



La propulsion nucléaire dans la Marine Nationale



© Marine Nationale

Clémentine Loinard

Association Werra

Avril 2021



Clémentine Loinard a réalisé un Master 1 Etudes Européennes et Internationales, parcours politiques de sécurité nationale à l'European School of Political and Social Sciences (ESPOL). Elle s'est ensuite tournée vers un D.U « Industrie et Défense » spécialisé sur les questions d'économie de la défense, de stratégies sécuritaires et de géopolitique.

Les propos exprimés par l'auteur n'engagent que sa responsabilité

© Tous droits réservés, Paris, Association Werra, Avril 2021



INTRODUCTION

Depuis 1964, la force de dissuasion nucléaire française est la garantie ultime de la sécurité nationale et de son indépendance avec un effet stabilisateur sur les Relations Internationales. Elle repose sur la composante aérienne et la composante navale. Au sein de la Marine Nationale, les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) et leurs centres de transmission puis le porte - avions nucléaire avec sa force aéronavale nucléaire (FANu) sont opérationnels pour délivrer une frappe nucléaire défensive.

Si la Seconde Guerre mondiale a facilité l'essor de l'arme atomique avec le projet Manhattan (1939-1946), la Guerre Froide a quant à elle favorisé le développement des sous-marins et de la propulsion nucléaire navale. Le Général Charles de Gaulle souhaitait conserver l'autonomie et l'indépendance de la France au travers de la création d'une flotte de sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE). Ces sous-marins équipés de missiles balistiques devaient exercer « *la force de frappe* » de la troisième composante de stratégie de dissuasion nucléaire.¹

En 1959, la France a lancé le projet Coelacanthe² avec pour mission l'étude, le développement, la fabrication et la construction de sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) et de leur propulsion nucléaire. A la suite d'un prototype à terre (PAT) de propulsion nucléaire et du sous-marin expérimental *Gymnote*, le premier SNLE français *Le Redoutable* (1963-1991) voit le jour à Cherbourg.

En plus des SNLE, la Marine Nationale dispose de deux autres bâtiments nucléaires : le sous-marin nucléaire d'attaque (SNA) et le porte-avion. Le renouvellement de ces bâtiments, en service depuis plusieurs décennies, a été lancé pour garder une crédibilité opérationnelle grâce une flotte navale puissante mais aussi pérenniser les compétences industrielles à long-terme en matière de propulsion nucléaire.

¹ Aujourd'hui, seul le Rafale avec le missile ASMPA et les SNLE avec le missile M51 disposent de l'arme nucléaire. En 1997, la composante terrestre de la dissuasion a été démantelée sur la plateau d'Albion.

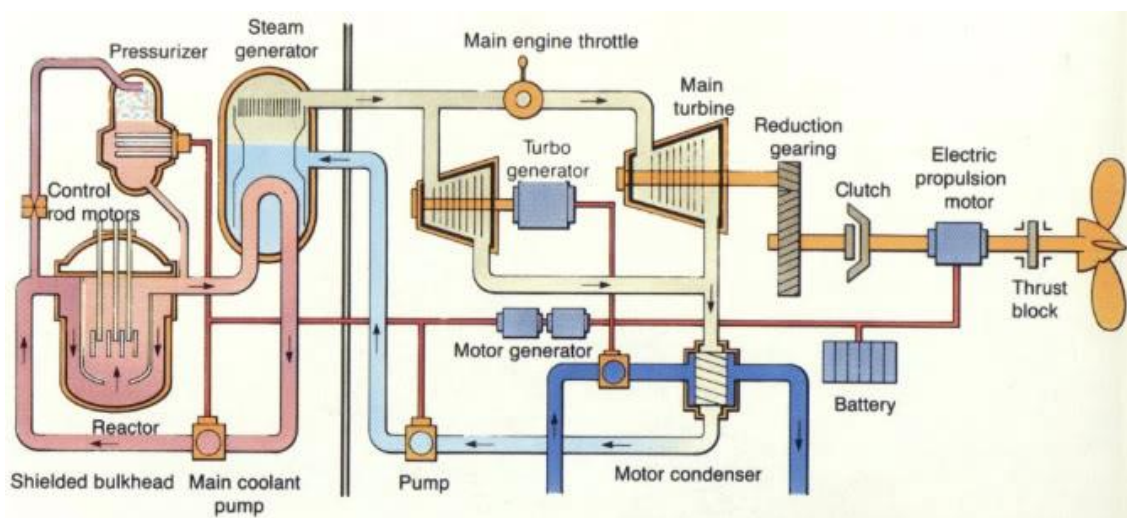
² TOUFFAIT Jean « La construction du Redoutable », Armement et Vème République, 2002, p.337-346

Principe de la propulsion nucléaire navale

La propulsion nucléaire navale est un type de propulsion qui équipe les navires, sous-marins et navires de surface grâce à plusieurs réacteurs nucléaires produisant de la chaleur transformée en vapeur pour activer une turbine ou bien un ensemble électrique. (Voir schéma ci-dessous).

Le principe de la propulsion nucléaire maritime se présente de la manière suivante : Un réacteur nucléaire, dans la grande majorité des cas à eau sous pression, alimente une vapeur en turbine. L'énergie mécanique de la turbine est utilisée pour faire tourner l'arbre à hélice du navire³:

- Soit de façon directe par l'intermédiaire d'un réacteur, on parle de propulsion turbo-mécanique,
- Soit de façon indirecte par l'intermédiaire d'un réducteur, on parle alors de propulsion turboélectrique.



(Schéma d'un sous-marin équipé d'un réacteur de type K15 – BY-SA 4.0,

https://fr.wikipedia.org/wiki/K15#/media/Fichier:Diagram_Submarine_Reactor_&_Steam_Plant.jpg)

Enfin, la vapeur produite par le réacteur fournit l'électricité et l'eau douce au bâtiment naval.

³ FRIBOURG Charles, « La technologie des réacteurs de propulsion navale » <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/33/048/33048066.pdf>



Pour limiter au maximum le bruit des sous-marins, l'hélice tourne lentement et ses pales sont conçues d'une forme particulière. La différenciation des sous-marins et des bateaux peut se faire à l'écoute du bruit de pale d'une hélice, d'où l'importance d'une discrétion totale pour les missions des sous-marins. Au sein de la Marine, les oreilles d'or, véritables analystes spécialistes de la guerre acoustique ont pour mission de détecter et différencier sous-marins et bateaux militaires⁴.

Aujourd'hui, tous les réacteurs des sous-marins sont à eau pressurisée (REP), identiques aux centrales nucléaires d'EDF, pour des raisons de facilité d'utilisation et de sûreté pour le personnel à bord. Néanmoins, les risques potentiels en cas de dysfonctionnement ne doivent pas être négligés, c'est pourquoi la conduite des réacteurs est confiée à un personnel hautement qualifié. Pour le combustible de ses réacteurs à propulsion, la France n'a pas recours à l'uranium hautement enrichi mais faiblement enrichi. Les réacteurs doivent donc être rechargés plus souvent à savoir tous les dix ans mais cette utilisation de l'uranium faiblement enrichi évite aussi le risque de la prolifération nucléaire pour d'autres applications.

La propulsion nucléaire est donc une technologie complexe qui requiert des compétences particulières dans un environnement hautement stratégique et sensible. Les programmes de renouvellement des bâtiments nucléaires sont des programmes régaliens, vitaux pour la défense nationale et la posture internationale.

La propulsion nucléaire, élément indispensable de la Marine nationale

Les sous-marins nucléaires d'attaques, les sous-marins lanceurs d'engins et le porte-avion possèdent des caractéristiques similaires au travers de l'énergie atomique. Ils remplissent les cinq fonctions stratégiques énoncées dans le Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale 2013 (LBDSN 2013) à savoir la dissuasion, la protection, la connaissance et anticipation, l'intervention et la prévention pour mettre en œuvre la stratégie de défense et de sécurité de la France.

⁴ *Le Chant du loup*, par Antonin Baudry (réalisateur), le film met en scène un jeune « oreille d'or » dans un SNLE français lors d'une crise.



- Sous-marins nucléaires d'attaque

Les sous-marins nucléaires d'attaque (SNA), *Ship Submersible Nuclear* (SNN), sont des sous-marins à propulsion nucléaire. Ils sont les garants de la mise en œuvre autonome et en sûreté de la composante océanique de la dissuasion c'est-à-dire des SNLE. Leur mission n'est pas de délivrer une réponse nucléaire car ils ne sont pas équipés de missiles balistiques.

Leur objectif consistent à ⁵:

- Collecter du renseignement
- Participer au débarquement de commandos dans des zones de crises
- Contrôler des voies maritimes notamment l'approvisionnement en matières premières
- Frapper de manière conventionnelle dans leur mission de lutte anti sous-marine

L'Escadrille des Sous-marins Nucléaires d'Attaques (ESNA) est basée dans la rade de Toulon, près du *Charles de Gaulle*, pour pouvoir protéger le groupe aéronaval lorsqu'il part en mission.

Leur mode de propulsion dit anaérobie leur permet de rester sous l'eau très longtemps et ainsi d'être indétectable contrairement à un sous-marin classique à propulsion thermique. Ces derniers doivent remonter à la surface pour recharger leurs batteries électriques et alimenter leurs moteurs diesels⁶. La chaufferie nucléaire « K 48 » de 48 MW thermique fournit de la vapeur à deux turbo-alternateurs. L'utilisation de la propulsion nucléaire dans ce type de bâtiment a été une révolution technologique ayant des effets éminemment stratégiques. Elle permet de disposer d'avantages décisifs en matière de furtivité, de discrétion, d'autonomie énergétique ainsi que d'une augmentation de la durée de navigation.

- Sous-marins nucléaires lanceurs d'engins

⁵ PICARD Michel « La propulsion nucléaire, un savoir-faire indispensable à la souveraineté nationale » FRS, 30 juin 2006 <https://drupal.frstrategie.org/web/documents/publications/recherches-et-documents/2006/200605.pdf>

⁶ BIAGGI Catherine, CARROUE Laurent, « Affirmer sa puissance : forces sous-marines et dissuasion nucléaire, enjeux géographiques et géostratégiques », Geoconfluences, septembre 2020, <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/oceans-et-mondialisation/articles-scientifiques/puissance-sous-marins-nucleaires>



Les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE), *Sub-Surface Ballistic Nuclear* (SSBN), ont pour rôle d'assurer en toute discrétion la mission de dissuasion nucléaire grâce à la capacité de riposte sur ordre du Président de la République. Les SNLE sont de véritables outils de puissance militaire et politique grâce à la protection permanente qu'ils assurent pour la France. La France fait partie du club restreint des puissances nucléaires sous-marines à l'instar des États-Unis, du Royaume-Uni, de la Chine, la Russie et l'Inde. Depuis 2010, elle détient quatre SNLE (*le Triomphant, le Téméraire, le Vigilant et le terrible*) de deuxième génération de la classe Le Triomphant équipés du M-51, le missile mer-sol balistique stratégique (MSBS). Dans l'espace maritime français, au moins un SNLE se déplace dans les fonds marins pour assurer la protection des intérêts vitaux de la République. Cette permanence en mer a conditionné au nombre de quatre SNLE à disposition des forces navales françaises.⁷ Dans un milieu aquatique hétérogène, les SNLE sont capables de « disparaître » totalement des sonars pour préserver la survie de la mission : c'est le principe de la « dilution ».

Ils sont équipés d'un réacteur à eau pressurisée de type K15 de 150 MW construit par l'industriel naval TechnicAtome et d'un groupe turboréacteur de 30,5 MW d'une autonomie de 6 ans. Ils peuvent aller jusqu'à 300 mètres en immersion maximale pour être indétectable. L'utilisation de la propulsion nucléaire au sein des SNLE a apporté des contraintes de besoin et un fort niveau d'exigence en terme de conception. De plus, le développement de ce type de bâtiment a nourri la réflexion technologique pour les bateaux par exemple pour les frégates multi-missions (FREMM). La construction d'un sous-marin à vocation nucléaire a apporté une résilience aux FREMM grâce aux adaptations réalisées pour résister aux chocs et à la pression marine. La souplesse et l'économie d'emploi ont aussi été optimisées grâce à la conception des SNLE. La construction de 6 SNA et 4 SNLE revient à produire 10 chaudières nucléaires⁸ sur environ 30-40 ans ce qui revient à diminuer le coût à l'unité et à assurer une charge de travail pour les ouvriers et les bureaux d'études. En dessous de 10 sous-marins nucléaires, il est difficile de les produire à des prix raisonnables et de transmettre les savoir-faire.

La propulsion nucléaire a également été installée dans les SNA pour mettre à profit et affiner les compétences de cette filière de haute technologie. En effet, un SNLE a une durée de vie de 35 ans et la production française en la matière demeure limitée. L'imbrication des programmes s'est faite dans un souci de soutien à la filière nucléaire. Lorsque une classe de

⁷ GUILLAUME Louis-Michel « France : la force océanique stratégique en opérations », (en ligne) Revue Défense Nationale, Juillet 2017, <https://www.cairn.info/revue-defense-nationale-2015-7-page-37.htm>.

⁸ En France, une chaudière nucléaire est produite tous les quatre ans



SNLE est en phase de développement, une classe de SNA est en phase de production et inversement pour permettre une pratique régulière des compétences des ingénieurs concepteurs.

- Le porte-avions

Le Porte-avions (PA) *Charles de Gaulle* officiellement mis en service en 2001 est le seul porte-avion nucléaire européen. Le porte-avion permet de projeter un groupe aéronaval composé de près de 40 avions de chasse au plus près d'une zone d'opération⁹. Cette base aérienne flottante et mobile n'a pas besoin d'autorisations diplomatiques pour se déplacer contrairement à des bases aériennes projetées (BAP). Ce bâtiment peut donc aller sur tous les océans en toute autonomie et dans le respect du droit maritime international.

Il met en œuvre le Rafale M et le vecteur de la composante aéroporté de la dissuasion : le missile air-sol moyenne portée amélioré (ASMP-A). Ce navire de 42 500 tonnes est propulsé par deux réacteurs nucléaires à eaux pressurisées K15. Comme pour les sous-marins, les réacteurs fournissent de la vapeur pour permettre à deux groupes de turbines de fonctionner. En plus de produire de l'électricité et l'eau douce à bord, la vapeur des chaufferies est stockée pour aider à catapulter les aéronefs. Ces manœuvres de catapultage sollicitent très durement les installations. Face à ces variations de charge, le réacteur doit pouvoir fonctionner de manière fiable. La vitesse maximale de ce bâtiment de combat de surface est de 27 nœuds (équivalent à 50 km/h) mais l'objectif n'est pas la recherche de la vitesse mais le catapultage des aéronefs du groupe aérien embarqué (GAE) en pleine mer. L'intérêt de doter le PA d'une propulsion nucléaire réside dans son autonomie et sa fiabilité. Grâce à l'autonomie énergétique, le ravitaillement en combustible n'est pas nécessaire pour se déplacer et la vulnérabilité du bâtiment est amoindrie. Néanmoins, lorsqu'il est engagé sur des théâtres d'opérations, des pétroliers ravitailleurs d'escadre font un ravitaillement en mer afin de garder des stocks de combustible pour les avions et les missiles. Cet avantage opérationnel permet de le ravitailler deux fois moins souvent qu'un porte-avion conventionnel. Son autonomie est dite quasi totale puisque son cœur nucléaire est à changer tous les huit ans au cours d'un arrêt technique majeur (ATM).

⁹ Depuis 2014, le PA est engagé dans l'Opération Chammal en Syrie et en Irak au côté de la coalition internationale



Le choix de l'énergie nucléaire a également été fait en raison de la forte fluctuation du prix du pétrole contrairement au coût d'exploitation de l'uranium faiblement enrichi. La raréfaction des réserves pétrolières et sa disponibilité augmentent aussi la dépendance aux pays pétroliers. (Intérêt de garder cette phrase puisque le pétrole à un cout global plus élevé que l'uranium et les pays importateurs sont dépendants des pays producteurs)

Avec la *US Navy*, a France est le seul pays à être équipé d'un porte-avion à propulsion nucléaire, ce qui permet à la France de pouvoir travailler en tant qu'égale avec son homologue états-unien. Mais face à l'augmentation des acteurs en mer et des tensions maritimes, des pays comme la Chine¹⁰ développent actuellement ce type de technologie pour acquérir le statut de puissance navale internationale et s'approprier des zones maritimes convoitées.

La modernisation des bâtiments de combat, un enjeu de souveraineté pour l'industrie navale

Depuis ces dernière années, la Marine Nationale a annoncé plusieurs grands plans de rénovation de ses infrastructures notamment de ses bâtiments nucléaires.¹¹ La modernisation de sa flotte est cruciale pour rester compétitive face à des marines toujours plus opérationnelles mais aussi pour favoriser sa Base Industrielle et Technologique de Défense (BITD).

- Sous-marin nucléaire d'attaque

En novembre 2020, Naval Group a livré à la Marine Nationale la deuxième génération de SNA de classe Suffren issue du programme Barracuda.

Le programme Barracuda a été lancé en 1998 pour renouveler la composante des SNA et démantelés les six SNA actuels de la classe Rubis livrés dans les années 1980. Ce programme de système d'armes est majeur puisqu'il s'étend sur plus d'une génération et restera en service jusque dans les années 2060. La nouvelle classe Suffren est équipée de missiles de croisière avec une portée de près de 1000 kilomètres. La mission des SNA est identiques à la classe Rubis

¹⁰ Troisième classe de porte-avion chinois (Type 003) d'une masse totale de 100 000 tonnes

¹¹ GROISELEAU Vincent, « Marine nationale : les programmes qui vont façonner la future flotte française », Mer et Marine, 1er janvier 2021, <https://www.meretmarine.com/fr/content/marine-nationale-les-programmes-qui-vont-faconner-la-future-flotte-francaise>



: assurer la protection des SNLE, recueillir du renseignement, protéger le groupe aéronaval et enfin participer à la lutte contre les navires de surface ou sous-marins.

L'énergie est obtenue grâce à l'utilisation de la même chaudière nucléaire K15 d'une puissance de 150 mégawatts. Ces nouveaux sous-marins seront certes plus lourds que leurs prédécesseurs mais les qualités acoustiques seront nettement améliorées avec une prise en compte de la menace des sous-marins très discrets. Ils seront également capable de détruire un cible à terre depuis les profondeurs et déployer les forces spéciales du Commando Hubert grâce à un hangar amovible, dans lequel ils pourront faire partir des drones et des mini sous-marins PSM3G.¹²

Les cinq autres SNA à venir seront le *Duguay-Trouin*, le *Tourville*, le *De Grasse*, le *Rubis* et le *Casablanca*. Le coût total de cette série de six submersibles s'élève à 9,1 milliards d'euros contre 7,9 milliards initialement prévus dû à trois années de retard.

SNLE

Le SNLE est un acteur incontournable de l'autonomie stratégique et sa modernisation était très attendue. Le 19 février 2021, Florence Parly a annoncé la réalisation des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins de 3e génération¹³ (SNLE 3G) avec comme maitre d'œuvre la DGA en collaboration avec la Délégation Ministérielle pour l'armement (DMA) pour la partie liée à la propulsion nucléaire. Naval Group et TechniAtome sont quant à eux maitres d'œuvre pour la partie conception et réalisation des chaufferies nucléaires. Quasiment indétectable dans l'espace océanique, la construction du futur SNLE 3G débutera en 2023 sur le site de Naval Group à Cherbourg. Son entrée en flotte se fera en 2035 et un bâtiment sera livré tous les cinq ans. Comme inscrit dans la loi de programmation militaire 2019-2025, les SNLE 3G remplaceront les actuels SNLE de type Le Triomphant. Cette troisième génération de sous-marins assurera la dissuasion océanique jusque dans les années 2080-2090. Le coût de cette modernisation est classé secret-défense.

Ce programme permettra de garder les compétences navales des ingénieurs français et de pérenniser toute une filière industrielle avec près 3000 emplois directs de très haute

¹² MICHAUDET Jeremy, « Dans les salles secrètes d'un des sous-marins les plus silencieux du monde », La Provence, 10 décembre 2019, <https://www.laprovence.com/article/edition-marseille/5799494/a-bord-du-suffren-comme-si-vous-y-etiez.html>

¹³ CABRIOL Michel « La France lance la future génération de sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE 3G), La Tribune, 19 février 2021 <https://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/aeronautique-defense/la-france-lance-la-future-generation-de-sous-marins-nucleaires-lanceurs-d-engins-snle-3g-878089.html>



qualification non délocalisable selon le Ministère des Armées¹⁴. Plusieurs avancés technologiques sont notables dans cette nouvelle classe comme une meilleure aérodynamique, une manœuvrabilité accrue et surtout une propulsion encore plus silencieuse. Le défi technologique est de taille car il s'agit de mettre une centrale nucléaire, une chaufferie nucléaire K15 améliorée, dans un espace très restreint tout en longueur.

Porte-avions nouvelle génération

Longtemps attendue mais aussi décriée pour son coût financier¹⁵, Emmanuel Macron a annoncé lors de son discours de politique nucléaire au Creusot, le 8 décembre dernier¹⁶, la construction du porte-avions de nouvelle génération (PANG). Le bâtiment naval est prévu pour 2038 afin de remplacer l'actuel *Charles de Gaulle*. Le futur porte-avions sera équipé de deux chaudières nucléaires de type K22 (220 mégawatts) qui sont le fruit du développement actuel des chaudières K15 (150 mégawatts). Ses chaudières permettront au bateau d'avoir plus de disponibilité avec un ATM tous les dix ans contre sept ou huit aujourd'hui. Néanmoins, la construction de ces nouvelles chaudières pose la question de savoir s'il ne serait pas plus judicieux d'installer trois K15 ou de développer deux PA-NG au lieu de construire entièrement deux nouvelles chaufferies nucléaires pour équiper un seul porte-avions. La première solution serait la moins couteuse quant à la deuxième elle permettrait de disposer de deux fois plus de puissance militaire.

Son poids n'est pas encore fixe car il doit accueillir le *New Génération Fighter* (NGF), le futur avion de chasse du Système de Combat aérien du futur (SCAF) dont les discussions entre la France et l'Allemagne sont toujours en cours¹⁷. Quoiqu'il en soit, ce nouveau porte-avions devrait être plus lourd (75 000¹⁸ tonnes contre 42 000 tonnes pour le CDG) et plus long, (300 mètres contre 261m) que son prédécesseur. La grande nouveauté réside dans l'utilisation

¹⁴ <https://www.defense.gouv.fr/salle-de-presse/communiqués/florence-parly-ministre-des-armees-annonce-le-lancement-en-realisation-des-sous-marins-nucleaires-lanceurs-d-engins-de-3e-generation-snle-3g>

¹⁵ L'investissement global est estimé à 5 milliards d'euros et le coût de fonctionnement à 200 millions d'euros par an.

¹⁶ HENROTIN JOSEPH « PA-NG : quels besoins pour la France ? » Areion24news, 12 décembre 2020 <https://www.areion24.news/2020/12/12/pa-ng-quels-besoins-pour-la-france%e2%80%89/>

¹⁷ LAGNEAU Philippe, « SCAF : Le Pdg de Dassault Aviation rappelle que la France peut faire un avion de combat seule et évoque un « plan B », Opex360, 6 mars 2021 <http://www.opex360.com/2021/03/06/scaf-le-pdg-de-dassault-aviation-rappelle-que-la-france-peut-faire-un-avion-de-combat-seule-et-evoque-un-plan-b/>

¹⁸ GUILBERT Nathalie « Un nouveau porte-avions à propulsion nucléaire, une fois et demie plus grand que le Charles de Gaulle, sera opérationnel en 2038 », Le Monde, 08 décembre 2020, https://www.lemonde.fr/international/article/2020/12/08/le-porte-avions-charles-de-gaulle-aura-un-successeur-a-propulsion-nucleaire-annonce-emmanuel-macron_6062641_3210.html



d'un nouveau type de catapulte électromagnétique de conception américaine puisque les États-Unis ne fabriquent plus de catapulte à vapeur comme c'était le cas pour le *Charles de Gaulle*. Ce système présente de nombreux avantages puisqu'il est plus léger, plus souple d'emploi, moins brutal pour les avions et il permet de catapulter des petits drones. Les études se poursuivront jusqu'en 2025 et la construction devrait s'achever en 2036. Ensuite, deux années d'essai seront nécessaires et le PANG entrera en service dans la Marine nationale en 2038. Le *Charles de Gaulle* pourra alors être retiré du service. La propulsion nucléaire est un choix stratégique avec une vision de long-terme. L'enjeu de détenir ce type de bâtiment de « 42 500 tonnes de diplomatie » est important puisqu'aujourd'hui il existe 28 porte-aéronefs capables d'embarquer plus de 15 avions. En 2040, il y en aura 36.



CONCLUSION

La Marine Nationale dispose au total de 12 chaufferies nucléaires (8 à Toulon sur le porte-avions CDG et SNA) et 4 à Brest sur les SNLE. Elle se place comme le deuxième exploitant nucléaire de France avec sa mission de dissuasion nucléaire. L'utilisation de la propulsion nucléaire fait consensus au sein du monde politique et rare sont ceux qui contestent son efficacité en termes de vitesse, endurance, autonomie et indépendance. Pilier de notre autonomie stratégique, la propulsion nucléaire est un défi technologique, vecteur de puissance militaire et un enjeu de souveraineté nationale. Les SNA, SNLE et le porte-avions sont des instruments de stratégie militaire mais aussi des instruments politiques permettant d'avoir des systèmes d'armes autonomes et indépendants.

Face à l'augmentation des tensions maritimes et à une désinhibition de l'emploi de la force, la Marine Nationale souhaite accélérer sa préparation au combat naval de haute intensité. Le plan stratégique MERCATOR¹⁹ illustre par ailleurs l'intensification de la préparation opérationnelle avec des équipements à la pointe de la technologie. La préservation des savoir-faires du tissu industriel de défense national en termes de conception, de production, de maintenance, (maintien en condition opérationnelle) et de gestion des ressources sont hautement stratégiques puisque cet écosystème incarne l'excellence de l'industrie navale française.

Les pertes globales de compétences ne se rattrapent que très rarement dans cette filière duale à l'instar du nucléaire civil avec la chantier de Flamanville²⁰. Depuis plus de 20 ans, aucun réacteur n'a été produit en France, pourtant le nucléaire possède une notion de longue durée où l'anticipation doit être au centre des préoccupations. À présent, l'enjeu de l'industrie nucléaire française est de former ses futures générations d'ingénieurs, de techniciens et d'ouvriers.

¹⁹ GROISELEAU Vincent « Mercator 2021 : le nouveau plan stratégique de la marine », Mer et Marine, 01 janvier 2021 <https://www.meretmarine.com/fr/content/mercator-2021-le-nouveau-plan-strategique-de-la-marine>

²⁰ COLLEN Vincent « Le diagnostic sans concession de l'échec de la filière EPR d'EDF », Les Echos, 28 octobre 2019, <https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/nucleaire-le-diagnostic-sans-concession-de-l-echec-de-la-filiere-epr-dedf-1143732>