variables, telles que l'énergie éolienne et l'énergie solaire photovoltaïque. Plusieurs mesures récentes illustrent bien le rôle des marchés de l'électricité dans le développement de l'énergie nucléaire : au Royaume-Uni, un mécanisme appelé « contrat de différence » (CFD) a été créé pour garantir le prix de l'électricité ; aux États-Unis, la norme de l'État de New York sur les énergies propres prévoit l'octroi de « crédits zéro émission » à l'énergie nucléaire, reconnue source non émettrice ; et au Mexique, des enchères sont organisées chaque année afin de porter à 35 % d'ici 2024 la part des énergies bas carbone (dont l'électronucléaire) dans la production électrique totale. En l'absence de mesures efficaces à l'appui de la mise en place de structures de financement à long terme, l'essor de l'électronucléaire pourrait être freiné et l'objectif d'atténuation des changements climatiques pourrait être compromis.

49. L'énergie étant maintenant reconnue comme pilier fondamental du développement au titre des ODD (voir la section B.1.1), la contribution de l'électronucléaire au développement durable peut être plus facilement démontrée. À ce jour, le positionnement de l'électronucléaire sur les questions de durabilité est très controversé, la sobriété en carbone de l'électricité d'origine nucléaire devant être mise en balance avec les inquiétudes liées aux risques d'accident et aux questions environnementales et de santé humaine associées à la gestion des déchets radioactifs. L'Agence a comparé les caractéristiques de l'énergie nucléaire à celles d'autres sources d'approvisionnement en électricité, tout en examinant dans quelle mesure elles participent aux ODD rattachés aux piliers économique, social et environnemental du développement durable. Partant d'un large éventail d'indicateurs, l'électronucléaire peut être considéré comme une source d'électricité fiable, susceptible de jouer un rôle dans la diversification de l'approvisionnement énergétique et de fournir une alimentation électrique durable plus résiliente.

#### **D.4. Innovation : Réacteurs avancés et cycles du combustible**

50. On constate aujourd'hui un regain d'intérêt pour les nouveaux modèles de combustible avancé, qui permettraient d'améliorer la performance, tout en renforçant la résistance aux défaillances du combustible et à la production d'hydrogène dans des conditions accidentelles. Certains de ces nouveaux combustibles pourraient être déployés dans les réacteurs actuellement en exploitation et dans ceux en construction. Plusieurs modèles de combustible avancé destinés aux nouveaux systèmes de réacteur et adaptés à leur cycle du combustible sont également en cours de développement.

51. Les réacteurs à neutrons rapides ne joueront pas un rôle décisif avant 2050, mais pourraient devenir importants par la suite, en particulier lorsque les impératifs du développement durable rendront nécessaire une réduction au minimum de la charge des déchets (en ce qui concerne tant leur volume que leur longévité) et une utilisation efficace des ressources en uranium.

52. Le recours à l'énergie nucléaire pour la production couplée de chaleur et d'électricité et la récupération de la chaleur libérée ouvrent la voie à l'implantation du nucléaire sur le marché des applications non électriques. Il résulterait de celle-ci une amélioration du rendement d'exploitation, et les avantages économiques que cela représente. Susceptibles de remplacer les installations traditionnelles de chauffage fonctionnant aux combustibles fossiles, les centrales de cogénération nucléaire peuvent contribuer à limiter les émissions de CO<sub>2</sub>. La cogénération permet également d'assurer une production électrique variable, pouvant compléter la production des énergies renouvelables intermittentes, par simple passage de la production d'électricité aux autres applications disponibles. Ainsi, l'énergie d'origine nucléaire peut contribuer au marché global de l'énergie et accroître son impact au-delà de la production d'électricité.

53. Les applications à basse température ont fait la preuve de leur efficacité dans plusieurs États Membres, cumulant plus de 750 années-réacteurs d'expérience d'exploitation. On parle de basse température quand de l'eau chaude et de la vapeur sont générées pour des applications dont les températures d'exploitation sont inférieures à 200 °C (papeterie, chauffage urbain et dessalement, par exemple). À l'avenir, il sera possible d'exploiter les centrales nucléaires avancées dont les circuits de refroidissement fonctionnent sans eau pour mettre en œuvre des applications à haute température. La mise en service du premier RHTRG en Chine pourrait ouvrir de nouvelles perspectives de déploiement élargi pour ce type de réacteur. Les RHTRG se prêtent également à un plus large éventail d'applications à haute température, autres que la production d'électricité.

54. Parce qu'ils sont particulièrement intéressants dans les pays dotés de petits réseaux électriques, d'une infrastructure moins développée et de capacités d'investissement réduites, et qu'ils s'adaptent à des applications pointues (implantation dans des zones isolées, chaleur industrielle et dessalement), la commercialisation des petits réacteurs modulaires pourrait aussi influencer sur l'avenir de l'électronucléaire (voir la section B.1.2).

## **D.5. Gestion des déchets**

55. Les progrès avérés dans la conception et la mise en œuvre de dépôts de déchets de haute activité (DHA) auront un impact profond sur l'acceptation politique et publique de l'électronucléaire. Les pays ayant mis en place des politiques claires de gestion des déchets et progressé manifestement dans la voie de l'exploitation de dépôts pour les DHA figurent parmi ceux où le degré d'acceptation par le public est le plus élevé.

56. Le stockage définitif de la très grande majorité des déchets radioactifs continue d'être assuré dans des conditions sûres et efficaces à travers le monde. En ce qui concerne la part restante, faite de volumes bien plus modestes de DHA et de combustible nucléaire usé, les travaux préalables à l'exploitation d'installations de stockage définitif se poursuivent à un bon rythme dans plusieurs pays. En novembre 2015, la première autorisation de construction d'une installation de stockage définitif de combustible nucléaire usé en formations géologiques profondes a été accordée pour l'installation Onkalo, en Finlande, et le chantier a débuté en décembre 2016. En juin 2016, l'Autorité suédoise de sûreté radiologique a approuvé la demande d'autorisation d'implantation d'un dépôt géologique profond de combustible usé à Forsmark. En France, la demande d'autorisation de création d'un centre industriel de stockage géologique, appelé Cigéo, destiné à accueillir des déchets radioactifs de haute et moyenne activité, est en cours d'élaboration.

57. Les discussions engagées par plusieurs États Membres intéressés par des solutions multinationales de stockage définitif sûr du combustible usé et des déchets radioactifs de haute activité se sont poursuivies. Bien qu'aucun engagement n'ait été pris à ce jour concernant la construction d'installations consacrées, le fait que les parties intéressées soient disposées à dialoguer ouvertement sur ce dossier donne la mesure des avantages pouvant en découler.

58. Le déclassement est une étape clé dans la préparation de l'avenir d'un site, l'objectif étant que celui-ci puisse être réutilisé pour accueillir le chantier de construction d'une nouvelle centrale électrique ou des applications industrielles ou autres ne faisant pas appel à des substances radioactives. Les activités de déclassement et les technologies associées arrivant progressivement à maturité industrielle, la question de la maîtrise de la fin du cycle de vie des centrales nucléaires sera également déterminante pour l'avenir de l'électronucléaire.

## **D.6. Renforcement des capacités**

59. Pour la communauté nucléaire, l'un des principaux défis à relever consiste à recruter et à conserver un personnel qualifié afin de pouvoir mobiliser une main-d'œuvre compétente à tous les stades du cycle de vie d'une installation nucléaire. Les projets de nouvelle construction nucléaire se heurtent par ailleurs au problème particulier que représente l'érosion de l'expertise et du capital humain, qui s'explique par le fait que les projets sont peu nombreux et que, souvent, de nombreuses années s'écoulent avant le démarrage du suivant (à l'exception de la situation observée en Chine, en Fédération de Russie, au Japon et en République de Corée). Des solutions novatrices, à l'image de l'apprentissage numérique et hybride, sont mises en pratique pour que les nouvelles générations de travailleurs du nucléaire, tant dans les pays primo-accédants que dans les pays déjà engagés dans le nucléaire, puissent accéder plus aisément à la formation théorique et pratique et au renforcement des capacités dans ce secteur.

60. L'Agence continue de fédérer des communautés de pratiques dans le cadre de réseaux et d'arrangements régionaux. Ses écoles de gestion des connaissances nucléaires et de gestion de l'énergie nucléaire se développent : en plus des sessions régulièrement organisées en Italie (en collaboration avec le Centre international de physique théorique, à Trieste), au Japon et aux Émirats arabes unis, de nouvelles sessions ont eu lieu en Afrique du Sud et en Fédération de Russie en 2016.

61. Le fait de pouvoir recourir et accéder à des réacteurs de recherche s'est systématiquement révélé être un atout, dans le sens où ils permettent d'assurer le volet pratique de la formation des étudiants et des professionnels de l'industrie nucléaire. En réponse à des demandes émanant d'États Membres, l'Agence a récemment mis au point différents dispositifs et modalités de renforcement et de maintien des capacités nucléaires reposant sur les réacteurs de recherche, notamment des cours pratiques, des outils d'enseignement à distance, comme le projet Internet Reactor Laboratory de l'Agence, et un dispositif de coopération mutuelle appelé l'initiative des Centres internationaux d'excellence s'appuyant sur des réacteurs de recherche (ICERR).

62. Les modules de formation en ligne élaborés pour des publics ciblés, tels que les primo-accédants à l'électronucléaire et les professionnels de la gestion des déchets radioactifs, du déclassement et de la remédiation de l'environnement, sont très utilisés.

## **D.7. Acceptation du public**

63. L'acceptation par le public est décisive pour l'avenir de l'électronucléaire. Elle dépend en grande partie de la perception qu'a le public des avantages et des risques associés à l'électronucléaire, mais aussi des avantages et des risques des autres filières énergétiques. En particulier, les préoccupations relatives au risque radiologique, la gestion des déchets, la sûreté et la prolifération restent les facteurs influant le plus sur l'acceptation du nucléaire par le public.

64. La participation des parties prenantes à la définition des politiques nucléaires et aux décisions d'investissement, notamment lorsqu'elles peuvent avoir des incidences en matière de sûreté, est aujourd'hui une condition essentielle pour un déploiement sûr et réussi de l'électronucléaire. Cette participation est indispensable à l'élaboration d'une position nationale dans les pays primo-accédants et au choix des sites accueillant les nouveaux projets de constructions nucléaires et les dépôts pour DHA. Elle contribue aussi à instaurer et à maintenir la confiance dans la compétence et l'efficacité réglementaires.

65. Le fait de communiquer régulièrement et d'impliquer le public dans les projets électronucléaires améliore la lisibilité des projets, les parties prenantes étant alors plus susceptibles de donner leur consentement éclairé. La mise en place de processus transparents et participatifs à toutes les étapes de développement d'un programme électronucléaire est essentielle à une prise de décisions justes et cohérentes et à l'exploitation du plein potentiel qu'offre le secteur nucléaire.