

LE REDOUTABLE

1963

1991



Premier sous-marin nucléaire lanceur d'engins français
Genèse, réalisation et mise en œuvre
de la composante sous-marine de la dissuasion

SOUS-MARIN NUCLÉAIRE
LE REDOUTABLE
LANCEUR D'ENGINS

LE REDOUTABLE



Sommaire



- Le symbole d'un triple succès par l'amiral Coatanéa 4
- La genèse du Redoutable par l'ingénieur général de l'armement Gempp 6
- La propulsion nucléaire par Jacques Chevallier 10
- Les missiles balistiques par l'ingénieur général de l'armement Bataille et Marcel Morer 14
- Les armes nucléaires par Yves Ploux 20
- L'armement et les essais du Redoutable par l'amiral Louzeau 22
- La création de la Force océanique stratégique par l'amiral Joire-Noulens 26
- Le Redoutable 20 ans de patrouilles par Le Redoutable 30



LE SYMBOLE D'UN TRIPLE SUCCES

La dissuasion nucléaire... une aventure qui, plus que toute autre, a marqué l'évolution des forces sous-marines au cours des vingt dernières années et puissamment contribué à modeler la Marine d'aujourd'hui. Elle reste pour longtemps encore la base des choix de demain. Elle nous remet sans cesse en mémoire l'adresse célèbre du général de Gaulle aux élèves de l'École navale le 15 février 1965 : "La Marine se trouve maintenant et sans doute pour la première fois de notre histoire, au premier plan de la puissance guerrière de la France, et ce sera dans l'avenir, tous les jours un peu plus vrai."

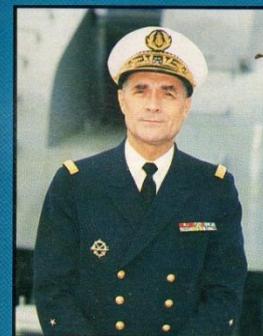
Le Redoutable a représenté en son temps un triple défi ; il est aujourd'hui le symbole d'un triple succès : stratégique, technologique et surtout humain.

En choisissant de consacrer un supplément spécial au *Redoutable*, "Cols Bleus" rend hommage à tous ceux qui ont brillamment et patiemment forgé l'outil désormais emblématique de la Force océanique stratégique, avec l'ardeur, la ténacité et la foi des pionniers.

La réussite incontestable de cette entreprise leur doit beaucoup. Pour avoir eu le privilège de travailler à leurs côtés, je mesure combien son désarmement peut être pour toute notre génération, source de mélancolie mais surtout motif de satisfaction de l'aventure menée à terme.

Car la Fost encore lointaine que j'imaginai chaque soir à bord du *Redoutable* en construction,

lorsque j'explorais et étudiais, solitaire, tout à mes tâches obscures de second, cales, compartiments et installations prenant peu à peu forme et vie, est là, réalité vigoureuse et opérationnelle, assurant sans faille la permanence de trois sous-marins à la mer depuis bientôt neuf ans.



Aux maîtres d'œuvre et artisans directs de cette réalisation hors du commun, il faut associer la Marine tout entière dont il n'est pas de militaire ou de civil, ouvrier, ingénieur ou marin, qui n'ait apporté à un moment ou à un autre une pierre à l'édifice avec le même enthousiasme quelle qu'ait été sa fonction.

Je tiens à remercier pour leur spontanéité et la qualité de leur participation les membres de la Rédaction de ce numéro spécial qui ont accepté sans hésiter de nous faire partager leur expérience et leur passion.

Que ceux à qui revient aujourd'hui l'honneur de relever le défi permanent de la dissuasion trouvent dans cette évocation de l'aventure vécue par leurs aînés, le témoignage d'une passion qu'ils partagent avec eux et qui les maintient sur la voie qui leur a été tracée.

Amiral Alain Coatanéa
chef d'état-major de la Marine

LA GENESE DU REDOUTABLE

par l'ingénieur général de l'armement (2^e S) Gemp
ancien maître d'œuvre principal du projet Coelacanthe

C'est en 1960, qu'étant chargé de la section sous-marins du STCAN, je dus rassembler les premiers éléments du projet qui allait devenir *Le Redoutable*, en vue d'une décision de mise en chantier envisagée alors pour 1964. La tâche nous paraissait assez terrifiante, autant par les énormes difficultés techniques à franchir que par l'enjeu national d'un projet auquel le Général de Gaulle attachait une importance primordiale pour conduire à son terme sa politique de défense fondée sur la dissuasion.

Un préalable indispensable: la propulsion nucléaire

La naissance du *Redoutable* était subordonnée à la réalisation d'un propulseur nucléaire, car la mission stratégique exige du sous-marin une discrétion totale et donc la suppression de toute communication avec l'atmosphère. En outre, il n'était pas question de lui imposer les économies d'énergie qui sont la règle sur les sous-marins classiques : la réserve d'énergie disponible devait être à peu près illimitée.

C'est pourquoi, alors qu'aucune décision n'avait encore été prise au niveau le plus élevé — celui du Conseil de Défense — de construire effectivement un SNLE, fut décidée dès 1960 la réalisation au Centre d'études nucléaires de Cadarache du prototype à terre d'une future chaufferie nucléaire de propulsion.

Une naturelle prudence aurait conduit à subordonner la décision de construire un SNLE à la sanction des essais de ce prototype, prévus en 1964. En fait, tant le très bon déroulement de cette opération que l'établissement des premières ébauches d'un programme général de développement considéré comme capable d'aboutir avec des chances raisonnables de succès à la réalisation d'un SNLE, devaient permettre de prendre en mars 1963 la décision de mise en chantier du *Redoutable*, un an plus tôt que prévu.

Entre temps, des crédits relativement modestes avaient été débloqués en 1961 et 1962 pour lancer les études préliminaires dans les domaines techniques les plus innovants, tandis qu'était prise en 1962 la décision de construire le sous-marin d'expérimentations *Gymnote* auquel était assigné l'objectif d'être apte à des tirs d'engins à la mer avec le prototype du missile M1 à partir de 1967.

De difficiles problèmes à résoudre

Outre le préalable de la propulsion nucléaire, déjà évoqué, et en me limitant à ce qui concerne le sous-marin proprement dit, quels étaient, à l'époque, les problèmes les plus ardues à résoudre afin d'aboutir à un rendez-vous général qui, d'après les premières estimations assez optimistes, devait se situer vers 1968 ?

Je ne citerai que ceux qui ont le plus largement contribué à nous donner des cheveux blancs...

— Un sous-marin de plus de 120 m de long capable de navi-

La conception du Redoutable

Le *Redoutable* a été conçu et réalisé par la Délégation générale pour l'armement (DGA) qui est l'organisme unique du ministère de la Défense chargé de conduire la réalisation des programmes d'armement.

Créée, par décret du 5 avril 1961, la Délégation ministérielle pour l'armement a pris la dénomination de Délégation générale pour l'armement en février 1977.

La construction des SNLE a nécessité la mise sur pied d'une organisation spéciale chargée de la maîtrise d'œuvre appelée "Organisation Coelacanthe", qui existe encore aujourd'hui.



À la barre du Redo-



Embarquement d'un missile expérimental à bord du *Gymnote* à Paulliac en 1968 (photo CEL).

guer en plongée des heures durant à plus de 20 nœuds posait en termes nouveaux le problème de la conception de ses appareils de pilotage, manuel et automatique.

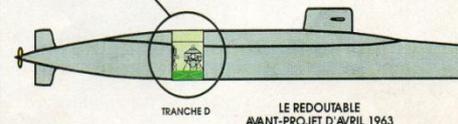
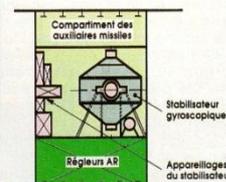
Une avarie de barre survenant à grande vitesse pouvait entraîner des excursions en profondeur catastrophiques. Il fallait

table (photo DCN).



Un stabilisateur gyroscopique qui n'a jamais vu le jour

Dans les premiers projets du *Redoutable* figurait au niveau intermédiaire de la tranche D, à l'emplacement qui devait être occupé en définitive par les installations de régénération



donc faciliter la tâche des barreaux par la présentation du tableau de pilotage et accroître la fiabilité et la sécurité des appareils à gouverner.

Nous savions que les Américains avaient poussé fort loin les études hydrodynamiques de leurs nouveaux sous-marins, sur modèles réduits d'abord, puis en construisant un sous-marin expérimental à échelle un, l'*Albacore*. Quoique l'opportunité de construire en France un tel sous-marin ait été à priori discutée, cette étape a paru trop luxueuse et l'on s'est contenté d'expérimentations sur modèles réduits au Bassin d'essais des carènes ainsi que, et c'était là quelque chose de nouveau, sur des modèles libres mis en œuvre fort discrètement en baie de Saint-Tropez. Enfin, une simulation complète de la chaîne du pilotage en plongée devait être réalisée à terre.

— Une autre innovation majeure résidait dans la capacité du SNLE à tirer des missiles en plongée. Il fallait évaluer l'énergie à stocker pour obtenir une éjection à la vitesse souhaitée et vérifier que le missile ne risquait pas de cabaner à la traversée de la surface, lors d'un tir en marche à très faible vitesse. Cela posait le problème de la stabilisation du sous-marin en immersion mais également, du moins le croyait-on à l'époque, en roulis (voir encadré)

de l'atmosphère, un énorme stabilisateur gyroscopique.

Cette précaution était liée aux inquiétudes inspirées par les capacités de redressement du missile à la traversée de la surface. La nécessité de tirer pratiquement stoppé faisait craindre l'effet du roulis, notamment mer de travers où l'on s'attendait à subir de fortes amplitudes. Une surprise agréable qui a eu son effet sur la décision de faire sauter cet encombrant et dangereux gadget, fut la constatation, faite au Bassin d'essais des carènes, de la tendance naturelle du sous-marin stoppé à se placer, non en travers de la houle mais cap à celle-ci.

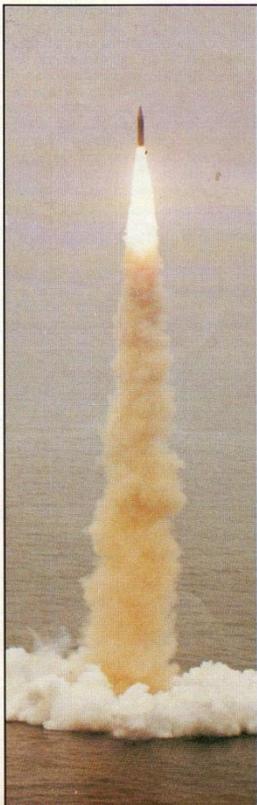


Le caisson immergeable des premiers tirs sous-marins est remorqué vers le lieu de lancement.

sous une houle éventuellement très forte.

Des moyens expérimentaux considérables étaient nécessaires pour mener ces études. Un caisson équipé d'un tube au 1/9^e

Missile expérimental M-013 lancé depuis le Gymnote (photo CEL).



et dépressurisé dans le même rapport permettait une simulation des phénomènes hydro-pneumatiques complexes et parfois surprenants associés à l'éjection du missile. Un tube à échelle du réel implanté dans un caisson immergeable permettait d'effectuer en plongée des tirs d'engins inertes, ou même d'engins monoétages, afin de conforter les résultats obtenus sur modèles et de qualifier l'installation complète de mise en œuvre du missile à bord. Enfin, le sous-marin d'expérimentations *Gymnote*, déjà évoqué, a joué un rôle capital en permettant de valider à la mer l'ensemble des installations du système d'arme dissuasif bien avant les essais du sous-marin opérationnel, y compris des tirs d'engins de plus en plus évolués depuis des maquettes inertes jusqu'à des engins complets.

— Un ensemble de problèmes extrêmement complexes se posaient également touchant à la navigation, c'est-à-dire à tout ce qui devait permettre de connaître à chaque instant la position du sous-marin avec une précision que les moyens utilisés à l'époque n'autorisaient pas. Que l'on pense simplement qu'une erreur sur le cap égale à une minute d'angle entraînant, pour une portée de 3 000 km, une erreur au but de 1 km !

Seule la navigation par inertie permettait d'approcher la précision requise. C'est encore sur le *Gymnote* qu'il a été procédé aux essais des premières plates-formes inertielles embarquées, dont les gyroscopes devaient accuser de très bonnes performances, malgré leurs paliers montés sur roulements à billes ! Lorsque, vers 1958, le secrétaire d'Etat à la Marine put rencontrer aux USA l'amiral Rickover, le père des sous-marins atomiques, celui-ci lui fit part de son scepti-

cisme le plus absolu sur nos possibilités d'aboutir sur deux des voies au moins, qui conduisaient au SNLE : la première était notre aptitude, malgré la fourniture initiale américaine d'uranium 235, à réaliser des cœurs aptes à équiper un réacteur de propulsion navale ; la deuxième était notre capacité à fabriquer des gyroscopes ayant les qualités requises pour la navigation par inertie. L'expérience devait montrer que, sur ces deux plans comme sur bien d'autres d'ailleurs, le célèbre amiral avait sous-estimé ce dont nous étions capables.

Les raisons d'une réussite

Il est arrivé souvent que l'on m'interroge sur les raisons qui ont permis au projet Cœlacanthe de se solder par ce qui peut être considéré légitimement comme un succès.

Il est assez difficile d'y répondre, alors qu'il est généralement facile, lorsqu'une entreprise débouche sur un échec, d'en découvrir les causes et surtout les responsables.

Si je tentais néanmoins d'émettre une appréciation, je retiendrais le facteur, à mes yeux primordial, qu'a représenté la création, en 1962, de l'organisation Cœlacanthe (voir encadré).

Pour la première fois dans l'histoire de la construction navale, on se trouvait avec le développement et la réalisation du *Redoutable*, en face d'une entreprise qui ne pouvait se traiter simplement par le dialogue entre les deux responsables habituels que sont le chef d'état-major de la Marine et le directeur des constructions navales. Le SNLE ne représentait en effet que l'un

Projet Cœlacanthe

Les missions

Le programme Cœlacanthe comporte les études, le développement, la fabrication et la construction :

- des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins et de leur propulsion nucléaire ;
- des missiles balistiques munis de têtes nucléaires ;
- de l'infrastructure nécessaire à l'accomplissement de la mission.

La construction du premier sous-marin nucléaire français, *Le Redoutable*, a été précédée par la réalisation de deux prototypes :

- le prototype à terre (PAT) de propulsion nucléaire conçu à Cadarache. La construction a commencé en 1960 et le réacteur a divergé en 1964 ;
- le sous-marin expérimental *Gymnote*, mis en chantier à Cherbourg en 1961 et présenté aux essais en 1965.

Il avait un déplacement de 3 000 tonnes en surface et était équipé de 4 tubes lance-missiles dont deux identiques à ceux des SNLE.

L'organisation

L'organisation Cœlacanthe a été créée en 1962 pour conduire les programmes concourant à la réalisation de la Force océanique stratégique et rassemblés sous l'appellation de "projet Cœlacanthe". Au sommet de l'organisation, on trouve un comité directeur, présidé par le délégué général pour l'Armement où sont représentés, à un niveau hiérarchique élevé, les différents organismes impliqués dans la réalisation de la composante navale, de la force nucléaire stratégique : EMM, EMM, DGA, CEA, DSF, AInfo.

Pour la préparation de ses décisions, le comité directeur est assisté :

- d'un groupe technique présidé par un ingénieur de la DGA, "maître d'œuvre principal du projet Cœlacanthe" ;
- d'un groupe opérationnel présidé par un officier général de Marine, "l'amiral Cœlacanthe", représentant du CEMM auprès du comité directeur et interlocuteur normal du maître d'œuvre principal pour les questions de nature opérationnelle.

Le comité directeur fait exécuter ses décisions par l'intermédiaire du maître d'œuvre principal, chargé de la coordination des programmes constituant le projet Cœlacanthe.

Ce dernier assure lui-même la direction du programme SNLE, fonctions pour lesquelles il est subordonné au DCN, tandis que la direction des programmes missile MSBS, têtes nucléaires associées et transmissions de la Forst sont assurées par des ingénieurs appartenant respectivement à la Direction des engins, au CEA (Direction des applications militaires) et à la DEI.

Nota : Les sigles utilisés sont les sigles d'aujourd'hui.

DGA : Délégation générale pour l'Armement.

DSF : Direction des services financiers.

DEI : Direction de l'électronique et de l'informatique.



informelles entre les différents responsables sans que ceux-ci soient soumis aux contraintes de la voie hiérarchique qui sont d'usage entre organismes de diverses obédiences.

Il y aurait bien d'autres choses à dire

En achevant cette courte rétrospective, je m'aperçois que mes silences et mes omissions sont considérables. Je pense au rôle majeur joué par le chantier constructeur, la DCN Cherbourg, à celui, non moins important, des organismes chargés du maintien en condition opérationnelle des SNLE, aux énormes travaux de construction de la base de l'île Longue, à la réalisation des stations de transmission qui assurent la liaison avec les SNLE en patrouille, à celle du centre d'entraînement et d'instruction de Brest... et mon admiration et ma gratitude vont vers tous ceux, techniciens et marins, qui ont contribué à ce qu'un projet, qui paraissait presque utopique il y a trente ans, devienne une réalité : c'est une page de cette fabuleuse histoire qui est tournée avec le retrait du service du *Redoutable*. ■

des constituants du système d'arme MSBS, à la réalisation duquel étaient associés de grands coopérateurs échappant à l'autorité de l'un comme de l'autre, dont notamment le CEA, rattaché, quant à lui, au ministère de l'Industrie.

C'est ce qui rendait nécessaire l'existence d'une organisation particulière, l'organisation Cœlacanthe, qui subsiste aujourd'hui presque inchangée après trente années d'exercice.

Elle possède un double mérite, qui lui vaut sans doute son efficacité. Au niveau le plus élevé, le pouvoir de décision est exercé par un comité directeur, constitué, sous la présidence du délégué général pour l'Armement, de représentants des organismes concernés, aussi bien techniques qu'opérationnels, choisis à un niveau très élevé : de ce fait, ce comité ne risque pas d'exercer ses prérogatives en se perdant dans les détails, défaut qui explique souvent l'action paralysante des organismes centralisateurs.

D'autre part, l'organisation est du type "croisé", c'est-à-dire qu'elle autorise des relations

Le Redoutable en achèvement dans la forme du Homet en 1969 (photo DCN).

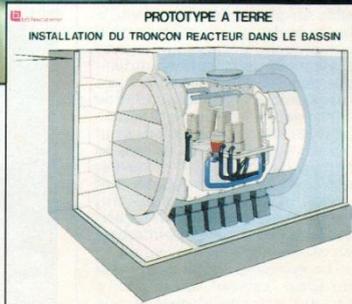
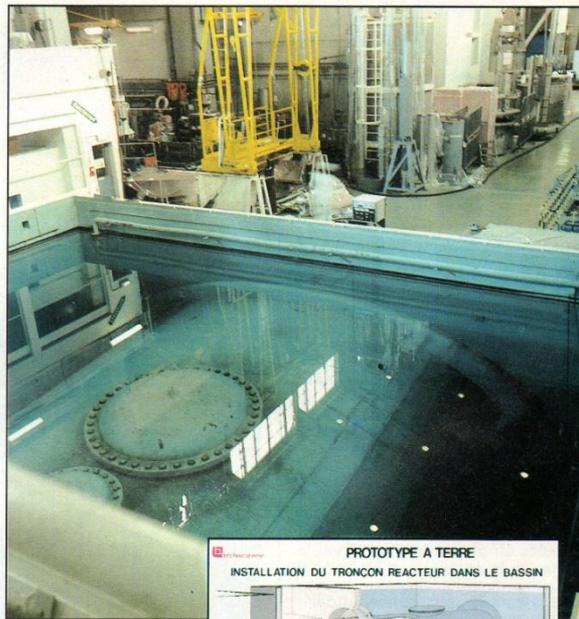


LA PROPULSION NUCLEAIRE DU REDOUTABLE

par Jacques Chevallier
ancien chef de groupe de propulsion nucléaire du CEA
ancien délégué général pour l'armement

La France s'est intéressée très tôt (1954) aux sous-marins nucléaires et, après un épisode malheureux (projet de sous-marin torpilleur à l'uranium naturel : 1954-1958), a franchi seule à partir de 1959 toutes les étapes du développement.

Avant d'entreprendre la réalisation des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins, le CEA a étudié à partir de 1959 et construit au Centre d'études nucléaires de Cadarache un "prototype à terre" qui, tout en respectant les "conditions aux limites" de la propulsion sous-marine devait permettre d'exécuter toutes les expérimentations nécessaires et d'assurer la formation du personnel de conduite et d'entretien. Cette installation qui est entrée en service en 1964¹⁾ est toujours en exploitation (arrêt prévu au printemps 1992) et a parfaitement rempli ses objectifs. Sa construction à une époque où le développement commercial des réacteurs à eau sous pression était encore à l'état embryonnaire, et où la conception des réacteurs de propulsion navale — beaucoup plus compacts que les réacteurs terrestres — était couverte par un secret très rigoureux (c'est toujours le cas aux USA) a représenté un pari digne d'être noté. Le niveau de performances visé était non celui du *Nautilus* mais ce que l'on croyait savoir des sous-marins US de troisième



Le prototype à terre installé au Centre d'études nucléaires de Cadarache est entré en service en 1964. Le tronçon réacteur est montré ici dans son bassin et en coupe.

1) Ceci a été rendu possible par un accord de 1959 relatif à la livraison par les Américains de l'uranium enrichi nécessaire à cette entreprise — sans attendre Pierrelatte — à l'exclusion de tout renseignement technique et de toute extension aux SNLE eux-mêmes.

génération. Il a été d'emblée largement dépassé avec un degré de fiabilité pratiquement total et très supérieur à ceux des réacteurs US électrogènes que nous connaissons.

Tout était à concevoir et à mettre au point, depuis l'architecture d'ensemble compatible avec l'installation à bord d'un sous-marin jusqu'à l'élaboration des nuances d'acier appropriées pour la cuve du réacteur, les méthodes de soudure des différentes parties des circuits à haute pression complètement étanches, les conceptions et schémas les plus appropriés pour assurer la fiabilité et la sûreté recherchées. Tous les composants — du cœur du réacteur, à la cuve, aux générateurs de vapeur, aux pompes étanches, voire au moindre robinet et à toute l'instrumentation — ont dû être conçus, développés, réalisés et montés pour aboutir finalement à la mise en route de l'installation dans le délai légèrement inférieur à cinq ans que l'on s'était fixé à partir du début des études d'avant-projet.

Il a fallu en particulier s'assurer

La construction des réacteurs de propulsion navale

L'étude et la réalisation de l'appareil évaporatoire nucléaire ont été confiées au Département propulsion nucléaire (DPN) du Commissariat à l'énergie atomique (CEA). L'établissement des constructions navales d'Indret, près de Nantes, a participé à cette fabrication et a réalisé l'appareil moteur à vapeur.

C'est le 8 juin 1959 que fut créé, au sein du CEA, le groupe de propulsion nucléaire pour sous-marins. La décision du 18 mars 1960 de construire le prototype à terre (PAT) confirmait la vocation du groupe.

C'est le 14 août 1964 que divergeait le prototype à terre au Centre d'études nucléaires de Cadarache, situé au bord de la Durançe, où il poursuit sans défaillance sa mission de formation des équipages chargés de l'exploitation des chaufferies nucléaires embarquées.

Dès 1971, en accord avec la Délégation ministérielle pour l'armement, le GPN devenu département de propulsion nucléaire (DPN) s'est vu confier des tâches dans le cadre des programmes civils des réacteurs à eau ordinaire poursuivis par le CEA.

En août 1974, les activités du département de propulsion nucléaire ont été transférées à la société Technicatome qui assure l'ensemble des tâches d'études, de réalisation, d'essais et de maintenance des chaufferies nucléaires embarquées pour le compte du CEA.



Le Redoutable exécuta en 1969 des essais brillants tant en ce qui concerne le navire que sa propulsion nucléaire et son système d'arme (photo ECPA).

non seulement la maîtrise de toutes les techniques devenues relativement classiques par la suite (métallurgie des cœurs spéciaux et du zirconium, chimie de l'eau, physique des réseaux à uranium enrichi et fabrication des éléments combustibles notamment) mais aussi le développement des méthodes de calculs spécifiques (sûreté et radio-protection principalement) et leur validation dans tout le spectre des conditions opératoires des systèmes navals, y compris les cas accidentels. Enfin, les études complexes de modes vibratoires et de tenue au choc des composants de la chaufferie ainsi que la démonstration de leur comportement en situation accidentelle avaient dû être résolues avant la mise en service.

Le rendez-vous sous-marin, missiles, chaufferie nucléaire, avait été pris en 1962 pour 1969 : il fut tenu, et *Le Redoutable* exécuta cette année là des essais brillants, tant en ce qui concerne le navire, que sa propulsion nucléaire et son système d'arme. Certes, le *Nautilus* était allé à la mer dès 1955, mais le décalage entre *Le Redoutable* et le *George Washington*, premier sous-marin balistique US, ne fut que de 10 ans.

Le Redoutable fut admis au service actif à la fin de 1971 et il

effectuait sa première patrouille opérationnelle, muni de 16 missiles M1, en janvier 1972. Il est aujourd'hui retiré du service après environ 60 patrouilles opérationnelles (près de 4000 jours de mer) effectuées avec une régularité d'horloge.

Cette entreprise (propulsion nucléaire) sur laquelle repose aujourd'hui encore la fiabilité de la composante principale de notre force de dissuasion a été menée à bien dans des conditions de rapidité et d'économie dignes d'être notées, grâce à l'emploi de méthodes originales qui seraient jugées aujourd'hui parfaitement hérétiques. Rappelons-en quelques aspects :

— la "fiche-programme" établie par la Marine en date du 11 septembre 1959 tenait en une page.

— L'opération prototype à terre (PAT) a été menée par une équipe de type "commando" assurant aussi bien la maîtrise d'ouvrage étatique que la maîtrise d'œuvre industrielle et la mise en œuvre des installations, les effectifs croissant progressivement d'une dizaine de personnes au moment de l'avant-projet (remis le 17 novembre 1959) à environ 200 lors de la mise en route du PAT (divergence le 14 août 1964, puissance nominale le 24 août 1964). Cette équipe mêlait ingénieurs (de formation Génie maritime en

particulier) et officiers des corps navigants travaillant dans la plus parfaite symbiose.

— Les engagements pris (coûts, délais, performances) tenaient du pari, et quel pari. Ils ont cependant été tous respectés, et largement au-delà pour les performances (puissance maximale et énergie d'un cœur sensiblement doublées).

Rappelons que la propulsion nucléaire permet de donner aux sous-marins une autonomie pratiquement illimitée en plongée : on passe d'une autonomie à allure maximale (elle-même largement supérieure en propulsion nucléaire) d'environ une heure en propulsion classique à plusieurs milliers d'heures en propulsion nucléaire (un peu plus de 2 000 heures demandées, environ 4 000 obtenues sur le PAT et les premiers cœurs de sous-marins, plus de 10 000 actuelle-

ment). Pour fixer les idées sur ce que peut représenter une "percée" dans le domaine classique, le moteur M 88 qui équipe le *Rafale*, marque par rapport au M 53 du *Mirage 2 000*, un progrès (tout à fait remarquable) d'environ 40 % sur la consommation spécifique en croisière.

Pour les coûts, le pari consistait à admettre que les résultats visés pouvaient être obtenus en temps utile en mettant en place et utilisant des moyens d'un volume donné, au reste relativement modestes. Le coût annoncé (et tenu) jusqu'à l'obtention de la puissance nominale du PAT est de 180 MF 1959, soit environ 1 250 MF 1991, 3 fois le prix de la chaufferie nucléaire du *Redoutable*.

— Pour respecter le délai extrêmement court (inférieur à 5 ans) visé entre la réception de la "fiche-programme" et le fonction-

nement du PAT à puissance nominale, délai dans lequel devait s'insérer "recherches amont", "développements exploratoires", "études de faisabilité" et "développement" proprement dit, il a été nécessaire de multiplier les paris en faisant chevaucher systématiquement les différentes phases qui devaient prendre en compte au mieux les incertitudes encore non levées de la ou des phases précédentes. Le respect des procédures actuellement exigées aurait conduit à un délai plusieurs fois supérieur (15 à 20 ans).

— La sécurité de l'installation a été dès l'origine au premier rang de nos préoccupations et nous l'avons construite jour après jour, l'intervention de la commission ad hoc (alors balbutiante) n'intervenant que peu avant la mise en service. Nous avons ainsi développé une philosophie visant à éviter qu'un incident, quel qu'il soit, ne puisse "faire tache d'huile", sans nous en tenir à la philosophie visant à contenir tout incident à l'intérieur de "l'accident maximum croyable" (doctrine américaine de l'époque). De fait, si l'on se réfère à l'accident de la centrale de Three Mile Island (qui a conduit à la fusion du cœur du réacteur à partir d'un incident mineur (28.03.1976), il apparaît que la séquence correspondante aurait été stoppée au moins à 4 étapes différentes sur *Le Redoutable*, donc bien avant que

*Dans la machine du Redoutable
le CF Bisson,
premier commandant
de l'équipage rouge.*

l'installation soit réellement en danger. Rappelons que la sécurité est construite par le responsable de la conception de l'installation et qu'une intervention tatillonne des autorités de sécurité peut avoir des effets pervers (incitation à écarter les objections de celles-ci, plutôt qu'à se poser les vrais problèmes).

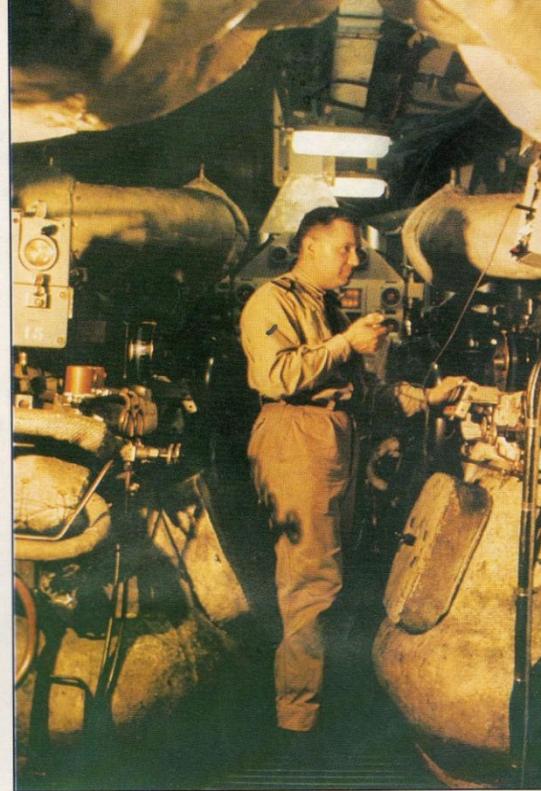
Pour conclure, j'évoquerai deux remarques qui m'ont frappé

— Emanant d'un utilisateur : "Pourquoi ne pas faire tous les navires à propulsion nucléaire, c'est tellement plus simple ?"

— Emanant d'un réalisateur "Aujourd'hui, compte tenu des contraintes de tous ordres (dont celles des commissions de sécurité), il serait impossible de réaliser le PAT".

Si ces appréciations, sans nuance, cherchent à être frappantes, on peut toutefois craindre que des effets indésirés particulièrement pernicioseux à terme ne résultent de la dérive "notariale" et de la propension "à tirer sur le pianiste" aujourd'hui à la mode.

Sur le plan des méthodes, c'est peu de dire que nous n'avons pas fait école ! ■



Le confinement du sous-marin nécessita de nombreuses études pour y installer tous les matériels concourant à la propulsion : cœur nucléaire, turbines à vapeur, auxiliaires. Ici, la station d'huile principale (photo ECPA)



Soixante patrouilles et quatrille jours de mer séparent cette photo de celle représentant Le Redoutable lors de ses essais, page 11 (photo APP Brest).



LE MISSILE MSBS

(Mer Sol Balistique Stratégique)

Préface

par l'ingénieur général de l'armement (2S) Jacques Bataille
ancien chef du groupe MSBS à la Direction des engins

L'année 1971, avec les tirs de deux missiles d'exercice lancés par *Le Redoutable* et l'embarquement de 16 missiles opérationnels, marquait pour quelques centaines d'individus de l'industrie et des services officiels le couronnement d'une activité intense tour à tour spéculative, expérimentale et industrielle.

Pour concevoir, réaliser et mettre au point le vecteur et le sous-système vecteur, il avait fallu innover dans tous les domaines, des poudres à l'informatique temps réel, en passant par la navigation inertielle, l'aérodynamique hypersonique et la mise au point de quelques matériaux nouveaux...

Ce programme était tracé dans ses grandes lignes dès 1961, mais il devait largement s'étoffer par la suite.

Comment le rendez-vous du système d'arme avec le sous-marin a-t-il été tenu, la dérive de l'un masquant heureusement celle de l'autre ? C'est que tous avaient conscience de participer à un grand œuvre !

De plus, par-delà les fluctuations de l'organisation

et les cascades de sous-contrats et protocoles, jouaient les sympathies liées souvent à des origines communes voire quelquefois à des souvenirs de la *Jeanne d'Arc*.

Nous avons été fortement soutenus par la confiance que nous a manifestée la Marine à tous les niveaux même dans les passages les plus critiques, et en particulier par l'attitude merveilleuse des équipages.

J'ai une dette de reconnaissance particulière envers mes camarades du Génie maritime qui n'ont pas craint de me rejoindre au Département engins de l DMA, et, ensuite, à la Direction technique des engins

Merci aussi aux sympathiques anciens de l'Aéronautique navale qui ont pris en main les tâches ingrates mais indispensables de la réglementation technique, de la documentation et de l'approvisionnement en rechanges.

L'auteur du savoureux article qui suit, a été, au sein de la Sereb, puis d'Aérospatiale, le chef de projet MSBS. Il est particulièrement qualifié pour retracer cette période.

Tir d'un engin MSBS expérimental (photo CEM).



Lancement
d'une maquette
à partir du caisson
sous-marin.
(photo CEM)

Le programme MSBS M1

par Marcel Morer
ancien chef du groupe MSBS à la Sereb et à l'Aérospatiale

L'aventure était au bout du fil quand ce jour de juin 1963 le téléphone sonna dans mon bureau de la rue Saint-Dominique où siégeait la DMA/DEN. C'était l'ingénieur général Bensussan qui me proposait de diriger le programme MSBS. Deux ans auparavant, j'avais dirigé le programme Malafon et depuis 1952, j'avais trempé de près ou de loin dans tous les programmes de missiles.

En moins de dix jours, je me retrouvais à la Sereb (Société d'étude et de réalisation d'engins balistiques), rue Victor Hugo à Courbevoie. Cette société d'économie mixte était mandatée par l'Etat pour la réalisation de programmes d'engins balistiques. Créée en 1959, elle s'était limitée à la mise en place d'un programme d'études de base. Elle avait soutenu l'action de la DEN pour la définition de programmes de missiles balistiques : SSBS et MSBS.

Le programme MSBS tel qu'il était sorti de la décision du Conseil de Défense de juin 1963 n'était fixé que par des caractéristiques générales :

- sous-marin nucléaire lanceur porteur de 16 missiles (on avait longtemps hésité entre 8 et 16) ;
- portée souhaitable : 2 500 km ;
- charge militaire d'une masse de 700 kg.

Le Conseil de Défense avait suivi les conclusions de l'étude de l'état-major de la Marine de 1961 et

La réalisation des missiles balistiques à têtes nucléaires

Les SNLE transportent et lancent en plongée seize missiles mer-sol balistiques stratégiques (MSBS).

Les missiles mer-sol balistiques stratégiques sont construits par la société Aérospatiale sous la responsabilité de la Direction des engins (DEn), la charge nucléaire étant produite par la Direction des applications militaires (DAM) du CEA.

La Direction des engins (DEn) autrefois Direction technique des engins, a été créée en 1965. Elle devrait prendre prochainement la dénomination de Direction des missiles et de l'espace. Elle a la responsabilité des études, du développement, de la fabrication et de la mise en service opérationnelle des missiles balistiques.

En 1963, le gouvernement a décidé de réaliser le système SSBS (sol sol balistique stratégique) en silo pour l'armée de l'Air et les systèmes MSBS pour la Marine. Aérospatiale est le maître d'œuvre industriel de ces systèmes qui sont opérationnels depuis 1971.

Plusieurs générations de missiles ont été développées (M.1, M.2, M.20, M.4), chaque génération comportant des améliorations de la portée, de la capacité d'emport, de la précision et de l'aptitude à la pénétration.

Créée par décision du Gouvernement, avec effet du 1^{er} janvier 1970, la Société nationale industrielle aérospatiale (SNIAS), appelée aujourd'hui Aérospatiale, a résulté de la fusion des sociétés Sud-Aviation, Nord-Aviation et Sereb.

La Sereb (Société pour l'étude et la réalisation d'engins balistiques) a été créée en 1959 pour donner naissance en France à une industrie des systèmes balistiques. Au cours de 1960, un programme d'études de base était lancé. Il a convergé vers l'exploitation du véhicule Saphir qui faisait la synthèse de toutes les fonctions (propulsion, pilotage, guidage et rentrée) de l'engin balistique. Saphir a été précédé de véhicules d'essais : *Agate*, *Topaze*, *Émeraude*, des pierres précieuses riches d'enseignements. Sur 54 tirs, 47 ont été satisfaisants (dont les 31 tirs de *Topaze*).

Enfin dans le domaine de la réalisation des armements nucléaires il faut rappeler deux dates importantes dans le programme d'expérimentation et de réalisation du CEA/DAM :

— le 13 février 1960, l'explosion de la première bombe a eu lieu à Reggane ;

— le 24 août 1968, a eu lieu l'explosion du premier dispositif thermonucléaire au Centre d'expérimentation du Pacifique (CEP).

reprent les données d'un avant-projet établi par la Sereb. Mais il n'existait en France, à cette époque, aucune réalisation dans les technologies nécessaires à la fabrication et à la mise en œuvre d'un tel missile.

Mais tous y ont cru : les organismes officiels, le maître d'œuvre et les industriels, et Dieu sait si on allait rencontrer des difficultés !

J'arrivai donc à la Sereb où, outre mes fonctions de chef de projet MSBS, on me confia les départements "Guidage-Pilotage" et "Mise en œuvre sol", ce qui fait qu'avec le département "Architecture Missile" chargé du suivi du projet, nous étions 13, moi y compris : parmi eux, des ingénieurs et des marins. Je ne voudrais pas citer de noms, à l'exception d'Emile Matringe qui m'a fidèlement secondé pendant toutes ces années en prenant en charge l'interface avec la Marine.

La fin de 1963 nous verra tailler dans les avant-projets et préciser le plan de développement du programme dans ses différentes parties telles que l'étude de la sortie d'eau et de la chasse sous-marine, l'étude des systèmes d'allumage, les essais de propulsion au banc, en monoétage (M112) et en biétage (M012 et M013), les essais de guidage et de rentrée, la mise en place d'une installation sol du sous-marin.

La veille de Noël 1963, nous travaillions jusqu'à 22 heures pour mettre le point final à l'étude de la sortie d'eau. Les choix étaient faits, les moyens et les programmes d'essais définis... mais il nous fallut une bonne semaine pour nous réconcilier avec nos épouses ! Travailler 50 à 60 heures par semaine, d'accord ! mais pas la nuit de Noël !

Les équipes programme et essais avaient de quoi se mettre sous la dent. Un navire bizarre venait de naître : le caisson sous-marin. C'était un tube de lance-



"Nous embarquâmes tous à Toulon, je veux dire missile, l'équipage et les équipes d'essais..." (photo A).

ment de missile, submersible. Nous le trainâmes pendant 3 ans, de notre base à la Pyrotechnie de Toulon jusqu'au Cannier puis à l'île du Levant. Les conditions météorologiques exigées pour le déplacer étaient si sévères que les équipes d'essais attendaient souvent plusieurs jours avant de le voir apparaître. On tirait de ce cais-

son des maquettes lestées de gels de trisilicate, qui avaient la fâcheuse propriété de se solidifier au bout de 2 ou 3 jours. Je me souviendrai toujours de cette nuit glaciale où nous devions vidanger 14 tonnes de trisilicate par suite d'un report de tir. Heureusement, nous avions avec nous, outre les dieux, un solide officier des équipages.

Les équipes de propulsion de la SEPR, Société pour l'étude de la propulsion à réaction (aujourd'hui SEP, Société européenne de propulsion), et de la Sereb n'étaient pas de la fête. La mise au point des tuyères rotatives s'avérait délicate. Poussé par le vieil adage de la Marine que "trop fort n'a jamais manqué", le M (pour MSBS) était doté d'un bloc de puissance surdimensionné qui nous permit de franchir certains aléas du développement.

Les essais de propulseurs se faisaient à St-Médard-en-Jalles près de Bordeaux. Les propulseurs

étaient disposés à la verticale, la tuyère dirigée vers le haut. Il était fréquent, l'hiver, que les essais aient lieu à la nuit tombée ; et cette immense bougie éclairait la nuit d'une lueur fantomatique mais brève dans un bruit de tonnerre.

La mise en "direction" du plan de tir se fait par l'intermédiaire de la centrale inertielle du missile. Mais il faut que la centrale inertielle de navigation du sous-marin lui fournisse le cap du navire. Il était apparu, dès 1964, que les solutions proposées par le programme d'études de base ne pouvaient être retenues et ceci pour une raison extrêmement simple : le nombre d'armoires d'électronique nécessaires pour aligner 16 missiles était trop grand et elles ne pouvaient pas rentrer dans le sous-marin. Une nuit de février 1964 (on travaillait beaucoup le soir), une réunion se tenait à Courbevoie entre les représentants de la DMA/DEn et de la Sereb et on décidait de reprendre tout à zéro. On modifiait la centrale, on étudiait un nouveau calculateur de guidage qui aurait des fonctions supplémentaires, on changeait les procédures d'alignement.

Mais la persévérance et le pragmatisme nous permirent de passer aux essais en vol en tirant d'abord du sol à Hammaguir, en 1966, deux monoétages M112. Le n° 1 battit le record de "non portée" puisqu'il retomba 50 m en arrière. Parti tuyères bloquées, il nous régala d'une série de loopings, fort impressionnants pour l'assistance confinée dans un blockhaus à 200 m du pas de tir. Contrairement à nos attentes, cela nous permit d'établir des relations nettes et franches avec nos industriels coopérants. Le deuxième tir fut un succès, si l'on peut dire : les tuyères ne se bloquèrent qu'à la 25^e seconde.

Passant sur les péripéties du caisson, j'en viendrai au premier tir M112 du *Gymnote* en avril 1967. Celui-ci était commandé par un de mes camarades de la *Jeanne*. Nous embarquâmes tous à Toulon ; je veux dire, le missile, l'équipage et les équipes d'essai, pour aller tirer devant l'île du Levant. Après un report de tir, le *Gymnote* défila devant l'île avec une gîte de quelques degrés. Celle-ci devait nous protéger de la retombée du missile en cas de non-allumage. Au poste central, nous étions là, tous tendus, écoutant s'égrèner le décompte. Quand à 0, une secousse ébranla le navire, nous sûmes que pour ce qui était du premier étage, le problème était résolu. L'année 1967

devait se solder par sept tirs de monoétage, tous réussis.

Le biétage M012 ne sera tiré du sol au Centre d'essais des Landes (CEL) qu'en avril 1968. Nous étions au Central opérations du CEL, le tir venait d'avoir lieu et le prédicteur d'impact annonçait que le tir était nominal. En fait, la mise à feu avait eu lieu deux minutes auparavant. Je me préparais à partir lorsque le chef de notre équipe d'essais me demanda : "Où vas-tu ? La tête ne retombera que dans une vingtaine de minutes !" Je me demandai alors ce que devait penser un officier de tir au moment du feu nucléaire.

Il y eut alors de fin 1968 à 1971 les 15 tirs M013 à partir du *Gymnote*. La mise au tube de ces missiles s'effectuait à Pauillac, haut lieu du Médoc. L'appontement de Pauillac avait été retenu

Tir d'acceptation MSBS du Redoutable (juin 1971 - photo CEL).



Essai au banc d'un propulseur MSBS au CAEPE de Saint-Médard-en-Jalles. (photo CAEPE)

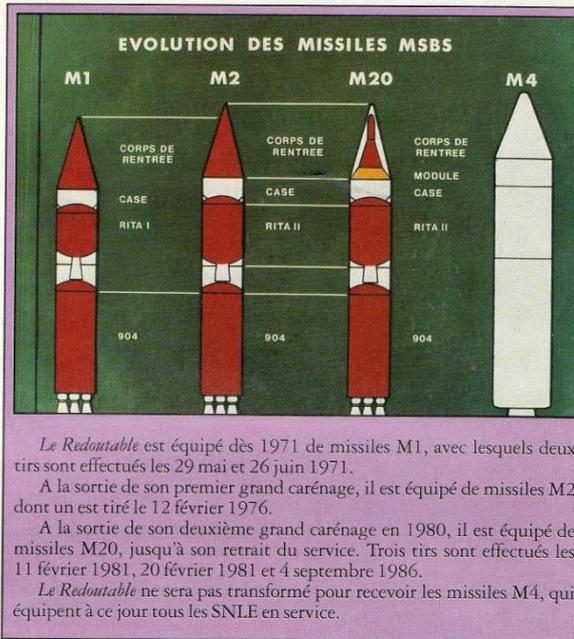


comme lieu d'embarquement et de contrôle avant tir parce que proche à la fois du CEL et du Centre d'achèvement et d'essais des propulseurs et engins (CAEPE) de Saint-Médard-en-Jalles où étaient préparés et assemblés les missiles expérimentaux. Mais les boues charriées par la Gironde qui encrassaient les circuits de réfrigération et les courants très forts lors des marées de vive eau faisaient qu'il n'était pas possible de séjourner à Pauillac dans des conditions de sécurité suffisantes. La mise au tube terminée, le *Gymnote* rejoignait Lorient où le missile était contrôlé et préparé pour le tir.

Enfin, le 29 mai 1971, se déroula l'opération Onagre, le tir du premier missile M1E par Le *Redoutable*.

Des anecdotes, il y en a des centaines touchant le sous-marin, la formation des équipages, l'arme nucléaire... Tous les participants eurent la foi. Je ne prétends pas qu'il n'y eut pas de frictions entre nous et avec les autres équipes, mais je pense que tous peuvent se retourner sur ce passé avec le sentiment d'avoir bien travaillé... et, au fond, de s'être fait plaisir.

Que tous ceux qui ont participé à ce programme soient ici remerciés. ■



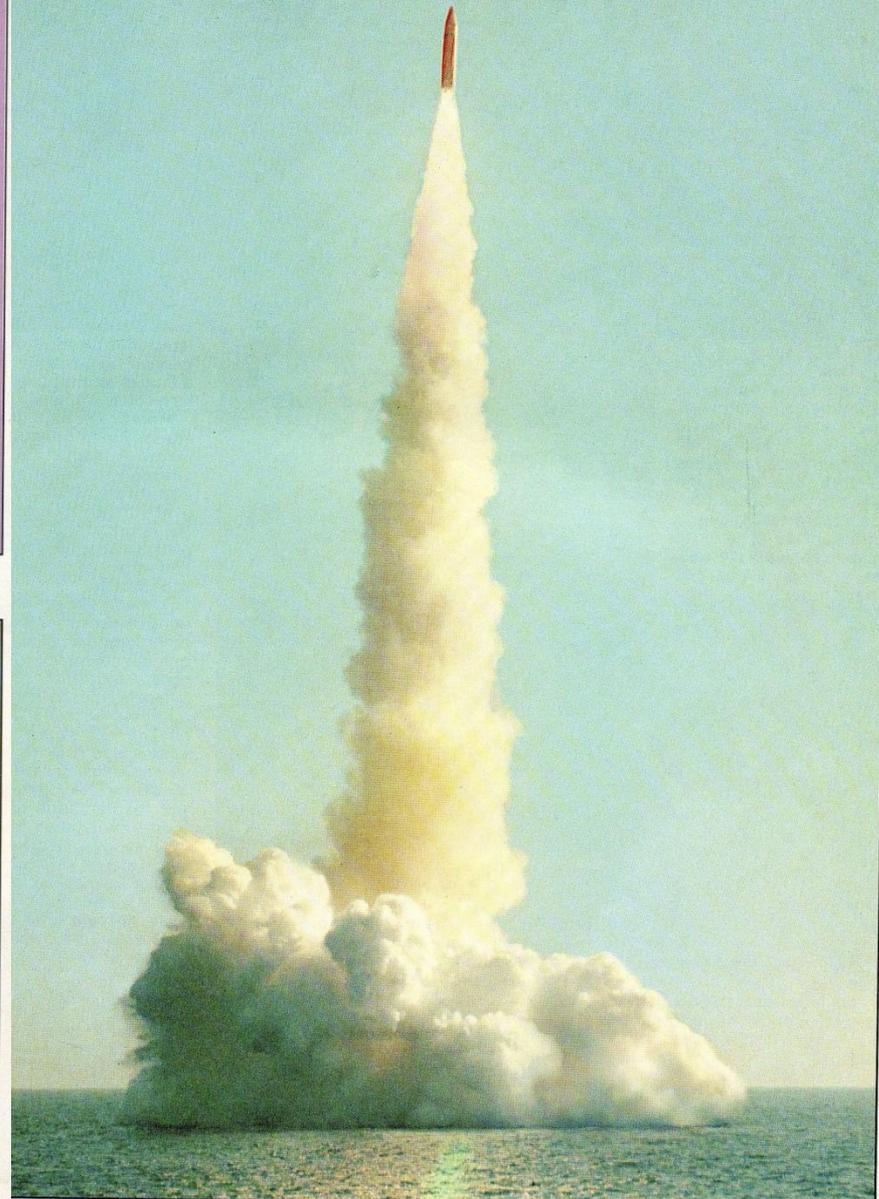
Le Redoutable est équipé dès 1971 de missiles M1, avec lesquels deux tirs sont effectués les 29 mai et 26 juin 1971.

A la sortie de son premier grand carénage, il est équipé de missiles M2 dont un est tiré le 12 février 1976.

A la sortie de son deuxième grand carénage en 1980, il est équipé de missiles M20, jusqu'à son retrait du service. Trois tirs sont effectués les 11 février 1981, 20 février 1981 et 4 septembre 1986.

Le Redoutable ne sera pas transformé pour recevoir les missiles M4, qui équipent à ce jour tous les SNLE en service.

Tir d'un missile MSBS (photo CEL).



La salle opérations du Centre d'essais des Landes d'où sont dirigés les tirs de développement et d'exercice des missiles stratégiques. (photo CEL).



LES ARMES NUCLEAIRES

par Yves Ploux
 Directeur de programme "têtes nucléaires MSBS" au CEA/DAM

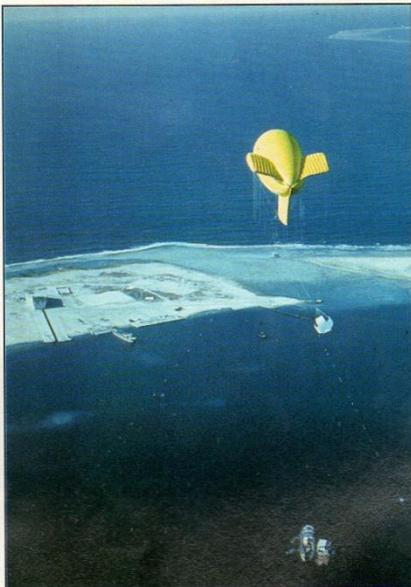
La Direction des applications militaires (DAM) du Commissariat à l'énergie atomique, dont les premiers éléments s'étaient constitués à partir de 1955, eut pour tâche initiale la réalisation d'une charge nucléaire expérimentale dont le tir effectué au polygone de Reggane le 13 février 1960 fit entrer notre pays dans le club des quelques grandes puissances possédant l'arme atomique.

Suivant de près cette phase d'études et d'essais, les premières charges opérationnelles équipèrent à partir de 1964 les avions *Mirage IV* des Forces aériennes stratégiques ; dans leur version la plus puissante, ces charges avaient une énergie d'environ 50 kilotonnes.

C'est en 1963 que le Gouvernement prit la décision de construire des systèmes d'armes stratégiques à base de missiles balistiques : le SSBS (sol-sol balistique stratégique) qui sera implanté au plateau d'Albion et le MSBS (mer-sol balistique stratégique) mis en œuvre à partir des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins.

Pour la charge du MSBS dont les études débutèrent cette même année, le challenge était considérable.

Il fallait obtenir une énergie de 500 kilotonnes dans des dimensions et une masse pratiquement comparables à celles de la charge *Mirage IV* dix fois moins puissante. A cela s'ajoutait la nécessité de fonctionner dans les conditions



L'installation de tir sous ballon à l'époque des essais de la 1^{re} charge MSBS.

nouvelles et sévères du vol propulsé du missile et de la rentrée atmosphérique ainsi que l'exigence d'un niveau très élevé de sécurité à bord des SNLE.

La DAM se dota des moyens nécessaires à l'aboutissement de ce nouveau projet.

Aux centres d'études et de fabrication déjà en activité et dont les capacités de calcul d'expérimentations et de production augmentèrent notablement, s'ajouta en Aquitaine, à proximité des établissements de la Direction des engins

et de la Sereb, nos proches coopérants, un nouveau centre spécialisé dans la "militarisation" des charges et équipé d'importants moyens de simulation des environnements de toutes sortes rencontrés au cours de la mission : le Cesta (Centre d'études scientifiques et techniques d'Aquitaine).

A partir de 1966, cinq années furent consacrées au développement de la charge nucléaire pour aboutir, à partir d'un avant-projet, à un matériel opérationnel répondant aux spécifications de performances de sécurité et de fiabilité.

Pendant cette période et pour respecter les délais du programme, plusieurs grandes opérations furent conduites de front.

Parallèlement à la mise au point nucléaire de la charge, domaine des études scientifiques, qui se concrétisa par les tirs au Centre d'expérimentation du Pacifique (CEP) d'un prototype en juillet 1968 et de la charge définitive en juin 1971, furent menées, avec le concours de grandes sociétés

industrielles, la réalisation et la qualification au sol et en vol des équipements fonctionnels et des structures mécaniques.

Les essais en vol communs aux programmes missile et charge nucléaire étaient effectués à partir du CEL et du SM *Gymnote* ; la DAM eut alors son équipe "navigante" embarquée sur les bâtiments d'Algroupem pour la réception et l'exploitation des télémesures.

La mise en service opérationnel d'une charge nucléaire est une



Explosion souterraine à Mururoa. Depuis 1975 tous les tirs sont effectués en puits, ils sont entièrement confinés. Seule l'onde de choc est perceptible en surface. (photo CEA/DAM)

opération d'un caractère rigoureux au cours de laquelle sont répétées en vraie grandeur toutes les opérations de mise en œuvre à terre comme à bord.

C'est ainsi qu'à partir du mois d'octobre 1970, les installations de montage à l'île Longue et de contrôle à bord du *Redoutable* furent qualifiées sous le contrôle des commissions de sûreté.

Finalement, le premier lot de seize charges associées aux missiles M1 embarqué sur *Le Redoutable* en janvier 1972, il y a près de vingt ans.

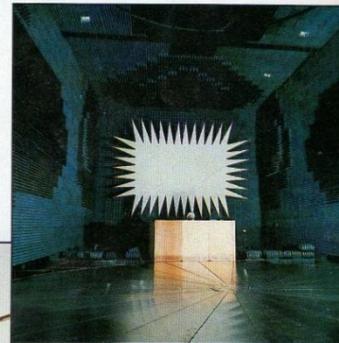
Un an plus tard, *Le Terrible* recevait le deuxième lot de charges.

Pendant sept ans, jusqu'à leur retrait du service en 1979, les trente-deux charges MR41 participèrent à la dissuasion nationale à

bord du *Redoutable*, du *Terrible* et du *Foudroyant*.

Mais, dès 1968, avec la première explosion thermonucléaire, le futur de l'armement de la Fost s'ébauchait et depuis, au sein de l'organisation *Cœlacanthe*, la Direction des applications militaires a œuvré pour la modernisation et l'efficacité de cette composante majeure de notre défense. ■

La grande chambre anéchoïque du Cesta permet de tester la furtivité des têtes. (photo Cesta)



La grande centrifugeuse du Cesta, installée en 1965, est capable d'appliquer à une masse d'une tonne, 100 fois l'accélération de la pesanteur. Elle permet de tester les équipements des missiles. Elle est installée également au profit des programmes spatiaux civils.



L'ARMEMENT ET LES ESSAIS DU REDOUTABLE

par l'amiral (2S) Bernard Louzeau
premier commandant du Redoutable
ancien chef d'état-major de la marine



Le 29 mars 1967, le général de Gaulle lance Le Redoutable à Cherbourg. A sa gauche, M. Alain Peyrefitte, ministre de la Recherche. A l'arrière plan, l'amiral Cabanier, chef d'état major de la Marine. A la droite du général de Gaulle, M. Pierre Messmer, ministre des Armées. (photos ECPA)



L'armement et les essais du Redoutable durèrent fort longtemps et ceci n'avait pas échappé à la perspicacité du commissaire San Antonio ! Dans un de ses ouvrages paru en 1969, il n'hésitait pas à comparer la durée d'une situation désagréable dans laquelle il se trouvait et qui lui paraissait interminable à celle de l'armement du Redoutable. Pouvait-il en être autrement pour un sous-marin prototype d'une taille inhabituelle, sur lequel on innovait complètement avec la propulsion nucléaire, la navigation à inertie, les missiles stratégiques sans parler de l'existence de deux équipages ? Puisant dans mes souvenirs, j'évoquerai les étapes importantes de cette "aventure" qui fut une période riche et exaltante pour tous ceux qui la vécurent.

Par une belle matinée de printemps, le 29 mars 1967, la présence du général de Gaulle à la cérémonie de lancement montre clairement aux Français, mais aussi au monde entier, que notre pays s'engage alors avec résolution dans un programme capital pour l'affirmation de son indépendance. Le pouvoir politique suit du reste avec grande attention la naissance et les premiers pas de cette composante sous-marine des forces nucléaires, décidée cinq ans plus tôt et qui représente un pari audacieux à gagner.

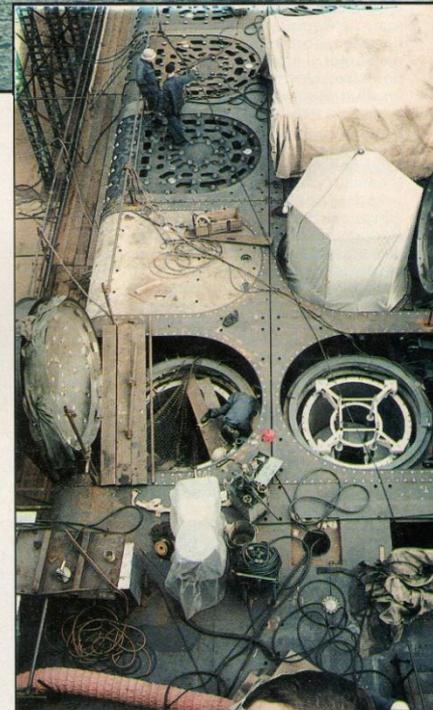
Au lancement, la coque est en grande partie vide. Dans la forme du Homet, spécialement aménagée, les travaux de montage se poursuivent activement en particulier ceux des tubes lance-missiles, du câblage électrique, des installations de propulsion et de sécurité-plongée. Le 26 avril 1968,



Construction et essais du sous-marin

La Direction des constructions navales (DCN) appelée autrefois Direction technique des constructions navales est une des directions de la DGA. Elle a pour mission l'étude, la construction, l'armement, les essais, l'entretien des bâtiments de la flotte, ainsi que leurs munitions, armes et équipements.

C'est par cette Direction des constructions navales que Le Redoutable, comme tous les SNLE, a été construit à l'arsenal de Cherbourg. Les essais sont conduits sous la responsabilité de la Commission permanente des essais des bâtiments de la flotte (CPE) présidée à l'époque par le VAE Mouton.



En haut : Lancement du Redoutable.

Ci-contre : Travaux sur les tubes lance-missiles du Redoutable dans la forme du Homet à Cherbourg. (photo DCN)

En bas : Contrôle dosimétrique à bord du Redoutable.

Le Redoutable prend armement pour essais. Les turbo-alternateurs et l'usine électrique sont parmi les premières installations à être mises en route, en utilisant de la vapeur saturée semblable à celle de la chaudière nucléaire et fournie par une chaudière montée sur le quai et provenant de l'ancienne Jeanne d'Arc.

Au début de l'année 1969, on procède au chargement du cœur du réacteur qui diverge pour la première fois le 26 février, au cours de la nuit afin d'être plus au calme. C'est un moment émuant qui vaut bien qu'on débouche quelques bouteilles de champagne. Huit jours plus tard, Le Redoutable produit son électricité de manière autonome. L'énergie nucléaire est maintenant présente à bord et elle doit faire l'objet d'une surveillance permanente et attentive, ce qui va changer la mentalité et le comportement de chacun.

Les essais et les mises au point des autres installations se poursuivent sans relâche. Durant cette période où se mêlent l'achèvement du sous-marin et les essais, l'organisation de ces derniers devient un véritable casse-tête chinois et il faut reprendre les programmes tous les jours. Excellente épreuve pour les nerfs et très bonne école de patience ! Assurer la sécurité est aussi une préoccupation majeure, voire une hantise. Les risques du chantier,



surtout face aux incendies, augmentent sérieusement : la coque se remplit, les circuits électriques sont mis sous tension, les travaux atteignent un niveau intense et plus on va vers l'achèvement, plus les conséquences d'un sinistre peuvent être catastrophiques. De plus, on a affaire à un gros chantier — en période de pointe il y a 350 ouvriers — très encombré et ne possédant que très peu d'issues. Heureusement, trente marins du contingent sont mis à notre disposition pour renforcer les équipes de sécurité et ils remplissent leur tâche ingrate de pompiers avec zèle et abnégation.

Dans la deuxième quinzaine de mai, *Le Redoutable* est enfin tiré hors de sa forme ; amarré à la jetée du Homet, il effectue ses essais au point fixe. Une seule émotion : à la fin d'un essai, l'appareil de distribution de vapeur fait des siennes, s'ouvre en grand en marche AR et refuse de revenir à Stop ! Le sang-froid de l'ingénieur de quart évite la catastrophe.

Après une plongée statique dans l'anse du Bécquet, le 25 juin, *Le Redoutable* fait sa première plongée en route libre, le 2 juillet, au-dessus de la fosse d'Aurigny, seul endroit en Manche compatible pour la sécurité en plongée avec la longueur du sous-marin. Toute l'organisation Cœlacanthe est à



Le Redoutable à flot dans la forme du Homet à Cherbourg (photo ECPA).

monté et la tranche missiles, vide de ses armoires électroniques, est transformée en dortoir pour les nombreux ingénieurs et techniciens. Les essais de propulsion et de pilotage se font pas à pas afin de vérifier que dans chaque plage de vitesses les réactions du sous-marin sont conformes à ce qu'on attend : *Le Redoutable* se révèle très sûr et très manœuvrant. En outre sont effectués les essais de toutes les installations de sécurité-plongée, des tubes lance-missiles avec lancement en plongée de maquettes de missiles, des équipements de détection et des tubes lance-torpilles. De nombreuses mesures de bruit viennent compléter ces essais. Mis à part l'émoi causé par la rupture d'un flexible d'alimentation de vapeur, cette première campagne d'essais se déroule d'une manière très satisfaisante. Elle se termine le 8 novembre par une plongée de dix jours, qualifiée de "longue durée".

De novembre 1969 à septembre 1970, *Le Redoutable* séjourne de nouveau dans la forme du Homet pour la période dite des "démontages après essais". En fait, outre

les démontages classiques opérés lors d'un armement, on procède à l'installation du système d'arme missiles et on effectue quelques modifications rendues nécessaires à la suite de l'expérience des premières sorties à la mer. Ceci explique la durée particulièrement longue de cette phase qui, venant après l'euphorie des premiers mois de navigation, paraît bien austère.

Après quelques sorties en surfa-

Préparatifs de la plongée statique (photo ECPA).



ce et une nouvelle plongée statique, *Le Redoutable* quitte son port natal le 25 septembre 1970 et va opérer en Atlantique à partir de la base de l'île Longue, maintenant en état de l'accueillir. Pendant les mois qui suivent, son activité est consacrée essentiellement aux essais du système d'arme avec de nombreuses sorties pour valider les programmes, évaluer les performances des centrales inertielles de navigation, se rendre au Centre d'essais des Landes afin de préparer les lancements de missiles. La recette du système d'arme s'achève par les lancements réussis de deux missiles d'exercice les 29 mai et 26 juin 1971.

Tout au long de cette période, l'équipage d'armement est constitué par un effectif équivalent aux deux futurs équipages. La gestion de cette masse de personnel est délicate car l'activité des essais n'a rien à voir avec la régularité des futures patrouilles et il faut faire participer aux sorties tout le personnel d'une manière aussi équilibrée que possible à chaque appareillage, je dois m'habituer à voir



*Tir du premier missile M1 à partir du SNLE *Le Redoutable* le 29 mai 1971 (photo Aérospatiale).*

beaucoup de têtes changer ! Finalement à l'issue des tirs de missiles la partition en deux équipages, bleu et rouge, est faite. Je prends le commandement de l'équipage bleu tandis que le CF Bisson prend celui du rouge. Chaque équipage va maintenant avoir une existence indépendante.

Avec l'équipage bleu, *Le Redoutable* appareille le 7 juillet

*Le CF Louzeau, commandant *Le Redoutable*, accompagné du CC Costanés, commandant en second, passent l'équipage en revue sur le pont du bâtiment.*



Départ en patrouille.



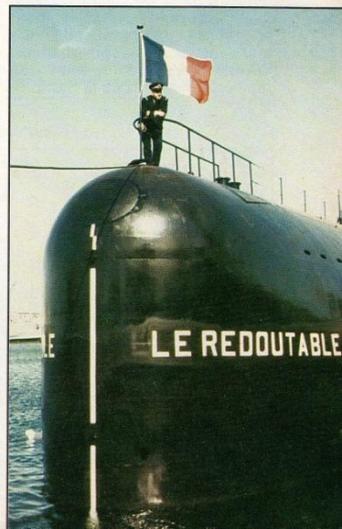
pour la "traversée de longue durée". J'ai conscience que cette sortie de quarante-trois jours est en quelque sorte une pré-patrouille car, pour la première fois, *Le Redoutable* quitte seul les eaux du golfe de Gascogne pour aller reconnaître les zones où il opérera. Après une relève d'équipage, la première du genre, l'équipage rouge à son tour effectue en novembre une croisière d'endurance d'une trentaine de jours.

L'admission au service actif est prononcée le 1^{er} décembre 1971 et l'équipage bleu reprend en charge le sous-marin. Le cycle des patrouilles opérationnelles peut débuter mais il reste à préparer le départ pour la première avec l'opération importante et délicate de l'embarquement des seize missiles. Le chargement terminé, on perçoit un net changement dans les esprits : chacun, à son niveau, sait que tout ce pour quoi il s'est préparé et entraîné depuis des mois est maintenant devenu réalité.

C'est enfin le grand jour. Une heure avant l'appareillage, le 28 janvier 1972, le général Maurin, chef d'état-major des Armées et l'amiral Storelli, chef d'état-major de la Marine, viennent à bord pour rappeler l'importance attachée par le Gouvernement à cette mission et nous souhaiter bonne chance.

La première patrouille de SNLE commence. Elle sera suivie par beaucoup d'autres. ■

*Le CF Louzeau, premier commandant, sur le pont du *Redoutable* au mouillage à Cherbourg.*



LA CREATION DE LA FORCE OCEANIQUE STRATEGIQUE

par l'amiral (2S) Joire-Noulens,
premier commandant de la Fost,
ancien chef d'état-major de la marine

Dès la création de l'organisation Cœlacanthe, un représentant du chef d'état-major de la Marine fut désigné au sein du comité restreint. Cet officier général (Alcœ), doté d'un noyau d'état-major, assurait la liaison entre l'organisation et la Marine et présentait en tant que de besoin les aspects organiques et opérationnels liés à la mise en œuvre technique des SNLE.

Dès le début des années 1972, le ministre de la Défense décida de créer un grand commandement spécialisé et de le confier au commandant des forces sous-marines. Compte tenu de l'augmentation rapide des effectifs de la Fost pro-

venant en notable partie des escadrilles de sous-marins d'attaque, l'osmose s'imposait donc comme gage du succès et le ministre, informé de cet important problème, se rangeait finalement à l'avis de l'état-major de la Marine et confiait au même amiral commandant la Fost le commandement supérieur des sous-marins d'attaque, en lui donnant pour le seconder un officier général adjoint, le commandant des sous-marins d'attaque (Alsoumatt).

Commandement

L'amiral commandant la Fost relève :

- directement du président de la

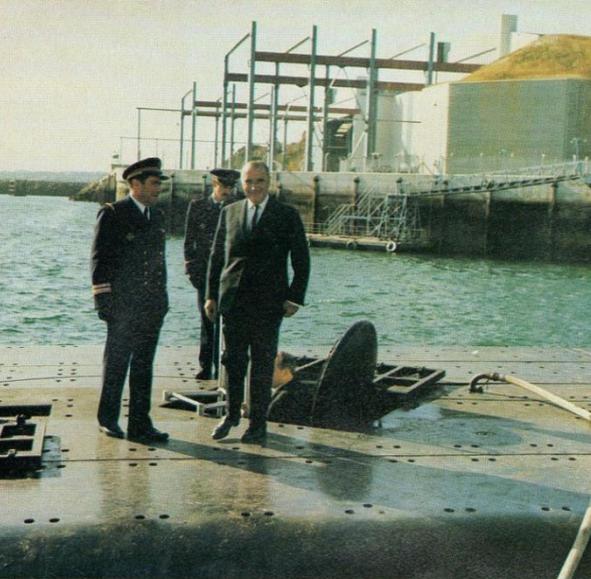
République pour l'emploi de l'arme nucléaire,

- du chef d'état-major des Armées pour les plans d'opérations,
- du chef d'état-major de la Marine pour la mise en condition et le soutien.

Le climat de l'entreprise

La mise sur pied d'une organisation aussi complexe et spécifique que la Fost ne fut pas exécutée dans une totale sérénité.

L'accueil, parfois réticent, réservé à la constitution d'une nouvelle force nucléaire dans le cadre de la politique française de dissuasion était loin de refléter le consensus acquis par la suite. En outre, la méconnaissance des notions de base de physique nucléaire dans les milieux politiques entraînait des erreurs d'appréciation regrettables sinon ridicules. Ainsi qualifiait-on de "bombinette" les têtes nucléaires des missiles du Redoutable en ignorant que leur puissance totale équivalait à quarante fois le cataclysme d'Hiroshima. Par ailleurs, l'implantation des SNLE à Brest suscita de vives réactions de la part des populations locales, les pêcheurs bretons assurant notamment que les parcs de coquilles Saint-



Ci-contre : Visite de M. Pompidou, président de la République sur le Redoutable à l'île Longue en 1971. À gauche le CF Bisson, premier commandant de l'équipage rouge (photo ECPA).

Ci-dessous : Visite de M. Michel Debré, ministre de la Défense, à bord du Redoutable à Brest. De gauche à droite : le CF Louzeau, commandant l'équipage bleu, le VA Joire-Noulens, commandant la Fost et l'IGA Gempp, maître d'œuvre principal Cœlacanthe. (photo ECPA)



Deux réalisations majeures: le réseau de transmissions et la base opérationnelle

Pour assurer ses liaisons avec les SNLE en patrouille, la Fost se devait de posséder son propre réseau de transmissions. La pièce maîtresse de l'organisation est la station à ondes très longues et grande puissance de Rosnay (dont le pylône central a sensiblement la hauteur de la Tour Eiffel). Cette station, enterrée pour la plupart de ses installations vitales, est extrêmement protégée. Seules, les

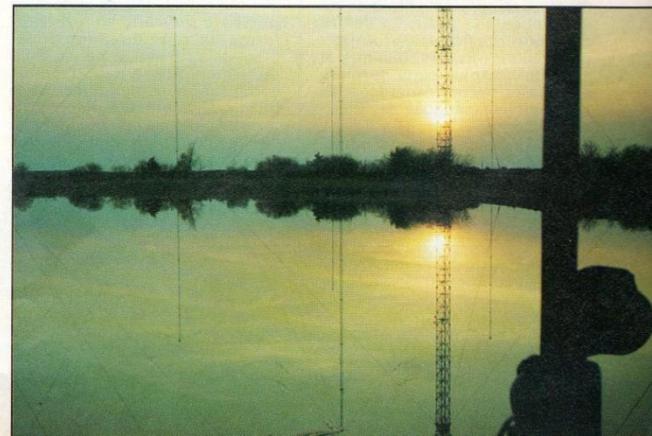
Jacques seraient anéantis par la pollution nucléaire !

Au plan interarmées, l'antériorité des Forces aériennes stratégiques ne facilitait pas la création d'une force sous-marine indépendante au sein de la Force nucléaire stratégique.

Enfin, la nécessaire autonomie de la Fost ne s'insérait pas logiquement dans les remarquables structures organiques et opérationnelles de la Marine.

L'entretien des bâtiments de la flotte s'effectue normalement dans les arsenaux sous la direction des constructions navales locales. La base des SNLE de l'île Longue fut donc d'abord considérée comme une annexe de l'arsenal de Brest. Au cours d'une visite du Redoutable, le président Pompidou ordonna qu'il n'y ait qu'un seul responsable et la base passa sous commandement militaire dans la chaîne de commandement Alfost. Il n'était pas conforme, d'autre part, à l'organisation de la Marine que le commandement de la Fost ne s'insère pas dans la chaîne de commandement du préfet maritime de la II^e région et qu'il relève en partie et directement du chef d'état-major des Armées. Enfin, les essais de SNLE exigeaient une adaptation particulière de ceux-ci au sein de la Commission permanente des essais, y compris le premier tir au Centre d'essais des Landes.

Centre de transmissions de la Marine à Rosnay, station à ondes très longues et grande puissance (le pylône central a sensiblement la hauteur de la tour Eiffel).



Entrée du PC souterrain de la Fost.



antennes sont vulnérables aux attaques nucléaires. Aussi dispose-t-elle d'une antenne de secours qui peut être érigée en quelques minutes.

De plus, d'autres stations, ondes longues et ondes courtes, assurant une nécessaire redondance des moyens, sont capables de transmettre le trafic destiné aux sous-marins.

Pour abriter les SNLE entre leurs patrouilles et pour les entretenir, faire vivre et entraîner leurs équipages, il a fallu créer de toutes pièces une importante base de sous-marins à Brest comportant deux ensembles distincts : l'ensemble des Roches Douvres constituant, outre les installations de commandement et le complexe restauration-hôtellerie, le centre d'entraînement à terre (il était hors de question de dépenser des jours



Le Centre d'entraînement et d'instruction des SNLE, situé sur le plateau des Roches Douvres à Brest abrite les installations à terre de la base opérationnelle de la Fost (Bofost).



Au CEI/SNLE les équipages s'entraînent sur des plates-formes qui simulent les mouvements et les avaries du sous-marin.

de dissuasion pour entraîner les équipages à la mer). Ce centre comporte quatre plates-formes : propulsion, missiles, tactique et sécurité-plongée, cette dernière dépassant en performances les installations analogues des Etats-Unis à Norfolk.

L'île Longue se présente comme une forteresse défendue par une large ceinture de barbelés, surveillée par un réseau de miradors. A l'intérieur, plusieurs zones sont délimitées par d'autres enceintes selon le degré de protection que l'on veut assurer : la zone de la pyrotechnie, domaine de stockage des vecteurs et des têtes nucléaires, la zone industrielle et portuaire, dont la pièce maîtresse est constituée par deux bassins

creusés dans la falaise et dont les portes s'ouvrent sur un port fermé, la zone de commandement-défense et la zone vie. Pour mettre en œuvre cet ensemble complexe, le commandant de la base opérationnelle dispose de trois adjoints : le commandant du centre d'entraînement, celui de l'île Longue et l'ingénieur de l'armement chargé des SNLE, cette dernière disposition étant "sui generis".

Le cycle opérationnel

Pour obtenir le meilleur rendement des patrouilles de dissuasion, il fallut définir avec le plus grand soin le cycle opérationnel

d'activité des SNLE. Son établissement résultait de la combinaison de deux paramètres : nombre de jours de patrouille effective, durée de la période d'entretien et d'essais consécutifs. Dans ce domaine, la Marine n'avait aucune expérience. Les estimations conduisirent globalement à un cycle d'environ trois mois, comportant :

- quatre semaines consacrées à l'entretien des quelque 30 000 appareils du sous-marin, des installations de propulsion nucléaire, des missiles et de leurs tubes ;

- une durée de patrouille d'environ neuf semaines comprenant une courte période d'essais, cette durée étant fonction de l'endurance de l'équipage soumis à des conditions de vie astreignantes et à une monotonie risquant à la longue d'atténuer les réflexes, cette durée pouvant naturellement, en temps de crise, être prolongée notablement.

La marque du Président

Tout au long de la mise sur pied de la Fost, et avant même que celle-ci ne devienne la composante majeure de notre dissuasion, le président Pompidou marqua son souci de connaître avec exactitude les éléments de la chaîne de crédibilité à partir d'une éventuelle décision du chef de l'Etat, à savoir : le niveau de disponibilité du sous-marin et de ses armes et le parfait état de son réseau de réception radio (à ce titre et pour répondre à cette responsabilité, l'amiral commandant la Fost a assisté aux essais après appareillage au cours des vingt premières patrouilles



Vue aérienne de l'île Longue.



En juin 1973, les commandants des trois SNLE réunis à l'Élysée. De gauche à droite : les CF Barnaud, Houette et Coatanéa, le VA Joire-Noulens, commandant la Force océanique stratégique, le CF Gauthier, M. Achille-Fould, secrétaire d'Etat auprès du ministre des Armées et les CF Royer, Lavalé, Hardy (le CF Bisson était en mission ce jour-là) (photo © Francolon - Gamma).

pour donner le feu vert de départ effectif en mission sans retour à la base).

En outre, last but not least, le dernier maillon de la chaîne étant les commandants, le Président tint

à les rencontrer personnellement et les convoqua à l'Élysée en juin 1973.

Pour concrétiser l'existence des trois premiers SNLE, il ordonna qu'ils fussent photographiés

ensemble. Le rendez-vous, organisé autour du croisement d'un SNLE partant en patrouille avec l'autre en rentrant et avec le SNLE en essais, eut lieu à la même époque.

Enfin, ut sante la souplesse d'emploi des SNLE, compte tenu de la portée de leurs missiles, le Président décida, pendant la guerre du Kippour, qu'un SNLE soit présent en Méditerranée. Au *Redoutable* échut cet honneur

Vingt ans ont passé. La Fost, maîtrisant les écueils de sa rapide montée en puissance, a atteint son équilibre et *Le Redoutable*, pionnier, acteur et symbole de cette grande aventure nationale, va se retirer, faisant place à une nouvelle génération de SNLE.

Rendons lui hommage. ■

Trois SNLE à la mer : Le Redoutable, Le Terrible et Le Foudroyant (photo ECPA).



(Photo JM Chourgnon)



LE REDOUTABLE VINGT ANS DE PATROUILLES

par Le Redoutable

J'e m'appelle *Le Redoutable*, et pendant vingt années j'ai sillonné bien des océans. C'est toute une vie d'aventures partagées avec des hommes à mon bord, pour servir une idée simple, dissuader un agresseur potentiel de menacer le territoire français et ses habitants.

Pour cela, mes concepteurs m'ont donné seize armes terribles à têtes nucléaires, des équipements performants et un système de propulsion reposant sur l'utilisation de l'énergie nucléaire. Celle-ci m'a permis de pouvoir me déplacer avec une grande autonomie et une discrétion parfaite.

*Une vie
bien réglée*

Bien qu'elle ne fut pas de tout repos, ma vie, comme celle des hommes embarqués, a été réglée selon un rythme parfaitement défini et régulier. Deux équipages servaient à tour de rôle à mon bord :

l'équipage bleu et l'équipage rouge.

Après une patrouille opérationnelle dont la durée a augmenté tout au long de ma vie, passant progressivement de 55 à 70 jours environ, l'équipage bleu me ramenait au port de l'île Longue et passait la suite à l'équipage rouge qui me prenait en charge. Les "bleus" partaient alors en permission pendant cinq à six semaines, les "rouges" s'occupant de moi, me dorlotant, avec le concours de la DCN et le soutien logistique de l'île Longue, pour me préparer à reprendre à mer à 100% de mes capacités. Au bout de trois semaines, c'était enfin le départ.

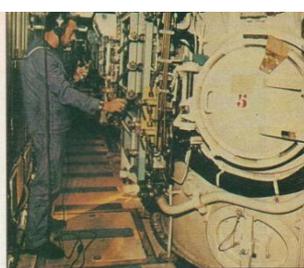
Accompagné par des bâtiments de surface qui m'ouvraient la voie,

La vie à bord

A l'intérieur de ma coque cylindrique de 128 m de long et de 10,5 m de diamètre, j'ai toute la place pour pouvoir accueillir non seulement les matériels, les équipements et les armes nécessaires à mon fonctionnement ainsi qu'à l'accomplissement de ma mission, mais encore pour loger avec un confort suffisant tous les marins qui les mettent en œuvre.

Mais vivre à 135 en vase clos, dans l'espace restreint de ma coque épaisse, demande santé et équilibre. Aussi tous les marins embarqués à mon bord, comme sur tous les SNLE, sont volontaires et soigneusement sélectionnés.

L'équipage vit pendant une



(photo A. Ernoult)



Si je reste totalement muet, je ne suis pas sourd et les membres de mon équipage sont informés des événements importants par des synthèses de presse, et de la vie de leur famille par des programmes, courts messages hebdomadaires de vingt mots. Toutes



(photo ECPA)

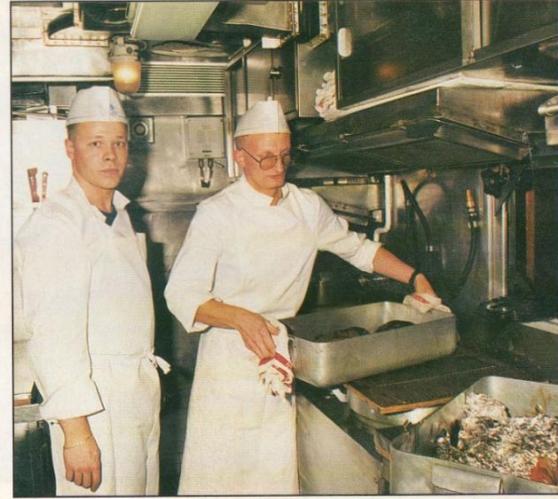
je me dirigeais au large, vers mon point de plongée. En cet endroit choisi par mon commandant, je quittais alors la surface des flots, et je ne revoyais plus le soleil avant de longues semaines.

Vingt et un jours après notre départ, les "bleus" reprenaient l'entraînement pour six semaines afin de revenir à bord avec toutes leurs capacités.

Après soixante-dix jours de mer, j'étais de retour dans mon havre de l'île Longue. L'équipage bleu m'attendait sur le quai au garde-à-vous l'émotion partagée par tous était presque palpable. Un cycle s'achevait, un autre commençait, toujours renouvelé et pourtant à chaque fois différent.

patrouille au rythme journalier des quarts par tiers. La permanence de l'action doit s'exercer avec la même vigilance de jour et de nuit. En dehors des huit heures de quart quotidien, le personnel de chaque tiers doit aussi assurer mon entretien courant, le poste de propreté et celui des équipements embarqués, opérations de maintenance et éventuellement de dépannage. Il pourra enfin dans le temps qui lui restera se nourrir, se reposer et se distraire.

Périodiquement au cours de la patrouille, l'ensemble du personnel est rappelé à son poste de combat pour s'entraîner grâce à un programme de simulation du lancement des missiles.



(photo ECPA)





Dernière rentrée de patrouille (photo APP Brest - SM Quentric)

La médecine des sous-marins

Dès la création de la Fost, le Service de santé des armées a été confronté à une obligation nouvelle, celle d'assurer la prise en charge globale des besoins santé des équipages dans les conditions très particulières d'isolement imposées pour les patrouilles opérationnelles. Il y répondit par la constitution d'équipes médicales spécialisées, à effectif réduit, chacune composée d'un médecin assisté par deux infirmiers, capables de préserver l'équilibre santé de ce véritable microcosme coupé de l'extérieur qu'est le SNLE. Les rôles sont répartis, l'un des infirmiers est à la fois anesthésiste et laborantin (biologie, bactériologie), l'autre manipulateur en radiologie et dosimétrie. Quant au médecin, il s'intéresse tour à tour à la toxicologie des atmosphères confinées, à la radioprotection et tout particulièrement aux multiples urgences tant médicales que chirurgicales. Il s'efforce, aux cours de stages réguliers en services hospitaliers, de valoriser ses compétences d'omnipraticien, conscient des contraintes et des exigences sévères liées au mode particulier d'exercice de ses fonctions à bord.

Durant cette vingtaine d'années d'activité, en ne considérant que la seule pathologie chirurgicale, une quarantaine d'anesthésies générales ont été conduites en mer pour permettre autant d'interventions urgentes. Seules quelques évacuations sanitaires ont été menées, chacune motivée par une affection dépassant les possibilités thérapeutiques du bord.

ces informations concourent à maintenir l'excellent moral que demande la mission.

D'autres détails de la vie quotidienne y contribuent : la pratique du sport, malgré l'espace restreint que je leur offre, a ses adeptes : gymnastique, musculation, vélo d'appartement, punching ball voire course à pied autour des tubes lance-missiles qui ne rappellent que de très loin les fûts des chênes des forêts bretonnes.

Enfin, les talents du cuisinier et du boulanger sont les bienvenus : rien de tel que l'odeur des croissants au petit matin pour commencer la journée du bon pied.

Une retraite méritée

En vingt ans de patrouilles, deux mille cinq cents hommes m'ont été affectés. Ils m'ont servi avec compétence, à l'abri de ma coque épaisse. Vingt capitaines de frégate et capitaines de vaisseau ont été nommés à mon commandement par quatre présidents de la République. Grâce à ces marins de tous grades et de toutes spécialités j'ai parcouru l'équivalent de 3,3 fois la distance de la terre à la lune ; j'ai passé onze années à la mer, dont dix en plongée. J'ai effectué près de soixante patrouilles.

Au cours de ma longue existence, trois grands carénages m'ont permis de refaire à chaque fois peau neuve, et j'ai connu successivement trois types de missiles nucléaires, le M1, le M2 et le M20.

Aussi, pour moi, le temps est

Liste des commandants du Redoutable

Bleu	Rouge
CF Louzeau	CF Bisson
CF Lavolé	CF Hardy
CF Cazenave	CF Lecointre
CF Culot	CF Nourry
CF Herrou	CF Balastre
CV Sassy	CF Bullier
CF Coradin	CF Capart
CF Waquet	CF Troullier
CF Putz	CF Tricand de la Goutte
CF Bellot	CF Dupré La Tour

venu de me retirer et de laisser à mes cinq frères bientôt rejoints par *Le Triomphant* le soin de poursuivre la mission.

Arrivé au terme de ma vie, fixé par les hommes, car je me sens encore jeune et capable, une douce nostalgie m'envahit quand je repense à tous ceux qui, connus ou inconnus, ont travaillé pour que je devienne et que je demeure l'instrument indispensable de la sécurité de la Nation et le symbole de la dissuasion française, en particulier à l'ouvrier anonyme qui entreprit la soudure des deux premiers tronçons de ma coque.

Je ne parviens pas à en vouloir à ceux qui dans quelque temps arracheront définitivement à mes entrailles ce cœur nucléaire qui a battu pendant vingt ans de patrouilles. ■

Ont également participé à la rédaction de ce numéro spécial sur la vie du *Redoutable* : l'IGA Duval (MOP/Coslacanthe) ; le CV Borgis, le MC1 Lemaire, le CF Dupré La Tour, le CP Beck (EM/Fost) ; l'ICA Chevallier (DGA/DEN) ; l'ICA Tournyol du Clos, M. Léopardo (Technicatome) ; M. Gilles (Aérospatiale) ; M. Martimore (CEA/DAM).

Cols Bleus rédaction
3, avenue Octave Gréard, 75007 Paris
Septembre 1991 - Supplément au n° 2139 de Cols Bleus

"L'aventure de la dissuasion", film coproduit par l'ECPA/FR3 - Cassette vidéo disponible au prix de 98 F + 12,50 F de port. Contact : Directeur de l'ECPA/DCEA, Fort d'Ivry 94205 Ivry cedex - Chèque à l'ordre de M. le régisseur d'avances et recettes de l'ECPA - Renseignements : DCEA : 49.60.52.71

