

Édito



Claude Fischer
Directrice des
Entretiens Européens

Un choix de société qui nous engage !

La renaissance du nucléaire est assurée dans le monde mais le défi principal pour l'Europe est de rester dans la course ! La peur des risques liés à cette technologie a envahi les comportements et face à l'offensive idéologique et irrationnelle des antinucléaires, les industries et les Etats agissent en défensive, s'excusant presque d'être encore leaders. Le nucléaire a révolutionné l'accès à l'électricité, mais aujourd'hui où est la volonté politique européenne de partager un choix collectif comme à l'époque d'EURATOM ?

Le principe de précaution l'emporte au détriment de la prise de risques dont se nourrissent l'investissement et l'innovation. Sur le marché mondial, la Chine prend le relais d'une Europe en panne. Or, il n'y aura pas d'investissements long terme sans risques. Bien sûr, ceux-ci doivent être maîtrisés. C'est le rôle des Etats membres et de l'UE qui ne doivent pas laisser le pouvoir au marché, myope et volatil, mais qui doivent anticiper et organiser les régulations, planifier et mobiliser les sociétés pour qu'elles s'approprient les enjeux et s'engagent dans les choix en toute connaissance de cause. La libéralisation du marché depuis 20 ans a accompagné le recul de l'industrie nucléaire en Europe, et de l'industrie tout court. Et la concurrence n'a pas remplacé la politique industrielle qui a fait défaut.

L'investissement dans le nucléaire **n'est pas qu'un choix économique. C'est un choix de société** qui s'inscrit dans les grands défis de notre temps : le climat, la démographie, l'avenir des technologies pour le développement durable et la prospérité pour tous.

Le nucléaire, c'est aussi des centaines de milliers d'emplois dans les PME et PMI et sur les territoires, des technologies innovantes à haute valeur ajoutée, un atout à l'export... L'Europe veut-elle garder son industrie nucléaire, et si oui, comment va-t-elle la valoriser ?

L'Europe possède le plus grand parc du monde avec 131 réacteurs. Celui-ci devra être renouvelé. Les besoins sont massifs : construire de nouvelles centrales, en démonter d'autres, renforcer la sûreté, créer les centres de gestion des déchets, poursuivre la R&D, former les hommes... Les investissements sont considérables et de

long terme : ils auront besoin de **garanties fortes, et de partenariats d'investisseurs...** Car les Etats ne peuvent pas tout : ils doivent travailler avec les entreprises, privées ou publiques, qui elles-mêmes attendent des choix publics, voire des commandes publiques, et des politiques communes qui favorisent les investissements. Or la faiblesse des politiques en Europe freine l'engagement des entreprises et investisseurs.

Le financement n'est qu'un problème parmi d'autres qui trouvera ses solutions si les projets sont assumés et si le marché européen les favorise... Or notre marché intérieur dissuade les projets de long terme et nous ne maîtrisons plus notre avenir commun... Les Etats sont tentés par le repli et la renationalisation de leurs politiques énergétiques, alors que nous avons besoin plus que jamais de mutualisation et de coopération. Ce sont ces questions qui seront débattues lors des Entretiens Européens.

Maîtriser l'énergie nucléaire pour préserver notre prospérité



Il y a un an, à Paris, près de 200 États parties à la Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques validaient un accord les engageant à contenir bien en dessous de + 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels le réchauffement mondial tolérable d'ici à la fin du siècle. Ils entendent même poursuivre leurs efforts pour limiter à 1,5 °C la hausse des températures.

Cet engagement contraignant appelle le monde à réduire drastiquement puis à éliminer les émissions de gaz à effet de serre dues à l'activité humaine. C'est une condamnation virtuelle de l'usage des énergies fossiles carbonées. Les hommes se trouvent dès lors confrontés à un enjeu sans précédent : généraliser à une population mondiale qui explose les conditions d'un développement durable, tout en renonçant aux énergies qui ont été depuis deux siècles le moteur de la révolution industrielle et la source d'un progrès extraordinaire de l'humanité.

au sommaire

En page 1

- Edito

En pages 2 et 3

- Maîtriser l'énergie nucléaire pour préserver notre prospérité
- Le nucléaire peut-il sauver le climat ?

En pages 4 et 5

- Le PINC en débat
- Le nucléaire a besoin de long terme

En pages 6 et 7

- A l'Ouest du nouveau
- Hinkley Point C
- Et à l'Est, comment font-ils ?

En pages 8 et 9

- Les défis du démantèlement et de la gestion des déchets nucléaires

En pages 10 et 11

- Former et innover

En page 12

- Valoriser et financer les projets nucléaires en Europe : questions pour le débat

**Les Entretiens Européens
20 octobre 2016**

« Investir dans le nucléaire en Europe. Un cadre de marché pour valoriser et financer les projets »

Avec le soutien et la participation de



L'électricité - la forme la plus moderne et la plus polyvalente de l'énergie que nous utilisons - devra être complètement décarbonée. À ce jour elle ne l'est qu'à hauteur de 32 % : pour la moitié grâce à l'hydroélectricité produite par les grands barrages, pour un tiers grâce à l'énergie nucléaire, et pour le solde grâce aux autres énergies renouvelables. C'est pourquoi tous les grands pays déjà industrialisés ou en voie de l'être (à la seule exception déclarée de l'Allemagne) ont recours à l'énergie nucléaire et vont en amplifier l'usage tout en investissant également dans le développement des énergies renouvelables.

Une nouvelle politique industrielle

L'Europe politique, qui se trouve par ailleurs à un des moments les plus critiques de son histoire, où la survie même du projet d'Union est menacée, est profondément divisée, notamment sur la question nucléaire. Le moindre des paradoxes n'est pas la situation particulière du Royaume-Uni, la deuxième économie en importance de l'Union européenne. Après avoir été il y a vingt ans le moteur de la dérégulation du marché de l'électricité, le gouvernement britannique incarne aujourd'hui la nouvelle voie à suivre pour l'Europe : elle cumule une forte régulation publique, un engagement décisif pour soutenir les partenaires privés dans leurs projets à long terme et des garanties de rentabilité pour les investissements gigantesques qu'ils s'engagent à faire dans la production décarbonée d'électricité. Comme on le sait, simultanément les citoyens britanniques ont malheureusement décidé de se désolidariser du projet

d'intégration politique, économique et monétaire qui réunit - encore ? - les pays du continent. Le *Brexit* n'enlève rien à la pertinence de la politique énergétique qui est menée de l'autre côté du Channel. Une dizaine de nouvelles centrales nucléaires vont voir le jour, la construction des deux premières étant désormais confirmée par EDF, qui les finance, et approuvée par la Commission européenne, qui a validé après une enquête publique approfondie cette espèce de nouvelle politique industrielle. Cette dernière stimule un effort sans précédent de centaines d'entreprises et de sous-traitants, des milieux académiques et scientifiques, des organismes responsables de la formation professionnelle, des communautés locales, et bénéficie d'un soutien continu de l'opinion publique. Les « lobbies » des énergies renouvelables, de l'énergie nucléaire et de la décarbonation des énergies fossiles ont même signé *ensemble* un manifeste de soutien à la nouvelle politique !

Mettre à jour les conditions de marché

Les industriels européens ont désormais les cartes en main : comme ils l'ont fait avec succès il y a une quarantaine d'années, il va leur falloir mener à bien en quelques décennies, dans des délais et des limites budgétaires contraignants, un programme de renouvellement de plus de 100 GW de capacités nucléaires. De leur côté, les institutions européennes seraient bien inspirées, au moment où nos concitoyens les pressent de se préoccuper réellement de leur avenir, de mettre à jour les conditions de fonctionnement du marché de l'électricité, qui est handicapé par des dysfonctionnements notoires



résultant pour l'essentiel des interventions publiques désordonnées des gouvernements. Rien qu'en Allemagne, elles s'élèvent à près de 2 milliards d'euros par mois !

Il y a soixante ans, les inspirateurs de l'Europe politique rêvaient de paix et de progrès. Visionnaires, ils commencèrent par l'énergie : le charbon et l'acier, dont on faisait les canons, et l'énergie nucléaire, la plus grande découverte de leur temps. Prenons garde à la désillusion d'un rêve partagé réduit désormais à une espèce de désunion de l'énergie. Devant l'histoire, notre génération serait comptable de l'échec. Nos petits-enfants, à juste titre, ne nous le pardonneraient pas. À l'inverse, nous pouvons construire dès aujourd'hui pour eux un avenir meilleur, à l'abri des menaces climatiques. La maîtrise de l'énergie nucléaire fait partie de la réponse.

Jean-Pol PONCELET

Ancien ministre, directeur général, Foratom

Retrouvez les temps forts du Forum



A l'occasion du 11^{ème} Forum Européen sur l'Energie Nucléaire (ENEF) ayant eu lieu les 3 et 4 octobre à Bratislava, plus de deux cents acteurs du secteur sont venus débattre sur la place du nucléaire au sein de l'Union de l'Energie. Après un discours d'ouverture prononcé par les premiers ministres slovaque et tchèque, trois tables rondes se sont succédées sur les sujets des priorités d'investissements, le PINC 2016 et le nouveau cadre de marché, et la préparation et la capacité de réaction face aux situations d'urgence.

Gerassimos Thomas, directeur général adjoint à la DG Energie de la Commission européenne, a réaffirmé les priorités de la Commission : à court terme, assurer la sûreté des centrales, et à long terme, assurer la sécurité d'approvisionnement et la gestion des déchets nucléaires. Il a noté la volonté des Etats membres de conserver leur souveraineté de mix énergétique et l'accueil globalement favorable du PINC (même si un suivi a parfois été demandé). « *Nous sommes tous d'accord pour décarboner nos mix, et le nucléaire a sa place dans le débat* » a-t-il déclaré. Il a souligné la demande de garder le leadership technologique, et de préserver notre compétitivité. Les investissements à long terme sont essentiels pour l'industrie :



Gerassimos Thomas reconnaît l'insuffisance de signaux en la matière pour que les opérateurs puissent s'inscrire dans le long terme. « *Les priorités d'investissement sont à définir* », a-t-il conclu.

Retrouvez les débats sur le site de l'ENEF : https://europa.eu/newsroom/events/european-nuclearenergy-forum-enef-plenary-meeting_fr

Le nucléaire peut-il sauver le climat ?

Pour une bonne partie des gens qui travaillent dans cette industrie, il est bien connu que le nucléaire ne contribue pas aux émissions de gaz à effet de serre. Pour être plus précis, la réaction nucléaire elle-même, qui exploite le surplus d'énergie libéré quand un gros noyau se coupe en deux, ne conduit pas par elle-même à expédier du CO₂ dans l'atmosphère : pour cela il faut brûler du carbone.

Du carbone, il s'en brûle quand même un peu pendant les opérations de la filière : excavation du minerai (avec des gros engins utilisant des moteurs diesel), enrichissement, transport, gestion des déchets, démantèlement... Mais l'énergie nucléaire est tellement dense que, par kWh produit, les émissions de la filière restent cinquante fois inférieures à ce qu'elles sont avec du charbon.

La conclusion semble donc évidente : grâce au nucléaire, nous pouvons assurer à nos descendants une énergie sans carbone, et donc nous mettre sur la trajectoire d'émissions demandée par l'accord de Paris, qui vise à limiter à 2°C le réchauffement

climatique entre 1850 et 2100, sans avoir pour autant à renoncer à notre « mode de vie ».

Des qualités indiscutables

Là où les partisans de l'atome ont raison, c'est que le nucléaire coche beaucoup de cases au regard des défis qui nous attendent, outre le fait qu'il émet très peu de CO₂ : il est peu consommateur d'espace, peu gourmand en importations (l'uranium importé ne pèse que pour quelques % dans le prix de production de l'électricité), techniquement maîtrisé, historiquement peu cher, et – ce sont les médecins qui le disent, eux qui connaissent bien les radiations

depuis un siècle – considérablement moins dangereux pour les hommes et l'environnement, accidents compris, que l'idée que s'en font les antinucléaires occidentaux et les media qui les relaient.

Mais... il y a un mais

L'accord de Paris demande à ce que les émissions mondiales baissent de 65% en 35 ans. Ne compter que sur le nucléaire pour que, dans le même temps, le PIB continue

à croître de 3% par an pendant que le CO₂ serait divisé par 3 en une grosse génération, suppose que, d'ici à 2050, nous ayons construit plusieurs milliers de réacteurs.

Il faudrait déjà construire 1800 GW – 5 fois le parc actuel, en gros – rien que pour remplacer les centrales à charbon existantes. Si le nucléaire permet aussi d'électrifier tous les processus industriels, le chauffage et les déplacements, c'est près de 10.000 GW qu'il faut avoir construit en 2050. En admettant un PIB qui n'augmente plus, c'est encore 3000 GW qu'il faut avoir construit en 2050 : 10 fois le parc actuel ! Et... ne compter que sur les nouvelles EnR pour faire le travail demanderait un parc installé 5 fois supérieur, et une consommation de métaux et matériaux de toutes sortes hors de portée.

La conclusion est simple : penser que l'on va arriver à supprimer tout le charbon mondial – car c'est bien cela qu'il faut faire pour tenir les 2°C – sans nucléaire et sans effondrement économique est une chimère. Mais ne compter que sur le nucléaire pour parvenir à cet objectif des 2°C l'est tout autant. Il y a du travail partout !

Jean-Marc JANCOVICI

Président de *The Shift Project* et associé de *Carbone 4*



Que peut faire l'énergie nucléaire contre le réchauffement climatique ?

Une étude de Sauvons Le Climat



Réalisée par **André Berger, François-Marie Bréon, Barry Brook, Philippe Hansen, Frédéric Livet, Hervé Nifenecker, Michel Petit, Gérard Pierre, Henri Prévot, Sébastien Richet, Henri Saïa, Michael Schneeberger, Suyan Zhou, Ravi.B.Grover, Claude Gue, Weiping Liu.**

Les scénarios de référence du GIE, susceptibles de limiter le réchauffement climatique à 2° (RCP 2.6), sont le point de départ de cette étude. Ceux-ci recourent tous massivement à la capture, à la séparation et au stockage du CO₂ (CSC) - jusqu'à 50 milliards de tonnes par an en 2100 - alors que notre connaissance de ce procédé ne repose que sur quelques expériences au niveau de quelques millions de tonnes par an, ce qui les rend peu crédibles.

Nous avons donc préféré travailler à partir de trois scénarios -MESSAGE- de l'IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Austria) :

- le scénario « Supply », caractérisé par une forte consommation d'énergie, avec une nouvelle puissance nucléaire de 7000 GWe, mise en œuvre entre 2060 et 2100,
- le scénario « Efficiency » de sortie du nucléaire,
- un scénario intermédiaire « MIX ».

Le scénario « Efficiency » exige une réduction de 40% de la consommation d'énergie, sans pour autant supprimer le besoin de la CSC au niveau de 15 milliards de tonnes de CO₂ par an (ce qui ne permettra pas d'atteindre la stabilisation de sa concentration atmosphérique avant 2100).

Les scénarios "nucléarisés" « Supply-N » et « MIX-N » diminuent considérablement l'intérêt du CSC, et ramènent la contribution des énergies renouvelables intermittentes à des niveaux raisonnables. Le scénario Supply-N conduit à la construction de 100 GWe de réacteurs à eau pour une dépense annuelle estimée à 250 milliards de dollars. A partir de 2050, il faudrait construire en moyenne 400 GWe de réacteurs surgénérateurs par an pour un coût annuel de 1200 milliards de dollars. Ceci correspond à moins de 1%

« Mauvais climat » Jacques Masurel

Une fiction qui nous plonge au cœur des problèmes soulevés par le réchauffement climatique quelques années après la COP 21.

du Produit Mondial Brut, et peut être comparé au chiffre d'affaires de la production d'électricité mondiale qui atteindrait 10 000 milliards de dollars en 2060.

Au regard des technologies existantes et des coûts/avantages, nous proposons donc de démarrer le développement du nucléaire dès 2020 sans attendre 2060, pour atteindre une puissance nucléaire de 20 000 GWe en 2100. Ce qui exigera, outre une généralisation des réacteurs surgénérateurs, une diminution importante de la durée du retraitement des combustibles, ou une augmentation du nombre de réacteurs CANDU dans le parc mondial de réacteurs à neutrons.

Le PINC en débat à Bruxelles à l'initiative des Entretiens Européens



Le 10 juin 2016, à l'initiative d'ASCPE - Les Entretiens Européens, une table ronde s'est déroulée au siège de FORATOM à Bruxelles : les entreprises du secteur nucléaire, des économistes, syndicalistes et représentants associatifs... ont débattu avec les institutions nationales et communautaires, sur le Programme Indicatif Nucléaire Communautaire (PINC), le premier depuis 2008, dévoilé par la Commission européenne au mois d'avril.

Maurizio Boella, de la DG Energie, a présenté les propositions de la Commission, mettant l'accent sur les investissements liés aux améliorations de la sûreté post-Fukushima et sur la sûreté d'exploitation des installations existantes¹. Il s'est réjoui du débat sur un sujet aussi sensible qui a besoin de transparence, d'autant plus que les projections d'investissements sont difficiles à réaliser et que les Etats membres présentent des stratégies radicalement différentes. Richard Ivens, de Foratom, a exprimé les attentes des industriels européens du secteur nucléaire et électro-intensif, exigeant plus de clarté de la part de la Commission sur l'avenir du nucléaire en Europe, de sa place dans le mix énergétique. Car si le consensus s'est dégagé autour des atouts de la filière, il demeure une forte interrogation sur son rôle de leader, dans un contexte de renaissance dans le monde. Aujourd'hui, le nucléaire est concurrencé sur le marché de l'électricité par les EnR

subventionnées, et par un cadre de marché qui dissuade l'investissement. Pierre-Jean Coulon, président de la Section TEN du CESE, tout en soulignant le caractère tardif de la parution du PINC, s'est réjoui du rôle que le comité était amené à jouer pour redynamiser une technologie performante et compétitive, source de nombreux emplois et de sécurité énergétique pour les territoires. La relance du nucléaire au Royaume-Uni est un pari qui s'inscrit dans une stratégie diversifiée et décarbonée, a déclaré Nick Butler, professeur à King's College de Londres. Comment valoriser les projets pour relancer la compétitivité de la filière en interne et à l'export ? Claude Fischer a souligné le besoin d'investissements, non seulement pour garantir la sûreté des installations, mais pour construire de nouvelles capacités de production. Les industriels ont besoin d'incitations et de garanties publiques qui leur permettent une visibilité à long terme pour pouvoir investir, a renchéri Philippe Herzog. Le PINC est un premier pas, mais reste très insuffisant : le message de l'Union européenne doit s'inscrire dans une vision de long terme.



Manon TANGUY
Chargée de mission Energie,
ASCPE

L'Union européenne à l'avant-garde de la sûreté

- Directive 2009/71/Euratom establishing a Community framework for the nuclear safety of nuclear installations
- Directive 2011/70/Euratom establishing a Community framework for the responsible and safe management of spent fuel and radioactive waste.
- 2003/122/Euratom, amended by Directive 2013/59/Euratom

Questions à Massimo Garribba



Pourquoi avoir attendu 8 ans pour publier une nouvelle version du PINC, et ce, en marge de l'Union de l'énergie ? L'investissement dans la sûreté et de la sécurité - véritables enjeux - sont au cœur

du document : quid de l'investissement dans de nouvelles capacités de production ? Quelle est la vision d'avenir du nucléaire de la Commission et de sa place dans le mix européen ?

La Commission publie une nouvelle version du PINC tous les 6 à 12 ans en accord avec l'article 40 du traité EURATOM¹. La Commission a jugé que 2016 était le bon moment pour apporter une analyse pertinente sur les investissements, qui n'aurait pas été possible avant. En effet, depuis 2008, la situation a beaucoup évolué et la Commission s'est mobilisée sur les questions de sûreté.

Elle a proposé une directive en 2009 sur la gestion des déchets nucléaires et des combustibles usés, puis sur la sûreté nucléaire en juillet 2011. A la suite de l'accident de Fukushima-Daichi au Japon, avec le Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG) elle a mené des « stress-tests » qui ont débouché sur des recommandations des régulateurs nationaux aux opérateurs de centrales. La Commission a renforcé la directive sur la sûreté nucléaire en 2014, pour éviter tout risque de fuites radioactives, suite à la directive sur la protection contre les radiations en 2013. Toutes ces législations devaient dans un premier temps être assimilées par les opérateurs et par les Etats membres, et leurs effets quantifiés en termes d'investissements. La Commission a mis le PINC à jour pour offrir aux Etats membres de la transparence et une vision à long-terme des investissements nécessaires dans le secteur du nucléaire en Europe.

Les Etats membres par ailleurs sont libres de déterminer leur mix énergétique, et pour ceux qui souhaitent, d'utiliser l'énergie nucléaire. Celle-ci peut jouer un rôle important dans l'Union de l'Energie, à condition que les exigences de sûreté, de sécurité, de gestion des déchets et de non-prolifération, soient respectées, ainsi que la diversification des approvisionnements de combustibles nucléaires. Le nucléaire peut notamment contribuer, pour les Etats membres qui choisissent de l'utiliser ou de le poursuivre, à la réalisation d'un approvisionnement sûr et d'une énergie à faible émission de carbone.

Massimo GARRIBBA

Directeur de l'unité Energie nucléaire Sûreté et ITER,
Commission européenne

¹ Previous PINCs were published in 1966, 1972, 1984, 1990, 1997 and 2007, updated in 2008.

L'avis du CESE : une position en demi-teinte

Pour le CESE, le Programme Indicatif Nucléaire pour la Communauté de 2016 souffre de l'absence d'une stratégie globale en ce qui concerne le bouquet énergétique européen, d'une méthodologie et de processus analytiques clairs, de lignes directrices qui seraient très utiles aux États membres lorsqu'ils doivent, le cas échéant, prendre des décisions sur le rôle de l'énergie nucléaire dans leur consommation d'énergie.

Nous accueillons favorablement l'accent mis sur des normes de sécurité élevées et sur le démantèlement sûr des installations nucléaires, et l'attention particulière donnée à la fin du cycle de vie des réacteurs, à la gestion des déchets et au déclassement, réglementés par la directive de l'UE sur la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé. L'attention accordée à la poursuite de la recherche doit être également saluée.

Le projet de PINC est cependant largement affaibli par tout ce qui n'y figure pas, et qu'on trouvera dans les recommandations ci-dessous, notamment :

- la compétitivité de l'énergie nucléaire et les aspects économiques qui l'entourent;

- la sécurité d'approvisionnement, en se référant à l'Agence d'approvisionnement Euratom (ESA);

- les objectifs en matière de changement climatique et de carbone, en insistant sur le fait que l'énergie nucléaire représente aujourd'hui la moitié de l'électricité à faibles émissions de carbone;

- la confiance de la population pour l'acceptabilité politique de l'énergie nucléaire ;

La stratégie de l'UE vise à soutenir des avancées dans les technologies à faible intensité de carbone en coordonnant la recherche. La Commission devrait intégrer une analyse des besoins d'investissement dans l'énergie nucléaire si l'on veut atteindre tous les objectifs pour une énergie sûre, abordable et durable. Le CESE recommande que la Commission tienne compte de la possibilité d'un approvisionnement électrique en provenance de centrales à fusion pour l'après-2050. Il serait utile que le PINC soit doté d'une feuille de route - comme l'a d'ailleurs fait le Fonds européen pour le développement de la fusion (EFDA) - présentant la manière de passer de l'expérimentation à la viabilité.

* * * * *

Le nucléaire a besoin de contrats à long terme

EDF fait appel à des entreprises extérieures spécialisées pour réaliser une part importante de ses activités de maintenance récurrente et exceptionnelle.

La politique industrielle d'EDF dans ce domaine a pour objectif de disposer d'un panel suffisant d'entreprises qualifiées permettant une saine compétition tout en garantissant une rentabilité des contrats suffisante pour les titulaires.

Les spécificités de l'industrie nucléaire et son haut niveau d'excellence au service de la sûreté des installations imposent aux intervenants une parfaite maîtrise des méthodes de travail et de solides compétences.

Ces exigences s'acquièrent dans la durée et par l'expérience, c'est la raison pour laquelle EDF cherche depuis longtemps à développer des relations partenariales avec les entreprises prestataires intervenant sur les installations.

En donnant de la visibilité au travers des contrats de long terme, EDF permet à ses prestataires d'investir dans les méthodes, les organisations, les outillages et, plus que tout,

sur les compétences et l'engagement des intervenants.

Des partenariats en confiance

Ainsi, les contrats de prestations de logistique nucléaire sont conclus sur des durées pouvant atteindre 7 ans, permettant ainsi une collaboration durable entre le client et son prestataire.

Celle-ci permet aux deux parties de rechercher et mettre en œuvre des innovations tant matérielles qu'organisationnelles au service de la sûreté nucléaire.

Plus récent, le développement du concept de « **Partenariat-Productivité** » a pour objectif de rechercher conjointement des pistes d'amélioration et de progrès en vue de réduire les coûts. Les gains économiques ainsi réalisés sont équitablement répartis entre EDF et son partenaire. Cette démarche est clairement inconcevable sans une relation contractuelle durable.

Il s'agit également pour EDF d'assumer pleinement sa responsabilité d'exploitant nucléaire et donc de son rôle de maître d'ouvrage. C'est la raison pour laquelle, en



Il importe de doter le PINC d'une vision stratégique. Il gagnerait également à comporter une analyse des conséquences potentiellement importantes du vote du Royaume-Uni en faveur d'une sortie de l'Union européenne. Ses effets sur le traité Euratom ne sont pas clairs. Bien qu'Euratom soit gouverné par les institutions de l'Union européenne, il constitue une entité juridique distincte.

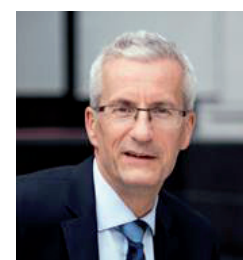
Pierre Jean COULON

Président de la Section TEN du CESE



cohérence avec les directives européennes, les contrats de long terme ont également une fin ; cela afin de permettre de consulter à nouveau le marché et faire jouer une saine émulation entre concurrents sur des domaines très variés tels que le champ commercial, celui des innovations techniques et technologiques, celui des organisations et méthodes de travail, etc.

La filière nucléaire est un tout constitué d'exploitants, d'investisseurs et de fournisseurs de biens et de services. Leur histoire est liée, leur avenir l'est aussi.



Dominique MINIÈRE et Philippe SASSEIGNE

Directeur exécutif Groupe en charge de la Direction du Parc Nucléaire et Thermique (DPNT) et directeur de la Division Production Nucléaire (DPN).

Hinkley Point C



La renaissance nucléaire en Europe

La décision du gouvernement britannique d'approuver la construction de deux EPR est un moment historique. Elle relance le nucléaire en Europe et confirme son rôle dans la lutte contre le changement climatique mondial. Encore une fois, l'examen du projet Hinkley Point C a démontré la robustesse et la justesse du contrat.

Un cadre de marché clair et stable

Il a fallu dix ans pour atteindre ce résultat : planification, chaîne d'approvisionnement, accord avec les syndicats, approbation de la conception, de l'organisation et du financement. Rien de tout cela n'aurait rendu notre investissement possible sans le cadre réglementaire stable et clair mis en place au Royaume-Uni. La réforme fondamentale du marché de l'électricité a été conçue pour offrir un approvisionnement sûr et abordable et lutter contre les émissions de carbone - conformément aux objectifs de l'Union européenne. Ce cadre politique efficace repose sur trois piliers : le marché des capacités, le prix-plancher du carbone et le contrat pour différence (CfD). Cette approche cohérente de la politique du gouvernement a été un facteur essentiel pour donner aux investisseurs la confiance dont ils ont besoin. La force et l'indépendance de l'organisme de réglementation nucléaire au Royaume-Uni ont également été des éléments clés.

La diversité, une condition de la sécurité

Ce feu vert pour Hinkley Point est une bonne nouvelle pour l'industrie du Royaume-Uni et celle de la France, mais aussi pour les dix États membres qui souhaitent construire de nouvelles centrales nucléaires et remplacer la capacité existante. L'industrie européenne pourra ainsi rivaliser avec succès dans le nouveau marché nucléaire mondial, bénéficiant de l'expérience acquise dans de nouveaux projets et les nouveaux partenariats formés pour les développer.

Lors du débat sur notre avenir énergétique, les partisans des différentes technologies ont suggéré que seule la source qu'ils défendaient était la panacée pour les besoins du Royaume-Uni. En réalité, interconnexions, batteries, petits réacteurs modulaires, gaz, énergies renouvelables, nucléaire à grande échelle et énergie décentralisée... toutes seront nécessaires. Ce qu'a reconnu le gouvernement qui a déclaré que « la diversité et la diversité seule » était le fondement de la sécurité énergétique.

Investir sans attendre

EDF développe une très large gamme de technologies sobres en carbone ainsi que de nouvelles centrales nucléaires. Ainsi le groupe a remporté un contrat pour stocker 49MW dans des batteries, mais si celles-ci peuvent soutenir le réseau national pendant quelques heures, il n'y a aucune perspective de stockage efficace pendant des jours, des semaines ou des mois. La lutte contre le changement climatique ne nous permet pas d'attendre les futures technologies en rejetant les outils dont nous disposons aujourd'hui. La clé pour les décideurs est d'obtenir le bon mix énergétique, efficace pour les consommateurs. Il n'y a pas de solution sûre et abordable pour une électricité bas-carbone fiable en dehors du nucléaire.

Pour une énergie accessible

Avec la sécurité et le climat, l'accessibilité est un objectif essentiel de la politique énergétique. Et malgré les coûts liés à l'innovation du projet et du redémarrage de l'industrie, Hinkley Point C concurrence tous les autres choix énergétiques si on inclut les coûts des émissions de carbone et de l'intermittence.

L'industrie nucléaire devra travailler dur pour faire baisser les coûts des projets suivants, et l'expérience de la France - qui a construit 58 réacteurs - prouve les avantages du programme nucléaire en séries. Par ailleurs, le Royaume-Uni bénéficiera du partenariat de 30 ans entre EDF et CGN en Chine qui participe au plus grand programme nucléaire civil dans le monde, avec l'expérience de la construction d'EPR à Taishan.

Nous sommes prêts

Les enseignements de Taishan - qui engage une période d'essais avant la mise en service - et de Flamanville, aujourd'hui sur la bonne voie, ont été intégrés dans le projet Hinkley Point, ce qui a permis la confiance des partenaires. Nous avons préparé la voie, le projet et le site pendant dix ans. Nous entrons maintenant dans la construction de la première centrale nucléaire de Grande-Bretagne depuis 1995. Les équipes sont motivées et les partenariats solides. Nous sommes prêts.

Paul SPENCE

Directeur de la Stratégie et des Affaires corporatives, EDF ENERGY



A l'Ouest, du nouveau !

Jacques PERCEBOIS, professeur (Emérite) à l'Université de Montpellier, répond à nos questions



Quel est le coût du nucléaire ?

Le prix de revient (coût complet) du nucléaire en France (58 réacteurs PWR) est de l'ordre de 50€ par MWh, et si l'on intègre les coûts du grand carénage, de 60€. Le prix de revient des nouveaux réacteurs est sensiblement plus élevé (entre 90 et 110 euros le MWh), mais il s'agit de têtes de séries et ce coût baissera au fur et à mesure que l'on construira des réacteurs. Notons qu'au prix actuel du marché de gros de l'électricité (40€ environ par MWh), aucun investissement de production n'est rentable puisque le marché européen est en surcapacité.

Quels sont les avantages du nucléaire par rapport à ses concurrents ?

L'électricité nucléaire présente plusieurs avantages : c'est une électricité « bas carbone », nationale, dont le coût est prévisible sur le long terme (60 ans minimum). Les concurrents (solaire, éolien, charbon) peuvent être moins coûteux à court terme mais leur coût peut varier très fortement si le prix du pétrole et du gaz s'envole, cette volatilité ayant un coût pour le consommateur. Et quand il s'agit d'électricité intermittente, il faut tenir compte des coûts de stockage ou de back-up, ce qui renchérit le prix de revient. Sans parler du coût du carbone dont le prix du va monter dans le futur.

Quels seraient des mécanismes incitatifs à sa relance ?

Le nucléaire est une énergie à coûts fixes très élevés. La durée de vie des centrales est longue et il faut des garanties de rentabilité sur le long terme. Or le marché de gros de l'électricité n'envoie pas de bons signaux aux investisseurs. Il est myope et ne permet pas de faire des choix à long terme optimaux. Les Anglais l'ont compris et ont créé un système incitatif retenu à Hinkley Point, le CfD, « contrat pour différence » : si les prix du marché sont supérieurs à ce qui était prévu, le producteur rembourse le trop perçu au consommateur, et dans le cas contraire, c'est le consommateur qui finance la différence.

Pourquoi le Royaume-Uni se lance-t-il à nouveau dans le nucléaire ?

Le R.U. a tiré la leçon des limites du « tout marché » et, après avoir été le chantre du libéralisme, pratique une « re-régulation » au niveau de la production d'électricité. Il a défini une politique énergétique à long terme, avec une priorité aux énergies « bas carbone » dans son mix électrique : une base nucléaire, un complément renouvelables (éolien, hydraulique, biomasse, solaire) et le gaz naturel pour la semi-base et la pointe. Avec les mécanismes incitatifs pour relancer le nucléaire, le gouvernement a fixé un « prix-plancher » du carbone. La France ferait bien de regarder à l'Ouest, où il y a du nouveau, et l'Europe de s'en inspirer !

Rosatom en Europe occidentale : renforcer les partenariats



Au cours des dernières années, Rosatom a renforcé sa présence sur le marché mondial, devenant l'un des principaux acteurs de l'industrie nucléaire internationale. Avec son

portefeuille d'exportation de 110 milliards de \$, l'entreprise met en œuvre ses projets dans de nombreuses régions du monde et a l'ambition de développer sa présence en Europe.

Rosatom est une société européenne, contribuant à l'industrie nucléaire européenne. Nous sommes liés depuis de longues années à l'Europe de l'Ouest, grâce à une collaboration fructueuse. Le premier contrat a été signé en 1971 avec la Communauté de l'énergie atomique pour la fourniture d'uranium enrichi. En 2015, selon le rapport annuel de l'ESA, le volume de l'uranium livré aux pays de l'UE s'est élevé à plus de 4000 tonnes. Actuellement, la région dispose de 18 unités centrales de conception russe en fonctionnement. Sur les 11 réacteurs construits en Europe (y compris en Russie) depuis le début du siècle, 10 sont de conception russe - VVER dont 9 ont été construits par Rosatom. Sur les 30 unités prévues dans la prochaine décennie, 19 sont des projets d'entreprises russes, dont plusieurs sont en construction, en Turquie, au Bélarus, en

Hongrie, en Finlande et en Russie.

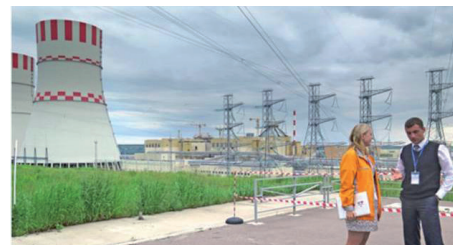
Au cours des 20 prochaines années, la plupart des réacteurs en exploitation atteindront leur limite de vie opérationnelle. Or, pour satisfaire aux objectifs ambitieux de transition vers une économie sans carbone, il faut éviter une chute importante de la part de l'énergie nucléaire dans le mix énergétique, et **assurer une croissance sur trois marchés clés.**

Prolonger la durée de vie des centrales

Rosatom propose les dernières technologies pour la modernisation des centrales, ce qui permet non seulement de prolonger leur vie de 20 ans, mais, combinées avec des innovations dans le secteur des carburants, d'augmenter leur capacité de puissance de 110%. Un premier consortium russo-français a été créé pour la modernisation de deux unités (5 et 6) de la centrale nucléaire de Kozloduy en Bulgarie, et un contrat pour la modernisation des quatre unités de la centrale de Paks en Hongrie, est en cours de réalisation.

Un marché de nouvelles capacités

La construction de nouvelles capacités d'énergie dans l'UE ouvre un nouveau marché où Rosatom occupe une position de leader avec un avantage concurrentiel certain : le groupe propose des centrales de génération 3+, ainsi que des solutions intégrées. Au



jourd'hui, la société russe est la première entreprise dans le monde à proposer des réacteurs de génération 3+ d'une puissance de 1200.

Un marché électrique interconnecté

Un autre marché prometteur pour l'UE est l'importation de l'électricité en provenance des centrales nucléaires des pays voisins. Rosatom propose de vendre l'électricité depuis la centrale en cours de construction dans la région de Kaliningrad, ce qui permettrait non seulement de contribuer à la diversification des mix énergétiques des pays d'Europe orientale et centrale, mais d'assurer la participation des entreprises locales. Ce commerce transfrontalier d'électricité décarboné nécessitera des contrats à long terme avec les entreprises à forte intensité énergétique, ce qui augmentera l'attractivité des investisseurs pour l'énergie nucléaire et des renouvelables dans la région, tout en réduisant le besoin de subventions.

Face à la croissance continue de la demande énergétique et l'importance des questions environnementales, Rosatom propose aux pays de l'UE une approche ouverte dans la chaîne d'approvisionnement dans l'intérêt mutuel, et le renforcement des partenariats avec les entreprises occidentales du secteur.

Andrey ROZHDESTVIN
Directeur de Rosatom France

La politique nucléaire au Japon après Fukushima

Takanori Uehara, Ambassadeur pour le Japon auprès de l'Union Européenne, est intervenu à Bratislava, lors du Forum nucléaire européen le 4 octobre 2016. Extraits



Le gouvernement et le TEPCO (Tokyo Electric Power Company) ont réfléchi à une feuille de route à moyen et long terme en mettant la sûreté comme priorité première. Ainsi, l'examen de l'intérieur des réacteurs pourra se faire prochainement, grâce à notre technologie d'élimination du combustible, mais le travail de démantèlement et la décontamination de l'eau prendront 40 ans, des travaux qui demandent une expertise en coopération avec tous les acteurs internationaux.

Les enseignements de l'accident

L'Autorité de Régulation Nucléaire (ARN) a développé de nouvelles exigences réglementaires, et introduit des évaluations plus strictes en cas de catastrophe naturelle. Une des leçons les plus importantes est celle d'éviter le piège du soi-disant « mythe de sûreté ». Après avoir adopté ces changements, le Japon a décidé de poursuivre l'utilisation du nucléaire et de ramener sa part dans la production d'électricité à 20/22% en 2030. C'est une ressource d'énergie importante qui permet une stabilité d'approvisionnement, des coûts de fonctionnement, et qui n'émet pas de CO2. Sur les 43 réacteurs nucléaires, 3 ont redémarré et 26 réacteurs devraient redémarrer sous réserve de la validation de l'ARN.

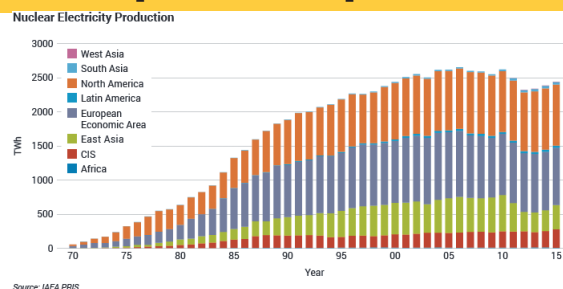
Une coopération internationale

Notre responsabilité est de contribuer à l'amélioration de la sûreté nucléaire et encourager

une culture de la sûreté dans le monde et nous attendons plus de dialogue international. Le premier forum international s'est tenu à Fukushima sur le démantèlement du réacteur, avec la participation de 641 spécialistes de 15 pays (dont des Etats membres de l'UE), afin de partager nos méthodologies et l'état d'avancement de nos recherches avec la population locale.

Retrouvez l'intervention intégrale de Takanori Uehara sur le site de l'ENEF : https://europa.eu/newsroom/events/european-nuclear-energy-forum-enef-plenary-meeting_fr

La renaissance dans le monde : comparaison Europe/Monde



Tendances en matière de démantèlement nucléaire et de gestion des déchets



Toute industrie est responsable de ses déchets. 157 réacteurs nucléaires sont en arrêt à travers le monde, et seuls 15 d'entre eux ont été ou sont en phase de démantèlement. Malgré plus de 60 ans d'histoire nucléaire, seuls quelques pays ont une politique claire de traitement et d'élimination des différentes séries de déchets. Le public attend de l'industrie nucléaire qu'elle soit suffisamment mature pour gérer ses déchets et son héritage, et l'acceptabilité sociale sera d'autant plus forte qu'elle se montrera capable de s'occuper des anciens réacteurs une fois qu'ils sont arrêtés.

En fait, quelle est la situation ?

Beaucoup ont parlé de déchets nucléaires et de démantèlement des réacteurs ces dernières décennies sans montrer une réelle volonté de franchir le pas. Aux Etats-Unis, outre le travail considérable de nettoyage d'anciens sites militaires, il y a eu de bons exemples de démantèlement de réacteurs ces 30 dernières années : Fort Saint Vrain, Shoreham, Maine Yankee... Le combustible usé est généralement stocké sur le site dans un « IFSI » (installation indépendante). Mais il existe aussi une tendance au « SAFSTORE » (conservation en état sûr), d'y vider le combustible usé dans un IFSI et permettre ainsi à la centrale d'obtenir une habilitation de sûreté pour les prochaines décennies. En général, cette possibilité ne fait que repousser le problème à plus tard en attendant des jours meilleurs (qui n'arriveront peut-être jamais d'ailleurs...).

Le sujet du stockage géologique en profondeur des combustibles usés existe aussi aux Etats-Unis. Après la décision du gouvernement Obama de fermer le projet Yucca Mountain, plus aucun dépôt définitif de combustible usé n'existe. Par ailleurs, l'installation temporaire de stockage centralisée (CIS) a été reportée depuis des décennies par le Département de l'Energie. Le secteur

privé commence à manifester son intérêt à compenser les lacunes du gouvernement.

En Europe, il existe différents cas. Les pays nordiques (Suède, Finlande) sont déterminés à traiter proprement les déchets et leur héritage (Installation temporaire de combustible usé, stockage géologique des HAVL, démantèlement des réacteurs). En Allemagne, sous la pression de l'opinion publique, la tendance est au démantèlement rapide des réacteurs, mais le pays a des difficultés à faire accepter les sites de dépôt final. L'Espagne a entamé une politique volontariste de démantèlement des réacteurs (José Cabrera) mais se débat avec l'élimination des combustibles usés pour des raisons politiques. L'Italie est en statu quo depuis des décennies à cause des politiques et de l'absence de dépôts. La France a une politique globale de retraitement mais n'est pas claire sur sa volonté de démanteler les réacteurs UNGG (Uranium naturel Graphite Gaz). La politique des pays de l'Est est entièrement financée par d'autres voies (UE, BERD...). L'Asie propose une grande diversité de solutions entre le Japon (avec la solution officielle de retraitement mais un démantèlement retardé des réacteurs) et Taïwan (avec un stockage sécurisé planifié).

Dans ce contexte, l'investissement pour les entreprises nucléaires au sein de ce marché n'est pas clair. Le démantèlement est considéré comme un marché qui ne cesse d'émerger. La flexibilité est plus que jamais le mot à garder à l'esprit par les industriels.

Yves BRACHET

Senior vice président – Démantèlement, Réhabilitation et Gestion des déchets nucléaires



Vers un marché du démantèlement ?

Selon les scénarios de l'AIE, il faudra développer la capacité nucléaire de 12GW par an d'ici 2050 si on veut maintenir le réchauffement climatique à 2°C, et tout à la fois rénové, fermer ou remplacer 200 réacteurs (sur 434 opérationnels actuellement), principalement aux USA, en Russie et en Europe. Leader sur l'ensemble de la filière nucléaire, l'Europe doit le devenir aussi pour le démantèlement. En effet, sur 140 réacteurs actuellement arrêtés dans le monde, l'Europe en a plus de 60% : 29 en Grande-Bretagne, 27 en Allemagne, 12 en France, 4 en Bulgarie, 4 en Italie, 2 en Lituanie, 1 aux Pays-Bas, 3 en Slovaquie, 2 en Espagne, 3 en Suède.

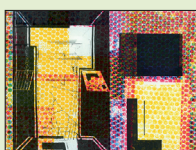
C'est un chantier pour les prochaines décennies qu'on doit engager sans perdre de temps et ne pas le laisser aux futures générations. Le démantèlement laisse entrevoir une véritable manne financière pour les entreprises spécialisées dans le secteur. La Cour des comptes la chiffre ainsi à un minimum de 18,4 milliards d'euros pour le seul parc français. Au Royaume Uni, pour 35 réacteurs nucléaires et une puissance installée de 9 000 MW, les coûts totaux du démantèlement sont estimés à 103 milliards d'euros, soit un coût moyen de 2,9 milliards d'euros par réacteur. Le cabinet de conseil Arthur D. Little parle d'un marché de 220 milliards d'euros dans le monde sur vingt ans.

La concurrence risque d'être dure sur ce nouveau marché, et il faudra beaucoup de solidarités pour aider certains pays, comme la Lituanie, qui ont dû arrêter leurs centrales pour pouvoir entrer dans l'UE.

Responsabilité politique

L'Union européenne doit assumer le problème. Elle a pu obliger les Etats à fermer leurs centrales et elle impose ses règles de marché. Elle cherche à traiter « sûreté » et « gestion des déchets », elle doit aussi assumer une part de responsabilité politique pour le démantèlement, sans renvoyer la balle aux Etats : traiter les problèmes de cohérence avec la régulation et la budgétisation pour partager les coûts. C'est un problème d'intérêt général européen. Le coût du démantèlement est très cher. Si on clarifie les responsabilités et que le marché est construit, on trouvera les investisseurs privés qui contribueront au financement.

Claude FISCHER



Transmettre la mémoire des sites de déchets radioactifs dans le paysage

Cécile Massart expose dès 1994 et publie ses travaux sous le titre : « Un site archivé pour alpha, bêta, gamma ». En 2008, l'artiste dessine un ensemble de marqueurs et publie un livre sous le nom de « COVER ». Le but est de rendre lisible à la surface cette strate archéologique des XX et XXI^{èmes} siècles et appeler à la responsabilité de tous. Quelle politique adopter pour l'avenir ? Quel patrimoine voulons-nous transmettre ? Concernant plus spécifiquement les déchets hautement radioactifs, Cécile ouvre de nouveaux champs d'investigation avec le « laboratoire ».

Nous sommes fiers d'avoir pu faire connaître son œuvre en offrant « Cover » lors des Entreteniens Européens de Budapest en 2010 : « Pour une appropriation sociétale du nucléaire en Europe », et de reprendre l'image des fûts dans nos invitations.

Cigéo, des solutions techniques et des fonds pour une gestion responsable des déchets nucléaires

Le développement du projet Cigéo sera progressif au fil du temps, comme le sera son financement, donnant la possibilité pour les générations à venir de faire leurs propres choix, nous dit Pierre-Marie Abadie, directeur général de l'ANDRA, dans cet article.



Le plan directeur d'exploitation

Le plan directeur d'exploitation (PDE) proposé par l'Andra décrit la « séquence de référence » de la vie du projet Cigéo. Il vise à clarifier les objectifs de la phase pilote industrielle et à présenter les choix offerts par la réversibilité. Conçu pour accueillir 73 600 m³ de déchets à moyenne activité et à vie longue et 10 100 m³ de déchets à haute activité, Cigéo pourra stocker les déchets déjà produits et ceux qui le seront par les installations nucléaires, jusqu'à la fin prévisible de leur fonctionnement et leur démantèlement. Pour le scénario de référence, tout le combustible usé est supposé être retraité.

Une phase pilote industrielle

Pendant la durée de vie de Cigéo, les extensions des zones de stockage se feront par étapes incrémentielles successives, chacune d'une durée d'environ 10 ans. Sous réserve de l'obtention de l'autorisation de construction et d'exploitation de Cigéo, l'Andra propose un agenda de principe tenant compte de la durée et des étapes prévues de la construction et de l'exploitation de Cigéo jusqu'à la fin. (Voir l'encadré ci-contre). La phase pilote industrielle, commençant par les essais des installations, durera environ 10 ans, comprenant environ 4 années de tests inactifs et environ 6 ans de montée progressive en régime avec des colis de déchets radioactifs. Cette phase pilote vise

à consolider les essais effectués dans le laboratoire souterrain : gestion des risques en condition d'exploitation ; performance de l'équipement industriel ; capacité de récupérer les colis de déchets depuis leur alvéole de stockage ; possibilité de fermer et sceller les alvéoles de stockage des déchets et les galeries d'accès ; optimisations techniques et économiques.

Des choix offerts pour la réversibilité

La réversibilité est définie comme la capacité d'offrir aux générations suivantes différentes options en termes de gestion à long terme des déchets radioactifs, basée à la fois sur la gouvernance et sur un ensemble d'outils de gestion technique. Le coût des dispositions techniques de la réversibilité est intégré à celui du projet, mais si les générations suivantes décidaient de mettre en œuvre d'autres options, pour modifier l'architecture du stockage ou pour récupérer des colis déjà stockés, elles auraient à supporter le coût de leurs choix.

Plusieurs outils de gestion sont offerts aux futures générations :

- le « développement progressif » avec la possibilité de ralentir ou d'accélérer la construction Cigéo ;
- la « flexibilité d'exploitation » pour le flux des colis à stocker afin d'anticiper ou de retarder les fermetures partielles ;
- l'« adaptabilité des installations » permettant d'accueillir des combustibles usés ou des déchets à faible activité et à vie longue, actuellement prévus en stockage de subsurface ;
- la « récupérabilité » donnant la possibilité de reconsidérer le choix du stockage géologique pour tout ou partie des colis stockés.

Un financement progressif

La construction et l'exploitation de Cigéo vont s'étaler sur plus de 120 ans. Par conséquent, les besoins en financement seront également progressifs, avec un investissement initial pour les infrastructures, (installations de surface en support à la construction

des ouvrages ou à la réception des colis de déchets), et pour les ouvrages d'accès aux zones de stockage souterraines. La disponibilité des fonds est assurée par un mécanisme de fonds alimenté par les producteurs de déchets, et dont les caractéristiques sont définies par la loi de programme de 2006 relative à la gestion des matières et des déchets radioactifs.

Notre responsabilité est de laisser aux générations futures des solutions techniques et des fonds nécessaires pour assurer la sécurité, pour eux et pour le très long terme.



Pierre-Marie ABADIE

Agenda pour la construction et l'exploitation de Cigéo

- 2025, début de la phase pilote industrielle
- 2030, réception des premiers colis de déchets, ceux à haute activité produits lors des premières campagnes de vitrification et déjà refroidis (HAO) et ceux à moyenne activité et à vie longue
- 2035, après la montée progressive en régime, exploitation nominale à l'issue de la revue de sûreté
- 2070, construction et début d'exploitation des installations de conditionnement des déchets à haute activité et lancement de leur stockage
- Fermeture partielle des ouvrages et arrêt progressif de l'exploitation :
 - 2070 pour la zone de stockage HAO
 - 2100 pour les ouvrages de stockage des déchets à moyenne activité et à vie longue
 - 2145 pour la zone de stockage des déchets à haute activité
- 2150, opérations de fermeture définitives

Les Entretiens Européens 2015

Pour une industrie européenne des déchets nucléaires : un enjeu de sûreté

Huit pays d'Europe ont échangé leurs expériences avec le Canada à l'initiative d'ASCPE le 15 octobre 2015, avec le soutien et la participation de la Commission européenne.

Ces échanges nous ont permis de comprendre que si la gestion des déchets nucléaires relève d'abord de la responsabilité de l'exploitant, et de l'Etat en dernier ressort, elle est une dimension de la **sûreté nucléaire** comme un « bien public européen », relevant de l'intérêt général, et donc d'une responsabilité qui doit être partagée avec les citoyens et les acteurs.

Retrouvez les actes dans Les Cahiers des Entretiens Européens - Disponibles à ASCPE et sur le site www.entretiens-europeens.org



Compétences nucléaires

Vers un label européen pour la mobilité

L'industrie nucléaire mondiale est dans une phase passionnante de sa renaissance, créant des opportunités de carrières tant pour les individus hautement qualifiés que pour ceux qui cherchent à entrer dans le secteur avec le développement de formations et la possibilité d'acquérir des qualifications.

Le Royaume-Uni a un programme nucléaire bien établi avec succès depuis plus de 60 ans, qui a conduit au développement d'une main-d'œuvre nucléaire hautement qualifiée et compétente. En dépit de cette base forte, le Royaume-Uni est toujours confronté à des défis de compétences, en raison d'une variété de facteurs : une main-d'œuvre vieillissante et la perte d'expertise liée à la retraite; les évolutions du programme nucléaire, conduisant à de nouveaux besoins et une diversité de compétences; l'image du secteur, et le manque de main-d'œuvre transférable et mobile.

Relever le défi des besoins en compétences

À l'échelle mondiale, avec plus de 440 réacteurs en fonctionnement dans 31 pays, plus de 60 réacteurs en construction, 254 réacteurs de recherche et 180 réacteurs nucléaires équipant quelque 140 navires et sous-marins, l'enjeu des compétences

nucléaires est clairement très important, présentant des défis et des opportunités.

Les employeurs britanniques travaillent collectivement pour identifier les défis en matière de compétences et mettre en œuvre des solutions pour les relever, une recherche dirigée et financée par l'Académie nationale des compétences pour la sûreté nucléaire et de la fabrication nucléaire, NSAN. Les questions de mobilité et la transférabilité des compétences sont un enjeu prioritaire pour pouvoir répondre aux besoins futurs en main-d'œuvre pour l'industrie nucléaire.

NS4P : un cadre commun au RU

Pour développer un Cadre commun de compétences, NSAN a réuni des groupes de travail pour chaque domaine de la filière, de l'ingénierie de conception à la gestion des déchets nucléaires. Pour faciliter l'évaluation, la reconnaissance et la démonstration de l'atteinte des compétences convenues il a été décidé qu'une plate-forme accessible à l'échelle nationale était nécessaire, ce qui a été mis au point en tant que NS4P.



Celui-ci est également disponible à l'échelle internationale avec le programme « Skill Assured »



Vers une coordination en Europe

Le projet européen, ANNETTE, cherche à coordonner les actions et les groupes d'éducation et de formation. Il comprend 25 partenaires et 8 modules de travail. NSAN est un partenaire de travail sur « Advance Networking » pour l'éducation nucléaire et le transfert d'expertise.

L'objectif principal de ce module de travail est de faciliter le transfert transfrontalier d'expertise en application de l'ECVET (système européen de crédits pour l'éducation et la formation professionnelle) et de ses composantes techniques. La plate-forme « Skill Assured » est pilotée comme un véhicule pour faciliter ce processus.

Le projet ANNETTE sera inestimable pour vérifier la réalité de la mobilité et identifier les obstacles et les défis à surmonter pour faciliter une mise en œuvre réussie dans toute l'Europe.

Jean LLEWELLYN OBE

Directrice générale de NSAN,
National Skills Academy for Nuclear

Coopérer dans la recherche et développement

pour innover sur l'aval du cycle du combustible nucléaire

Les enjeux de la recherche et de l'innovation dans le domaine du cycle du combustible nucléaire sont nombreux. A côté de l'amélioration continue des technologies déjà mises en œuvre, en particulier pour traiter les combustibles après leur utilisation en réacteur et pour gérer durablement les déchets, il existe des axes d'innovation plus prospectifs, visant à développer des options de gestion plus avancées.

Aujourd'hui, au-delà d'une meilleure utilisation du potentiel énergétique de l'uranium naturel grâce à un recyclage du plutonium, un des grands enjeux de la recherche et développement (R&D) est de réduire encore le volume et la radiotoxicité des déchets. Pour cela, l'idée est d'extraire puis de transmuter certains éléments (les actinides mineurs comme l'américium) contenus en très faible quantité dans les déchets, mais qui constituent les principaux contributeurs à leur dégagement thermique et à leur nocivité potentielle sur le long terme. Cet objectif ouvre un large champ de recherches et de coopérations, depuis la mise en œuvre de procédés de séparation, jusqu'aux démonstrations de transmutation en réacteurs. Des programmes

de recherche d'envergure sont ainsi menés un peu partout dans le monde et en particulier en Europe, qui occupe une position de leader dans ce domaine, avec des programmes successifs menés avec succès depuis les années 80 et dont le projet européen SACSESS est un exemple emblématique. Ces projets trouvent leur prolongement dans le cadre de la plateforme SNETP¹, autour des projets Astrid et Myrrha, qui visent notamment à démontrer les capacités de transmutations des réacteurs à neutrons rapides.

Une solution de référence par les déchets

L'autre grand enjeu de la coopération concerne la gestion des déchets ultimes. Celle-ci relève de la responsabilité de chaque pays, mais représente un enjeu dont l'importance est partagée par tous et pour lequel les échanges constituent un outil essentiel de progrès. En particulier, pour les déchets de haute activité à vie longue, tous convergent sur le fait que le stockage géologique est la solution de référence pour garantir la sûreté à long terme. La nature des déchets (qui varie par exemple selon que le pays retraite ou non ses combustibles

usés), leur mode de traitement et le contexte géologique sont autant de facteurs qui vont influencer le mode de stockage. Des collaborations bilatérales existent entre tous les pays et en particulier entre la France, la Suède et la Finlande, qui sont les plus avancés dans ce domaine en ayant déjà mis en place des laboratoires souterrains de recherche.

Des coopérations internationales

La coopération s'opère également dans les instances internationales : l'AEN s'intéresse plutôt à des sujets prospectifs tandis que l'AIEA couvre des domaines plus techniques et normatifs. La Commission européenne intervient quant à elle sur un volet législatif, avec l'adoption en juillet 2011 de la directive européenne sur la gestion des déchets radioactifs, et un volet R&D, en soutenant financièrement des projets de recherche, en particulier dans le cadre de la plate-forme IGD-TP².



François GAUCHÉ

Directeur de la Direction
Énergie nucléaire CEA

¹ Sustainable Nuclear Energy Technology Platform / plateforme technologique européenne pour l'énergie nucléaire durable

² Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste Technology Platform

Vers de nouveaux réacteurs plus flexibles : un avenir pour les S.M.R ?



Dans le contexte de la transition énergétique, les exigences du marché redonnent aux réacteurs nucléaires modulaires de faible puissance (SMR) un regain d'intérêt. Vont-ils trouver leur place

dans une énergie décarbonée et décentralisée ? Philippe Pradel, vice-président d'ENGIE NUCLEAR DEVELOPMENT, nous parle de la genèse des SMR et de leur possible avenir.

Depuis les années 70, le développement industriel des réacteurs nucléaires (1100 MWe et 1500 MWe avec la troisième génération) s'est accompagné de recherches pour construire des réacteurs de faible ou moyenne puissance (50-300 MWe) visant des applications particulières : sites isolés, réseaux électriques de taille moyenne non connectés aux voisins ; cogénération pour usage des énergies fatales via des réseaux de chaleur ; amorçage progressif d'un programme électronucléaire pour un pays nouvel entrant.



Force est de constater que, malgré des études de marché et de design souvent prometteuses, ces réacteurs n'ont pas trouvé acquéreurs jusqu'à maintenant, et ce pour des raisons essentiellement économiques (coûts d'installation, décentralisation et formation) mais aussi de localisation et de délais de mise en œuvre.

Un regain d'intérêt

Depuis quelques années, principalement à l'initiative du DOE aux USA, un regain d'intérêt pour les SMR s'est manifesté, tenant compte des évolutions majeures en cours tant du paysage énergétique que de la technologie nucléaire.

Sur le plan énergétique, on peut retenir quatre raisons : la nécessaire réduction de l'usage des combustibles fossiles ; la décentralisation des moyens de production d'électricité (EnR, réseaux intelligents, stockage de

l'énergie) ; le besoin d'agilité et de flexibilité de la part des opérateurs, et le problème du financement des investissements de long terme.

Sur le plan technologique, deux grandes évolutions permettent de repositionner la compétitivité et l'attractivité des SMR : 1. d'abord le recours possible pour les faibles puissances au concept de sûreté passive qui, tout en satisfaisant les exigences croissantes de sûreté, permet d'envisager des simplifications du design ; 2. l'émergence des capacités de constructions modulaires en usine qui doit permettre de réduire d'une part les coûts globaux et d'autre part le délai de construction sur site. Avec le concept « plug and play », la centrale est entièrement construite en usine, transportée et connectée au réseau, le seul chantier local consistant alors à s'assurer de la connexion au réseau électrique.

Parmi les nombreux concepts de SMR à l'étude aux USA, en Russie, en Chine, en Corée du Sud, au Japon et aussi en France, deux modèles émergent : les SMR terrestres et les SMR transportables.

- Les SMR terrestres visent une modularité de la chaudière nucléaire et doivent ensuite être installés sur un site spécifique comprenant du génie civil et qui accueille en plus auxiliaires nucléaires, groupe turbo alternateur, connexions au réseau...
- Les SMR transportables, totalement découplés du site d'implantation, permettant agilité, flexibilité et réversibilité tout en réduisant au plus court le délai global d'acquisition pour un nouvel entrant : un concept sur barge (50 MWe) proposé par la Russie dont un premier exemplaire est en cours de finalisation.



Un concept immergé est étudié en France (offshore ou onshore) mais pouvant supporter une puissance plus importante (160 MWe)

Une industrialisation de ces modèles nécessitera - outre la preuve de leur compétitivité et leur acceptabilité publique - un cadre réglementaire pour le transport de réacteurs, sur lequel travaille l'AIEA.

Les solutions s'approchant du plug and play, de conception totalement indépendante du site d'installation paraissent aujourd'hui, si elles sont confirmées, les plus aptes à répondre pleinement à ces exigences et à contribuer ainsi à une transition énergétique réaliste.

Philippe PRADEL

ASTRID, une option pour la quatrième génération



Dans le cadre de la loi du 28 juin 2006, le CEA a proposé à l'Etat un projet de démonstrateur technologique de réacteur de quatrième génération baptisé ASTRID, actuellement en phase d'étude.

L'ambition d'ASTRID n'est pas de commercialiser le réacteur, mais de l'utiliser comme un « démonstrateur technologique ». Son exploitation sera accompagnée d'une série d'expériences dans le but de faire progresser la technologie du RNR Sodium, et de prouver aux industriels la rentabilité de l'exploitation commerciale des futurs réacteurs de 4ème génération qui utiliseront cette technologie.

ASTRID se veut en « rupture technologique » par rapport à ses prédécesseurs - Phénix et Superphénix - et répond à de fortes exigences en termes de sécurité. Dans ce cadre ont été développés un « cœur à sûreté améliorée » (CFV) et un « cœur à faible vidange » (CFV). Un autre enjeu d'innovation majeur actuellement à l'étude est le développement d'une technique permettant la visualisation sous sodium, dans le but d'améliorer la surveillance du site.

Toutes les options techniques n'ont pas encore été décidées et des études d'ingénierie sont en cours, financées par les partenaires du CEA que sont les entreprises Airbus Safran Launchers, Alcen, Areva NP, Bouygues, CNIM, EDF, General Electric, JAEA, MHI et MFBR, NOX, Onet technologies, Rolls-Royce, TOSHIBA, Velan et Technetics. Ceux-ci ont participé au financement du projet à hauteur de 130 millions d'euros. 650 millions ont également été dégagés dans le cadre du Grand emprunt national de 2010.

Construire un cadre de long terme pour valoriser et financer les projets

Questions pour le débat

Pour répondre aux besoins d'une croissance équilibrée et lutter contre le changement climatique, on aura besoin de toutes les sources décarbonées. Le nucléaire est un allié pour ces objectifs, mais les nouveaux investissements dans le nucléaire ont besoin de choix politiques et d'un cadre de régulation stables et clairs.



Quelle sera la part du nucléaire dans le mix européen ? Le gouvernement britannique a validé la construction de deux réacteurs EPR à Hinkley Point, au sud-ouest de l'Angleterre. Quel signal ce choix envoie-t-il à l'Europe ? Une nouvelle tendance énergétique européenne serait-elle en train d'émerger ? Comment l'UE va-t-elle y faire face et adapter son marché intérieur permettant un traitement sans discrimination du nucléaire ?

La Commission a proposé « un programme indicatif » en avril dernier, axé sur les investissements liés aux améliorations de la sûreté post-Fukushima et sur la sûreté d'exploitation des installations existantes. **Comment va-t-elle favoriser l'investissement dans de nouveaux projets de centrales ?**

Les centrales sont très capitalistiques, mais le cadre de marché n'est pas adapté au long terme : peut-on imaginer une industrie comme celle du nucléaire - qui n'est pas une marchandise comme les autres - sans incitations et garanties publiques ? Faudra-t-il des offres de financement spécifiques (type BEI) ?

Comment bâtir un marché de contrats de long terme parallèle au marché spot, et au marché de capacités ?

Les projets cherchent leurs financements et combinent partenariat d'investisseurs directs et emprunts, avec une contribution du vendeur en capital au financement du projet, comme dans le cas de Hinkley Point, avec l'entrée dans le capital de fonds souverains chinois. En Finlande, Rosatom entrera au capital de Fennovoima à hauteur de 34 %, et va plus loin en proposant son modèle BOOT (Build - Own - Operate - Transfer) où l'ensemble des risques liés à la construction, au démarrage et au début d'exploitation est assumé par le vendeur, contre rétribution garantie par un prix fixe du kWh vendu. De son côté, le Japon relance l'énergie nucléaire, nécessaire à son développement, et s'engage à l'export pour dynamiser son industrie. **Quelles sont les coopérations que nous pourrions nouer avec ces pays ?**

Aujourd'hui, le financement de la R&D passe par des partenariats entre pays partageant les mêmes objectifs et entre acteurs publics et privés. L'Europe est innovante avec les initiatives de la Commission sur la plateforme SNETP et des initiatives sont prises aussi pour réinventer les modes de fonctionnement au travers de nouveaux business-models de R&D coopérative et mutualisée. Peut-on s'en inspirer pour la construction de centrales et **imaginer des coopérations renforcées - ou à géométrie variable - pour proposer et financer de nouveaux projets ? A quelle échelle ?**

Ces questions seront au cœur des débats des **Entretiens Européens**, organisés le 20 octobre 2016 à Bruxelles par ASCPE, en partenariat avec la DG Energie de la Commission européenne, FORATOM, et de nombreux acteurs industriels et territoriaux, d'Europe et du monde.

Claude FISCHER

Les Entretiens Européens

20 OCTOBRE 2016 - BRUXELLES

3 tables rondes

- La valorisation des projets en fonction de l'objectif du renouvellement du parc : conditions à réaliser pour la rentabilité et le financement des investissements.
- L'investissement dans le capital humain et la recherche et l'innovation, pour le nucléaire du futur.
- La réforme des marchés de l'électricité et du carbone, nécessaire à la mobilisation des investisseurs sur le long terme.

Des auditions

- L'énergie nucléaire pour le climat et la croissance.
- Comment font les Russes ? Les Japonais ?

Conclusions

- Gerassimos Thomas, directeur adjoint de la DG Energie de la Commission européenne

Pour s'inscrire : contact@entretiens-europeens.org - ASCPE : 01 43 21 96 76

ASCPE et le nucléaire LES ENTRETIENS EUROPEENS en 2015 et 2016

- 10 juin 2016 à Bruxelles : **Tour de table sur le PINC** (Programme indicatif nucléaire)
- 18 février 2016 à Paris avec Confrontations Europe : **Les enseignements de la COP 21 et les perspectives d'action pour le climat**
- 3 décembre 2015 à Paris avec la SFEN et Sauvons le Climat dans le cadre de la COP21 : **Conférence avec James HANSEN, physicien nucléaire à la NASA : Projection-débat autour du film « Pandora's Promise » avec Robert STONE**
- 4 novembre 2015 à Paris avec Confrontations Europe : **La réforme du marché de l'électricité**
- 15 octobre 2015 à Bruxelles, Les Entretiens Européens : **L'appropriation sociétale de la gestion des déchets nucléaires en Europe, un enjeu de sûreté**
- 10 septembre à Paris : **Le financement du nucléaire et de l'efficacité énergétique**
- 24 juin 2015 à Paris avec Confrontations Europe : **COP21 : la contribution du secteur énergétique**
- 2 juin 2015 à Paris avec le GIEC : **l'état des négociations à la veille de la COP 21**
- 29 avril 2015 à Bruxelles en partenariat avec FORATOM : **La contribution du nucléaire à l'Union de l'énergie : sécurité, durabilité et compétitivité**
- 29 janvier 2015 à Paris avec Confrontations Europe : **La transformation des systèmes énergétiques pour limiter le changement climatique**

Articles, interventions de Claude Fischer

- **Le nucléaire, un allié pour le climat** - 29 février 2015
- **Evaluation de l'Union de l'énergie, sa cohérence avec l'objectif climat** - Université d'été de Sauvons le Climat, Paris - le 26 septembre 2015
- **L'Union de l'énergie, une nouvelle CECA pour l'Europe ?** - Le Touquet, le 15 juin 2015
- **Faut-il construire un marché du démantèlement en Europe ?** ENEF - Prague, le 26 mai 2015
- **La représentation de l'Union européenne sur la scène internationale : vers une Union de l'énergie ? Les avantages pour les opérateurs sur un marché consolidé** - ENA, le 8 avril 2015
- **Le nucléaire et l'alliance franco-britannique** - SFEN, le 5 mars 2015

Publications

- **LA LETTRE DES ENTRETIENS EUROPEENS : « Spécial nucléaire »** - Versions française et anglaise - Juin 2015 et octobre 2015
- **LES CAHIERS DES ENTRETIENS EUROPEENS : L'appropriation de la gestion des déchets nucléaires, un enjeu de sûreté** - Versions française et anglaise - Les Actes des Entretiens Européens du 15 octobre 2015
- **La réponse d'ASCPE et CONFRONTATIONS EUROPE à la consultation relative au nouveau modèle de marché de l'électricité** - 6 octobre 2015

Textes, compte-rendu et slides disponibles
www.entretiens.europeens.org

Directrice de publication : **Claude Fischer-Herzog**

Conception : **Christophe Le Nours** 

Avec le soutien de 

Publié par **ASCPE**

4 rue Froidevaux, 75014 Paris.

Tél. : 00 33 (0)1 43 21 96 76