

## Nucléaire maritime civil

### Déclaration d'intention industrielle des filières maritime et nucléaire

#### Contexte maritime et décarbonation :

- (1) Le transport maritime est le mode le plus efficace à la tonne transportée et représente 2,89% du total des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>. Le secteur contribue également largement à la souveraineté et à l'autonomie énergétique et économique de la France au travers de nombreuses activités, des services portuaires à la construction navale et ses équipementiers, en passant par la desserte des territoires d'outre-mer, l'action de l'Etat en mer, la pose de câbles sous-marins ou encore le déploiement des énergies marines renouvelables en mer.
- (2) Pour atteindre l'objectif net zéro gaz à effet de serre d'ici 2050, fixé par l'Organisation maritime internationale (OMI), le secteur maritime est confronté, comme l'ensemble de l'économie mondiale, à l'immense défi de la décarbonation qui représente un véritable mur d'investissements. Pour la filière maritime française, ils sont estimés entre 75 et 110 milliards d'euros sur la période 2023-2050, pour l'ensemble des acteurs, sans compter les coûts opérationnels.
- (3) Pour relever ce défi, la filière française est mobilisée et doit innover puis passer à l'échelle en déployant une grande diversité de solutions technologiques, énergétiques et opérationnelles : en effet, il n'existe pas de solution de décarbonation unique pour tous les types de navires. Les armateurs choisissent un mix énergétique et technologique en fonction des activités concernées.
- (4) La France maritime compte de nombreux atouts :
  - i. Plus d'une soixantaine d'armateurs contrôlant 1200 navires de commerce
  - ii. Une industrie navale comprenant plus de 735 entreprises dont 35 chantiers, 57 300 emplois directs
  - iii. 66 ports de commerce représentant 340 millions de tonnes transportées et 32 millions de passagers

#### La filière nucléaire française et les nouveaux usages du nucléaire :

- (5) La France figure parmi les quelques pays au monde disposant d'une industrie nucléaire complète qui couvre l'ensemble de la chaîne de valeur de la production électronucléaire de la filière Uranium (réacteurs, cycle du combustible y compris traitement recycle-recyclage, recherche, *supply chain* associée, en conception,

construction, exploitation et démantèlement) avec près de 2 000 entreprises en France et environ 250 000 ETP. Grâce à cette capacité industrielle, le mix de production électrique français repose très majoritairement sur l'énergie nucléaire et apporte ainsi la garantie d'une électricité abondante, fiable et décarbonée dans des conditions économiques compétitives. Pour contribuer à atteindre l'objectif de décarbonation de l'économie d'ici 2050, le programme nucléaire national porte de façon complémentaire sur :

- i. L'optimisation de l'exploitation des infrastructures actuelles du cycle électrogène, dont les 57 réacteurs nucléaires en fonctionnement et les usines du cycle du combustible (conversion et enrichissement d'uranium, fabrication d'assemblages combustible, traitement recyclage des combustibles usés)
  - ii. Le prolongement de la durée d'exploitation des infrastructures en service du cycle électrogène (réacteurs et usines du cycle du combustible)
  - iii. La construction de nouvelles infrastructures du cycle électrogène : première série de 3 paires de réacteurs EPR2 et la perspective d'une extension de 8 réacteurs supplémentaires d'ici 2050 (qui représentera alors une cadence nominale de l'ordre d'un réacteur par an) ; extension des capacités d'enrichissement d'uranium ; renouvellement des installations de l'aval du cycle du combustible (traitement-recyclage) au-delà de 2040 ; perspective de fermeture du cycle du combustible (stratégie de recyclage, réacteurs de génération IV et usines du cycle du combustible associées)
  - iv. La gestion des exutoires correspondant aux différentes catégories de déchets ultimes, la mise en place de filières de valorisation pour les substances métalliques faiblement radioactives et le développement de CIGEO, centre géologique de stockage des déchets ultimes de haute et moyenne activité.
  - v. Le développement des SMR (*Small Modular Reactors*) et AMR (*Advanced Modular Reactors*) innovants avec plusieurs projets portés par les acteurs français de l'AAP Réacteurs Nucléaires Innovants, correspondant aux 3 principales finalités : extension des opportunités d'implantation de capacités électrogènes en complément des réacteurs de très forte puissance (y compris l'usage mobile), production de chaleur à usage domestique ou industrielle, apport de nouvelles solutions de traitement-recyclage du combustible nucléaire.
  - vi. Les infrastructures de R&D nucléaires associées
  - vii. Le développement des usages non électrogènes du nucléaire, dont la production de chaleur, d'hydrogène bas carbone et de molécules valorisables
- (6) La France dispose d'une industrie en matière de navires militaires, équipés de moyens de propulsion et d'alimentation électrique à partir d'énergie nucléaire.
- (7) Les acteurs français de l'AAP Réacteurs Nucléaires Innovants se positionnent sur le marché de la décarbonation du maritime.

## Le nucléaire et le maritime

- (8) La capacité nationale en matière d'industrie nucléaire est de nature à répondre à trois besoins complémentaires de nature à structurer la collaboration entre l'industrie nucléaire et le secteur maritime dans le cadre du programme de décarbonation de celui-ci :
- i. Propulsion Nucléaire Civile (PNC) pour laquelle les SMR et AMR et les réacteurs de 3<sup>ème</sup> ou de 4<sup>ème</sup> génération, par leurs caractéristiques (taille et mobilité, production en série des réacteurs, modèle économique basé sur la production en plus grandes séries), sont de nature à être mis à contribution, moyennant des enjeux à surmonter d'ordres divers. A cet égard, on observe des travaux de concertation entre pays sur les SMR et AMR de nature à préparer des approches communes et nécessaires sur des installations nucléaires mobiles.
  - ii. Apport d'énergie décarbonée abondante, fiable et économique (électricité et chaleur) pour la production de carburants de synthèse pour le maritime, de façon complémentaire par la connexion au réseau électrique vecteur d'un approvisionnement électrique porteur de ces caractéristiques, et par le développement de SMR à proximité des infrastructures portuaires utilisatrices pour un apport en électricité ou en chaleur industrielle.
  - iii. Apport d'énergie décarbonée sur des plateformes offshore pouvant constituer des hubs énergétiques importants pour l'alimentation en énergie des navires sous forme électrique ou sous forme de carburants de synthèse
- (9) La maturité des études sur l'intégration de SMR / AMR, réacteurs de 3<sup>ème</sup> ou de 4<sup>ème</sup> génération dans des environnements industriels et maritimes, dont les ports, est actuellement en accélération.
- (10) La propulsion nucléaire de navires civils connaît aussi un certain intérêt dans le secteur maritime alors que cette technologie est déjà largement utilisée dans le domaine des marines militaires. L'intégration de petits réacteurs nucléaires modulaires (SMR) à bord de navires nécessitant des apports énergétiques importants, présente plusieurs atouts : compacité, sécurité énergétique et puissance délivrée. Le développement de la propulsion nucléaire civile suppose également des infrastructures adaptées (à quai ou off-shore) pour l'équipement, la maintenance et le ravitaillement des navires concernés. Dans ce domaine, un important retour d'expérience est à prendre en compte auprès de l'industrie navale qui intègre des

réacteurs nucléaires pour la propulsion de bâtiments militaires depuis plusieurs décennies.

- (11) Plusieurs applications maritimes sont envisagées pour fournir de l'énergie bas carbone aux navires à quai, recharger les batteries embarquées ou produire des carburants de synthèse pour le maritime :
- i. Réacteurs nucléaires à terre en zone portuaire
  - ii. Réacteurs nucléaires sur barge avec un lien physique avec la côte
  - iii. Réacteurs nucléaires en mer sur plateforme
- (12) Pour l'ensemble de ces applications, la France dispose d'une expertise reconnue et la collaboration entre les deux filières françaises nucléaire et maritime pourrait permettre l'émergence à la fois de solutions pour la décarbonation du maritime qui répondent aux enjeux de souveraineté et d'ouvrir des opportunités induites à l'export.
- (13) De nombreux acteurs industriels sont déjà communs aux deux secteurs nucléaire et maritime et sont en capacité de répondre aux exigences réglementaires, économiques et technologiques des deux filières.
- (14) Le développement de capacités de production de carburants de synthèse peut sans attendre s'appuyer sur la capacité actuelle de production électronucléaire française au même titre que tout autre usage industriel électro-intensif, ainsi que sur la dynamique des premiers projets de SMR en zone industrielle.
- (15) De nombreux défis sont à relever pour permettre le déploiement industriel de solutions utilisant le nucléaire pour les applications maritimes à bord de barges, de plateformes offshore et de navires de commerce, en particulier : l'adaptation de la réglementation pour la sécurité des navires nucléaires (peu détaillée, inusitée depuis son adoption dans les années 1980 et restreinte aux seuls réacteurs à eau pressurisée) et concernant l'accès aux matières radioactives, les enjeux de sûreté et de non-prolifération nucléaire ; le développement et la mise en œuvre d'infrastructures de construction et de maintenance adaptées ; la formation des navigants et des autres compétences nécessaires ; la définition d'un cadre pertinent de responsabilité, d'assurance des risques et de financement des projets correspondants ; et l'analyse de la viabilité technique et économique de ces solutions, en regard de l'alternative basée sur des carburants de synthèse et dans le contexte de concurrence internationale.
- (16) Un tel développement nécessite également d'instruire les conditions de son acceptabilité ; à ce titre, parmi les enjeux à prendre en compte, il convient d'apporter des réponses quant à la gestion de la fin de vie des navires, plateformes maritimes et des réacteurs embarqués.

## **Un appel à la structuration d'actions public/privé pour élaborer la politique industrielle française du nucléaire maritime civil**


Les filières nucléaire et maritime s'organisent pour évaluer le potentiel industriel du nucléaire maritime civil pour la décarbonation du secteur. A cet égard, elles sollicitent de la part des administrations et du gouvernement :

- Un soutien fort de l'État aux initiatives industrielles en ce sens.
- Une structuration des échanges entre les acteurs industriels d'une part et les administrations maritimes et nucléaires d'autre part, pour élaborer un cadre réglementaire, juridique et technico-économique rendant possible les applications nucléaires maritimes civiles ; une segmentation par les usages permettra de regrouper les acteurs en fonction des aspects réglementaires, des technologies et des besoins,
- L'attention des autorités pour consolider collectivement une position proactive de la France sur le sujet et la porter dans les instances compétentes (OMI, AIEA, projets ATLAS, etc.) pour mettre à jour le cadre réglementaire international,
- La garantie d'une approche de neutralité technologique vis-à-vis des différentes solutions nucléaires actuellement en développement pouvant avoir des applications maritimes,
- Une mobilisation des dispositifs de financement public tels que France 2030 pour le nucléaire et la décarbonation des mobilités et les revenus de l'EU ETS (*European Emissions Trading System*) maritime, afin de sécuriser les investissements nécessaires pour faire progresser les technologies nucléaires adaptées au maritime et développer leurs cas d'applications maritimes en cohérence avec le Plan Stratégique de Décarbonation de la Filière Maritime, porté par ADF-GICAN-UPF,
- L'organisation du développement des formations en réponse aux besoins consolidés par les filières déjà soumises à de fortes tensions en ressources humaines au regard de leur plan de charge respectif sur les 10 prochaines années.

Signataires :



**Laurent MARTENS**  
Délégué général  
d'Armateurs de France  
(ADF)



**Philippe MISSOFFE**  
Délégué général  
du Groupement des  
industries de construction et  
activités navales (GICAN)



**Olivier BARD**  
Délégué général  
du Groupement des  
industriels français de  
l'énergie nucléaire (GIFEN)