

50 ans d'innovation technologique dans les marines de guerre

Alain BOVIS

Président de l'Association technique maritime et aéronautique (ATMA), membre de l'Académie de Marine.

D'une manière générale, l'innovation technologique résulte de la rencontre réussie d'un progrès scientifique ou technique et d'un besoin latent. Le domaine des technologies militaires n'échappe pas à ce principe, l'innovation y étant nourrie tant par le progrès scientifique que par le besoin opérationnel. Les cinquante dernières années se caractérisent par des changements majeurs du panorama stratégique mais aussi par une accélération vertigineuse du progrès scientifique.

La supériorité navale

Jusqu'à la fin des années 1980, la stratégie militaire a été dominée par l'affrontement des deux blocs entretenant une course aux armements tout aussi quantitative que qualitative. La démonstration de puissance technologique a joué un rôle essentiel dans un affrontement stérilisé par l'assurance de destruction mutuelle. Du point de vue tactique, la manœuvre visait à créer l'effet de surprise dans une attaque préemptive ou au contraire de l'éviter de la part d'un adversaire de force comparable. C'est indéniablement dans le domaine de la lutte sous-marine que la recherche et l'innovation techniques ont été les plus actives, la propulsion nucléaire et la capacité de lancement de missiles intercontinentaux par sous-marins ayant fait de cette arme la principale composante des forces de dissuasion nucléaire.

The Hunt for Red October, roman à succès américain publié en 1984, a décrit de façon étonnamment précise les avancées techniques qui ont soutenu cet affrontement sous-marin : amélioration des systèmes d'écoute passive, fixes et embarqués, en portée et vers les très basses fréquences, en parallèle de la recherche de dispositions pour réduire les bruits rayonnés des sous-marins (formes hydrodynamiques dites « Albacore », réduction des bruits des systèmes propulsifs, techniques d'isolation et d'amortissement). Les hélices, sources principales de bruit rayonné et de vibrations de structure, font l'objet d'études nombreuses s'appuyant

sur les progrès du calcul numérique et sur de nouveaux moyens d'essais (*Grand tunnel hydrodynamique* de la Direction générale de l'armement – DGA – ou *Large Cavitation Channel* de l'*US Navy*). Au début des années 1980 apparaît un nouveau type de propulseur, la pompe-hélice ou *pump-jet*, adopté successivement sur les sous-marins britanniques, français et américains. Le scandale créé en 1987 par la vente à l'URSS d'une machine à commande numérique à tailler les hélices par les firmes Toshiba et Kongsberg témoigne alors de la sensibilité de ces technologies.



FIGURE 1 : Pompe-hélice sur sous-marin *Le Triomphant* (1994)

© Naval Group

Tandis que le bloc occidental misait sur la supériorité acoustique par des progrès déterminants réalisés tant dans le domaine des sonars que de la discrétion acoustique, les Soviétiques cherchaient à contourner les défenses adverses par une mobilité supérieure, en termes de profondeur accessible et de vitesse. Les technologies employées – coques en titane, réacteurs nucléaires à métal fondu, torpilles supercavitantes – se sont cependant avérées d'un faible impact opérationnel, du fait notamment d'une fiabilité insuffisante.

La recherche de vitesses élevées a, un temps, marqué l'architecture des navires de surface. Dans les années 1970, hydroptères et aéroglisseurs, coques planantes et *ekranoplanes* sont développés ici et là. Un chef des opérations navales américain prédit ainsi une « marine à 100 nœuds ». Les premières crises pétrolières auront raison de ces technologies qui ont été efficacement remplacées par le déploiement d'aéronefs embarqués sur la plupart des navires.



FIGURE 2 : Hydroptère *USS Pegasus* (1977)

Au cours des années 1960-1970, les navires de combat de l'après-guerre (« des canons installés sur une chaudière ») sont remplacés par des unités lance-missiles, appelé alors « lance-engins ». La propulsion à vapeur qui avait, un siècle plus tôt, révolutionné l'ancienne marine à voile disparaît en l'espace d'une vingtaine d'années (à l'exception de la propulsion nucléaire) au profit du moteur diesel et de la turbine à gaz.

En octobre 1967, quatre missiles de type *Styx* développé par l'URSS dans les années 1950 sont tirés par un patrouilleur égyptien sur un destroyer israélien, l'*INS Eilat*, et le coulent. Le missile antinavire tiré par bâtiments de surface de toutes tailles, par avions ou par sous-marins – plus de 4 000 exemplaires de l'*Exocet*

(développé par Aerospatiale, aujourd'hui MBDA) ont été produits dans ses différentes versions – change fondamentalement la conception du navire par l'importance donnée à la « susceptibilité » (taille de la section efficace radar), à l'installation de radars de veille tridimensionnelle, hauts sur l'eau, à l'aménagement d'armes antimissiles et antiaériennes, et de leurres, à la « survivabilité », avec notamment l'abandon de l'aluminium en superstructures. Par ses formes innovantes et l'emploi extensif de matériaux composites, la frégate *La Fayette* marque au début des années 1990 une rupture en termes de furtivité par rapport aux générations précédentes. Tous les programmes postérieurs s'en inspireront.



FIGURE 3 : Frégate soviétique de type *Krivak* (1971) et frégate *La Fayette* (1992)

Les missiles mer-air développés à partir des années 1960 sont des missiles supersoniques à courte et moyenne portées pour la défense antiaérienne. Le système américain *Tartar*, équipant plusieurs marines de l'Otan, sera progressivement remplacé à partir des années 1990 par le *Standard Missile*. La portée s'étend jusqu'à donner la capacité de défense de zone. Le missile *Aster*, développé dans les années 1990, est le résultat d'une coopération européenne. Dans la décennie suivante, il est intégré au *Système anti-air missile (SAAM)* du porte-avions *Charles-de-Gaulle* et au *Principal Anti-Air Missile System (PAAMS)* des frégates franco-italiennes *Horizon* et des *destroyers* britanniques *T 45*. Les rampes de lancement cèdent la place aux systèmes de lancement verticaux (*VLS*).

La contraction du temps par le missile nécessite l'utilisation de la puissance informatique dans la chaîne de réaction. Issus des premiers *Naval Tactical Data Systems* étudiés dès les années 1950 aux États-Unis, le traitement et l'exploitation tactique automatique des données s'étendent avec le système *Aegis* ⁽¹⁾ sur les croiseurs et *destroyers* américains à partir de 1991. En France, les générations successives de *Système de traitement naval des informations tactiques (Senit)* équipent, à partir de 1988, tous les nouveaux programmes de bâtiments de surface.

(1) Son nom vient d'une arme de Zeus dans la mythologie grecque.

La lutte contre terre

L'effondrement de l'Union soviétique marque, dès le début des années 1990, une révolution stratégique. D'une part, les budgets militaires se réduisent rapidement entraînant l'arrêt ou l'annulation de plusieurs programmes dits « de guerre froide ». Certains programmes américains, comme le sous-marin *Seawolf* ou le *DDX 1000*, seront maintenus en séries très réduites comme plateformes de démonstration technologique. La montée de l'instabilité régionale conduit à une approche nouvelle des opérations « de la mer vers la terre ». La dissémination des armes de destruction massive et des missiles balistiques conduit à doter les systèmes de *Standard Missile* et d'*Aster* de capacités antimissiles balistiques.

Premier conflit *post-guerre froide*, la guerre du Golfe (opération *Desert Storm* en Irak) en 1991 donne l'occasion d'une démonstration opérationnelle du missile de croisière *Tomahawk*, marquant ainsi la réorientation des stratégies navales vers les opérations contre la terre et la transition entre l'artillerie de gros calibre et le missile anti-terre. Le *MdCN* (*Missile de croisière naval*) offre désormais cette capacité aux navires français de surface et sous-marins.

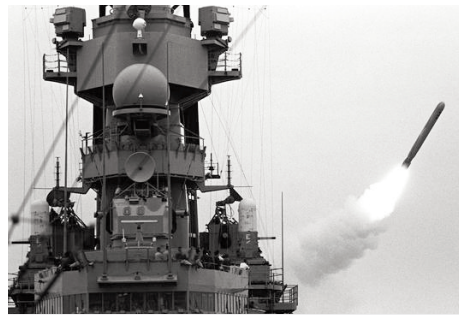


FIGURE 4 : Tir d'un *Tomahawk* par l'*USS Missouri* lors de la guerre du Golfe (1991)

Le groupe aéronaval redevient l'élément central des forces d'intervention maritimes. Les puissances maritimes relancent la construction de porte-avions, à propulsion classique ou nucléaire, dotés de catapultes ou d'avions à décollage court. Ils sont complétés de nouvelles générations de navires multirôles amphibies et de débarquement, de commandement, de transport logistique qui apportent aussi un concours décisif aux opérations humanitaires qui se multiplient.

Les nombreuses variations de régime des bâtiments accompagnant les porte-avions, l'accroissement du besoin de puissance électrique des systèmes de combat et la recherche d'économies de carburant conduisent à concevoir des architectures combinées ou hybrides du système énergie-propulsion. Elles ouvrent la voie au « navire tout électrique ».

Dans les conflits asymétriques, les drones de surface, sous-marins ou

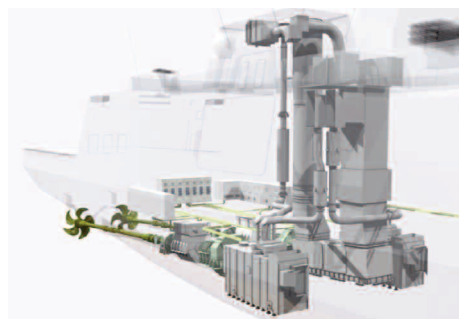


FIGURE 5 : Propulsion *CODLOG* (Diesel-électrique-Turbine à gaz) d'une *Fremm* (*Frégate multimiions*)

© Naval Group

aériens étendent la couverture de veille et maintiennent équipages et bâtiments coûteux à distance de sécurité d'engins de combat « improvisés ».

La variété des situations de conflit et le souci de réduire les coûts de possession des flottes conduisent à s'orienter vers des bâtiments polyvalents, disposant de capacités de lutte dans tous les domaines d'action du combat aéromaritime (ASM, antiaérien, contre terre, *ISR* – Intelligence, surveillance et reconnaissance – et contre-mesures). La série des *destroyers* américains *Arleigh Burke* et les *Fremm* franco-italiennes sont l'aboutissement de ce concept.

Les liaisons de données permettent à différents acteurs de théâtre d'échanger leurs informations en temps réel (*Tenue de situation multiplateformes, TSMPF*) décuplant leur capacité d'action, l'objectif étant de parvenir à la « Capacité d'engagement coopératif » (CEC), l'ensemble des plateformes de la force ne constituant plus qu'un seul système d'information en temps réel et de décision.

Fortement automatisés, les navires sont conduits par des équipages de plus en plus réduits (109 marins pour une *Fremm* aux capacités multipliées par rapport aux 360 armant les FLE – Frégate lance-engins – de type *Suffren*), induisant une modification profonde du rôle et de la qualification de l'opérateur humain.

Les opérations sous-marines s'étendent à de nouvelles missions : recueil de renseignement, déploiement de forces spéciales. Elles participent au tir de missiles de croisière contre la terre. De nombreuses marines acquièrent ou modernisent leur flotte sous-marine, d'autant que les systèmes de propulsion anaérobie (*AIP*) augmentent significativement l'autonomie en plongée des sous-marins non-nucléaires.

Les stratégies « A2/AD »

En ce début de XXI^e siècle, la Chine affirme ses ambitions de puissance maritime par un programme naval sans précédent. Après deux décennies de décroissance de sa flotte, la Russie renoue avec une stratégie de présence maritime. D'anciennes stratégies de guerre froide renaissent sous le vocable de « stratégies d'interdiction » (*Anti Access/Area Denial*). Elles consistent à s'approprier de façon exclusive certaines zones ou passages maritimes et interdire l'accès et le déploiement de forces adverses dans ces zones.

Une nouvelle course technologique aux armements s'amorce avec de nouvelles armes antinavires hypervéloces à longue portée : missiles hypersoniques, artillerie électromagnétique à munitions guidées ou armes à laser sont destinés à stopper toute potentielle intervention depuis la mer.

Le principal défi technico-militaire devient celui du recueil, du traitement et de l'exploitation de l'information conduisant à la supériorité tactique par l'« *info-dominance* ». L'explosion des technologies numériques accélère la transformation des systèmes de défense, de leurs concepts d'emploi et de leur conduite,

et crée un nouveau théâtre d'affrontement désigné sous l'appellation de « cyberspace ». L'info-dominance se base sur la multiplication des sources et des senseurs. La fusion de ces informations et leur exploitation nécessitent des capacités d'analyse de plus en plus puissantes, ce qu'on appelle le traitement des *Big Data*. Mais l'information a également des vulnérabilités : le brouillage de toutes formes de transmissions et la neutralisation des systèmes de détection, communication ou navigation qui en dépendent, et l'attaque des systèmes informatiques (matériels et logiciels) qui l'élaborent. La cybersécurité est le volet défensif de la lutte technologique du cyberspace.

La principale caractéristique du navire moderne est son extrême intégration fonctionnelle, physique, humaine et logicielle qui en fait aujourd'hui l'un des systèmes cyber-socio-physique des plus complexes. La révolution numérique en cours en fera un système encore plus intégré, avec « un équipage augmenté » par l'Intelligence artificielle (IA) et une fusion multiplateformes toujours plus poussée. ♦



FIGURE 6 : Central opérations d'un navire du futur