

Le journal interne des collaborateurs de TechnicAtome

PA-Ng, l'horizon 2036 en ligne de mire

DOSSIER SPÉCIAL

ÉDITO



La décision, de nombreuses fois reportée ces derniers mois, est enfin tombée : « le PA-Ng » sera à propulsion nucléaire !

Il y a deux ans, en octobre 2018 en ouverture du salon EURONAVAL, la Ministre des Armées Florence Parly, annonçait le lancement officiel du programme de renouvellement du porte-avions Charles de Gaulle. Rendez-vous était alors donné en 2020 pour la présentation d'un dossier de choix au Président de la République.

Depuis deux ans, Gisèle Demirdjian et ses équipes, ont réussi à bâtir un dossier technique très approfondi, poussant les analyses de faisabilité technologique aussi loin que possible, pour apporter robustesse et confiance dans les solutions imaginées. Il en est sorti la chaufferie K22, design dérivé de la génération K15, boosté en puissance et énergie pour répondre au cahier des charges ambitieux de la Marine.

Ce hors-série revient plus en détail sur les multiples péripéties qui ont jalonné cette phase d'avant-projet très sommaire.

Au-delà de l'aventure technique, cette période a été également l'occasion pour les équipes de (re)découvrir les enjeux d'un porte-avions et de s'enrichir au contact de leurs collègues de Naval Group et Chantier de l'Atlantique, à la fois partenaires pour l'esquisse à propulsion nucléaire et concurrents sur l'esquisse classique : une émulation supplémentaire ! Cela a permis de tisser des liens avec les ingénieries de ces deux entreprises, avec qui nous allons dorénavant travailler étroitement dans les prochaines années.

Je tiens à féliciter tous ceux qui ont contribué à ce beau succès, qui ont apporté des arguments convaincants pour faire pencher la balance en faveur du nucléaire, et qui ont su résister à la pression des événements et au rythme effréné des réunions parisiennes et lorientaises.

Dès 2021, nous allons démarrer l'APS, avec un nouveau challenge en vue : fournir un dossier d'avant-projet détaillé et un Rapport Préliminaire de Sûreté pour 2025, date de décision de lancement de la construction. Le « CAP » est tracé ensuite jusqu'en 2038 !

Bernard Gauducheau
Directeur réacteurs de Défense

PA-NG, L'HORIZON 2036

EN LIGNE DE MIRE

Il sera à propulsion nucléaire ! Incarnation de la souveraineté française, le « Charles de Gaulle » cèdera sa place en 2038 à un porte-avions nouvelle génération – PA-Ng.

Zoom sur K22, la chaufferie imaginée par TechnicAtome.

Mardi 8 décembre 2020, en visite sur le site industriel de Framatome au Creusot, le Président de la République annonçait officiellement que le futur porte-avions serait doté d'une propulsion nucléaire. Cette décision s'inscrit dans la volonté de la France de maintenir son rang de puissance militaire mondiale, dont le porte-avions à propulsion nucléaire, seul de ce type en Europe, est un élément clef.

Le choix de la propulsion nucléaire, qui n'avait rien d'une évidence, est l'aboutissement d'un travail d'un an et demi autour du concept de chaufferie K22. Il vient couronner un dossier technique solide, assemblé par la volonté d'une équipe, sous la conduite de Gisèle Demirdjian. L'option nucléaire l'a emporté en face d'une esquisse à propulsion classique qui était pourvue de sérieux atouts.

Un Porte-Avions sans commune mesure en France

A l'issue d'une phase d'études de 18 mois, c'est un colosse des mers qui a émergé des premiers travaux. Le successeur du Charles de Gaulle sera plus imposant avec 300 mètres de long (40 de plus) et un pont d'envol capable d'accueillir les futurs avions de combat européen, dont chacun pourrait peser une trentaine de tonnes, 20% de plus que le Rafale. Il sera aussi beaucoup plus massif, 75 000 tonnes de déplacement à comparer aux 40 000 environ du Charles de Gaulle, avec de grandes conséquences sur la puissance nécessaire pour le propulser en vitesse de pointe.

Nettement plus exigeant en énergie également, parce que le futur porte-avions devra répondre au critère déterminant d'une disponibilité accrue, avec une durée entre les arrêts

techniques majeurs (ATM) fixée à 10 ans contre 8 ans pour le Charles de Gaulle. Il est ainsi vite apparu que l'actuelle chaufferie K15 serait poussée dans ses limites.

Planning et budget serrés : la concurrence avantagee

L'étude remise au cabinet de la ministre des armées en décembre 2019 devait donc permettre de déterminer l'architecture d'ensemble du futur porte-avions, mais aussi son mode de propulsion, sur la base de critères purement objectifs. Présentées sous la forme d'un dossier de comparaison, les deux esquisses - classique vs nucléaire - comportaient chacune un planning et une estimation budgétaire optimisés. Sur ces deux points, l'esquisse nucléaire n'était pas à son avantage. Il est entendu que l'option nucléaire coûte plus cher et prend plus de temps. Le projet de concevoir de surcroît une nouvelle chaufferie (appelée K22) plutôt que de « réutiliser » K15, a pu générer des interrogations supplémentaires sur le temps de développement. C'est donc en reprenant au maximum des briques technologiques de K15 que les équipes de TechnicAtome ont réussi à boucler un budget et un calendrier acceptables. Le calendrier devait permettre une mise à la mer en 2036, coordonnée avec la date prévisionnelle de retrait du service actif du Charles de Gaulle, prévu en 2038. L'esquisse classique bénéficiait pour cela de marges de confort qui compliquaient la tâche aux tenants de la propulsion nucléaire.



20 ans d'expérience sur le porte-avions Charles de Gaulle, un atout majeur pour la propulsion nucléaire

La souplesse opérationnelle, le nerf de la guerre

L'atout principal de la propulsion nucléaire découle des vingt années de retour d'expérience du Charles de Gaulle et de ses équipages successifs. Embarquant l'énergie nécessaire entre deux ATM, le système nucléaire a assuré au navire l'agilité lui permettant d'aller sans délai d'un théâtre d'opérations à l'autre, limitant

18 MOIS POUR CONVAINCRE

Retour sur le lancement des études

En mai 2018, les choses sérieuses commencent. La DGA est mandatée pour mettre en place un plateau de travail à Arcueil. Florence Parly, au salon Euronaval d'octobre 2018, puis le Président de la République en visite

“

Rassurer sur la faisabilité de K22 a duré presque un an, à la force de notre pouvoir de conviction et sur la base d'un dossier technique solide.

Gisèle Demirdjian

le ravitaillement aux vivres, munitions et carburéacteur aviation, sans devoir dépendre d'une cohorte de pétroliers qu'il faut également protéger. Il a fallu cependant compter avec les progrès réalisés sur les diesels ces dernières décennies, permettant d'espacer à trois semaines les besoins en ravitaillement du navire, soit la fréquence d'approvisionnement en carburéacteur des avions. L'esquisse nucléaire gardait une longueur d'avance sur la version classique qui pâtit de sa vulnérabilité lors de ces phases critiques.

sur le Charles de Gaulle quelques semaines plus tard, officialisent le lancement de la phase d'études.

En coulisses, TechnicAtome s'organise. Gisèle Demirdjian est nommée chef de projet pour piloter la réalisation du dossier de l'esquisse nucléaire. S'engage alors une course de près de deux ans pour étudier, justifier, convaincre et tenir bon: « C'est une compétition où il ne faut jamais croire que le résultat est acquis. Il y a toujours un événement technique, conjoncturel ou politique qui vous rappelle que ce n'est pas gagné. »



Gisèle Demirdjian, chef du projet PA-Ng

Le contrat, en maîtrise d'ouvrage partagée DGA-CEA, précise une date de fin d'études en décembre 2019.

« Rassurer sur la faisabilité de K22 a duré presque un an, à la force de notre pouvoir de conviction et sur la base d'un dossier technique solide », se rappelle Gisèle Demirdjian. Une année pour convaincre sur le concept, mais encore une année de plus pour emporter la décision.

Début 2020 nous avons la sensation qu'un premier match est gagné, lorsque les experts indépendants mobilisés par le CEA affirment de façon convergente en revue de conception la robustesse de la K22.



Vue en mer du porte-avions nouvelle génération (©Naval Group)

Le plateau étatique, les esquisses en concurrence

Deux fois par semaine, les travaux d'esquisse sont discutés sur le plateau dit « étatique » qui concentre tous les protagonistes industriels mais aussi les décideurs : représentants de la DGA et du CEA, de l'État-major de l'Armée (EMA) et de l'État-major de la Marine (EMM). A côté de TechnicAtome, Chantiers de l'Atlantique et Naval Group, nos partenaires, travaillent en parallèle sur les deux esquisses navire, à propulsion nucléaire ou classique.

Un temps pour convaincre, pour prendre la mesure des avancées du compétiteur et anticiper les besoins de l'exploitant, le tout à un rythme très soutenu.

« Côtés industriels, il n'y avait qu'un seul perdant potentiel, TechnicAtome. Quel que soit le mode de propulsion choisi, Naval Group et Chantiers de l'Atlantique auraient eu un porte-avions à étudier et à construire », rappelle Gisèle Demirdjian.

L'AVENTURE K22

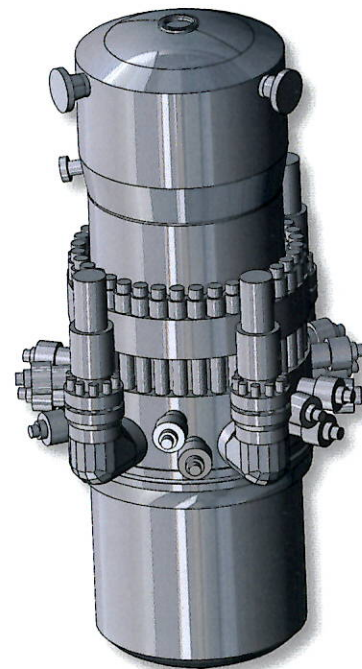
Héritière de K15, la chaudière K22 emmène au-delà d'une évolution technologique. Entre continuité et réappropriation du concept K, ses concepteurs marchent dans les pas des créateurs de K15 qui avaient développé une véritable nouvelle chaudière.

Le défi technique devra répondre aux besoins opérationnels du navire, mais aussi aux nombreuses exigences qui ont émergé au cours des études. Pascal Deflo, architecte ouvrage :

« Nous avons rencontré plusieurs points de rupture technologique qui auraient pu mettre TechnicAtome hors course. La décision est du ressort politique, mais c'est parce que la technique et la volonté de nos équipes étaient au rendez-vous que les choses se sont si bien finies. »

« Un ATPS au pas de course ! »

Pour parvenir à une décision largement fondée sur le calendrier et le coût d'acquisition, les équipes de TechnicAtome ont cependant dû s'atteler d'abord à la faisabilité de K22. La phase d'études d'avant projet très sommaire (APTS) constitue



La chaudière K22, entre continuité et réappropriation du concept K

habituellement le point de départ pour apporter des solutions sur les points techniques qui peuvent poser des questions de faisabilité.

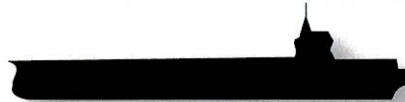
Pour garantir à l'esquisse nucléaire toutes ses chances, TechnicAtome

Une chaudière nouvelle génération pour le porte-avions du futur

Porte-avions
Charles de Gaulle



Porte-avions
Nouvelle Génération



Longueur > 261 mètres

> 300 mètres

Masse > 42 500 tonnes

> 75 000 tonnes

Piste > Piste oblique de 203 mètres

> Piste oblique avec brins d'arrêt

Catapultes > Catapultes de 75 mètres

> 2 catapultes nouvelle génération de 90 mètres

Avions > Rafale 25 tonnes

> NGF 30 tonnes



L'équipe PA-Ng rassemblée sur le site d'Aix en Provence

a soumis une étude plus fouillée que cela en proposant, sur plusieurs sujets, des solutions de repli, dites « d'opportunité ». « Il est assez rare qu'à ce stade d'avancement des ingénieurs vérifient aussi loin auprès des industriels la faisabilité de leur projet », confie Laurent Candillier, architecte bloc chaudière/enceinte. « Nous avons mené un APTS au pas de course, avec l'ambition de pouvoir rivaliser avec notre compétiteur. »

En 2018, premier risque de point de rupture technologique

Réaliser un cœur plus puissant passe par une augmentation de son volume. Une des questions posées était de savoir dans quelles directions accroître les dimensions. Augmenter la hauteur des éléments combustibles n'étant pas envisageable sans remettre en cause l'outil de production et les piscines d'entreposage à Toulon et Cadarache, c'est l'augmentation du diamètre de la cuve qui a été retenue, avec un lot de sujets techniques à traiter. La bride de cuve, c'est un monobloc d'acier usiné en forme d'anneau situé entre la cuve et le générateur de vapeur. Cet anneau, supportant les pompes et les traversées hydrauliques, est traditionnellement forgé en un seul bloc pour limiter au maximum les soudures. « Dans un premier temps Naval Group nous a indiqué que le forgeron historique était en limite de faisabilité d'une telle pièce compte tenu de sa

taille. Nous avons l'intuition que c'était difficile mais pas impossible », nous explique Olivier Arnaud, responsable des capacités sous pression. « Si on ne sait pas faire, c'est le projet K22 qui tombe ! », ajoute-t-il. Pour s'assurer de la faisabilité de cette pièce particulière, des études de conception ont permis de réduire sa masse à 92t, puis deux forgerons, un français et un italien, ont été mobilisés avec succès, remportant ainsi la conviction du CEA.

“ On pourrait imaginer que l'on a plus de place que sur un SNLE, mais la réalité c'est que l'on est presque dans les mêmes conditions de compacité.

Arnaud Emmanuele

Février 2019, deuxième coup de chaud

Les travaux en cours sur l'esquisse du navire conduisent à un besoin en énergie supérieur à celui initialement convenu. Au critère de disponibilité entre deux ATM sont venues s'ajouter des exigences alourdissant encore le navire. La longueur du bateau, l'emport de munitions, l'indépendance face au ravitaillement, le poids des futurs avions de chasse... « On a un peu joué aux montagnes russes à chaque nouvelle exigence et il a fallu rester positif », nous confie Thierry

Biscay, architecte cœur. « Pour aller accrocher cette puissance, nous avons augmenté la taille du cœur, en se confrontant du même coup à de nouvelles contraintes. Mais la solution est aussi venue en travaillant sur un élément clef du réacteur nucléaire, le combustible », précise-t-il. L'optimisation de la conception du combustible permet aussi, à volume donné, de jouer sur la puissance et l'énergie des chaufferies.

Juillet 2019, le compte n'y est toujours pas

Malgré tous les efforts pour optimiser l'emprise de la zone des chaufferies nucléaire (ZCN) sur le navire, celle-ci restait encore trop étendue. Depuis février, les équipes s'efforcent de contenir deux chaufferies K22 dans un espace dédié initialement de près de 60 mètres de côté, qu'il fallait réduire à 40 mètres pour ménager un emport de munitions nettement accru par rapport au Charles de Gaulle. « On pourrait imaginer que l'on a plus de place que sur un SNLE,

Parties impliquées dans les travaux d'études : 18 mois



Côté industriel



mais la réalité c'est que l'on est presque dans les mêmes conditions de compacité. Un porte-avions n'est pas un porte-chaufferies », nous rappelle Arnaud d'Emmanuele, architecte systèmes et aménagement. L'exigence de l'indépendance de la zone des chaufferies par rapport au reste du navire est venue apporter son lot de complexité. L'enceinte, qui assure le rôle de troisième barrière de confinement radioactif, doit aussi atteindre les critères de résistance aux chocs militaires.

Pas moins de trois phases d'optimisation auront été nécessaires pour réduire l'écart entre les deux esquisses et permettre au nucléaire de prendre le dessus sur ce point.

Été 2019, dernière ligne droite, mais des complications apparaissent encore

Les études conduisent à la conclusion que la cuve ne pourrait pas passer à travers la brèche de l'enceinte prévue pour. Coup dur pour l'équipe d'architectes qui doit trouver une autre solution géométrique, pour éviter de dégrader le calendrier de réalisation de près de deux ans. « La taille de l'objet étant hors norme, il nous a fallu imaginer un autre type de brèche », nous explique Laurent Candillier, architecte bloc chaudière/enceinte, « et nous avons dû tenir compte des limitations des outils industriels, mais aussi convaincre nos partenaires que la forme non conventionnelle

finalement proposée était réaliste. » Là encore, c'est en travaillant avec des industriels de façon approfondie que nous avons pu faire émerger la solution et la confiance dans sa faisabilité.

L'ensemble de ces démarches conduites très en amont depuis deux ans aboutit à un niveau de maturité du projet K22 hors norme à un tel stade et qui a été salué par le CEA en conclusion de la revue de conception début 2020.

VOLONTÉ ET PERFORMANCE TECHNIQUE, L'ALCHIMIE DE LA RÉUSSITE

Il aura fallu convaincre au meilleur niveau que nous serions capables, mais aussi assurer l'efficacité et la cohésion de l'équipe dans la durée. Pendant deux ans, l'équipe de TechnicAtome a vibré au rythme des réunions du plateau parisien de la DGA, des avancées de la solution concurrente et des défis techniques à dépasser. L'équipe était composée d'une quinzaine de personnes à temps plein, impliquant des métiers variés tels que des spécialistes architecture et mécanique, des dessinateurs-projeteurs, des radioprotectionnistes, des ingénieurs neutroniciens... Arnaud d'Emmanuele : « Nous étions

conscients de l'enjeu pour la société et il a fallu gérer cet aspect pour garder le cap. Mais le défi technique était très motivant et enrichissant, surtout en étant à la genèse d'un si bel objet. »

Dans l'équipe il y avait de tous les âges et différents niveaux d'expérience, c'est-à-dire un contexte fécond pour partager et transmettre les savoir-faire et les bons réflexes, avoir les questionnements en groupe qui sont propices aux innovations. Il fallait aussi assurer une parfaite ambiance de travail avec nos partenaires de Naval Group et des Chantiers de l'Atlantique, susciter la confiance pour s'assurer qu'au bout du compte tous les ingrédients, toutes les briques technologiques, soient cohérents alors que l'on n'était encore qu'au niveau des esquisses et de la faisabilité générale. « Un jeu de la ficelle », selon Laurent Candillier, « où chaque décision entraîne une nouvelle contrainte à l'autre bout. » C'est la volonté affirmée, et partagée par nos partenaires, de donner ses chances à l'esquisse nucléaire qui a permis aux équipes de tenir le bon bout (de la ficelle) à la fin. « Je suis toujours bluffée de la capacité d'un groupe quand il y a la volonté d'y arriver », se réjouit Gisèle Demirdjian. « Chaque membre de l'équipe a donné le meilleur de lui-même. Je suis fière de l'équipe, de l'avoir encadrée, et je suis fière de la marque K22 qui va continuer la belle histoire de la Propulsion Nucléaire. »

Une vision sur 60 ans

Pour TechnicAtome, la décision d'une propulsion nucléaire du PA de nouvelle génération signifie une perspective longue de 60 ans, bien au-delà de son admission au service actif. L'aventure ne fait que commencer pour parvenir à une date de mise à la mer en 2036, mais une chose est déjà certaine, la chaufferie K22 apportera un nouveau souffle pour les générations de salariés de TechnicAtome à venir. Gisèle Demirdjian : « K22 contribue à la vocation de la société d'assurer la continuité des savoirs et des compétences. Elle offre aux jeunes générations l'assurance de l'attrait technique nécessaire à leur motivation et contribue à pérenniser le tissu industriel de la filière. »

Cap sur 2021, entrée dans le concret de la phase d'études d'avant-projet sommaire.

LE MUSÉE NATIONAL DE LA MARINE SE TRANSFORME !

**LE MUSÉE S'EST LANCÉ DANS UN
VASTE CHANTIER DE RÉNOVATION
POUR FAIRE DE SON ANTENNE
PARISIENNE LE GRAND MUSÉE
MARITIME DE LA FRANCE.**

Cet ambitieux projet de transformation réinvente totalement les espaces du musée et magnifie ses collections grâce à une scénographie inédite et audacieuse. Il proposera aux visiteurs une expérience immersive et interactive au cœur de l'aventure navale et des grands enjeux maritimes du 21^{ème} siècle pour mieux connaître notre planète bleue.

**Le musée est fier de compter
TechnicAtome parmi ses «mécènes
bâtisseurs».**

**MUSÉE
NATIONAL
DE LA MARINE**

