

Les ancrs en acier moulé aux forges nationales de la Chaussade 1949-1970

Robert BOUVIER

La réalisation de pièces moulées en acier notamment des ancrs aux forges nationales de la Chaussade n'apparaît qu'après la fin du 2^e conflit mondial en 1949.

1. - INTRODUCTION DE L'ACIER MOULÉ A L'ATELIER DE FONDERIE

A l'origine l'aciérie était équipée de fours Martin de 12, 18 tonnes et d'un blooming pour la fabrication de plaques de blindage et tôles (1).

Avant le 2^e conflit mondial 1939-1945, les blocs de pattes d'ancre en acier moulé étaient approvisionnés auprès de fonderies autonomes de l'industrie privée et montés aux forges de Guérigny (2) qui réalisaient par forgeage les verges et organeaux.

Après l'exploitation par la société Lorraine des aciéries Rombas de 1940 à fin 1944, l'activité des forges de la Chaussade reprend en 1945 mais sans commandes importantes. L'approvisionnement des ancrs à pattes articulées s'effectuait selon les spécifications du fascicule B250 du RCPM (3) approuvé le 14 décembre 1937 (4).

Le potentiel métallurgique français en partie détruit entre 1939/1945 a amené le département ministériel de la marine militaire à orienter sa politique industrielle vers une fabrication d'acier moulé à Guérigny dont le site était indemne.

Dès 1946, un ingénieur de direction de travaux est envoyé à l'école supérieure de fonderie pour se spécialiser et assurer ensuite la gestion technique de l'atelier fonderie.

En 1947/1948, les forges de la Chaussade sont dotées d'un four électrique type Hérault de 15 tonnes qui est installé à l'aciérie et mis en service en 1949 (5).

L'année 1949 marque le début de réalisation de pièces moulées en acier à l'atelier de fonderie des forges de la Chaussade par la coulée à l'aciérie de 11 moules pour un tonnage global de 4500 kg dont 1 bloc de pattes Byers de 1250 kg (6).

2. - PARTICULARITÉ DE L'ATELIER DE FONDERIE SUR LE SITE DE VILLEMENANT (7) (plan)

Installée à Villemenant vers 1930 à l'extrémité nord du bâtiment laminage situé dans la partie ouest du site, la fonderie (environ 2200 m²) était du type fonderie intégrée. C'est-à-dire sans commercialisation directe de ses fabrications destinées, en partie, aux navires de la marine militaire. Sa production était réservée aux autres ateliers des forges de la Chaussade.

L'activité modelage, opération amont du moulage, dépendait de la menuiserie sous la responsabilité technique et administrative du service entretien de l'usine. Les commandes de modèles étaient tributaires de ce service. La liaison fonderie modelage par réseau routier voisinait 750 mètres dont 400 sur la voie publique car le magasin aux modèles et le modelage-menuiserie se situaient dans l'enceinte industrielle près des services administratifs de la direction des forges.

L'élaboration de l'acier au four électrique de 15 tonnes ainsi que la coulée des moules n'étaient pas de la compétence de l'atelier fonderie mais dépendaient de l'autorité technique de l'aciérie. Compte tenu du contrat électrique EDF, les fusions n'étaient possibles que durant la période mars début octobre (8). (cf tableau 1 de production d'acier au four électrique de 15 t de 1949 à 1969).

Ces singularités technico-administratives n'étaient pas sans aléa, car il fallait concilier à la fois les organigrammes modelage, fonderie, aciérie, délais clients, nuances d'acier et tonnages à couler au four électrique.

3. - EVOLUTION DU MOULAGE DES ANCRES : DU SABLE SILICO ARGILEUX ÉTUVÉ AU SABLE AUTODURCISSANT À FROID (RÉSINE).

Avant 1939, la fonderie pratiquait le moulage de la fonte et alliages cuivreux en sable naturel silicoargileux à vert et parfois étuvé. Comme appareils de fusion elle possédait cubilots et four à réverbère. C'est à partir du sable

Plan site de Villemenant.

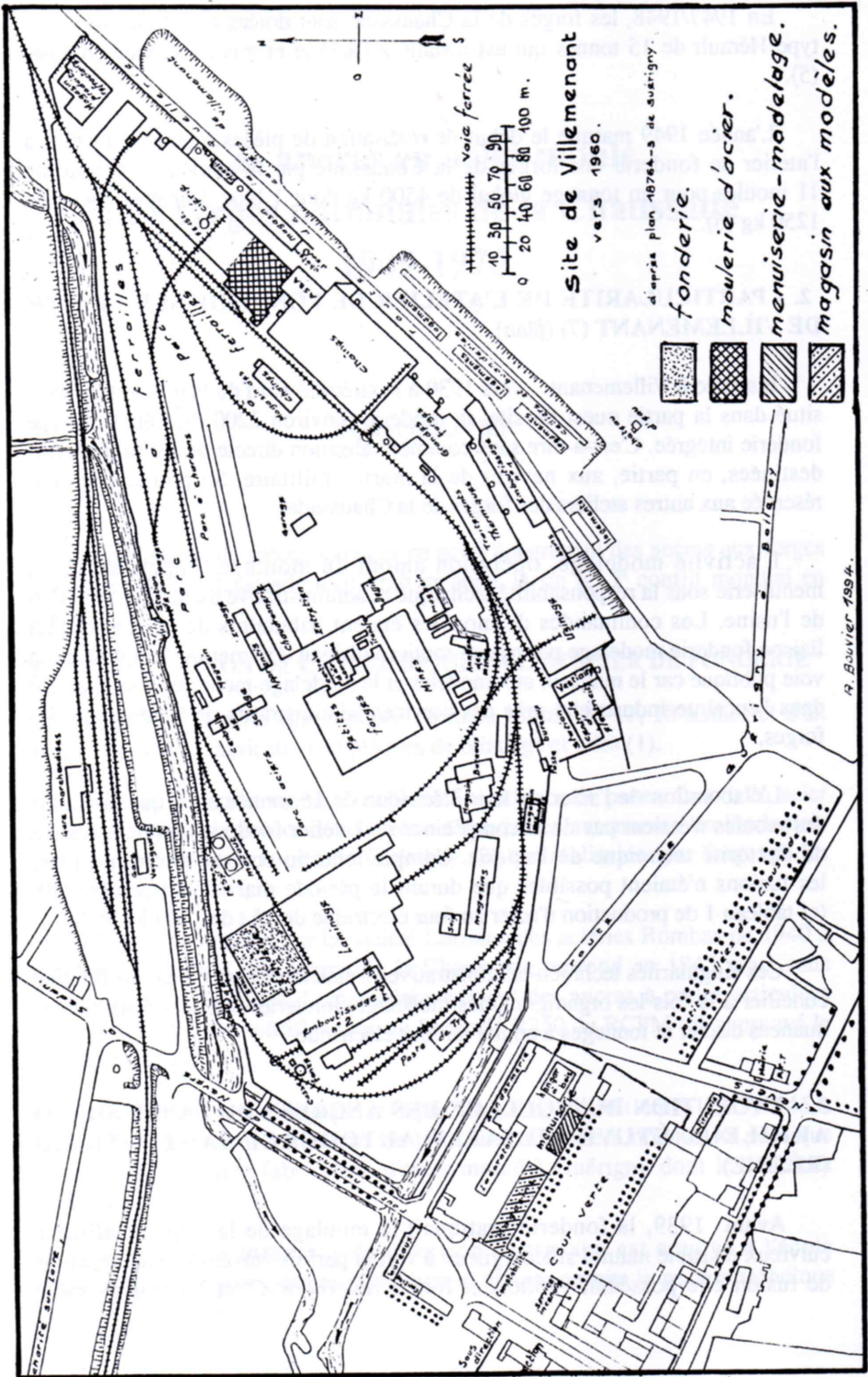


Tableau 1.

*Production d'acier au four électrique de 15 t.
de 1949 à 1969.*

globale (lingots + pièces moulées).				Pièces moulées.			observations.
Année	Campagne du... au...	Nbre de Coulées	Tonnage coulé (Tc)	Nbre de Coulées	Tonnage coulé (Tm)	% Tm/Tc	
1949	14/09-12/10.	61	864	3	4,5	0,5	
1950	08/05-31/07.	246	3655	7	86.	2,4	
1951	05/03-31/08.	300	4539	16	100.	2,2	
1952	15/05-30/11.	327	4921	14	144.	2,9	(a)
1953	20/04-30/07.	224	3483	22	212.	6,1	
1954	05/04-09/09.	322	4989	25	353.	7,1	
1955	18/03-03/07.	271	4223	17	158.	3,7	
1956	03/04-01/11.	342	5196	22	262.	5,0	
1957	01/03-06/10.	305	4747	13	166.	3,5	
1958	01/04-27/09.	309	4929	25	362.	7,3	(b) dont 11 éléments.
1959	02/04-26/09.	305	4888	103	1583.	32,4	dont 90 éléments.
1960	04/04-01/10.	217	3446	61	923.	26,8	dont 51 éléments.
1961	11/04-30/09.	299	4834	70	889.	18,4	dont 49 éléments.
1962	02/04-23/09.	283	4410	70	1035.	23,5	dont 45 éléments.
1963	17/04-29/09.	192	3026	31	412.	13,6	dont 17 éléments.
1964	20/04-08/10.	149	2261	20	207.	9,1	
1965	12/04-30/09.	150	2291	23	288.	12,6	dont 4 éléments.
1966	10/01-30/09.	275	4285	19	280.	6,5	
1967	07/04-11/10.	272	4227	14	201.	4,7	
1968	16/04-09/06.	116	1720	7	102.	5,9	
1969	01/04-15/12.	41	599	10	140.	23,4	
total.		5006	77533	592	7907,5	10,2	R. BOUVIER 1994.

(a) Début d'élaboration d'acier amagnétique.

(b) Début de moulage d'éléments de crapaud. (élément de 16 tonnes)

(15)

silicoargileux étuvé que furent réalisés les premiers moulages de bloc de pattes d'ancre en acier dès 1949.

Provenant de carrières, les gisements de sable naturel sont hétérogènes. Ce sable est constitué de grains de silice (9) plus ou moins enrobés d'argile (10). Sa plasticité ou "corps à vert" lui donne l'aptitude de se compacter (serrage). L'humidité optimale doit varier entre 8 et 10 % d'eau (11). Cette eau d'addition (ou d'imbibition) disparaît par étuvage à 110/120°C, et l'argile devient sèche, mais peut retrouver sa plasticité d'origine par humidification et malaxage. Par contre la cuisson vers 300°C fait disparaître l'eau de constitution, l'argile est alors cuite (transformée en brique rouge) et le sable est dit brûlé.

Compte tenu des impératifs du programme naval naissant, le moulage silicoargileux étuvé ne pouvait être conservé à cause du nombre restreint des chassis de moulage et des risques encourus lors du transport des moules de la fonderie à l'aciérie par voie ferrée (plus de 600 mètres). Aussi dès 1951, à l'aciérie, sur l'emplacement occupé par le blooming, une aire de moulage était mise à la disposition de l'atelier fonderie pour entreprendre le moulage autodurcissant à froid au ciment. Ce mode de moulage en mottes ne nécessitant pas de chassis mais simplement de coffrages en bois. Employé depuis le début du siècle, le sable au ciment en concurrence avec le sable silicoargileux étuvé était utilisé pour la fabrication de grosses pièces de plusieurs tonnes avec un matériel modeste de malaxage (bétonnière) et de matériaux élémentaires (sable extra siliceux sec et ciment). Le ciment employé était du type Portland artificiel classe 35 (12) parfois 45 servant à la construction de bâtiments. La composition optimale était : sable extra siliceux 80 à 84 %, ciment 8 à 10 %, eau 8 à 10 %. L'ensemble était mélangé à l'aide d'une bétonnière. La durée de vie de ce mélange était d'environ 3 heures. La prise hydraulique très lente s'effectuait en 3 ou 4 jours et le durcissement sous 3 semaines. Le temps de séchage long obligeait à disposer d'aires importantes de stockage temporaire avant remoulage, sous appentis-annexes desservis par monorail et palan manuel.

Au cours de la période 1950/1960 la croissance du programme naval tant en nombre qu'en masse et variété d'ancre ne permettait plus d'assurer la production à partir du moulage au ciment. Il fallait s'orienter vers un sable de moulage à prise plus rapide permettant de disposer des mottes sans durée de stockage importante. De nouveaux procédés à vitesse de prise rapide arrivait sur le marché des sables autodurcissements (13), ceux à base de résines. Après essais, en 1963 le sable au ciment était remplacé par le sable à la résine (14). Au cours de la prise par polymérisation les sables furaniques acquièrent une coloration verte plus ou moins foncée et parfois noire dans le cas de grande vitesse de prise. La composition optimale était : sable sec extra siliceux 98,5 %, résine 1 %, catalyseur 0,5 % (1 % variable avec la température ambiante de l'atelier et si la température de l'atelier croît, le % décroît).

4. - TYPES D'ANCRE EN ACIER MOULÉ RÉALISÉS AUX FORGES DE LA CHAUSSADE.

Les demandes militaires et civiles ont été satisfaites avec 10 types d'ancre. Ils font l'objet des tableaux 2 et 3 sur lesquels figurent la silhouette, la nomenclature générique des plans et l'échelonnement massique nominal. Les 132 modèles et l'échelonnement massique sont indiqués dans le tableau 4. Les ancres de corps-mort et d'empennelage ne sont pas destinées au mouillage des bâtiments mais à l'amarrage sur coffre en rade profonde.

5. - SINGULARITÉ DU MOULAGE EN MOTTES FRAGMENTÉES.

La géométrie des ancres de mouillage présente deux plans de symétrie perpendiculaires, donc 1 axe de symétrie. Cela permettait de réduire le nombre de boîtes à noyaux et d'assurer le moulage à partir d'un demi-modèle fixé sur plaque-modèle localement dénommée "marbre". En tout et pour tout la moulure d'acier disposait de 15 plaques-modèle dont les dimensions figurent dans le tableau 5.

L'augmentation des demandes navales en ancres de tonnage important ne permettait plus la mise en œuvre du moulage dans les conditions optimales, car les moyens matériels étaient limités (débit maximal de préparation de sable en 10 minutes, 200 kg, temps de prise du sable peu modifiable, aire de stockage moules et mottes réduit, etc.). Pour obtenir des mottes compatibles aux possibilités du moment, il devenait nécessaire de fragmenter les demi-modèles.

Seules les ancres type Byers, à pas, de corps mort et AC14 ont été concernées soit à partir d'une certaine masse nominale ou dans la totalité de leur échelonnement comme l'indique le tableau 6.

6. - SCHÉMATIQUE DU MOULE CONSTITUÉ DE MOTTES ASSEMBLÉES ET ISSUES DU 1/2 MODÈLE FRACTIONNÉ.

6.1. L'ensemble moule comprenait :

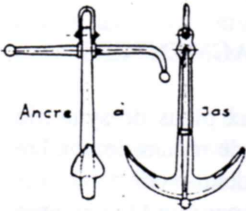
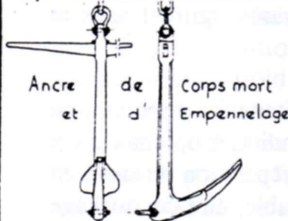
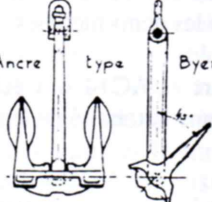
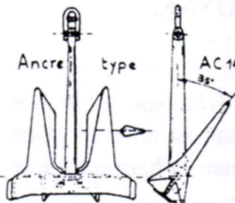
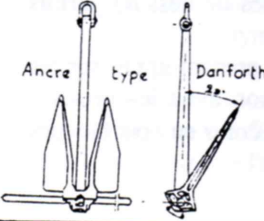
- Une (ou plusieurs) plaque de remoulage en fonte (réalisée à l'atelier fonderie) comportant une série de fentes oblongues permettant la mise en place de crochets baïonnette maintenant les barres. Celles-ci assurant la liaison avec le système de bridage.

- Les mottes assemblées (parties de dessous + parties de dessus) parfois avec l'aide de supports béton.

- Le système de bridage formé de tirants à crochets prenant appui sur les barres et qui par les mailles spéciales assurait la liaison avec les profilés métalliques U (profil normal). Le serrage était effectif par coins en bois bloqués entre motte et profilé U.

Tableau 2.

Types d'ancre en acier moulé réalisés aux forges nationales de la chaussée de Guérigny.

Type d'ancre	référence plan	rapport : masse billes petites masse nominale	modèles existants.			
			selon échelonnement normalisé DCAH (1)		hors échelonnement (2)	
			N ^{bre}	masses nominales (kg) (ancre complète)	N ^{bre}	masses nominales (kg) (ancre complète)
 Ancre à 30°	37 18.467 approuvé par note 313.141 STCAN du 13/11/50	0,8	20	10 - 16 - 25 - 37,5 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160 - 200 - 315 - 400 - 630 - 1000 - 1250 - 1600 - 1800 - 2500.	5	285 - 335 515 - 670 780.
 Ancre de Corps mort et d'Empennelage	37 61.408	0,8	5	1500 - 2500 - 4000 - 6000 - 8500	1	800.
 Ancre type Byers	37 59-1-04 (profil réglé)	0,7	24 3	160 - 200 - 250 - 315 - 400 - 500 - 800 - 1000 - 1250 - 1400 - 1800 - 2000 - 2240 - 2500 - 2800 - 3150 - 3550 - 4000 - 4500 - 6300 - 7100 - 8000 - 10000. 630 - 900 - 15000	5 1 5 5	125 - 220 - 11.000 - 12.000 - 13.000 - 750 - 1600 - 2000 - 2500 - 3500 - 5000 - 500 - 1000 1500 - 2400 6500;
 Ancre type AC 14	37 59-1-14	0,73	11	250 - 315 - 400 - 500 - 900 - 1400 - 1800 - 3550 - 4500 - 5000 - 5600.	1	2000(3)
 Ancre type Danforth	37 61-113	0,5	7	40 - 400 - 630 - 710 - 900 1400 - 1800.	7	13,5 - 70 - 90 135 - 225 - 270 - 340.

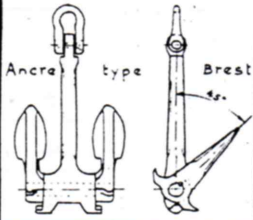
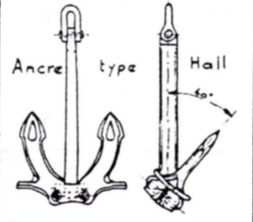
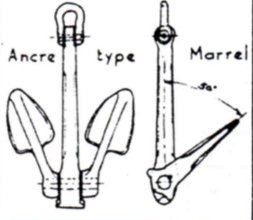
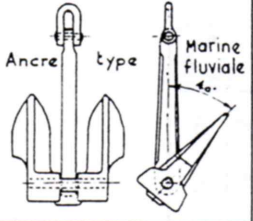
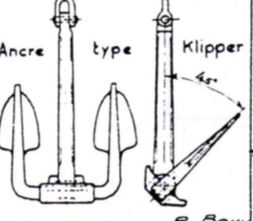
(1) Selon la série Renard (série principale à intervalles doubles $R^{2/3}_{40}$ et série à intervalles doubles complémentaire $R^{2/3}_{12,5}$).

(2) Selon demandes particulières du client (DCAH ou privé).

(3) Réalisé à partir du modèle 1800 kg auquel a été adjoint des boîtes à noyaux plus petites d'où gain sur la masse.

Tableau 3.

Types d'ancre en acier moulé réalisés aux forges nationales, de la chaussée de Guérigny.

Type d'ancre	référence plan	rapport : masse bloc patte masse nominale	modèles existants.			
			selon échelonnement normalisé D.C.A.N. (1)		hors échelonnement (2)	
			N ^{bre}	masses nominales (kg) (ancre complète)	N ^{bre}	masses nominales (kg) (ancre complète)
 Ancre type Brest	gy. 15.557a	0,38	4	500 - 630 - 710 - 1000		
 Ancre type Hall	gy. 15 639	0,6	4	175 - 380 - 450 - 1020 -	1	250.
 Ancre type Marrel	gy 11 621	0,5	16	25-35-45-50-65. 105-130-160-200 250-320-1140-1400- 1910-2030-2290.	1	75.
 Ancre type Marine fluviale	R.S.M 687-6811	0,75			1	650.
 Ancre type Klipper	gy 18 434/1	?	5	125-165-250-300- 500.		

(1) Selon la série Renard (Série principale à intervalles doubles R^2_{10} et série à intervalles doubles complémentaires $R^2_{12,5}$)

(2) Selon demandes particulières du client (D.C.A.N. ou privé).

R. Bouvier 1894

Tableau 4.

Type d'ancre.	N ^{bre} de modèles	Echelonnement nominal massif de.... à kg.
Byers.	43	125 kg à 15.000 kg.
à Jas.	25	10 kg à 2.500 kg.
Marrel.	17	25 kg à 2.290 kg.
Danforth.	14	13,5 kg à 1.800 kg.
AC 14	12	250 kg à 5.600 kg.
* de C.M et d'empennelage.	6	1500 kg à 8.500 kg.
Hall	5	175 kg à 1.020 kg.
Klipper	5	125 kg à 500 kg.
Brest	4	500 kg à 1.000 kg.
Marine fluviale	1	650 kg.

* les ancres de corps mort et d'empennelage ne sont pas destinées à la ligne de mouillage des bâtiments mais aux amarrages sur coffre.

R. BOUVIER 1984

Tableau 5

Dimensions de la plaque modèle	quantité disponible.
1000 x 1600	1
1600 x 2000	3
2000 x 2000	4
2000 x 2500	4
2000 x 3150	1
2500 x 3150	1
2500 x 4600	1

R. BOUVIER 1984.

Tableau 6

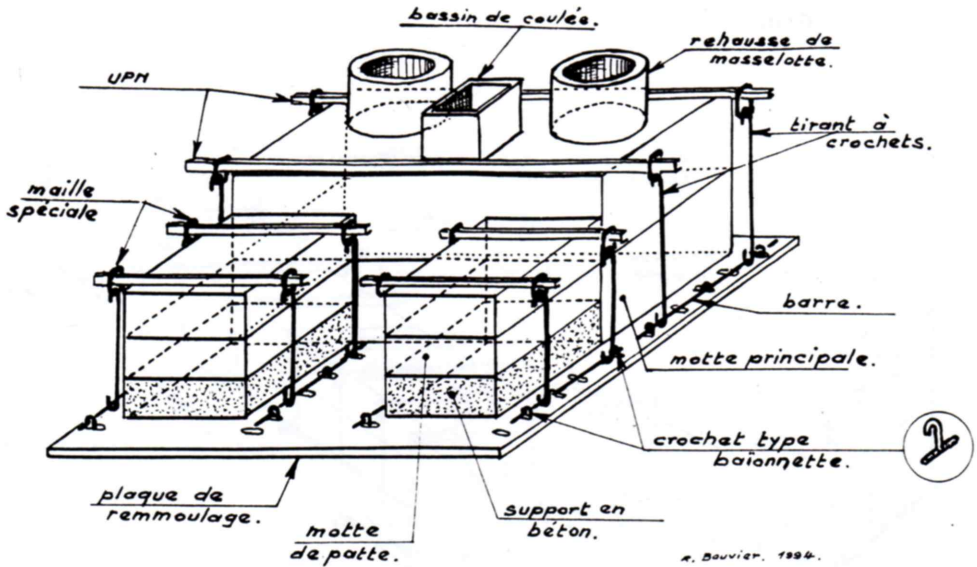
Type d'ancre.	demi-modèle.				
	monobloc.		fragmenté.		
	N ^{bre} N.	échelonn. ^t nominal massif de... à kg.	N ^{bre} N.	échelonn. ^t nominal massif de... à kg.	N ^{bre} de modèles par 1/2 modèle
Byers	26	125 ^{kg} - 2650 ^{kg}	17	2800 ^{kg} - 15000 ^{kg}	3
à Jas	12	10 ^{kg} - 200 ^{kg}	13	315 ^{kg} - 2500 ^{kg}	2
AC14	6	250 ^{kg} - 1400 ^{kg}	6	1800 ^{kg} - 5600 ^{kg}	3
Corps-mort			6	800 ^{kg} - 8500 ^{kg}	2 (a)
					5 (b)

R. BOUVIER 1984

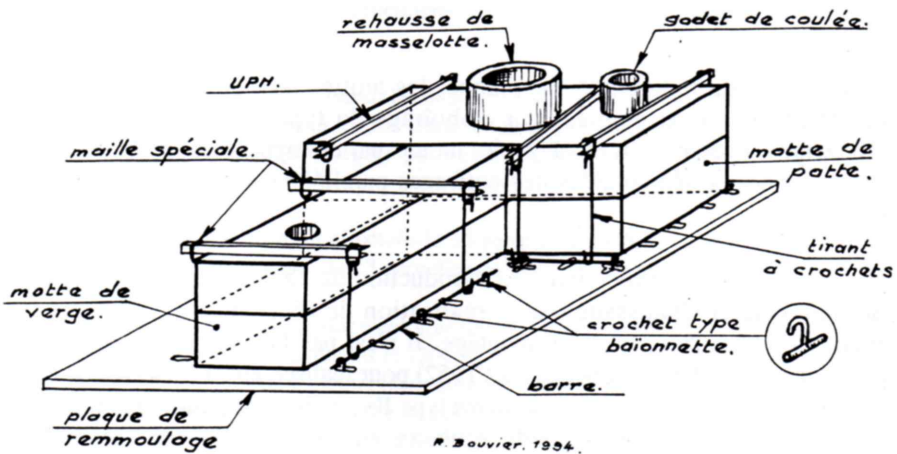
(a) pour les 800 kg et 1500 kg.

(b) pour les 2500 kg, 4000 kg, 6000 kg et 8500

6.2. Schéma perspective du moule d'ancres type Byers et AC14 demi-modèle fragmenté en 3 parties (cf croquis perspective).

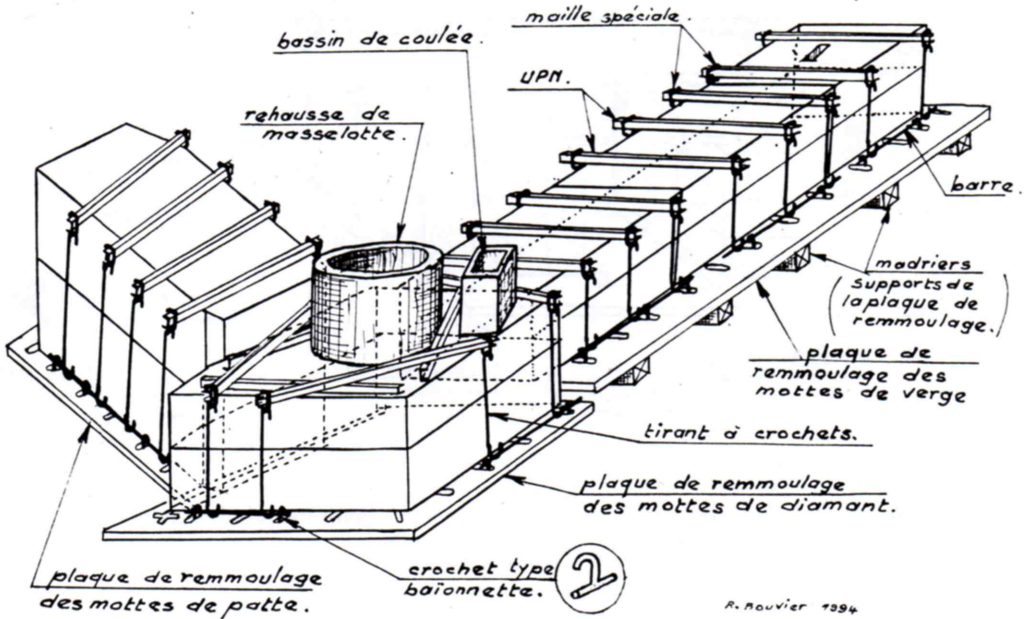


6.3. Schéma perspective du moule d'ancre à jas, demi-modèle fragmenté en 2 parties (cf croquis perspective).



6.4. Schéma perspective du moule d'ancre de corps-mort, demi-modèle fragmenté en 5 parties (cf croquis perspective).

L'ensemble des mottes était remoulé en fosse sur un plan incliné à partir de 3 plaques de remoulage situées à des niveaux différents selon la hauteur des mottes de dessous.

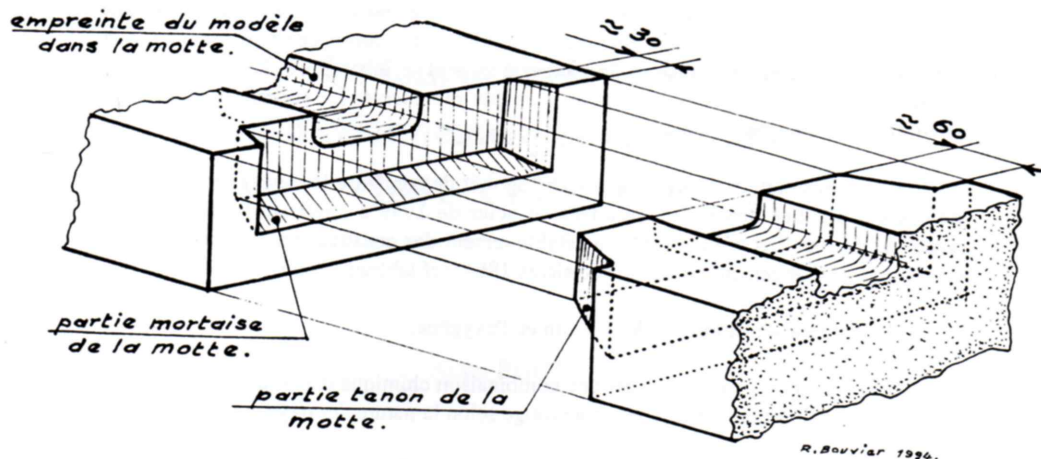


R. Rouvier 1294

6.5. Lors du remoulage sur plaque, les mottes issues de demi-modèle fragmenté étaient assemblées par emboîtement du type tenon-mortaise. Cet emboîtement s'obtenait au moulage des mottes par des appendices en bois fixés sur les panneaux démontables des coffrages parallélépipédiques. (cf. croquis perspective).

7. - Cette brève évocation de l'introduction de l'acier moulé aux forges nationales de la Chaussade par la réalisation de blocs de pattes d'ancres articulées n'est qu'un aspect du moulage. Il n'est pas fait état des conditions spécifiques engendrées à l'époque (dès 1952) pour réaliser, tant à l'élaboration au four électrique qu'au moulage, les ancres type Byers (bloc de pattes et verge) et appareils de mouillage (chaumards, écubiers, etc.) destinés aux dragueurs de mines.

6.5 Assemblage des extrémités de mottes réalisées à partir de demi-modèle fragmenté.



NOTES

(1) La première pierre de l'aciérie est posée le 7 octobre 1900 par le ministre de la marine Monsieur de Lanessan et l'inauguration le 5 juin 1904 par son successeur Monsieur Camille Pelletan. Le four martin de 40 tonnes a été installé vers 1925/1930.

(2) Les procès verbaux du conseil de direction de Guérigny signalent en 1925 l'achat de blocs de pattes type Byers en acier moulé à la compagnie des mines-fonderie et forges d'Allais (SHM Lorient 3v1-21).

(3) Recueil des Conditions Particulières des Marchés pour la fourniture aux divers services de la marine.

(4) L'édition de 1950 introduisait les nuances d'acier de la norme française NF A 32-051 homologuée le 28 février 1950. Cette édition ayant elle-même été annulée et remplacée par l'édition 1970 notifiée par circulaire ministérielle 516317 STCAN du 29/12/1970.

(5) La première coulée est effectuée le 14 septembre 1949. Il est réalisé 61 coulées du 14 septembre au 12 octobre dont 3 partielles de pièces moulées.

(6) Le livre de coulées du four électrique de 15 t. mentionne :

04/10/1949 - coulée de 2 moules et 1200 kg d'acier facture à la fonderie

06/10/1949 - coulée de 1 moule, facturation de 1500 kg d'acier (cela correspond à un bloc de pattes d'ancre Byers de 1250 kg brut de démoulage).

08/10/1949 - coulée de 8 moules et facturation de 1800 kg d'acier. (Bibliothèque des Amis du Vieux Guérigny).

(7) La topographie du site de Villemenant vers 1960 a été réalisée d'après le plan non daté 18764-3. Elle représente la position des ateliers, le réseau voie ferrée interne de l'ECAN de Guérigny raccordé à celui des chemins de fer autonome de la Nièvre (uniquement trafic des marchandises) et une partie dite "les cours du château" où une enceinte industrielle, près des services administratifs, comprenait le magasin aux modèles, le modelage-menuiserie, le hangar à bois et le laboratoire. Le réseau routier interne sous forme de pistes bétonnées n'est pas représenté. La superficie du site est environ 25 hectares (voir plan).

(8) La consultation du livre de coulées permet de connaître le tonnage et le nombre de coulées attribué aux pièces moulées en acier de 1949 à 1969 année de cessation d'activité du four électrique de 15 t à l'établissement des constructions et armes navales de Guérigny (changement de raison sociale en 1964) (cf tableau 1 joint).

(9) Combinaison chimique de silicium et d'oxygène.

(10) Dite "terre glaise", elle est une combinaison chimique d'alumine hydratée et de silice dont la coloration varie du jaune au rouge selon la nature des oxydes contenus.

(11) cette vérification est réalisée en atelier à une fréquence plus ou moins élevée selon le débit du malaxeur à sable et des quantités utilisées. Le principe de la manipulation consiste à introduire dans une capacité rendue hermétique une quantité connue de sable préparé, avec un excès de carbure de calcium.

Après agitation de l'ensemble, la combinaison chimique carbure et eau produit un dégagement gazeux d'acétylène (C_2H_2) d'où augmentation la pression interne du récipient hermétique et lecture sur le cadran manométrique qui est gradué en % d'humidité.

(12) La classe représente la résistance à la compression moyenne obtenue à 28 jours sur un mortier normalisé : 1 partie ciment pour 3 parties de sable et 1/2 partie d'eau.

(13) Les sables autodurcissants sont des sables dont la prise "exothermique" s'effectue à température ordinaire selon des processus hydraulique (cas du sable au ciment), chimique (cas du sable à la résine) ou physique (augmentation de la viscosité par application du vide, de dépression ou d'une rigidification sous l'action d'un champ magnétique, de compactage ou de congélation).

(14) Le sable autodurcissant à froid utilisé était à base de résine furanique avec comme solvant urée-formol-alcool furfurilique (UF-AF) et pour prise de la résine un ajout de catalyseur (un acide minéral) ici de l'acide phosphorique à 85 % en solution aqueuse.

(15) Un amarrage sur crapaud à éléments démontables comporte :

- le crapaud, partie immergée,
- le pendeur, chaîne assurant la liaison du crapaud au coffre,
- le coffre, flotteur sur lequel s'amarre le navire.

Selon sa masse, le crapaud comporte 10, 6 ou 4 éléments.