Le renouveau du nucléaire en France : les enjeux

Colloque organisé par la Sfen – GR Provence - https://provence.sfen-regions.org - Vendredi 24 novembre 2023
Notes prises par Jean-François SAUVAGE (Sfen GR RAL) et complétées par Patrick MICHAILLE.
Ce colloque a rassemblé plus de 300 participants, en majorité des actifs ; à noter la présence (partielle) de deux députés des Bouches-du-Rhône : Anne-Laurence PETEL et Jean-Marc ZULESI.

Reprendre en main notre destin énergétique

Guillaume BOUYT, Sous-directeur de l'industrie nucléaire à la Direction Générale de l'Energie et du Climat

Un programme nucléaire important, tel qu'il a été défini par le Président de la République à Belfort en février 2020, ne suffit pas pour atteindre les objectifs relatifs à la neutralité carbone en 2050 (+ 35 % de production électrique décarbonée, soit un passage de 475 TWh en 2019 à 645 TWh en 2050) : il faut aussi un développement très ambitieux des ENR (autant voire plus que les pays européens les plus volontaires en la matière). G. BOUYT confirme que la construction de 14 réacteurs EPR2 d'ici 2050 est le maximum que l'industrie française serait en mesure de produire, mais ne permettra pas de dépasser, à cet horizon, 50% d'électricité d'origine nucléaire.
La « stratégie française pour l'énergie et le climat » a été publiée le 22 novembre par le Gouvernement, pour un débat en ligne (https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/ files/23242_Strategie-energie-climat_def2_0.pdf) ; ce document et ses commentaires serviront de base au projet de loi sur la production d'énergie qui devrait être discuté au Parlement au 1er semestre 2024.
Afin de superviser le programme EPR2, une délégation interministérielle, dirigée par Joël BARRE, ex DGA) a été créée il y a quelques mois et a commencé une revue de maturité du projet (audit par les pouvoirs publics sur le tissu industriel, notamment les fournisseurs et sous-traitants les plus critiques).
Le gouvernement finalise les orientations en matière énergétique et prépare un projet de loi, à partir duquel la PPE (Programmation pluriannuelle de l'énergie) et la SNBC (Stratégie nationale bas-carbone) seront mises à jour.
Un projet de loi sur l'organisation de la sûreté nucléaire est également en cours de finalisation (voir exposé suivant).
G. BOUYT décrit dans une 2ème partie le Soutien public à l'industrie nucléaire :
• Recherche sur le multi-recyclage du combustible en réacteurs à eau pressurisée (MRREP) : 19 M€ (voir la présentation de C. Evans et sa conférence https://provence.sfen-regions.org/evenement/multi-recyclage-du-plutonium-en-rep/) ;
• Déploiement de plates-formes d'expérimentation et d'outils de recherche performants et rénovés en soutien à l'innovation du CEA et de l'IRSN (48 M€) ;
• Projets « Usine du futur », intégré dans l'Appel à Projets (AAP) « Modernisation » (55 M€) ;
• Développement de solutions innovantes pour la gestion des matières et déchets radioactifs, dont des alternatives au stockage géologique profond (72 M€) ;
• Soutien de l'avant-projet sommaire (APS) du Small modular reactor (SMR) Nuward (50 M€) ; voir infra présentation de Renaud CRASSOUS, et https://provence.sfen-regions.org/evenement/les-smrs-le-projet-nuward/
• Soutien du projet « Technocentre » permettant la valorisation des métaux très faiblement radioactifs issus du démantèlement (20 M€) ; (voir https://provence.sfen-regions.org/evenement/valorisation-des-metaux-tfa-issus-du-demantelement-des-installations-nucleaires/).

Le CEA a un rôle clef dans le programme d'Appel à projets (AAP) « réacteurs nucléaires innovants » :
• il apporte un soutien technique et scientifique (financé par l'Etat) aux lauréats qui l'ont demandé ;
• il anime l'Agence de programme pour le nucléaire innovant (APNI) chargée de l'animation de l'écosystème scientifique et industriel et de l'accompagnement des candidats dans l'élaboration des dossiers avec Bpifrance et les opérateurs de R&D.
Dans le cadre du 1er AAP, 15 candidatures ont été reçues et 2 premiers projets ont été désignés lauréats (Naarea, réacteur à sels fondus ; Newcleo, réacteur à caloporteur plomb).
https://www.sfen.org/rgn/reacteurs-innovants-nouveaux-acteurs-nouvelles-technologies-episode-1-naarea/
https://www.sfen.org/rgn/reacteurs-innovants-nouveaux-acteurs-nouvelles-technologies-episode-3-newcleo/)

G. BOUYT conclut en soulignant l'enjeu crucial des compétences (voir la présentation de A. GAUVIN) et salue la Sfen dans son rôle pour renforcer l'attractivité du secteur. Aux questions posées sur le manque d'électricité en 2050, G. BOUYT rappelle que le scénario N03 de RTE prévoit un fonctionnement des réacteurs au-delà de 60 ans, et qu'il faudra pousser les curseurs sur le nucléaire de façon significative pour rendre crédible le scénario de développement des énergies éolien-solaire, qui vise des rythmes de construction bien au-delà de ceux réalisés jusqu'à présent dans les pays européens.

Les grands enjeux de sûreté nucléaire vus par l'ASN

Bernard DOROSZCZUK, Président de l'Autorité de Sûreté Nucléaire française

L'exposé porte sur les enjeux 1) des questions de sûreté à court, moyen, et long terme ; 2) industriels, et de la capacité-à-faire de la filière ; 3) de confiance dans le renouveau du nucléaire.

La nécessaire anticipation des questions de sûreté impose la sécurisation des INB actuelles : l'après 50 ans des REP – il existe des doutes pour 9 d'entre eux, en plus des doutes sur la corrosion sous contrainte ; grand carénage sur l'ensemble des paliers ; rénovation des usines de retraitement de La Hague ; éviter la saturation des entreposages des matières radioactives (combustibles usés, matières plutonifères).

La sûreté nucléaire doit être intégrée dans les choix de politique énergétique (y compris les conséquences des dérèglements climatiques, dans les conditions d'exploitation du parc actuel et futur) au-delà de 2040, puis au-delà de 2050 quand les réacteurs actuels seront arrêtés.
L'après 2050 doit d'ores et déjà être anticipé. « La poursuite de fonctionnement des réacteurs actuels ne doit pas être la variable d'ajustement de la politique énergétique ». Le choix de poursuivre – ou pas – le retraitement devra être largement anticipé.

Capacité-à-faire de la filière : Il y a un effort exceptionnel à faire en matière de compétences, mais pas seulement en management de projet : en exploitation de réacteurs et d'usines de traitement de combustibles et de déchets. Nous allons de plus passer d'un système simple de 3x1 (un exploitant, un type de réacteur, un seul usage : la production d'électricité) à une situation beaucoup plus complexe, y/c la structure de recherche. L'effort portera sur au moins deux générations d'étudiants.
Les difficultés rencontrées dans la construction des nouveaux réacteurs proviennent d'un manque de rigueur professionnelle et d'expérience dans la gestion de projets complexes, pour atteindre le « bien du premier coup ». L'ASN a renforcé les contrôles auprès des fournisseurs, et la vérification des contrôles réalisés par le maître d'ouvrage.
Il faut aussi faire attention aux exigences qui sont rajoutées par l'exploitant, les concepteurs, … au-delà des objectifs de sûreté énoncés par l'ASN. À l'autre bout, les sous-traitants méconnaissent parfois les enjeux de sûreté ; la surveillance est effectuée par des personnes qui ne connaissent pas les gestes techniques. La filière doit empêcher les fraudes et l'acceptation de malfaçons en jouant sur la prévention, la détection et le traitement des cas identifiés.

La confiance de la population dans le renouveau du nucléaire pour atteindre les objectifs climatiques doit être cultivée : les exploitants doivent assurer la sûreté, et le système de contrôle doit y contribuer. La culture de sûreté doit être cultivée d'un bout à l'autre de la chaîne de réalisation : démarche prudente et interrogative, partager le retour d'expérience avec les fournisseurs.
Malgré les efforts faits en matière d'information et de transparence, le public s'estime encore insuffisamment informé : il faut poursuivre la pédagogie sur les risques, et la conduite à tenir en cas d'accident.
Il faut bien être conscient qu'un événement grave où que ce soit dans le monde remettrait en cause le renouveau.

En réponse aux questions, le Président rappelle que l'ASN fixe les objectifs, et que c'est à l'exploitant de définir les moyens (par exemple : nombre de sous-traitants en cascade, utilisation de la norme ISO 19443). Par contre, l'ASN contrôle désormais la chaîne des sous-traitants, et identifie les efforts à faire. De même qu'il faut faire « bien du premier coup », il faut « surveiller bien au premier niveau et au bon moment ».

Sur la fusion ASN – IRSN, le Président de l'ASN rappelle qu'il n'y a pas de règle internationale, que le volume de travail à venir est colossal et sans commune mesure avec le passé (expertise, contrôles, décisions). Il faut s'adapter au volume du travail à venir, améliorer l'efficacité et aussi l'attractivité de l'Autorité de Sûreté ; pour ce faire, « resserrer les liens a du sens ». C'est de la responsabilité du gouvernement et du parlement.

Assurer la poursuite du fonctionnement du parc existant

Antoine VASSALLO, EDF, Directeur de la Division Ingénierie du Parc Nucléaire et de l'Environnement

Les quatrièmes visites décennales (VD4) du palier 900 MWé se déroulent en trois lots : un premier à date, un second quatre années plus tard et un troisième encore deux années après (sauf pour les dernières tranches – 2026-2027 – où les deux derniers lots seront simultanés). EDF les réalise conformément au planning (12 ont déjà été réalisées et le premier lot B se termine sur Tricastin 1). C'est six fois le volume de travaux réalisés pour les mises à niveau de VD3 : en effet, il s'agit de tendre vers les standards de 3ème génération, et de mettre en place le « noyau dur » prescrit après l'accident de Fukushima.

En parallèle, il y a la préparation des VD4 des paliers 1300 MWé et N4, l'engagement de la préparation des VD5 900 MWé (à/c 2029) et les premières discussions avec l'ASN sur la prolongation du fonctionnement au-delà de 60 ans (une feuille de route stratégique a été remise en septembre 2023, pour un avis de l'ASN attendu en 2026). En effet, les VD6 des tranches 900 MWé (2039) et 1300 MWé (2046) arriveront avant la date fatidique de 2050. A cette date, le parc nucléaire serait de 40 GW, dont les 2/3 issus des nouveaux réacteurs.

Pour atteindre l'objectif gouvernemental de 55 % d'électricité dans le mix énergétique en 2050, et la moitié d'électricité d'origine nucléaire, il faudra prolonger certaines tranches actuelles **au-delà de 60 ans** d'une quinzaine d'années supplémentaires (l'EPR1 de Flamanville et les 14 EPR2 demandés par le Gouvernement ne suffiront pas). Dans le dossier à présenter à l'ASN, les éléments suivants seront pris en compte : maîtrise du vieillissement des systèmes, structures et composants, dont la corrosion sous contrainte ; adaptation au changement climatique (ressource en eau, comment faire du froid dans les bâtiments) ; prendre en compte les enseignements du séisme du Teil.

Pour la maîtrise du vieillissement, la stratégie d'EDF se décline comme suit : 1) faire un point de la situation actuelle ; 2) proposer des solutions pour repousser la durée de vie ; 3) regarder ce qu'il s'est fait à l'étranger.

EDF travaille également à l'augmentation de puissance de ses tranches, notamment par l'amélioration du rendement au secondaire (via un changement de rotors, qui permet de gagner 35-40 MWé par tranche) et également par un changement de fonctionnement au primaire (mais cela est à mettre en balance avec le vieillissement). Pour les MOX 900, les cycles seront allongés à 16 mois.

En conclusion :
- Les VD permettent de se réinterroger sur l'impact sur les populations en cas d'accident grave : La France possède les réacteurs 900 MWé les plus « évolués » au monde.
- Le travail à faire pour passer les 40 ans avait été sous-estimé. La DIPDE voit ses effectifs passer de 1700 personnes à 2500 en 2035. Le nombre d'heures de montages sur site devrait doubler à la fin de la décennie par rapport à aujourd'hui (actuellement : 12 millions d'heures / an).

Le déploiement de la famille des EPR

Jean-Severin BURESI, EDF, Directeur de la performance EPR2, Direction Ingénierie et Projets Nouveau Nucléaire

Pour réussir le programme EPR2, il faut un cadre favorisant, et le moins contraignant possible – dans le respect des contraintes de sûreté. Le programme comprend la construction de 3 paires de réacteurs (le Conseil de Politique Nucléaire a acté Gravelines et Bugey comme prochains sites à équiper après Penly), et des études concernant 8 réacteurs supplémentaires.
Le nouveau cadre qui se met en place comporte : la création d'une Direction Interministérielle au Nouveau Nucléaire (DINN) ; la loi « Accélération du nucléaire » du 26 juin 2023. La nouvelle Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) 2023-2028 est attendue prochainement. La Délégation interministérielle a commencé ses audits qui sont une des conditions de réussite par la suite.

L'EPR2 est une version optimisée et industrialisée de l'EPR, qui doit répondre aux exigences de variation du réseau (manœuvrabilité) du fait de l'importance prévue des modes de production intermittente, ainsi qu'aux exigences du changement climatique à l'horizon 2100. La durée de vie de 60 ans impose que les composants pourront être remplacés, à commencer par ceux du contrôle-commande (garantie d'au moins 30 ans).

Le choix des sites suivants (4 paires d'EPR2 sur des sites EDF existants) dépendra des caractéristiques des sols (poids des bâtiments significativement supérieurs à ceux des paliers précédents, séismes), de la source froide (évaluation des étiages et températures futurs des fleuves compte tenu du réchauffement climatique), de la sensibilité environnementale et de la mobilisation des territoires pour accueillir ces nouvelles installations. La gestion du combustible et des déchets s'inscrit dans la politique de gestion du parc. La conception des locaux prend en compte le retour d'exploitation du parc et des EPR en service (accessibilité et remplaçabilité des matériels).

L'EPR2 est conçu pour 7 baisses journalières de 100% à 25% Pn, jusqu'à 65% d'avancement dans le cycle d'usure du combustible. L'aménagement du site devra faire face aux conditions climatiques de 2100 : niveau marin le plus haut, niveau d'étiage fluvial le plus bas, températures chaudes (air et eau), selon les résultats du projet ADAPT. L'implantation d'un bâtiment de production de froid est à l'étude.

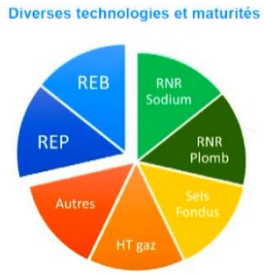
En plus de la simplification et la standardisation des équipements, on renforce la préfabrication en usine, on associe les entreprises dès la conception. Les organisations ont été adaptées (petite équipe EDF de maîtrise d'ouvrage, incluant l'exploitant). La conception est entièrement digitalisée.

Le choix des sites suivants se fera en fonction du foncier, des capacités de la source froide, des caractéristiques des sols et du niveau sismique, et de la capacité de raccordement au réseau 400 kV.

À Penly, les travaux préparatoires (hors ilot nucléaire) débuteront à l'été 2024. Les dates prévisionnelles de coulage du 1er béton de l'îlot nucléaire sont, respectivement pour Penly / Gravelines / Bugey : 2027 / 2031 / 2035, pour la mise en service : 2035-2037 / 2038-2039 / 2042-2043.
Le besoin de recrutement sera de 10-15.000 embauches / an sur 10 ans, sachant que pour les 3 paires d'EPR2, il faudra 30.000 personnes pour la construction et 10.000 pour l'exploitation.
Le débat public pour Penly a réuni 79 cahiers d'acteurs. 55% des participants se sont montré favorables au niveau national, 95% au niveau local.

Une nouvelle ambition : le déploiement des SMR

Renaud CRASSOUS, Directeur de la société NUWARD, EDF Group,



Il y a actuellement plus de 80 projets de SMR dans le monde, pour moitié REL, pour moitié réacteurs « avancés » (Génération IV et autres), dans différentes gammes de puissance (5 – 15 MW, 20 – 200 MW, 200 - 500 MW). Pour les petits réacteurs, les clients sont les militaires et les communautés isolées, et les industriels pour les petits réacteurs en conteneurs. Pour les moyennes puissances : les industriels, y compris la production d'hydrogène. Avec la guerre en Ukraine, les industriels ont exprimé leurs besoins diversifiés, et pas seulement en électricité : cogénération (production de chaleur), désalinisation, production d'hydrogène, capture et valorisation du CO2.

Depuis 2020, c'est le marché qui devient le pilote des projets : ce ne sont plus des « jouets de technologues ». On a basculé d'un modèle « technology push » à une situation « demand pull ».

Le marché européen commence à se réveiller, pour répondre aux besoins de décarbonation : Estonie, Finlande, Suède, Tchéquie, Slovaquie, Bulgarie, Roumanie, Italie, Belgique.

Les caractéristiques visées en général (et en particulier pour NUWARD) sont la simplicité de la conception, la modularité (diminution de la durée de fabrication en usine, et des risques de chantier à la construction), la standardisation, l'effet de série (pour amortir l'investissement), et l'apprentissage rapide.

Les principaux challenges résident dans le développement de la technologie (plus ou moins d'innovations), la construction d'une tête de série sur un site existant, la capacité à lancer une série : la vision d'une série de réacteurs à construire sera indispensable avant la construction du premier réacteur.

Nuward prolonge le réacteur I-54, avec un design modulaire et du combustible classique. Il inclut la sureté passive (les enceintes sont noyées dans une piscine, ce qui diffère de 3 jours la nécessité d'une intervention humaine après un accident grave), et l'intégration dans l'environnement.

Nuward rassemble tous les grands acteurs nucléaires en France : EDF, CEA, TechnicAtome, Naval Group, Framatome et Tractebel.

Pour être prêts à couler le premier béton nucléaire en 2030, il faut déposer la demande de décret et le rapport de sûreté en 2027, et avoir réalisé auparavant les essais et les qualifications nécessaires.
La revue de sûreté conjointe avec trois autorités de sûreté (française, finlandaise, tchèque) va être poursuivie avec en plus les autorités suédoises, polonaises et néerlandaises.
La tête de série (démonstrateur) sera construite sur une INB existante, pour ne pas perdre de temps ; mais, par la suite, il faudra ouvrir de nouvelles INB sur les sites des clients. Si des réacteurs NUWARD autres que la tête de série (démonstrateur) sont construits en France, ce sera certainement sur des sites aujourd'hui non nucléarisés (sites des clients qui les achèteront).

Il y a une séparation bien claire entre les réacteurs construits pour les navires de la défense et les réacteurs civils Nuward, pour des raisons économiques, et de protection des connaissances.

Les enjeux du cycle du combustible

Cécile EVANS, ORANO, Directrice du Marketing et du Développement Stratégique des activités aval du cycle

Le cycle du combustible nucléaire en France intègre des combustibles à l'uranium enrichi, naturel (UNE) ou de retraitement (URE), et du combustible MOx (oxyde mixte U-Pu). A la fin 2022, ont déjà été chargés 100.000 assemblages combustibles dont 5900 MOx et 1300 URE, et 30.800 tonnes de métaux lourds provenant des UNE ont été traités à La Hague.
24 REP-900 sont actuellement autorisés à charger du MOx, et les premiers chargements de REP-1300 est prévu à l'horizon 2030. 4 REP-900 sont autorisés à charger de l'URE ; l'ambition d'EDF étant de résorber son inventaire dans les REP-1300 d'ici 2050. Le retraitement permet une économie d'uranium naturel de 20-25 % ; une réduction par 4 du nombre de combustibles usés à entreposer ; un meilleur confinement, une réduction de la radiotoxicité, une réduction du volume des déchets à stocker à CIGEO.
On anticipe une augmentation du niveau d'enrichissement au-dessus de 5% pour allonger les cycles d'irradiation et augmenter la puissance.
Les petits réacteurs prévoient d'utiliser, outre les combustibles oxydes avec gaine qui sont la norme aujourd'hui, des structures plus diversifiées (TRISO, métalliques, liquides) avec des enrichissements LEU (< 5% d'U5), LEU^{+} (5 à 10% d'U5) et HALEU (10-20% d'U5), ainsi que des oxydes mixtes U-Pu, voire incluant des actinides mineurs.

(TRISO : *Tri-Structural Isotropic*, formé de 3 couches isotropes : deux de pyrocarbone enserrant une couche de SiC, autour d'un noyau d'oxyde d'uranium ; LEU : *low enriched uranium* ; HALEU : *high-assay low enriched uranium* : de grade élevé dans la catégorie 'faible' enrichissement, càd < 20 % U5).

ORANO approvisionne annuellement 7500 t d'uranium naturel par an à partir de 3 pays : Canada, Niger, Kazakhstan, et prépare l'ouverture de nouvelles mines en Mongolie et en Ouzbékistan. Compte tenu de l'augmentation des prix, ORANO travaille à rendre accessibles des sites actuellement non économiquement viables, au Niger et au Canada, et projette de nouvelles explorations au Canada.

Les installations ORANO de l'amont du cycle du combustible (usines de Malvési et du Tricastin) ont déjà fait l'objet de nombreuses rénovations, évaluées à 90 %. En effet, les marchés de la conversion et de l'enrichissement sont en pleine mutation, d'une part en raison du développement du nucléaire dans le monde, et d'autre part pour se désensibiliser des approvisionnements en provenance de Russie.

En conversion, Orano est leader mondial, avec 15.000 tU de capacité nominale ; suivent CAMECO (Canada) : 12.500 tU ; RosAtom (Russie) : 12.000 tU ; CNNC (Chine) 12.000 tU. Coverdyn/Honeywell (USA) prévoit de reprendre sa production (5.000 tU), et CNNC de la doubler en 2025.
En enrichissement, Orano se classe parmi les 4 leaders mondiaux, avec 7,5 MUTS qui vont être portés à 10 MUTS. RosAtom a une capacité de 26 MUTS ; URENCO (3 usines en Europe et une aux Etats-Unis) : 19 MUTS, portés à 20 ; CNNC : 8 MUTS, avec une capacité qui augmentera de 1 MUTS par an pour satisfaire aux besoins de la Chine.

ORANO a produit du combustible HALEU par le passé. Les investissements ne pourront se faire que sur la base des engagements de clients, voire sécurisés par l'Etat. En ce qui concerne les capacités de conversion et d'enrichissement de l'uranium de retraitement, des discussions sont en cours au niveau européen. L'usine GB2 d'ORANO a l'autorisation d'enrichir de l'URT ; les usines de URENCO en ont aussi la capacité : Almelo (NL) et Capenhurst (UK).

Par ailleurs, ORANO vient d'inaugurer le Laboratoire d'Isotopes Stables pour la recherche et l'industrie de pointe.

En ce qui concerne l'aval du cycle, des investissements sont en cours pour renouveler les équipements de La Hague (évaporateur et concentreur de produits de fission, dissolveurs) ; un programme d'investissement est en place à MELOX. Une école des métiers est mise en place à La Hague (1000 personnes/an) et à MELOX (250 p. / an).
Un quart des combustibles retraités l'ont été pour huit pays autres que la France ; les matières et les déchets issus leur sont retournés. Les coûts du recyclage sont inclus dans le coût du kWh vendu par EDF.

Dans les années 2040, les usines de l'aval du cycle auront atteint 50 ans.
Une prise de décision par le Conseil de politique Nucléaire sur la stratégie post 2040 concernant l'aval du cycle est attendue avant fin 2026. Des études sont menées sur un multirecyclage des combustibles REP, sous condition d'adaptations limitées des EPR 2, pour stabiliser l'inventaire en plutonium, économiser jusqu'à 40 % l'uranium naturel et préparer un futur multirecyclage en RNR, qui ne sera pas mise en œuvre avant la deuxième partie du siècle. Les usines devraient se concentrer à La Hague, pour limiter les transports de plutonium.

Les enjeux de la gestion des déchets nucléaires

Anne-Sophie POMYKALA, Directrice adjointe sûreté, environnement et stratégie de l'ANDRA

L'ANDRA est l'Agence nationale dédiée à la gestion des déchets radioactifs ; elle est indépendante des producteurs de déchets. 706 salariés sont répartis entre les 3 métiers structurants : R&D ; conception ; exploitation et surveillance des sites.

La gestion des déchets radioactifs s'appuie sur 3 piliers que sont : 1991, la loi sur les recherches sur la gestion des déchets radioactifs ; 2006, la loi programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs ; 2016, la loi relative aux modalités de création et de réversibilité de Cigéo.

Le plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) concerne tous les acteurs de la filière.
Contrairement aux déchets pour lesquels aucune utilisation ultérieure n'est prévue ni même envisagée, une matière radioactive peut être réutilisée, comme le combustible usé et le plutonium formé dans les réacteurs, ou comme l'uranium appauvri issu de l'enrichissement de l'uranium naturel.
L'ANDRA a pour rôle de travailler sur le scénario de gestion de ces matières.

Quelques valeurs relevées durant l'exposé :

- 1,76 millions de m^3 de déchets nucléaires ont été produits de l'origine à fin 2021, dont plus de 60 % provenant de l'industrie électronucléaire ;
- Le CIRES (déchets TFA) est rempli à 70 % et ne pourra pas absorber tout les déchets TFA issus du démantèlement des réacteurs et usines actuels ; il y a une réflexion en cours quant à l'alternative : extension du site *vs* nouveau site ;
- Le CSA (déchets FMA-VC) est rempli à 37 % ;
- Les déchets FA-VL sont entreposés en surface. L'ANDRA doit définir une gestion de long terme.
- Le rapport de sûreté de CIGEO est en cours d'instruction ; le décret d'autorisation de création est attendu vers 2027 ; les premiers déchets radioactifs devraient arriver vers 2035 - 2040.

60 % des déchets MA et 40 % des déchets HA ont été déjà produits. L'ANDRA est chargée de réaliser une étude d'adaptabilité en cas de changement de politique de retraitement.
CIGEO sera développé prudemment de façon très progressive, de façon à pouvoir intégrer les progrès technologiques et l'évolution des connaissances. La poursuite de l'exploitation après la construction et les 5-10 premières années d'exploitation sera soumise à une nouvelle loi. L'exploitation du quartier MAVL couvrira la période 2040-2100, tandis que les déchets HA seront pris en charge de 2080 à 2150. L'opération de stockage sera réversible pendant la phase d'exploitation (au moins 100 ans).
Le projet intègre également l'adaptabilité du stockage pour couvrir les nouveaux besoins liés à l'évolution de la politique énergétique.

(voir film et description détaillée du projet CIGEO)

L'inventaire national des matières et déchets radioactifs est édité tous les ans, et des scénarios prospectifs sont établis tous les 5 ans pour éclairer l'impact des choix de la politique énergétique nationale (poursuite de l'exploitation des REP, prise en compte des 6 EPR2 sur toute leur durée de vie, multirecyclage du plutonium – ou arrêt du retraitement). Les 6 nouveaux réacteurs augmenteront de 10 à 20 % les besoins de stockage en HA, et de moins de 5 % en MA. L'arrêt du retraitement ne modifierait pas sensiblement l'activité totale et la puissance thermique des déchets à évacuer.

En ce qui concerne les SMR, des études dédiées de gestion des déchets radioactifs produits seront initiées dès le dépôt des dossiers de demande d'autorisation de création. En effet, les producteurs ont l'obligation de payer pour la gestion de leurs déchets, même une fois qu'ils sont pris en charge par l'ANDRA dans ses centres de stockage (« les producteurs sont les payeurs »). A la question sur l'envoi de déchets à l'étranger, la question est à poser aux producteurs. Ceux qui sont pris en charge par l'ANDRA ne repartent pas.

Le décret de février 2022 ouvre la possibilité de valoriser au cas par cas les déchets TFA métalliques, après fusion et décontamination. Il n'y a pas de seuil de libération au niveau européen : chaque pays est autonome.
En ce qui concerne la mémoire des informations concernant les produits stockés à long terme, l'ANDRA a différents thèmes d'études sur le sujet (historique du canal du midi, papier permanent, etc.).

Les enjeux industriels et humains de la relance du nucléaire

Alain GAUVIN, Vice-président du Gifen ; Directeur-général d'ONET Technologies

Le GIFEN est composé à 50 % des donneurs d'ordre (EDF, ORANO, Framatome, CEA, ANDRA) et à 50 % des industriels du secteur nucléaire (ETI, PME, organisations professionnelles, soit environ 500 adhérents).
Le métier est la mobilisation collective. Les missions du GIFEN sont de préparer les ressources, renforcer la performance industrielle, développer des services et porter la parole de la filière nucléaire.
Pour se donner de la visibilité, un plan de charge consolidé a été élaboré à 10-15 ans, pour disposer des bonnes ressources au bon moment. A la demande du gouvernement, l'étude MATCH doit intégrer 14 EPR2, et l'alliance européenne de développement du nucléaire.

L'étude MATCH a permis de définir 20 métiers du nucléaire répartis en 84 spécialités (*cf. RGN automne 2023*). 6 000 à 10 000 recrutements par an sont nécessaires dans la décennie à venir pour répondre aux programmes nucléaires de tous les opérateurs français. Les formations correspondantes existent à ce jour, l'enjeu est d'y attirer les étudiants et les travailleurs en reconversion (la filière nucléaire ne comprend que 21 % de femmes actuellement).
Les 3 enjeux sont 1) développer les ressources (compétences, emploi, formation et outil industriel) ; 2) renforcer l'efficacité opérationnelle (innovation, numérisation) ; 3) mener les projets au bout (capacité financière, partenariats internationaux). Pour répondre au besoin de 6 à 10 mille emplois par an, l'Université du nucléaire s'est développée, en commençant par la Normandie et AURA (voir la RGN d'automne 2023). Le Gifen développe aussi le compagnonnage (projet COACH).

Cela nécessite de combattre nombre de stéréotypes sur le travail industriel et l'industrie nucléaire. En signant la charte du GIFEN, les entreprises s'interdiront les débauchages au sein de la filière.
S'agissant de la performance industrielle (« faire bien du premier coup »), les enjeux passent par le compagnonnage indispensable après embauche (projet COACH), le partage des meilleures pratiques entre les entreprises de la filière (Club Excellence), et, pour avoir des entreprises en bonne santé, des relations contractuelles orientées vers les résultats (mise en place d'un baromètre annuel de la relation donneurs d'ordre – fournisseur).
Ce baromètre montre que, avec une médiane de 7/10, la relation est globalement satisfaisante, et 4/5 des fournisseurs considèrent comme attractifs les marchés du nucléaire.
Le Gifen joue aussi le rôle de caisse de résonnance des pays pronucléaires auprès de la Commission européenne (9 pays partenaires).
Le challenge est de construire une filière qui amène des gains de compétitivité, avec des entreprises en bonne santé.
Information à méditer : chez Onet Technologies, la première cause de démission au sein des entreprises du secteur, c'est le temps d'attente avant de pouvoir commencer un chantier ! Les ingénieurs et techniciens du secteur s'estiment suffisamment bien rémunérés, aiment leur travail et donc voudraient le faire sans contraintes incomprises voire inutiles. Il faut créer la « Sfen collèges » : 25 ans, c'est déjà trop tard ! (participer aux conseils d'administration des collèges). On a 21% de femmes dans la filière nucléaire, on a besoin de recruter des femmes pour diversifier la créativité. Ce qu'apporte le Gifen, c'est le travail en collectif, nécessaire à notre époque pour atteindre l'excellence opérationnelle.

Conclusions

Valérie FAUDON, Déléguée Générale de la SFEN et Vice-Présidente de European Nuclear Society

La Sfen fête ses 50 ans, et le renouveau du nucléaire est une pierre qui marque cet anniversaire, 5 ans après le débat sur la PPE qui visait à fermer les réacteurs en fonctionnement.
Comme le disait Arthur Schopenhauer, toute vérité passe par 3 étapes : elle est d'abord ridiculisée ; elle subit ensuite une forte opposition ; elle est enfin considérée comme une évidence.
Après avoir remercié les organisateurs du GR-Provence et les sponsors, Valérie FAUDON annonce la parution du livret « La relance du nucléaire dans le monde » et des fiches « Parler du nucléaire » pour être capable de répondre aux questions posées pendant les fêtes de Noël.
Le gouvernement a mis en ligne la consultation française énergie-climat ; la Sfen va demander qu'elle fasse l'objet d'une loi, incluant la stratégie française du traitement-recyclage, pour éviter les reproches précédents faits au plan Messmer de ne pas avoir été voté par le Parlement.