

Des porte-avions, du PA CdG au PA NG...

Co-écrit par Xavier Lebacqz et Philippe Baburel



Xavier Lebacqz

Cela fait aujourd'hui 25 ans que le porte-avions Charles de Gaulle (PA CdG), ex-PA75, ex-Richelieu, voire ex-Bretagne, est opérationnel. Il aura fallu 14 ans pour le concevoir, le construire et l'essayer de 1987 à 2000, 4 ans de plus qu'initialement prévu, compte tenu notamment de contraintes budgétaires qui ont même failli en arrêter la construction. J'en fus le témoin lors d'une revue de programmes devant une première ministre où survécut le PA CdG, un tout petit peu grâce à moi bien avant que je devienne directeur de programme. J'avais amené en effet pour cette réunion une photographie toute fraîche de la coque bien avancée du Charles de Gaulle dans la forme de construction de Brest.

Le remplacement des Foch et Clémenceau se dessinant, le premier projet fut celui de trois porte-hélicoptères PH 75, puis de porte-aéronefs PA 75 et il fallut attendre 1986 pour la commande ministérielle de véritable porte-avions !

De nombreux articles, ouvrages et rapports sont accessibles sur internet et il est aisé de trouver nombre de détails sur sa conception et ses premières années d'opérations en particulier dans les cinq tomes de la collection « Le porte-avions Charles de Gaulle » parue aux éditions S.P.E Barthélémy. J'en recommande vivement la lecture à tous ceux qui sont intéressés par son histoire. Cette collection constitue pour moi une ressource mémorielle excellente et je l'ai conseillée au sympathique directeur de programme du Porte-Avions de Nouvelle Génération (PA NG).

Il est donc difficile de d'écrire des choses inédites, ne serait-ce que par la richesse des informations que contient déjà aussi l'article gratuit de Wikipédia sur le navire. Mais, encore aujourd'hui, avec le recul, je découvre des choses et je continue à me poser

des questions. Il est vrai que peu d'archives sont accessibles et j'avoue moi-même que je n'avais pas eu le temps d'archiver celles qui sont relatives aux cinq années de direction de programme que j'ai conduites à la DGA entre 1995 et 2000. Je crois hélas que je ne fus pas le seul.

Lors d'une petite conférence sur le retour d'expérience du PA CdG en 2019, j'avais sondé l'état des archives étatiques disponibles ; elles sont, je pense, inexploitable en l'état. Mais les dossiers essentiels au maintien en condition opérationnelle sont heureusement précieusement archivés au Service de Soutien de la Flotte, à Naval Group et Technicatome...

Si les sous-marins nucléaires avaient accès à toutes les ressources possibles, voire tous les sacrifices financiers, il n'en fut certes pas de même pour les navires de surface et même pour un porte-avions, fût-il nucléaire. Le Service Technique des Constructions et Armes Navales fut longtemps soigneusement cloisonné pour protéger les concepteurs de sous-marins. Mais, heureusement, quelques ingénieurs transfuges des mondes sous-marin et nucléaire vinrent progressivement apporter compétences et rigueur au programme PA CdG.

Le porte-avions eut droit non seulement à des contraintes budgétaires mais aussi à des contraintes techniques de tous ordres : dimensions imposées par les bassins de radoub militaires, utilisation de réacteur nucléaire « K15 » développé pour les sous-marins, utilisation des catapultes et presses de frein des porte-avions de l'US Navy, interfaces imprécis avec plusieurs nouveaux avions et munitions, dont le Rafale et le Hawkeye (c'est donc le F18 qui servit au dimensionnement des installations).



PA CDG en construction © Xavier Lebacqz

Au résultat, il fut difficile de construire une plate-forme de porte-avions, énorme condensé d'interfaces et dont on pourrait dire qu'« elle a tout d'une grande »...

Je me permets de rendre hommage à tous les ingénieurs, techniciens, ouvriers et secrétaires qui ont contribué à cette aventure, sans les citer tous : Joseph Trétout, Michel Gaillard, Ferdinand le Pen, Alex Fabarez, Philippe Rémon-Beauvais, Pierre Montelescaut, Jean-Pierre Moutet, Jean Le Tallec, Michel Wencker, Pascal Leroy, Thierry Rolland, Bruno Richebé, Frédéric Rougé, Alain Tournyol Duclos, Bernard Sevestre, Bruno Saché et Jacques Grossi à qui je dois d'avoir été désigné comme directeur de programme...

Hommage également aux marins, en particulier Richard Wilmot-Roussel, Edouard Guillaud, Alain Oudot de Dainville, Xavier Païtard, Philippe Logier, Xavier Magne, Richard Laborde, Jacques Bridelance, Patrick Hébrard, Henri Arino et Anne-François de Saint Salvy...

Le ralentissement du programme, essentiellement pour raisons budgétaires, avec un renouvellement continu des équipes, un manque d'outils de management performants et l'évolution des normes ne furent certes pas étrangers à l'ajustement du coût du programme et aux divers « défauts » ou « réglages » qui furent révélés et nécessaires en fin de construction et lors des essais.

Dans le désordre, ceux plus ou moins connus :

- déplacement des safrans,
- bris d'hélice,
- allongement de piste oblique,
- adjonction et modification de « poséidons » (renfort de stabilité),
- changement de revêtement de pont,
- renforcement de la protection radiologique.

Et ceux moins connus :

- changement des groupes de réfrigération,
- changement de tous les tuyautages d'eau douce et d'eau de mer corrodés, percés,
- changement des tableaux électriques,
- changement des commandes de turbines à gaz,
- modification des électropompes alimentaires,
- modification des interfaces de catapultage du Super-Etendard,
- changement des collecteurs d'eau de mer,
- modification des monte-munitions,
- rectification des presses de frein dont le liquide hydraulique était hors normes,
- reprise des vitrages de passerelle,
- renforcement du toit du hangar sous la laverie...

Je me limiterai un peu plus loin à quelques commentaires sur les hélices et les safrans. Chacun de ces aléas pourrait en effet sans problème faire l'objet de quelques pages d'explications et d'anecdotes croustillantes. Globalement, ces divers aléas finaux des années 1995 à 2000 n'ont pas augmenté le coût du programme.

Et n'oublions surtout pas ce qui a quasiment parfaitement fonctionné du premier coup :

- le système de combat et de commandement,
- le système SATRAP (Système Automatique de TRANquillisation et de Pilotage)
- et... les réacteurs nucléaires, à quelques doigts de gant près !



Virage à plat © Xavier Lebacqz

Pour mémoire, la mission du Délégué Général pour l'Armement (DGA) était alors de baisser de 30% le coût de chaque programme. Il acceptait ainsi difficilement qu'on lui expose des problèmes sans solution immédiate. Or à l'époque, j'étais un peu provocateur et friand de sensationnel. Ainsi, quand j'annonça au Délégué que le programme PA CdG connaissait quelques soucis et pourrait s'accommoder plutôt d'une hausse de 30% de son budget, je fus taxé d'une mise sous contrôle de gestion et d'un audit financier, qui, heureusement, ne réussit pas à raboter les maigres marges dont je disposais et qui permirent de terminer le programme sans augmentation du coût.

L'achèvement du programme ayant été contractualisé avec la partie industrielle de DCN (acronyme hérité de Direction des Construction Navales), je n'ai toutefois pas le souvenir de l'impact financier des travaux supplémentaires imputés contractuellement à l'industriel.

Les safrans

Dès les premiers essais en mer, des vibrations sont apparues au niveau des safrans...

Le bon sens marin suggère, sauf contraintes spécifiques, de placer les safrans dans l'axe des lignes d'arbres. Ceux du PA CdG étaient décalés. En fait, il est possible et même parfois bénéfique de ne pas placer les safrans juste dans l'axe des lignes d'arbres pour améliorer la manœuvrabilité, pour réduire les vibrations et pour la discrétion acoustique. Deux commandants du PA CdG n'avaient pas manqué, je crois, de s'en enquérir auprès du Bassin d'essais des Carènes qui leur aurait donné la même réponse.

Mes connaissances en hydrodynamique ayant fondu au fil des ans et faute d'avoir pu accéder aux archives de conception, une des raisons évoquées pour le décalage des safrans, était que le changement d'hélice en était facilité car le safran n'avait pas à être démonté lors de ce changement.

Des calculs initiaux avec le premier profil d'hélice auraient-ils conduit également à les décaler pour éviter des vibrations ? Je ne sais pas si des calculs ont été refaits avec le profil final très sophistiqué pour compenser l'alourdissement du navire.

Mais, à la différence des porte-avions américains dont les hélices seraient plutôt « consommables » par érosion de cavitation, les hélices optimisées du PA CdG n'avaient pas de fréquence de changement précises dont je me souviens et elles pouvaient donc espérer servir 10 à 20 ans en fonction de l'activité du bâtiment. Et les safrans des porte-avions américains sont généralement placés dans l'axe des lignes d'arbres...

Les hélices actuelles ont été montées en 2008 et je pense qu'elles pourraient n'être changées que lors de l'arrêt technique majeur pour entretien de 2027. Seules étaient prévues au neuvage¹ des hélices en « rechanges de grande prévoyance ».

Lors de l'apparition de vibrations des safrans, le « Val-de-Reuil », ex-« Bassin d'Essais des Carènes » et aujourd'hui « DGA-Techniques hydrodynamiques » avait suggéré des modifications mineures des safrans qui se sont révélées vaines pendant des mois... Les locaux de l'appareil à gouverner étaient devenus des salons où l'on causait...

Après de multiples tentatives infructueuses, nous étions déconcertés à bord et, s'agissant d'interférence entre safran et hélice, j'avais un jour émis l'idée saugrenue, à l'apéritif ou au digestif pour détendre l'atmosphère, et faute de réussir à modifier les safrans, de tester avec des hélices différentes, en l'occurrence celles du Clémenceau. Après tout, l'augmentation du déplacement avait conduit à redessiner les hélices et le couple hélices-safrans avait donc été modifié depuis le tout début de la conception.

On avait alors répondu qu'il n'était pas possible de monter ces hélices (on verra que si, plus tard, après le bris d'une hélice...).

La décision radicale de remettre les safrans dans l'alignement des lignes d'arbres fut finalement prise entre les directeurs de projet et de programme, bien que le chantier consistât à quasiment découper et décaler de 90 centimètres les compartiments de l'appareil à gouverner pesant chacun plusieurs dizaines de tonnes...

¹ Période pendant laquelle le bâtiment est encore à l'essai

Les hélices

Triste histoire ! L'alourdissement du navire durant sa conception et réalisation, notamment pour les blindages et protections radiologiques avait conduit à optimiser toute la chaîne propulsive, et en particulier les profils des hélices, pour maintenir les spécifications de vitesse du navire de 27 nœuds pour un plus grand potentiel de catapultage.

Mais encore fallait-il que le processus industriel de fonderie suive la sophistication des profils suggérée par des hydrodynamiciens... Ce fut très laborieux.

Le rapport d'enquête suite au bris d'hélice en 1999 est disponible sur internet².



Il est clair que des défauts ressortaient sur les hélices, que des réparations avaient été faites et des dérogations acceptées par DCN Indret. C'est le lot normal du processus de fonderie. J'avais été informé d'un retard éventuel à l'installation de la première hélice au motif de quelques réparations potentielles... La première hélice fut finalement posée dans les délais avec une opération médiatique de DCN prévue de longue date...

C'est lorsque j'appris ensuite qu'une hélice de rechange présentait des défauts rédhibitoires que, par précaution, j'avais demandé à DCN un nouveau contrôle des hélices déjà posées sur le navire. On me rendit compte que tout était correct sans me dire que lesdits contrôles n'avaient été réalisés que sur une partie des pales, ce qui certes pouvait répondre à une certaine norme de contrôle...

Il convient de rappeler qu'à cette époque de séparation des activités étatiques et industrielles de DCN, l'organisation de contrôle qualité demandait à être revue et j'avais eu le plus grand mal à obtenir la présence d'un représentant permanent de la direction de programme à Brest... Par ailleurs, la production des rapports écrits d'essais et de contrôles était largement hors délais pour respecter le calendrier du programme. La confiance en la parole donnée était donc de rigueur.

Tout a-t-il été dit sur cet épisode où les pressions calendaires et médiatiques se faisaient prégnantes ? La balance, somme toute normale, d'appréciation de gravité des défauts de fonderie dans les décisions de dérogations aurait-elle penché du mauvais côté ?

² <https://www.vie-publique.fr/discours/158891-communique-du-ministere-de-la-defense-en-date-du-22-decembre-2000-sur>

Certaines allusions à des manœuvres très contraignantes pour les hélices et trop fréquentes du bord avant le bris de l'hélice bâbord me semblent en tout cas a posteriori déplacées, d'autant que le bâtiment faisait part de toutes les attentions de la Commission Permanente des Programmes et des Essais de la Marine.

Et depuis près de 25 ans, un porte-avions opérationnel...

Toutes ces péripéties survenaient alors que direction de programme étatique et direction de projet industrielle s'évertuaient à établir un contrat pour le « reste à faire » du porte-avions.

Depuis son admission au service actif en 2001, le PA CdG a connu une brillante carrière et plusieurs entretiens programmés dont des changements de cœurs des réacteurs et des rectifications sur les lignes propulsives, notamment sur les réducteurs qui ne permettaient pas d'utiliser toute la puissance des réacteurs.

Un « second » porte-avions puis un « remplaçant » du PA CdG...

Selon l'expression attribuée en 1996 au Président de la République « les porte-avions, c'est comme les gendarmes, ça va par deux », c'est en 2003 que recommença une saga pour un second porte-avions, le « PA2 », alors que Thales était déjà en lice pour la construction des nouveaux porte-aéronefs britanniques. Les mirages, voire miracles, mais aussi les nuages d'une coopération franco-britannique couvaient...

Dès 2004, le Président de la République avait retenu l'option d'une propulsion classique. En novembre 2004, le groupement de Thales, déjà sur les rangs pour les porte-aéronefs britanniques, et de DCN présente au salon naval une maquette de « Roméo », porte-avions de 60 000 tonnes.

En 2005, la phase de conception est lancée mais la perspective d'une coopération avec les Britanniques continue son « travail de sape ». Un accord est ainsi conclu en janvier 2006 pour deux porte-aéronefs britanniques et un second porte-avions français de 70 000 tonnes moyennant la modique somme de 145 M€ pour avoir accès au « design » du CVF britannique (Carrier Vessel Future). L'avancement du « design » justifiait-il ce prix ? J'en doute. La cour des comptes évalua en 2014 le coût total de cette opération à 200 millions d'euros...

Mais concernant cette coopération portée à bout de bras par nos autorités politiques, le seul fait qu'il s'agissait, côté britannique, de porte-aéronefs (F35 à décollage court) et, côté français, de véritable porte-avions (Rafale avec catapultes et brins d'arrêt)

n'aurait-il pas pu suffire à considérer comme illusoire cette coopération ? A se demander éventuellement si certains ont cru (ou ont fait semblant de croire) en cette coopération qui s'est éteinte d'elle-même en 2008, à la veille de signer le contrat de réalisation, entièrement négocié. La commande du second porte-avions en 2008 aurait pu le rendre opérationnel en 2015 pour assurer la permanence du groupe aéronaval pendant une période d'entretien programmé majeur du PA CdG. Entre 2003 et 2008, l'industrie estimait le coût à environ 2 à 3 milliards d'euros.

Il n'y avait alors plus urgence à lancer un « second » porte-avions, d'autant que de « second » porte-avions, il s'agissait plutôt désormais de « remplaçant » du PA CdG ... On avait renoncé de fait à la permanence du groupe aéronaval en abandonnant le « PA2 ».

Des marchés d'études furent passés bon an mal an à l'industrie, DCNS et STX France (Chantier de l'Atlantique actuels) et une nouvelle maquette « Juliette » de porte-avions à propulsion conventionnelle de 59 000 tonnes fut présentée au salon naval en 2012 par DCNS et STX France.

Et depuis 2018, le PA NG pour succéder au PA CDG

Le projet de porte-avions, pour succéder au PA CDG, revient à partir de 2018 et la LPM 2019-2025.

Je m'abstiendrai de donner aujourd'hui un chiffre, ne serait-ce que parce qu'il conviendrait déjà de préciser les contours du programme : navire, développement nouveaux équipements non spécifiques au navire, matériels aéronautiques, infrastructures terrestres et portuaires, adaptation des outils industriels, maintenance et logistique initiales, etc.

Je préfère donc laisser maintenant le directeur de programme PA NG commenter l'avancement du programme, pour lequel la définition d'un nouvel avion de combat (NGF, New Generation Fighter du programme SCAF, Système de Combat Aérien Futur), dans une version navale, ne me semble pas encore très précise. Cet avion pourrait bien peser deux fois plus que le Rafale. Je pense donc que la famille Rafale a encore une très belle vie devant elle !

Je m'aventurerai juste à citer Chat GPT qui estime le coût de possession d'un nouveau porte-avions sur 40 ans, aéronefs inclus, à moins d'un milliard d'euros par an...

Le directeur de programme PA NG a accepté d'écouter les anciens du PA CdG afin de bénéficier de leurs retours d'expérience. Une démarche rare à saluer et qui devrait être un réflexe pour tout nouveau programme civil ou militaire, centrale nucléaire, porte-avions, etc. Je crois qu'il a apprécié ces échanges et ils ont rajeuni les anciens.

Philippe Bahurel

Merci à Xavier pour le compliment ! Je compte bien qu'on entretienne des contacts entre générations. Ils nous aident à prendre de la hauteur et nous permettent de partager notre passion avec des gens qui nous comprennent. On ne trouve pas partout des ingénieurs qui ont fait un porte-avions nucléaire, et un tel projet est une aventure industrielle et humaine qui ne se conçoit pas en dehors d'une ligne historique, celle de savoir-faire et compétences rares et pointues de l'aéronavale française, des grands navires de combat, et de la propulsion nucléaire. Ce qui n'empêche pas d'être à la pointe des technologies d'aujourd'hui.

La Loi de programmation militaire 2019-2025 prévoyait l'initiation des études pour « définir, au cours de cette LPM, les modalités de réalisation d'un nouveau porte-avions », dont son type de propulsion, et l'intégration des nouvelles technologies de catapultes, tout en prévenant qu'une « éventuelle anticipation du lancement de sa réalisation » serait à décider pour garantir la continuité post Charles De Gaulle, et qu'une réflexion sur un format à deux porte-avions pour garantir la permanence de cette composante serait aussi à mener.

Tout comme les études relatives à l'aviation de combat du futur, celles du successeur du porte-avions Charles de Gaulle y sont soulignées comme « fondamentales pour garantir nos capacités d'intervention dans le haut du spectre ». Les bases du futur porte-avions de la France étaient posées et l'aventure pouvait commencer.

La ministre Florence Parly et son cabinet civil se sont montrés déterminés à exécuter cet engagement. La DGA, au sein d'une équipe intégrée avec l'EMA, l'EMM et le SID, et incluant évidemment le CEA pour l'option nucléaire, conduisit alors les études d'esquisses, l'une classique et l'autre nucléaire, d'un déplacement estimé de 75 à 78 000 tonnes, et prit les premiers contacts avec l'US Navy pour déterminer les conditions d'intégration des catapultes électromagnétiques EMALS.

Tout ceci aboutit au choix de la propulsion nucléaire par le Président de la République, annoncé le 8 décembre 2020 chez Framatome au Creusot, liant dans un geste éminemment politique la relance de l'électronucléaire civil et le porte-avions de nouvelle génération.



Ce programme est en effet, dès son origine, porteur d'un enjeu stratégique de renouvellement de compétences en propulsion nucléaire militaire avec la chaufferie K22. Pour la DGA, taillée pour ça, c'est un défi passionnant qui va porter toute une génération.

L'organisation industrielle se dessinait aussi, autour de Naval Group et des Chantiers de l'Atlantique, qui se sont associées dans une société commune nommée MO-Porte-Avions, ainsi que TechnicAtome pour les chaufferies nucléaires.

La gouvernance étatique se constituait quant à elle au moyen d'un programme d'ensemble réunissant deux composantes sous la direction d'ensemble de la DGA : d'une part l'opération d'armement en co-maîtrise d'ouvrage DGA/CEA et d'autre part le programme d'infrastructure d'accueil à Toulon dirigé par le SID.

Et maintenant, où en sommes-nous ?

L'avant-projet a confirmé les grandes caractéristiques du projet et sa capacité à répondre au besoin militaire, tout en accomplissant plusieurs simplifications majeures des chaufferies et de leurs enceintes, et en « dérisquant » la production des plus gros composants nucléaires chez les forgerons comme Framatome ou Aubert et Duval. Le renouvellement des compétences de la filière industrielle et étatique de la propulsion nucléaire a vraiment commencé.

Les premières commandes pour la propulsion nucléaire ont déjà été passées par la DGA et le CEA en avril 2024. A peu de choses près en même temps que celles des EPR2 d'ailleurs. Chez Framatome et Aubert et Duval notamment, ce sont déjà environ 10 000 tonnes d'acier qui ont été fondues pour les deux chaufferies K22.



Maquette du PANG

Nous sommes maintenant dans la négociation du marché de réalisation et la préparation du jalon de lancement de la réalisation pour la fin d'année 2025. Négociation serrée, au vu des contraintes budgétaires, et qui nous oblige à viser avec l'industrie une performance industrielle exemplaire.

En parallèle, l'intégration des EMALS et AAG progresse, avec en particulier des essais du Rafale à Lakehurst, New Jersey, sur les installations d'essais de l'US Navy. La dernière fois c'était il y a une trentaine d'années, pour qualifier le Rafale sur les catapultes à vapeur et les brins d'arrêt d'ancienne génération. Un moment historique que nous sommes fiers d'avoir vécu.

Dans le domaine numérique, le PA NG bénéficie d'une architecture numérique data-centrée, au profit de tous les systèmes du bord. Il est conçu pour pouvoir offrir le maximum de capacité d'évolution et d'adaptation aux besoins et aux technologies. Il offrira aussi un maximum de connectivité aéromaritime à l'échelle du groupe aéronaval bien sûr, mais aussi à l'échelle du théâtre des opérations. Au sein de cet environnement numérique, le système de direction de combat va bénéficier d'une conception entièrement repensée et inspirée des méthodes agiles dans un processus intégrant les experts et architectes de la DGA, les marins, le maître d'œuvre Naval Group, les équipementiers et des développeurs spécialisés. Son architecture ouverte, sa décomposition fonctionnelle et ses interfaces standardisées seront des caractéristiques essentielles pour permettre aux marins d'en tirer le meilleur et pour s'adapter aux évolutions de l'environnement opérationnel. Comme à l'époque du PA CDG, c'est une nouvelle génération de système de combat qui s'ouvrira pour toute la flotte de premier rang dans le sillage du PA NG.

Pourquoi le PA NG est-il plus grand que le PA CDG ?

Pour le Charles De Gaulle, la contrainte de la taille du bassin de construction à Brest d'une part, et la reprise de la chaufferie K15 développée pour les SNLE type Le Triomphant d'autre part ont eu pour conséquence d'imposer la taille de la carène et mais aussi la taille réduite des catapultes C13 et des brins d'arrêt Mk7 d'origine américaine par rapport aux versions intégrées sur les porte-avions américains de la classe Nimitz. Ces contraintes imposaient également de concevoir une chaîne propulsive la plus optimisée possible pour préserver la vitesse seuil nécessaire pour catapulter et récupérer les aéronefs dans les conditions les plus défavorables de vent et de température de mer.

Quarante ans plus tard, des aéronefs plus lourds, plus armés (standards futurs du Rafale Marine ou NGF), mais aussi plus légers et des drones devront pouvoir être mis en œuvre sur le pont d'envol dont le PA NG disposera une fois pour toutes. Les

catapultes EMALS et les brins d'arrêt AAG permettront de garantir ce domaine d'emploi jusque dans les années 2080.

Pour les chaufferies de même, on ne referait pas la K15 à l'identique aujourd'hui : que ce soit en termes de performances limites, de retour d'expérience de l'exploitation et de la sûreté, de disponibilité avec un cycle entre ATM de 10 ans complets, et enfin en terme d'outil industriel.

Dès lors, l'équilibre hydro-propulsif se trouve sur navire plus long de 15 à 20%. C'est le navire présenté aux deux derniers salons Euronaval (2022 : fin d'avant-projet sommaire, 2024 : avant-projet détaillé), dont les caractéristiques, le déplacement à pleine charge de 78 000 tonnes notamment, s'inscrivent tout à fait dans le dimensionnement initial de 2019/2020, preuve qu'on tient le bon navire.

Pour ce navire, de nouvelles infrastructures d'accueil sont à réaliser à Toulon pour assurer son stationnement et son entretien. Le SID prépare la création d'un bassin neuf, un chantier exceptionnel là aussi.

Xavier Lebacqz

Une révolution pourrait être l'utilisation des drones aériens et navals de toutes tailles, tant dans les dangers éventuels qu'ils représentent pour un porte-avions que dans les scénarii de défense et d'attaque du groupe aéronaval. De même pour les missiles hypersoniques.

Mais plusieurs éléments permettent de relativiser.

Le PA CdG est déjà significativement blindé notamment au niveau des locaux sensibles et soutes à munitions et carburants. L'ensemble propulsif nucléaire est protégé par un caisson blindé à double paroi sur la majeure partie du navire.

Je n'irais certes pas jusqu'à dire, comme certains l'auraient dit pour le cuirassé américain New Jersey, qu'un « missile antinavire moderne ne ferait qu'abimer la peinture », quoique ... Ni d'ailleurs qu'un obus de calibre 406 mm du New Jersey serait sans effet sur un porte-avions !

Des essais de collision par le travers par une frégate à échelle 1/8 avaient, entre autres, été réalisés durant sa conception.

Il faut également compter avec le parc d'avions de combat et d'aéronefs capable de protéger le porte-avions.

Par ailleurs un porte-avions, protégé dans les airs, sous l'eau et sur l'eau par son groupe aéronaval, est à grande distance des côtes et surtout est en mouvement permanent. Un missile, même hypersonique aurait donc besoin d'un autoguidage final, ce qui ne serait pas simple pour un missile hypersonique...

Enfin, les armes de défense s'adaptent vite aux nouvelles menaces et l'énergie disponible à bord d'un porte-avions peut répondre à des besoins d'armes futuristes.

Philippe Bahurel

A l'échelle du GAN, de nombreuses réponses sont possibles à ces défis dans tous les domaines (aérien, surface, sous-marin, numérique). C'est une des forces d'un outil militaire complet et cohérent comme le GAN.

A l'échelle du porte-avions lui-même, partant d'une configuration répondant à l'analyse de la menace que nous sommes capables de faire aujourd'hui, l'évolutivité constitue la meilleure réponse à long terme. Conçue avec des marges suffisantes, une plateforme comme celle du PA NG permet de prévoir des incréments capacitaires tout au long de la vie du navire.

Annexe 1

Pour terminer, une note d'histoire et de fiction, voire d'humour avec quelques porte-avions originaux.

<p>Le sous-marin Surcouf (1935-1942) avec un hydravion à bord.</p>	
<p>Le sous-marin HMS M2 britannique (1920-1932) avec un seul hydravion à bord.</p>	
<p>Les 3 sous-marins japonais Sen Toku I-400 (1942-1945) avec chacun 3 hydravions.</p>	
<p>Les dirigeables américains Akron et Macon (début des années 30).</p>	
<p>Le projet britannique en 1942 de porte-avions en pâte de bois et glace Habakkuk (600 m de long, 100 m de large, 12 m d'épaisseur, déplacement de 1 814 300 tonnes, capacité de 150 avions).</p>	
<p>Le projet Beriev Be-2500 russe, avion à effet de sol de 2500 tonnes, porteur d'une douzaine de chasseurs !</p>	
<p>Le porte-avions de fortune britannique Atlantic Conveyor, roulier de 15 000 tonnes aménagé pour accueillir 14 Harriers.</p>	
<p>Le projet DARPA de porte-avions volant (ou plutôt porte-drones)...</p>	 <p>© Xavier Lebacq</p>

Annexe 2

Liste des acronymes

Acronyme	Définition
AAG	Advanced Arresting Gear
ATM	Arrêt Technique Majeur
CVF	Carrier Vessel Future
DCN	Direction des Construction Navales
EMA	Etat-Major des Armées
EMALS	Electromagnetic Aircraft Launch System
EMM	Etat-Major de la Marine
EPR2	Evolutionary Power Reactor 2
GAN	Groupe Aéro-Naval
LPM	Loi de Programmation Militaire
NGF	New Generation Fighter du programme SCAF
PA CdG	Porte-Avions Charles de Gaulle
PA NG	Porte-Avions de Nouvelle Génération
SATRAP	Système Automatique de TRAnquillisation et de Pilotage
SCAF	Système de Combat Aérien Futur
SID	Service d'Infrastructure de la Défense
SNLE	Sous-marin Nucléaire Lanceur d'Engins