

Jean Paul Louyot

# La Goélette Cardabela

La construction de 1979 à 1999



**Tout pour la reconstruire**









# La Goélette Cardabela

La construction de 1979 à 1999

**Tout pour la reconstruire**



# Sommaire

<b>Articles</b>	<b>Page</b>
<u>Introduction</u>	1
<u>Avant de commencer</u>	3
<u>Présentation du projet</u>	6
<u>Caractéristiques de carène, de voilure</u>	8
<u>Technique de construction</u>	12
<u>Plans</u>	14
.. <u>Plans de coque</u>	15
.. <u>Plans de pont</u>	18
.. <u>Plans du gréement</u>	19
<u>Construction de la coque</u>	24
.. <u>Stratification extérieure</u>	25
.. <u>Stratification des ballasts</u>	33
.. <u>Pose des cloisons</u>	39
.. <u>Pose du pont</u>	45
<u>Aménagements extérieurs</u>	46
<u>Aménagements intérieurs</u>	67
<u>Voilerie</u>	72
<u>Transport et mise à l'eau</u>	86
<b>Annexes</b>	
<u>Fichiers rattachés</u> <i>Ajouter des images A4 à la fin du livre imprimé en A5</i>	105
<u>Notes et références</u> <i>Liens vers les plans et la collection de livrets</i>	106

# Introduction

**La goélette Cardabela peut être construite en amateur ou par un constructeur professionnel, partiellement ou en totalité. Les plans, calculs et technique de construction sont libres de droit.**



Goélette Cardabela en septembre 2010

Rêver, imaginer son bateau, le dessiner, passer à la réalisation matérielle, c'est une lourde tâche pour une seule personne. Beaucoup s'y sont aventurés, laissant souvent à d'autres le soin d'établir les plans, la coque, les aménagements.

Quelques connaissances techniques sont nécessaires, et on a parfois besoin d'amis. La compétence s'acquiert avec l'avancement du projet.



On a parfois besoin d'amis.



# Avant de commencer

---

## L'état d'esprit

**Construire seul** est sans doute le plus sûr moyen d'arriver au bout de la construction. Il faut aussi **tenir le coup** pendant plusieurs années, **persévérer** est essentiel.

De nombreux constructeurs ont dû choisir entre la vie en famille ou la poursuite du projet. Il n'est pas certain que le projet de construction d'un bateau soit une véritable cause de séparation mais choisir entre la vie de famille et persévérer dans la construction : ... *Le choix peut être difficile.*

Construire à plusieurs se termine souvent par des conflits ou des lassitudes. En étant optimiste, si un seul termine la construction c'est une chance. Le plus souvent la construction abandonnée est à vendre.

*Si vous désirez construire un bateau, et si vous n'êtes pas désespéré(e) voyez la suite.*

## L'aspect matériel

**On ne construit pas un bateau sans abri et sans outils.**

### L'abri

L'abri peut être un hangar avec une immense porte pour sortir le bateau. Un hangar désaffecté ? Un hangar de viticulteur ? On peut aussi construire un abri en polyéthylène. Éviter le polypropylène qui se dégrade vite.

Les dimensions minimales requises sont telles qu'il faut ménager au minimum 1 mètre pour circuler autour de la construction. Pour construire Cardabela il a fallu défricher une surface au sol de 16 mètres par 6, et prévoir 4 mètres en hauteur.

Il peut être nécessaire de consulter le maire du lieu, celui-ci peut exiger un permis de construire, même pour un abri démontable.



Cet abri de chantier a nécessité une demande de permis de construire afin d'obtenir l'autorisation du maire.

## Les outils

**En plus de l'abri de construction il faudra un abri pour les machines à bois et pour stocker le matériel, le contre plaqué, le bois, etc.**

Il est nécessaire de disposer d'une petite dégauchisseuse-raboteuse avec son outil à rectifier les lames, une toupie, une scie circulaire sur table avec une grande lame au carbure. On pourrait ajouter une scie à ruban, utile mais pas absolument indispensable, une perceuse à colonne et du petit matériel portatif.



**Exemple d'atelier de chantier.** Au minimum un ensemble dégauchisseuse-raboteuse, scie circulaire, toupie et perceuse à colonne.



**Exemple d'atelier plus complet.** Du fond vers l'avant, un tour à métaux, une machine à coudre, un plan de travail pour la résine 1,85 x 1,35 m, un ensemble dégauchisseuse-raboteuse, scie circulaire et toupie.

### **Matériel courant pour les stratifiés en fibre de verre**

Une balance de précision genre pèse-bébé d'une capacité de 10 kg et précise au gramme près (graduation 5 grammes pour les pèse-bébés de grand-mère), plusieurs cuvettes en polyéthylène, des rouleaux ébuleurs de différentes dimensions, des ciseaux pour couper le *mat* et le *roving* en fibre de verre etc. Vous trouverez tout ce matériel chez un spécialiste des résines polyester.

# Présentation du projet



Le choix des couleurs.

## **But de la construction :**

**Naviguer en haute mer et remonter les grands fleuves : le Nil, la Casamance, l'Amazone. Certains de ces cours d'eau coulent dans des pays maintenant peu fréquentables. Il y a cependant encore des possibilités sur le fleuve Amazone en ce début d'année 2012 ; le voyage de 2011 au sud de la Colombie, était plutôt rassurant, bien que loin de la mer.**

Aucun navire de plaisance n'avait été construit pour supporter les risques de collision dans les grands fleuves qui charrient toutes sortes d'objets, surtout des végétaux et des arbres. Par conséquent, la goélette Cardabela a été conçue pour supporter ces chocs violents sur son avant grâce à son bulbe d'étrave qui peut éclater et absorber une énergie importante. Des

cloisons étanches ont été construites à l'étrave et à la poupe avec un remplissage en mousse expansée de polyuréthane.

**La construction** est de conception entièrement amateur : plans, construction, aménagements. Les plans ont été élaborés en partie sur le plateau du Larzac où poussent des chardons au ras du sol les *Cardabelles*, ***Cardabela*** en occitan. En 1976 le programme de navigation de cette goélette était de remonter les fleuves et les rivières, d'où son faible tirant d'eau (0,80 m) et la possibilité de coucher les mâts sans trop de difficultés afin de passer les obstacles aériens. La construction du prototype a commencé en 1979 pour se terminer en 1999 avec le passage aux douanes, et par les Affaires maritimes pour obtenir la première catégorie de navigation.

### **Choix des matériaux :**

- La fibre de verre imprégnée de résine polyester pour la coque avec un renfort de la structure par du balsa "fibre bois de bout", le "nid d'abeille" n'existait pas encore.
- Le contreplaqué frêne de qualité marine garanti sans défaut pour les cloisons,
- Le bois Kotibé pour les aménagements, les portes de cabine et l'épontille du mât d'artimon,
- L'Iroko pour l'épontille du mât de misaine,
- Le liège pour les surface de pont et des cabines (Ce choix s'est fait tardivement, en remplacement des lattes de teck).

### **Choix des couleurs :**

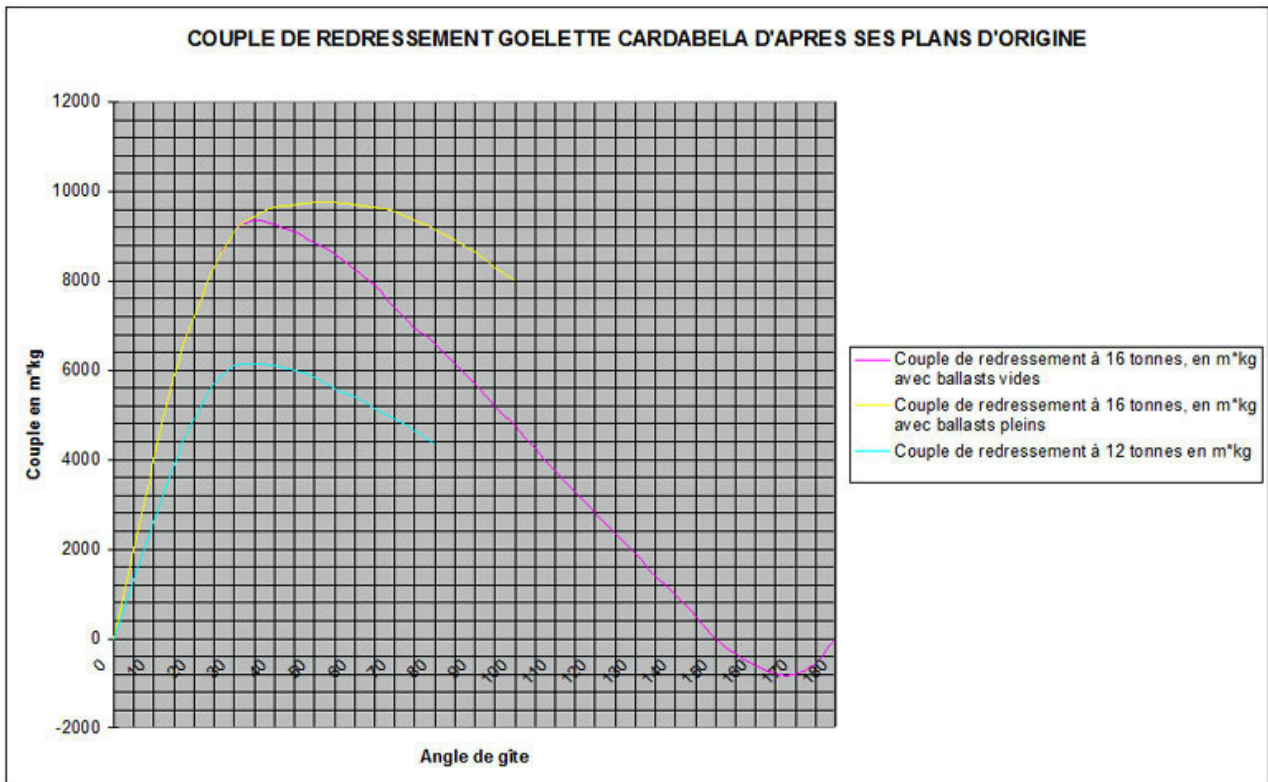
- Extérieur : (Exposé au soleil)
  - Bleu marine Atlantide pour la coque. (Laque Bleu-Atlantide polyuréthane bi-composants)
  - Teck pour les boiseries (listons, panneaux de cabine)
  - Blanc ou sable clair pour le rouf, table de cockpit. (Laque polyuréthane mono-composant)
- Intérieur :
  - Frêne vernis pour les cloisons et quelques aménagements.
  - Couleur du bois vernis (Kotibé, Iroko) pour les structures des aménagements.

# Caractéristiques de carène et de voilure

Caractéristiques de carène et de voilure en fonction du tirant d'eau.  
Les longueurs sont en mètres, les surfaces en mètre-carrés et les volumes en mètre-cubes.

Tirant d'eau	0,60	0,70	0,80
Lm Longueur mouillée (m)	13,50		
Lf Longueur à la flottaison (m)	13,12		
Bf Bau à la flottaison (m)	3,50	3,64	3,74
B² Surface mouillée au maître-couple (m²)	1,264	1,620	1,978
Δ Volume immergé (m³)	10,15	12,96	16,19
Angle de pénétration dans l'eau en degrés	22°		
Lm / Bf	3,85	3,70	3,61
Bf / Tc Coefficient d'allongement	5,83	5,20	4,67
$\beta = B^2 / B^*T$ Coefficient de remplissage	0,602	0,635	0,66
$\alpha = Sf / B^*Lm$	?	?	?
Coefficient de finesse = $Lm / \Delta^{1/2}$	6,27	5,74	5,35
$\varphi = \Delta / B^2 * Lm$	0,586	0,594	0,599
Indice de stabilité $\Delta * Bf / Lf$	2,60	3,50	4,43
Surface anti-dérive (sans dérive sabre)(m²)	8,1	9,45	10,8
Surface mouillée (m²)	37,5	41	44,5
Surface de voilure (m²)	90 → 100	115 → 125	135 → 145
Surface de voilure / surface mouillée	2,59	2,92	2,92
Centre de carène	-	-	-
/ étrave (m)	6,20	6,35	6,47
/ fond (m)	0,39	0,47	0,55

# Couple de redressement



On voit que le couple de redressement est nettement plus important lorsque les ballasts sont pleins.

# Particularités

---



La goélette expérimentale est conçue dans les premiers plans avec un bulbe d'étrave





On voit l'effet de ce bulbe d'étrave sur cette vidéo<sup>[1]</sup> enregistrée lorsque la goélette a atteint une vitesse de 7 nœuds environ. La vague du bulbe contrarie la vague d'étrave et ceci jusqu'à la vitesse limite du bateau. L'effet de bulbe n'a pas d'effet sur la *vitesse limite* et ne semble pas avoir d'action spectaculaire sur la consommation de carburant.

## Références

1. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Effet\\_bulbe\\_etraive.ogv](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Effet_bulbe_etraive.ogv) Vidéo de l'effet du

bulbe d'étrave à 7 nœuds



# Technique de construction

Un aperçu de la technique de construction par plaque est bien visible sur ces images de la maquette de la goélette<sup>[1]</sup>



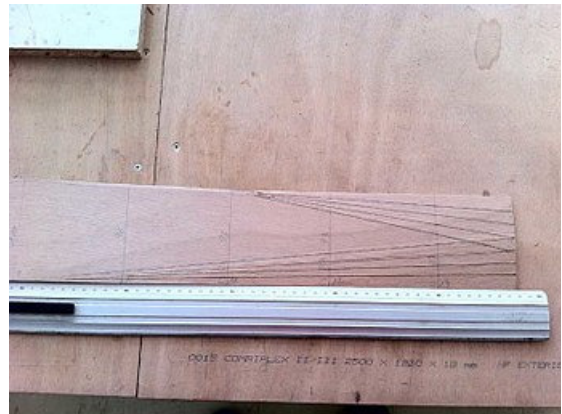
Placement et collage des œuvres vives.



Cintrage de l'avant grâce aux incisions<sup>[2]</sup>.

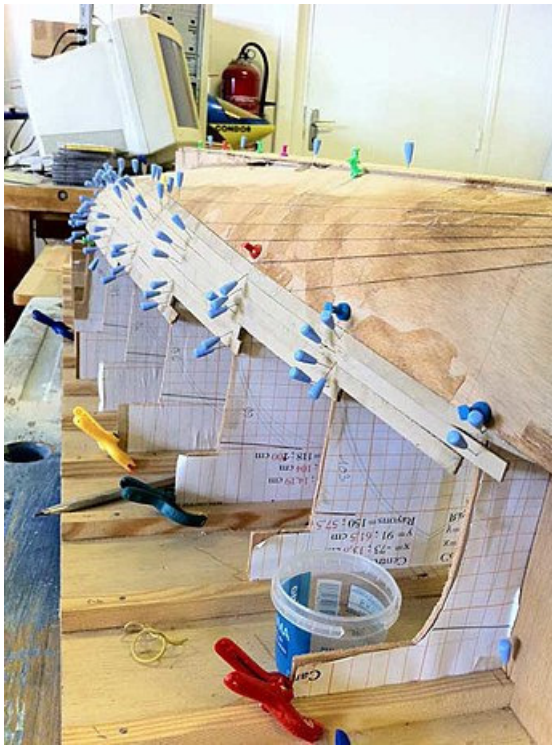


Vue des incisions intérieures pour le cintrage de l'étrave.



Vue des incisions extérieures pour le cintrage arrière.

La technique consiste à cintrer de longues et larges surfaces planes sur des gabarits. Ceci permet d'économiser du temps et le coût d'un moule complet.



Collage des baguettes de bouchains.

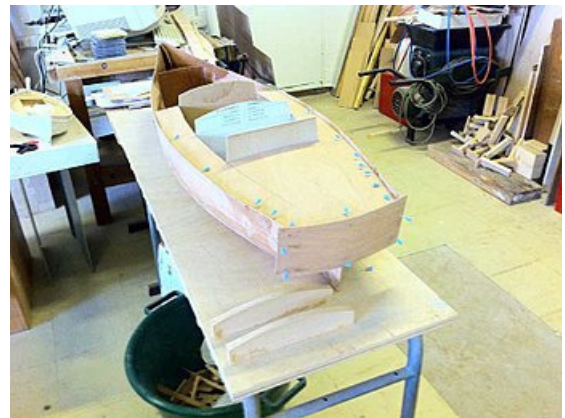


Découpe des baguettes pour le collage des œuvres mortes.

Les parties moulées ont une surface très réduite, elle est de l'ordre de 10% de la surface totale de la coque.



Positionnement des cloisons



Collage du cul (poupe)

## Notes et références

1. [https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette\\_Cardabela/Maquettes](https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette_Cardabela/Maquettes)
2. Il n'est pas nécessaire d'inciser les plaques lorsque le cintrage se fait aisément.

# Plans

## Plans de coque

Les plans ont été établis pour une navigation en famille dans un espace suffisamment grand pour que l'on puisse y vivre toute l'année.

- La coque doit être simple à réaliser, le choix s'est fixé sur une construction par plaques en polyester armé avec de la fibre de verre pour la peau extérieure.
- Dans ce type de construction, les plaques sont vissées sur des gabarits en bois aggloméré, tous les mètres, depuis l'étrave jusqu'à la poupe.
- Les bouchains arrondis ont une surface inférieure à dix pour cent de la surface totale de la coque, ils ne sont pas développables en plaques, ils doivent être moulés.

*En résumé* : la coque est constituée de bouchains arrondis moulés sur les gabarits, de six plaques en polyester-armé-fibre-de-verre et d'un fond de quille en contreplaqué acajou, qualité marine, de 22 mm.

## Plans de coque d'origine

Ces plans d'origine présentés dans ce wiki-livre sont là pour mémoire. Ils sont peu contrastés et délicats à imprimer malgré tous les efforts faits pour les rendre présentables.

Vous pouvez retrouver ces plans d'origine sur les serveurs de wikimedia.org dans la Catégorie:Construction de la goélette Cardabela 1979-1999<sup>[1]</sup>

## Plans de coque redessinés

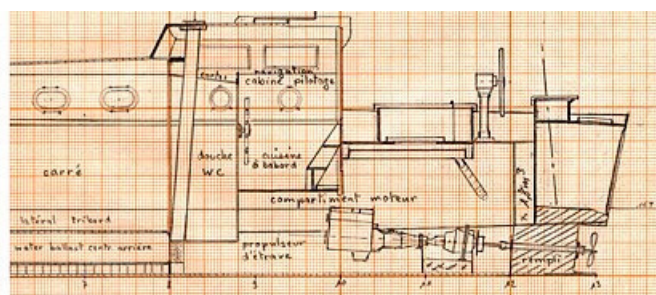
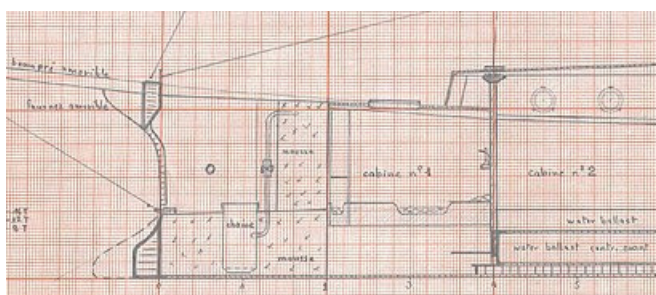
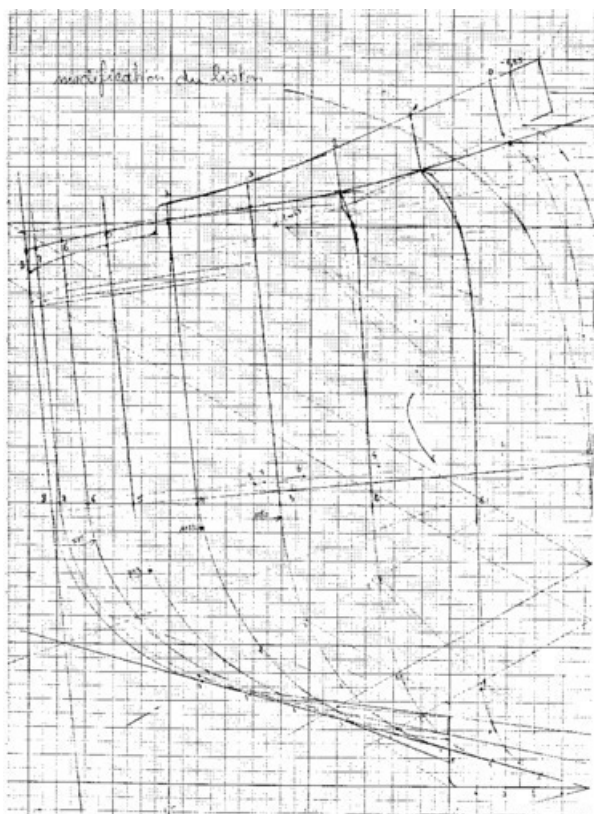
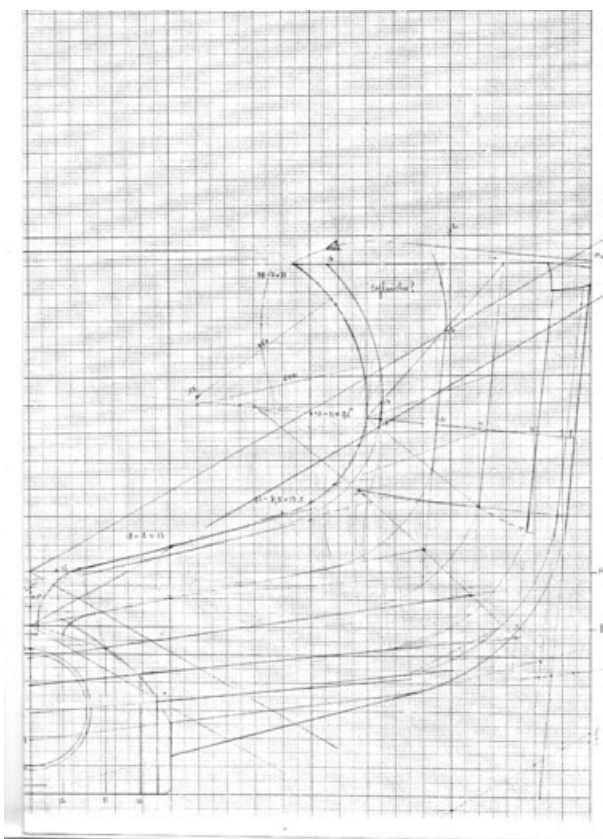
On peut en avoir un aperçu sur la page *Maquettes*<sup>[2]</sup> L'ensemble des plans redessinés au format PDF et corel-draw-12, compressés, est disponible sur le site dédié initialement à la construction de la goélette<sup>[3]</sup>

## Références

1. [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Construction\\_de\\_la\\_goélette\\_Cardabela\\_1979-1999](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Construction_de_la_goélette_Cardabela_1979-1999)
2. [https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette\\_Cardabela/Maquettes#Plans\\_de\\_découpe\\_des\\_maquettes\\_à\\_l'échelle\\_1/10](https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette_Cardabela/Maquettes#Plans_de_découpe_des_maquettes_à_l'échelle_1/10)
3. <http://tramontane34.free.fr/ConsNavAm/cardabela/construction/plans/index.php>

## Plans de coque d'origine

Ils ont été perdus dans les déménagements successifs. On peut se fier aux plans de coques redessinés<sup>[1]</sup>.

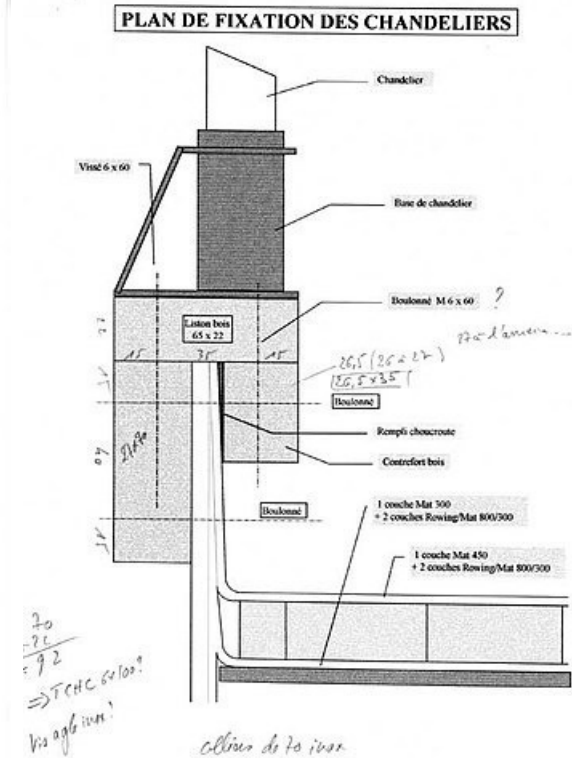
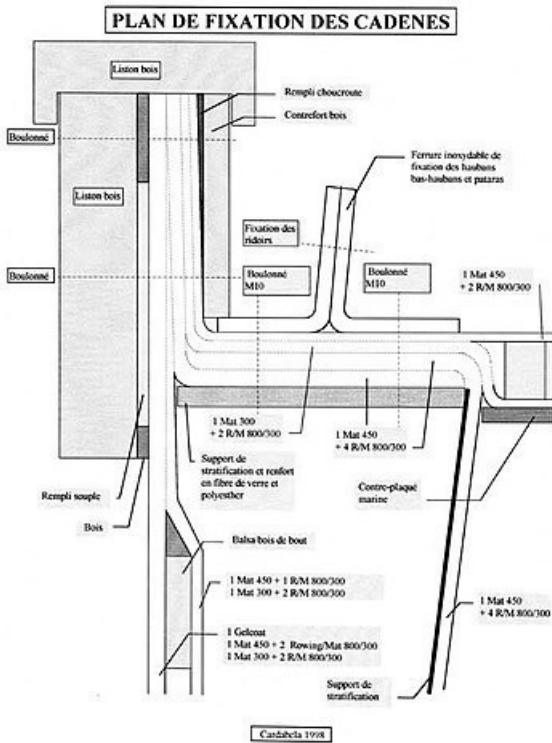
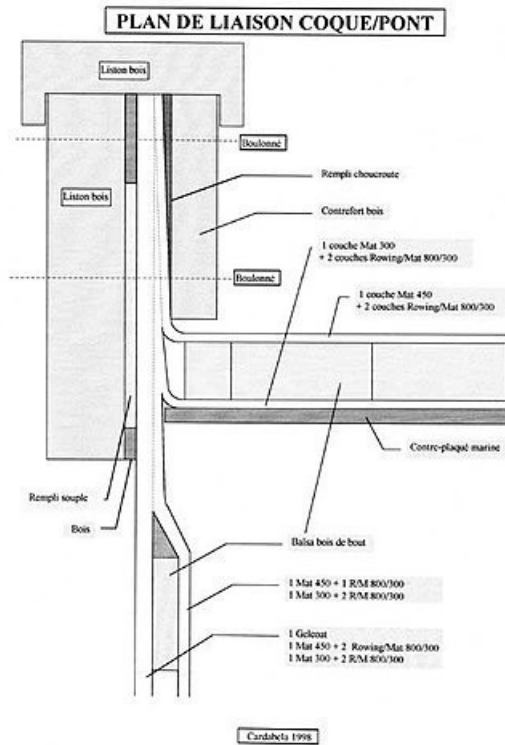
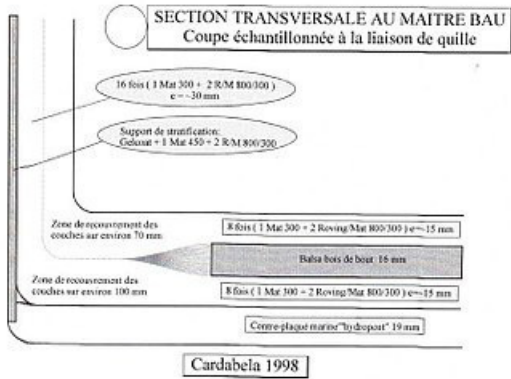


## Références à télécharger

1. [https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette\\_Cardabela/Maquettes#Plans\\_de\\_découpe\\_des\\_maquettes\\_à\\_l'échelle\\_1/10](https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette_Cardabela/Maquettes#Plans_de_découpe_des_maquettes_à_l'échelle_1/10)
2. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cardabela\\_formes\\_arrière.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cardabela_formes_arrière.png)
3. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cardabela\\_formes\\_avant.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cardabela_formes_avant.png)
4. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cardabela\\_demi\\_coupe\\_longitudinale.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cardabela_demi_coupe_longitudinale.jpg)

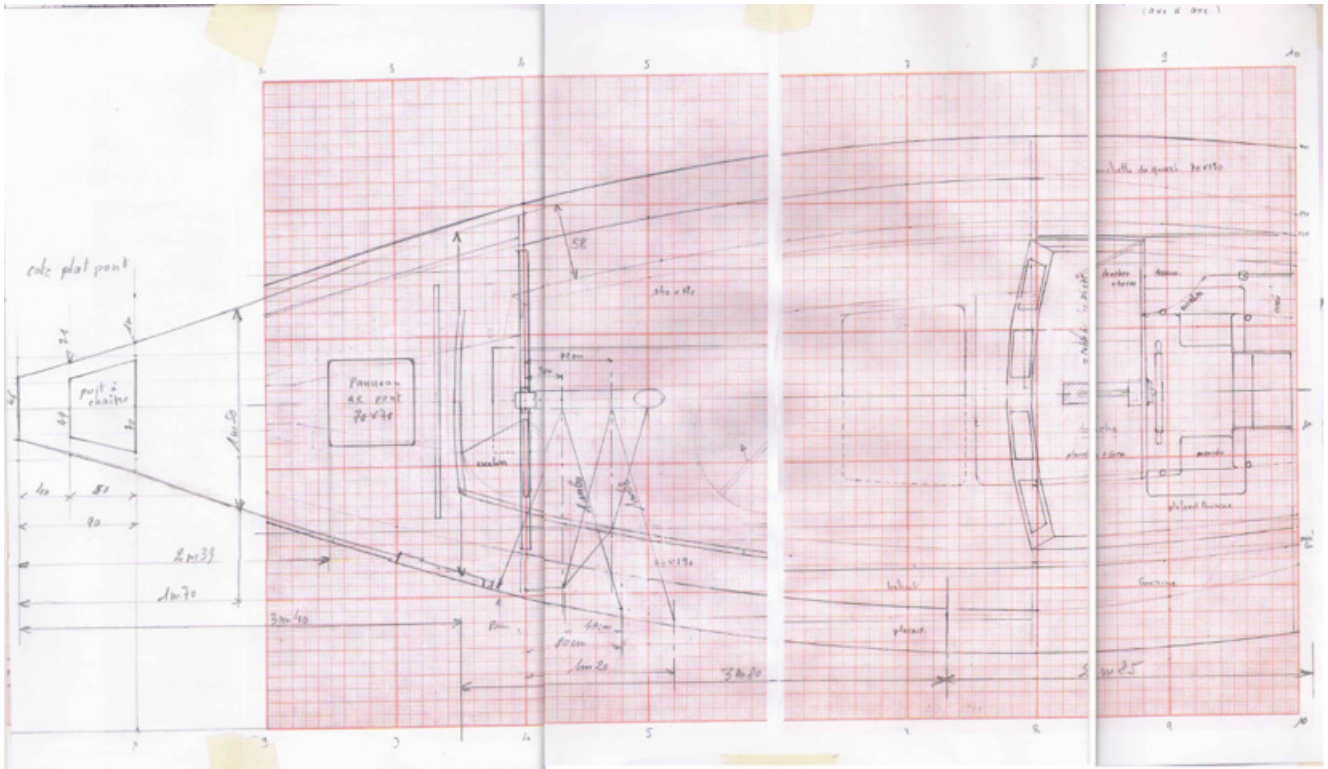
## Plans de coque détaillés

Ces plans ont été dessinés pour les *Affaires maritimes* qui devaient s'assurer de la solidité de la coque et des structures.





Vue du pont arrière en décembre 2015.



Ces plans de pont retrouvés en plusieurs parties montrent la disposition du puits à chaîne, du panneau de pont de la cabine avant, la disposition des cadènes de fixation des haubans du mât de misaine, la position du surbau (à 7 m 30) et sur l'arrière on voit par transparence : la descente, la table à cartes, ainsi que la barre à roue du poste de pilotage intérieur.

### Télécharger l'image

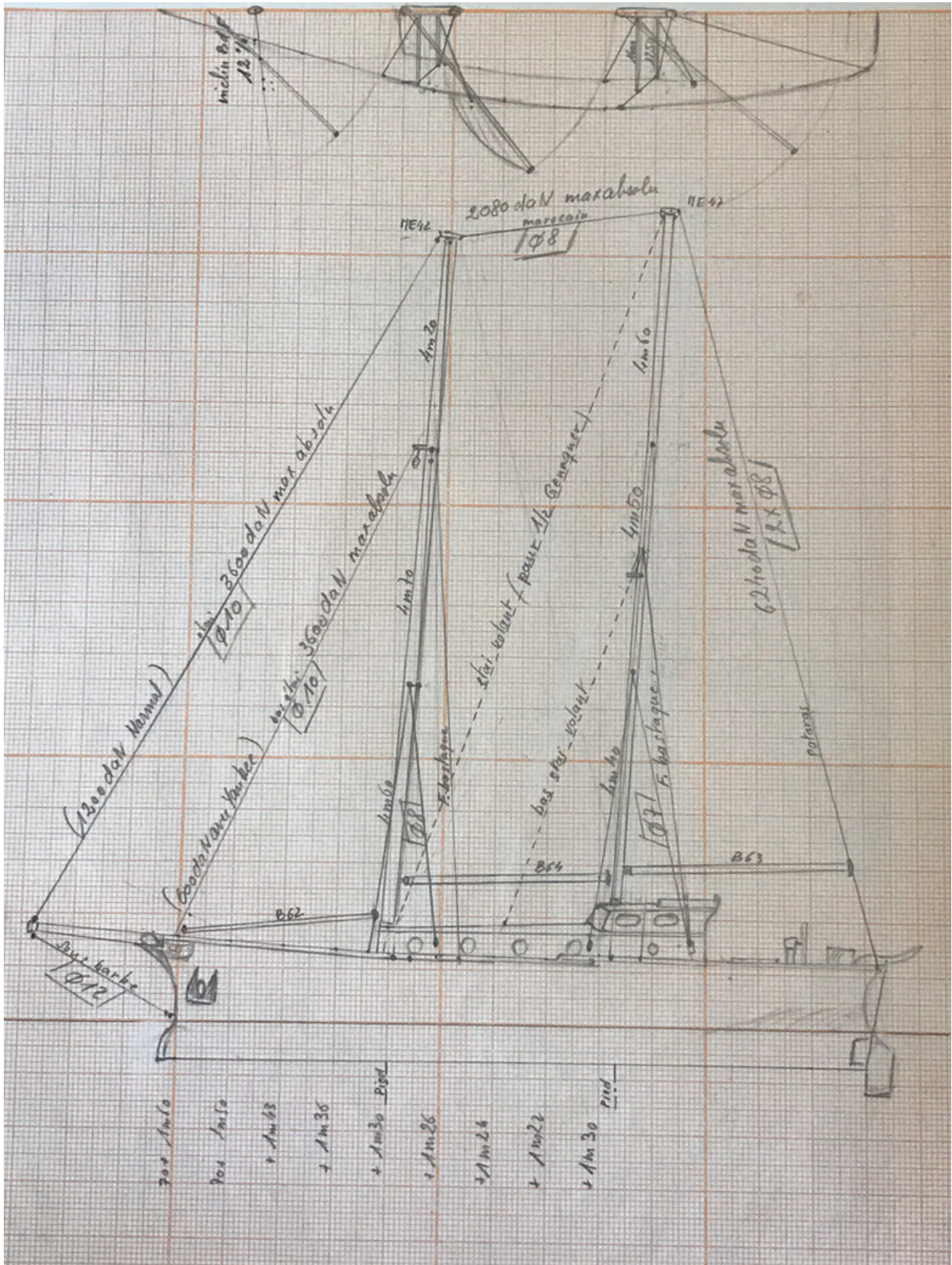
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons>

[/7/75/Cardabela\\_Plan\\_de\\_pont\\_partiellement\\_transparent.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/75/Cardabela_Plan_de_pont_partiellement_transparent.png)

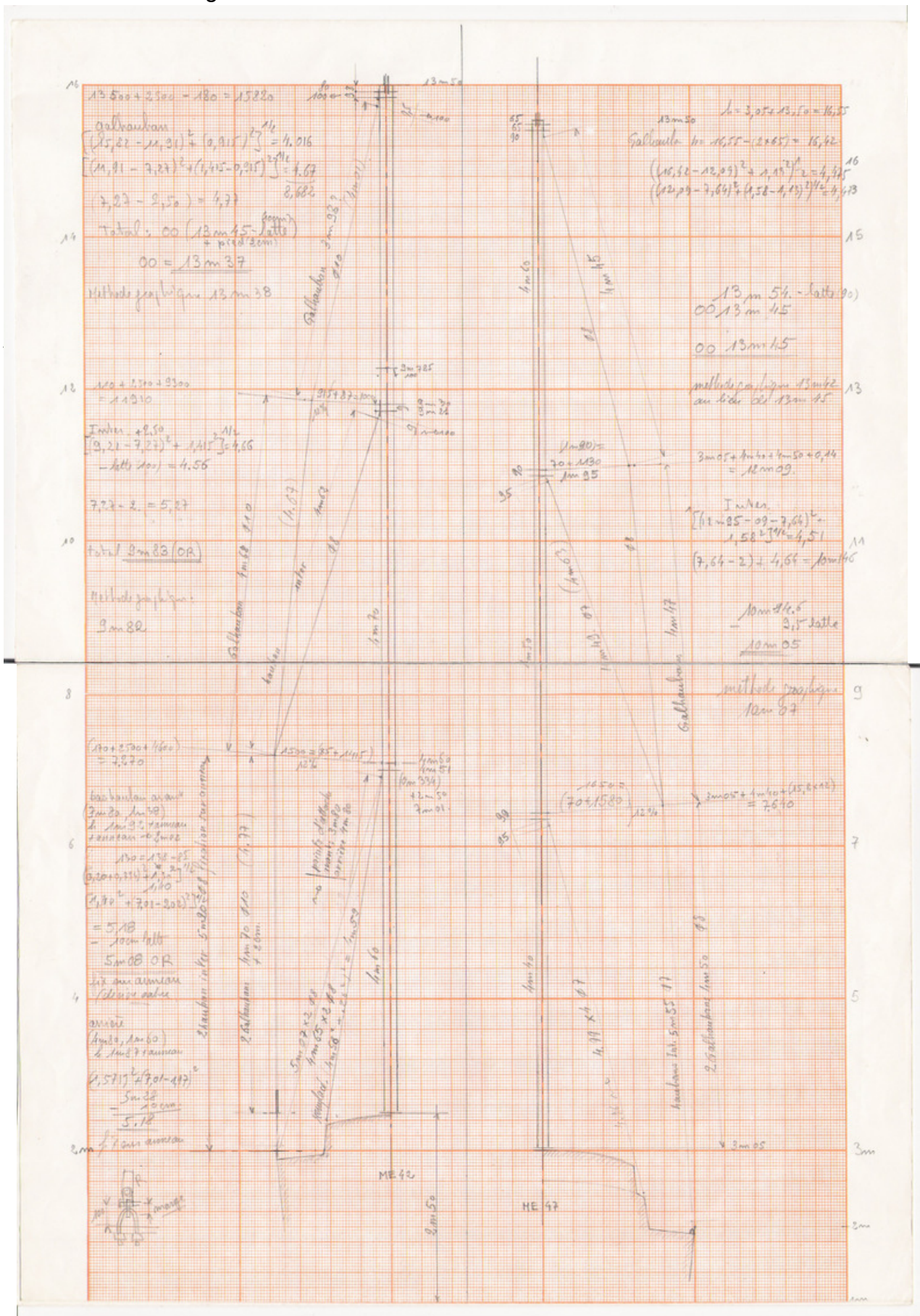


# Plans du haubannage

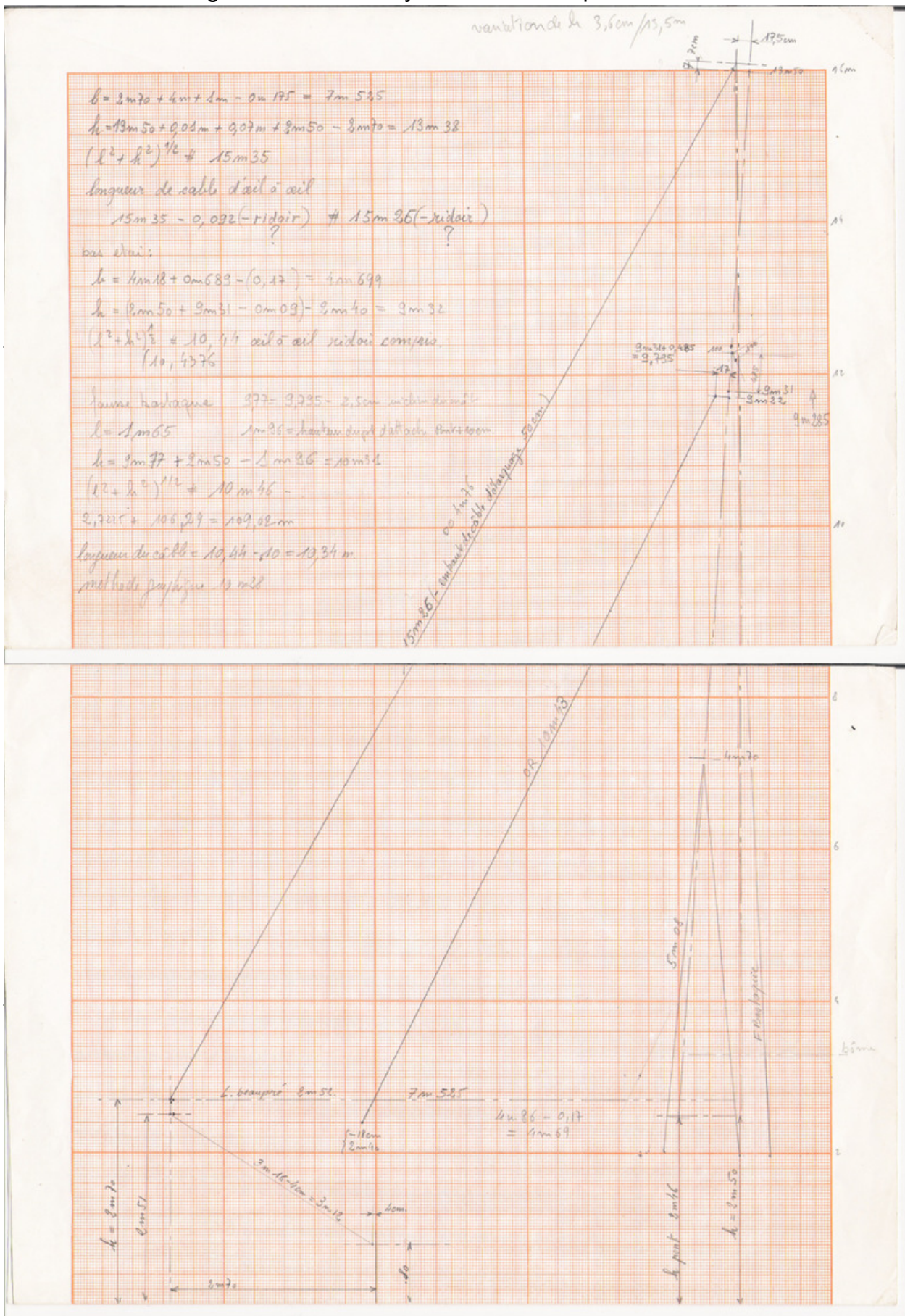
- Plan général avec les efforts à prévoir sur les câbles



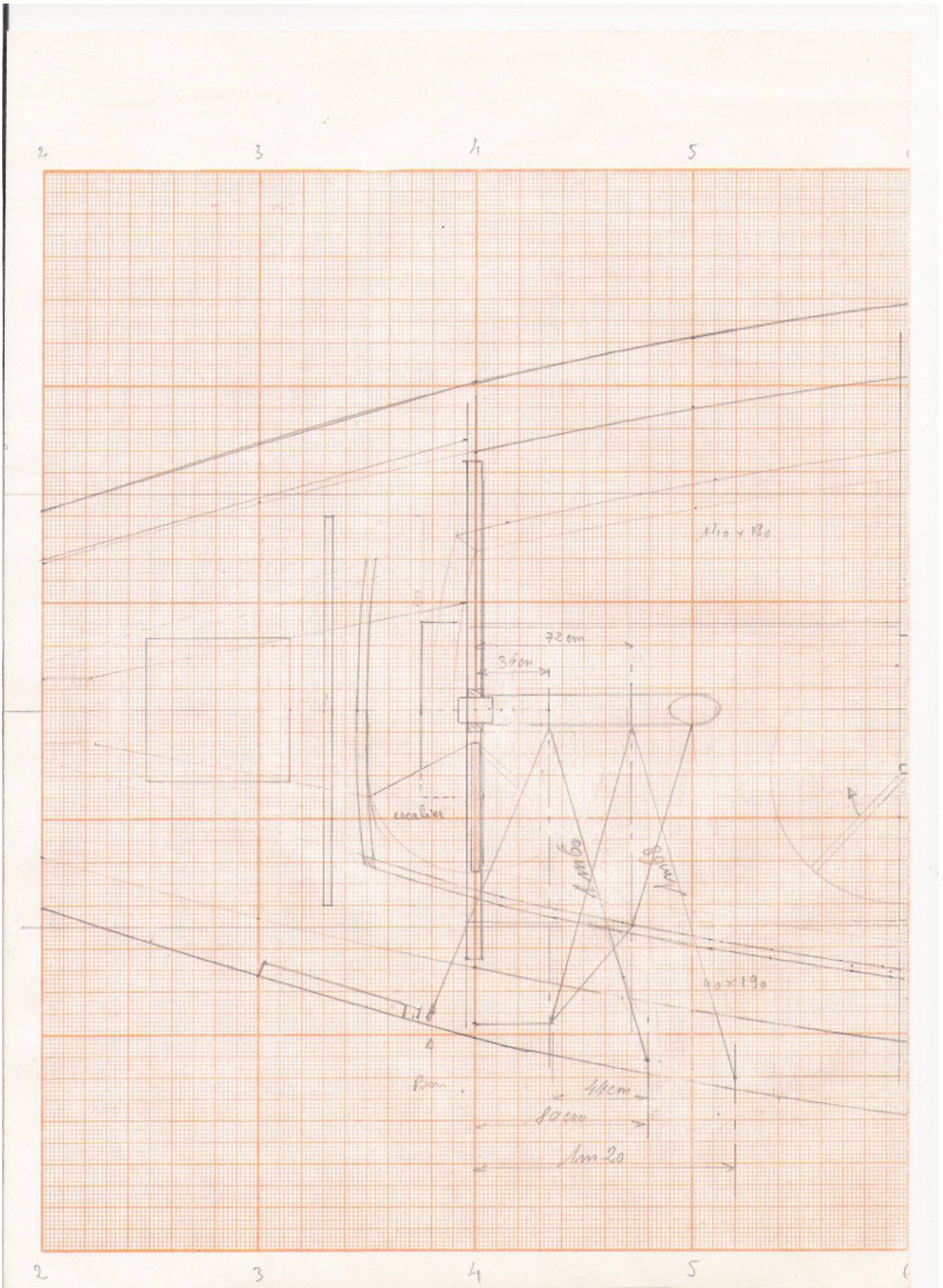
■ Calculs des longueurs de haubans



■ Calcul de la longueur des étais de yankee et de trinquette.



■ Haubans. Vue de dessus.





# Construction

## Ce chapitre comprend

1. La stratification de la coque, *la peau extérieure* de la goélette avec :
  1. La découpe des gabarits qui donneront une forme à la goélette.
  2. La réalisation des des plaques en résines armées de fibre de verre qui seront disposées sur les gabarits.
  3. Le moulage des bouchains. Ils ne sont pas formables en plaques.
  4. La pose des plaques sur les gabarits avec la stratification de la jointure des plaques aux bouchains.
  5. La stratification finale de la coque avec la pose du balsa en sandwich pour assurer la rigidité de la coque.
2. La stratification des ballasts.
3. La pose des cloisons
4. La pose du pont sur :
  1. les cloisons étanches
  2. les cloisons de structure
5. Les aménagements extérieurs avec :
  1. Le beaupré et le système d'ancrage
  2. Les mâts
  3. Les filières
  4. Les dérives relevables
6. Les aménagements intérieurs avec :
  1. Le carré
  2. La cuisine
  3. La couchette de la cabine avant ou cabine N°1
  4. La cabine dite propriétaire ou cabine N°2 avec une couchette double à tribord et un couchette simple bâbord séparées par une cloison et un placard qui n'ont jamais vu le jour ....
  5. La table à cartes qui sert de débarras pour objets divers depuis l'avènement de l'informatique et des tablettes connectées.
  6. La cabine de douche.
  7. Le WC.

# Construction - Stratification extérieure

## Découpe des gabarits

---



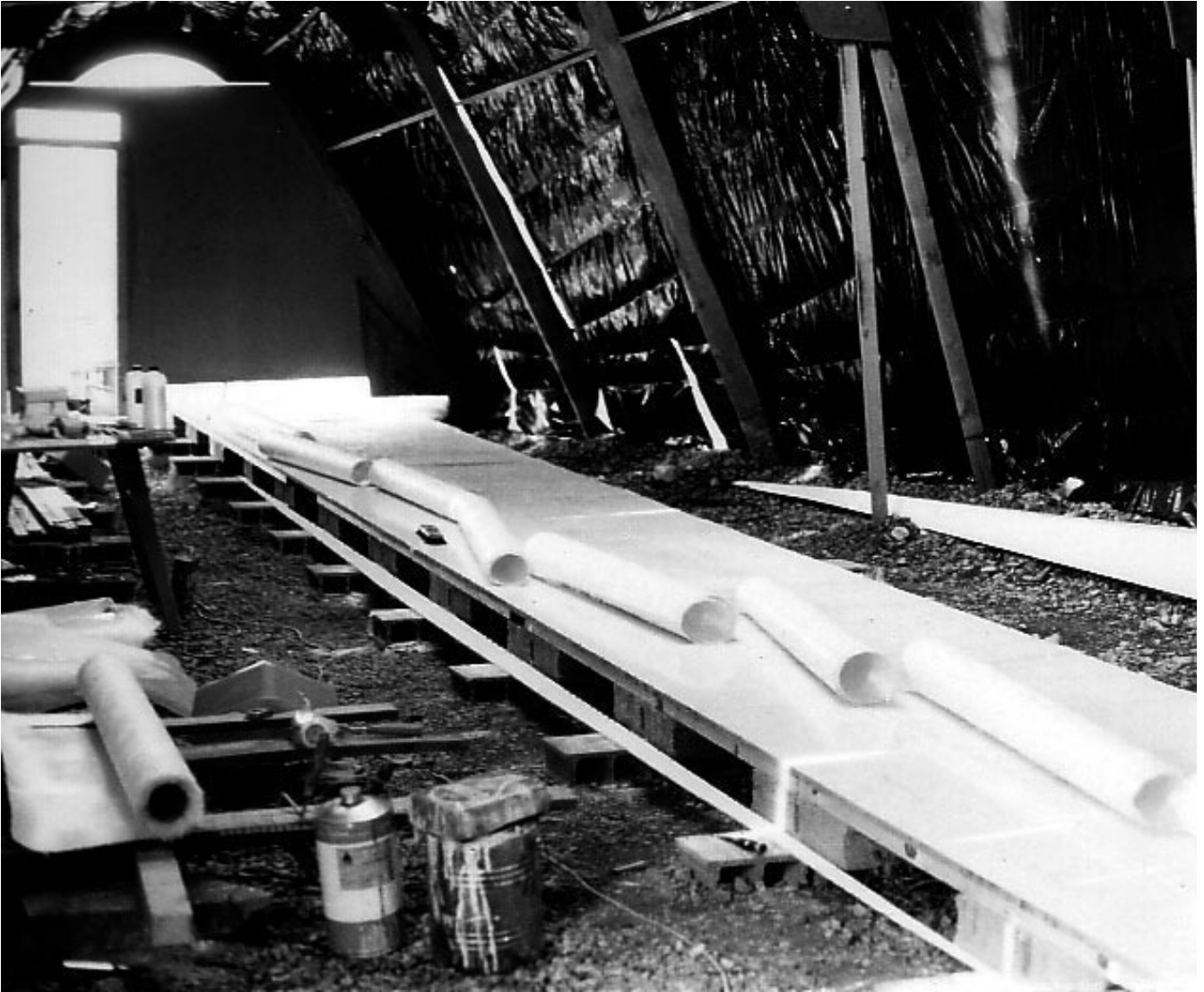
Plan de travail pour la stratification par plaques et, au fond, les gabarits sont rangés dans l'ordre de pose.

Les gabarits sont constitués de panneaux en bois aggloméré d'une épaisseur de 18 ou de 22 mm. Elles doivent être assez grandes sachant qu'il faut prévoir la fixation des couples de gabarits sur des demi-chevrons. Les quatorze chevrons sont disposés chaque mètre sur des plots de ciment aggloméré. Les dimensions des panneaux sont généralement de 305 x 185 mm. Les découpes de gabarits ont des largeurs variables et il est possible de combiner les découpes pour que la perte de bois soit minimale. Il n'est pas nécessaire d'acheter des panneaux hydrofuges si le chantier n'est pas humide.

1. Tracer les découpes sur les plaques de bois aggloméré, de la manière la plus économique possible, en suivant scrupuleusement les cotes du plan. Faire des croquis de découpe pour éviter les pertes. Il est nécessaire de disposer de deux demi-gabarits à chaque mètre en partant de la proue. Penser à la pose des lattes de moulage sur l'arrondi de bouchain.
2. Découper à la scie sauteuse et placer les gabarits dans l'ordre de pose dans un coin du chantier.



# Réalisation des plaques, la peau extérieure



Plan de travail pour la stratification par plaques.

## Couches des plaques stratifiées

Les trois opérations se font *dans la foulée* ... [1]

1. Gelcoat [2]
2. mat 500 imprégné de résine **isophtalique** [3]
3. roving-mat 800-300 [4] imprégné de résine **orthophtalique** [5]

Il faudra disposer d'une surface de 15,20 x 1,30 mètres en aggloméré-stratifié pour réaliser les plaques de peau. Cette surface doit être très bien jointée et bien fixée puis mastiquée et polie.

## Plan de travail pour stratifier les plaques

Alors que le chantier n'est pas encore encombré, commencer par mettre le plan de travail bien horizontal avec des agglomérés de ciment appelés "quérons" dans la région de Montpellier. Ce plan de niveau servira par la suite à poser les gabarits. Ce plan de niveau restera en place jusqu'à la fin du chantier. Il faut quatre *quérons* par mètre (64 au total). Commencer par poser la ligne centrale de niveau puis **une** ligne latérale de la largeur des panneaux de bois **aggloméré-stratifié** (1,30 m). Poser ensuite un *quéron* sur chaque *quéron* du plan de travail, puis des demi-chevrons sur toute la longueur du chantier qui maintiendront les panneaux d'aggloméré-stratifié en place avec des vis. Rainurer les champs de panneaux à la défonceuse et y insérer une baguette-guide pour bien ajuster la liaison. Mastiquer la jointure et poncer sans rayer.

## Mode opératoire de stratification

1. Lorsque la surface est prête il faut la rendre très lisse et brillante par un ponçage au grain très fin comme pour une carrosserie d'automobile, puis l'enduire de cire à démouler que l'on fait briller après séchage.
2. Au marqueur, tracer les repères de découpe du stratifié ; ceci permettra aussi d'éviter les pertes en résine et en fibre de verre. *Notez que ces marques resteront sur le stratifié de polyester pour la découpe à la scie sauteuse.*
3. Découper la fibre de verre genre roving - mat (Roving-Mat 800-300) selon la découpe tracée, puis placer les découpes dans l'ordre sans utiliser de marqueur coloré sur la fibre.
4. Découper le mat 500 selon la découpe tracée ; on peut le laisser d'un seul morceau sur toute la longueur.
5. Peser le gelcoat nécessaire au recouvrement de la surface repérée par le tracé (environ 300 grammes par m<sup>2</sup> à *vérifier*), catalyser selon les indications de votre fournisseur.
6. Attendre que le gelcoat ne poisse plus trop. Pendant le temps de prise du gelcoat, peser la résine **isophtalique non pré-accélérée** pour la quantité de mat 500 découpé ci-dessus. Éviter d'utiliser des cuvettes avec plus de 2,5 kg de résine à la fois. Ajouter l'accélérateur dans chaque cuvette, pas trop !! faute de quoi vous risquez l'osmose ! La résine ne devra pas prendre en moins de 30 minutes. Bien mélanger le contenu de la cuvette.
7. Ajouter le catalyseur dans une première cuvette, mélanger rapidement avec un *stick* ou une palette en bois, stratifier, ébuler soigneusement après chaque imprégnation. Recommencer avec les cuvettes suivantes.
8. Pendant que la résine isophtalique polymérise, préparer les cuvettes de résine **orthophtalique non pré-accélérée** (Vous pouvez utiliser les cuvettes précédentes sans les nettoyer). Peser. Ajouter l'accélérateur (Un peu). Bien mélanger.
9. Tout de suite après, alors que la résine isophtalique poisse encore, **sans attendre**, placer les découpes de roving-mat 800-300. Stratifier et ébuler les couches de roving-mat comme avec la procédure précédente.  
*Dans le cas où l'on aurait arrêté le travail trop longtemps après l'application de la résine isophtalique, il pourrait être nécessaire de poncer pour dépolir la couche isophtalique ; ceci est à voir avec la fiche technique de la résine utilisée.*

## Notes et références

La stratification se fait à plat car il n'y a pas de risque de coulure. Il n'est pas nécessaire d'ajouter beaucoup d'accélérateur, comme son nom l'indique, ce n'est qu'un accélérateur. L'été on pourrait même s'en passer lorsque la température est élevée. En revanche il est impératif de respecter la dose de catalyseur préconisée par le fabricant de résine. Lorsqu'il y a des risques de coulure il est préférable d'ajouter des poudres qui épaississent la résine.

**En résumé : *Il faut toujours éviter de trop accélérer la résine.***

1. *Dans la foulée*: Dans la suite et immédiatement après.
2. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Gelcoat>
3. *Résine isophtalique*: A base d'un acide isophtalique. La structure est *serrée* et peu perméable à l'eau. On l'appelle aussi résine anti-osmose. Le gelcoat est à base de résine isophtalique à laquelle on ajoute de la paraffine, c'est la raison pour laquelle il ne faut pas attendre que la couche de gelcoat ne poisse plus car la paraffine de surface empêcherait la bonne adhésion de la couche suivante.
4. *Roving-mat 800-300*: La couche de mat de verre 300 g/m<sup>2</sup> est solidaire de la couche tissée (Roving 800 g/m<sup>2</sup>)
5. *Résine othophtalique*: C'est une résine moins couteuse que la résine isophtalique et a pour avantage de ne pas nécessiter de ponçage entre les couches de stratifiés. La résine reste poisseuse et il faut protéger la dernière couche avec une peinture de finition adaptée (monocomposant ou bi-composant, non-paraffiné pour permettre les réparations et les reprises)

# Le moulage des bouchains



Préparation des lattes.



Pose des lattes de moulage sur les gabarits.

Les lattes sont des baguettes spécialement découpées dans des planches de pin. Elles font 25 x 10 mm après avoir été dégauchies et rabotées. Elles sont ensuite rainurées à la toupie, rainure mâle de 4 mm d'un côté et femelle de l'autre avec une profondeur de 4 mm. 10 lattes assemblées font une largeur de 21 cm. La surface totale à couvrir est de 3 m<sup>2</sup> au minimum pour chaque bouchain. Avec 0,4 m<sup>2</sup> pour 10 lattes de 2 mètres, il faut prévoir 100 lattes de 2 mètres par bouchain en tenant compte des chutes.



Aspect extérieur arrière du moule.



Aspect extérieur avant du moule.

Le moulage arrondi des bouchains renforce la structure de la coque et lui donne un aspect plus *coulant* pour le passage dans l'eau.

## Stratification des bouchains et renforts

Les renforts sont en sandwich-balsa bois debout de 19 mm pour la carène et en balsa de 9,5 mm pour les œuvres mortes. Les panneaux nids-d'abeille n'existaient pas encore ...



Stratification du bouchain après la pose des plaques de bordé et de carène.



Pose du sandwich-balsa à l'étrave et préparation de l'orifice du premier propulseur d'étrave à turbine.

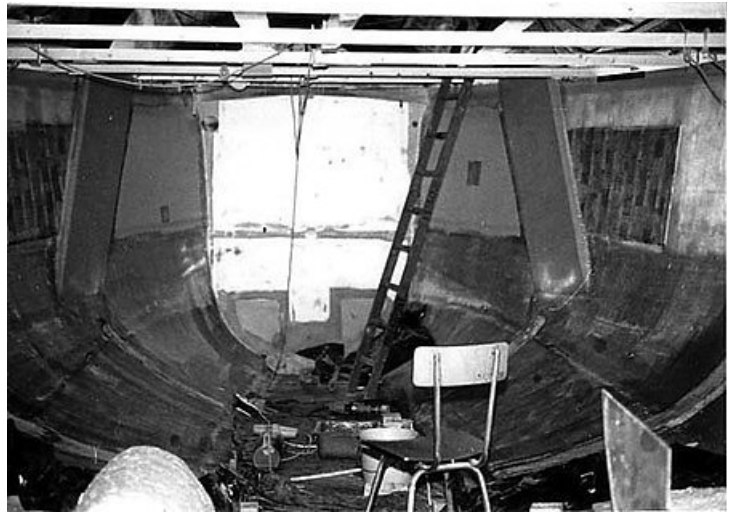
En même temps que la stratification de la dernière couche de roving-mat 800-300 on dépose une couche de gel orthophtalique sur la face du balsa qui sera collée sur le stratifié et assurera le contact. Il faut prévoir des artifices pour que le balsa reste en place pendant la polymérisation !!!

# La stratification intérieure de la coque

---



Préparation du puits à chaîne avant la pose de la cloison étanche.



Pose de la (double) cloison étanche avec un remplissage en mousse de polyuréthane. Ici pose de la cloison côté cabine et stratification des plaques de balsa, prises en sandwich, contre les bordés et contre la carène.



Préparation à la pose des équipets sur la cloison étanche et préparation de la stratification des ballasts, avant la pose du support d'épontille.

# Construction - Stratification des ballasts

## Stratification et pose des plaques

La stratification des ballasts est longue et difficile. Il faut commencer par stratifier des plaques, à plat, avec de la fibre de verre et de la résine isophthalique en couches extérieures.

### Stratification

1. Une couche de **gelcoat** facultative mais souhaitable.
2. Une couche de **mat 300** avec de la **résine isophthalique**
3. Immédiatement après la couche de mat 300 **deux couches de roving 500 + mat 300** avec de la **résine orthophthalique**. (La résine orthophthalique est moins couteuse.)
4. immédiatement après, **une couche de mat 300** avec de la **résine isophthalique**.

### Pose et liaisons entre les plaques

Elles se font avec du mastic à base de résine isophthalique fortement épaissie. Attention la résine est cassante si elle ne contient pas de fibre ; la couche doit juste permettre d'assurer les liaisons avec du mat et roving-mat en plusieurs couches. Toutes les couches en contact avec l'eau doivent être stratifiées avec de la résine isophthalique qui assurera l'étanchéité intérieure.

**Les liaisons en angle ne posent pas de problème particulier.**

### Liaisons entre deux couches planes

Par exemple pour réaliser le plancher. L'astuce consiste à fabriquer des plaques avec une couche supérieure en balsa de 9 mm ou du nid d'abeille (N'utilisez pas de plaques en polyuréthane si vous devez marcher sur ces stratifiés). Laisser les bord dégagés sur quelques centimètres pour assurer la stratification des liaisons. Les bords du stratifiés seront moins épais. Les plaques sont rigidifiées par l'épaisseur du nid d'abeille ou du balsa.

### Ordre de pose des plaques

Il est nécessaire de commencer par la stratification des ballasts avant (Entre cabine 1 et 2), avant la pose du support de l'épontille du mât de misaine. Poser les plaques de fond à 10,5 cm au dessus du stratifié de quille afin de laisser de la place pour glisser les blocs de plomb

10x10x5 cm de 5,5 kg.



Au fond: la cloison étanche, en avant: la cloison de ballast avant au niveau de l'épontille de misaine.



Ballast central sous le plancher de la cabine N°2.



- Prévoir une séparation à la fois souple et étanche dans le compartiment du lest, entre les deux plaques du fond (au niveau de la séparation entre la cabine 2 et le carré). Cette séparation doit pouvoir supporter les chocs lors d'un échouage. On peut réaliser cette liaison en stratifiant deux bouts de plaque disposés en < (V tourné de 90°), ou avec du tube PVC coupé en deux. Stratifier sans forcer sur l'épaisseur afin de conserver de la souplesse.

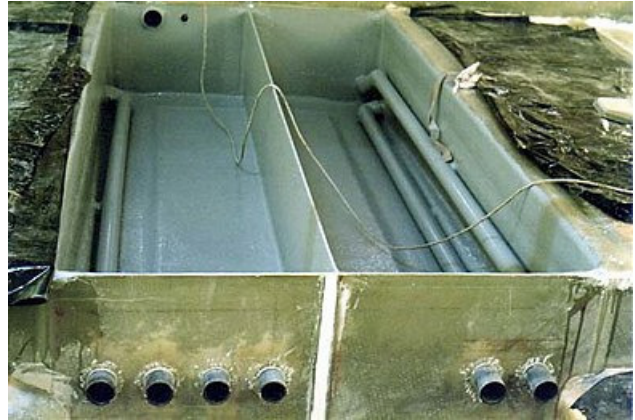
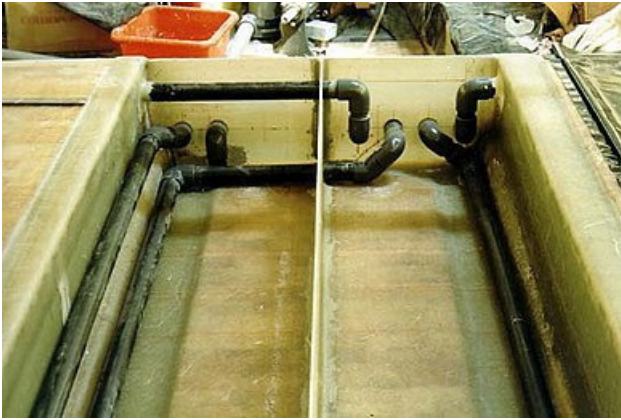


Cabine N°2: Ballast latéral tribord.

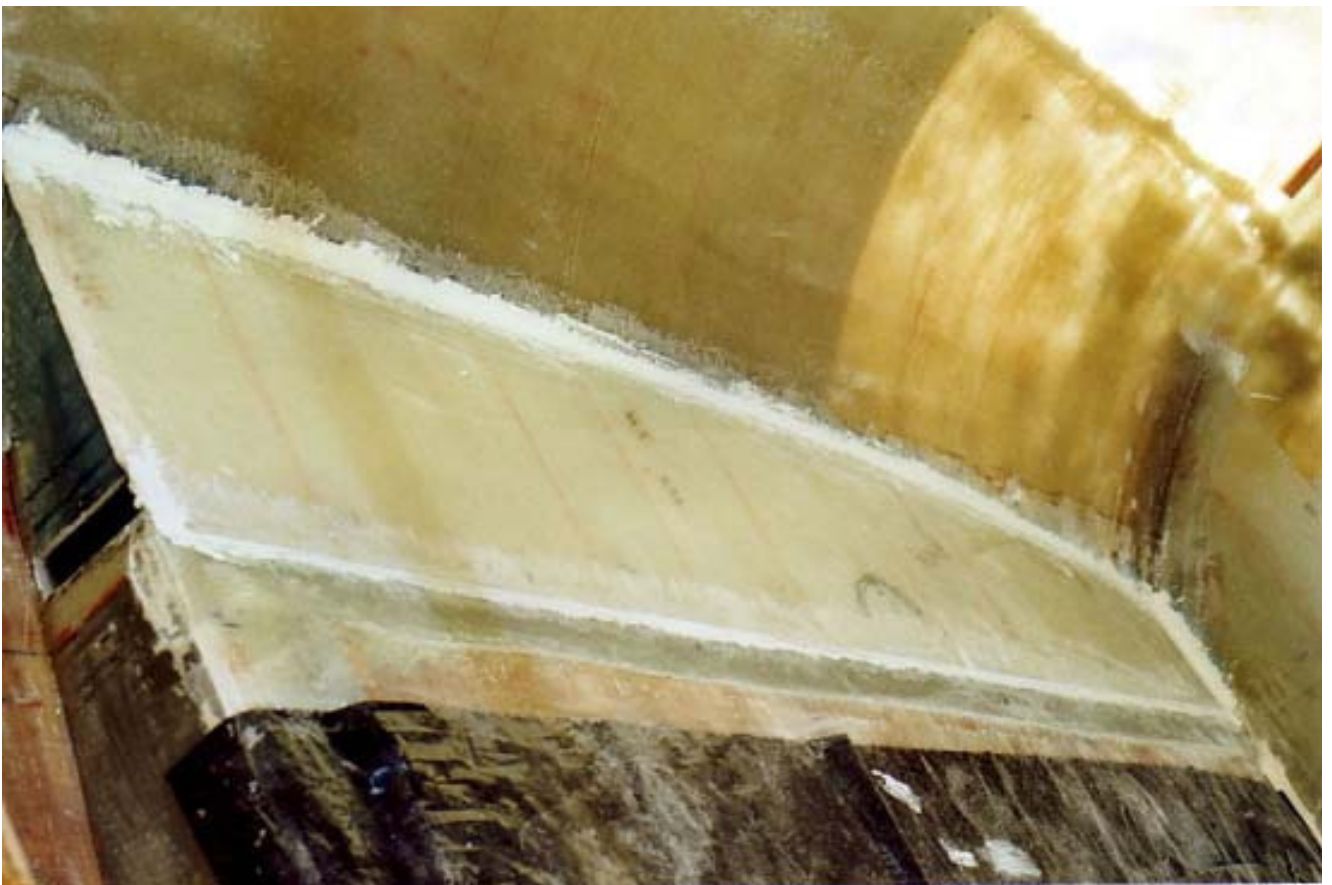
Carré: ballast latéral tribord sous la flottaison.



Vue du ballast central avec la pose des canalisations de remplissage et de vidange.



Pose des canalisations de remplissage et de vidange. Finition à la peinture époxy.



Carré. Ballast latéral bâbord avant. Il sera complété par une partie arrière, sous la cambuse.

On voit tout autour de la plaque le mastic de collage qui sera poncé puis stratifié pour assurer la solidité du ballast sans risque de décollage. La stratification de la liaison entre la plaque centrale et la plaque latérale devra avoir une épaisseur telle que la jointure soit indiscernable au niveau du plancher de la cabine.



Après la pose de la plaque avant et la stratification complète des planchers de la cabine et du carré on pourra placer l'épontille sur son support ainsi que les cloisons de structure. On voit aussi la liaison entre les ballasts arrière et les ballasts avant, cette liaison dépasse du plancher de plusieurs centimètres ; ceci confère une meilleure liaison entre les ballasts et sert de support aux cloisons de séparation entre la cabine et le carré.

Sur la photo on aperçoit aussi le ballast avant bâbord, au dessus du plancher de la cabine, qui servira de support à une couchette. Ce ballast a été prolongé vers l'arrière jusqu'à la cuisine, au niveau de la descente. Dans cette prolongation on a aménagé un placard à vaisselle, une cambuse et une glacière avec un groupe frigorifique.



Vue de l'ensemble ballasts avec les deux ballast latéraux sous les couchettes de la cabine N°2.

Sur cette photo plus générale on aperçoit les deux ballasts avant, bâbord et tribord. Le ballast tribord servira de support à la literie de la cabine N°2 et du carré. Des tiroirs ont été aménagés pour les occupants de la cabine sous la literie et des coffres ont été aménagés sous la literie du carré. Vers l'arrière le ballast tribord est prolongé jusqu'au niveau de la descente. Il débouche sur ce qui est devenu la salle de douche et de toilette.

# Construction - Pose des cloisons

## Cloisons de structure

---

Les cloisons de structure, avec le plancher sur les ballasts, forment la rigidité de la coque tout en préservant l'élasticité des bordés en cas de chocs latéraux.

Ces cloisons sont séparées de la coque par un léger espace, d'environ 1 centimètre, afin de limiter les dégâts en cas de choc latéral.

**Avant de poser les cloisons, la stratification des ballasts doit être terminée. La porte de séparation entre les cabines doit être prête (sans les miroirs), les gonds ou charnières doivent être en place sur le cadre de porte.**

1. Positionner correctement les guides (demi chevrons) fixés avec des serre-joints sur le haut de la coque.
2. Positionner et coller le support de l'épontille ; en iroko de 22 cm par 7 cm d'épaisseur, qui prend appui sur chaque côté de la coque. Vérifier la position du support d'épontille avec un niveau de maçon.
3. Positionner l'épontille et la porte. Lors de la pose du cadre de porte il faut prévoir un espace suffisant (5 ou 6 mm) pour qu'elle ne reste pas coincée avec des déformations thermiques de la coque entre l'hiver et l'été.
4. Dans les rainures du support d'épontille et dans le bois de l'encadrement de la cloison, insérer la cloison (10 mm en contre plaqué marine garanti sans défaut).
5. Chaque cloison est double (*Deux plaques*). Entre les deux plaques de contreplaqué on peut coller des guides pour passer les fils électriques. L'espace entre les deux plaques est de 20 mm et les guides de fils électriques ne doivent pas toucher l'autre plaque afin d'éviter les bruits de vibrations.

**ATTENTION :** Les cadres des cloisons ne doivent pas être collés sur la coque. Il faut réserver un espace de 8 à 10 mm pour parer aux déformations par des chocs et les torsions. Dans cet espace on peut facilement injecter un élastomère qui confèrera une meilleure rigidité à la déformation sans risque de casse.

**Procéder de la même manière avec les deux autres cloisons**

Entre la cabine centrale et le carré, entre le carré et les aménagements arrière.



Photo de gauche: Préparation pour la pose des cloisons.

À droite: Préparation en vue de la pose ultérieure de la cloison entre les cabines.



Photo de gauche: Pose des cloisons de la cabine avant (n°1) vues de la cabine n°2.

À droite: Pose de la cloison entre les cabines avec un pré-équipement pour le passage des câbles électriques.



Photo de gauche: Pose de la cloison tribord entre les cabines.

À droite: Pose du support de literie dans la cabine avant, côté tribord, avec équipet de rangement à tiroir.



Pose de la cloison entre le carré et la cabine N°2. (cabine centrale)

## Épontille du mât de misaine



Photo de gauche: Bloc de répartition de la charge supportée par l'épontille.

À droite: Pied de l'épontille du mât de misaine.

L'épontille du mât de misaine est située juste avant le couple 4 (à 4 mètres de l'origine<sup>[1]</sup>), elle est constituée d'un bloc d'iroko<sup>[2]</sup> de 7 cm d'épaisseur par 22 cm de largeur ; elle doit résister à une compression de 28 tonnes <sup>[3]</sup>. Cette épontille repose sur un bloc d'Iroko horizontal de même épaisseur et même largeur, ce bloc repose lui-même sur l'espace réservé au lest en plomb et sur chaque côté de la coque. On ne peut poser cette épontille qu'après avoir stratifié le ballast avant.

L'épontille est verticale, alors que le mât est légèrement incliné (quête=1/13,5), ceci nécessite de prévoir un léger renfort vers l'avant, au niveau du pont, pour supporter l'effort de glissement de la structure vers l'avant.

## Épontille du mât d'artimon

L'épontille du mât d'artimon est située à l'arrière du couple 8, à 8,40 m de l'origine. L'épontille est constituée d'un bloc de kotibé<sup>[4]</sup> de 5 cm d'épaisseur par 23 cm de largeur et doit résister à une compression de 22 tonnes (coefficient de sécurité = 3). Cette épontille repose directement sur le fond de la coque avec un système de réglage en hauteur constitué de coins. Cette épontille est longue et l'effet de flambage est limité par les aménagements : plancher, table à cartes, appareils de navigation.



Goélette Cardabela. Système de réglage du pied de mât d'artimon. L'endroit est difficile d'accès sans un démontage important



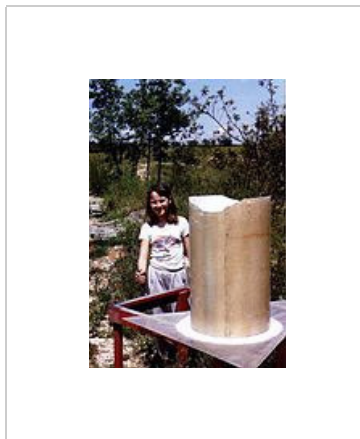
# Cloisons étanches

---

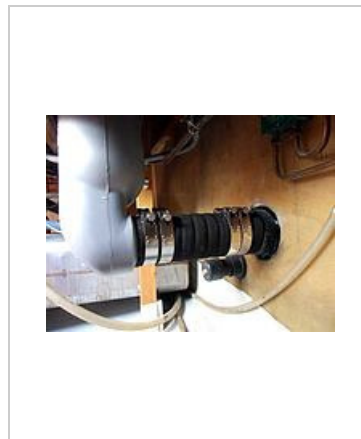
La Goélette a été conçue pour remonter les grands fleuves où il est fréquent de rencontrer divers objets flottants, branchages, arbres, etc. Il a fallu prévoir ces collisions afin d'éviter un naufrage.



Cloison étanche avant



Puits à chaîne



Échappement traversant  
cloison étanche arrière

## Cloison étanche avant

Elle doit être posée au tout début de la stratification de la coque. Entre l'étrave et cette cloison on insère le puits à chaîne.

Cette cloison étanche est constituée de deux cloisons en fibre de verre, situées à 1 mètre à l'arrière de l'étrave au niveau du couple 1 (1 mètre de l'étrave).

De l'étrave à cette cloison, 1,8 m<sup>3</sup> de mousse de polyuréthane devrait offrir une sécurité suffisante en cas de collision. Un bulbe d'étrave renforcé peut éclater et limiter le risque de naufrage en cas de choc violent sous la flottaison.

## Cloison étanche arrière

Cette cloison, à l'arrière du cockpit est posée tout à la fin de la construction juste avant de fermer l'arrière, « le cul » qui deviendra « la poupe ».

Elle est constituée de deux cloisons situées au niveau du couple 12, entre lesquelles la mousse de polyuréthane expansée assure une flottaison arrière de 1,8 m<sup>3</sup>.

À l'arrière de cette cloison se trouvent les axes du gouvernail, les renvois et le vérin hydraulique qui commande l'ensemble des trois safrans.

## Références

1. L'origine est définie comme étant le couple 0, situé à l'extrême avant de la coque au niveau de la flottaison.
2. iroko ([http://www.pallisco-cifm.com/download/Fiche\\_Iroko\\_v1.pdf](http://www.pallisco-cifm.com/download/Fiche_Iroko_v1.pdf))
3. Coefficient de sécurité = 3; Les essais à la compression sur des échantillons d'iroko de 1 cm<sup>2</sup> sur une machine INSTRON (<http://www.instron.fr/fr-fr/products/testing-systems/universal-testing-systems>) ont donné une résistance de 450 kg/cm<sup>2</sup> avant effondrement de l'échantillon.
4. kotibé ([http://www.pallisco-cifm.com/download/Fiche\\_Kotibe\\_v1.pdf](http://www.pallisco-cifm.com/download/Fiche_Kotibe_v1.pdf))

# Construction - Pose du pont

**Le pont repose sur les cloisons de structure et sur les cloisons étanches. Les cloisons de structure sont reliées entre elles par des lisses qui servent aussi de mains courantes en navigation.**

- Découper les plaques de contreplaqué marine 4 mm sans défaut, de telle sorte qu'elles recouvrent la moitié des liaisons entre-cloisons et la moitié des lisses. Les plaques doivent faire environ 2 m 50 ou 2 m de long sur 1 m 22 de large.
- Ajuster, coller à la colle polyuréthane (PPU) et agraffer le contreplaqué marine préalablement verni à plat (sauf les bords réservés au collage). Il peut être nécessaire de pousser et maintenir le milieu de la plaque (entre les lisses) pour qu'elle prenne sa forme arrondie. Les agrafes doivent être supprimées après le collage.
- Lorsque les plaques du roof sont collées, le dessus (qui n'a pas reçu le vernis) est prêt pour la stratification. Passer une couche de résine isophtalique avec du mat 300, suivie immédiatement d'une couche de roving/mat 500/300 avec de la résine orthophtalique, puis poser une couche de balsa sur du mat de 300 ou encore une couche de nid d'abeille de 9 mm bien imbibée de résine (sous le nid d'abeille).
- Lorsque les couches du dessous sont polymérisées, finir par la stratification du dessus avec une couche de mat 300 et une couche de roving/mat avec de la résine orthophtalique puis une dernière couche en mat 450 avec de la résine isophtalique.
- Pour finir, il faudra bien poncer cette couche isophtalique avant de passer les couches de *primer* et peintures de finition. En cas de pose de liège, il n'est pas toujours nécessaire de poncer. (*Faire des essais de collage au préalable*)
- La pose du liège de 8 mm d'épaisseur ne pose pas de problème particulier ; il faut se fier aux directives du fournisseur. On colle les lattes (ou les plaques) de liège avec de la colle mastic, puis on remplit les rainures au mastic élastomère polyuréthane traité anti UV. Le remplissage des rainures se fait avec des cartouches dont les buses sont coupées perpendiculairement au tube pour laisser un orifice rond de 9 à 10 mm. On applique la buse perpendiculairement et fermement contre le liège en appuyant sur le piston du pistolet à cartouches. La résine doit faire un bourrelet au remplissage et on déplace la buse en suivant ce bourrelet. Lorsque la polymérisation de la résine (le mastic) est assez ferme elle peut supporter le ponçage avec une ponceuse excentrique munie d'un abrasif « grain 80 ».

# Construction - Aménagements extérieurs

Ce chapitre, *Aménagements extérieurs*, explique comment la goélette a été conçue, là-haut, sur le plateau du Larzac où poussent les belles cardes, *Cardabela* en occitan.



Carline à feuille d'acanthé, *Cadabela* sur le plateau du Larzac

Avant de commencer les travaux d'aménagements extérieurs, avant de se lancer dans des commandes, il est bon de connaître les efforts qui s'exercent sur les structures de la goélette. On ne peut pas toujours se fier aux commerciaux, mieux vaut savoir de quoi on parle. Mieux vaut s'adresser aux fabricants des mâts plutôt qu'aux revendeurs.

Les calculs proposés à la lecture sont ceux de la construction d'origine; peu de chose ont changé à part la pose d'un enrouleur de génois et d'un bout-dehors pour un génois double de 130 m<sup>2</sup> sur emmagasineur. Ces nouvelles dispositions ont annulé le dispositif d'escamotage du beaupré, incompatible avec l'enrouleur de génois.

L'étai de trinquette reste en place tel qu'il était à son origine; il est très utile par gros temps avec sa trinquette, bômée ou non, et son tourmentin.

## Quelques données à retenir

---

### Caractéristiques à retenir pour le calcul de la structure extérieure

- Couple de redressement léger à 15° de gîte : 3 000 m·kg<sub>f</sub>. C'est la meilleure option pour remonter au près sans dérive relevable en position basse. (« léger », s'entend à moins de 14 tonnes)
- Couple de redressement léger à 30° de gîte : 6 000 m·kg<sub>f</sub>. pont à raz de l'eau c'est la gîte légère limite.

On peut augmenter le couple de redressement pour de long bords par le remplissage des ballasts. Dans la pratique on ne remplit les ballasts que lorsqu'il y a risque de chavirage, pour faciliter le redressement du bateau.

## Tableau de la pression dynamique moyenne dans la voilure

*Pression en kg<sub>f</sub> / m<sup>2</sup>*

*Vent en nœuds*

*Hauteur probable des vagues en mètres (h-  
max)*

<b>Force</b>	<b>Pression</b>	<b>Vent</b>	<b>Vagues</b>
<b>F 6</b>	10	22 - 27	3 (4)
<b>F 7</b>	15	28 - 33	4 (5,5)
<b>F 8</b>	23	34 - 40	5,5 (7,5)
<b>F 9</b>	32	41 - 47	7 (10)

## Force d'avancement et ses limites

**Pour un voilier, on sait qu'il faut exercer une force de 25 à 27 kg par tonne pour avancer à une allure égale à 80 % de la vitesse théorique maximale.**

### Force d'avancement au moteur

Pour Cardabela, à 15 tonnes il lui faut une force de (4 000 Nw) 407 kg<sub>f</sub> pour arriver à une vitesse de 7 nœuds.

### Force d'avancement à la voile

Au près serré la force d'avancement est de l'ordre de 0,2 fois la force latérale à la gîte. Pour Cardabela ce serait 2000 kg<sub>f</sub> pour atteindre cette vitesse de 7 nœuds. Cela n'est jamais arrivé... Quand on arrive à une vitesse supérieure à 3 nœuds, au près serré, on est déjà très content.

### Exemple d'évaluation par force 5

Avec un vent de force 5 (F6 en dynamique au près), si on estime le centre vélique à 6 mètres au-dessus du centre anti-dérive, avec un couple de redressement de 3 000 mètre-kilogramme, on peut estimer à 500 kg<sub>f</sub> la force de pression latérale dans une voilure de 50 à 70 m<sup>2</sup>.

Avec un vent apparent de 45°, *proche de 90° de vent réel*, on estime à 500 kg<sub>f</sub> la force vers l'avant, 500 kg<sub>f</sub> la force latérale, et à 700 kg<sub>f</sub> la force de pression dans la voilure. On pourrait espérer atteindre la vitesse de 7 nœuds s'il n'y avait pas le fardage !

## Fardage

Le fardage est très important pour les bateaux de plaisance car on privilégie des cabines volumineuses pour assurer le meilleur confort à bord.

### Estimation du fardage de face

Estimation de la surface de fardage : 2,5 m au dessus de l'eau et 4 m de large au maître bau, on peut envisager un fardage de 12 m<sup>2</sup> pour la coque auquel il faut ajouter le fardage des hauts (mâts et voiles). Nous pouvons évaluer à 20m<sup>2</sup> le fardage de face.

### Estimation de la performance maximale vent debout au moteur

En statique, on sait que le moteur de 75 CV peut avoir une poussée maximale de 900 daN. La force limite du vent de face, sans tenir compte des vagues, est de  $900 / 20 = 45$  daN par m<sup>2</sup>; ceci correspond à un vent moyen de force 9.

Au moteur, en raison du fardage, on ne pourra probablement par remonter un chenal vent debout au delà de force 8.

### Estimation du fardage latéral

Le fardage latéral est très pénalisant à la voile, il faut compter sur  $14 * 2,5 = 35$  m<sup>2</sup> de fardage latéral.

Avec des vents de travers et arrière il n'y a pas lieu de se faire du souci.

### Estimation de la performance à la voile

Avec un vent apparent de 45°, F6 comme ci-dessus,  $35 * \sin(45^\circ) * 10 = 350$  kg<sub>f</sub> dans la direction du vent ou 247 kg<sub>f</sub> contre l'avancement qui vient en déduction des 500 kg<sub>f</sub> calculés précédemment. Avec un effort sur l'avant de 250 kg<sub>f</sub> on peut estimer atteindre 5 nœuds. Voir calculs moteur Volvo D2-75 à 5 nœuds.

À la voile, avec un vent réel de force 5 ou un vent apparent de force 6 à 45°, une voilure de 70 m<sup>2</sup> et une gîte de 15° :  
On peut estimer que l'on ne pourra pas atteindre une vitesse supérieure à 5 nœuds.

# Le beaupré et le système d'ancrage

---

Le beaupré initial a été modifié en mai 2012 pour ajouter un bout dehors nécessaire à l'envoi d'un génois double de 130 m<sup>2</sup>.

Un davier auto-basculant provisoire avec une ancre soc de charrue de 28 kg a été installé afin d'effectuer des essais pendant la croisière d'été. Auparavant, l'ancre plate de 40 kg était remontée par son orin jusque sous la barre de flèche centrale du beaupré.



Beaupré modifié en mai 2012

Ces nouveaux dispositifs ont donné entière satisfaction pendant la **Virée des papii** de l'APPGM (<http://appgm.asso.free.fr/wiki/index.php/Accueil>) en juin et juillet de l'année 2012.

Il sera cependant nécessaire de consolider l'assise du davier.

## Les mâts en aluminium

---

Les mâts sont en aluminium ainsi que les barres de flèches.

### Caractéristiques de l'aluminium

- Densité (*Poids de l'aluminium pour 1 décimètre-cube*) : 2,7 kg/dm<sup>3</sup>
- Résistance de rupture à la compression : 60 kg/mm<sup>2</sup> (6 000 kg/cm<sup>2</sup>)

⇒ *Charge pratique de l'aluminium avec un coefficient de sécurité de 3*  
= 2 000 kg/cm<sup>2</sup>

### Références pour les calculs des espars

[Construction navale/Calcul des espars](#) *Remarques concernant l'expression des mesures.*

[Construction navale/Calcul des espars#Calcul de résistance à la compression](#)

[Construction navale/Calcul des espars#Calcul de la résistance au flambage](#)

## Caractéristiques du mât de misaine

Dimensions : diamètre 24 x 20 cm ; longueur : 13,5 m ; épaisseur : 0,4 cm ; poids au mètre : 7,46 kg ; section = 28 cm<sup>2</sup>

### Résistance à la compression du mât de misaine

Résistance à la rupture :  $28 * 6\ 000 = 168\ 000\ kg_f$

Charge pratique sur le mât de misaine avec un coefficient de sécurité de 3 :  $28 * 2\ 000 = 56\ 000\ kg_f$

### Résistance au flambage

#### Détail des calculs.

##### Rappels sur le calcul des espars:

Charge pratique au flambage pour les espars guidés en aluminium (cas des mâts).

$P_r = 700 \cdot I / L^2$  avec L en mètre.

Pour un mât rond creux de diamètre D = 22 cm ; et de 4 mm d'épaisseur ;

$I = \pi/32 \cdot (D^4 - d^4)$  avec D et d en cm.

$$I_G = (3,14 / 32) \cdot (22^4 - 21,2^4) = 3\ 167\ cm^4$$

Pour le mât elliptique l'inertie quadratique perpendiculaire au petit diamètre : avec pour grand diamètre gd = 24 cm ; petit diamètre pd = 20 cm ; diamètre moyen D = (gd + pd) / 2 ;

$$I = I_G \cdot pd / D$$

$$I = 3\ 167 \cdot 20 / 22 = 2\ 879\ cm^4$$

La résistance au flambage dépend de la longueur de chaque tronçon de mât.

Le premier étage de barres de flèches est à 4,6 m du pied, le deuxième à 8,90 m ; La longueur guidée la plus longue est de 4,7 mètres.

$$P_r = 700 \cdot 2\ 874 / 4,7^2 = 91\ 073\ kg_f$$

Tableau des charges pratiques

Coefficient de sécurité	Mât de misaine	Prévisions pour l'épontille
5	$P_p = 91\ 073 / 5 = 18\ 214\ kg_f$	18 000 $kg_f$
3	$P_p = 91\ 073 / 3 = 30\ 357\ kg_f$	30 000 $kg_f$



# Épontille de misaine en iroko

## Caractéristiques

Bois Iroko, section 22 cm x 7 cm = 154 cm<sup>2</sup>;  
longueur 2 mètres.

Les mesures sur les échantillons de 1 cm<sup>2</sup> ont  
indiqué une rupture de la structure fibreuse à partir  
de 500 kg<sub>f</sub>

## Résistance à la compression

Résistance à la compression avant rupture : 154 \*  
500 = 77 000 kg<sub>f</sub>

Résistance de fatigue à la compression : 25 666 kg<sub>f</sub> pour un coefficient de sécurité de 3  
15 400 kg<sub>f</sub> pour un coefficient de sécurité de 5

**Note : Pour l'iroko on peut prendre un coefficient de sécurité de 3 à 5, car le bois s'écrase. Pour des bois qui risquent d'éclater on prend généralement un coefficient de sécurité jusqu'à 7 pour tenir compte de l'inhomogénéité du bois.**



On voit ici le chapeau qui recouvre l'épontille de misaine afin répartir la charge

## Résistance au flambage de l'épontille du mât de misaine

### détail des calculs

Rappel pour les sections rectangulaires :

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

$$I_G = \frac{b \cdot h}{12} \cdot (b^2 + h^2)$$

Dimensions : h = 22 cm ; b = 7 cm ; L = 2 mètres.

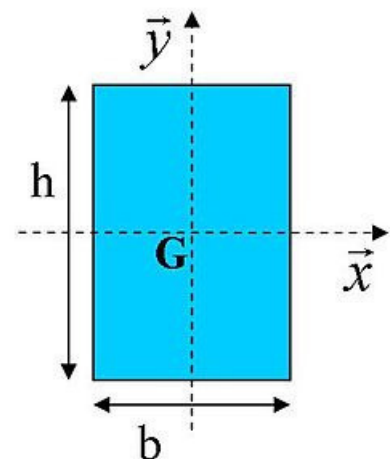
$$I_G = \frac{7 \cdot 22}{12} \cdot (7^2 + 22^2) = 6\,840 \text{ cm}^4$$

**équivalence pour mieux comprendre :**

La poutre de 22 x 7 cm est équivalente à 3,14 poutres de 7x7 cm posées côte à côte et équivaut à 2 fois I<sub>y</sub> :

$$I_x + I_y = 2 \cdot \frac{7^4}{12} = 400$$

Pour 3,14 poutres de 7x7 cm : I = 3,14 \* 400 = 1 256 (Flambage nettement plus faible pour la petite section.)



Section rectangulaire

$$I = 2 \cdot I_y = 1\,256 \text{ cm}^4$$

### Charge à la rupture pour le bois $P_r$

Pour le bois  $E = 110\,000 \text{ kg/cm}^2$  (11 GPa);

$k = 4$  pour deux extrémités *pseudo-encastées* (Base large et fort maintien latéral par des poutres en kotibé de 4x6 cm);

$P_r = k \cdot 110 I/L^2$  avec  $I_0$  en  $\text{cm}^4$ ; L en mètre, et  $E = 110\,000 \text{ kg/cm}^2$

$$P_r = 4 \cdot \frac{110 \cdot 1\,256}{1,8^2} = 170\,567 \text{ kg}_f \text{ Charge limite pour } E = 11 \text{ GPa}$$

### Charge pratique pour le bois $P_p = P_r / 5$

$$P_p = 4 \cdot \frac{170\,567}{5} = 34\,113 \text{ kg}_f \text{ avec un coefficient de sécurité de 5.}$$

Charge pratique au flambage pour l'épontille de misaine :

$P_p = 34\,000 \text{ kg}_f$  avec un coefficient de sécurité de 5.

**Rappel :** Pour l'iroko on peut prendre un coefficient de sécurité de 5, car le bois s'écrase et risque peu de flamber.

## Résumé des résistances à l'effort pour le mât de misaine

### Résumé des efforts pour le mât de misaine

#### Coefficient de sécurité = 5

Résistance à la compression pour le mât : **33 600  $\text{kg}_f$**

Résistance au flambage pour le mât : **18 000  $\text{kg}_f$**

Résistance à la compression pour l'épontille : **15 400  $\text{kg}_f$**

Résistance au flambage pour l'épontille : **34 113  $\text{kg}_f$**

#### Coefficient de sécurité = 3

Résistance à la compression pour le mât : **56 000  $\text{kg}_f$**

Résistance au flambage pour le mât : **30 000  $\text{kg}_f$**

Résistance à la compression pour l'épontille : **25 666  $\text{kg}_f$**

Résistance au flambage pour l'épontille : **56 855  $\text{kg}_f$**

### Synthèse mât de misaine - épontille

Coefficient de sécurité	Résistance globale
5	15 400 $\text{kg}_f$
3	25 600 $\text{kg}_f$

La résistance à la compression de l'épontille est le point faible de l'ensemble.

Il faut comparer cette résistance à la pression du mât sur l'épontille.

## Haubanage du mât de misaine

Goélette Cardabela/plans#Plans du haubanage

Un mât guidé par un hauban doit faire avec lui un angle minimum de 14 degrés qui correspond à un rapport voisin de 25% entre la barre de flèche et la hauteur libre. (Tangente de  $14^\circ \approx 0,25$ )

**Par exemple**, pour un point de fixation à 6 mètres pour un bas hauban, l'écart entre le pied du mât et le point d'attache au pont (ou au bordé) devra être de 1,50 mètre.

De même pour un galhauban dont le point d'attache se trouve 6 mètres au dessus de la barre de flèche qui devra avoir une longueur de 1,50 mètre.

Dans le cas où le pont serait trop étroit on peut envisager de monter des galhaubans. Il faut dans tous les cas éviter un rapport inférieur à 1/5 où la longueur de barre de flèche est inférieure à 5 fois la hauteur libre guidée. Préférer l'ajout de barres de flèches.

### Étude du gréement dormant

#### détail des calculs

- Effort de compression du mât en statique :

Le pied de mât de misaine est à 2,5 mètres au dessus du centre anti-dérive, le premier étage de barre de flèche est à 5,1 m du pied; deuxième étage est à 5,4 m au dessus du premier étage et 3 m en dessous de la tête de mât; la longueur totale du mât est de 13,5 m.

Pour une déformation de l'étai telle que l'angle de fixation par rapport au plan passant par l'axe du bateau et du mât est de 10%, soit  $5,7^\circ$ , la force de compression du mât, pour l'étai et sa drisse, est de 15 fois la pression globale sur la voile.

**Par exemple**, pour une voile d'étai (Yankee) de 24 m<sup>2</sup>, la force du vent exercée sur cette voile est de l'ordre de 240 kg<sub>f</sub> par force 6; La force de pression sur la tête du mât doit être évaluée à  $240 * 15 = 3\ 600\ \text{kg}_f$

D'autre part, la force latérale des voiles d'avant exercée en tête de mât sera de l'ordre de  $240 / 3$  en supposant que la force du vent soit répartie en valeurs 2/3 ; 1/3 entre le pied de mât et la tête de mât; soit un couple de  $(240 * 1 / 3) * (13,5 + 2,5) = 1\ 280$  mètre-kilo; pour un point d'attache au pont situé à 1,5 mètre du pied de mât, la force de tension sera de  $1\ 280 / 1,5 = 1\ 280\ \text{kg}_f$

À ces forces il faut encore ajouter la force exercée par la grand voile (24 m<sup>2</sup>) et l'effort dû à la drisse d'étai par la traction sur l'écoute de grand voile.

**Résumé :**

**Somme des forces = (longitudinales) étai+drisse + (latérales) Yankee 24 m<sup>2</sup> + grand-Voile 24m<sup>2</sup> + drisse-de-GV**

**Force de compression sur le mât de misaine = 6860 kg<sub>f</sub> (3600 + 1280 + 1280 + 700)**

**Couple de redressement 2560 mètre-kilo pour les voiles d'avant (Yankee 24 m<sup>2</sup> + Grand voile 24 m<sup>2</sup>)**

- Effort de compression du mât en dynamique :

Les choses ne sont pas si simples. À ces forces, évaluées ci-dessus, il faut encore ajouter les forces engendrées par le roulis.

Le mât a une masse égale à son poids divisé par 9,81. Lorsque le bateau est très chahuté par les vagues la force d'opposition dépend de l'accélération de l'oscillation,

intégré sur toute sa longueur.  $\int_L \vec{df} = m \cdot \int_L d\vec{v}/dt$  où  $\vec{v}$  dépend de la hauteur h par

rapport au centre de rotation de l'oscillation (Le pied de mât n'est pas le centre de rotation). Le domaine L d'intégration est la longueur du pied de mât jusqu'en tête de mât.

On voit que c'est compliqué car on ne peut pas connaître à l'avance la fréquence et la hauteur des vagues; mais on peut se contenter d'une estimation dans le cas particulier où le bateau est chahuté d'un bord sur l'autre de +30 à -30 degrés, à rapprocher à l'effort correspondant au couple de redressement à 30°. Au delà de ces 30° on sait qu'il y a de gros risques de chavirage, qu'il convient de prendre la cape et de réduire la voile !!!

**Par exemple**, avec un vent de force 6 à 25 nœuds de vent, à la cape, la goélette

Cardabela mouille son liston sous le vent par 30° de gîte. Pour 10 Kg par mètre carré et une voilure globale de 72 m<sup>2</sup> on peut estimer le **couple de redressement à (2,5 + 5) \* (10 \* 72) = 5 400 mètre-kilo** (Centre de voilure estimé à 5 mètres au dessus du pont et centre anti-dérive à -2,5 mètres sous le pied de mât)

**dans ce cas simplifié on peut estimer que la compression maximale du mât due à l'effort latéral en dynamique ne doit pas dépasser 5 400 / 1,5 = 3 600 kg<sub>f</sub>** Cette

valeur vient s'ajouter aux autres contraintes comme en statique :

**Somme des forces = (longitudinales) étai+drisse + (latérales en dynamique) + drisse-de-GV**

**Force de compression sur le mât de misaine = 7 900 kg<sub>f</sub> (3600 + 3600 + 700)**

L'effort de compression maximal du mât de misaine peut être évalué à la plus grande des deux valeurs de compression, en statique, et en dynamique, arrondi à : **8 000kg<sub>f</sub>**

## Choix des câbles du mât de misaine

Rappel des caractéristiques des câbles "Inox"

*Diamètres en mm*

*Poids en kg<sub>p</sub>*

*Rupture en kg<sub>f</sub> (ou en daN)*

Diamètre	Poids au mètre	Résistance à la rupture
diamètre 6	0,1782	3 850
diamètre 8	0,3168	5 383
diamètre 10	0,495	8 410
diamètre 12	0,72	12 111

### Le triangle avant permet d'évaluer l'effort sur le marocain :

- Effort longitudinal sur l'étau 3 600 kg<sub>f</sub>
- Distance entre le pied de mât et le point d'amure de l'étau # 6 mètres.
- Hauteur du mât de misaine = 13,5 m
- $F = 3\,600 * 6 / (6^2 + 13,5^2)^{1/2} = 1\,462 \text{ kg}_f$
  
- Effort longitudinal sur l'étau de trinquette 2 100 kg<sub>f</sub>
- Distance entre le pied de mât et le point d'amure de l'étau de trinquette # 4 mètres.
- Hauteur du point d'attache au mât de misaine = 9,3 m
- Effort longitudinal au point d'attache :  $2\,100 * 4 (4^2 + 9,3^2)^{1/2} = 830 \text{ kg}_f$
- Couple longitudinal en tête de mât :  $830 * 9,3 = 7\,719 \text{ mkg}_f$
- Effort reporté en tête de mât *en ignorant l'effet des fausses-bastques* :
- $7\,719 / 13,5 = 572 \text{ kg}_f$

Effort total sur le marocain :  $1\,462 + 572 = 2\,034 \text{ kg}_f$

### Le triangle de sous-barbe permet d'évaluer l'effort sur le câble :

$F = 3\,600 * (1,5^2 + 1,8^2)^{1/2} / 1,8 = 4\,680 \text{ kg}_f$

## Choix des câbles "Inox" du gréement de misaine

Effort en kg<sub>f</sub> (ou en daN)

Diamètres en mm

Câble	Effort estimé	Diamètre choisi
étais	3 600	10
étais de trinquette	2 100	10
haubans de tête	3 600	10
fausses bastaques		8 ou 10
haubans et bas-haubans		8
marocain	2 034	6 ou 8
sous barbe	4 680	12

## Caractéristiques du mât d'artimon

Mât Marco Polo ME47; diamètres : 20 x 14 cm ; longueur : 13,5 m ; épaisseur : 0,4 cm ; poids au mètre : 5,77 kg ; section = 21,5 cm<sup>2</sup>

### Résistance à la compression du mât d'artimon

Résistance à la rupture : 21,5 \* 6000 = 129 000 kg<sub>f</sub>

Charge pratique sur le mât d'artimon avec un coefficient de sécurité de 3 : 21,5 \* 2000 = 43 000 kg<sub>f</sub>

### Résistance au flambage du mât d'artimon

k = 1 pour deux extrémités guidées.

$$I_G = \pi/32 \cdot (D^4 - d^4) \text{ avec } D \text{ et } d \text{ en cm}$$

$$I_G = 3,14 / 32 * (17^4 - 16,2^4) = 1438 \text{ cm}^4$$

$$I = I_G * Pd / D$$

$$I = 1438 * 14 / 17 = 1184 \text{ cm}^4$$

$$Pr = k \cdot 700 \cdot I_G / L^2 \text{ avec } I_0 \text{ en cm}^4; L \text{ en mètre; } E = 700000 \text{ kg/cm}^2 (70 \text{ GPa});$$

Tronçon de mât le plus long : 4,6 m

$$Pr = 700 * 1184 / 4,6^2 = 39 168 \text{ kg}_f$$

Tableau des charges pratiques à prévoir pour l'épontille d'artimon

Coefficient de sécurité	Mât d'artimon	Prévisions pour l'épontille
5	$P_p = 39\,168/5 = 7\,834\text{kg}_f$	8 000 $\text{kg}_f$
3	$P_p = 39\,168/3 = 13\,056\text{kg}_f$	13 000 $\text{kg}_f$

## Épontille du mât d'artimon

L'épontille d'artimon est en kotibé monobloc de longueur libre maximale de 1,87 m, de section rectangulaire  $h = 24\text{ cm} \times b = 5\text{ cm}$ , maintenu en bas par un plancher et en haut entre la table à cartes et la table aux instruments.

### Résistance au flambage de l'épontille du mât d'artimon

$$I = 2 \cdot I_y = 2 \cdot \frac{h \cdot b^3}{12}$$

$$I = 2 \cdot \frac{24 \cdot 5^3}{12} = 500\text{ cm}^4$$

$$P_r = k \cdot 110 I / L^2 \text{ avec } I \text{ en cm}^4; \text{ Len mètre } E = 110\,000\text{ kg/cm}^2$$

$$P_r = 4 \cdot \frac{110 \cdot 500}{1.87^2} = 62\,913\text{ kg}_f$$

Charge pratique pour le kotibé (droit fil)  $P_p = P_r / 5$

$$P_p = 4 \cdot \frac{62\,913}{5} = 12\,582\text{ kg}_f \text{ avec un coefficient de sécurité de 5.}$$

**Note :** Pour le kotibé spécialement choisi en droit fil on peut prendre un coefficient de sécurité de 5.

## Résumé pour le mât d'artimon

### Résumé des efforts pour le mât d'artimon

**Coefficient de sécurité = 5**

Résistance à la compression pour le mât : 25 800  $\text{kg}_f$

Résistance au flambage pour le mât : 8 000  $\text{kg}_f$

Résistance à la compression pour l'épontille : 12 000  $\text{kg}_f$

Résistance au flambage pour l'épontille : 12 500  $\text{kg}_f$

**Coefficient de sécurité = 3**

Résistance à la compression pour le mât : 43 000  $\text{kg}_f$

Résistance au flambage pour le mât : 13 000  $\text{kg}_f$

Résistance à la compression pour l'épontille : **20 000 kg<sub>f</sub>**

Résistance au flambage pour l'épontille : **21 000 kg<sub>f</sub>**

Synthèse pour l'ensemble mât - épontille  
d'artimon

Coefficient de sécurité	Résistance globale
<b>5</b>	<b>7 800 kg<sub>f</sub></b>
<b>3</b>	<b>13 000 kg<sub>f</sub></b>

La résistance au flambage du mât d'artimon est le point le faible de l'ensemble, à comparer à l'effort dû au haubanage.

### Haubanage du mât d'artimon

**Voir** : [https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette\\_Cardabela/Plans#Plans\\_du\\_haubanage](https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette_Cardabela/Plans#Plans_du_haubanage)

Le mât d'artimon tout comme le mât de misaine peut pivoter autour d'un axe situé sous l'avant du pied de mât.

On peut hisser le mât d'artimon, par l'arrière, à l'aide des drisses du mât de misaine. Les haubans doivent être fixés, en place. Les marches fixées sur le mât de misaine permet d'y monter pour goupiller la ferrure de tête de mât au marocain qui relie les deux têtes de mât. Le mât d'artimon prend naturellement sa place en tirant sur la drisse de la voile, directement ou en prenant appui sur la bôme avec l'aide d'un palan.

*La mise en place du mât, autre que la procédure ci-dessus, n'a pas été testée.*

### Diamètre des câbles du haubanage du mât d'artimon :

- **Note de rappel** : L'effort sur les pataras est de 6 240 kg<sub>f</sub>.

**Les pataras** sont constitués de deux câbles de diamètre 8 mm équipés d'isolateurs pour les communications *haute fréquence* sur la bandes radio-amateurs de 10 mètres.

**Haubans** : Diamètre des deux câbles 8 mm

**Haubans intermédiaires** : Diamètre des deux câbles : 6 mm

**Bas haubans** : Diamètres des quatre câbles : 8 mm



# Le cockpit

---



***Le cockpit est situé en creux à l'arrière de la cabine de pilotage. Il est muni d'un taud de soleil à trois arceaux. L'équipage y dispose de trois coffres et de deux aménagements amovibles.***

**Le coffre central** doit rester peu encombré, il sert d'accès au moteur, il sert aussi de table aux escales.

**À l'arrière du coffre central :** On voit, sur l'image ci-dessus, un autre coffre qui protège le vérin de barre à roue avec les renvois sur les trois safrans. Il sert aussi de siège au barreur ou plutôt à son équipier car il est difficile de barrer assis avec pour seule vue le devant du bateau à travers les panneaux ouvrants de la cabine de pilotage intérieure.

On voit aussi, sur l'image ci-dessus, la timonerie extérieure (La colonne de barre à roue sans sa barre) avec son compas de route et le coffrage blanc de commande par câbles pour l'ensemble moteur-inverseur avec, sur le dessus, les écrans des instruments de navigation.

**Le coffre tribord** contient le réservoir à gasoil de secours, car le gasoil pollué est courant aux petites escales méditerranéennes.

*Une observation visuelle permet de connaître l'état du gazole. Une coloration verte, noire ou marron, une eau trouble dans le filtre décanteur, des filtres recouverts de taches, ou encore des boues ou des dépôts gélatineux dans le réservoir, sont des signes de pollution par les bactéries du carburant. Mais, attention, si on ne prend pas la précaution de le vérifier régulièrement et, si l'eau n'a pas été évacuée à temps, elle peut passer dans la pompe à injection et provoquer des dégâts importants.*<sup>[1]</sup> **L'aménagement tribord** contient le canot de survie. Le couvercle de cet aménagement est aussi le plancher du poste d'observation de la veille en navigation.

**Le coffre bâbord** contient le matériel d'amarrage, un jerrican de transport et de secours de 20 litres pour le gasoil, et un bouteille de butane. L'évacuation des vapeurs toxiques ou inflammables s'effectue par un orifice d'évacuation vers l'extérieur du bateau.

**L'aménagement bâbord** contient le matériel courant pour éviter de descendre dans les cabines pendant la veille en navigation.

## Références

1. <https://www.dielette.fr/2016/06/14/batteries-carburant-souci-plaisancier/>

## Le « roof »

---

Outre le capot de la descente, le *roof* est équipé de quatre panneaux solaires ouvrants.



Panneaux solaires ouverts.



Panneaux solaires fermés.



Articulation du pied de mât d'artimon.



Articulation du pied de mât d'artimon.



Articulation du pied de mât de misaine.

Les pieds des mâts sont articulés autour d'un axe qui permet leur pivotement sur l'avant. Les haubans sont également équipés d'une articulation, ils permettent ce pivotement tout en maintenant l'équilibre latéral. Les axes des mâts doivent être maintenus alignés avec l'articulation des haubans.

## Les filières

---

Les filières sont amarrées au pont à l'avant et à l'arrière, faute de balcons qui gênent les manœuvres de voile à avant.

Les filières sont guidées par des chandeliers de 60 cm, surélevées de 10 cm par fixation sur les listons. Elles sont tendues par des petits ridoirs de résistance conformes à la réglementation, capables de résister à la chute d'un homme par dessus bord.

## Les safrans

---

Les safrans sont constitués de ronds en acier de 60 mm de diamètre, chemisés par des tubes en acier inoxydable 60 x 61,5 mm sur toute la longueur immergée. Les extrémités sont en acier inoxydable spécialement façonnées pour recevoir les bras manchots de gouverne.

L'acier inoxydable n'est pas inoxydable en absence d'oxygène, c'est le cas en immersion.

Le chemisage est effectué avec des presses et enduction de graisse hydrofuge. La chemise est également protégée de la corrosion par enduction de graisse hydrofuge lors de l'assemblage des deux demi-ails de safran. Les deux demi-ails en polyester sont remplies de mousse polyuréthane et sont assemblées par boulonnage emprisonnant la mèche de safran.

Les axes des safrans traversent la coque guidés par de gros roulements à rotule sur billes, auto-alignants. La traversée de coque est protégée par des joints « SPI » à lèvres de chaque côté des roulements. Les extrémités supérieures des axes sont guidées par des roulements à billes à contact radial.

Notez que la mèche du safran central, en acier inoxydable, n'est pas visible sur les photos ci-contre, car la mèche de ce safran longe la coque, loin des safrans latéraux. Son extrémité immergée est guidée par le bas de la cage d'hélice. La traversée de la coque se fait au travers d'un guide en polyéthylène haute densité (PEHD). Le safran est constitué d'un feuille en acier inoxydable repliée autour d'un tube également en acier inoxydable. Le bras de direction est fixé au safran par des vis et sa rotation est assurée par des méplats.



Système de commande de l'angle de barre des trois safrans de la goélette. Le petit safran central, situé derrière l'hélice, sert à faire pivoter le navire lorsqu'il n'a pas d'erre. Les deux safrans latéraux commandent la rotation lorsque le navire se déplace.

Il convient de protéger de la corrosion tout ce matériel bien fragile, pour cela on utilise les anodes en zinc, on peint, on graisse à la graisse hydrofuge.

## Aperçu de la disposition des safrans



Système de commande de l'angle de barre.  
Détail de la commande, du renvoi, et du capteur de position de barre.  
(Remarque: Ces photos n'ont pas été prises pour être présentées sur wikis, elles devront être remplacées)



# Hélice

---



**L'hélice a un chapitre spécial**

<https://fr.wikibooks.org>

[/wiki/Hélices\\_de\\_navires\\_à\\_déplacement](https://fr.wikibooks.org/wiki/H%C3%A9lices_de_navires_%C3%A0_d%C3%A9placement)

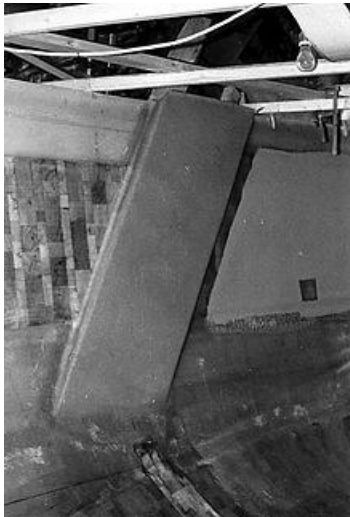
QR Hélice version  
imprimable

## Les dérives relevables

---



Dérives en place remontées.



Stratification du puits de dérive bâbord

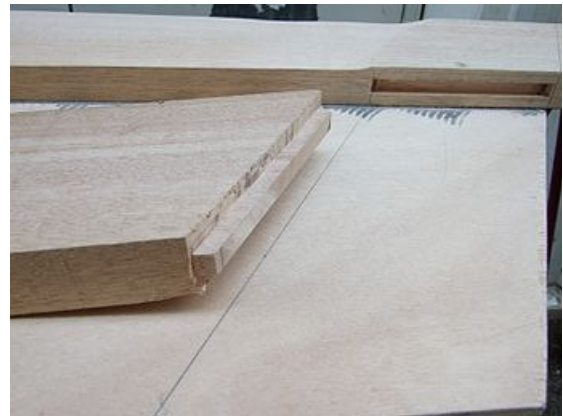


La dérive peut et doit pouvoir casser

- La résistance est assurée par une planche de bois imputrescible de 4 m de long par 15 cm de large et 36 mm d'épaisseur. Cette planche est amincie progressivement depuis le niveau de flottaison jusqu'à son extrémité inférieure, sur une seule face.
- La surface anti-dérive est constituée de contreplaqué CTBX de 2,5 m par 50 cm en 10 mm d'épaisseur.
- On découpe le contreplaqué à chaque extrémité avec un angle de 60 degrés qui correspond à l'inclinaison des passages aménagés lors de la construction de la coque. Ces passages sont de 50,5 x 5 cm.



4. Collage planche-CTBX 10mm



5. Renfort anti-torsion

- Le contreplaqué est ensuite collé sur la planche de bois jusqu'à 20 cm de l'extrémité avec une colle souple genre sikaflex ou similaire ; éviter les colles dures et les colles blanches.
- Il est nécessaire de coller un renfort de compression et anti-torsion en haut de la plaque de contreplaqué.



5. Collage du renfort



6. Collage de l'extrados en CP 3mm

- La forme est obtenue, sur l'avant, avec de la mousse polyuréthane et, sur l'arrière avec du contreplaqué marine de 3 mm d'épaisseur.



7. Affinage des bords et masticage



7. Mise en forme du bord d'attaque

- L'ensemble est ensuite travaillé à la ponceuse pour amincir légèrement le bord de fuite et préparer la planche pour une obtenir une finition d'aile.



8. Époxy et anti-salissures



8. Dérives terminées

- La partie immergée est ensuite enduite par deux couches de résine époxy puis l'ensemble est peint selon les préférences de couleurs, avec une finition de peinture anti-salissure sous-marine pour les parties immergées.

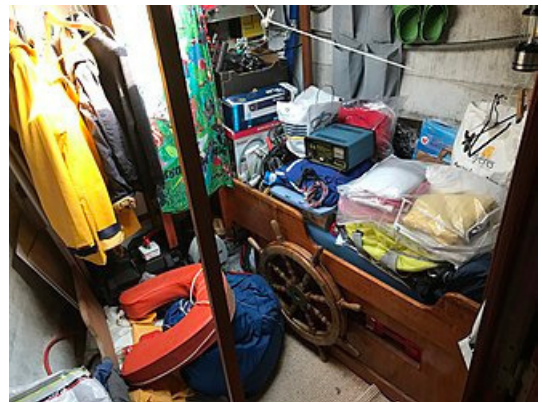


# Construction - Aménagements intérieurs

## Cabine avant

---

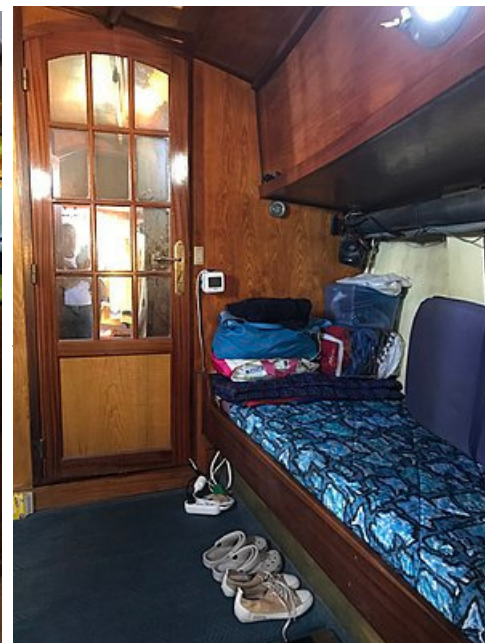
Dans la cabine avant il était prévu un couchage permanent avec une banquette en face, transformable en couchette occasionnelle. La banquette n'a pas été très désirée. La structure est restée telle qu'elle existait à la mise à l'eau du bateau. Pendant un moment il a été envisagé d'aménager un WC avec lavabo pour les invités ; mais son intérêt n'est pas apparu indispensable. Il y a bien eu l'idée d'aménager un placard-penderie ... mais du poids en plus pour rien ... Ça ne s'est pas fait.



Cabine avant, couchage simple, penderie, petite bibliothèque, propulseur d'étrave, batteries 24 et 12 volts avec leurs chargeurs.

## Cabine propriétaire

---



Couchage double côté tribord avec trois tiroirs de rangement. Couchette simple à bâbord

## Carré

---



Aménagement du carré avec un lit double transformable en banquette. Table du carré avec les côtés rabattables.

## Couloir

---



Couloir de liaison entre la cuisine (la descente), le carré et les cabines. Dans le couloir : la cambuse. Dans le carré : le réfrigérateur construit comme une glacière.

# Cuisine

---



Image de gauche : Vue de la cuisine avec l'évier côté bâbord (à droite sur la photo)

Image de droite : Descente vue du côté tribord. Cuisine et évier côté bâbord (au fond)

# La timonerie

---

*La barre à roue intérieure se trouve face à la descente sous la table à cartes et les instruments de navigation.*

**Au pied de la descente :**

À **bâbord** se situe la cuisine puis, dans le couloir, sur la droite, les toilettes équipées d'un WC Lavac. (Cuvette à dépression). L'évacuation se fait en une seule opération, avec aspiration de l'eau de mer qui assure le rinçage de la cuvette. La pompe à main est facilement démontable et doit être régulièrement entretenue, démontée et détartrée au moment du carénage.

À **tribord** se situe la douche, le désalinisateur et occasionnellement le WC chimique amovible utilisé aux mouillages.



Descente



Timonerie



Pupitre des instruments de navigation



Table à cartes devenue inutile avec internet



Douche en rénovation



Désalinisateur d'eau de mer



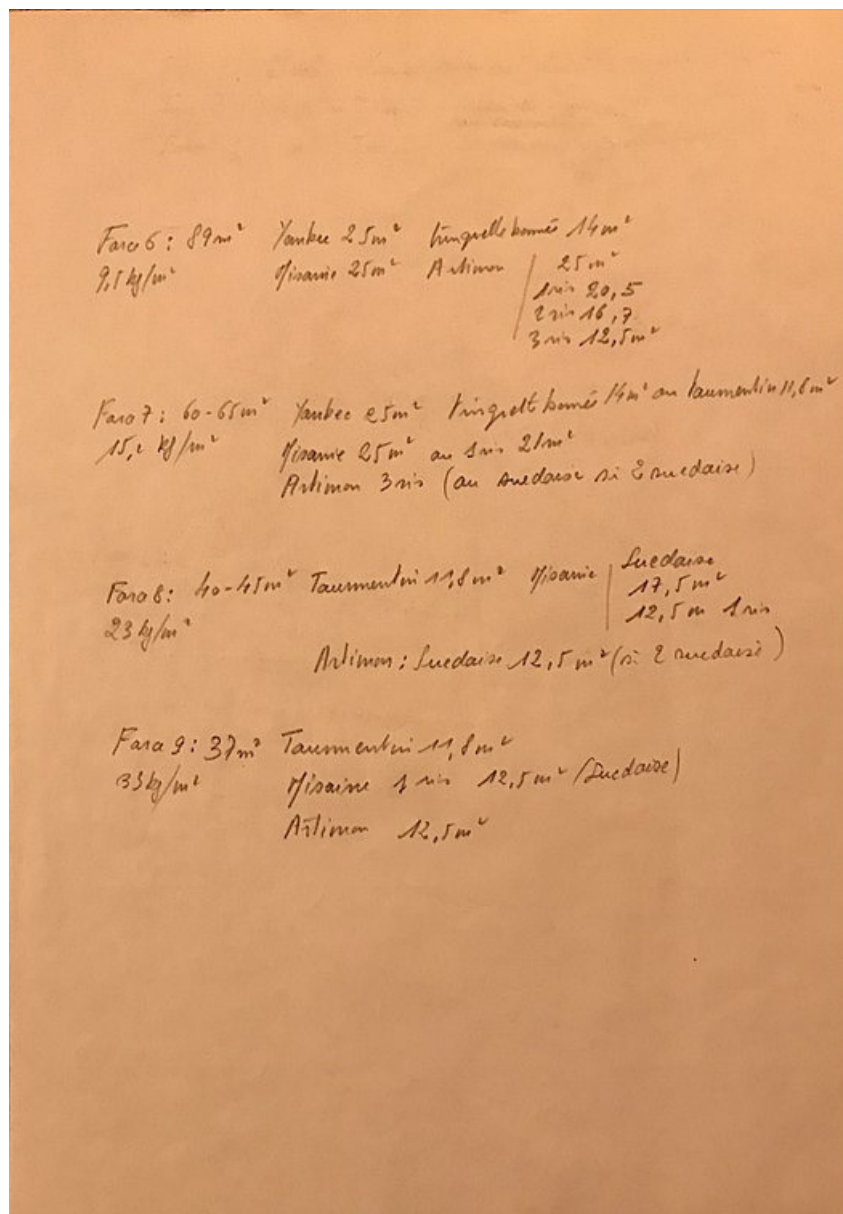
Couchette de quart tribord *encombrée*.  
Tableaux électriques, et commandes de batteries du moteur et des services.

# Voilerie

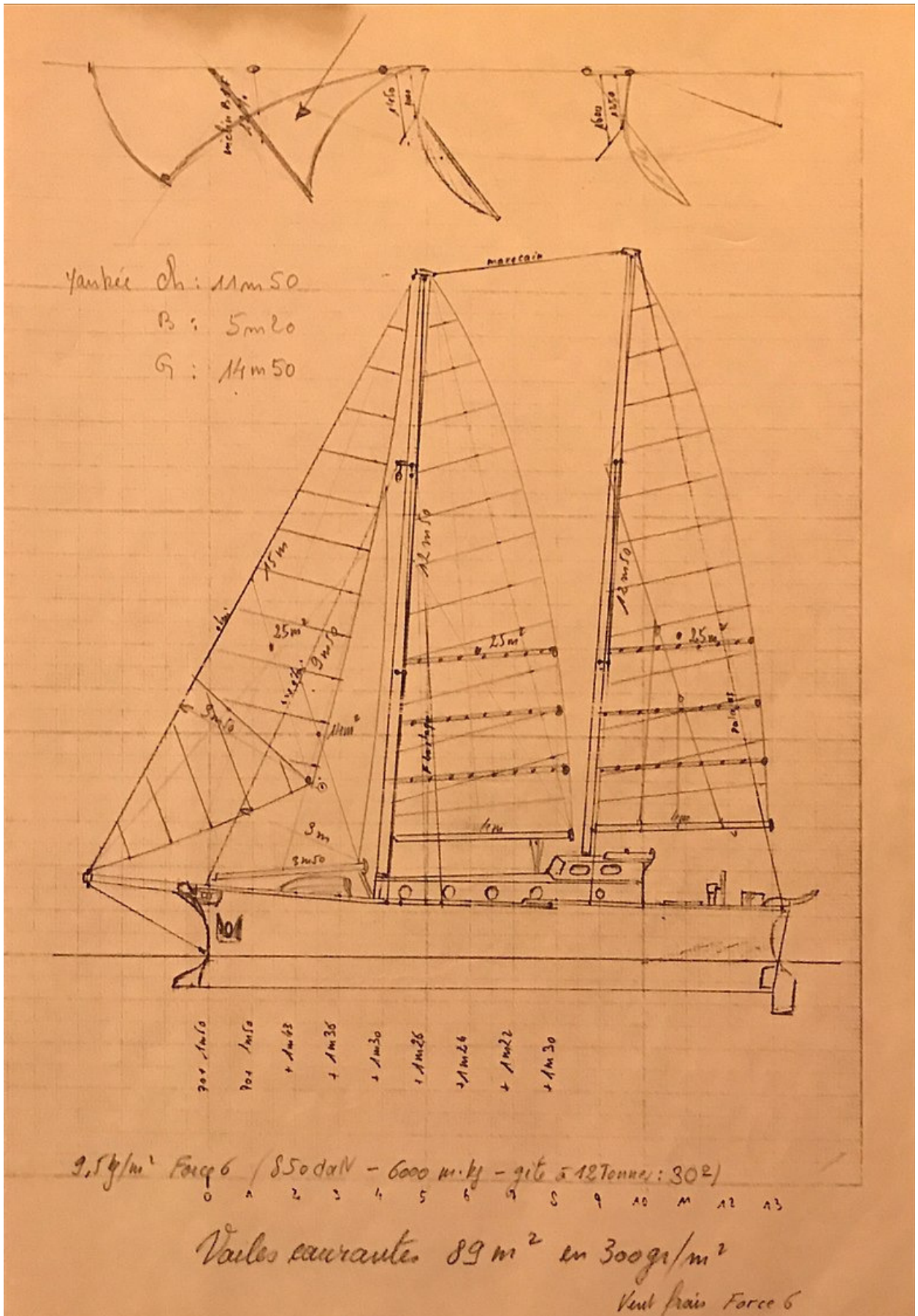
## Voilerie du prototype

### La voilerie initiale comprenait

- Un Yankee de 25 m<sup>2</sup>
- Une trinquette de 14 m<sup>2</sup> réductible avec des ris
- Une grand voile de misaine de 25 m<sup>2</sup>
- une grand voile d'artimon de 25 m<sup>2</sup>
- une voile suédoise pour le mât de misaine 17 m<sup>2</sup>
- un tourmentin endrailleable sur le bas hauban à la place de la trinquette. 7 m<sup>2</sup>



Évaluation des voilures (Plans d'origine retrouvés en 2017)



Voilure courante jusqu'à F6 maximum (Plans d'origine retrouvés en 2017)



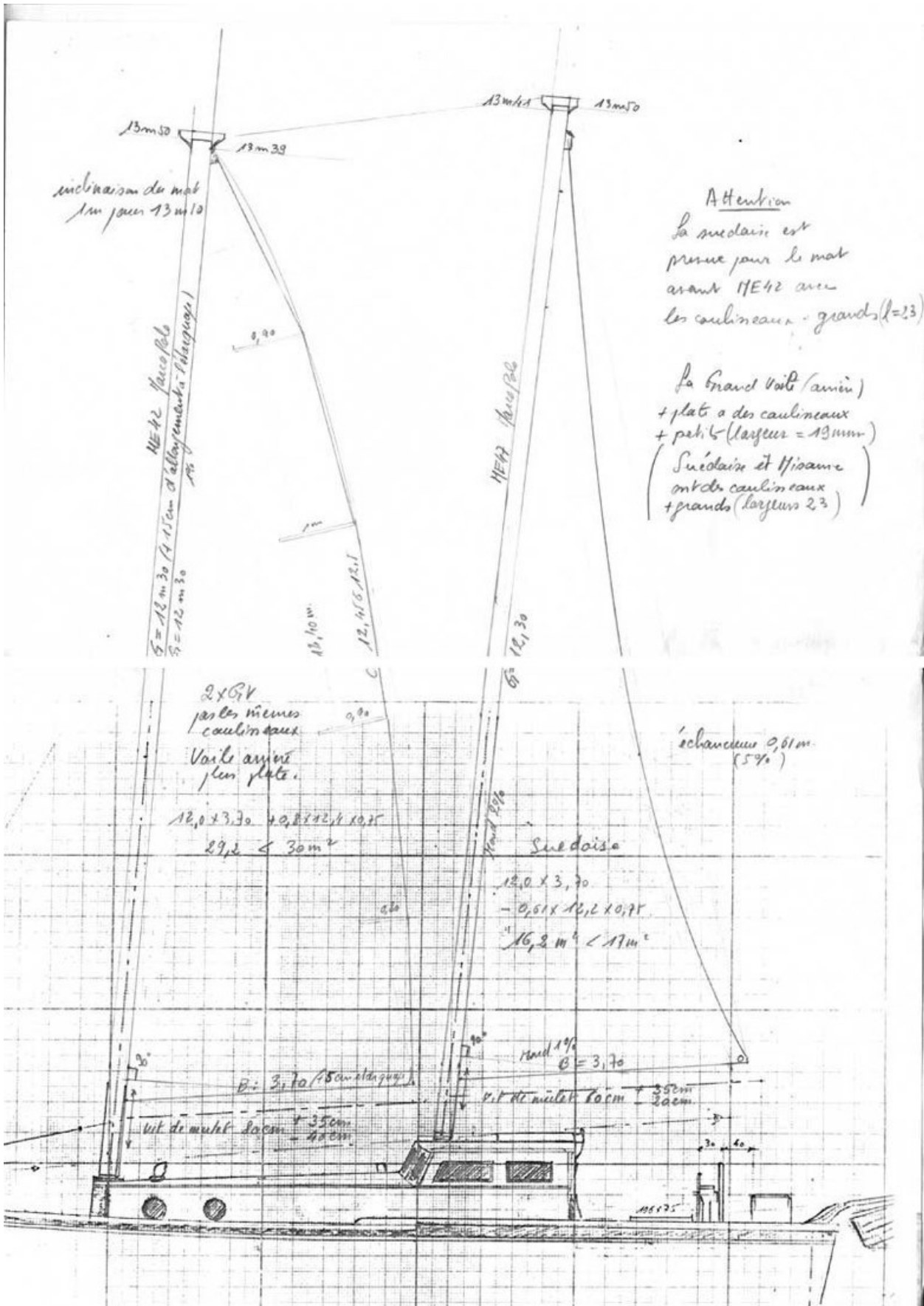
# Voilerie commandée en 1982

..... ADRESSE..... TEL.....  
 COMMANDE GROUPEE DE VOILES ( MOIS DE JUILLET 1982) A retourner avant le 30 JUIN 1982  
 a ASNIERES en indiquant sur l'enveloppe OFFRE VOILE

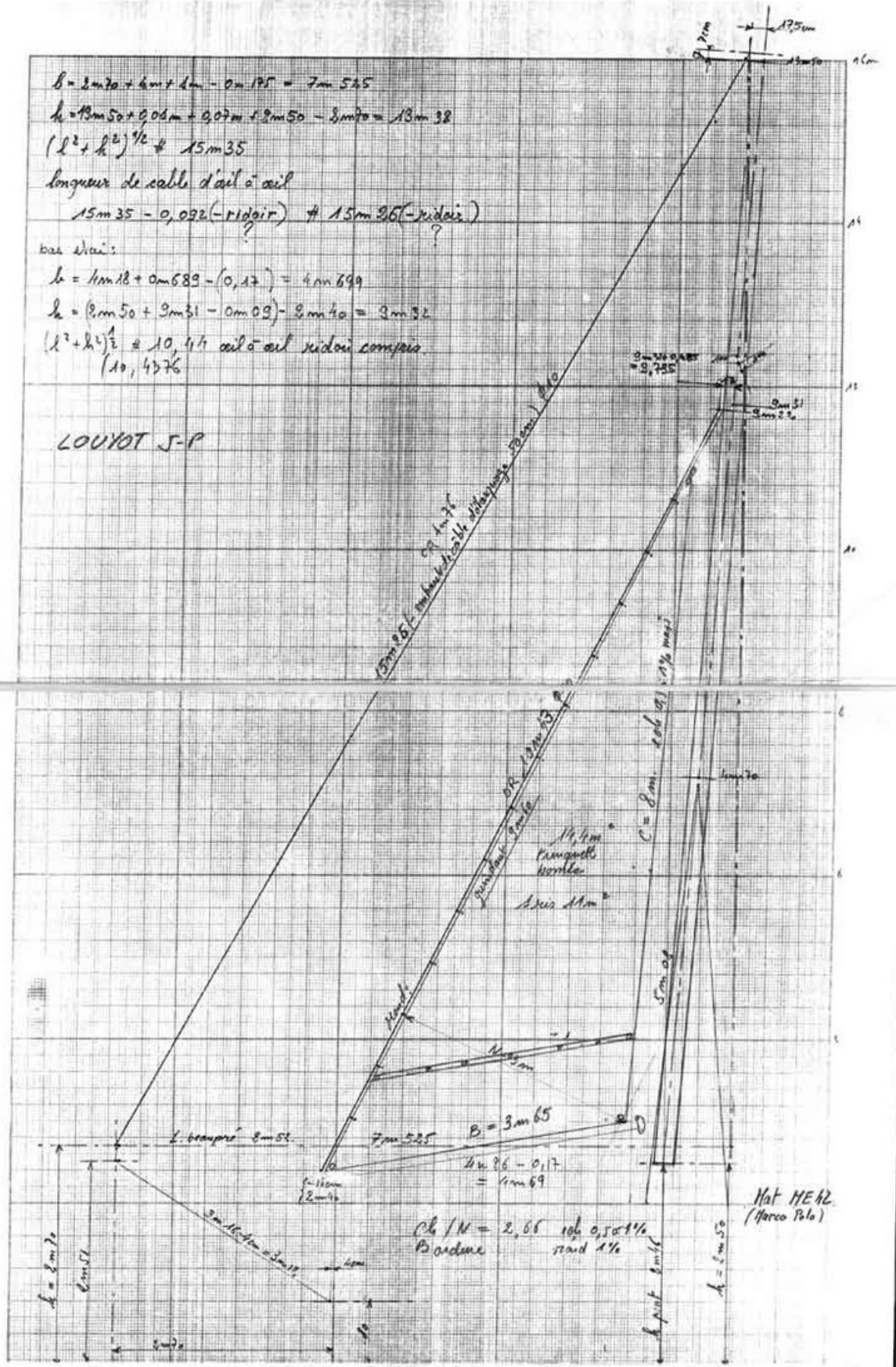
	VOILE N° Indiquer la correspondance dans le cadre A en bas du tableau									Quantité totale	Référence	PRIX unitaire	MONTANT		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
SURFACE de la voile	30	30	18	14	7										
<b>TISSUS A VOILE</b>															
<b>POLYANTE T T F</b> grammage 110 g											207101	22.20			
<b>DACRON BAINBRIDGE</b> grammage 55 g startite											207102	19.50			
82 g rip stop											207103	18.00			
180 g dacron											207104	26.00			
250 g											207105	27.50			
300 g											207106	33.50			
340 g (-voile Av)											207107	39.00			
340 g (-grand Vo)											207108	38.00			
370 g - dacron											207109	39.00			
410 g											207110	42.00	7182,00		
Sous total TISSUS ( à reporter ligne référence 207137										171					
<b>TETIERES</b>	1	1	1							3	207111	18.25	54,75		
<b>RIVETS</b>	15	15	15							45	207112	0.50	22,50		
<b>OEILLETS</b>															
Gros œillets-cousus ø 40											207113	5.00			
Gros œillets cousus ø 50	9	9	5	5	2					30	207114	6.30	189,00		
Petits œillets cousus n° 18	23	23	13	18	11					88	207115	1.20	105,60		
Petits œillets frappés n° 18	16	16	16							48	207116	0.50	24,00		
<b>TRIANGLE ECOUTE INOX ø 10</b>					1						207117	25.00			
<b>COULISSEAUX</b>															
coulisseaux grand mat largeur 32											207118	2.60			
coulisseaux artimon largeur 23	24	24								48	207119	1.60	76,80		
coulisseaux rond											207120	21.60			
coulisseaux plat 110x	1	1	1							3	207121	12.50	37,50		
<b>CABLE INOX GAINÉ</b>															
<del>Cable inox ø 4</del>											207122	2.50			
Cable inox ø 6				10,1	8,2	8,1				20,4	207123	13.00	265,20		
<b>SANGLE POLYAMIDE larg 35</b>				10,1	8,2					18,3	207124	1.50	27,45		
<b>GAMCLEAT</b>	4	4								8	207125	13.70	109,60		
<b>MOUSQUETONS</b>															
Bague de foc inox à coudre L 60											207126	14.30			
Bague de foc inox à coudre L 80					11						207127	24.90	273,90		
Mousqueton laiton à coudre L 75											207128	6.50			
Mousqueton laiton à coudre L 90				13							207129	13.20	171,60		
<b>RUBANS ( bourdure - chute-guindant)</b>															
Ruban dacron 250 g largeur 70	13	13	13							39,00	207130	2.50	97,50		
340 g largeur 100	17	17	17	18,6	15,9					80,50	207131	4.50	375,75		
340 g largeur 70	12,8	12,8	11,8	14,3	12,1					64,80	207132	3.10	200,88		
Ruban Faure Roux de 35 ( FR 35)	25,8	25,8	15,6	22,8	17,9					118,10	207133	1.70	200,77		
<b>LOT de 4 lattes Aquabatten en fibre de verre</b> ( 1 de 0.80m-2 de 0.90 m - 1 de 1m) le lot										2	207134	160.00	320,00		
<b>SAG A VOILE</b>	1	1	1	1	1					5	207135	30.00	150,00		
<b>FORFAIT FOURNITURE NON REPERTORIEE</b> ( fil, sangle de renfort ... etc ) % déterminé en fonction des offres précédentes .... 7,00 % du PRIX DU TISSUS reporter dans la colonne quantité le sous total TISSUS											207136	0.07	508,74		
<b>PARTICIPATION REALISATION FRAIS DE DOSSIER</b> 5 frs par voile ( nombre de voile dans la colonne quantité)										5	207137	5.00	25,00		
<b>MONTANT TOTAL A PAYER</b>															10412,84
<b>Reperage des voiles</b>															
N° 1 GV. (Maine)	N° 4. Tringotte bôme	N° 7.....													
N° 2 GV (+plate arriu)	N° 5. Toummentin	N° 8.....													
N° 3 Grande Suedoise	N° 6.....	N° 9.....													

PAYE par cheque N° 17.2378  
 sur BNP à l'ordre  
 de la Société Coopérative Unité Amateur

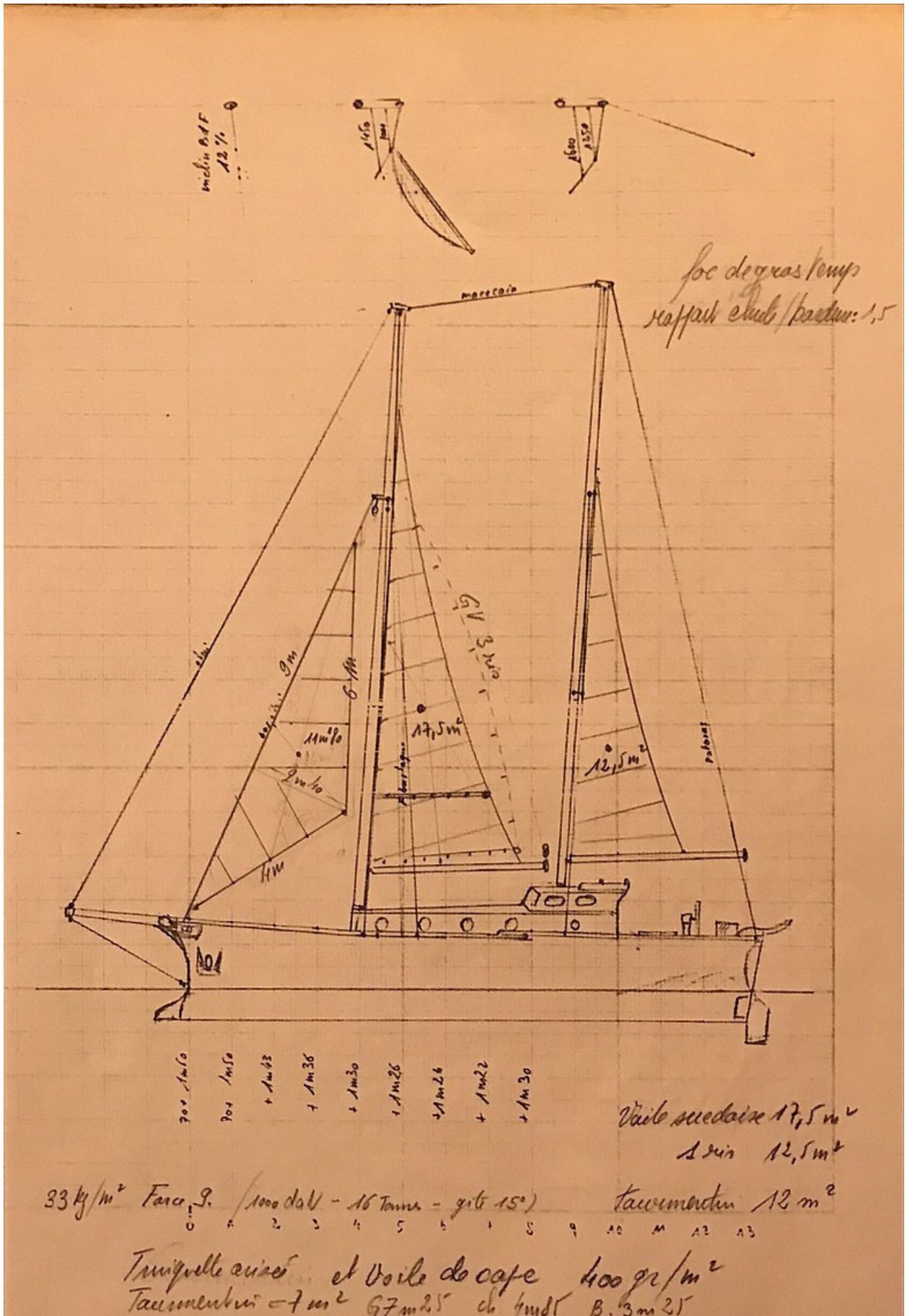
Détails de la commande pour la voilerie LOIZE.



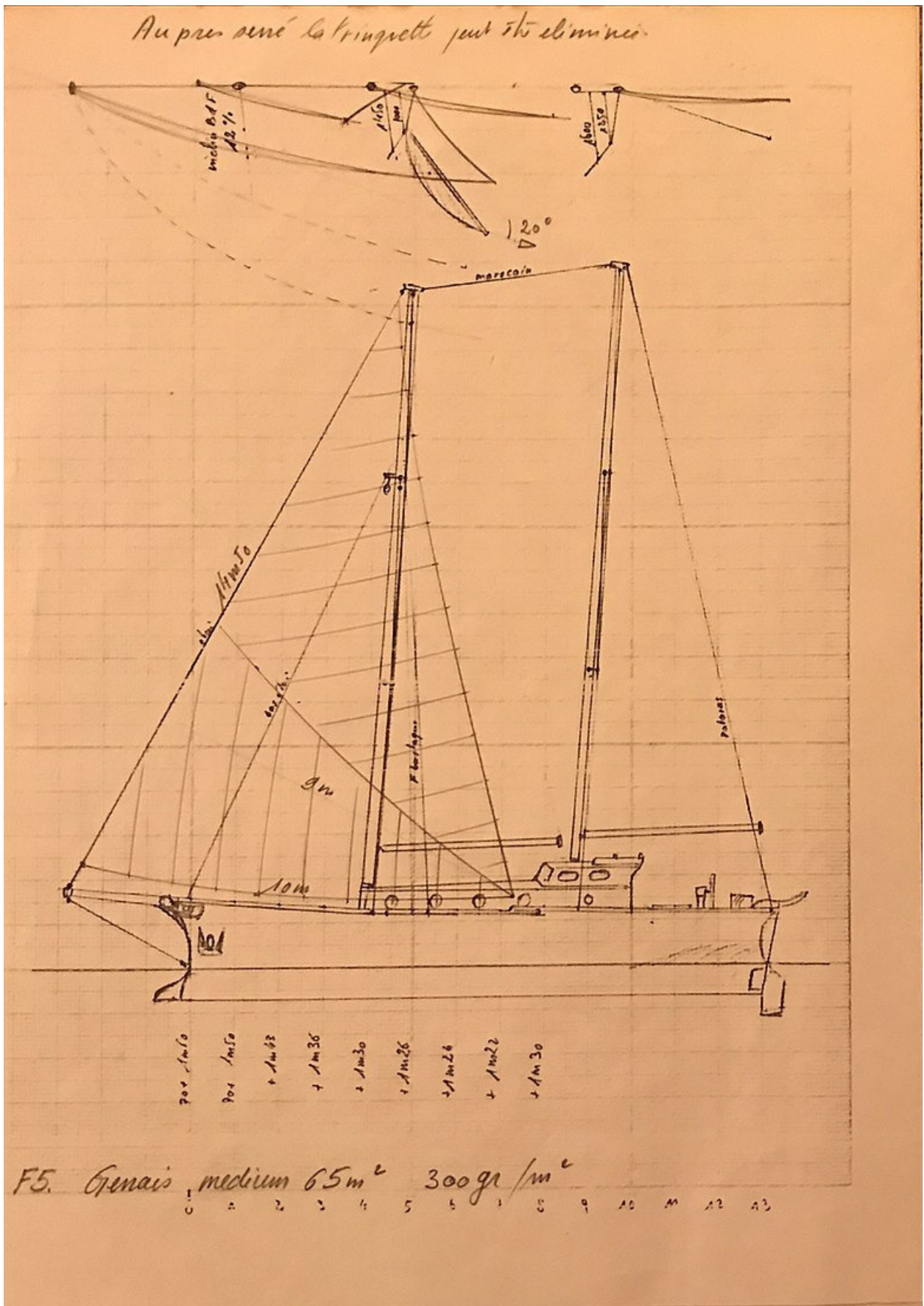
Plan de voilure hauturière courante pour la voilerie; **Grands voiles et suédoise.**



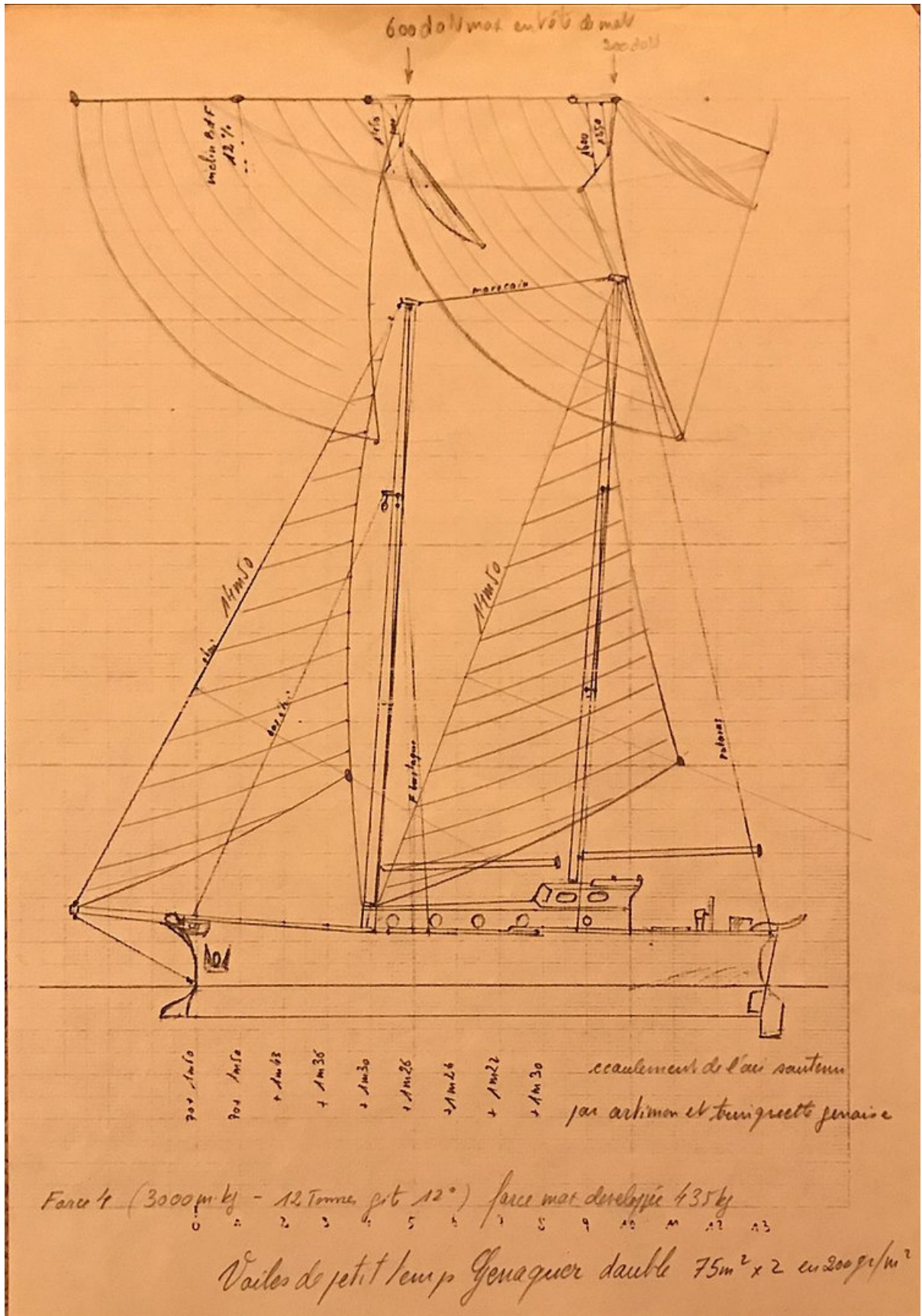
Plan de voilure hauturière courante pour la voilerie; Trinquette bômée.



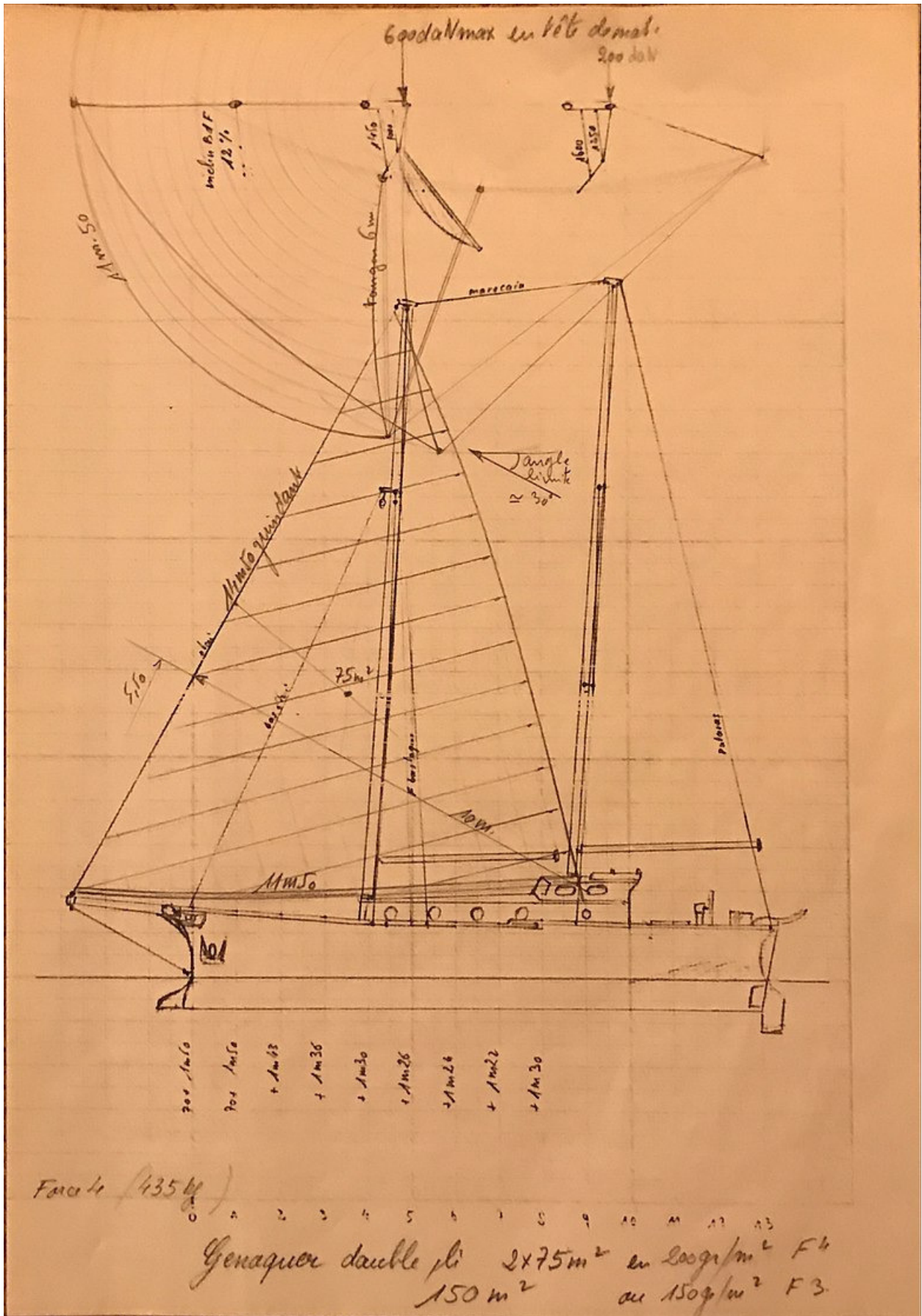
Plan de voilure réduite Force 8, F9 maximum si possible (Plans d'origine retrouvés en 2017)



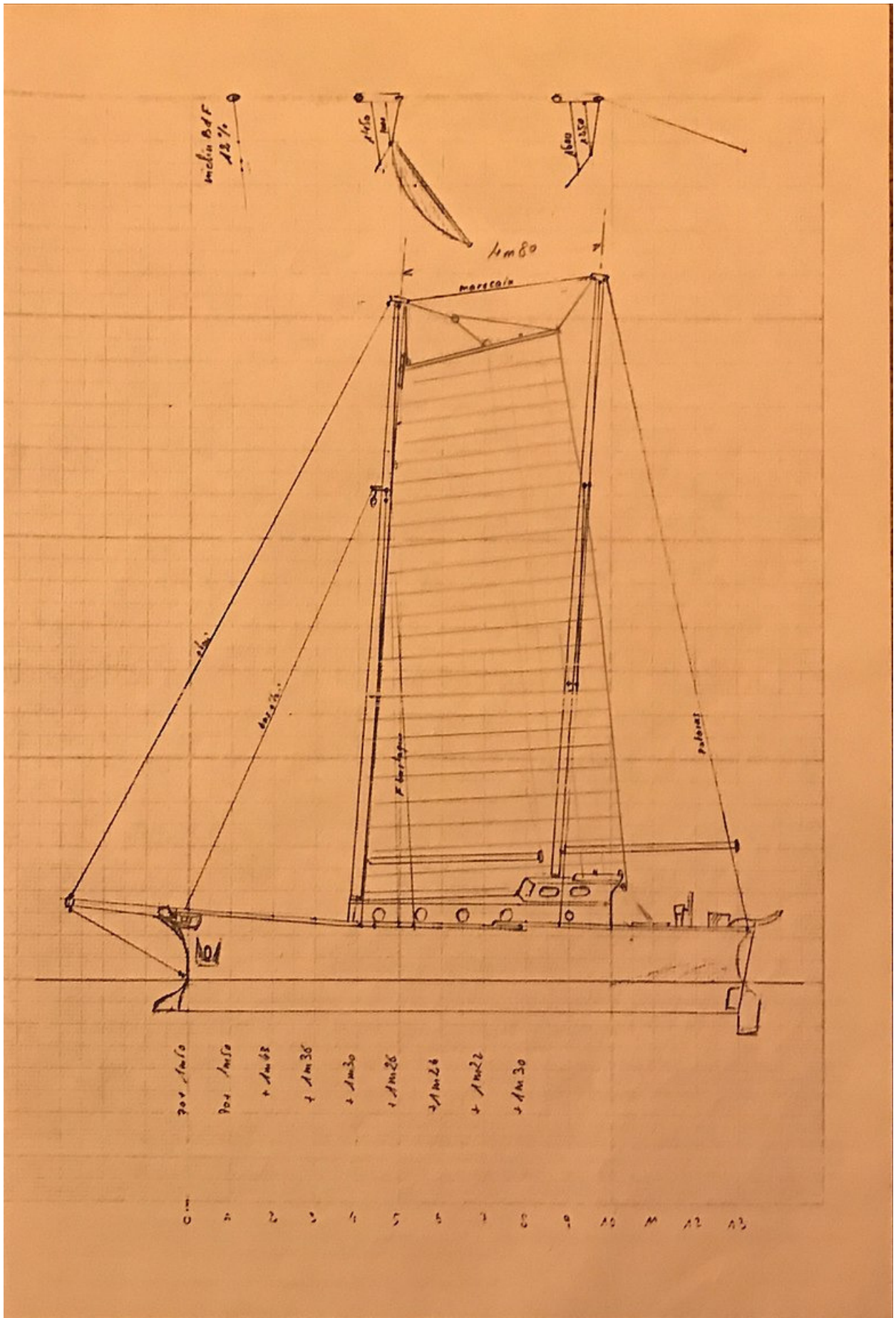
Génois médium 65 m<sup>2</sup> (Plans d'origine retrouvés en 2017) Remplacée par génois sur enrouleur.



Voilure légère (Force 4) (Plans d'origine retrouvés en 2017) Non réalisée.

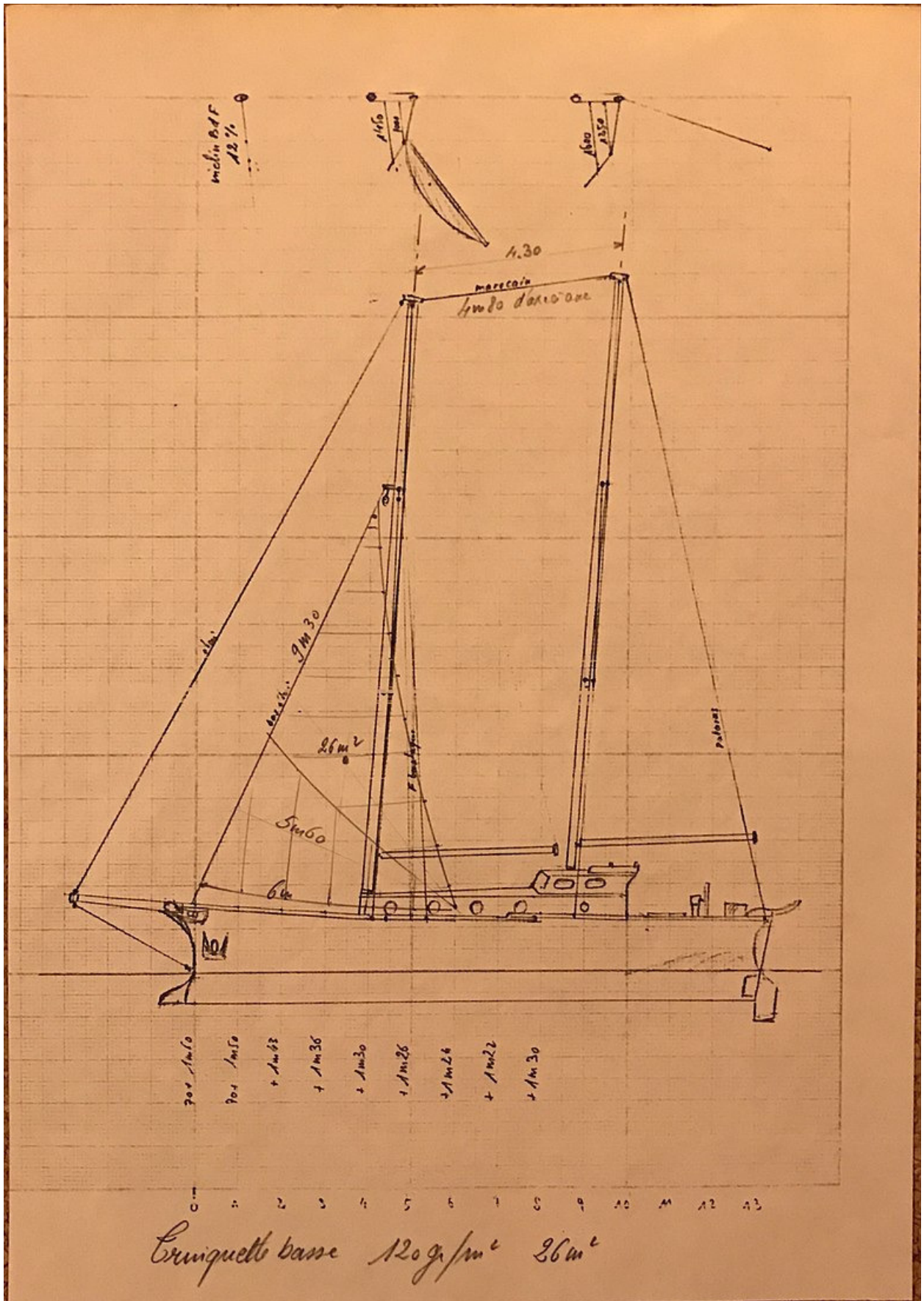


Gennaker double pli 150 m<sup>2</sup>. Force 3 ou 4 maximum (Plans d'origine retrouvés en 2017) Remplacée par génois double plis 130 m<sup>2</sup> sur emmagasineur.



Grand voile spéciale légère (Plans d'origine retrouvés en 2017)





Trinquette basse (Plans d'origine retrouvés en 2017)

## Voilerie modifiée



Génois léger double pli du prototype, 130 m<sup>2</sup>. Cette voile, sur cette photo, était endraillée sur l'étai. Elle est maintenant équipée d'un emmagasineur et pour l'utiliser il faut prolonger le beaupré par un bout-dehors.



Voilerie modifiée en janvier 2004. Le yankee a été remplacé par un génois à enrouleur.

## **Voile envisageables**

... En tests avec la maquette ...

# Transport et mise à l'eau

## Transport de la goélette

---

(Récupéré de : <http://tramontane34.free.fr/ConsNavAm/cardabela.php>)

### Éclosion du cocon

La voisine a dit : « *C'est comme un cocon, un jour il sera débarrassé de la serre, puis il partira ...* » Il a fallu un seul jour pour démonter la serre. Ce qui est devenu un bateau, encore bien fragile, voit enfin le soleil.

Le nouveau propriétaire du terrain m'avait envoyé une lettre recommandée m'autorisant six mois, jusqu'en juin 1985, pour rendre mon bateau transportable et quitter le terrain. J'ai travaillé la nuit, à *la fraîche* pour terminer rapidement. Malheureusement, il m'aurait fallu un an à un an et demi pour le fermer complètement. Il m'en a fallu 15 pour terminer.

Les sociétés de transport me demandaient plus de 15 000 Francs pour le déménagement, alors j'ai cherché un plateau à louer à la journée (500 Fr) et un tracteur (2000 Fr) puis j'ai loué un service de levage à la demi journée (3000 Fr) J'ai demandé une autorisation de transport à l'« Équipement » et déposé un dossier avec les dimensions et les charges d'essieu. Comme j'avais fait tous les calculs de poids (7 tonnes) et déterminé le centre de gravité du bateau cela n'a posé aucun problème pour remplir le dossier sur place. J'ai aussi dû demander l'autorisation de traverser l'agglomération de Montpellier à la police de la route qui nous a fait la circulation de Juvignac jusqu'à la route de Nîmes.

Le jour 'J' la société de levage avait un pneu "crevé", la réparation a été retardée, le pneu a été regonflé pour éviter une perte de temps et aura été réparé plus tard. Le plateau ne voulait pas se mettre en place faute d'espace. On a alors levé le plateau avec l'appareil de levage pour le placer devant le bateau à la perpendiculaire, ainsi il a suffi de tourner l'appareil de levage pour la mise en place du bateau sur le plateau, avec une reprise, pour le désaxer un peu et permettre de passer les arbres.

Au moment de passer un petit monticule le tracteur a calé, le chauffeur a freiné et le plateau a reculé, le bateau aussi a fait la "reculade" en glissant doucement sur le plateau. Ce fût un grand moment d'émotion, je voyais l'arrière défoncé ... Les quelques sangles ont serré le bateau par l'effet du recul, elles n'ont pas craqué et le bateau non plus. On a alors multiplié les sangles et on est reparti pour quitter le chantier et naviguer dans les vignes.

Arrivé à la route on a relevé, recentré, puis re-sanglé le bateau sur le plateau afin de prendre la route après le casse-croûte avec les amis présents.



## Le levage



Fin du chantier. Éclosion du cocon



Retournement du plateau



Préparation du sanglage



Levage





Levage



Pose sur le plateau

## Le transport



Sortie de chantier



Traversée des vignobles



Recalage pour la route

## Les amis



Les amis



Les amis



Prêts pour le transport

**Adieu chantier. Bonjour La Grande Motte .... pour la naissance de**

**Cardabela !**

## **Mise à l'eau**

---

### **Arrivée sur un plateau ...**



Arrivée sur l'aire de carénage

Commentaire de l'image : On prépare l'aire où sera posé la coque du bateau. On voit le tracteur du plateau de transport, l'ancien appareil de levage autour du plateau, les mâts sont à terre, tout est prêt pour la manœuvre dès que les sangles de maintien de la coque sur le plateau seront défaites.

## Mise sur cales



Levage et transport sur sangles



Pose sur poutres bois 300x300

## Peinture des œuvres mortes en bleu atlantide



Peinture des œuvres mortes



Peinture des œuvres mortes





Peinture des œuvres mortes

## Peinture des œuvres vives



Peinture des œuvres vives



Peinture des œuvres vives



Peinture des œuvres vives



Peinture des œuvres vives



Décoration : Nom de baptême

## Mise à flot



Levage pour la mise à flot



Mise en place ...



Baptême



Le remorqueur ...

## Mise à poste



Elle trouve sa place à poste



Réglages des amarres

**On y est !**



Pose des mâts sur le pont



# Fichiers attachés

## La goélette Cardabela (De 1979 à 1999) Tout pour la reconstruire

### Conseils pour accompagner le livre

## Annexes

---

Les liens ci après permettent de lire ou d'imprimer des images *grands formats* insérables à la fin du livre.

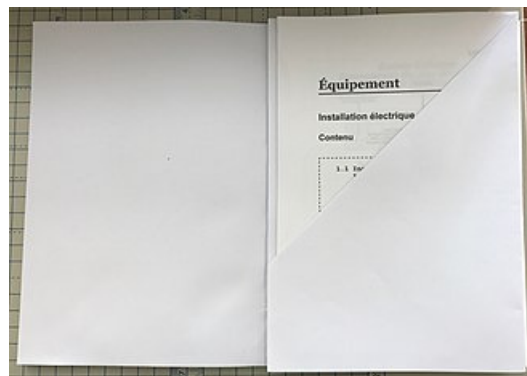
### Plans de la goélette pour impression séparée de chaque image

En format A4 à l'italienne (paysage) et A4 à la française (portrait) mélangés :

[https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette\\_Cardabela/Annexes/Plans\\_de\\_la\\_goélette](https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette_Cardabela/Annexes/Plans_de_la_goélette)

Pour assembler les feuilles selon le mode d'impression :

1. Plans de la goélette partie 1 format à l'italienne (paysage) :  
[https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette\\_Cardabela/Annexes/Plans\\_de\\_la\\_goélette-1](https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette_Cardabela/Annexes/Plans_de_la_goélette-1)
2. Plans de la goélette partie 2 format à la française (portrait) :  
[https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette\\_Cardabela/Annexes/Plans\\_de\\_la\\_goélette-2](https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette_Cardabela/Annexes/Plans_de_la_goélette-2)



Conteneur de plans

## Conseils

---

Le livre *La goélette Cardabela (De 1979 à 1999) - Tout pour la reconstruire* peut être mis en coffret avec les livrets complémentaires :

1. **Histoire d'une construction en amateur** :  
[https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette\\_Cardabela/La\\_Goélette\\_Cardabela\\_-\\_histoire\\_d'une\\_construction\\_en\\_amateur](https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette_Cardabela/La_Goélette_Cardabela_-_histoire_d'une_construction_en_amateur)
2. **Collection des livrets techniques** :  
[https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette\\_Cardabela/Collection\\_des\\_livrets\\_techniques\\_de\\_la\\_goélette\\_Cardabela/Version\\_imprimable](https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette_Cardabela/Collection_des_livrets_techniques_de_la_goélette_Cardabela/Version_imprimable)
3. **Les leçons de la navigation** :  
[https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette\\_Cardabela/Collection\\_des\\_livrets\\_techniques\\_de\\_la\\_goélette\\_Cardabela/Version\\_imprimable\\_des\\_leçons\\_de\\_la\\_navigation](https://fr.wikibooks.org/wiki/Goélette_Cardabela/Collection_des_livrets_techniques_de_la_goélette_Cardabela/Version_imprimable_des_leçons_de_la_navigation)

# Notes et références

Annexes du livre *La goélette Cardabela, (De 1979 à 1999), tout pour la re-construire*. Téléchargeables sur [fr.wikibooks.org](http://fr.wikibooks.org) :

- [Goélette Cardabela/Plans](#) Plans d'origine (Aperçu général)
  - [Goélette Cardabela/Plans/Plans de coque](#)
  - [Goélette Cardabela/Plans/Plans de pont](#)
  - [Goélette Cardabela/Plans/Plans du gréement et de la voilure](#)

## Les leçons de la navigation :

- [Goélette Cardabela/Équipement](#) *Le chapitre est en version imprimable*
  - [Goélette Cardabela/Équipements/Installation\\_électrique](#) | Section des fils
  - [Goélette Cardabela/Équipements/Propulsions](#) | Moteur, transmission, hélice. Propulseur d'étrave
  - [Goélette Cardabela/Équipements/Protections\\_de\\_la\\_carène](#) | Osmose, Corrosions
  - [Goélette Cardabela/Équipements/Autres équipements](#)
- ~~[Avant de construire la goélette](#)~~ *Cette partie est incluse dans la livre de la construction.*
- [Goélette Cardabela/Après](#) | Après la construction, naviguer, entretenir, ... *Le chapitre est en version imprimable*
  - [Goélette Cardabela/Après/L'entretien](#)
  - [Goélette Cardabela/Après/La navigation](#)
  - [Goélette Cardabela/Après/La cuisine à bord](#)

## La goélette Cardabela - Collection des livrets techniques :

Ce livre est composé des livrets suivants :

Première partie : *[Après la construction, l'équipement et les leçons de la navigation](#)*

Deuxième partie : *[Après la construction, l'entretien, la navigation, la cuisine à bord](#)*

Troisième partie : *[Hélice marine, Théorie et application](#)*

Quatrième partie : *[Le calcul des espars](#)*

### Suppléments :

- [Goélette Cardabela/Maquettes](#) | Plans de coque redessinés en 2010 pour les maquettes
- [Goélette Cardabela/Codes QR des téléchargements](#) *Liens vers les compilations et téléchargement des fichiers*
- [Goélette Cardabela/Ressources](#) | Bibliographie et liens

*Auteur* : Goelette Cardabela

# La goélette Cardabela de 1979 à 1999

Une version à jour et éditable de ce livre est disponible sur Wikilivres,  
une bibliothèque de livres pédagogiques, à l'URL :  
[https://fr.wikibooks.org/wiki/Go%C3%A9lette\\_Cardabela](https://fr.wikibooks.org/wiki/Go%C3%A9lette_Cardabela)

Vous avez la permission de copier,  
distribuer et/ou modifier ce document  
selon les termes de la Licence de  
documentation libre GNU, version 1.2 ou  
plus récente publiée par la Free Software  
Foundation ; sans sections inaltérables,  
sans texte de première page de couverture  
et sans Texte de dernière page de  
couverture. Une copie de cette licence est  
incluse dans l'annexe nommée « Licence de  
documentation libre GNU ».

---









## La goélette Cardabela Tout pour la construire en amateur

Ce wiki-livre donne un aperçu de la complexité de la conception et de la construction d'un bateau suffisamment grand pour y loger une famille en navigation hauturière et sur les grands fleuves pendant de longues périodes. Pour réaliser ce projet on a cherché à diminuer le tirant d'eau au maximum et à conserver au mieux les possibilités de naviguer à la voile en haute mer.

De nombreux calculs ont été effectués avant et pendant la construction.

Les calculs des caractéristiques du navire ont été dictés par les programmes de navigations.

Les calculs trop compliqués ou trop ennuyeux sont proposés sous forme d'une collection de livrets et de tirés à part.

La construction est décrite et imagée pour les amateurs qui pourraient en tirer quelques idées, voire construire un bateau avec des techniques semblables, ou encore pour reproduire la maquette de la goélette Cardabela qui fait l'objet d'un *tiré à part* sous forme de *minilivre* de 20 pages nommé « Construire la maquette de la goélette Cardabela » disponible sur *Wikibooks*. Cette maquette donne une bonne idée de la technique de construction de la goélette Cardabela, *sa grande sœur*.

---

Récupérée de « [https://fr.wikibooks.org/w/index.php?title=Goélette\\_Cardabela/La\\_goélette\\_Cardabela,\\_tout\\_pour\\_la\\_re-construire&oldid=608617](https://fr.wikibooks.org/w/index.php?title=Goélette_Cardabela/La_goélette_Cardabela,_tout_pour_la_re-construire&oldid=608617) »

La dernière modification de cette page a été faite le 30 novembre 2018 à 09:45.

Les textes sont disponibles sous [licence Creative Commons attribution partage à l'identique](#) ; d'autres termes peuvent s'appliquer.

Voyez les [termes d'utilisation](#) pour plus de détails.