AICCA
Livret Technologique
MONTAGE ET LANCEMENT SUR CALE DE LANCEMENT
Version 1 – Mars 2020

Initiateur : Jean-Paul BURGAUD
Contributeurs :

1 OBJECTIF 2
2 PRINCIPE D'UNE CALE DE LANCEMENT 2
3 HISTORIQUE DES CREATIONS DES CALES DE LANCEMENT A SAINT-NAZAIRE 3
4 MONTAGE SUR CALE DE LANCEMENT 5
4.1 Principe 5
4.2 Rivetage 5
4.3 Montage pièce à pièce 6
4.4 Montage d'éléments préfabriqués 8
5 OPERATION DE LANCEMENT 10
5.1 Généralités 10
5.2 Opération de lancement 11
5.3 Le baptême 13
6 LANCEMENT DU NORMANDIE 16
6.1 Conditions générales 16
6.2 Dispositif de lancement 18
6.3 Lancement 19
7 SUPRESSION DES CALES DE LANCEMENT 20
7.1 Evolution du Chantier de la Loire 20
7.2 Evolution du Chantier de Penhoët 21
7.3 Naissance des « Chantiers de l 'Atlantique » 22
8 DERNIER LANCEMENT SUR CALE DE LANCEMENT A SAINT-NAZAIRE 23
9 ANNECDOTES 25
10 SOURCES ET REFERENCES 27

1 OBJECTIF

L'objectif de ce livret de ce livret et de donner les grande lignes des principes de la construction et du lancement sur une cale de lancement inclinée.

2 PRINCIPE D'UNE CALE DE LANCEMENT

Une cale de lancement, dénommée aussi cale de construction, est un plan incliné qui permet d'effectuer le montage puis la mise à l'eau en faisant glisser le navire.

Pour exemple la cale de lancement du paquebot NORMANDIE avait une inclinaison de 55/1000, ce qui correspond à une pente de 3°.

C'est une installation fixe et très résistante.

Le lancement peut être effectué lorsque le niveau de construction du navire, sa résistance, sa flottabilité et son étanchéité sont assurés.

La construction sur cale de lancement présente deux inconvénients majeurs :

- Construction sur une surface inclinée, avec des références qui ne sont plus l'horizontale et la verticale
- Risque majeur de casse du navire en arc du fait de contraintes mécaniques importantes à la mise à l'eau, principalement quand l'arrière du navire commence à être à flot et que l'avant du navire, le brion, repose encore sur le plan de lancement.

Paquebot renaissance sur la cale N°1

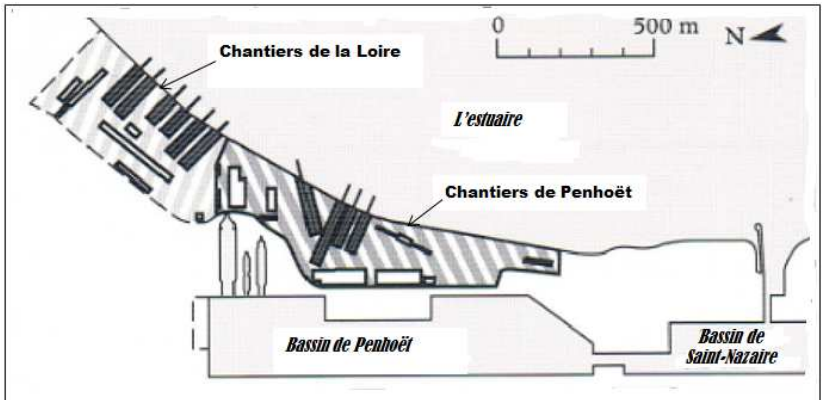
3 HISTORIQUE DES CREATIONS DES CALES DE LANCEMENT A SAINT-NAZAIRE

Ce court historique présente la chronologie de construction des différentes cales de lancement, et des grands moments de la construction navale.

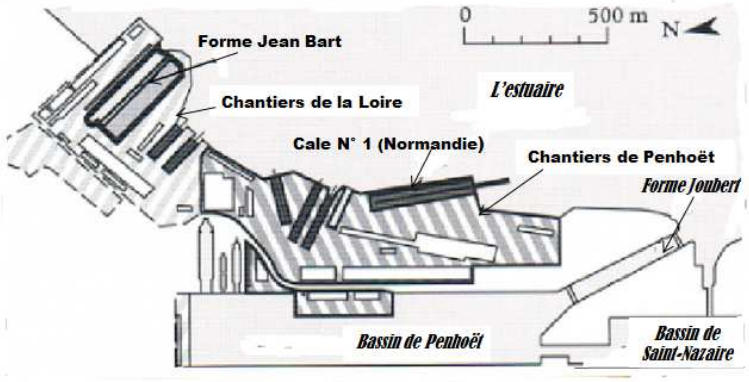
- **1861 :** La Compagnie Générale Transatlantique concède la construction et l'exploitation d'un chantier de construction navale, à la société écossaise John Scott.
- **1862 :** Construction de quatre cales inclinées pour la construction des navires.
- **1881 :** Mise en service du bassin de Penhoët. (Infrastructure portuaire). La Compagnie Générale Transatlantique relance le chantier de Penhoët.
- **1882 :** Création du chantier de la Loire. La Société Anonyme des Ateliers et Chantiers de la Loire (Nantes), crée un établissement à Saint-Nazaire (en amont de Penhoët). Six cales de construction sont mises en chantier. Le quai de Méan est réservé aux Chantiers de la Loire.

- Les Chantiers de Penhoët s'orientent surtout vers la construction de paquebots comme le célèbre Île de France en 1927, tandis que sur le site contigu, en amont, les ACL prennent un développement considérable dans la construction de navires de guerre. En 1907, par exemple, ils réaliseront simultanément deux cuirassés de 18 000 tonnes de type « Danton », le Condorcet et le Diderot.

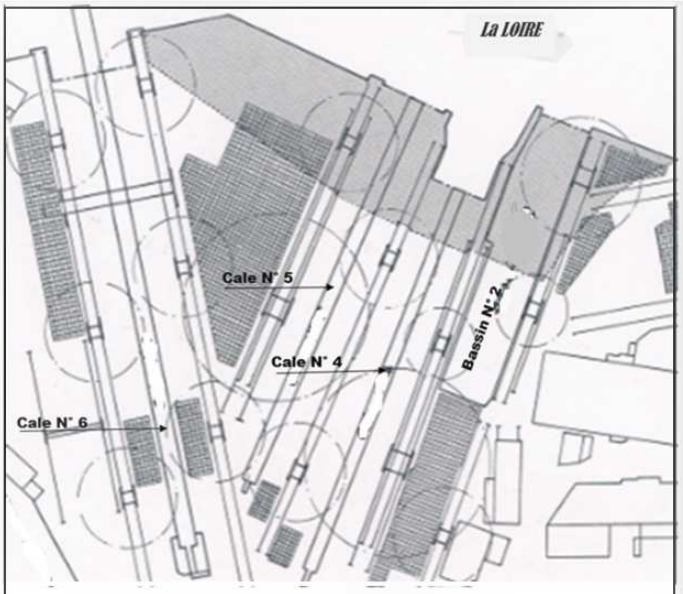
- **1900 :** Création de la société anonyme des chantiers et ateliers de Penhoët (CP). (90% du capital Compagnie Générale Transatlantique)
- **1901 :** Absorption des chantiers de Normandie à Rouen par les chantiers et ateliers de Penhoët.
- **1905 :** Utilisation du nom « Chantiers de l 'Atlantique » comme « nom commercial », sans modification de la raison sociale, chantiers et ateliers de Penhoët
- **1907 :** Mise en service de l'entrée Sud (imposée par la dimension des navires, infrastructure portuaire)
- **1929-1934 :** Construction de la forme « Joubert ».



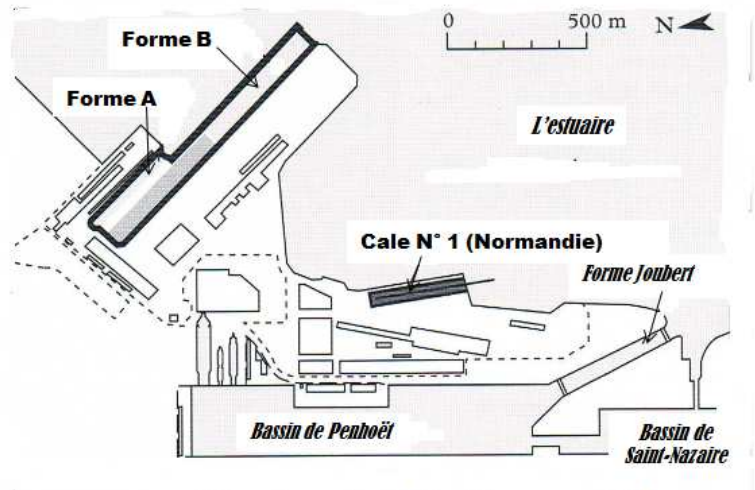
Les Chantiers de la Loire et de Penhoët à Saint-Nazaire en 1910



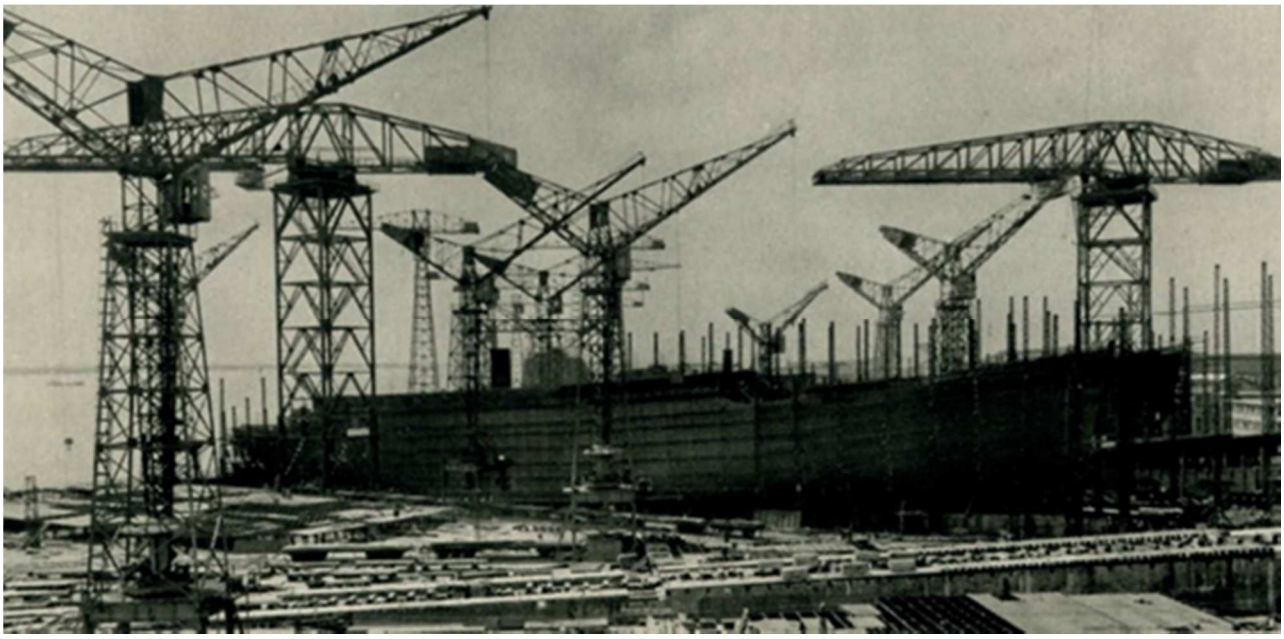
Les Chantiers de la Loire et de Penhoët avant la fusion de 1955



Agrandissement du chantier sur la Loire



Les Chantiers de l'Atlantique en 1969



Vue d'ensemble des cales N° 6,2 & 5. Au premier plan la cale N° 6, au second plan les cales N° 2 & 5

4 MONTAGE SUR CALE DE LANCEMENT

4.1 Principe

Les cales inclinées servaient au montage des pièces constituant la coque des navires, les coques étaient construites en métal, la construction était dite *« pièce à pièce »* jusqu'à l'introduction du montage en éléments préfabriqués et de la soudure.

Jusqu'au milieu du XX° siècle, les navires étaient assemblés tôles par tôles, ce qui nécessitait l'utilisation d'échafaudages qui s'élevaient au fur et à mesure des travaux.

Ce type de construction posait des problèmes de « références » lors de la construction pour assurer la géométrie des éléments entre eux (perpendicularité, horizontalité, …), liés à l'inclinaison du navire sur la cale.

Les échafaudages disposés de chaque côté du navire, sont composés de poteaux fixes appelés « étamperches », qui supportent les madriers.

La coque en cours de montage, repose sur la cale inclinée par l'intermédiaire de supports, appelés tins, d'une hauteur suffisante pour permettre l'assemblage des fonds par rivetage puis progressivement à partir des années 30 par soudure.

Les flancs du navire sont soutenus par des arcs-boutants : les accores. En vue du lancement, sous la coque une charpente épouse les formes inférieures, le ber ou berceau, reposant sur une ou plusieurs coulisses graissées qui constituent un chemin de glissement.

La première étape du montage consiste à assembler la tôle quille et la carlingue centrale, ensuite s'ajouteront les varangues, les cloisons transversales, les membrures, les tôles de bordé. Ces divers éléments sont, (jusqu'à l'apparition de la soudure), liés les uns aux autres par rivetage.

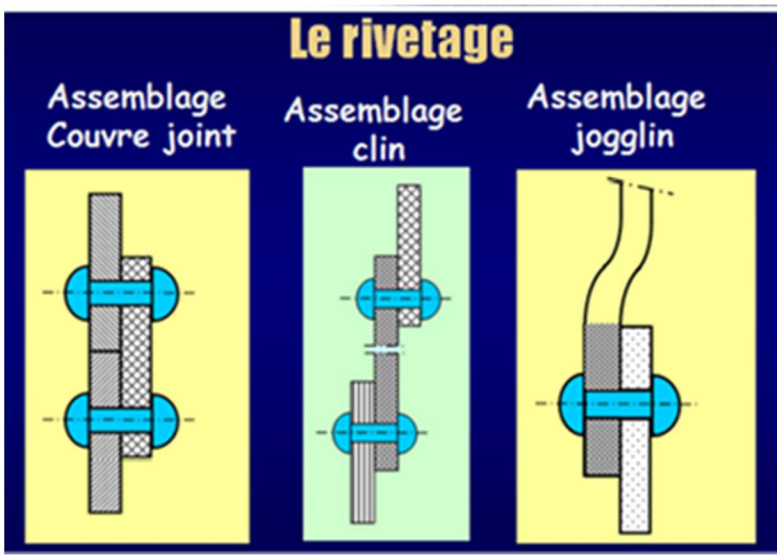
4.2 Rivetage

La technique du rivetage a été la seule utilisée au début de la construction navale « métallique ».

Les deux techniques d'assemblage, rivetage et soudure, vont se superposer des paquebots « Normandie » à « France ».

Les tôles rivetées étaient formées de manière à se chevaucher afin de permettre une étanchéité parfaite.

Les rivets posés à chaud assuraient ensuite lors du refroidissement une fixation solide et parfaitement étanche.



Différents types d'assemblage par rivetage

4.3 Montage pièce à pièce

A ses origines la construction des navires métalliques se fera pièces par pièce sur la cale de lancement.

Montage pièce à pièce sur cale de lancement

Travaux de montage sur cale de lancement

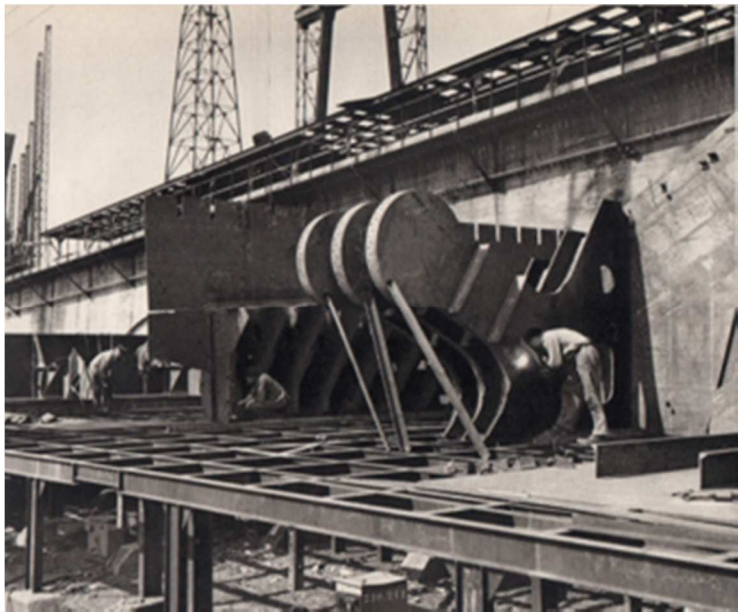
Equipe de rivetage : chauffeuse, teneur de tas, riveur

Embarquement d'une pièce formée

Embarquement d'une tôle

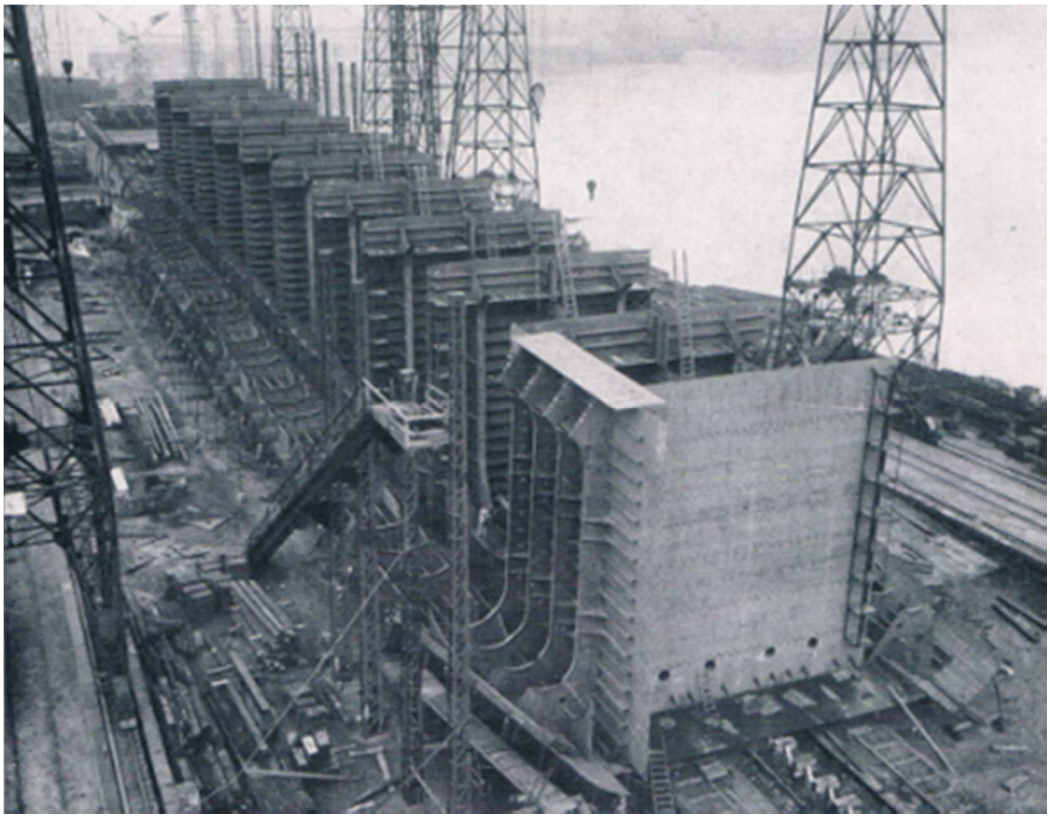
4.4 Montage d'éléments préfabriqués

L'apparition de la soudure pour les assemblages et l'utilisation de moyens de levages puissants, permettent l'embarquement d'éléménts pré-fabriqués et pré-assemblés en atelier.



Assemblage et soudure d'éléments préfabriqués sur tables hautes

Manutention d'éléments pré-fabriqués

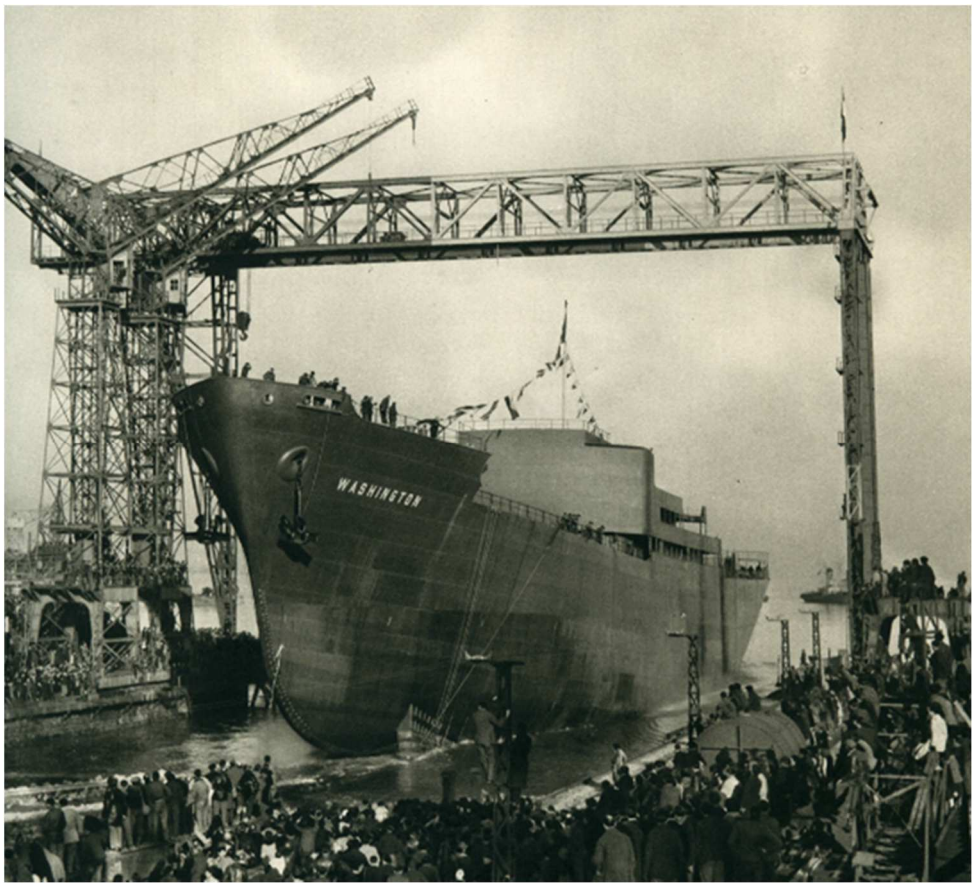


Assemblage de cuves

Pétrolier de 31 200 t.d.w. « BERENICE ». Montage des cloisons préfabriquées, sur la cale N° 1

5 OPERATION DE LANCEMENT

5.1 Généralités



1947 Lancement du cargo Washington

Le lancement d'un bâtiment peut apparaître comme une procédure simple : une cérémonie, un discours, une pièce de retenue découpée au chalumeau et une coque glissant vers son élément, la mer.

Le processus de la mise à l'eau des bâtiments par lancement est complexe. Il s'agit de libérer plusieurs milliers de tonnes pour les laisser glisser vers la mer, ni trop doucement avec le risque d'un arrêt sur parcours, ni trop rapidement ce qui pourrait conduire à des dommages structurels.

La coque doit être équilibrée transversalement pour ne pas chavirer, et longitudinalement pour éviter les phénomènes de salut, lorsque l'avant est trop lourd, ou de cabanement, si c'est l'arrière qui est trop lourd. Le lancement à lieu à marée haute, la hauteur d'eau devra être suffisante pour que le bâtiment ne « tombe » pas à l'extrémité du chemin de glissement

La mise à l'eau du navire, appelée lancement, consiste, après l'avoir libéré de ses attaches, à le faire glisser sur les tins dont la surface supérieure, en bois, aura été préalablement graissée

Le lancement longitudinal s'effectue de façon que la partie arrière de la coque pénètre la première dans l'eau, au moment où le navire commence à flotter, il pivote sur le tournant de l'étrave, ou brion, renforcé spécialement à cet effet.

S'il n'y a qu'une seule coulisse, le lancement est dit « sur savate », en raison du nom donné à la poutre longitudinale fixée sous la quille et à laquelle se réduit le berceau.

La pente de la cale de lancement et le coefficient de frottement des coulisses sont calculés pour que le navire se mette à glisser sous l'effet de son propre poids

Divers moyens sont utilisés pour retenir le navire avant le lancement. En particulier des tôles reliées au berceau et à la cale que l'on coupe pour permettre le lancement.

Si après la suppression des retenues, le navire ne part pas, il suffit d'exercer une pression à l'aide de vérins, pour amorcer le glissement.

Il est presque toujours nécessaire de freiner le navire afin de limiter sa course dans l'eau. On utilise généralement de gros câbles de retenue dont une extrémité est fixée au navire et reliés en outre à celui-ci, sur une partie de leur longueur, par des bosses cassantes, câbles moins résistants calculés et disposés pour se rompre successivement pendant le lancement, ce qui permet d'absorber une partie de l'énergie cinétique du bâtiment. L'autre extrémité des câbles de retenue est reliée à des paquets de chaînes qui, entraînés par les câbles, concourent au freinage du navire par leur frottement sur le sol. On peut encore freiner le navire au moyen d'un masque disposé transversalement à l'arrière.

5.2 Opération de lancement

L'opération de lancement :

Nécessite des calculs précis :

- Poids du navire.
- Répartition des poids à bord.
- Vitesse de descente.
- La date et l'heure sont imposées par la marée, pour éviter que le navire ne dérive ou se mette en travers de la cale. Le lancement se fait à l'étale de la marée haute.

L'appareillage de lancement :

- Un berceau appelé « savate », fixé au navire, est constitué par une poutre longitudinale en bois.
- Ce berceau repose dans une coulisse, fixée sur un « billotage » lié à la cale de construction et formé de pièces de bois appelées « tins ».
- Par sécurité en cas de gîte au lancement, sont placés de chaque côté du navire, des soutiens ou « ventrières », qui glissent avec le navire sur les « couettes »
- Afin de faciliter le glissement, un enduit à base de suif, est placé entre les plans de frottement.
- Durant sa construction le navire et ses divers éléments, sont soutenus par des pièces en bois appelé « accores ».
- Il est procédé à un abattage méthodique des « accores », avant le lancement.
- Le navire ne repose alors que sur sa savate.
- Des vérins fournissent la force impulsive nécessaire à la mise en mouvement du navire.
- Pour empêcher le glissement du navire avant le moment choisi, un appareillage de retenu est prévu : des tins secs
    - Avant le NORMANDIE ils sont réalisés avec deux plateaux de bois entre lesquels était logé un matelas de sable dans un sac en toile. Le vidage du sable était d'une lenteur excessive, le départ se faisait sur des tins secs incomplètement desserrés, d'où freinage anormal.
    - Pour pallier à cet inconvénient, le sable est remplacé par du sel marin, enfermé dans une enveloppe imperméabilisée à l'huile de lin. Un tuyautage percé de trous est placé au milieu du sel. Un courant d'eau douce sous forte pression dissout le sel qui est évacué du sac préalablement crevé sur toute sa longueur.
- Caisse à sable (située en tête de la cale et vidée au dernier moment).
- Une pièce de retenue, prolongeant la savate, relie le navire à la cale. Il suffit de couper cet élément pour libérer le navire.
- Des presses de retenue.
- Des clés de retenue.

Variantes de l'appareillage de lancement :

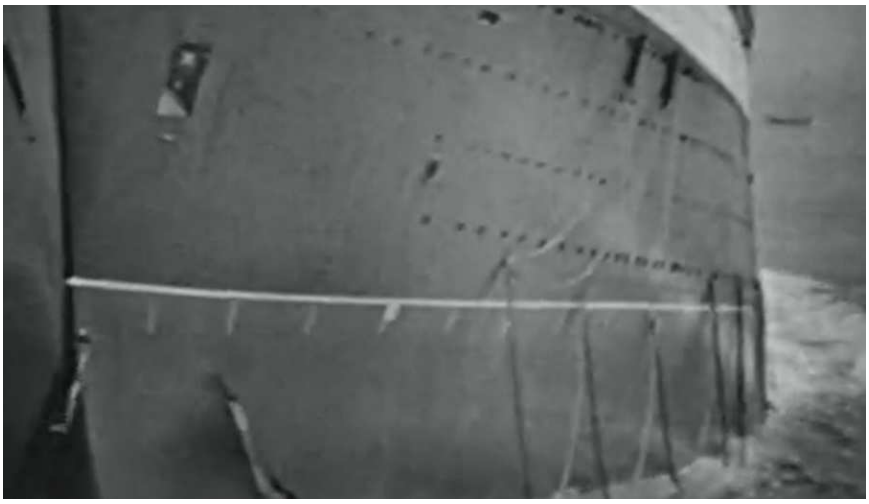
Plusieurs dispositifs sont utilisés pour freiner la course du navire lorsqu'il a quitté la cale.

- Un « masque » (pièce pouvant faire plusieurs dizaines de m2) est disposé transversalement à l'AR, freine l'avancée du navire. (Dubigeon)
- Des « bosses cassantes », (de chaque côté du navire) attachées à des paquets de chaînes, absorbent la force vive (énergie cinétique) acquise pendant le glissement. Constituées par une série de torons de chanvre, elles se rompent les unes après les autres. (Dubigeon)
- Des paquets de chaînes, absorbent la force vive acquise pendant le glissement. (St-Nazaire)

Graissage de la cale de lancement

Vue d'ensemble de lignes d'accores

Abattage des accores



Paquets de chaînes ***Bosses cassantes***

5.3 Le baptême

Le baptême, la tradition

Depuis très longtemps, la mise en chantier ou l'achèvement d'un bateau, donnait lieu à des cérémonies religieuses et comme il s'agissait d'attribuer un nom au navire, on procédait à une sorte de baptême.

La tradition se maintient dans le monde entier, l'aboutissement du travail de tous ceux qui ont participé à la construction du navire est consacré par le vin de la fête : le champagne, est souvent associé au baptême des navires.

L'usage veut qu'en France la marraine brise une bouteille de champagne sur l'étrave du navire neuf qui reçoit un nom avant sa mise à l'eau.

Le nom de baptême d'un navire marchand, est inscrit de part et d'autre de son étrave à la proue et en tableau à la poupe. Le nom du port d'attache ne figure qu'à l'arrière sous le nom de baptême.

« Les marins considèrent que le vin répandu volontairement sur le bateau conjure le mauvais sort. »

Toutes les précautions sont prises pour que le baptême ait lieu dans les règles, pour la « sauvegarde » du bâtiment et le plaisir des nombreux spectateurs. La bouteille peut être lestée, afin qu'elle se casse au premier choc, sans rebondir. Elle est attachée à un ruban et la marraine, généralement en coupant le ruban, déclenche la course dont la trajectoire est calculée et réglée pour éviter tout incident.

Le baptême, la cérémonie

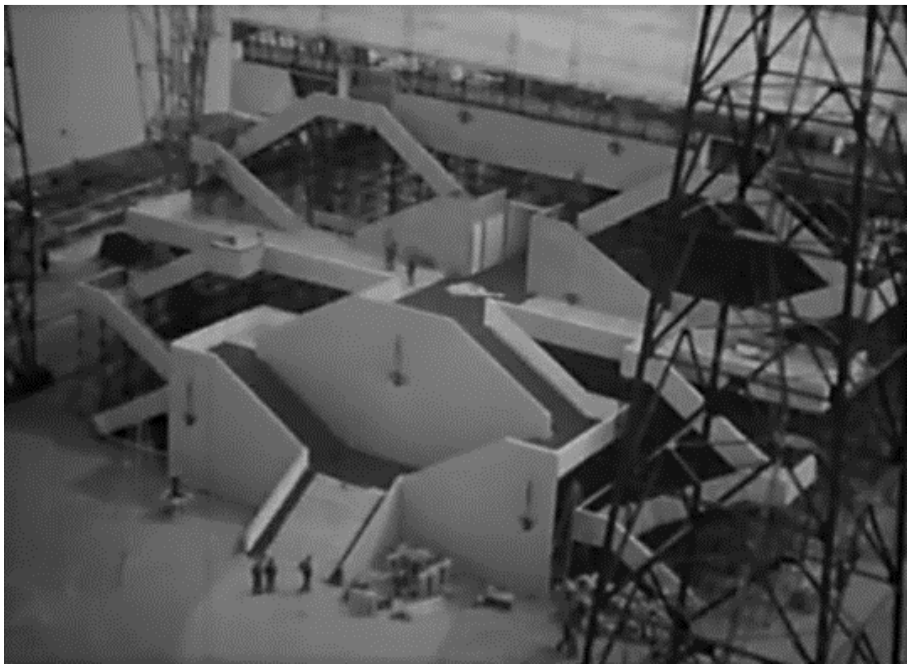
Les invités prennent place dans la tribune dressée à la proue du navire. C'est l'occasion de rassembler dans ce lieu privilégié des personnalités importantes : l'armateur, les représentants des autorités civiles, politiques, militaires …. Le cérémonial comprend la bénédiction du navire et des discours.

La marraine coupe le ruban tenant la traditionnelle bouteille de champagne, l'usage veut qu'en France cette marraine brise une bouteille de champagne sur l'étrave du navire qui reçoit un nom avant sa mise à l'eau.

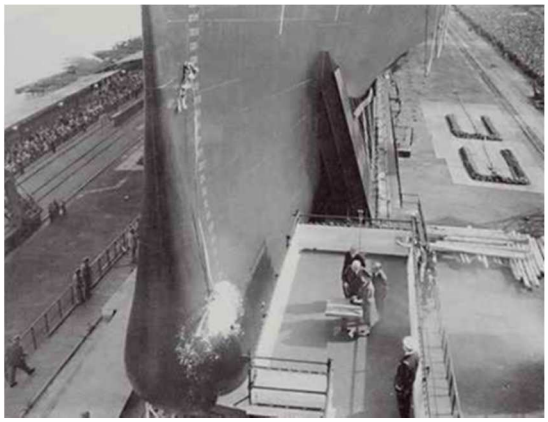
La bénédiction

Le curé de la paroisse (Méan ?), escorté de quelques enfants de chœur, se dirige vers la tribune. Ils vont aller réciter quelques prières pour attirer la protection du ciel et bénir le navire.

Il arrive que l'évêque de Nantes se déplace, (pour des navires de prestige), accompagné de quelques vicaires et enfants de cœur, pour la bénédiction du navire.



La tribune érigée pour le lancement de France



La Marraine a coupé le ruban….

La bouteille de champagne se brise

Bénédiction d'un navire

Baptême de France par monseigneur Villepelet, Evêque de Nantes

Les salariés assistent au lancement

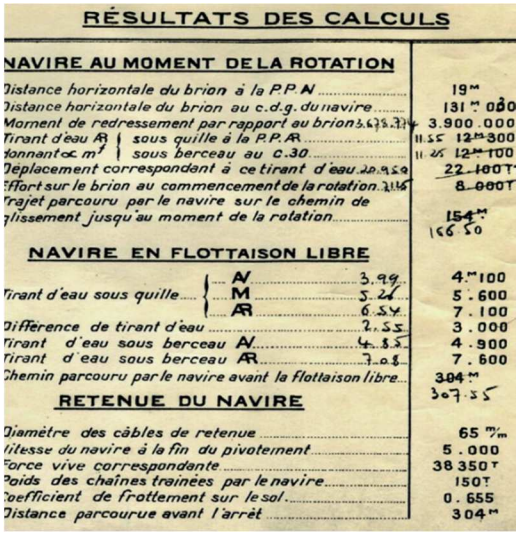
6 LANCEMENT DU NORMANDIE

Cette Etude du lancement du Paquebot NOMANDIE avait été réalisée par P. Conard, Sous-Directeur du Chantier de Penhoët.

Le but de cette note était d'exposer dans quelles conditions de poids avait été lancé le paquebot NOMANDIE. Le paquebot NORMANDIE a été lancé au chantier de Penhoët, le 29 octobre 1932, vers 15 heures.

6.1 Conditions générales

- La pente de la cale était de 55/1000
- Le poids de la coque armée s'élevait à 26 800 tonnes. Ce chiffre comprenait le poids des accessoires indispensables à la sécurité de la coque en cas de mauvais temps survenant après le lancement et avant l'entrée dans le bassin de Penhoët (ancres, chaînes, guindeau, cabestans, groupes électrogènes à moteur diesel, tuyautages et pompes d'épuisement). Les groupes électrogènes et cabestans étaient en outre indispensables pour la manœuvre d'amarrage dans la forme-entrée.
- Le poids du berceau était approximativement de 1300 tonnes, c'est-à-dire que le poids total à lancer s'élevait à 28 100 tonnes, soit le double environ des poids atteints au lancement pour les coques de l'Ile de France et l'Atlantique.
- Le lancement a été effectué sur double coulisse. Les couettes vives avaient une longueur de de 262 mètres sur une largeur individuelle de 2,40 m, ce qui donnait une surface totale de 1254 mètres carrés de portage sur le suif, correspondant à une pression de 2,300 kg/cm2, valeur normale pour un lancement sur double coulisse.



RÉSULTATS DES CALCULS

NAVIRE AU MOMENT DE LA ROTATION

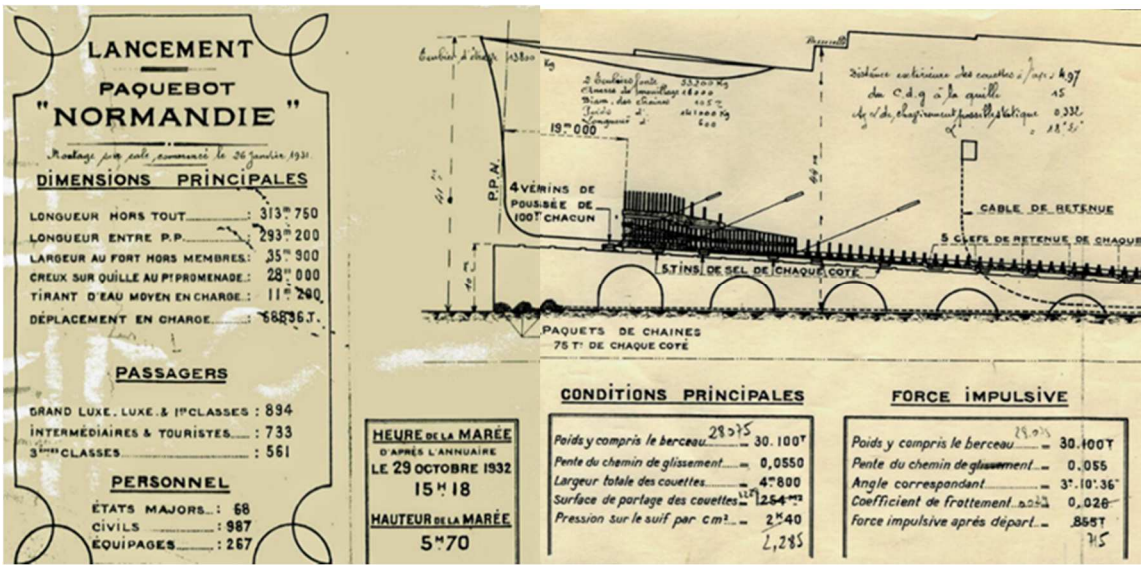
Distance horizontale du brion à la P.P. AV		19m
Distance horizontale du brion au c.d.g. du navire		131m 080
Moment de redressement par rapport au brion	3.675.774	3.900.000
Tirant d'eau AR donnant α m² sous quille à la P.P. AR	11.55	12m 300
sous berceau au C.30	11.25	12m 100
Déplacement correspondant à ce tirant d'eau	20.950	22.100T
Effort sur le brion au commencement de la rotation	2116	8.000T
Trajet parcouru par le navire sur le chemin de glissement jusqu'au moment de la rotation		~~154m~~ 156.50

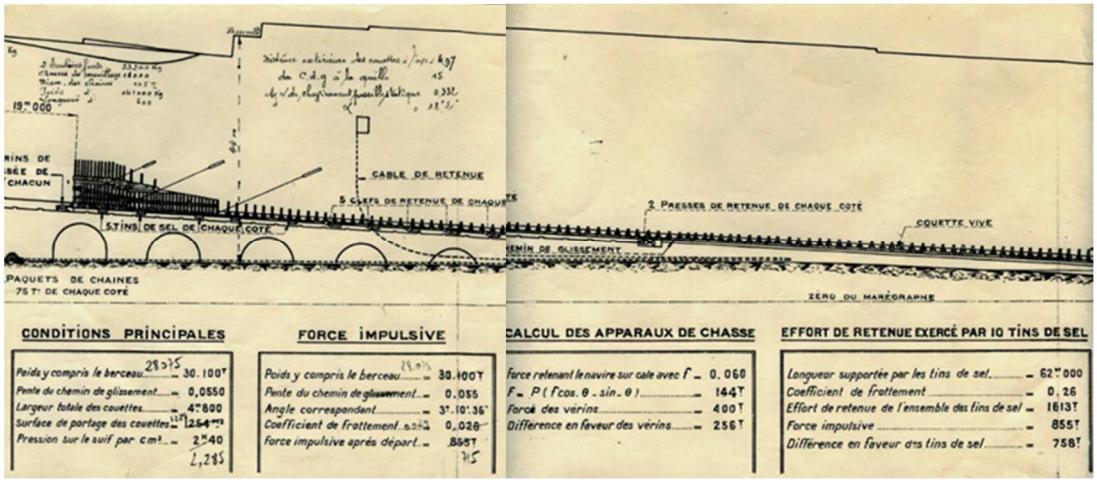
NAVIRE EN FLOTTAISON LIBRE

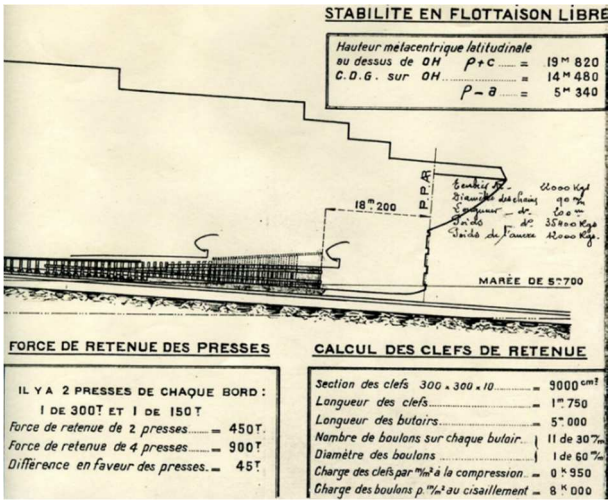
Tirant d'eau sous quille	AV	3.99	4m 100
	M	5.24	5.600
	AR	6.54	7.100
Différence de tirant d'eau		2.55	3.000
Tirant d'eau sous berceau AV		4.85	4.900
Tirant d'eau sous berceau AR		7.08	7.600
Chemin parcouru par le navire avant la flottaison libre			304m 307.55

RETENUE DU NAVIRE

Diamètre des câbles de retenue	65 m/m
Vitesse du navire à la fin du pivotement	5.000
Force vive correspondante	38 350T
Poids des chaînes traînées par le navire	150T
Coefficient de frottement sur le sol	0.655
Distance parcourue avant l'arrêt	304m


LANCEMENT
PAQUEBOT
"NORMANDIE"
Montage pris cale commencé le 26 Janvier 1931.
DIMENSIONS PRINCIPALES
LONGUEUR HORS TOUT : 313m750
LONGUEUR ENTRE P.P. : 293m200
LARGEUR AU FORT HORS MEMBRES : 35m900
CREUX SUR QUILLE AU Pt PROMENADE : 28m000
TIRANT D'EAU MOYEN EN CHARGE : 11m290
DÉPLACEMENT EN CHARGE : 68836 T.
PASSAGERS
GRAND LUXE, LUXE & 1re CLASSES : 894
INTERMÉDIAIRES & TOURISTES : 733
3ème CLASSES : 561
PERSONNEL
ÉTATS MAJORS : 68
CIVILS : 987
ÉQUIPAGES : 267
HEURE DE LA MARÉE
D'APRÈS L'ANNUAIRE
LE 29 OCTOBRE 1932
15H18
HAUTEUR DE LA MARÉE
5m70
19m000
P.P.N.
4 VÉRINS DE POUSSÉE DE 100T CHACUN
CABLE DE RETENUE
5 CLEFS DE RETENUE DE CHAQUE
5 TINS DE SEL DE CHAQUE COTÉ
PAQUETS DE CHAINES
75 T. DE CHAQUE COTÉ
CONDITIONS PRINCIPALES
Poids y compris le berceau = 30.100T
Pente du chemin de glissement = 0,0550
Largeur totale des couettes = 4m800
Surface de portage des couettes = 254m2
Pression sur le suif par cm2 = 2k540
FORCE IMPULSIVE
Poids y compris le berceau = 30.100T
Pente du chemin de glissement = 0,055
Angle correspondant = 3°.10'.36"
Coefficient de frottement = 0,028
Force impulsive après départ = 855T


CABLE DE RETENUE
5 CLEFS DE RETENUE DE CHAQUE
5 TINS DE SEL DE CHAQUE COTÉ
2 PRESSES DE RETENUE DE CHAQUE COTÉ
COUETTE VIVE
PAQUETS DE CHAINES
75 T. DE CHAQUE COTÉ
ZÉRO DU MARÉGRAPHE
CONDITIONS PRINCIPALES
Poids y compris le berceau = 30.100T
Pente du chemin de glissement = 0,0550
Largeur totale des couettes = 4m800
Surface de portage des couettes = 254m2
Pression sur le suif par cm2 = 2k540
FORCE IMPULSIVE
Poids y compris le berceau = 30.100T
Pente du chemin de glissement = 0,055
Angle correspondant = 3°.10'.36"
Coefficient de frottement = 0,028
Force impulsive après départ = 855T
CALCUL DES APPARAUX DE CHASSE
Force retenant le navire sur cale avec f = 0,060
F = P (f cos. θ - sin. θ) = 144T
Force des vérins = 400T
Différence en faveur des vérins = 256T
EFFORT DE RETENUE EXERCÉ PAR 10 TINS DE SEL
Longueur supportée par les tins de sel = 62m000
Coefficient de frottement = 0,26
Effort de retenue de l'ensemble des tins de sel = 1613T
Force impulsive = 855T
Différence en faveur des tins de sel = 758T


STABILITE EN FLOTTAISON LIBRE
Hauteur metacentrique latitudinale
au dessus de OH ρ+c = 19m820
C.D.G. sur OH = 14m480
ρ−a = 5m340
18m200
MARÉE DE 5m700
FORCE DE RETENUE DES PRESSES
IL Y A 2 PRESSES DE CHAQUE BORD :
1 DE 300T ET 1 DE 150T
Force de retenue de 2 presses = 450T
Force de retenue de 4 presses = 900T
Différence en faveur des presses = 45T
CALCUL DES CLEFS DE RETENUE
Section des clefs 300 × 300 × 10 = 9000cm2
Longueur des clefs = 1m750
Longueur des butoirs = 5m000
Nombre de boulons sur chaque butoir = 11 de 30m/m
Diamètre des boulons = 1 de 60m/m
Charge des clefs par m/m2 à la compression = 0k950
Charge des boulons p. m/m2 au cisaillement = 8k000

6.2 Dispositif de lancement

Les coefficients de frottement admis dans les calculs préalables étaient les suivants :

- Au départ : 0,07/√P
- En marche : 0,04/√P

P étant la pression en kg/cm2 sur le suif, soit 2,3 kg/cm² dans le cas du Normandie, il vient un frottement de 0.045 au départ puis de 0.026 en marche.

- Le suiffage a été effectué comme suit :
    - Depuis le point théorique de rotation sur le brion jusqu'au bas de la cale, on a appliqué une couche de paraffine pure de 3 millimètres environ, recouverte d'un mélange à 50 % de suif et de paraffine, ayant également 3 millimètres d'épaisseur.
    - Sur la longueur de la cale, et par conséquent par-dessus les couches de paraffine de la partie inférieure, on a appliqué une couche de 10 millimètres environ d'un mélange fondu de 93 % se suif et 7 % de savon blanc. Ce mélange a été recouvert à la main de suif pétri de 15 millimètres environ d'épaisseur, sur lequel on a enfin appliqué une légère couche de saindoux et d'huile oléonaphte.
    - Le dessous des couettes vives a reçu une légère couche de paraffine appliquée au guipon.
    - On a employé pour ces opérations, 43 tonnes de suif, 4 tonnes de paraffine, 2,5 tonnes de saindoux, 1,5 tonne de savon blanc, 1,5 t de savon mou et 500 kilogrammes d'huile oléonaphte.
- Les organes de retenue étaient constitués, pour chaque bord, par 5 clés en chêne de 300 millimètres d'équarrissage, calculés pour travailler à 0,900kg/mm2, sous un effort total de 800 tonnes, 5 tins secs dont l'effort de retenue est donné ci-après, enfin deux presses hydrauliques de verrouillage, exerçant ensemble un effort de retenue de 450 tonnes, soit 900 tonnes pour les 2 presses.
- Les tins avaient une surface de portage de 2,4 m x 1m. en admettant qu'après suppression de tout l'accorage du navire les tins secs aient à supporter tout le poids de la tranche correspondante du navire, et en supposant un coefficient de frottement bois sur bois égal à 0,25, l'ensemble des 10 tins secs devait exercer un effort de retenue de 1200 tonnes. Or la force impulsive prévue au départ était de 280 tonnes environ, et en marche de 850 tonnes.
- Il résulte donc de ce qui précède que chacun des 3 ensembles de retenue, clés, tins secs et presses, pris individuellement, était capable de s'opposer à lui seul au départ du navire.
- Pour la sureté des manœuvres, la suppression des retenues s'est faite dans l'ordre normal : abattage des clés, ouverture des tins secs, déblocage des presses
- Pour tous les lancements précédents les tins secs étaient constitués par deux plateaux de bois entre lesquels était logé un matelas de sable enfermé dans un sac en toile. On avait constaté, au cours de lancements de grands navires, que le vidage de ces sacs de sable était d'une lenteur excessive et que le départ du navire se faisait toujours sur des tins secs incomplètement desserrés, c'est-à-dire avec un freinage anormal, qui s'opposait sur un assez long parcours, à l'accélération du lancement.
- On avait cherché à éviter cet inconvénient pour le lancement du NORMANDIEe et, après de nombreux essais, on s'est rallié à la solution suivante. Le sable est remplacé par du sel marin, enfermé dans une enveloppe imperméabilisée à l'huile de lin, pour l'abriter de l'humidité, au milieu du sel, un tuyautage, percé de trous sur toute la longueur, est disposé.au moment du lancement, le sac ayant été préalablement crevé sur toute sa périphérie, on envoie dans le tuyautage un courant d'eau douce sous forte pression. Le sel est dissous et le tin se vide rapidement. En fait on a constaté que les tins secs ainsi constitués étaient complètement desserrés lorsque les presses furent débloquées, soit une minute environ après que l'ordre avait été donné de vider les tins. Le navire a pris immédiatement de la vitesse, sans faire entendre, au moment du départ, les craquements habituels dus au frottement du ber sur les tins secs, et la vitesse maximum du lancement a été supérieure aux estimations faites d'après les relevés de précédents lancements.
- Pour assurer le départ du navire en cas de frottement anormal, deux vérins, d'une force individuelle de 100 tonnes, avaient été disposés, de chaque bord, devant l'extrémité AV des couettes vives, soit 4 vérins permettant ainsi d'exercer une poussée de 400 tonnes pour vaincre une résistance imprévue.
- Aucun obstacle n'existant devant la cale, rien ne s'opposait à ce que le navire fût abandonné à lui-même après son lancement, le soin étant laissé aux remorqueurs de le saisir dès que possible. Mais, étant donné qu'après le lancement, le navire devait être conduit dans la nouvelle forme entrée de Saint-Nazaire, où il devait entrer par l'arrière, pour y déposer son ber, et étant donné que cette forme a son

entrée à bâbord de la cale de lancement et à 600 mètres environ du pied de la cale, il avait paru préférable de prévoir un dispositif d'arrêt du navire l'immobilisant dans la position la plus favorable pour effectuer, rapidement, sa manœuvre d'entrée dans la forme, soit 500 mètres environ après son entrée en flottaison libre.

- Dans ce but, il avait été prévu que le navire traînerait sur le sol de la cale deux paquets de chaînes, d'un poids individuel de 75 tonnes, placés de chaque côté de la cale. Ces paquets de chaînes étaient calculés pour provoquer, sur un parcours de 300 mètres, l'arrêt du navire, ayant au moment de leur entrée en action, une vitesse initiale de 5 mètres par seconde. Ils ne devaient agir qu'après que le navire aurait effectué en route libre un parcours de 200 mètres, et en conséquence, on les avait reliés à celui-ci par un câble en acier de 500 mètres de longueur, l'entée en flottaison libre étant prévue après 300 mètres de parcours sur la cale.

6.3 Lancement

Les relevés de vitesse au cours du lancement ont montré que le coefficient de frottement au départ était sensiblement égal à 0,045, tandis que le frottement en marche était seulement de 0,020 après 15 mètres de parcours. Il semble que la grande largeur des coulisses ait empêché dans une certaine mesure, l'expulsion du suif, en améliorant par conséquent les conditions de frottement.

La vitesse maximum atteinte au cours du lancement a été de 7,80 m/sec après 120 mètres de parcours. Le pivotement du navire sur le brion s'est produit après un parcours de 165 mètres, la vitesse commençant à décroître 45 mètres avant le pivotement.

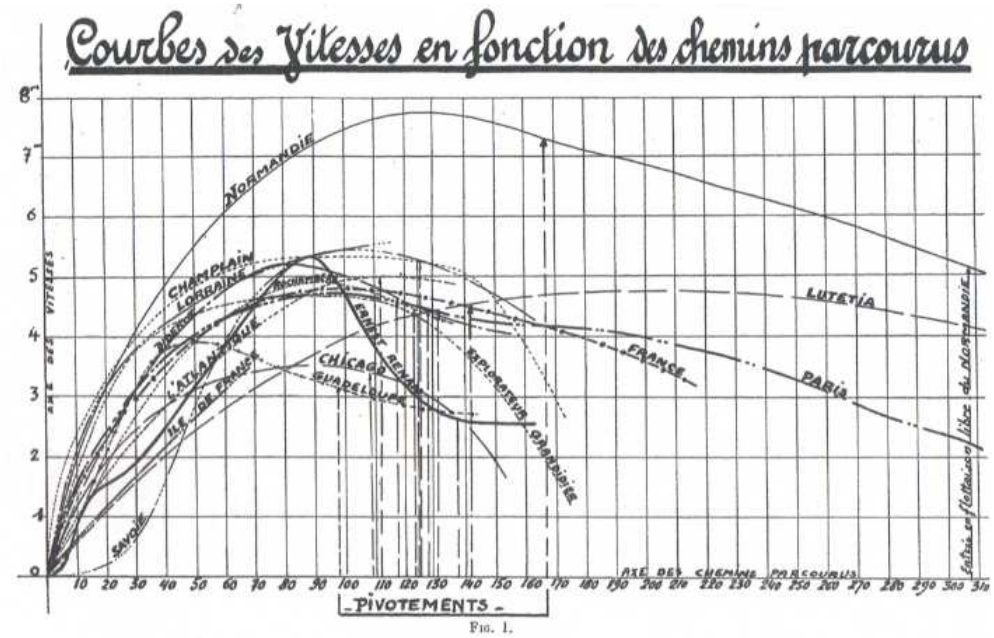


Fig. 1.

Le navire est entré en flottaison libre après un parcours total de 300 mètres sur cale, soit 135 mètres après le début du pivotement. Il a ensuite parcouru en flottaison libre, et sans aucune action de retenue des chaînes, un parcours de 200 mètres comme prévu.

Du fait de la résistance à la pénétration dans l'eau de sa carène à volume variable, résistance d'ailleurs mal connue, et variable avec le jeu dans la souille de lancement, très probablement aussi de l'effet du masque joué par la face AR du berceau dont la surface de 35 mètres carrés n'était nullement négligeable, la vitesse, au cours du pivotement, puis pendant ce parcours en flottaison libre, soit 300 mètres, est tombée progressivement jusqu'à 5 m/sec, ce qui correspond à un effort résistant moyen de 130 tonnes. À ce moment les paquets de chaînes sont entrés en action, l'un de ces paquets, placé à bâbord, s'est d'ailleurs rompu et le navire n'a entrainé pour son arrêt, qu'un paquet de chaînes de 75 tonnes à tribord, au lieu de 2 paquets symétriques du même poids.

Cependant, on a constaté que l'arrêt s'était produit sur un parcours de 250 mètres, alors que les calculs prévoyaient l'arrêt sur 300 mètres en entraînant 150 tonnes de chaînes. Ce freinage rapide semble dû, outre la

résistance du masque formé par le berceau, à ce que le frottement des chaînes sur le sol était beaucoup plus élevé que prévu. Sa valeur mesurée par une expérience de traction à l'aide d'une locomotive, sur un faible parcours et sur un sol résistant, avait été trouvée voisine de 0,65. La différence provient probablement du fait que les paquets de chaînes ont creusé dans le sable, au voisinage de la cale, un sillon d'assez grande profondeur agissant ainsi à la façon d'une ancre. Les câbles d'entraînement avaient une charge de rupture de 175 tonnes, donc largement suffisante pour résister à cet effort anormal.

Au début du pivotement, l'effort théorique sur le brion était de 7100 tonnes et il y avait lieu d'étudier très sérieusement les consolidations à apporter à la partie AV du berceau pour lui permettre de résister sans dommage, à une charge aussi élevée.

Dans les lancements des navires précédents, tels que l'Ile de France et l'Atlantique, la pression calculée sur le brion n'avait jamais dépassé 4000 tonnes.

L'ensemble des colombiers avant du Normandie était constitué, comme d'usage au chantier de Penhoët, par des poutres verticales en chêne équarri de 300 millimètres environ de côté, assemblées entre elles par boulonnage transversal, reposant à leur pied sur les couettes vives et supportant le navire à leur tête par l'intermédiaire de grands goussets en tôlerie rapportés à l'extérieur de la coque.

7 SUPRESSION DES CALES DE LANCEMENT

À plusieurs reprises, et dès la fin du XIXe siècle, les deux chantiers de Saint-Nazaire ont uni leurs efforts pour réaliser de grandes unités, comme le paquebot Normandie en 1932 ou le cuirassé Jean Bart en 1938.

7.1 Evolution du Chantier de la Loire

1935-1938 : Pour faire face à l'évolution de taille des navires, les C.L. décident de bâtir une forme de construction, sur l'emplacement de trois cales et en gagnant sur la Loire.
Cette forme porte le nom de « Jean Bart » ; c'est la forme A.

- Longueur : 325 m, largeur : 46 m.
- Zone de construction : L : 324 m x l : 48,30 m
- Communication avec la Loire par un bateau porte.
- Une grue « Gusto », force de levage de 240 t.
- Un atelier avec toit ouvrant pour sortir les éléments préfabriqués.
- La construction dans un bassin à sec, porte les prémices de la réalisation des navires en éléments

Mise à flot d'un navire forme Jean Bart

7.2 Evolution du Chantier de Penhoët

- Jusqu'en 1951 le chantier de Penhoët comportait une série de cales dont les longueurs s'échelonnaient de 150 à 325 mètres. Elles permettaient de construire toutes les sortes de navires, en admettant qu'ils aient des longueurs très diverses.

- Le chantier avait toujours eu en construction, simultanément ,des petits navires de guerre, des cargos ou des petits paquebots, des pétroliers, des grands navires de guerre , des grands paquebots.

- La situation s'est brusquement transformée à la fin de l'année 1951. A cette époque ou le chômage semblait très menaçant, la commande de gros navires par des armateurs étrangers et l'application du statut de la construction navale permirent de regonfler considérablement les carnets de commande. Malheureusement, tous les navires étudiés, étaient sans aucune exception, des pétroliers de grandes dimensions.

- Il s'agissait donc d'une véritable reconversion. Pour faire face à cette nécessité il a fallu transformer le chantier lui-même.

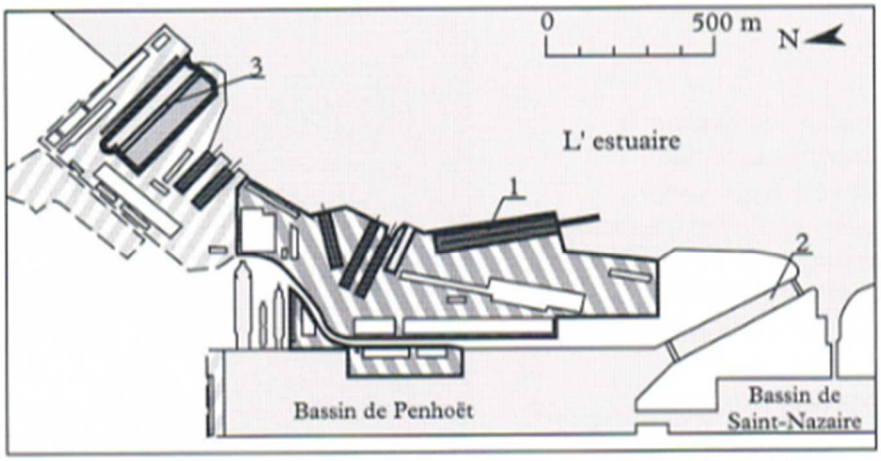
- Deux buts devaient être atteints rapidement :
  - Permettre la mise sur cale de quatre gros pétroliers.
  - Garder la possibilité de construire en même temps quelques navires de faibles dimensions : cargos moyens, torpilleurs, etc.

- Une seule solution était possible : gagner du terrain sur l'estuaire de la Loire. Elle fut réalisée dans les conditions suivantes :
  - La cale 2 fut définitivement supprimée. Sur la plus grande partie de la surface fut installée une grande aire de préfabrication. Sur la partie disponible côté Loire, on commença à creuser un bassin de construction, dont le reste sera construit en Loire. Ce bassin aura 135 mètres de longueur et 25 mètres de large minimum.
  - La cale 4 fut allongée de 25 mètres et la cale 5 de 40 mètres. Ces deux cales permettent ainsi de construire des navires de 200 mètres de longueur, et même 210 mètres. Elles sont équipées chacune d'une grue de 50 tonnes.
  - Les cales 1 et 6 permettent respectivement de construire des navires de 330 mètres de longueur, d'une part et de 240 mètres d'autre part. Elles sont toutes deux balayées par un portique de 80 tonnes.

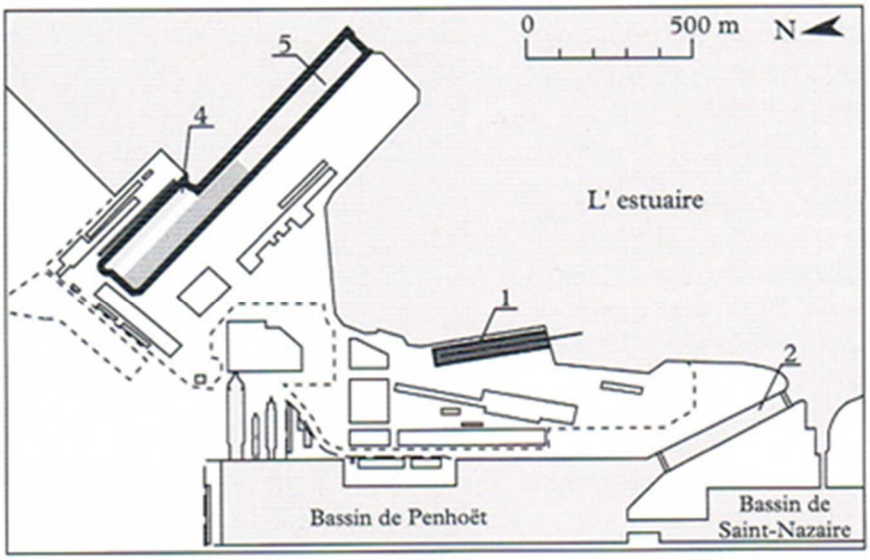
Travaux d'allongement des cales – Forme de construction

7.3 Naissance des « Chantiers de l 'Atlantique »

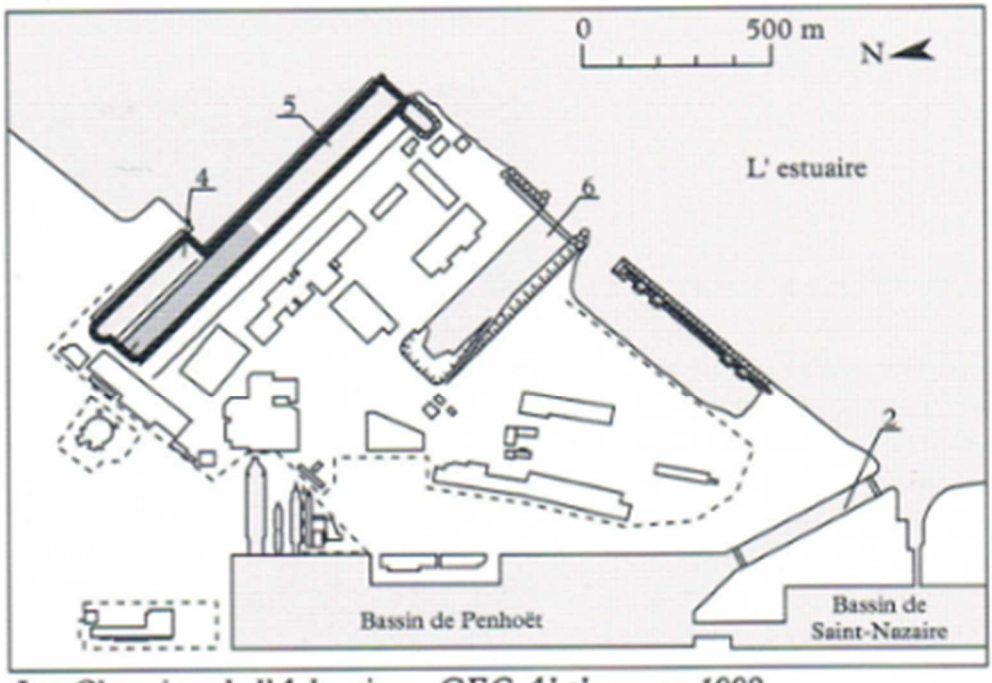
1955 : Fusion des deux chantiers navals nazairiens. (CIF Penhoët 62 % - CIF Loire 32 %)



Les chantiers de La Loire et de Penhoët avant la fusion de 1955.



Les Chantiers de l'Atlantique en 1969.



Les Chantiers de l'Atlantique, GEC Alsthom, en 1992.

1 - Cale n° 1 (Normandie)
2 - Forme Joubert
3 - Forme Jean-Bart
4 - Forme A
5 - Forme B
6 - Bassin C

Formes et sas profonds
Plates-formes de constructions
Cales
Chantiers de La Loire
Chantiers de Penhoët
Chantiers de l'Atlantique

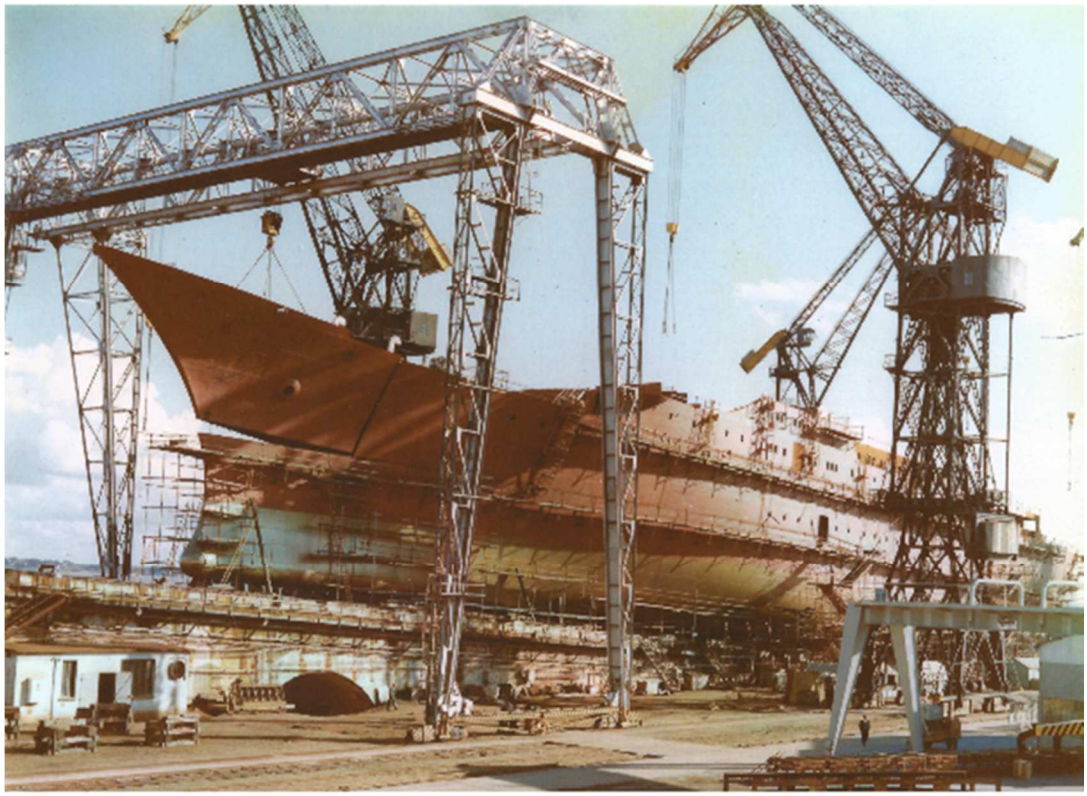
D'après Journal de la Marine Marchande, *10.04.1969 et documents Chantiers de l'Atlantique.*

8 DERNIER LANCEMENT SUR CALE DE LANCEMENT A SAINT-NAZAIRE

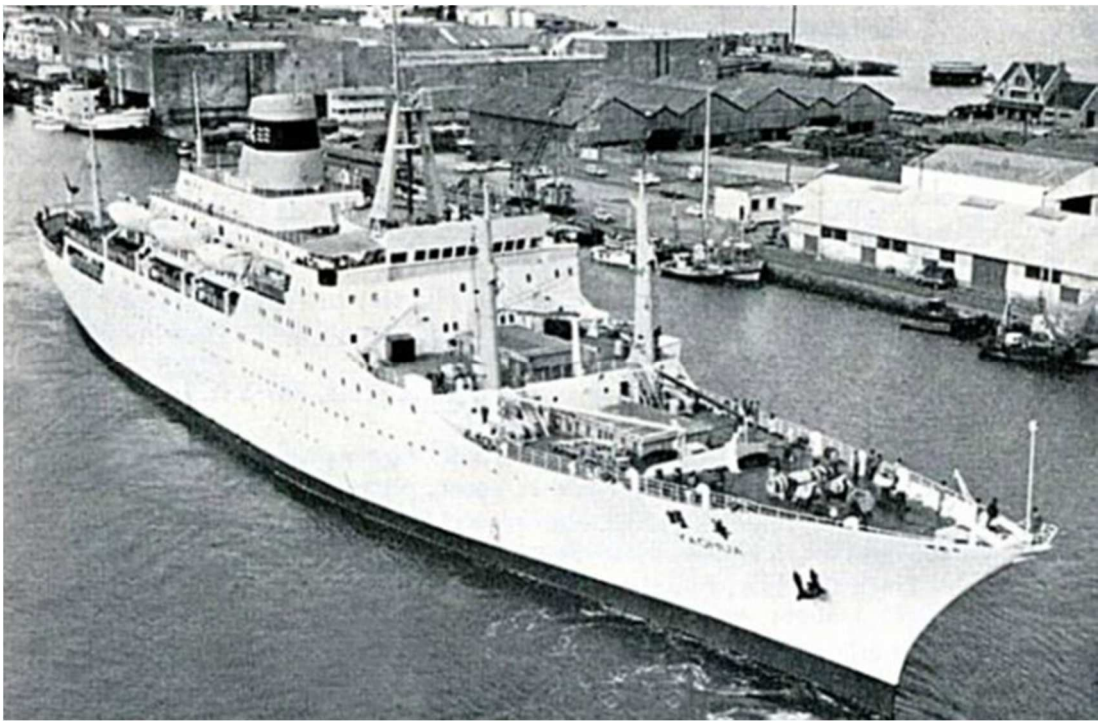
Le 2 mai 1966, les premiers tronçons de la coque d'un paquebot commandé par la République populaire de Chine sont mis en place sur la cale n° 1 des Chantiers de l'Atlantique. Il s'agit du Yaohua, (longueur : 150 m, 10 200 tonneaux, 300 passagers, en 3 classes), de la China Ocean Shipping Company (Cosco)« C'est le premier paquebot moderne acquis par la Chine populaire »

Il sera le dernier navire nazairien lancé sur une cale inclinée, celle de Normandie et France.
Le 10 décembre 1966, sur la cale n° 1, d'immenses drapeaux rouges aux cinq étoiles de la Chine communiste claquent au vent. Pour le lancement, la délégation chinoise, en tenue « Mao », tient à remercier les ouvriers nazairiens en leur offrant 12 000 insignes de Mao Zedong !

Le 20 août 1967, les Chantiers de l'Atlantique livrent le Yaohua à la Chine. Avant de quitter Saint-Nazaire, le commandant offre une réception aux ouvriers, techniciens et ingénieurs qui ont construit le navire. Le buffet, est énorme. « La presse rapportera plus tard que les convives ont mangé pour deux jours et bu pour huit et qu'en passant la coupée, leurs poches étaient lestées de cendriers, de flacons et d'exemplaires du Petit livre rouge »



Automne 1966, le Yaohua sur sa cale de lancement. Collection André Massanes.



9 ANNECDOTES

Jacques GUYADER témoignage ACNN

J'étais en dessous du France à enlever les accores, on a sué là aussi. Les accores il y en a qui s'enlèvent à la masse, d'autres qui sont durs. On a des rails en bois, c'est un bout de bois « long comme çà » (environ 1 m ?), avec de petits rebords, il y a une grosse « gueuse » qui glisse dessus avec deux « bouts de ficelle » à l'avant et deux à l'arrière. On prend ça à quatre, puis on lance, on fait glisser, ça tape au pied de l'accore. Ça donne plus de force qu'une masse, parce que certains étaient bien enfoncés en terre.

Je me rappellerais toujours, il y avait un caméraman qui était là, un gars qui était venu et qui dit : « je vais vous filmer ». On s'apprête, « prêts ? » qu'il nous dit. Du premier coup de gueuse « pouf » l'accore décalotte, il n'était pas trop enfoncé. Le caméraman déçu « oh, c'est bien, j'ai allumé ma caméra pour même pas deux secondes ». « Ce n'est pas notre faute, y a qu'à revenir dans un quart d'heure ». Effectivement il est revenu, (on était sur un accore), il rigolait jusque-là et nous ça dégoulinait, incapables d'arracher l'accore, on a été obligé de le scier. Là il était heureux, il avait fait tourner sa caméra.

Lucien JOSSO témoignage ACNN

Autrefois de la passerelle qui était à l'avant du navire, les gens montraient des panneaux avec des numéros et des couleurs pour abattre les accores. Avant que la marée ne monte on commençait à abattre les accores arrières bâbord et tribord. Il y avait trois couleurs : bleu, blanc et rouge et des numéros, il fallait ensuite abattre symétriquement les accores à la même cadence.

France : c'était le premier lancement fait avec transmission téléphonique. Au lieu d'avoir les pancartes, à ce moment c'est moi (sous les ordres d'un responsable), qui donnait les ordres : « abattez à bâbord et tribord l'accore N°… »

Il y avait une passerelle qui a permis à madame De Gaule de baptiser le navire.

Le navire a quitté sa cale de façon majestueuse. Il y a eu une vague de « flotte » qui a inondée les abords, ça été moins important qu'au Normandie. Pour la simple raison que la méthode de lancement était différente. Le navire a traîné ses chaînes et ses ancres, ce qui l'a ralenti.

Ce qui est impressionnant c'est d'avoir été habitué à voir une masse pareille devant soi et qu'en quelques minutes, dès qu'il est parti , un vide.

La vague du lancement & les ramasseurs de suif

En entrant dans les eaux de la Loire, le paquebot soulève une grosse vague qui peut déferler sur une partie du public qui s'est imprudemment posté trop près de la rive.

Une flottille de petits bateaux est souvent présente sur les lieux pour récupérer le suif.

La vague

Les ramasseurs de suif

Maurice AUDIC témoignage ACNN

La partie comique, c'est qu'il y avait tellement de monde, que ceux qui étaient tout près de la Loire, quand cette masse est entrée dans l'eau eh bien il y a eu un effet de déplacement d'eau et des gens prenaient des bains de pieds, d'autres jusqu'à la ceinture.

Après c'était tout un « truc », parce qu'il y avait du suif qui flottait. Il y avait toute la flottille des bateaux de Méan, des pêcheurs de civelles avec de petits bateaux, qui venaient récupérer le suif à l'aide de pêcherons, pour pouvoir le vendre après. C'était la grosse rigolade, on rigolait parce qu'il y en avait qui prenaient des risques, ils voulaient tellement attraper de gros morceaux, qu'ils partaient à la « baille » eux aussi, c'était un peu la partie comique.

10 SOURCES ET REFERENCES

- La construction navale en basse Loire
- Saint-Nazaire et la construction navale
- La saga des paquebots
- Texte de Marine Hebdo
- Etude du lancement Normandie par P. Conard
- Larousse
- Académie de Cherbourg
- Article Ouest-France le 13/08/2015
- Bulletin d'information Chantier de Penhoët N° 13
- Histoire du vin de Champagne
- Atlantique à la hune