

Mémoires et historique



SNLE LE TRIOMPHANT -
Découpage de la 1^{re} Toile -
Atelier Coque

DGA 	DCN CHERBOURG
Cliché N°	6 2 0 8 2
Date	30/10/1986

Nouvelle technologie pour les sous-marins

Cherbourg : Le Triomphant bientôt assemblé

La Direction des Constructions Navales de Cherbourg mène à rythme soutenu la construction du « Triomphant », premier sous-marin nucléaire lance-engins nouvelle génération. Quatre-vingt-dix mètres de coque sont déjà assemblés, les 138 m du bâtiment. Pour la réalisation de ce submersible totalement nouveau, les techniques traditionnelles ont été abandonnées.

CHERBOURG. — « Le TGV, c'est le développement réussi de technologies déjà connues. Pour Le Triomphant, tout est nouveau. » Les cadres de la DCN mettent la barre haut pour faire saisir le bond qualitatif que représentera Le Triomphant par rapport à la génération du Redoutable. Jusqu'ici on construisait les sous-marins sur le plan incliné d'une cale. Ils étaient lancés vides puis équipés par les ouvertures de la coque de tout leur matériel, depuis la chaufferie nucléaire, jusqu'aux bannettes des matelots.

Désormais la construction se fait à plat. Les trente tronçons de coque de 12,50 m de haut sont assemblés l'un après l'autre dans la nef Laubeuf (190 m de long, 40 m de large, 50 m de haut) après avoir été pré-équipés. Ce système permet des gains de temps considérables. « Nous travaillons dans de meilleures conditions et nous gagnons en productivité. »

Avec l'adjonction de dix mètres supplémentaires cette semaine, la coque épaisse (100 m de long) est pratiquement terminée. Quatre-

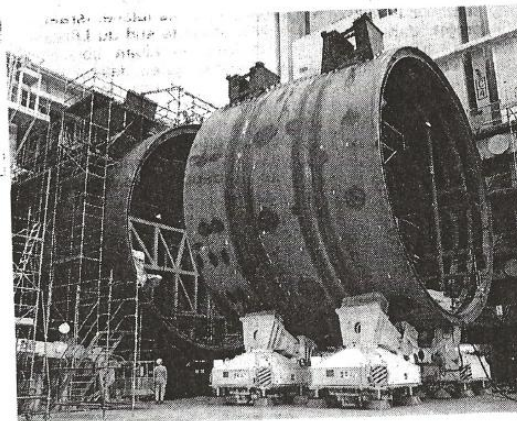
vingt-dix mètres sont déjà assemblés. Il restera encore à accrocher le nez et l'arrière du sous-marin.

10 millions d'heures de travail

Au total, dix millions d'heures de travail auront été consacrées par la DCN de Cherbourg à la construction de ce bâtiment. Huit cents personnes y travaillent : 500 de la DCN et 300 d'entreprises extérieures. Il y en aura 1 100 dans quelques mois. Ces dix millions d'heures représenteront moins de la moitié du coût final.

Les 138 m du Triomphant seront mis à l'eau en septembre 1991. « Nous travaillons sur les objectifs de déroulement fixés en 1985. La période est un peu tendue. Nous avons quelques décalages, mais nous ne sommes pas inquiets pour 1993 », assure l'ICETA Georges Tripey, chef du chantier. 1993, c'est la présentation aux essais officiels. L'admission en service actif se fera à la fin 1994.

Gilles COLLAS.



Les tronçons de coques sont acheminés par des marcheurs dans l'assemblage et pré-équipés.

■ Les SNLE en service font 128,7 m de long et 10,6 m de diamètre. Leur déplacement en surface est de 8 065 tonnes et, en plongée, 8 892 tonnes. Les SNLE nouvelle génération feront 138 m de long et 12,5 m de diamètre. Déplacement en surface : 12 400 tonnes ; en plongée : 13 980 tonnes.

Le cerveau de la commande d'énergie du SM Le Triomphant.

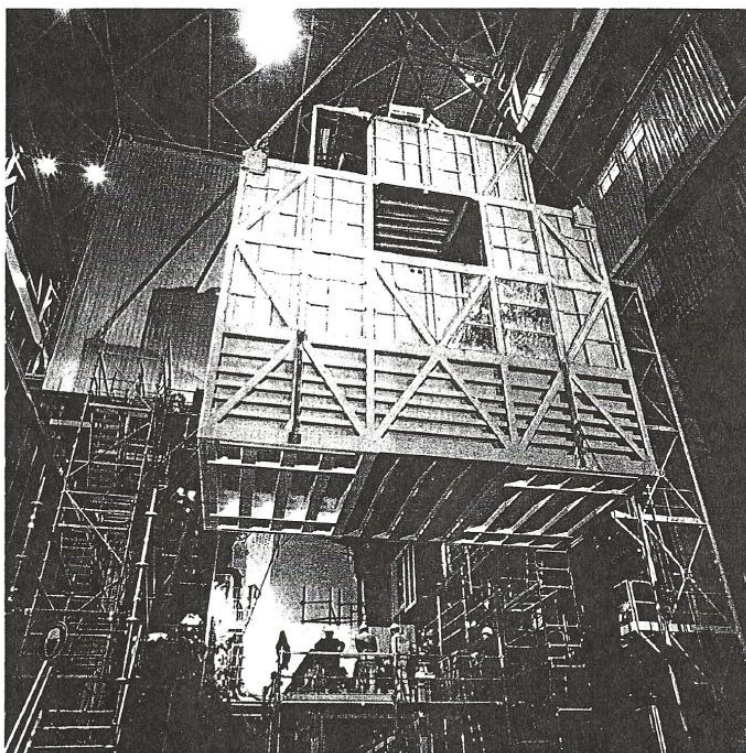
La "verticale électrique"

9 m de haut, 6 m de long, 4 m de large, une taille comparable à une HLM de quatre étages. Toute la commande d'énergie du SM Le Triomphant est concentrée dans la "verticale électrique".

Un cerveau de 190 tonnes qui témoigne des nouvelles avancées technologiques des Sous-marins de la Nouvelle Génération. Il regroupe les pupitres et tableaux de commande de la chaufferie nucléaire, de l'usine électrique et de la propulsion.

Discrétion acoustique

Jusqu'à présent ce type de matériel était dispersé dans le bord en fonction des ponts et des cloisons rigides liés à la coque, le long de laquelle cheminaient tous les câbles. "D'où un risque de vibrations engendrées par les appareillages. Pour renforcer la discrétion acoustique, les locaux du SM Le Triomphant ont été découplés de la coque. Nous avons pu centraliser plusieurs installations dans cette unité baptisée "verticale électrique", tout en améliorant la performance au bruit", précise Marc Quentel, chef monteur électricité. Dans ce domaine des pro-



L'encombrement d'une HLM de 4 étages

grès avaient été enregistrés lors des refontes des SNLE et sur les SNA. Des découplages ont pu être réalisés en insérant des plots plastiques pour amortir ou absorber le bruit, ou encore en installant des bandes de silicone et de caoutchouc entre les nappes de câbles ou de tuyaux et la coque. Pour le SNLE/NG, toutes les structures et les cheminements sont découplés. Les liaisons entre la coque et ces structures découplées se font par l'intermédiaire de câbles ou de tuyaux flexibles absorbant eux aussi les sons. Tout peut bouger sans générer de bruit à l'extérieur

du sous-marin. "Grâce à ces innovations, le SM Le Triomphant sera plus silencieux que le bruit de fond de la mer", insiste Marc Quentel.

L'importante "armoire" revêt aussi une importance stratégique dans le contexte fonctionnel du bateau. Elle abrite, sur quatre niveaux, toute la production électrique, la commande de la chaufferie nucléaire, la commande du Groupe Moteur Série (GMS) venant d'Indret. "En bas, on trouve la batterie arrière et juste au dessus, le local des tableaux principaux; au troisième niveau, les tableaux secondaires pour la

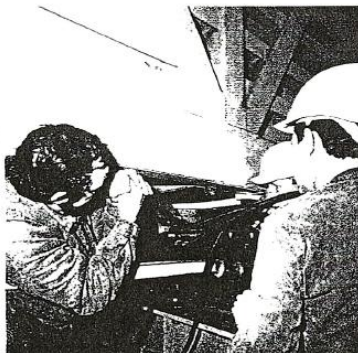
chaufferie, la machine, l'usine électrique et tout en haut, le Poste Commande Propulsion (PCP). Le niveau 4 est véritablement le centre nerveux de la distribution électrique avec le pupitre de la chaufferie et ses armoires associées, le pupitre de conduite de l'usine électrique, le pupitre de conduite de la propulsion.

A son arrivée au chantier Laubeuf à l'automne 89, la "verticale électrique", fabriquée à Caen, n'était qu'une grosse boîte hermétique préfigurant la totale étanchéité qu'elle aurait plus tard.

On a donc commencé par réaliser des ouvertures permettant les passages entre les différents parquets, les passages des différents câbles, tuyaux et échelles. "Nous avons percé également les côtés pour implanter les placards de connection. Quand tout sera terminé, 1500 câbles rentreront dedans", précise encore Marc Quentel. Les monteurs ont dû aussi préalablement câbler tous les extérieurs et les zones inaccessibles, à l'endroit où quelques centimètres seulement séparent la verticale de la coque. Sur la balance, l'imposante structure affichait à vide quand même 58 tonnes. Le 11 mars dernier, pour l'installer dans la section 2 du sous-marin, il aura fallu une journée de manutention spectaculaire précédée de trois semaines de travail pour la mise en place du système d'embarquement. Marc Quentel n'hésite pas à parler d'un véritable événement en évoquant cette grande première à DCN Cherbourg.

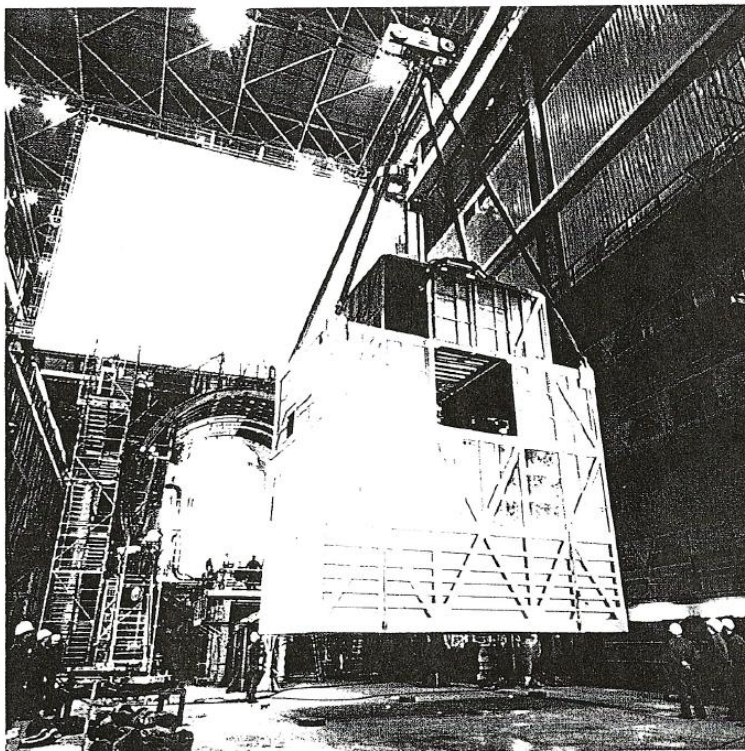
Un challenge

"L'embarquement constituait un véritable challenge car il conditionnait la date de jonction des tronçons S-21 et



Malgré la masse, le réglage est minutieux

N° 6 - EMERGENCES - OCTOBRE 1991



58 tonnes s'élèvent...

S-22, le tronçon arrière qui reçoit le groupe moteur série", explique-t-il. De cette manutention du coussin au centimètre près, dépendait aussi toute une série de travaux à effectuer en attendant l'installation du groupe moteur, actuellement en cours. "Tout a marché comme sur des roulettes, ou plutôt comme sur des rails puisque c'est de cette manière que la verticale a été rentrée dans le ventre du sous-marin". Jusqu'à cette date, elle aura mobilisé dans tous les corps de métier, la spécialité coque, les mécaniciens, les peintres, les chaudronniers, le SEMEC et les électriciens, une bonne centaine de personnes.

Pour être opérationnelle la verticale électrique a nécessité une année de travail pour tout ce qui touche le câblage, le bornage et le raccordement des appareils. Entre temps une brèche provisoire aura été percée pour embarquer les meubles. Avant l'été tous les tableaux principaux avaient pu être installés et raccordés. Le PCP était lui aussi complètement aménagé. Le local tableau secondaire était en cours de finition. Les électriciens voient aujourd'hui leur travail se concrétiser avec le début des premiers essais sous tension, prévus jusqu'à la mi 92.

LE SM LE TEMERAIRE EN POINT DE MIRE.

Dans le domaine de l'acoustique et des méthodes de construction, les responsables du chantier ont déjà tiré des enseignements pour le second SNLE/NG, Le *Teméraire* bénéficiera d'améliorations sensibles de montage à bord. "Avant d'être embarquée, sa verticale électrique sera prééquipée presque complètement avec tout le mobilier à l'intérieur. Nous réaliserons une nouvelle prouesse technique. Au lieu de la rentrer à 58 tonnes, elle pèsera cette fois la bagatelle de 160 tonnes" anticipe déjà Marc Quentel. Dans sa tête, le second Sous-marin de la Nouvelle Génération prend forme. Entre eux, les électriciens parlent déjà de leur travail sur les SNLE/NG à venir. L'aventure du premier n'est pas encore terminée qu'on pense déjà à la suivante avant même de savourer le succès du SM *Le Triomphant*.

A dix-huit mois de sa mise à l'eau

« Le Triomphant » sans queue ni tête...

Année 30/03/1

Quatre ans après le début de sa construction et à dix-huit mois de sa mise à l'eau, le prototype des bâtiments nucléaires lanceurs d'engins de nouvelle génération, est encore une coque sans queue ni tête. C'est ainsi qu'elle se présente en tout cas, dans la plus grande des nefs du chantier Maxime-Laubeuf où la DCN vient de positionner le dernier des gros tronçons de la coque épaisse du SNLE « Le Triomphant ».

Colossal ! C'est le qualificatif qui germe dans le cerveau du visiteur appelé à contempler les 90 mètres de ce cigare de plus de douze mètres de diamètre, qui fera 138 mètres une fois positionnées proue et poupe. Sa tête sphérique épousera la forme de l'antenne de détection principale du sous-marin à son retour de Toulon, où elle doit passer un difficile examen de passage acoustique à la fin de l'année. Et sa queue, très effilée, sera dotée d'un empennage de style avion et d'une énorme hélice carénée.

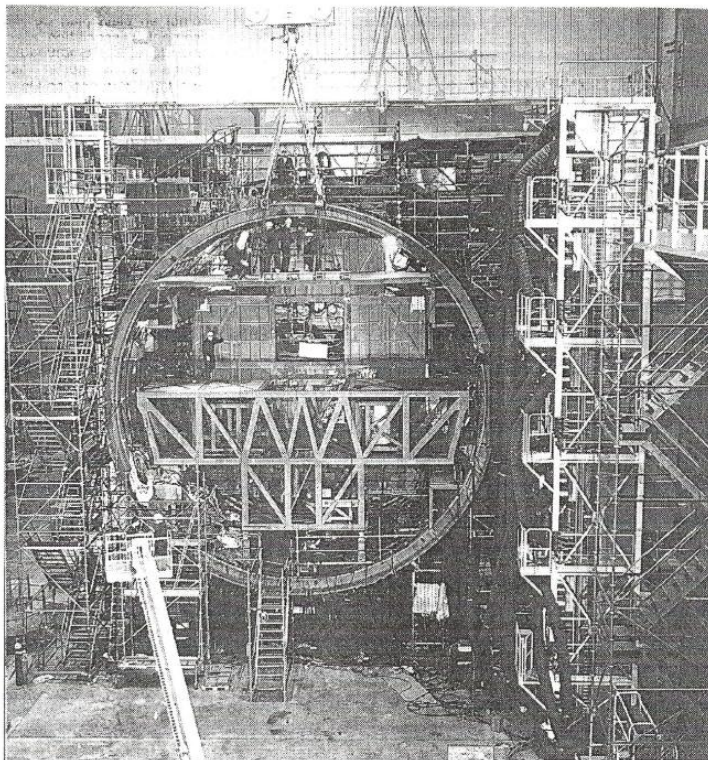
Un cylindre de 90 mètres et 12 mètres de diamètre

A ce jour, l'énorme cylindre est déjà rempli d'équipements sophistiqués. Mais, comme tranché par un gigantesque coupe-cigare, il laisse voir aux deux bouts les entrailles que son constructeur - DCN Cherbourg - veut bien montrer. Bientôt en effet, ce ne sera plus possible. Le secret militaire

s'installera. Il y a quinze jours, le chantier dirigé par l'ICETA Pripey a introduit un énorme coffre préfabriqué dans l'ultime section, juste derrière le réacteur. Baptisée « Verticale électrique », ce cube a été calculé au millimètre près et bourré d'équipements bien cachés. Derrière lui, le montage de la chaufferie nucléaire se poursuit depuis neuf mois, dissimulé par une casemate « propre ».

Le prochain grand rendez-vous aura lieu dans cinq mois, lorsque débiteront les essais de l'usine électrique, juste après l'embarquement de la cuve du réacteur. Dans seize mois, le monstre fera ses premiers pas. Il se dandinera alors sur ses « marcheurs » géants jusqu'à la forme Cachin, où un dispositif spécial permettra de le mettre à l'eau deux mois plus tard. Encore trois mois et ce sera la présentation aux essais, pour une admission au service actif à la fin de l'année 1994.

René MOIRAND



« Le Triomphant » au 31 mars 1991. On distingue au premier plan le berceau de sécurité plongé derrière, la « verticale électrique » introduite il y a quinze jours dans la coque du sous-marin.

**Lisez attentivement
nos petites annonces**

M. Mellick a annoncé la commande en 1992 d'un 3^e SNLE de nouvelle génération

ILLE-DE-FRANCE (AFP). - Le secrétaire d'Etat à la Défense, M. Jacques Mellick, a annoncé lundi à l'île Longue, base des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) située près de Brest, que l'Etat commandera en 1992 « le troisième de la série » des SNLE de nouvelle génération.

Cette commande est prévue dans le projet de loi sur le budget 1992 de la Défense. Les SNLE constituent le fer de lance de la dissuasion nucléaire française, composée également des missiles balistiques du plateau d'Alger et des bombardiers Mirage IV.

« Il y a toujours un après » et « il n'est pas question de baisser la garde », a souligné M. Mellick lors d'une cérémonie marquant la fin du service actif du premier sous-marin nucléaire lanceur d'engins le Redoutable, alors qu'est engagée la restructuration des industries de défense et des armées.

M. Mellick a indiqué que l'avenir du Redoutable ferrailleur ou musée à Brest ou à Cherbourg serait tranché à la fin octobre. « Tout ne peut pas reposer sur les épaules de l'Etat », a-t-il dit, en invitant ces villes à présenter des projets crédibles et pas seulement des idées. Le premier SNLE de nouvelle génération, le Triomphant, plus gros que le Redoutable, mais plus discret, équipé du futur missile nucléaire balistique M45, est en cours de construction à la Direction des constructions navales de Cherbourg. Son lancement devrait intervenir en 1993, mais pourrait être reporté de six mois pour des raisons budgétaires.

Le deuxième de la série nouvelle génération, qui est commandé, est Le Téméraire, attendu pour la fin de cette décennie. Le prix du Triomphant est estimé à 20 milliards de F, dont 10 milliards pour ses missiles.

Le premier transit du Triomphant

Construit par l'Etablissement des constructions navales d'Indret, le bloc moteur du sous-marin *Le Triomphant* a pris la mer à bord d'une barge spécialement conçue pour rallier Cherbourg où la DCN va l'introduire dans la coque du SNLE de nouvelle génération,

Ce voyage, qui a pris trois jours, a été effectué à petite vitesse et sous bonne escorte, le commandement du convoi étant assuré par le « pacha » du remorqueur de haute mer *Centaure*, de la direction du port de Brest. Tractée par le bâtiment de soutien de haute mer *Alcyon*, la barge *Dino II* a été également surveillée pendant son passage à Ouessant et aux Casquets par les remorqueurs des Abeilles International et le *Lutteur* de la Direction du port de Cherbourg.

Acquise par la DCN pour



permettre le transfert des charges lourdes produites à Indret, cette barge de 91,44 m sur 17,65, peut embarquer jusqu'à 15 000 tonnes soit dix tonnes au m². Mais pour la circonstance, c'est un colis d'un peu

moins de mille tonnes qui avait été mis à bord. Bien protégé, le bloc moteur du *Triomphant* a été débarqué sur un quai renforcé par les Travaux maritimes puis transféré par « mille-pattes » jusqu'à l'entrée des nefs du

chantier Laubeuf. La prochaine étape consistera à le reprendre à l'aide de « marcheurs » pour l'introduire dans le tronçon de coque destiné à le recevoir.

René Moirand

Grâce à CAIMAN 3

Le « Triomphant » à un an de sa mise à l'eau

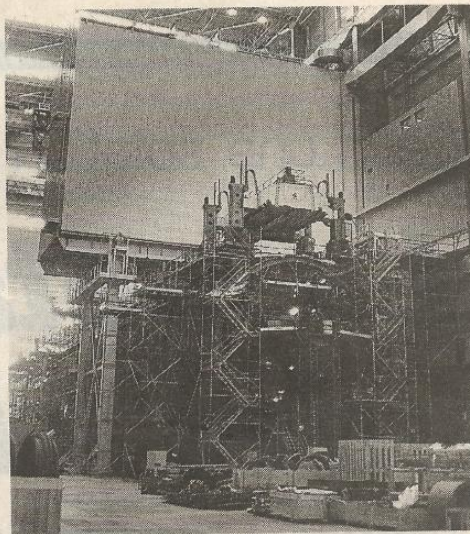
La troisième phase de la Construction des ateliers et infrastructures pour la composante marine de l'arme nucléaire — CAIMAN 3 pour les initiés — est une opération à tiroirs.

Tiroirs pour DCN Cherbourg, maître d'ouvrage d'un programme de refonte (RSC) qui aura coûté plus de deux milliards et duré dix ans. Tiroirs pour les travaux maritimes, maître d'œuvre des trois phases qui ont donné un nouveau « look » à l'arsenal. Mais tiroir aussi pour les marins chargés de mettre en place la plate-forme géante destinée au « Triomphant ». Une structure de 4.500 tonnes que la DP a qualifiée de « volage », quand il a fallu la faire évoluer en rade, et de « tiroir » à son entrée à 10 cm près dans la forme Cachin !

Unique en Europe, ce dispositif de mise à l'eau (DME) sera prêt pour la naissance également à tiroirs du « Triomphant », dont les grandes dates ont été confirmées hier par l'ICA Pierre Quinchon, ingénieur chargé du programme. Indifférent aux efforts consentis pour assurer sa mise à l'eau en décembre 1992, le prototype est en effet présent dans les gigantesques nefs voisines du DME : le chantier Laubeuf.

Aujourd'hui, le « Triomphant » fait 100 mètres de long. Mais avec ses deux tronçons avant et arrière, sa longueur totale sera de 138 m pour un poids de l'ordre de 12.700 tonnes à la mise à l'eau. En mai prochain, il sera officiellement placé en armement pour essais sous l'autorité du capitaine de vaisseau Dupont, dès lors responsable de sa sécurité à la tête d'un équipage réduit d'une quarantaine d'hommes. Fin 1992, il sera placé sur les 34 « marcheurs » chargés de le conduire sur la plate-forme. Mis à l'eau, puis au sec au fond de la forme Cachin, il en sortira à la mi-1993 pour effectuer ses essais. Point fixe au Homet, plongée statique en baie du Becquet et manœuvres en surface et en plongée au large de la Bretagne. Il en reviendra pour la phase de démontages après essais, et deux ans plus tard (1995), quittera définitivement Cherbourg pour la traversée de longue durée précédant son admission au service actif...

René MOIRAND



Les travaux vont bon train dans la nef d'assemblage du chantier Laubeuf, pour assurer la mise à l'eau du « Triomphant » en décembre 1992.

SNLE nouvelle génération

« Le Triomphant » : entrée en service actif retardée de six mois

Le SNLE nouvelle génération « Le Triomphant », actuellement en construction à la DCN de Cherbourg, entrera en service actif avec 6 mois de retard : c'est ce qu'ont confirmé hier à la presse les pilotes du programme, le contre-amiral Philippe Roy et l'ingénieur général de l'armement Duval. Ses essais à la mer sont programmés pour mi-93, et sa mise en service actif pour mi-95.

La rigueur budgétaire est passée par là. Mais, à entendre les marins, ce n'est pas un drame : cela donnera un peu d'oxygène pour la fin de la construction de ce « bijou » du silence, une arme capitale pour les sous-marins nucléaires. En matière d'innovations technologiques, « Le Triomphant » est un mutant : c'est du « top » ; il est à la Marine et à la dissuasion ce qu'Ariane peut être à l'espace. Ses atouts ? Sa force bien sûr. Mais surtout son silence : tout a été calculé pour rendre « Le Triom-

phant » indétectable par les moyens d'écoute adverses, donc à priori invulnérable.

« Le Triomphant » sera admis en service actif à compter de la mi-95 (au lieu de fin 94). Il emportera en un premier temps les missiles M45, et, après l'an 2000, les M5.

La génération du silence

Il fallait faire un sous-marin « robuste, sûr, fiable et surtout discret » : « Le Triomphant » le sera, selon le CA Le Roy. Comment a-t-on conçu ce monstre de silence ? On a mis le paquet sur les recherches en hydrodynamisme. « Le Triomphant » a ainsi une forme de carène plus pure que celle du « Redoutable ». Son propulseur, de type groupe-hélice, a été dessiné selon ces mêmes critères et tout a été calculé pour minimiser les bruits d'origine hydrodynamique. Toute l'architecture du sous-marin a été bouleversée par les impératifs de discrétion acous-

tique. « Le Triomphant » est plus gros que les SNLE : 138 m de long contre 129 pour « Le Redoutable » par exemple et 12,5 m de diamètre contre 10,6. Il est plus gros car il fallait disposer de volumes intérieurs pour loger des tonnes de matériels sophistiqués qui eux aussi devront être « discrets ». Les vibrations doivent être les plus faibles possibles. Plus gros aussi parce que les tubes lance-missiles prévus pour recevoir les M5 sont d'ores et déjà prévus.

Champion encore ce « Triomphant » pour le déplacement en plongée : il peut aller deux fois plus loin que les SNLE. Plus difficile encore à repérer... Son acier nouvelle génération aussi est « élastique » : il peut être comprimé et relâché sans fatigue. « Le Triomphant » ne recevra pas de revêtement à vocation acoustique. Des dispositifs divers « filteront » les vibrations résiduelles dans leur trajet vers la mer. « Le niveau de bruit rayonné représentera un gain d'un facteur d'environ 1000 par rapport au niveau des sous-marins actuels déjà performants », explique l'IGA Duval... Cela correspond à un gain de 30 décibels. Enorme, selon un expert. « Le Triomphant », avec un déplacement de 14.000 t, ses 75.000 appareils embarqués reliés par 300 km de câbles et 45 km de tuyautages, avec une puissance propulsive de plusieurs dizaines de mégawatts, rayonnera dans l'eau une puissance qui se chiffrera en millions de watts. Il faudra donc avoir quasiment le nez sur « Le Triomphant », qui sera donc en-dessous du bruit de la mer, pour l'entendre. Le silence est une arme qui se paie cher : la facture s'élèverait, dit-on, à près de 10 milliards pour « Le Triomphant » mais sans les missiles. D'aucuns disent qu'on peut en rajouter autant pour les 16 missiles.

Le deuxième SNLE NG, « Le Téméraire » est actuellement en construction à Cherbourg. Et leurs successeurs ? Leur sort est lié à la loi de programmation...

C. Magueur

Missile M 45 : tir réussi

La DGA a fait savoir hier qu'elle avait procédé le 10 décembre 91 à 23 h 15 au tir d'un missile balistique expérimental à partir du Centre d'essais des Landes à Biscarrosse. Ce tir fait partie du programme d'essais en vol du missile mer-sol M 45, version améliorée du missile M4 (six têtes nucléaires) embarqué actuellement et depuis 1985 sur les SNLE du type « Le Redoutable M4 ». Les missiles M45, dotés d'une nouvelle tête nucléaire très furtive et d'un système d'aide à la pénétration équiperont les sous-marins de nouvelle génération du type « Le Triomphant » à partir de 1995, précise la DGA.

Le vol du missile baptisé « opération Melchior » s'est

passé selon les prévisions souligné la DGA. Selon elle, ce 22^e vol M4 réussi confirme la grande fiabilité du missile développé par l'Aérospatiale sous la conduite, au sein de la DGA, de la Direction des Missiles et de l'Espace (DME). C'est « une étape importante du programme de développement M 45 » poursuit la DGA, destiné à doter la FOST d'un système d'arme de dissuasion performant en attendant le missile M5 entièrement nouveau dont l'entrée en service est prévue en 2005.

Par ailleurs, les experts ont fait savoir hier qu'il était tout-à-fait possible de modifier les M4 en M45. On sait même où se feront les opérations : à l'île Longue.

Une grande étape pour le SNLE-NG

Jeudi, « Le Triomphant » aura un nez

Etape importante dans la construction du sous-marin nucléaire lanceur d'engins-Nouvelle génération. Jeudi entre 16 et 17 h, le « Triomphant », actuellement sans queue ni tête, aura un nez.

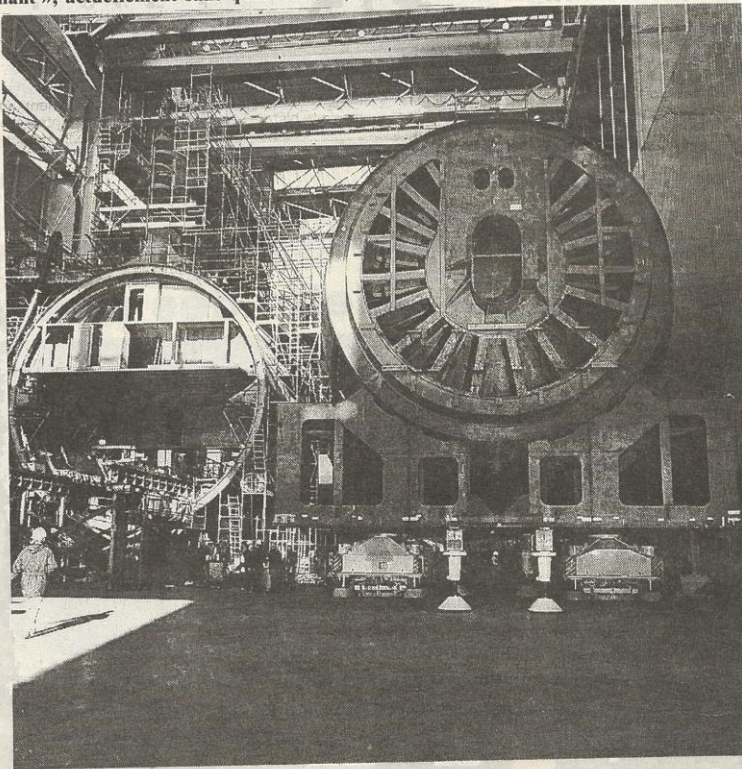
Et quel nez ! Un cap, un pic, que dis-je, une péninsule !. Vingt-sept mètres de long, 1.400 tonnes qu'il a fallu déplacer de la nef préfabriquée à la nef assemblage du chantier Laubeuf où se trouve le corps du bateau. Les fameux marcheurs ont été sollicités. A la vitesse de 50 cm par minute, le colis a pris tout son temps pour arriver à destination : cinq heures.

A l'intérieur seront aménagés des espaces de vie comme la couchette du commandant et des équipements techniques comme les systèmes lance-torpilles, un moteur diesel etc. La partie complètement à l'avant fabriquée à Lorient, renferme les ballasts.

Hier lundi, le dernier élément de taille a été inséré dans le tronçon qui sera bouché par le nez. Il s'agit d'un bloc de 120 tonnes supportant l'usine à oxygène et à gaz carbonique. Un élément indispensable pour respirer à l'intérieur de ce monstre de 138 mètres. La discrétion étant la raison d'être du « Triomphant », ce bloc sera maintenu selon le principe du berceau suspendu et isolé. Glissé sur deux rampes recouvertes de téflon, le bloc a une marge de 50 mm pour pénétrer dans le tronçon. De la haute précision.

La phase de jonction durera huit semaines, à partir de jeudi soir, date de la présentation du nez. La queue sera installée en avril.

Th. M.



De gauche à droite : SNLE « Le Triomphant » et sa partie avant.

CF du 01/02/92

Le sous-marin prend forme

L'avant du « Triomphant » installé

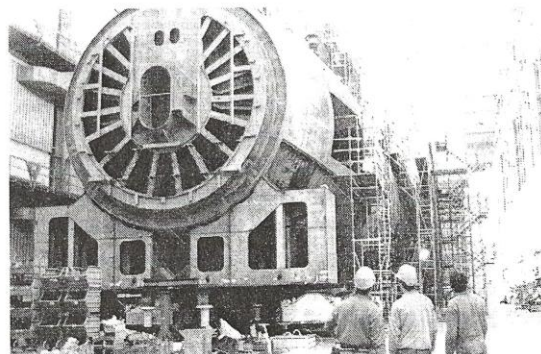
Nouvel épisode dans le mécano géant qu'est l'assemblage du sous-marin lanceur d'engins « Le Triomphant ». La partie avant du bateau a été installée jeudi. La course contre la montre continue pour achever le géant des mers.

Réalisée dans un bâtiment annexe au chantier Laubeuf, la partie avant du sous-marin nucléaire lanceur d'engins « Le Triomphant » a enfin gagné sa place définitive. 27 mètres de longueur, 1.400 tonnes, ce « petit bout » supplémentaire de sous-marin a été déplacé le 25 janvier dernier de son atelier de construction. 12 heures de transfert sur quatre marcheurs auront été nécessaires pour amener le tronçon à son emplacement exact. Deux semaines de soudage intensif vont désormais avoir lieu pour fixer cette partie au reste du SNLE, qui fait pour l'instant 112 mètres.

La longueur définitive du géant des mers sera de 138 mètres. Il reste en effet à positionner le « nez » du sous-marin. Ce sera en fait un dôme, actuellement construit dans un atelier au nord de l'arsenal, réalisé en matériau composite ultra-perfectionné et qui sera installé dans huit semaines. Il renfermera le dispositif DSM, autrement dit les systèmes de détection sous-marine, sonars en tête.

L'échéance suivante sera l'installation du groupe moteur et la mise en place de la partie arrière du bateau, en avril. Puis le sous-marin recevra ses équipements intérieurs. En mai, prise d'armement pour essais. Au début de l'an prochain, « Le Triomphant » sera transféré dans la forme Cachin. Sa première mise en eau se déroulera en avril 1993, avant la présentation aux essais en mer. Enfin, début 1995 aura lieu l'admission au service actif.

Après sa sortie vers la forme et la mer, le sous-marin sera rem-



La partie avant du « Triomphant » a été posée jeudi

placé dans le énormes chantiers Laubeuf par son frère « Le Téméraire », 2^e SNLE nouvelle génération, dont la préfabrication a déjà

démarré dans les ateliers de DCN.

J.B.C.

Techniques nouvelles d'embarquement.

Le Triomphant se monte comme un mécano

La liste des innovations entourant la construction du SM Le Triomphant est décidément bien longue. Parmi celles-ci figure l'embarquement des blocs découpés et des berceaux suspendus. Cette méthode a profondément modifié les conditions de travail à l'intérieur des tronçons en assemblage. Discretion oblige.

Terminé les heures entières passées à assembler les pièces vitales du sous-marin dans l'environnement restreint d'un tronçon en cours de construction. Aujourd'hui et à partir des Sous-marins Nucléaires Lanceurs d'Engins Nouvelle Génération, on fait appel aux techniques d'embarquement. Des ensembles pré-équipés : blocs découpés, berceaux suspendus regroupant tous les auxiliaires tournants sont montés à l'extérieur, dans les ateliers entourant le chantier Laubeuf, puis insérés dans les tronçons.

Cette dernière étape relève de la compé-

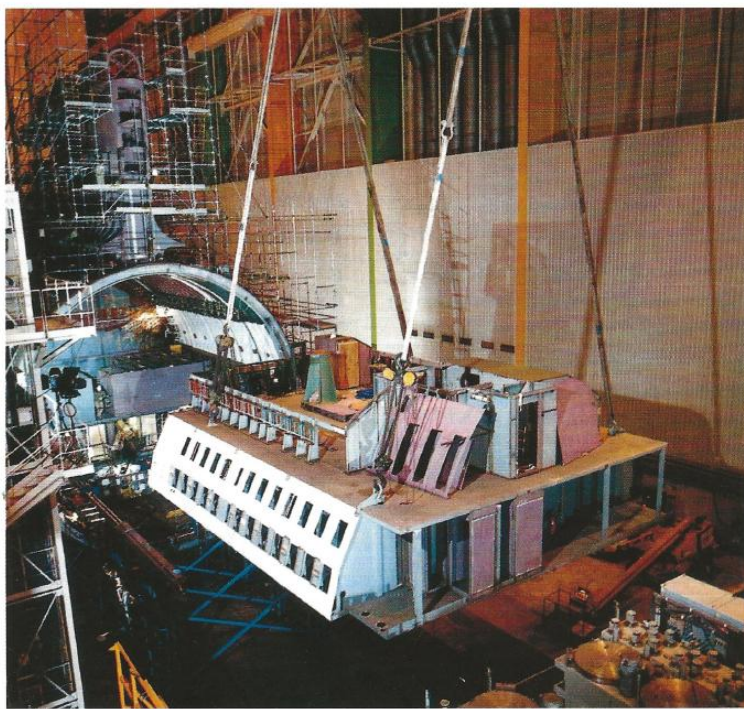


tence de trois services : le Bureau d'Etudes Infrastructure (BE/INERA) l'antenne mécanique du chantier Laubeuf et le SEMEC (1). Il ne s'agit pas de remplir un sous-marin comme on entasse des boîtes de conserve dans une réserve.

Le Triomphant est un monstre de technologie composé de charges volumineuses. C'est un pachyderme aux pattes de velours. Pour être silencieux, ces charges doivent reposer sur des supports élastiques.

Rapidité d'exécution

Autant de contraintes qui doivent être prises en compte dans les techniques d'embarquement. "Le but est de faire l'habillage, la peinture et le câblage sur la coque, explique André Guillemette, chef de l'antenne mécanique, et de monter à l'extérieur tous les appareils sur les blocs découpés ou des berceaux suspendus, puis on embarque le tout". Les travaux à bord devraient être nettement diminués et les conditions de travail



Positionnement du bloc découpé dans l'axe longitudinal du sous-marin



... en fin d'embarquement

améliorées.

"Pour le Triomphant, nous sommes chargés de définir les plans d'embarquement, explique Alain Gallis, l'un des dessinateurs du BE/INFRA. A l'origine, nous recevons une fiche de demande d'étude puis nous prenons contact avec l'antenne mécanique du chantier Laubeuf pour la préparation". Les données de base sont la masse, la forme, les points d'appui et la position finale du bloc à insérer. A partir de ces renseignements, le Bureau d'Etudes Infrastructure met alors au point le matériel à utiliser pour sa mise en place, les supports métalliques sur lesquels repose le "colis". "Les mécaniciens du chantier Laubeuf font le montage des dispositifs que nous avons prévus pour insérer le matériel et les met en œuvre. Le SEMEC est chargé de poser le colis sur le support extérieur et de le glisser à l'intérieur. Une fois en place, il ne reste plus que les raccordements à réaliser" précise A. Gallis.

Une profonde évolution alliant rapidité d'exécution et confort de travail mais qui nécessite une sérieuse réflexion en amont. "Nous insérons les "colis" au fur et à mesure que les tronçons sont assemblés. Il faut bien réfléchir à ce que l'on embarque à cet endroit précis.

DES COLIS ENCOMBRANTS.

Si tous les objets à insérer dans le sous-marin ne font pas l'objet d'études, certains colis, par leur taille et leur poids, nécessitent des mois de réflexion. C'est le cas :

- de la verticale électrique, le centre nerveux du bâtiment : 190 tonnes de technologie.
 - de l'arbre porte-hélice (deux mois de travail), un axe de 18 mètres de long pour 800 mm de diamètre, particulièrement fragile.
 - du moteur arrière : 150 tonnes, du Groupe Moteur de Série, un poids avoisinant les 1 000 tonnes (y compris le système d'embarquement) qu'il convient de ne pas laisser tomber. Construit à Indret, ce chantier s'occupe aussi de l'embarquement. Le GMS fait l'objet d'un article dans ce même numéro d'EMERGENCE.
- La technique de son embarquement y est développée.

Avant de faire une jonction, il faut que les matériels volumineux soient embarqués".

Le BE/INFRA a des impératifs de date et travaille plusieurs mois avant l'embarquement, c'est le délai nécessaire à la construction du matériel. "De ce fait, l'étude d'embarquement est parfois demandée en urgence, une fois que le matériel est défini et que l'on s'inquiète des dates de sa mise en place". Si la charge de travail relative aux techniques d'embarquement est importante pour le SM Le Triomphant, celle des futurs SNLE-NG sera allégée. Tous les plans et supports d'embarquement déjà réalisés seront repris par le BE/INFRA, sous réserve des modifications liées aux évolutions techniques.

(1) SEMEC : Service Energie, Manutentions, Equipements de Chantier.

(2) Sandwich : cylindre d'élastomère pris entre deux plaques métalliques.

DE LA POELE AUX SOUS-MARINS.

Déplacer des blocs de plusieurs dizaines de tonnes et les encastrer dans un minimum d'espace n'est pas une mince affaire. A l'extérieur du sous-marin, les moyens classiques sont utilisés (pont roulant, etc...). Pour l'intégration, les roulettes et les rouleaux cèdent de plus en plus la place au téflon.

Sans le savoir, la majorité des cuisinières utilise ce matériau. Une variété de téflon est employé dans le revêtement du fond des poêles, celles qui ne collent pas.

La vocation est certes moins culinaire à la Direction des Constructions Navales, mais tout aussi pratique. Mis en place sur deux poutres, le téflon permet au colis de glisser vers sa position finale par le biais de patins ou de vérins.

Autre avantage par rapport aux moyens conventionnels : la possibilité de translater le colis dans tous les sens, ce que ne permettent pas les roulettes et les rouleaux. Facilité aussi pour désolidariser le bloc de son support. "Il ne reste plus qu'à pousser le matériel à l'intérieur avec des vérins ou des palans, explique Alain Gallis, et les petits réglages se font à l'aide de vérins". Sur les SNLE et SNA, les matériels étaient embarqués à l'aide de moyens classiques, des ponts roulants. "On embarquait des éléments démontés qu'il fallait assembler à bord".

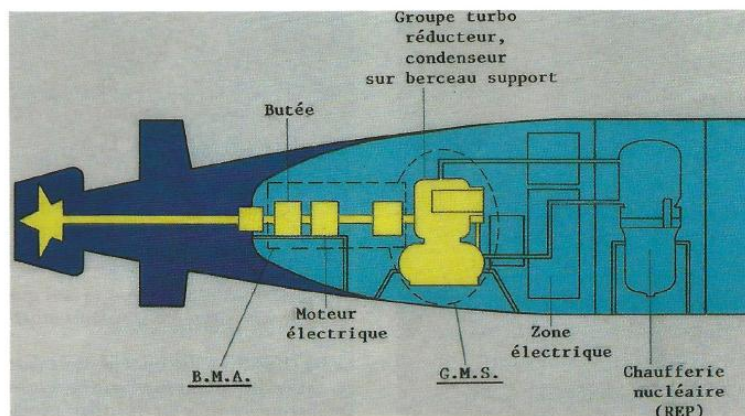
Discretion Acoustique oblige : ces ensembles reposent sur des sandwiches (2) à base d'élastomère ou des plots élastiques sur la coque. Finies les soudures directes sur la coque. On ne monte pas chaque pièce sur un support élastique, mais un ensemble complet" termine Alain Gallis.



Les grandes manœuvres de Printemps.

Le Groupe Moteur de Série

Les derniers tronçons du SM Le Triomphant vont bientôt être assemblés. Avant de fermer la partie arrière, un élément d'environ 600 tonnes doit être embarqué, et pas des moindres: le Groupe Moteur de Série (GMS).



Des turbines, des condenseurs, un réducteur, des turbo-alternateurs, des postes de distillation et des circuits associés, voilà ce que contient l'immense colis reçu en octobre 1991. En provenance de DCN Indret et acheminé jusqu'en nef Préfabrication Lourdes (PL) du chantier Laubeuf par le SEMEC. En tout plusieurs centaines de tonnes de technologie assemblées et essayées sur les bords de la Loire.

À Cherbourg, un échelon de montage de DCN Indret, employant 180 personnes, est chargé de l'embarquement, du montage et des essais à bord du SM Le Triomphant. Nous sommes installés à Cherbourg depuis la construction du SNLE Le Redoutable explique Marc Letallec, chef de l'échelon.

Les technologies ont considérablement évolué et les travaux ne sont plus tout à fait les mêmes. Les critères de discrétion acoustique applicables au SM Le Triomphant le sont, bien entendu, au GMS dont la plupart des matériels sont des éléments tournants générateurs de bruits et de vibrations. "Toute la difficulté consiste à faire moins de bruit que l'environnement naturel du bâtiment, d'où le principe des berceaux suspendus" continue Marc Letallec. Jusqu'à là, les éléments étaient reçus un par un pour être montés et assemblés dans le tronçon.

Aujourd'hui, à l'image des autres organes du bâtiment montés par modules, l'assemblage se fait à DCN Indret et il ne reste plus qu'à pénétrer le GMS et réaliser les connexions avec les circuits et la liaison avec le Bloc Moteur Arrière (BMA) (voir encadré). Gains de temps et confort de travail sont recherchés.

En février dernier, les marcheurs ont pris en charge le GMS dans la nef PL pour le présenter et le positionner devant son tronçon dans la nef de Construction Assemblage du chantier. La pénétration a eu lieu en mars dernier. "Nous avons avancé pas à pas et procédé à quelques sauts de puce" explique Gilbert Eustache, chef de l'activité machine SNLE-NG de l'échelon Indret. Le GMS a été soulevé par huit vérins et repris en charge par d'autres vérins, glissant sur des pistes téflonnées. Des vérins de poussée assuraient l'avancement. Les mouvements étaient pilotés depuis une centrale hydraulique fixée pour la manipulation sur l'arrière du GMS. L'opération terminée, il a fallu démonter tous les matériels nécessaires à la pénétration : chemin de glissement, systèmes hydrauliques... afin de pouvoir réaliser l'assemblage du tronçon arrière.

LE PRIX DU SILENCE

Discrétion oblige, le GMS est un gros module suspendu à la coque. À l'intérieur, les éléments sont eux-mêmes suspendus. Il est relié à la chaudière nucléaire qui alimente les turbines en vapeur et, via un réducteur, au bloc moteur arrière. Certains de ces équipements ont leur propre système d'isolation phonique. "Après la pénétration, lors de la fixation du GMS, explique Gilbert Eustache, toute la difficulté consiste à le régler parfaitement dans l'axe du bloc moteur arrière". Des postes de distillation transforment l'eau de mer en eau douce pour les besoins du bord et des turbo-alternateurs fournissent l'électricité. Le Bloc Moteur Arrière et le module de graissage sont aussi fabriqués à Indret et mis en place à Cherbourg. Le SEMEC assure toute les manutentions avant l'embarquement et notamment la manipulation des marcheurs.

DCN Cherbourg: une "oreille" pour le Triomphant

Plus de 4 mètres de diamètre pour un poids de 36 tonnes environ... Les dimensions de

la sphère de Détection Sous-Marine du Triomphant imposent le respect. Même sentiment d'admiration quand on ap-

prend que cette "oreille" hyper-sophistiquée a été positionnée au dixième de millimètre près sur le sous-marin par DCN Cherbourg! Reste aujourd'hui à l'intégrer à l'ensemble du système sonar avant de le tester en mer, courant 1993.

Usinée par Neyrpic Framatome Mécanique du Creusot, la sphère avait subi avec succès tous les essais menés par DCN Toulon au lac de Castillon. Sa technicité a notamment nécessité le développement du plus important programme informatique européen.



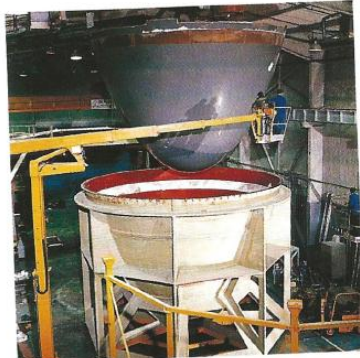
DCN CHERBOURG

La sphère de détection Sous-Marine est placée sur le Triomphant à DCN Cherbourg

Une première européenne : le dôme du Sonar composite du Triomphant

Il mesure près de 9 mètres de diamètre et plus de 6 mètres de long. Entièrement fabriqué en composite à base de préimprégné fibre de verre-résine epoxy 120°C, il possède des propriétés de tenue mécanique et de transparence acoustique pointues. "Il", c'est le dôme sonar du SNLE Le Triomphant, en d'autres termes, l'étrave du sous-marin qui protège l'antenne de détection sous-marine contre les agressions du milieu marin. Pour le fabriquer, la géométrie intérieure de son moule dit

"femelle" a été usinée au moyen d'une machine à commande numérique 5 axes. "Par ses dimensions, l'épaisseur de sa structure ainsi que l'usage du préimprégné nécessitant une polymérisation à 120°, cette réalisation constitue une première européenne" conclut Yves Lemièrre, ingénieur spécialiste en structures composites à DCN Cherbourg.



DCN CHERBOURG

Un dôme composite pour une première européenne

Presse étoupe de la ligne d'arbre

De l'usage délicat du titane

Sur le Triomphant, tout est un peu exceptionnel, et on n'a pas fini de découvrir les technologies utilisées, toutes plus innovantes les unes que les autres. Le presse étoupe de la ligne d'arbre, réalisé en titane, en est un exemple de plus.

Le presse étoupe est la pièce qui permet de faire l'étanchéité de la coque du sous-marin, à l'endroit où sort la ligne d'arbre qui supporte l'hélice. Sur le *Triomphant*, sa particularité, c'est d'abord sa taille : un cylindre de 1 180 mm de diamètre sur 600 de haut. "D'une façon générale, l'allègement de la structure arrière du sous-marin est toujours recherchée explique Laurent Nouailhas, chef du BMO (1) à l'atelier Mécanique. Pour les SNA, on a utilisé le cupro-aluminium qui est un matériau léger. Mais pour un bateau aux performances accrues, tel que le *Triomphant*, il fallait trouver mieux". Après de nombreuses études réalisées dès 1986, les concepteurs décidèrent d'opter pour le titane, métal aussi résistant que l'acier mais pas plus lourd que l'aluminium.

Première

À l'atelier Mécanique, le titane est utilisé depuis longtemps, mais la réalisation d'une pièce aussi volumineuse constitue une première. "C'est un métal qui nécessite de grandes précautions d'usinage, ce qui nous a obligé à revoir nos méthodes et à développer de nouveaux outillages" précise Jean-Pierre Boétard, préparateur. Ainsi le titane ne



Presse-étoupe : Richard Delœuvre aux commandes

supporte pas certains produits habituellement utilisés pour l'usinage. Impossible également de marquer un repère au feutre car le chlore contenu dans l'encre peut créer des fissures. De plus, c'est un métal qui brûle facilement. En collaboration avec les "carburiers", il a fallu redéfinir les nuances de plaquettes de carbure, les angles de coupe, les huiles de refroidissement...

Autre particularité du titane : si ça casse, il n'y a aucune solution de réparation. "Cela nous a impressionné, commente Michel Postel, responsable de l'équipe des tourneurs. On savait que, compte tenu du prix du métal, on n'avait pas le droit à l'erreur". En effet, la pièce de métal brut destinée à devenir le presse étoupe a coûté près de 600 000 francs.

"Nous avons cherché à nous renseigner auprès d'autres entreprises sur les

méthodes d'usinage du titane, mais sans résultat, alors on s'est lancé !". L'atelier mécanique a d'abord réalisé un prototype afin d'étudier le comportement du métal, puis il est passé à l'usinage des deux presses étoupes qui équiperont le bateau. Il aura fallu plus de cent heures de travail pour chacune des pièces, et trois machines différentes : le tour vertical pour donner les premières formes extérieures et intérieures, des machines à commandes numériques et des aléseuses pour faire les découpes et saignées. Pour la réalisation des prochaines pièces, DCN Cherbourg vient d'acquiescer une impressionnante machine ultra perfectionnée (tour vertical à commandes numériques avec option fraisage), qui permettra l'usinage du presse étoupe en une seule fois.

(1) BMO : Bureau Méthodes Organisations.



La pince à sucre de chez Maxime

Maîtriser les déformations et assurer un assemblage correct des tronçons : tel sont les rôles de la pince GESTEC. Ce monstre d'acier de 130 tonnes aux bras tentaculaires de 22 mètres d'envergure vient serrer dans son étau les SNLE-NG avec douceur et précision.

Les sous-marins sont constitués de tronçons qui, mis bout à bout forment la coque épaisse. Pour les assembler, les techniques de soudage nécessitent un préchauffage de la coque à température élevée entraînant une dilatation inévitable de la matière. C'est à cet outillage de développement de jonction qu'incombe le rôle de maîtriser les déformations pour assurer la mise bord à bord des tronçons. Cette opération appelée nivellement est réalisée au chantier Maxime Laubeuf, à l'aide de 144 vérins munis de capteurs de déplacement et de capteurs d'efforts. Ainsi cette pince géante de 18 mètres de diamètre vient coiffer le sous-marin pour se refermer et "travailler" la matière à assembler. Unique au monde, ce prototype a nécessité une longue phase de mise au point sur le terrain. Ces travaux ont été réalisés par une équipe de quatre personnes. Chacun dans sa spécialité a su gérer les problèmes d'utilisation et de maintenance en concertation avec l'encadrement du groupe Coque de la division Chantiers. "C'est un outillage capable de pousser "thermiquement" les coques vers l'extérieur ou mécaniquement vers l'intérieur pour atteindre entre elles un parfait nivellement" explique Daniel Lemarquand le char-



Pour un parfait nivellement des coques à assembler

pentier de l'équipe.

Tout est commandé depuis un poste informatisé où 400 paramètres issus de quatre automates programmables viennent s'inscrire sur une console informatique. Cette partie de l'activité concerne Alain Laronche, électronicien. "La précision des mesures dépend de l'étalonnage. J'ai ressenti un grand intérêt à concevoir des appareils de maintenance". Au pupitre de commande, Jean-Luc Branthonne doit, cinq heures durant, maîtriser les variations de température et les différents efforts afin d'assurer l'ajustement au millimètre. "Ce travail me plaît énormément, il s'apparente à un jeu vidéo grandeur nature". Mais ne vous fiez pas aux apparences ! En réalité ce travail n'est pas si simple. Une mauvaise com-

préhension des lois de la physique et les pires problèmes peuvent survenir, avec des conséquences pour le matériel et le résultat final. Olivier Chenu, l'électricien du groupe, doit surveiller avec beaucoup d'attention les prises (une centaine), capteurs, relais, câbles ... tout le matériel électrique exposé à la chaleur, à la poussière ... comme dans tous les chantiers de construction. "Il faut être apte à réagir aux moindres problèmes et, de plus, ne pas être sujet au vertige pour intervenir sur un outil de cette taille, même si le harnais de sécurité nous rassure !".

Dans notre monde industriel, les techniques sont en perpétuelle évolution et l'automatisme omniprésent. La pince est l'exemple concret de la faculté d'adaptation et de maîtrise du personnel. ■

100 HLES

Des soudures et des hommes

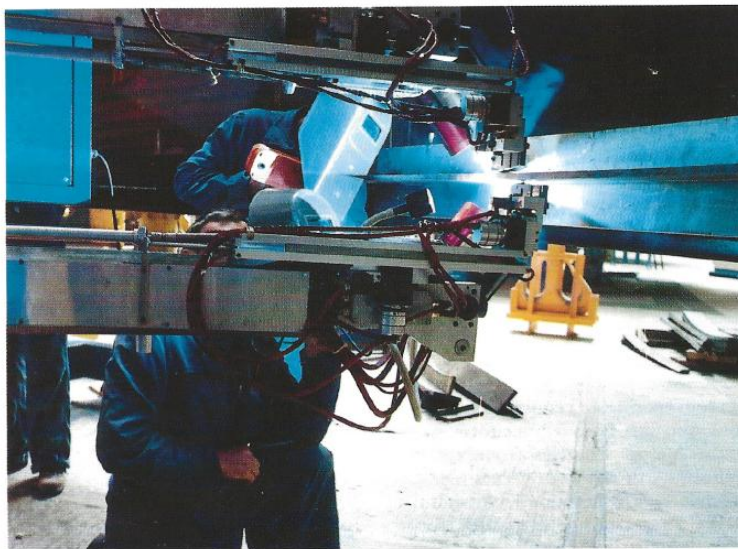
La coque d'un sous-marin, c'est une structure composée d'éléments en acier, assemblés les uns aux autres par de nombreuses soudures. Pour le Triomphant, l'utilisation d'un acier spécial, le 100 HLES, a nécessité la recherche par le CETEC, de nouveaux procédés de soudage.

Le 100 HLES (Haute Limite d'Elasticité Soudable) est un acier à caractéristiques élevées, pouvant subir des contraintes importantes sans se déformer plastiquement. Son utilisation dans le cadre du *Triomphant* permet d'augmenter considérablement les performances sous-marines du bâtiment.

"Mais plus un acier est résistant, plus il est difficile à souder" explique Yves Peset, responsable du groupe soudage-essais mécaniques au CETEC. Les principales difficultés étant d'éviter la fissuration du métal, d'une part, et de garantir un niveau de caractéristiques mécaniques dans le joint de soudure, d'autre part.

Eviter la fissuration

La fissuration est généralement provoquée par l'hydrogène provenant des produits d'apport utilisés pour le soudage. Pour pallier ce risque, il est nécessaire de préchauffer l'acier de façon à favoriser le dégazage de l'hydrogène. Les premiers travaux du CETEC ont donc consisté à définir les caractéristiques



Essai de soudage par procédé Mig pulsé

des produits d'apport à employer, et à déterminer les températures idéales de préchauffage.

On sait par ailleurs, que si l'on ne respecte pas une certaine vitesse de refroidissement, la structure du métal "déposé" n'a pas les caractéristiques requises, et le joint de soudure se trouve fragilisé. Pour obtenir le temps de refroidissement souhaité, il faut que l'apport thermique dû à l'opération de soudage soit parfaitement maîtrisé.

Comme celui-ci varie selon la vitesse du soudage, tout repose donc sur la qualification professionnelle du soudeur.

La qualité d'un joint est révélée par les contrôles non destructifs, radiographie et ultra-son, qui permettent de déceler d'éventuelles fissures, et par le respect des modes opératoires de soudage qui garantissent l'obtention des caractéristiques mécaniques. Serge Tesson pour le soudage manuel à l'électrode enrobée, Roger Olivier pour le procédé

MIG pulsé, et Michel Touzé pour le MAG fil fourré, ont été les trois techniciens du CETEC chargés de définir les modes opératoires relatifs à chaque procédé. ■

TROIS TECHNIQUES DE SOUDAGE

Pour réduire la pénibilité des travaux de soudage, on a désormais recours à des systèmes automatisés. On distingue :

- le procédé MAG fil fourré (Metal Active Gas), limité au soudage en position plat.
- le procédé MIG Pulsé (Metal Inert Gas), utilisé en toute position : plat, verticale, plafond.

Le soudage manuel à l'électrode enrobée, malgré sa pénibilité, est conservé pour les endroits inaccessibles aux machines.