

QUELLES FREGATES POUR LES MARINES EUROPEENNES ?



2003 -2014





Frégate La Fayette (DCN)

EDITORIAL

Après un premier numéro spécial de TTU en 2002 consacré à la menace des missiles balistiques de théâtre, un autre sujet d'exception s'imposait pour ce supplément.

La vaste phase de renouvellement des frégates et des destroyers qui s'ouvre principalement dans les marines britannique, française et italienne, avec quelque soixante-dix navires prévus sur les vingt prochaines années, suscite une multitude de questions.

Comment gérer au mieux un tel effort, avec des budgets très serrés ? Comment profiter de cette fenêtre d'opportunité pour des collaborations multinationales, alors qu'une telle occasion ne se représentera plus ensuite pendant trente ans ? Comment définir et concevoir ces chevilles ouvrières des marines modernes que sont les frégates en y intégrant la redéfinition profonde du rôle des marines intervenue depuis la fin de la Guerre froide ?

La vraie question ne réside-t-elle pas en effet dans un changement de la façon de "faire", par rapport à la Guerre froide ? Les navires se transformant en «systèmes de systèmes», une approche globale nouvelle de leur conception n'est-elle pas nécessaire ?

Technologiquement parlant, l'informatique de bord et les systèmes d'arme modernes mettent à portée de la main une modularité et une polyvalence inconnues jusqu'alors et essentielles pour faire face à des menaces devenues imprévisibles. Mais la nouveauté vient aussi du fait que les choix de certains systèmes impactent désormais directement l'architecture d'ensemble des navires. Il n'est pas indifférent d'installer à bord un radar multifonctions en sommet de mâture ou des lanceurs verticaux sous le pont. Ne faut-il pas profiter de cette rupture obligée dans la définition des frégates pour remettre à plat l'intégralité des processus de conception, de construction, de réparation et de modernisation des navires sur l'ensemble de leur durée de vie ? Comme autant de gisements de redoutables économies, seules aptes à permettre l'acquisition des grandes séries prévues.

Guy Perrimond

SOMMAIRE

A L'AUBE D'UN VASTE CYCLE DE RENOUVELLEMENT	P3
LE MONDE A CHANGE	P4
DES CONCEPTIONS TRES OPPOSEES	P6
LES DÉFIS DE LA COOPERATION	P8
LA DIMENSION FINANCIERE	P11
LES DEFIS DE L'INTEROPERABILITE	P14
LES LANCEURS VERTICAUX	P16
LE CONTROLE DE L'ACCES AU THEATRE D'OPERATIONS	P18
L'ACTION VERS LA TERRE	P20

Supplément à TTU Europe

Lettre hebdomadaire d'informations stratégiques
 Editée par la Sarl Certes au capital de 40 155 €
 Siège social - 25, rue du Louvre - 75001 Paris
 Tél : 01 40 26 03 03 - Fax : 01 40 26 18 59 Email : ttuw@newedge.fr
 Directeur : Guy Perrimond Directeur de publication : Clément Ménascé
 Rédaction : Paul Merlon, Charles Maisonneuve, J-L Promé
 Conception Graphique : Adeline Prévost
 Impression : Québecor World
 Numéro de commission paritaire : 74422 - ISSN 1270 - 8194
 © TTU - Certes 2003 - Reproduction interdite

A l'aube d'un vaste cycle de renouvellement

Les trois coups de reprise des investissements dans le secteur naval en Europe ont été frappés par le lancement des programmes de grands bâtiments de défense aérienne qui prévoient l'acquisition de douze destroyers Type 45 par la Royal Navy, et de deux fois quatre frégates Horizon - Orizzonte par les marines française et italienne, ainsi que la mise en service des premières frégates antiaériennes allemandes (F-124) et néerlandaises (LCF). Derrière ces unités emblématiques, force est de constater qu'il existe dans la zone européenne et sur la période 2008-2020, un besoin de 87 frégates multimission.

Les trois marines britannique, française et italienne se taillent la part du lion dans cet effort, avec un total de 47 frégates, soit plus de la moitié des prévisions européennes. La France et l'Italie sont, ici, mues par une forte volonté de coopérer, afin de développer une frégate européenne multimission (FREMM, nouvelle appellation réunissant les sigles FMM français et FNG italien) commune. Bien que légèrement décalé dans le temps, le programme FSC (*Futur Surface Combatant*) britannique ouvrira sans nul doute des possibilités de coopération ultérieure.

L'Allemagne et les Pays-Bas émettent un besoin multimission, avec une capacité ATBM qui devrait s'inspirer fortement de la doctrine américaine, et une coopération entre les deux pays est probable. La forte

Le *Limburg*, après l'incendie qui l'a complètement dévasté. Cet attentat illustre bien la nécessité de protéger les voies maritimes, sur lesquelles circulent 80 % des échanges commerciaux. (AFP)



implantation de l'industrie américaine dans la marine espagnole semble actuellement un frein aux possibilités de coopération avec ce pays. Quant aux vingt-sept frégates envisagées dans les autres pays, elles sont pour la

plupart d'un tonnage plus faible que celui des FREMM et FSC. Mais rien n'indique qu'elles ne pourraient pas s'y rattacher techniquement au niveau, par exemple, des systèmes ou sous-systèmes.

Les besoins dans la zone européenne

	Nombre	Dénomination	Missions principales	Service
ALLEMAGNE	8	F 125	MM + ATBM	> 2014
BELGIQUE	4	-	ASW	-
DANEMARK	6	-	dont 4 ASW	-
ESPAGNE	5	F 100	AA	> 2009
FRANCE	17	FREMM	8 ASW, 9 AVT	> 2008
GRECE	4	-	-	-
ITALIE	10	FREMM	4 ASW, 6 GP	> 2008
PAYS-BAS	4	Q	ASW + ATBM	> 2010
PORTUGAL	3	-	2 AA, 1 ASW	-
ROYAUME-UNI	20	FSC	AVT	> 2013
SUEDE	2	-	-	-
TURQUIE	4	FS 2000	AA	-

TOTAL = 87

MM (mer mer), ATBM (anti ballistic missile) ASW (anti-sous-marins), AVT (action vers la terre), AA (anti-aérienne), GP (emploi général)

"Force est de constater qu'il existe dans la zone européenne et sur la période 2008-2020 un besoin de 87 frégates multimission"

Le Monde a changé...

Un nouveau rôle

Une des conséquences de la fin du monde bipolaire est l'émergence d'un état de crise endémique qu'il appartient de contrôler au plus près avant leur transformation en conflits armés.

“ 80 % de
l'industrie
mondiale
se trouve
concentrée
à moins de
100 nautiques
d'un rivage ”

La vocation nouvelle des marines d'Europe qui en résulte, est de passer de la lutte en haute mer caractéristique de l'équilibre de la Guerre froide, à des actions "de la mer vers la terre" en soutien des opérations aéroterrestres. Pour les marines, cela signifie passer de la préparation de combats en haute mer à un environnement de guerre littorale.

Dans un monde incertain, la meilleure base de départ pour aller "attaquer la terre" est en effet la "mer" et ses eaux internationales libres qui couvrent les trois quarts de la surface du globe. Sachant que 75 % de l'humanité vit à moins de 300 miles nautiques des côtes et que 80 % de l'industrie mondiale se trouve concentrée à moins de 100 nautiques (soit 180 km) d'un rivage.

Les plates-formes navales présentent l'intérêt de fournir des bases de départ mobiles, moins vulnérables que des bases fixes à une attaque aérienne et affranchies des complications diplomatiques que sont les autorisations d'accès ou de survol. Les navires de combat sont tout à la fois

des moyens de renseignement pour l'analyse des situations (surveillance radar, écoutes électroniques ...), des moyens de commandement et d'actions immédiates avec leurs armements. On peut les prépositionner dans les zones à risque ou les déployer rapidement avec l'avantage d'une forte signification politique et militaire et d'une grande liberté d'action. L'expérience du Golfe et de l'Afghanistan a démontré une fois encore la nécessité de disposer de forces navales aptes aux opérations au long cours, pour intervenir dans un court délai et en tout lieu, puisque désormais les crises peuvent évoluer en conflits très rapidement, rendant leur résolution onéreuse, tant en terme humain que financier.

La réorientation des forces navales vers les opérations en eaux côtières va les soumettre à des menaces différentes de la haute mer, d'autant plus dangereuses qu'elles s'inscrivent et se nourrissent d'un environnement complexe et incertain, la participation à des actions contre la terre nécessitant par ailleurs des capacités embarquées nouvelles.

La frégate américaine USS *Stark*, gravement endommagée par un Exocet irakien. Cet épisode montre la nécessité de donner les moyens aux escorteurs de se protéger contre tous les types de menaces aériennes. (AFP)



Une problématique quantitative et qualitative

Cette redéfinition du rôle des marines autour des opérations de projection de force tend à exercer une pression sur le formatage des flottes de combat.

Les missions de surveillance ou de blocus sur longue période, les repositionnements nécessaires dans les zones à risque, la relève des unités ... nécessitent de disposer d'un nombre important de bâtiments.

Ceci implique de donner un coup d'arrêt au "désarmement structurel", phénomène d'augmentation exponentielle des coûts qui, à l'Ouest, rendait impossible du temps de la Guerre froide le remplacement nombre pour nombre des grands armements à chaque génération nouvelle. Il convient de trouver les moyens de remplacer les générations précédentes par un nombre équivalent ou en tout cas approchant, sans forcément que les efforts budgétaires redoublent.

De plus, la seule réponse possible à l'imprévisibilité des menaces réside dans l'acquisition de moyens repensés pour offrir les plus grandes polyvalence et modularité possibles. Leur flexibilité et leur articulation à la demande doivent leur permettre de répondre à des besoins qui pourront être différents à chaque conflit. La modularité autorise aussi une adaptation régulière à l'évolu-



tion des menaces sur l'ensemble de la durée de vie des navires. Mais elle a un coût. Comment, dès lors, construire plus de navires avec des budgets serrés et des systèmes d'arme toujours plus performants et polyvalents ? Cette problématique est partagée par toutes les marines d'Europe.

Le cargo *Winner*, transportant de la drogue, est intercepté par un aviso de la Marine nationale. Ce succès, fruit de la coopération internationale, illustre un emploi supplémentaire de la Marine nationale. (AFP)

Réflexion générale sur l'ensemble des processus

Presque tous les projets de coopération pour réaliser des navires absolument identiques, ont échoué (frégate NFR 90 de l'OTAN, projet Horizon tripartite) en raison de la difficulté d'obtenir un accord entre les différents industriels concernés pour la réalisation de besoins opérationnels souvent faiblement convergents. Force est de reconnaître en revanche la réussite des coopérations basées sur la définition d'une « coque propulsée » standard construite dans chaque pays, avec liberté nationale d'aménagements et de choix de systèmes et d'équipements, à l'instar du programme de chasseurs de mines tripartite (entre la France, la Belgique et les Pays-Bas) ou de frégates germano-hollandaises.

La réflexion doit aborder aussi la manière de concevoir les navires. L'intégration très en amont, c'est-à-dire dès la définition des navires, de toutes les contraintes d'exploitation, de maintenance, de réparation et de modernisation des bâtiments représente un vaste gisement d'économies possibles sur la

durée de vie des bâtiments. Mais cela suppose une politique concertée nouvelle permettant aux marines de redéfinir en coopération entre elles la durée de vie prévue, le nombre d'IPER (Indisponibilité Pour Entretien et Réparation) et de modernisations, pour déterminer en conséquence les capacités militaires initiales nécessaires et planifier les capacités ultérieures recherchées.

De même, les coûts de développement et de possession des nouveaux systèmes d'armes sont tels qu'ils militent en faveur du recours au maximum de systèmes polyvalents avec des déclinaisons interarmées et européennes. Les trois marines, britannique, française et italienne, montrent ici clairement le chemin avec les applications navales SAAM et PAAMS des systèmes de la famille Aster, qui sont interarmées et trinationales et avec les possibilités de décliner la famille des missiles air-sol Scalp EG/Storm Shadow, déjà adoptée par les trois armées de l'air, sous la forme d'un missile naval d'attaque à terre.



La coque enfoncée du destroyer *USS Cole* à Aden. Cet attentat démontre la nécessité de renforcer la protection des bâtiments quand ils relâchent dans des ports à risque. (AFP)

Des conceptions très opposées

Trois classes différentes pour l'US Navy

C'est sur la furtivité, l'action contre la terre et la capacité à intégrer chacun de ses bâtiments en un réseau de communication fonctionnant en temps réel au bénéfice de tous, que compte la marine américaine pour maintenir à son avantage un différentiel d'efficacité opérationnelle avec tout adversaire potentiel.

En matière de combat de surface, l'US Navy envisage aujourd'hui de bâtir son avenir autour de trois nouvelles classes de bâtiments : CG(X), DD(X) et LCS. Les croiseurs de la future classe CG(X) ou CG21 assureront le remplacement des actuels croiseurs Aegis de la classe Ticonderoga. C'est-à-dire la défense sol/air de zone et la couverture antimissile balistique de théâtre. Les DD(X) de la classe Zumwalt assumeront, quant à eux, la mission, aujourd'hui considérée comme essentielle, de l'action contre la terre. Les LCS, enfin, se chargeront du combat en zones littorales. Le calendrier actuel donne la priorité au programme DD(X). Il s'agit d'un bâtiment multi-mission à dominante d'action contre la terre de 12 000 tonnes (soit 25 % de moins que le projet DD21 initial abandonné voici quelques mois) à propulsion électrique (mais pas sous la forme de pods externes à la coque) évoluant à 30 nœuds. Il disposera d'un système intégré de guerre sous-marine et sera capable d'emporter un canon AGS (Advanced Gun System) de 1 200 obus pour l'appui des troupes à terre, ainsi que quelque 128 cellules de lancement vertical de missiles de croisière. Ces derniers seront dispersés sur tout le pourtour de la coque afin de réduire les effets destructeurs d'un éventuel coup au but. En outre, sa coque sera conçue pour réduire au maximum les signatures EM et IR.

maintenir une compétition pour l'attribution des tranches ultérieures de construction. Pour l'heure, il est prévu que soit commandée, en 2005, la construction d'une première tranche de huit DD(X). Le premier étant livré dès 2009 et mis en service en 2011. Globalement, les études actuelles évoquent une série totale de 32 bâtiments. Et à partir de 2014, c'est un peu plus d'une trentaine de CG(X) qui devrait être commandée. C'est donc de l'acquisition de près de 70 navires dont il est question entre 2005 et 2025. Troisième élément de la famille, le Littoral Combat Ship (LCS) dont est prévue, à terme, l'acquisition de 30 à 60 exemplaires. Sa parenté avec les corvettes européennes des classes Visby et Skjold est évidente. Elles ont d'ailleurs participé, l'été dernier, en compagnie du catamaran américain HSV-X1 et du Sea Slice de Lockheed Martin, à des expérimentations grandeur nature au profit de l'US Navy au large de San Diego.

Le LCS, selon les vœux actuels de l'US Navy, devrait être un bâtiment de combat rapide (entre 50 et 60 nœuds afin d'améliorer sa survivabilité et de réduire les temps de transit vers le théâtre d'opérations) d'un tonnage compris entre 1 500 à 4 000 tonnes. Furtif, fortement automatisé et de faibles dimensions, il est conçu pour conduire des opérations au plus près des côtes, là où les navires plus lourds de l'US Navy ne sauraient s'aventurer sans risques. Parmi les missions qui lui sont, pour l'heure, attribuées, les amiraux américains citent volontiers la guerre contre les mines en eaux peu profondes (engins télépilotes), la surveillance/reconnaissance (drones sous-marins) et la lutte, avec un canon à tir rapide Phalanx guidé par radar, contre les petites embarcations menant des actions offensives. Les LCS constitueront les pions avancés du réseau C4ISR d'information et de commandement d'une force navale d'action contre la terre ou même d'un commandement interarmées de théâtre. Pour l'heure, il est prévu le démarrage en 2005 de la fabrication d'un prototype du navire. Le LCS pourrait s'avérer dans le domaine navale devenir un cheval de Troie, à l'image du JSF dans l'aéronautique, en attirant vers lui la participation de différents pays européens. Avec le risque de voir les Américains réconcilier les divergences européennes autour du concept LCS, en tuant tous les autres programmes.



Vue d'artiste des futurs CG(X), DD(X) et LCS de l'US Navy. Cette image souligne le bond technologique que souhaitent accomplir les Américains avec ces nouvelles classes.

Le DD(X) pourra mettre en œuvre simultanément sur sa plage arrière deux hélicoptères ou des drones. La phase d'études et développement est déjà en cours, depuis le 29 avril dernier, sous la responsabilité de Northrop Grumman Ship Systems, assisté de Raytheon. Le contrat prévoit, néanmoins, que Bath Iron Works, le concurrent malheureux, interviendra comme sous-traitant majeur. Ceci afin de pouvoir éventuellement

L'exigence de la modularité en Europe

L'inflation des tonnages est une tendance généralisée en corollaire de l'accroissement de la longueur des bâtiments, notamment pour les doter désormais systématiquement d'un hangar et d'un pont pour hélicoptères. Ainsi, les futurs destroyers DD(X) américains se classent avec leurs 12 000 tonnes dans la catégorie des croiseurs. Quant aux frégates Horizon et leurs 7 000 tonnes, elles sont pour l'OTAN des destroyers et se rapprochent des anciens croiseurs légers. Cette augmentation du déplacement et donc des volumes intérieurs des bâtiments a bien évidemment un prix, compensé par la simplification des réparations et des modernisations ultérieures.

La seconde grande tendance est à l'évidence la conception de plates-formes nouvelles (FREMM, DD(X), K 130, F 125 ...) avec une nouvelle capacité d'action vers la terre. Dans ce cadre, la problématique de l'armement naval est de trouver la bonne combinaison entre des systèmes défensifs chargés d'établir des "bulles de protection" contre les armes ennemies capables de frapper les navires et des systèmes offensifs capables d'influencer le déroulement des opérations à terre, à base d'artillerie navale, de missiles d'attaque à terre, d'emploi de drones de surveillance ... en complément des capacités des porte-avions. Les scénarios d'emploi des futures frégates, clés de voûte des marines, se déclinent alors sur un large spectre allant de l'emploi d'un bâtiment seul au déploiement complet d'un groupe aéronaval. Avec en France (et en Grande Bretagne) la mission supplémentaire de soutien de la Force Océanique Stratégique (FOST). De ces différents scénarios résultent une grande disparité des besoins à couvrir qui appellent plusieurs sortes de réponses.

La première solution est de concevoir plusieurs classes de bâtiments adaptées à chacun des scénarios. Elle se heurte à l'impossibilité d'obtenir des effets d'échelle et à des difficultés pour savoir comment dimensionner chaque classe.

A contrario, il est possible de concevoir une seule classe de navires, très polyvalents en leur faisant embarquer l'ensemble des systèmes d'armes requis pour remplir toutes les missions à la fois. Cette solution aboutit à des navires dépassant largement les 10 000 tonnes, à l'instar des DD(X) américains, mais hors de portée des budgets européens.

L'option de bâtiments plus petits, identiques pour la coque et le système de combat, et modulaires pour être reconfigurables avec des "kits" de missions spécialisées en fonction des scénarios d'emploi est également envisageable. Mais pour séduisante qu'elle paraisse, elle soulève des difficultés insolubles en termes de préavis nécessaires selon les délais de reconfiguration, de stockage et d'entretien des capacités non utilisées...



Une frégate française *La Fayette*. Sa signature radar serait équivalente à celle laissée par un chalutier. (Marine nationale)

La solution adoptée par la France et l'Italie pour les FREMM résulte de la recherche d'un équilibre entre standardisation et spécialisation, avec la conception d'une série unique de bâtiments déplaçant près de 5 000 tonnes, basée sur la même coque et présentant un maximum de communalité au niveau du système de combat, déclinée en seulement deux versions = «Action-Sous-Marine» (ASM) d'une part et «Action vers la Terre» (AVT) dans le vocable français ou «Emploi Général» (EG) dans le vocable italien, d'autre part. L'intention clairement affichée, en particulier dans la marine française, est d'adopter un principe de fabrication rapide et en grande série, pour sortir des coûteuses errances antérieures avec les réalisations de petites séries de bâtiments, plus ou moins réussies, quand ce n'était pas celles de prototypes ou de "séries" réduites à un duo de navires jumeaux.

Cette notion nouvelle d'industrialisation en série alliée à la coopération franco-italienne, permettrait ainsi d'envisager la construction de 27 exemplaires, dont 17 FREMM françaises (8 ASM et 9 AVT) et 10 FREMM italiennes (4 ASM et 6 GP), pour remplacer cinq classes de bâtiments : 2 F 67, 6 F 70 et 9 A 69 en France, 2 Lupo et 8 Maestrale en Italie. Il est logique de penser que sera prévue pour les FREMM une exploitation maximale des travaux de développement déjà entrepris sur l'ambitieux programme Horizon depuis son origine sous forme de coopération anglo-franco-italienne, avant que la Royal Navy choisisse de développer seule son destroyer Type 45.

De la même façon, pour le programme post-2015 de *Future Surface Combatant* (FSC) britannique, les études envisagent aussi de tirer partie au maximum du destroyer Type 45, lui-même issu des études Horizon, pour pouvoir décliner autour d'un "cœur commun" une variante *General Purpose* raccourcie à spécialisation ASM et une variante *Land Attack* rallongée avec des lanceurs verticaux supplémentaires, un canon de gros calibre et plus d'espace pour embarquer des hélicoptères et des drones.

Les défis de la coopération

Les marines européennes, par réalisme, se révèlent

désormais plus ouvertes à l'idée de l'acquisition de navires et systèmes d'armes réalisés dans le cadre d'une coopération internationale. C'est, avec Horizon ou les futures FREMM, une réalité. Néanmoins, la coopération ne constitue pas, loin s'en faut, un long fleuve tranquille.

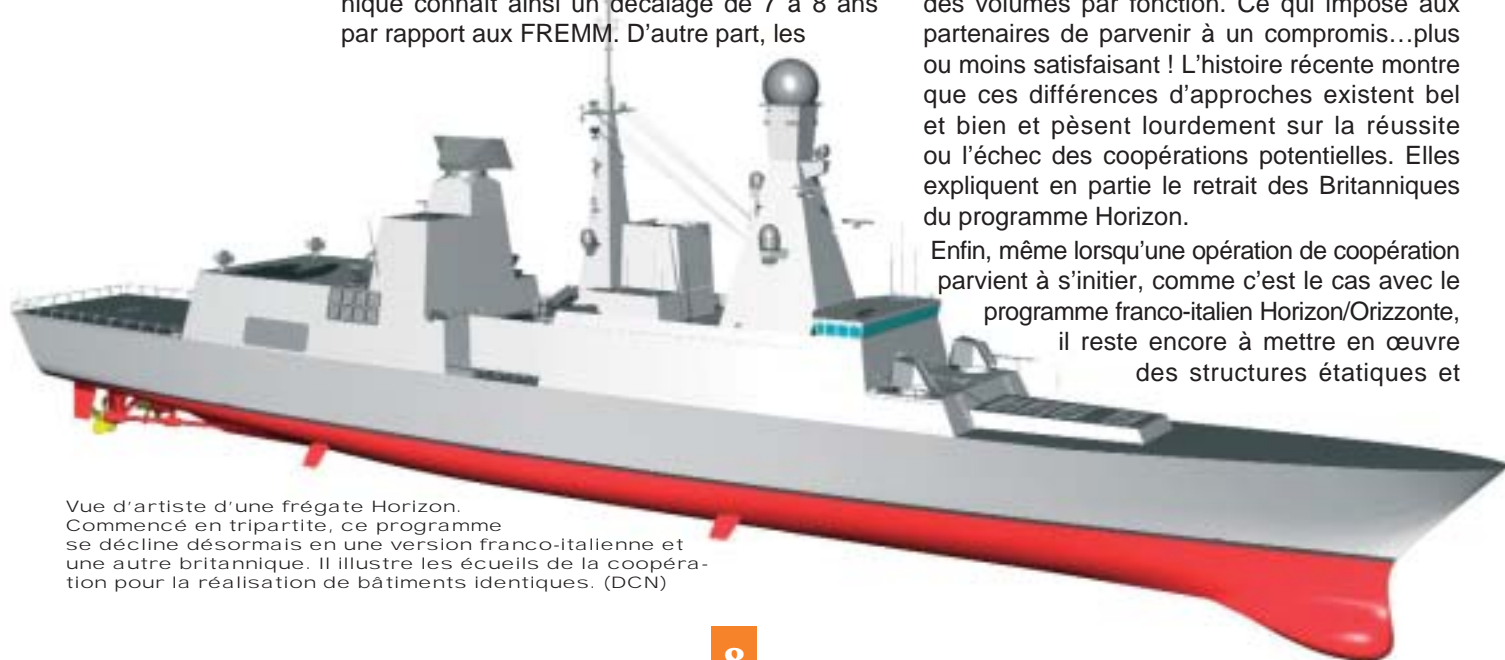
Pour les marines européennes : clonage intégral ou banque d'organes ?

Disposer, dans le cadre d'une action navale multinationale, de navires d'une même classe, plutôt qu'aligner une force dépareillée, constitue un avantage opérationnel indéniable

Les avantages d'une coopération européenne pour la réalisation de navires de combat sont évidents et bien connus de tous. De fait, concevoir et construire à plusieurs une classe unique de bâtiments permet de mettre en commun des compétences techniques parfois complémentaires, de partager le financement du développement et de bénéficier des économies d'échelle liées à une série plus importante. Au-delà, on pourrait même imaginer, pour de futurs programmes, des réductions des coûts d'exploitation rendues possibles par une éventuelle mise en commun de la formation des équipages et du soutien. Enfin, bien évidemment, disposer, dans le cadre d'une action navale multinationale, de navires d'une même classe, plutôt qu'aligner une force dépareillée, constitue un avantage opérationnel indéniable. Il n'en reste pas moins vrai que la coopération, dans le domaine naval plus probablement que dans d'autres, recèle nombre de risques. D'abord celui de divergences des calendriers, le cycle classique de renouvellement de ce type de bâtiments étant en moyenne de 30 à 40 ans. Les partenaires potentiels peuvent en effet, pour des raisons budgétaires ou simplement de durée de vie des bâtiments en ligne, afficher des priorités différentes : le programme FSC britannique connaît ainsi un décalage de 7 à 8 ans par rapport aux FREMM. D'autre part, les

standards et habitudes de vie à bord, issues de vieilles cultures maritimes, s'avèrent fréquemment, différentes d'une marine à l'autre. Cela correspond à des traditions forgées au fil des siècles. Cela répond aussi à des contraintes bien réelles ; le fait de disposer d'une ressource d'appelés peut être rapidement une source d'inflation pour l'équipage. Par ailleurs, pour une même classe de navires, les missions et concepts d'emploi peuvent diverger fortement d'une marine partenaire à l'autre. Toujours pour la FREMM, la marine italienne privilégie le bassin méditerranéen, alors que la marine nationale, du fait de ses nombreux intérêts outre-mer, a une vocation mondialiste plus répartie. Ce n'est pas sans conséquences sur le contenu du produit final. La première a exprimé le besoin de disposer dès le départ d'un bâtiment puissamment armé, mais en nombre restreint d'unités (10), alors que la seconde, pour garantir une couverture géographique plus importante, privilégie un nombre de coques optimal (17), et souhaite les doter du juste besoin en systèmes d'armes, quitte à prévoir l'acquisition de capacités supplémentaires au cours de la vie du bâtiment. Bien évidemment, ces différences d'approches ne sont pas neutres. Elles influent sur l'aménagement intérieur du navire et la répartition des volumes par fonction. Ce qui impose aux partenaires de parvenir à un compromis...plus ou moins satisfaisant ! L'histoire récente montre que ces différences d'approches existent bel et bien et pèsent lourdement sur la réussite ou l'échec des coopérations potentielles. Elles expliquent en partie le retrait des Britanniques du programme Horizon.

Enfin, même lorsqu'une opération de coopération parvient à s'initier, comme c'est le cas avec le programme franco-italien Horizon/Orizzonte, il reste encore à mettre en œuvre des structures étatiques et



Vue d'artiste d'une frégate Horizon. Commencé en tripartite, ce programme se décline désormais en une version franco-italienne et une autre britannique. Il illustre les écueils de la coopération pour la réalisation de bâtiments identiques. (DCN)



Vue d'artiste d'une frégate multimissions. L'alignement des deux programmes sur un même modèle de navire permettrait de faire passer la série à 27 bâtiments. (DCN)

industrielles communes (ce qui ne va pas nécessairement dans le sens d'une simplification et alourdit bien évidemment les coûts), à apprendre à œuvrer de concert malgré, le plus souvent, des méthodes et traditions industrielles différentes. Le pari, sur ce programme spécifique, paraît, certes, en bonne voie d'être gagné. Les frégates antiaériennes des deux pays se révéleront quasi identiques. Néanmoins, à l'avenir, il pourrait se révéler judicieux de davantage prendre en compte le concept de coopérations modulaires, c'est-à-dire construites autour de certains systèmes ou sous-systèmes majeurs sans pour autant conduire à des navires aux coques et aménagements intérieurs, voire aux capacités, identiques. C'est, par exemple, le cas du système antiaérien PAAMS, cœur des frégates

Horizon/Orizzonte, mais aussi des Type 45 britanniques malgré leurs profondes différences de coques, d'aménagements, de capacités et de missions. C'est aussi la voie choisie par Berlin, Madrid et La Haye leurs nouvelles frégates antiaériennes (4 LCF pour les Pays-Bas, 3 F-124 pour l'Allemagne et 4 F-100 pour l'Espagne). Cette formule de « banque » commune de systèmes et équipements dans laquelle chacun viendrait piocher ce qui lui serait nécessaire pour construire le navire le mieux adapté à ses besoins nationaux offre à l'évidence des perspectives intéressantes pour l'avenir. Le respect des traditions et des besoins de chaque partenaire serait ainsi assuré tout en garantissant le partage des coûts de développement de nombreux systèmes et d'indéniables effets de série. A suivre donc...

Heureusement la tendance actuelle à l'accroissement des tonnages offre précisément une plus grande souplesse pour parvenir à satisfaire les besoins parfois contradictoires des marines partenaires.

Propulsion électrique : suivre l'exemple du civil

D'apparition toute récente dans le domaine naval militaire, la propulsion électrique, d'origine civile (elle a fait son apparition à la fin des années 80 à bord des grands paquebots de croisière), s'impose de plus en plus comme un élément de rupture dans la conception architecturale des futurs navires de combat. En effet, le recours à la propulsion électrique permet, de fait, le découplage mécanique des fonctions génération d'énergie et propulsion. Donc de supprimer les longues et pénalisantes lignes d'arbre dévoreuses d'espace et sources de trépidations. Si la génération d'énergie (machine thermique) demeure bien au centre de la coque, la fonction « gouverner » peut se voir intégrée dans des pods externes orientables fixés à la coque et comprenant moteur électrique et

hélice. Dès lors, l'architecte naval peut organiser plus aisément le volume de la coque. En outre, le rendement énergétique s'avère meilleur. Ce qui, à égal emport de carburant, accroît, par rapport à une propulsion classique, la distance franchissable. Sans compter l'impact positif en matière de sécurité et la réduction de l'équipage ainsi rendue possible. Bien évidemment, le transfert de cette technologie du civil vers le militaire s'est d'abord opéré au profit des bâtiments amphibies (LPD néerlandais classe Rotterdam, ALSL britanniques classe Albion et LHD américains) ; navires proches, par leur taille et leur conception, des paquebots civils. En France, ce sont les importants BPC (bâtiments de projection et de commandement) Mistral et Tonnerre, dont la livraison

En France, ce sont les imposants BPC (bâtiments de projection et de commandement) Mistral et Tonnerre qui vont inaugurer l'entrée de la Marine nationale dans l'ère de la propulsion électrique.

La frégate *De Zeven Provinciën* de la Marine néerlandaise. Alors que ce bâtiment avait été étudié en coopération avec la Marine allemande, ces deux pays se limitèrent finalement à des systèmes communs.

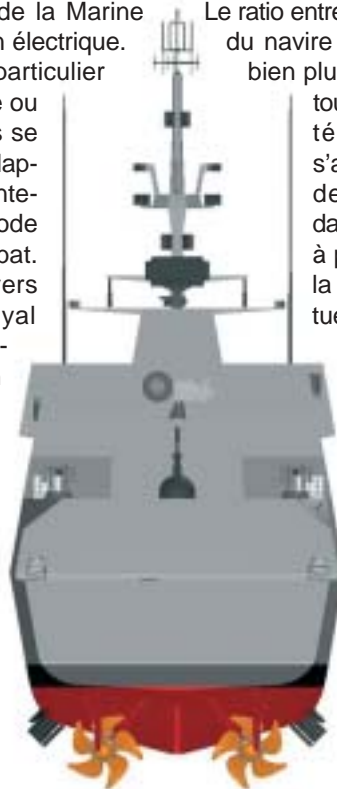


Vue d'artiste d'un Type 45 (DR)

devrait intervenir, respectivement, en 2005 et 2006, qui vont inaugurer l'entrée de la Marine nationale dans l'ère de la propulsion électrique. N'exigeant pas un durcissement particulier en matière de discrétion acoustique ou de tenue aux chocs, ces bâtiments se contentent de pods civils à peine adaptés. Mais les militaires en sont maintenant à étudier l'adaptation de ce mode de propulsion aux navires de combat. Ainsi, la future classe de destroyers Type 45 classe Daring de la Royal Navy en sera dotée (moteur à induction Alstom fournissant 20 Mw). En France, ce pourrait être le cas des FREMM. Toutefois, l'intégration de ce type de pod soulève plusieurs problèmes. Le premier c'est celui de la masse du pod. Une frégate type FREMM, pour évoluer à 30 nœuds, aura besoin d'un pod

fournissant 20 Mw, d'un poids de 250 tonnes. Le ratio entre la masse du pod et le déplacement du navire se révèle ainsi, avec une frégate, bien plus important qu'avec le BPC.

Et en tout cas de concevoir une forme adaptée de carène. Ensuite il faudra s'assurer de la tenue au choc du pod, de ses éventuelles vulnérabilités dans le cadre d'un emploi opérationnel à partir d'une frégate. Autrement dit, la propulsion électrique, si elle constitue effectivement, par ses avantages indéniables, une rupture technologique que l'architecture navale militaire se doit d'intégrer au plus tôt, il n'en reste pas moins vrai que les contraintes propres aux navires de guerre interdisent de transposer telquel le pod civil aux frégates. D'importants travaux d'adaptation s'imposent.



Vue d'artiste de l'arrière d'une frégate multimissions. La mise en place éventuelle de pods de propulsion électrique aurait un impact important sur le design de la carène. (DCN)



La dimension financière

Les questions budgétaires sont au cœur des débats des principales marines. En effet, passé l'expression du besoin, la dimension budgétaire demeure le volet le plus structurant pour la réalisation d'un bâtiment de combat. Il en sera de même pour les frégates multimission.



La frégate *La Motte-Piquet* rentrant de la mission Hérakles, début juillet 2002 à Toulon. Construite sur une durée de près de 15 ans, il n'a pas été vraiment possible de réaliser des économies d'échelle avec la série de F70. (DR)

La vérité sur les prix !

La Marine nationale semble confrontée à la difficulté de réaliser des séries complètes à cause du non respect des coûts réels de fabrication d'une unité ou des coupes budgétaires subies pendant l'exécution du programme. Un aperçu des classes d'escorteurs lancés ces trente dernières années est très révélateur. Seule la série des A-69 — 17 bâtiments — a été menée à son terme. Preuve de cette difficulté récurrente, la dernière classe de frégates, les *La Fayette*, s'est vue réduite à cinq bâtiments, au lieu de six prévus.

L'appauvrissement d'une classe de navires, en termes d'équipements, pour des raisons budgétaires, est l'autre danger qui guette tous les grands programmes de frégates. Là encore, l'exemple des *La Fayette* est tout particulièrement saisissant. Alors que leurs homologues saoudiennes sont équipées de missiles Aster en silos, les bâtiments français en sont tous démunis. Il est toujours question d'installer ce système de combat à mi-vie, mais le coût d'une telle refonte risque de repousser cette amélioration.

La Marine nationale n'est pas la seule à être frappée par ce phénomène. Lors de la guerre des Malouines, la Royal Navy n'a pas manqué de souligner que les coupes budgétaires avaient depuis des années réduit la capacité défensive de ses bâtiments. La classe *Sheffield* (Type 42) a ainsi vu son déplacement augmenter, passant de 3 500 tonnes à 3 880 tonnes afin de pouvoir leur offrir une meilleure stabilité, mais aussi d'embarquer davantage de missiles *Sea Dart* en soute.

Aujourd'hui 50 % du coût global d'un bâtiment demeure son fonctionnement : la main d'œuvre coûte cher aux Marines modernes. Les Français avaient déjà réalisé beaucoup d'efforts dans ce domaine puisque, à tonnages équivalents, les bâtiments de la précédente génération embarquaient moins d'hommes que les navires de la Royal Navy. Les Type 42 affichent un effectif de 280 hommes, contre 230 pour les F70. Cet effort va être encore poursuivi pour la prochaine génération : les *Horizon*, qui jageront

5 500 tonnes, n'embarqueront que 190 hommes, alors que les navires de tonnages équivalents, comme les *Tourville*, comptaient près de 300 marins et cadres à leur bord.

L'autre enseignement est la nécessité de réaliser les séries de bâtiments rapidement pour minimiser les coûts de production et assurer un maximum de communalité. Un examen attentif de la série F70, sept unités mises en service entre 1979 et 1990, montre que même les grands systèmes de ces bâtiments sont différents : les radars diffèrent puisque le *George Leygues* est équipé d'un DRBV 26 A, ainsi que les trois bâtiments qui le suivent, mais que les trois suivants, à commencer par le *Primauguet*, sont munis d'un DRBC 33A. On peut gagner près de 5 % sur le prix global de fabrication, si on réalisait l'ensemble des 17 FMM sur dix ans. D'ailleurs, DCN et ses partenaires, associés pour l'étude de définition de ce programme, préparent actuellement des propositions pour les états-majors sur ce sujet. La loi de programmation militaire 2003-2008 prévoit en effet la livraison de ces frégates à partir de 2008 jusqu'à 2017. La capacité de DCN à produire entre trois et quatre bâtiments par an, optimum de la rentabilité, se heurte malheureusement à la réalité budgétaire.

50 % du coût global d'un bâtiment demeure son exploitation : la main d'œuvre coûte cher aux Marines modernes.



Le destroyer *Sheffield*, frappé à mort par un Exocet lors de la campagne des Malouines en mai 1982. La Royal Navy a à peine communiqué sur le fait que les restrictions budgétaires sur ce programme avaient pénalisé les capacités d'auto-défense des Type 42. (AFP)

**Les systèmes
de combat
représentent 50 %
du montant total
de la fabrication
d'une unité.**

La Marine nationale a également choisi d'améliorer la gestion de ses bâtiments en termes de revalorisation. Auparavant, les navires subissaient, à mi-vie, une refonte complète de leurs équipements. Celle-ci se révélait très coûteuse, d'autant qu'avec les progrès de l'informatique, des pans entiers de l'architecture du système de combat devaient être complètement changés. Rappelons que les systèmes de combat représentent 50 % du montant total de la fabrication d'une unité. Cela donne une idée assez fidèle du coût d'une refonte à mi-vie. Il suffit de visiter le centre de commandement d'une frégate de la classe Tourville, puis celui d'une La Fayette, pour se rendre compte de l'impact de la révolution en matière de télécommunication et d'informatique. Résultat de ces progrès rapides, certains types de bâtiments ne peuvent évoluer, l'obsolescence d'un système condamnant toute la plate-forme. C'est notamment le cas des deux frégates anti-aériennes de la classe Cassard, dont le système surface-air Standard SM1 MR ne sera pas

modernisé, suite à une décision de l'industriel américain. Dès lors, faute de pouvoir les faire évoluer, ces bâtiments sont voués à être retirés rapidement du service, alors qu'ils n'auront qu'une vingtaine d'années. Faute de l'avoir prévu au départ, notamment en privilégiant des réserves de volume à bord, une refonte à base d'un système PAAMS exigeant la mise en place de lanceurs verticaux Sylver A50 se révèle économiquement impossible. Cet épisode illustre la nécessité de penser à l'évolutivité des navires dès leur construction, seule solution pour gérer des technologies qui connaissent des cycles très différents. Alors que les coques et le système de propulsion sont souvent opérationnels pendant plus de trente ans, les éléments du système de combat doivent être changés tous les dix ans, pour rester interopérable avec les autres marines. Une des meilleures solutions, inspirée du modèle britannique de "l'incremental approach", consiste à prévoir, avant même le veuvage du bâtiment, un train d'innovations continu et de veiller en

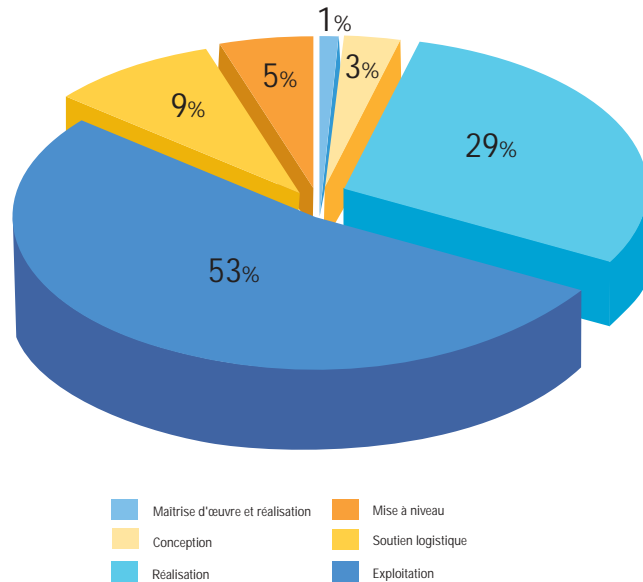
La frégate anti-aérienne *Cassard*,
rentrant de la mission Héraclès,
début juillet 2002 à Toulon.
Le fait que le missile américain
standard SM1 MR ne soit pas
revalorisé condamne
cette classe à brève
échéance.
(DR)



choisissant tel ou tel système, à ne pas fermer trop de portes pour la suite, afin d'être en mesure de profiter de nouvelles solutions. Cette approche suppose d'avoir, dès le début, intégré les équipementiers de premier rang dans les études industrielles. Le technocentre de Renault à Guyancourt constitue la référence en matière de dialogue d'un architecte système avec ses fournisseurs. Sommes-nous à la veille d'une révolution identique sur le programme FREMM ? Les partenaires de l'étude de définition des frégates multimission s'inspirent sans doute de ce modèle : quatre plateaux franco-italiens ont été mis en place entre Armaris, qui regroupe Thales et DCN, et la joint-venture Orizzonte, association entre Finmeccanica et Fincantieri. Un plateau se trouve à Paris en charge de la conduite du projet, tandis qu'un autre à Lorient s'occupe du design général. Celui qui est installé à Gênes traite de la plate-forme propulsée, alors que celui de Rome s'occupe des systèmes de combat.

Coûts globaux de possession (en %)

(Source : revue de la Défense nationale)



La frégate *Maestrale* illustre également les difficultés de la Marine italienne. La classe Lupo a dû être complètement revue pour pouvoir embarquer des équipements plus performants. (AMS)

Les défis de l'interopérabilité

La mise sur pied d'un véritable réseau d'échanges de données entre les divers senseurs d'une force aéronavale constitue un multiplicateur de forces garantissant une plus grande efficacité opérationnelle. Mais, avec l'actuel développement des missions littorales, voire de l'appui direct aux forces terrestres, les marines occidentales vont de plus en plus éprouver le besoin d'intégrer dans leur présentation temps réel de la situation tactique une composante terrestre. Une gageure encore loin d'être maîtrisée.

Le défi de l'interopérabilité du C4ISR

Un navire de combat voit son efficacité opérationnelle dépendre largement de la connaissance que peut avoir son équipage de la situation tac-

te dans laquelle il évolue. C'est une lapalissade qui mérite pourtant d'être rappelée. Or, cette connaissance se trouve, bien évidemment, limitée par les performances des senseurs embarqués sur le navire, la rotondité de la Terre, mais aussi, notamment dans le cadre d'opérations littorales, par les masques que peuvent former îles et côtes. Certes, depuis une trentaine d'années, la Liaison 11 a permis aux navires occidentaux opérant de conserver de s'échanger des données tactiques. Mais la Liaison 11 (HF et UHF) souffre de sa vulnérabilité au brouillage, de son débit réduit, des erreurs de géopositionnement des plots détectés qu'elle génère et de son incapacité à permettre la mise en place d'un réseau temps réel étendu à un grand nombre de bénéficiaires. D'où l'actuelle arrivée au sein de l'OTAN de la Liaison 16 ou JTIDS. Moins susceptible de brouillage, cette transmission automatique de données UHF se révèle nettement plus précise et, surtout, permet de faire fonctionner en réseau un nombre plus important d'acteurs. Ainsi équipés, ces navires et aéronefs deviennent à même de communiquer au réseau les données recueillies par leurs senseurs et, en retour, de bénéficier des informations provenant des autres intervenants. Le système informatique embarqué de traitement et de fusion des données – le SENIT sur les navires français, le CEC sur les Américains et certains Britanniques – permet alors au Central opérations du bord – le CO – de présenter une situation tactique élargie à la zone couverte par le dispositif aéronaval complet. Les mobiles repérés et poursuivis bénéficient en outre, grâce au recoupement de détections provenant de senseurs éloignés les uns des autres, d'un paramétrage plus précis sur les écrans du CO. Le réseau est aussi moins vulnérable aux effets de brouillage localisés. Il est même ainsi envisageable de pouvoir effectuer des interceptions de mobiles aériens et navals par un porteur (navire ou aéronef) évoluant senseurs éteints afin de ne pas se dévoiler. Son CO disposant pourtant en temps réel de tous les éléments de tir fournis par les senseurs des autres intervenants du réseau. On parvient de la sorte à un concept limitant, probablement, la part de liberté accordée à chaque intervenant mais qui, en apportant au commandant du dispositif une vision tactique précise et en temps réel, autorise l'optimisation des moyens disponibles. Il s'agit bien là d'un multiplicateur de forces. Le commandement d'un tel dispositif naval pourrait fort bien d'ailleurs s'effectuer depuis un CO installé à terre à des milliers de kilomètres de la zone d'opérations à laquelle le relierait une liaison satellite à haut débit. Un CO plus confortable, mieux doté en volume de personnels et équipements, éloigné de tout risque d'une frappe militaire. En bref un CO moins stressant donc, en principe, plus efficace. Un CO éventuellement accolé au PC interarmées de théâtre. C'est d'ailleurs là l'un des défis majeurs des années à venir. Car si les systèmes informatiques actuels offrent une présentation de la situation tactique aéronavale, il va vraisemblablement falloir, à terme, dans le cadre d'opérations amphibies, aéronefs menées depuis la mer ou de soutien



Vue d'artiste du centre opérationnel d'une frégate de dernière génération. Ces larges écrans de contrôle sont révolutionnaires par rapport à ceux que l'on trouve habituellement dans la Marine nationale (Thales)

tique dans laquelle il évolue. C'est une lapalissade qui mérite pourtant d'être rappelée. Or, cette connaissance se trouve, bien évidemment, limitée par les performances des senseurs embarqués sur le navire, la rotondité de la Terre, mais aussi, notamment dans le cadre d'opérations littorales, par les masques que peuvent former îles et côtes. Certes, depuis une trentaine d'années, la Liaison 11 a permis aux navires occidentaux opérant de conserver de s'échanger des données tactiques. Mais la Liaison 11 (HF et UHF) souffre de sa vulnérabilité au brouillage, de son débit réduit, des erreurs de géopositionnement des plots détectés qu'elle génère et de son incapacité à permettre la mise en place d'un réseau temps réel étendu à un grand nombre de bénéficiaires. D'où l'actuelle arrivée au sein de l'OTAN de la Liaison 16 ou JTIDS. Moins susceptible de brouillage, cette transmission automatique de données UHF se révèle nettement plus précise et, surtout, permet de faire fonctionner en réseau un nombre plus important d'acteurs. Ainsi équipés, ces navires et aéronefs deviennent à même de com-

de forces à terre, pouvoir y intégrer une présentation de la situation tactique aéroterrestre littorale et même au-delà dans la profondeur des terres. Ce qui risque de conduire à des masses de données trop importantes risquant de saturer le système. La question se posera d'autant plus avec la numérisation en cours des forces terrestres. En France, alors que deux BPC, — des bâtiments conçus pour permettre le fonctionnement à la mer d'un PC interarmées réduit à même d'assurer le commandement d'une force à terre — vont bientôt entrer en service, la question

se pose du dialogue avec les SIC (SICF, SIR et SIT) de l'armée de Terre, voire, plus marginalement c'est vrai, avec ceux de l'armée de l'Air (SCCOA). Le défi des passerelles à développer entre ces systèmes pour leur permettre de dialoguer s'avère majeur. Comme l'est tout autant celui des passerelles à imaginer pour permettre à une force navale multinationale de gommer les différences entre systèmes informatiques de traitement et de fusion de données et ainsi fonctionner en un réseau optimal. Ces défis sont encore loin d'être totalement relevés.



L'ARBB-36 de Thales qui équipe une frégate type *Cassard*. La guerre électronique prend une part de plus en plus importante dans la conduite des opérations navales. (Thales)

Londres et Washington sur la même longueur d'ondes pour le réseau du CEC

La Royal Navy et l'US Navy se sont mises d'accord en juillet 2000 pour profiter de concert du CEC (Cooperative Engagement Capability), le nouveau système informatique embarqué de traitement et fusion de données mis au point par Lockheed Martin. Considéré par ses concepteurs comme le plus évolué au monde, le système de combat coopératif (CEC), qui intègre en un dense réseau d'échange et de fusion de données l'ensemble des mobiles d'une force aéronavale, permettrait d'obtenir une présentation en quasi temps réel de la situation tactique aéronavale et aéroterrestre avec une corrélation presque parfaite du géopositionnement des mobiles détectés. Autrement dit, le CEC éliminerait un phénomène bien connu. A savoir celui provenant de la détection d'un même mobile par différents senseurs distants imprimant chacun une marge d'erreur de géolocalisation suffisante pour qu'un système de fusion de données classique affiche une incertitude sur le nombre réel de plots. Ce qui peut se révéler gênant lorsque les plots en question s'avèrent être des missiles ou des avions... En outre, le CEC offre l'avantage de pouvoir générer des pistes en fusionnant des détections parcellaires provenant de divers senseurs ; des détections qui, prises individuellement, n'auraient pas justifiées la présentation d'une piste. En avril dernier, le Pentagone a donné son feu vert à l'intégration du CEC sur quelque 250 navires, avions de guet aérien et sites d'essais. Un CEC Block 2 est à l'étude afin que les données recueillies en matière de détection de missiles balistiques puissent alimenter le JCTN, le réseau interarmées de théâtre de détection et poursuite de ces missiles. Raytheon et Lockheed Martin sont en compétition pour l'obtention de la maîtrise d'œuvre du Block 2. Décision à la fin de cette année. Londres, de son côté, montera le CEC Block 1 dès 2008 sur ses frégates Type 23, puis, quatre ans plus tard, sur ses destroyers antiaériens Type 45. Bilan de l'opération ? Bâtiments britanniques et américains pourront s'intégrer sans problème en un réseau opérationnel conjoint adapté aux opérations littorales et de soutien de forces à terre, ainsi qu'à la lutte antiaérienne et antibalistique. En France, la DGA vient de lancer une étude sur un système de combat coopératif.



Le CO d'une frégate *La Fayette*. Le quart compte bien moins d'opérateurs que les bâtiments de la génération précédente. (Marine nationale)

Le CEC : Cooperative Engagement Capability
le nouveau système informatique embarqué de traitement et fusion de données mis au point par Lockheed Martin.

Les lanceurs verticaux

Loin d'être une mode, les systèmes de lanceurs verticaux tendent à se généraliser dans les nouveaux programmes. A tonnage égal, ils renforcent l'armement, désencombrent les ponts, favorisent la furtivité et améliorent la souplesse d'emploi et l'adaptation à la mission, grâce au panachage.

Deux philosophies de lancement vertical se sont faites jour. La première solution a été de concevoir des modules de lancement verticaux monomissiles pour lancer des missiles d'auto-défense antiaérienne existants en les adaptant au tir vertical. Cette formule a été adoptée par Raytheon pour le Sea Sparrow (lanceur Mk 48), par MBDA pour le Sea Wolf ou par IAI/Rafael pour le Barak. Elle repose sur une technique de lancement chaud, où le conduit d'évacuation des gaz est intégré à chaque conteneur-lanceur. Cette solution est assez rapide à mettre en place, mais elle est dépourvue de polyvalence.

L'autre voie consiste à concevoir un lanceur multimissile, modulaire et évolutif, adapté au plus grand nombre de futurs missiles, dans une perspective à long terme. Elle passe techniquement par un lancement à chaud, avec un conduit d'évacuation des gaz (CEG) constitué en partie basse par un réceptacle des gaz, commun à tous les conteneurs-lanceurs et baptisé "plénum", et en partie haute par des cheminées situées en position centrale dans le module de lancement vertical.

Les Etats-Unis ont été les précurseurs de ce type d'installation avec le lanceur Mk 41

Le lanceur américain Mk 41

Développé à partir de 1977 par Lockheed Martin Naval Electronics and Surveillance Systems (NE&SS), le lanceur Mk 41 se compose de modules à huit alvéoles. Il recouvre désormais une famille comprenant trois types de modules :

- la version "Self-Defense", de 5,2 m de hauteur, pour lancer les missiles d'auto-défense antiaérienne Sea Sparrow ou ESSM (Evolved Sea Sparrow Missile),

- la version "Tactical", de 6,7 m de haut, adapté au missile surface-air de moyenne portée standard Missile SM-2 Block III et au missile anti-sous-marin ASROC,

- la version "Strike", de 7,6 m de haut, pour lancer le missile de croisière Tomahawk, ainsi que les missiles précédents.

Le client principal est bien évidemment l'U.S. Navy, qui a commencé en 1986 à équiper ses croiseurs antiaériens AEGIS de la classe Ticonderoga, puis les destroyers DDG-51 de la classe Arleigh Burke. Sur le marché depuis plus d'une quinzaine d'années, le Mk 41 est devenu une référence. D'après Lockheed Martin, il équipe près de 160 bâtiments de 16 classes différentes. La production atteint une cadence de 5 à 6 modules par mois à Baltimore.



La frégate *Brandenburg* de la Bundesmarine. Ce bâtiment, lancé en 1994, dispose de silos Mk 41 capables de tirer 16 missiles Sea Sparrow.

Un lanceur A50, tel celui embarqué sur les frégates *Horizon*, capable de tirer des missiles Aster 15 et 30.



Une alternative européenne au Mk 41

La famille des lanceurs Sylver

Les programmes de missiles Aster 15 et 30 ont cependant permis de mettre au point une alternative à ce quasi-monopole américain, grâce au développement par DCN d'une famille de modules de lancement vertical (MLV) Sylver à huit missiles, qui évolue selon une déclinaison très proche de celle du Mk 41. Il est prévu depuis l'origine de la décliner en plusieurs variantes.

La première variante de Sylver, dite A 43 (pour missiles jusqu'à 4,3 m de longueur) est dédiée à l'auto-défense des navires de combat. Son développement est associé à celui du missile MBDA Aster 15 de défense antiaérienne et antimissile rapprochée. Il fait donc partie de la vaste coopération franco-italienne autour du système «Surface-Air Anti-Missile» (SAAM). Le porte-avions Charles de Gaulle est ainsi équipé de quatre modules A 43.

Le lanceur A 43 équipe également les trois frégates F 3000 S du programme Sawari 2 construites par DCN pour les Forces navales royales saoudiennes, à raison de deux modules (à chacun huit missiles) par frégate. Le second porte-aéronefs italien, Andrea Doria, sera équipé de quatre modules A 43.

La nouvelle variante Sylver A 50 est une version allongée pour tirer des missiles mesurant jusqu'à 5 mètres de long. Ce lanceur offre une capacité bi-missiles Aster 15 et Aster 30. Son développement est lié au programme PAAMS (Principal Anti-Air Missile System) trilatéral destiné aux destroyers Type 45 de la Royal Navy et aux frégates Horizon et Orizzonte franco-italiennes.

L'A 50 marque donc l'extension de la coopération franco-italienne au Royaume Uni. Ce lanceur a été sélectionné pour le PAAMS à l'issue d'une compétition qui l'opposait au Mk 41. Développé plus récemment que le Mk 41, le Sylver présente

l'avantage d'une cadence de tir plus élevée et d'un poids à vide par module plus faible.

La conception du lanceur A 50, actuellement bi-missiles Aster 15 et 30, prend aussi en compte la capacité à tirer d'autres types de missiles, comme le projet Polyphem Naval ou les évolutions futures d'Aster en ATBM dans les versions Bloc 1 ou Bloc 2. Les modules A 50 à huit missiles équipent déjà les frégates commandées dans le cadre du programme tripartite PAAMS. Les prochaines commandes attendues pour équiper les bâtiments suivants doivent permettre une croissance rapide de la cadence de production.

La famille Sylver sera prochainement complétée par le nouveau lanceur A 70 qui permettra la mise en œuvre de missiles mesurant jusqu'à 7 m de long, tout en conservant la compatibilité avec les munitions des lanceurs A 43 et A 50. Le système de lancement vertical A 70, actuellement étudié par MBDA et DCN, est destiné en premier lieu à équiper les frégates FREMM avec la capacité à tirer des missiles de croisière navalisés, dont le Scalp Naval, pour permettre à ces bâtiments d'assurer leurs missions d'attaque vers la terre.

Les programmes de missiles Aster 15 et 30 ont cependant permis de mettre au point une alternative à ce quasi-monopole américain



Dessin d'artiste d'une corvette DCN. Les lanceurs verticaux peuvent s'adapter même sur les bâtiments de petits tonnages.

Le contrôle de l'accès au théâtre des opérations

La défense antiaérienne

Renforcer les défenses antimissiles, une protection totale par cercles, avec :

- En premier cercle, l'obligation pour tout bâtiment de combat d'être capable de s'auto-défendre contre les missiles et aéronefs
- En deuxième cercle, l'autodéfense élargie ou la "défense locale de zone"
- En troisième cercle, la "défense navale de zone"

Bien que le souvenir de la guerre des Malouines s'efface lentement des mémoires, son scénario garde toute sa validité. L'armée de l'air argentine subit des pertes insupportables, mais les Super Etendard coulèrent, avec des missiles air-mer Exocet, deux précieux bâtiments : l'HMS Sheffield, destroyer antiaérien, et l'Atlantic Conveyor, porte-containers transformé en porte-aéronefs avec lequel disparut la quasi-totalité des hélicoptères de transport lourd britanniques. Une attaque préventive ne peut non plus garantir la destruction de l'ensemble de la flotte ennemie. Tirés par quelques "capitaines courageux" ou par des batteries côtières, comme les Malouines l'ont aussi démontré avec l'attaque surprise de l'HMS Glamorgan, les missiles antinavires peuvent représenter une dangereuse menace résiduelle.

Les leçons des Malouines montraient l'impérieuse nécessité de renforcer les défenses antimissiles, en recherchant une protection totale par cercles, avec en premier cercle l'obligation pour tout bâtiment de combat d'être capable de s'auto-défendre contre les missiles et aéronefs, aussi bien en opération isolée (frégate en prévention ou présence active) qu'au sein d'un groupe de bâtiments.

frégates antiaériennes (FAA) pour couvrir l'ensemble de la flotte à moyenne-longue portée, doit absolument être renouvelée.

En partant techniquement d'une "page blanche", le développement de la famille des missiles Aster, devenue entre-temps trinationale en associant la France, l'Italie et le Royaume-Uni, a permis de réaliser un bond conceptuel et technologique. Les systèmes à base d'Aster sont optimisés d'emblée pour la lutte contre tous les types de missiles et conçus pour obtenir leur destruction par impact direct ("Hit-to-Kill") afin d'annihiler leur charge militaire. Ils sont capables par ailleurs d'engager toutes les formes d'aéronefs.

Avec le système «Surface-Air Anti-Missile» (SAAM), basé sur l'Aster 15 Naval, la mission classique d'autodéfense rapprochée à courte portée, dite de "défense de point" (Point Defense Missile System : PDMS), se trouve étendue en portée jusqu'à 30 km (soit le double ou le triple de la portée maximale des systèmes précédents) et élargie par la possibilité, pour l'instant unique au monde, de protéger des navires voisins contre des antinavires à vol rasant dans un rayon de sept kilomètres autour du navire lanceur.

Le système SAAM assure la protection du porte-avions Charles de Gaulle depuis décembre 2001. Il équipera également le second porte-aéronefs italien, Andrea Doria, vers 2008. Son installation est en cours à bord de trois frégates F 1300S Sawari 2 des Forces navales royales saoudiennes, les Al Riyadh, Makkah et Al Dammal.

Les FREMM franco-italiennes devraient recevoir un système à base de missiles Aster 15. Les dangers de la guerre littorale (batteries côtières de missiles antinavires chinois dans le Golfe arabo-persique, par exemple) rendent obligatoire la mission de "défense locale de zone", seule capable de protéger des convois de navires marchands ou des navires de débarquement dans les eaux resserrées d'un golfe.

Avec le système «Principal Anti-Air Missile System» (PAAMS), basé sur les missiles Aster 15

La frégate *Al Riyadh* de la Marine saoudienne. Ce bâtiment est le premier navire non européen équipé du système Aster.



En deuxième cercle, figure la capacité pour toutes les frégates de pouvoir assurer la défense antimissile de navires voisins non armés (cas de l'Atlantic Conveyor) suivant le concept dit de "défense locale de zone". Enfin, en troisième cercle, la "défense navale de zone", mission des

et 30, la mission ancienne dite de défense à moyenne portée ("Medium Range-Surface-to-Air Missile" = MR-SAM) se trouve considérablement élargie par la possibilité d'assurer une défense multicouche, en intégrant les capacités additionnées des missiles Aster 15 Naval pour "l'autodéfense" et la "défense locale de zone" et des missiles Aster 30 Naval (obtenus par navalisation de l'Aster 30 Terrestre) pour une "défense navale de zone" étendue jusqu'à 120 km en portée avec un plafond de 20 km en altitude.

Le système PAAMS a été adopté pour les navires de défense aérienne des trois marines britannique, française et italienne. Dans une version PAAMS (S) à radar multifonction Sampson, il doit équiper les douze destroyers Type 45 Classe Daring prévus par la Royal Navy. Dans une version PAAMS (E) à radar EMPAR, il équipera les frégates antiaériennes Horizon/Orizzonte réalisées en coopération de la classe Forbin française et de la classe Carlo Bergamini italienne.



Vue d'artiste d'un destroyer Type 45 en train de tirer une salve de missiles Aster. La coopération britannique sur le système PAAMS offre de nombreuses possibilités de collaboration ultérieures dans ce domaine.

L'action anti-sous-marine, face à une menace renouvelée

Les marines française et italienne partagent la même vision d'une version spécialisée dans l'action ASM de leurs frégates. Leur mission principale sera la protection d'un groupe aéronaval face à la menace des sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) ou des sous-marins à propulsion diesel (SSK) modernes, aujourd'hui les plus à craindre.

La problématique de l'action ASM s'est en effet dédoublée. La fin de la Guerre froide a réduit sans la faire disparaître la menace sous-marine en haute mer. En revanche, l'accent est mis désormais sur la prolifération de SSK modernes et silencieux. Il existe environ 350 SSK dans 40 marines. La nouveauté réside dans le fait qu'un nombre grandissant de pays aspirent à acquérir des SSK, notamment parmi ceux qui désirent pouvoir "contrôler" un point de passage maritime, comme un détroit. Les modèles les plus exportés sont russes (type Kilo) ou allemands (famille 209 ou 1700). L'application de nouvelles technologies (propulsion anaérobie AIP, furtivité acoustique et radar) compliquent leur détection. Les eaux littorales peu profondes sont acoustiquement difficiles pour les moyens passifs de détection en raison de l'importance des bruits parasites ambiants. Pour les moyens actifs, les conditions de propagation des ondes varient très rapidement d'un endroit à un autre, affectées par les spécificités de l'environnement côtier : courants, variations de température et de salinité, particules en suspension, réverbération du fond de la mer ...

La détection ASM à la fois en haute mer et près des côtes, pour contrer les menaces additionnées des SNA et SSK, requiert donc des équipements aux spécifications différentes. Depuis le milieu des années 90, des sonars actifs à basse fréquence (BF) sont en développement, adaptés aux eaux peu profondes. Leur énergie s'y propage mieux qu'en haute fréquence (HF), donnant de meilleurs échos lointains. La définition, qui permet la classification de l'écho, est en revanche moindre qu'en HF et les faux échos en BF sont plus fréquents. La combinaison idéale pourrait être l'emploi d'un sonar passif pour la veille panoramique et de sonars actifs pour la levée d'ambiguïté sur les objets détectés.

Toutes les frégates franco-italiennes devraient disposer d'un sonar de coque, la spécificité ASM étant représentée par un sonar remorqué en BF avec ajout possible d'une flûte TBF. L'armement ASM est déjà issu de coopérations franco-italiennes engagées de longue date. La torpille légère MU 90 Impact, qui équipera les hélicoptères NH 90 embarqués, a été développée en commun par les deux pays au sein du GEIE Eurotorp. Le missile porte-torpilles MILAS est un dérivé du mer-mer franco-italien Otomat, dont la charge militaire et l'auto-directeur antinavires sont remplacés par une MU 90 (ou Mk 46 Mod 5). Ce système d'armes réalisé par MBDA frappe jusqu'à 30 nautiques (55 km) à Mach 0.89, avec un temps de réaction très court, en permettant au bâtiment de surface de rester très largement hors de portée des torpilles du sous-marin adverse, ce qui assure protection et dissuasion.

L'action vers la terre

L'une des dimensions au cœur des programmes de frégates est l'action contre la terre. Celle-ci se divise entre appui-feu naval, où l'artillerie navale et les missiles tactiques sont sollicités, et frappe dans la profondeur, baptisée "deep strike" par les Anglo-saxons, à base de missiles de croisière.



Effet d'un tir d'obus Bonus sur des unités blindées. L'intérêt d'avoir des pièces de 155 mm tient à la possibilité d'utiliser les nombreux types de munitions existants dans ce calibre et utilisées par l'armée de terre.

Le premier débat conceptuel porte sur la portée maximale à reconnaître à cette capacité, baptisée "naval fire support" par la Royal Navy. Les chiffres proposés évoluent de 100 kilomètres à plus de 100 nautiques (180 km). Dans le domaine technique, l'appui-feu naval dans cette frange littorale peut se décomposer en deux domaines d'action : celui de l'artillerie navale, pour la frappe lourde et saturante avec les futurs obus guidés à portée allongée et celui de nouveaux missiles mer-sol, pour la frappe chirurgicale ponctuelle.

L'appui-feu naval tactique dans la guerre littorale

Ceci explique qu'une nouvelle version de la tourelle de 127 mm Mk45, dite Mod4, soit développée en parallèle. L'Italie, l'autre grand fournisseur de tourelles de 127 mm, n'est pas en reste. OtoMelara conçoit un nouveau 127/64 LW à tube allongé et renforcé qui est proposé pour les frégates FREMM. Deux types de munitions nouvelles sont en développement : un projectile non guidé de 70 km de portée et une munition sous-calibrée à guidage inertie/GPS d'une portée de 120 km, baptisée Vulcano, issue d'une coopération avec les Pays-Bas. Par ailleurs, GIAT Industries mène les études de faisabilité d'une version navale de son canon de 155/52 mm et travaille sur le projet de munitions guidées par inertie/GPS Pelican, alors que BAE Systems étudie une version navale du 155/52 mm de son automoteur d'artillerie AS90 Braveheart pour installation éventuelle à bord des destroyers classe Daring (Type 45). La mise en œuvre du calibre 155 est toutefois très pénalisante sur des navires de la taille de ceux conçus en Europe. Il est très peu probable que les marines européennes adoptent ce calibre.

Ce renouveau de l'artillerie navale n'est pas sans poser une foule de questions, autour de problèmes techniques comme la surchauffe des chambres due aux poudres à plus haute énergie utilisées ou l'usure des tubes par les sabots des munitions sous-calibrées. De plus, même avec un guidage inertie/GPS, les meilleures ECP(*) proposées pour la prochaine décennie sont de l'ordre de 20 m à 120 km, ce qui rend nécessaire l'utilisation de charges à dispersion de bombelettes dans des obus-cargo. Le besoin en précision à longue distance (que faire d'un ECP de 700 m à 120 km, cas d'un obus de 127 à portée allongée non guidée ?) impacte fortement en termes technologiques et financiers sur le coût du système et de ses munitions et milite, au-delà d'une certaine distance, en faveur des missiles. La diffusion de

Un regain d'intérêt pour les systèmes d'artillerie

Les calibres existants se caractérisent par leur portée modeste (27 km pour le 127 mm) en tir tendu mais montrent une grande cadence de tir (45 coups/minute pour le 127 mm), car ils sont, pour la plupart, les héritiers de l'artillerie antiaérienne qui équipent les anciens bâtiments de ligne.

Les débats aujourd'hui portent sur la précision, la portée et la létalité terminale nouvelles à atteindre pour optimiser l'artillerie navale actuelle à un rôle d'appui-feu littoral. L'US Navy montre le chemin le plus ambitieux. L'Advanced Gun System (AGS) de 155 mm est un ensemble qui pèse près de 300 tonnes, tourelle et magasin à 750 coups compris. Il est prévu d'en embarquer deux par DD(X) ! Avec un projectile normal, l'AGS frappe à 40 km. Le développement du Long-Range Land Attack Projectile (LRLAP) devrait, d'ici 2012, permettre d'atteindre les 180 km, avec propulsion assistée par roquette et guidage inertie/GPS. Il semble néanmoins quasiment certain que l'AGS ne pourra trouver place sur des navires autres que les DD(X) et leurs 10 000 tonnes.

La frégate HMS *Iron Duke* de la Royal Navy avec son hélicoptère. Ce tandem sera en première ligne dans les opérations contre la terre.



l'équipement actuel joue aussi, pour privilégier plutôt la modernisation des 127 mm anciens au nouveau standard, vu le nombre de tourelles en services et les stocks importants d'obus classiques disponibles pour traiter les cibles de moindre valeur.

Les missiles d'appui-feu naval

La suppression immédiate chez l'adversaire des moyens de commandement est un puissant moyen d'encager le dispositif ennemi et de changer le rapport local des forces. Il en ressort la nécessité de pouvoir traiter une grande variété de cibles de haute valeur, avec une même arme à "faible signature politique".

Pour répondre à ces exigences opérationnelles, l'Allemagne, la France et l'Italie poursuivent en commun un projet de système de missiles à fibre optique baptisé Polyphem, destiné tant à des applications navales que terrestres.

Sa capacité de frappe jusqu'à une distance de 60 km du point de lancement dépasse largement les possibilités de l'artillerie navale actuelle (27 km pour un canon de 127 mm). La précision décimétrique est obtenue grâce à une navigation par hybridation entre guidage inertiel et GPS. L'opérateur au sol reçoit, via la fibre optique qui se déroule derrière le missile, les images infrarouges faites par une caméra dans le nez du missile. Son rôle est de contrôler la séquence d'engagement et de valider l'identification de la cible avant l'impact pour la confirmer ou changer de cible et d'ajuster le point d'impact. Contrairement à une idée reçue, cet opérateur ne pilote pas le missile, dont le vol est entièrement automatique. Enfin, la charge militaire est proportionnée à l'aspect "frappe sélective". L'extrême précision permet en effet de réduire la charge, tout en garantissant son efficacité face à un large spectre de cibles potentielles, grâce à ses effets multiples (charge creuse et souffle-fragmentation).

Pour les marines, il offre un système identique pour couvrir deux missions : l'appui-feu littoral tiré de navires et l'antnavire léger de nouvelle génération tiré d'hélicoptère. Dans ce dernier rôle, Polyphem est capable de détruire ou neutraliser des cibles navales de petites et moyennes dimensions

dans les eaux littorales (bâtiments d'attaque rapide, patrouilleurs ...) même en présence d'un trafic maritime plus ou moins intense, grâce à sa possibilité de confirmer "à vue" l'identification de l'objectif, via la fibre optique.

Le système Polyphem a été sélectionné par la marine allemande afin d'équiper ses cinq corvettes K130, optimisées pour la guerre littorale. Un programme d'étude de l'intégration de son installation de tir à bord des frégates FREMM est en préparation.

L'installation d'un guidage GPS à bord des missiles antinavires de la prochaine génération (Exocet Bloc III, Harpoon 2000, RBS 15 Mk3,...) permettra de les doter d'une capacité de frappe dans la frange littorale contre des navires ou des objectifs situés dans des ports, des rades ou des baies fermées, contre des cibles le long des côtes (comme des radars ou des batteries côtières) et contre des installations fixes situées un peu plus loin à l'intérieur des terres. Un besoin qui se fait jour à l'international.



Vue d'artiste du missile Polyphem. L'avantage de ce système, outre l'insertion de l'homme dans la boucle, tient à son extrême précision qui permet des frappes désarmantes sur un adversaire retranché.

L'Europe à l'heure du "Deep Strike"

Le programme européen le plus avancé de missiles de croisière est sans conteste celui du Scalp-EG/Storm Shadow franco-britannique

L'Europe a été moins rapide que les Etats-Unis à se joindre à la révolution des capacités de frappe de précision à grande distance, pour des raisons tenant certes aux contraintes budgétaires, mais aussi aux impératifs de la Guerre froide qui focalisait les Européens sur les problèmes tactiques. Les dimensions nouvelles des conflits, tant opératives que stratégiques, ont été mises en évidence au fur et à mesure des engagements dans les crises des années quatre-vingt dix. Mais leurs implications ont encore du mal à se transformer en programmes et en réalités. Les missiles de croisière ont été identifiés comme une carence capacitaire dans le cadre d'une Force de Réaction Rapide européenne prise en compte dans l'European Capability Action Plan.

Le programme européen le plus avancé de missiles de croisière est sans conteste celui du Scalp-EG/Storm Shadow qui a démarré en coopération franco-britannique, avec près de 2 000 exemplaires acquis par la Grande Bretagne, la France, l'Italie et la Grèce dans une version aéroportée. Les conflits comme la guerre du Golfe, le Kosovo, l'Afghanistan, ont montré le bien-fondé de ce programme de missiles de croisière à portée allongée et à

charge unitaire. Déjà opérationnel dans la RAF, l'entrée en service de ce missile est prévue dans l'armée de l'air française en 2003. MBDA en retire une place de leader incontesté sur ce segment stratégique des missiles et apparaît comme seule à pouvoir proposer une alternative européenne au Tomahawk américain.

Les conflits récents ont aussi mis en valeur l'intérêt de lancer les missiles de croisière depuis des plate-formes navales. Cette capacité confère aux pays possesseurs un rôle politique et militaire majeur dans les points-clés de commandement d'une opération coalisée que sont la planification, le ciblage ... ce, dès le début d'une intervention et par voie de conséquence dans la suite des opérations. Pilier des programmes de renouvellement des plate-formes navales de surface et sous-marines de la marine française (FREMM et Barracuda), le besoin opérationnel d'un missile de croisière naval, fortement inspiré du mode opératoire du Scalp-EG/Storm Shadow, a été exprimé dès le printemps 2001. Les études de faisabilité et de réduction de risques d'une telle capacité ont donc été lancées dès février 2002 par le ministre français de la Défense.



Le Scalp Naval est un missile de croisière à très longue portée, capable de naviguer de façon autonome, par combinaison des modes inertiel, suivi de terrain et recalage GPS. Son principal atout est d'offrir une très grande précision terminale, indépendante du système GPS, grâce à un autodirecteur à imagerie infrarouge. Sa charge militaire lui permet de neutraliser des cibles variées. Ce missile s'appuie sur les technologies mises en œuvre dans la version aéroportée Scalp-EG/Storm Shadow. Il reprend les fonctionnalités clés, comme le guidage terminal infrarouge, la motorisation, et les principes de préparation de missions... Ces fonctions sont installées

Le Scalp Naval entrera en service dans la Marine nationale en 2011

dans une cellule de section circulaire adaptée au tir à partir de plate-formes navales, c'est-à-dire au lancement vertical depuis des frégates et au tir à partir de tubes lance-torpilles des sous-marins Barracuda.

La phase de faisabilité est notifiée, sur la période 2003-2005 avec un programme de démonstration et de réduction de risques (PDRR) concentré sur les aspects nouveaux : tir vertical depuis un lanceur multimirilles Sylver A70 et depuis un tube de sous-marin. MBDA bénéficie de l'expérience tirée des Aster 15 et 30 pour le lancement vertical et de celle de l'Exocet SM 39 pour le tir depuis les sous-marins. Des essais sont prévus pendant cette phase de réduction de risques.

Le développement proprement dit suivra cette phase et devra permettre d'offrir la pleine capacité de frappe dans la profondeur sur les frégates FREMM en 2011. Le Scalp Naval équipera toutes les frégates FREMM françaises (8 F-ASM et 9 F-AVT). Seules ces dernières étant équipées du système de préparation de missions. L'acquisition de 250 Scalp Naval, dont 50 adaptés au tir depuis un sous-marin, est inscrite à la loi de programmation militaire, avec un rendez-vous du missile avec ses frégates en 2011 et avec les sous-marins Barracuda entre 2013 et 2015.

Compte tenu des communalités entre les besoins capacitaires français et italiens et à



la faveur de la coopération sur les frégates FREMM, le même missile de croisière naval pourrait équiper les frégates des deux pays. A cet égard, le programme Scalp-Naval est largement ouvert à la coopération internationale.

La Royal Navy recherche un missile de croisière à longue portée pour équiper ses FSC, dans un calendrier un peu retardé par rapport aux FREMM franco-italiennes. A la même époque, elle recherchera également à reconstituer le stock de Tomahawk qui équipe ses sous-marins. Rien n'indique que le missile de croisière choisi soit le même pour couvrir ces deux besoins.

Vue d'artiste d'une frégate multimirilles en train de tirer un missile de croisière Scalp naval. Cet armement offre une dimension stratégique à cette classe de bâtiments.

TACTOM : Les États-Unis font évoluer leur concept d'emploi

Le Tactical Tomahawk (TACTOM), ou TLAM Block IV, doit entrer en service en 2004 dans l'US Navy (1343 missiles sur 5 ans). Cette nouvelle version vise en premier lieu à réduire les coûts et, en second lieu, à offrir une plus grande souplesse d'emploi tactique, grâce à une liaison de données, permettant au TacTom de changer de cible en vol pour traiter des "time-critical targets", c'est-à-dire des objectifs semi-mobiles. Le premier vol de démonstration a eu lieu en août 2002 depuis le sol, après que le programme ait connu des difficultés avec la propulsion, occasionnant le remplacement du turboréacteur Teledyne J402 en faveur d'un Williams F-122.

Un autre objectif du TACTOM est d'abaisser dans le cadre de l'effort de réduction de coûts, l'US Navy a décidé de se limiter pour ses

sous-marins au lancement vertical du TacTom, à immersion périscopique. Mais cette décision unilatérale américaine fermait à la Grande-Bretagne toute possibilité d'acquiescer un jour des Tomahawk supplémentaires pour reconstituer ses stocks, les sous-marins britanniques ne pouvant tirer que des Tomahawk Block III horizontalement depuis les tubes lance-torpilles. Sous la pression du MoD Britannique, le DoD américain a accordé un contrat à Raytheon pour qualifier une version Torpedo-Tube Launch (TTL) tirable depuis les sous-marins classe Los Angeles et Seawolf de l'US Navy, ainsi que les SNA britanniques Trafalgar et Astute. Ce retour à une version tirée horizontalement, non prévue initialement, s'accompagne inévitablement d'un accroissement des prix.



Type 45



La Fayette



La Fayette



Corvette C1200



Corvette C1800



Sawari 2