

Auteur ou collectivité : Dupuy de Lôme, Laurent

Auteur : Dupuy de Lôme, Laurent (1816-1885)

Titre : Note extraite du mémoire relatif à la construction du vaisseau à vapeur le Napoléon

Adresse : [S.l.] : [s.n.], [1853]

Collation : 1 vol. (19 p.) : tabl. ; 29 cm

Cote : CNAM-BIB 4 Sa 29

Sujet(s) : Bateaux à vapeur -- France -- Conception et construction

Langue : Français

Date de mise en ligne : 06/04/2018

Date de génération du document : 6/4/2018

Permalien : <http://cnum.cnam.fr/redir?4SA29>

Sa
29

in 20 Sa = 24

NOTE
EXTRAITE DU MEMOIRE
RELATIF A LA CONSTRUCTION
DU VAISSEAU A VAPEUR
LE NAPOLEON.



Note

Extrait du mémoire à l'appui du projet d'un vaisseau à hélice de 90 bouches à feu, à grande vitesse.

(Mémoire remis au Ministère de la marine en Avril 1847 et par suite duquel a été exécuté le vaisseau le *Napoléon*)

Considérations préliminaires

Jusqu'à ce jour les navires à vapeur, en service chez les diverses nations maritimes, ne sont encore que des moyens de communication plus certains, plus rapides que les navires de guerre à voiles, mais impropres, du reste, à disputer avantageusement, dans un combat, la place à ces derniers. Cels qu'ils sont; néanmoins, ils joueraient un rôle immense en temps de guerre, et la nature de leur intervention, dont le principal résultat serait de frayer sur les mers un passage rapide aux armées de terre, s'adapte, à merveille, aux besoins actuels ainsi qu'aux ressources de notre pays.

D'un autre côté, il ne faut pas se dissimuler que des expéditions de troupes, dont le débarquement en pays ennemi serait confié exclusivement à des navires à vapeur rapides, mais sans force, pourraient, dans certains cas, se trouver fort compromises.

Ces navires de transport, bons marcheurs, mais incapables de résister à des vaisseaux de ligne, et contraints, pour ne pas être évasés, de fuir devant ces derniers, chaque fois qu'ils se trouveront à portée de leur artillerie, pourraient être

obligés d'abandonner une opération de débarquement au milieu de son exécution. Quel désastre n'aurait-on pas lieu de craindre à la suite d'un pareil événement ? Avec beaucoup de rapidité et de hardiesse dans l'exécution, de semblables expéditions seraient peut-être couronnées de succès ; mais, sans l'appui d'une force capable de protéger un débarquement contre l'attaque des vaisseaux, en leur livrant bataille, elles auraient un caractère trop hasardeux qui ferait que bien des hommes des plus hardis hésiteraient à exposer ainsi le sort d'une armée.

Pourrait-on songer à appuyer avantageusement une flotte de navire à vapeur par des vaisseaux à voiles ? Non, car ceux-ci paralyseraient complètement l'action des premiers, obligés dans les cas les plus favorables, de ralentir leur marche pour attendre les vaisseaux, contraints à les remorquer, par les calmes ou les brises contraires, bien heureux, si un vent debout de quelque intensité ne vient pas les obliger, pour ne pas se séparer, à laisser porter tous ensemble et à s'éloigner de leur destination.

Mieux vaudrait encore, pour une expédition de troupes, l'action hasardeuse, mais rapide, des navires à vapeur seuls, qu'une pacille combinaison de vaisseaux à voiles et de navires à vapeur, ne laissant ni aux uns ni aux autres leur liberté d'action et les avantages qui leur sont propres.

Le problème à résoudre, pour lever ces difficultés, est donc de faire des vaisseaux qui soient eux-mêmes des navires à vapeur, sans leur ôter rien de leur force à l'heure du combat.

Avec les progrès récents de la construction des machines à vapeur marines, ce problème est aujourd'hui soluble ; aussi cette pensée préoccupe-t-elle tous les hommes qui s'occupent de marine militaire, et Monsieur le Ministre de la

Marine vient, par deux circulaires successives, d'appeler sur ce sujet l'attention de nos travaux de M. M^{rs} les officiers du Génie maritime.

Le problème de la création d'un vaisseau de ligne à vapeur est encore tout nouveau, même après le commencement d'exécution auquel les Anglais ont déjà procédé dans la construction de leurs vaisseaux garde-côtes, à petite vitesse. L'expérience n'a pas encore sanctionné le plus ou moins de convenance des dispositions qu'ils ont adoptées; puis, en outre, les meilleures conditions à s'imposer ne doivent pas être les mêmes, aux points de vue si différents des besoins et des ressources de la France et de l'Angleterre.

La première question à résoudre est celle de savoir, pour ce nouveau genre de vaisseau, quelle vitesse il convient d'avoir à la vapeur, ou plus tôt quelle part on veut faire à la machine, dans le déplacement de la carène et dans le prix de revient du vaisseau.

Lorsqu'il s'agit d'utiliser quelques uns de nos vaisseaux existants, pour en faire des vaisseaux à vapeur, la réponse à la question précédente ne me paraît pas douteuse. En effet, ces vaisseaux construits pour être des navires à voiles à une époque où l'on ne songeait nullement à y mettre des machines, ne peuvent pas faire des navires à vapeur à la fois rapides et suffisamment approvisionnés de charbon, de vivres etc.

Sous cette dénomination de navires rapides, il faut comprendre ceux qui filent au moins dix nœuds, par calme. C'est la vitesse reconnue aujourd'hui indispensable pour ne pas être trop souvent obligé de s'écarter de la route,

par le fait des vents contraires, un peu frais. C'est la vitesse de nos frégates de 150 chevaux, et elle est même inférieure à celle de nos navires de construction plus récente.

Ces navires actuels, de 90 et de 100 canons, on ne pourrait obtenir, par calme, une vitesse de dix nœuds, qu'au moyen de machines d'au moins 1000 chevaux effectifs. Si, comme cela est rationnel, on veut leur conserver leur artillerie et une mâture proportionnée à leur résistance, l'emplacement et le poids de la machine ne pourraient être prélevés que sur l'eau, les vivres et très peu sur le lest, qu'on ne saurait remplacer par des poids plus élevés, sans compromettre la stabilité.

Or une machine de 1000 chevaux effectifs nécessiterait au moins 500^{litres}, avec l'eau dans les chaudières, occuperait environ 20 mètres de longueur dans la partie la plus large de la cale, et en lui allouant une quantité de charbon même insuffisante (pour 4 jours par exemple à toute vitesse), il resterait, à grand peine, le déplacement avec l'espace pour 2 mois de vivres. Il est donc impossible d'installer les vaisseaux actuels avec une machine et des approvisionnements capables de leur faire suivre, même d'une extrémité à l'autre, de la méditerranée, et sans la calotte, une expédition faite par nos avisos et par nos frégates à vapeur, à moins de modifier ces vaisseaux profondément, en changeant toutes leurs conditions premières, par exemple, en les coupant par le milieu, et en augmentant leur capacité en longueur, dans une proportion considérable.

Cela établi, il me paraît convenable, pour le moment, de consacrer à nos vieux vaisseaux transformés en-

vaisseaux mixtes, le plus possible de leurs anciennes qualités; et du moment qu'il faut renoncer pour eux aux avantages des navires rapides et suffisamment approvisionnés, il faut se borner à des vitesses modérées, en ne leur donnant que des machines de peu de force, capables de leur faire filer environ 6 nœuds par calme. On obtiendra ce résultat avec 200 ou 220 chevaux effectifs, et on pourra encore donner à ces vaisseaux des vivres pour cinq mois, avec un approvisionnement de charbon pour 7 ou 8 jours, à leur petite vitesse.

Mais est-ce là le dernier mot de la question des vaisseaux à vapeur, et, lorsqu'on l'étudie au point de vue des navires neufs à construire, doit-on partir du même principe? N'est-on pas au contraire conduit à admettre qu'il faut, à tout prix, des vaisseaux capables d'escorter, sans la retarder, une expédition faite avec nos avisos et nos frigates à vapeur? Ainsi, lorsqu'il est possible, en allongeant les formes actuelles et en les affinant à l'avant, de construire des vaisseaux offrant moins de résistance à la marche, avec beaucoup plus de déplacement que les anciens, et n'ayant sur ces derniers d'autre désavantage que d'exiger un peu plus de temps et de place pour les évolutions à la voile (inconvenient majeur, il est vrai, en présence de l'ennemi, pour un vaisseau à voile, mais qui disparaît pour celui qui aura une machine); lorsqu'il est possible de faire que ces vaisseaux, avec la même artillerie, le même équipage, le même approvisionnement de vivres que les vaisseaux actuels transformés en vaisseaux mixtes à petite vitesse, filent au moins 11 nœuds, à toute vapeur, en portant un approvisionnement de combustible

Pour 9 ou 10 jours, à cette vitesse, et pour 27 ou 30 jours en la modérant volontairement à environ 9 nœuds par l'emploi de la détente, faut-il renoncer à réunir ces puissants éléments d'action dans une machine de guerre si évidemment appropriée à nos besoins ?

Un pareil vaisseau coûtera, sans doute, plus cher que celui à petite vitesse, et d'une capacité moindre; mais aussi, que l'on compare la puissance d'action d'un vaisseau rapide, tel que je viens de le définir, à celle d'un vaisseau à petite vitesse; le résultat de la comparaison me paraît ne pouvoir être douteux. En effet, le vaisseau rapide portant la même artillerie que le vaisseau à petite vitesse et le même nombre de jours de vivres, aura, comme lui, la faculté de naviguer à la voile sans allumer sa machine.

Quand, naviguant à la vapeur, il voudra se borner à une vitesse égale à celle qui sera le maximum pour l'autre vaisseau, il l'obtiendra en employant une grande détente, et par suite, en brûlant moins de charbon que lui. Il sera toujours certain d'arriver au but de la traversée, dans un temps dont il se posera d'avance les limites; tandis qu'il en sera tout autrement pour le vaisseau mixte à petite vitesse, que toute brise un peu fraîche, contraire à sa route, contraindra immédiatement à bouger, que le moindre mauvais temps pourra obliger à laisser porter, en s'écartant du but de son voyage.

Le vaisseau rapide, opposé à un ou plusieurs vaisseaux à petite vitesse, aura toujours l'initiative, forçant, quand il voudra, ses ennemis à combattre, et pouvant toujours leur échapper, quand la lutte lui paraîtra désavantageuse ou disproportionnée. Le vaisseau rapide enfin, rend le blocus de nos ports

7
impossible, assure notre communication avec l'Algérie, et ouvre définitivement la route de la mer au passage de nos armées de terre.

Convaincu de la vérité des considérations que je viens de résumer, j'ai regardé comme utile, en même temps que d'autres ingénieurs s'occupaient du problème de l'addition d'une machine à des vaisseaux déjà existants, d'étudier la question du vaisseau à vapeur pour les nouvelles constructions à entreprendre, en cherchant à réunir dans ce nouveau type toutes les qualités capables d'en faire le véritable vaisseau de guerre, approprié aux besoins de la France.

Vues d'ensemble du projet,

Le vaisseau que je propose est fait pour porter 90 canons des calibres réglementaires, trois mois de vivres et un mois d'eau de provision, pour 850 hommes d'équipage, y compris 30 hommes destinés spécialement au service des machines. Un appareil distillatoire fournira à la consommation d'eau journalière, indépendamment de l'approvisionnement précité. Le propulseur est à hélice, et la force de l'appareil moteur de 900 chevaux nominaux, mais de 1200 à 1300 chevaux effectifs, a été calculé de manière à assurer à ce vaisseau une vitesse, par calme, de 11 nœuds, au moins, au départ, en pleine charge, vitesse qui croît encore, après quelques jours de chauffe. L'approvisionnement de combustible est de 927 tonnes, ce qui suffira pour 10 jours de chauffe à grande vitesse. En réduisant, au moyen d'une détente variable, la consommation par jour au tiers, il restera encore assez de puissance à la

machine, pour imprimer au vaisseau une vitesse d'environ 8 nœuds, par calme. Il pourra alors naviguer à cette allure, pendant 30 jours consécutifs : enfin il pourra complètement éteindre ses feux, désembrayer son hélice et faire encore route, à la voile seulement, comme un vaisseau ordinaire.

Une question qui se présentait tout naturellement à résoudre, pour rendre pratique une pareille combinaison, était d'empêcher le vaisseau de trop se déjauger, à la suite de la consommation de 927 tonneaux de combustible. Cela était important, à la fois, pour la stabilité, pour la tendance à l'arc, pour l'immersion nécessaire à l'hélice, enfin, pour la défense de l'appareil moteur et des soutes à poudre contre les projectiles ennemis. A cet effet, j'ai installé, tribord et babord des machines, des soutes en tôle, composées de 12 caisses étanches, à l'abri du boulet, et de la contenance totale de 350 tonneaux de charbon. Ces divisions, d'abord toutes remplies de charbon, seront, à mesure qu'il sera brûlé, remplies de nouveau par de l'eau de mer, au moyen d'un simple robinet à ouvrir pour chaque compartiment.

Lorsqu'on voudra compléter l'approvisionnement du combustible, on les videra au moyen d'une petite machine à vapeur de 3 à 4 chevaux, indépendante du grand appareil. Par ce procédé, la hauteur de batterie, qui sera de 2^m, 90 au départ, deviendra, au maximum, de 2^m, 56, et tous les intérêts que j'ai signalés ci-dessus seront sauvegardés. En effet, la stabilité ne changera pas sensiblement, puisque dans la cale on remplira par de l'eau, le poids du charbon et des vivres consommés, et que le seul poids disparaissant sera celui du charbon des soutes supérieures, situé moitié en dessus, moitié en dessous de la

flottaison. L'hélice qui, au départ, sera couverte par une couche d'eau de 1^m,60 d'épaisseur, en aura encore 1^m,54 au-dessous d'elle, lors du plus grand allègement; les parties les plus hautes des machines et des chaudières restent toutes au-dessous du faux pont, qui est lui-même au-dessous de la flottaison lège. Les cheminées seules seront vulnérables, mais elles peuvent être percées sans inconvénient grave. Enfin le calcul que j'ai fait sur l'assiette du vaisseau, à diverses périodes de son chargement, fait voir qu'il sera, pour la question de l'air et du confort, dans des conditions aussi bonnes qu'on peut le désirer.

Les dimensions du vaisseau, pour le creux et le tirant d'eau, se rapprochent de celles du vaisseau de 90 à voiles; la longueur entre les perpendiculaires a été augmentée de 10^m,79, ce qui l'a portée à 71^m,23. C'est la longueur de nos frégates actuelles de 150 chevaux. J'ai pu gagner ainsi un million de tonneaux de déplacement, sans trop augmenter la surface du maître couple. Les détails de construction, la force des échantillons des bois, l'emploi des lattes en fer obliques sur vaigrage, assurent le vaisseau, malgré sa longueur, contre la déformation longitudinale. La ligne de flottaison est bien moins pleine, surtout vers l'extrémité avant, que celles des vaisseaux ordinaires; mais elle est un peu plus large, au maître couple, afin de conserver le métacentre à une hauteur convenable, et cette finesse des formes de l'avant est indispensable, avec la grande longueur pour donner au vaisseau les facultés de bien abattre la grosse mer debout.

Tout le lest a été supprimé, l'appareil moteur en tenant lieu, en partie et la stabilité étant assurée par suite

des autres éléments de la question. Cette stabilité sera au moins égale à celle du vaisseau de 90 à voiles. La surface de voilure n'est cependant que celle de l'ancien vaisseau de 80, c'est-à-dire, de 2852^m, ce qui fait 29 fois la surface plongée du maître-couple. Le rapport, qui est sensiblement celui des voilures des vaisseaux anglais, est suffisant pour assurer au vaisseau projeté la faculté de suivre, à la voile, une escale de vaisseaux ordinaires.

Une notable économie de poids a aussi été faite sur les appareils du mouillage, par la raison qu'un navire, muni d'une machine à vapeur, n'a pas besoin d'être pourvu d'autant d'ancre qu'un navire à voiles. Toutefois la réduction a porté sur le nombre, mais nullement sur l'énergie des appareils du mouillage.

L'arrangement intérieur du vaisseau a été combiné en se rapprochant des dispositions usitées à bord de nos vaisseaux actuels, autant que pourrait le permettre une modification aussi radicale que celle que présente le vaisseau proposé.

J'ai été obligé, à cause de la place prise dans le faux-pont pour les soutes à charbon, de placer des cisiers des sacs de l'équipage jusque dans le centre du faux-pont, de mettre six des huit chambres de Maître dans la partie arrière de ce faux-pont, et donnant sur un carré placé entre la machine et le carré des officiers. Dans la 2^{me} batterie, à l'arrière, il y a quatre chambres d'officiers, et dans la 1^{re} batterie, à l'arrière, se trouve le poste des étèves.

Ces dispositions, du reste, ne gênent en rien aucune des 90 pièces d'artillerie du projet, comme on peut s'en assurer par l'examen des Dessins de la planche (2), sur le pont.

Des gaillards, l'emplacement des Dômes devant rester dégagé, pour laisser l'air et le jour arriver à la grande claire-voie, dont la pareille existe à tous les ponts. Pour aérer les machines, j'ai placé ces Dômes tribord et babord, contre les murailles.

L'artillerie sur les passavants a dû, par suite, être supprimée, et je l'ai remplacée par des banquettes pour la fusillade, établies au-dessus des Dômes.

L'embarquement et la dépense du charbon, ainsi que tout le service de la Cûte, ont été rendus faciles par des Dispositions que, mieux qu'une explication écrite, feront bien comprendre. Vre les plans d'emmenagements de la planche (2.)

L'appareil moteur sera de la force de 900 Chevaux nominaux; mesurée par la formule $H = \frac{D^2 CN}{0,59}$, dans laquelle j'appelle H la force nominale par cylindre, D le diamètre de ce cylindre, C sa course, N le nombre de coups de piston, par minute; les mesures étant prises en mètre. Les chaudières devront produire, par heure, 900 fois 35 litres de vapeur mesurés dans les cylindres.

Dans le plan de machines que je propose, la pensée caractéristique est l'application directe des cylindres moteurs à l'arbre de l'hélice. (1)

Les chaudières ont été divisées en deux groupes, pour que chacun d'eux occupant moins de place, en largeur, de tribord.

(1) Le Conseil des travaux de la Marine tout en approuvant l'ensemble de ce projet de vaisseau rapide repoussa la machine à mouvement direct, exigea que la vitesse du piston fut réduite, et, par suite de cette opinion du conseil, on a exécuté, pour ce vaisseau, une autre machine à engrenage multiplicateur du nombre de tours, commandée à Indret, où elle a été dessinée et exécutée par M^r l'Ingénieur Moll.

Je pense qu'aujourd'hui, pour la machine d'un Vaisseau identique, on ne craindrait plus d'aborder directement les 48 pulsations par minute, qui étaient demandées dans le projet primitif.

à l'avant, puisse être descendu plus bas dans la cale. L'hélice sera à quatre ailes, elle aura un coussinet sur l'étambot extérieur; ce coussinet pourra se visiter et se changer à la mer; on pourra, sans stopper la machine, le relever ou le baisser, pour rectifier la direction de l'arbre de l'hélice. Cette hélice ne pourra pas s'élever à la mer; mais elle pourra, en quelques minutes et par tous les temps, être rendue folle ou relée de nouveau à la machine, au moyen d'un embrayage placé en dedans de la cale (1).

En annonçant pour ce vaisseau, en pleine charge une vitesse de 11 nœuds par calme, je me fonde sur les indications de la formule suivante.

$$V = K \sqrt{\frac{F}{S}}$$

Dans laquelle je désigne par

V le nombre de tours (de 30^{me}, 86 par minute) faits par le navire.

S la surface plorogée du maître couple, exprimée en mètres carrés.

F la force effective de la machine, exprimée en chevaux de Watt.

(On obtiendra cette force effective par cylindre, en multipliant la force nominale F , (résultat de la formule précitée, $F = \frac{D.C.N}{0,59}$) par le rapport $\frac{P}{65}$, dans lequel P est, en centimètres de mercure, la pression moyenne effective qui pousse le piston (vapeur et vide additionnés) pression moyenne qui était de 65^{cm} dans les machines de Watt.)

K un coefficient numérique sensiblement constant pour des navires analogues, sur lesquels on fait varier la force de la machine, mais qui varie lui-même d'un navire à l'autre, avec la grandeur du bâtiment, ses formes plus ou moins avantageuses, et les proportions

(1) J'ai, depuis lors, appliqué ce système d'affolement de l'hélice et de coussinet amovible à la mer à l'Arise le Caton, de 260 Chevaux. Le navire attaché depuis le mois de Juin 1848 à l'escadre d'évolution, lui a rendu, à la voile, prêt à lui rendre, à chaque instant, des services à la vapeur. Le vaisseau le Napoléon, sorti maintenant avec l'escadre, a déjà fait, avec ce même système d'hélice, des essais à la voile, qui ont été très satisfaisants.

de l'hélice. Cette formule, dont la correction est indiquée par la théorie de la résistance des carènes à la marche, se trouve vérifiée par la pratique, pour les navires à hélice que j'ai pu expérimenter et pour lesquels j'ai trouvé le coefficient K ne variant que de 4,7 à 4,9. (1)

J'ai pris, pour calculer la vitesse du vaisseau que je propose, $K = 4,8$. J'ai, d'autre part, $S = 98^m$, pour la pleine charge, et $F' = 1200$ chevaux effectifs à réaliser, au moyen de 900 chevaux nominaux, et 84 % de pression effective. On peut donc écrire

$$V = 4,8 \sqrt[3]{\frac{1200}{98}} = 11,05 \text{ nœuds.}$$

(1) Depuis qu'a été écrit le mémoire dont cette note est extraite, de nouveaux faits d'expériences, et les essais mêmes du vaisseau à vapeur rapide sont venus ajouter de nouvelles données sur la valeur du coefficient K , dans la formule de la vitesse exprimée en fonction de la surface plongée du maître couple et du nombre de chevaux effectifs employés.

Le coefficient K s'est trouvé pour le vaisseau rapide le Napoléon, très supérieur à ce que j'avais osé le supposer, lors de la discussion du projet de ce vaisseau. En effet il ressort des essais multipliés du Napoléon que le coefficient K par calme et avec le cuir de la carène propre est égal à 5,52 dans la formule

$$V = K \sqrt[3]{\frac{F'}{S}}$$

Voici les valeurs de K dans cette même formule pour une série de navires à hélice de grands tons différentes expérimentés à Boulogne, avec soin. Je mets en regard les surfaces plongées des maîtres couples et les vitesses observées.

Désignation des bâtiments.	Surfaces des maîtres couples S	Nombres de chevaux effectifs F'	Vitesse obtenue	
			V	K
<i>Ariel</i> en fer peint au minimum	10,50	257	12,60	4,36
<i>Caton</i> en fer ug	20,50	222	10,30	4,64
<i>Poland</i> double de cuivre	37,00	618	12,16	4,73
<i>Pomone</i> ug	51,50	165	7,30	4,88
<i>Charlemagne</i> ug	91,00	532	9,50	5,26
<i>Napoléon</i> ug	98,70	1250	13,50	5,52

Ce tableau fait voir évidemment qu'indépendamment des autres influences des formes de carène, des proportions de l'hélice, de la nature de la surface flottante et le coefficient K grandit avec les dimensions des navires. C'est là une vérité depuis longtemps pressentie, mais aujourd'hui incontestable, et que M^r le Sous Ingénieur Leboullier s'est étudie à faire ressortir, en traduisant les résultats par une courbe, dont les coefficients d'utilisation sont les ordonnées et les surfaces des maîtres couples les abscisses. On peut tracer une courbe analogue avec les valeurs de K et S du tableau ci-dessus.

En amorçant 11 nœuds, résultat du calcul avec le coefficient 4, 8, appliqué à un vaisseau grand et fin, comme celui projeté, il n'y a pas à craindre d'être en dessous de la vérité.

Pour calculer la vitesse, lorsqu'on marchera, à grande détente, en réduisant la consommation du combustible au tiers, il n'y a qu'à appliquer la même formule. Et on sait que la consommation, ainsi réduite aux $\frac{3}{10}$, ne réduira guère qu'aux $\frac{7}{10}$ la force effective, par suite du bénéfice de la détente. D'après cela, la machine développera encore 480 chevaux, et on aura $V = 4, 8 \sqrt{\frac{480}{93}} = 8, 11$ nœuds.

Je terminerai cet exposé par un aperçu du prix de revient du vaisseau que je propose. Le prix de la coque sera celui de la coque d'un vaisseau de 90, augmenté dans le rapport des longueurs, ce qui fait environ 1, 850, 000^f. Le prix des objets d'armement d'un vaisseau de 90 s'élève, à peu près, à un million; mais, pour celui-ci, ce chiffre doit être diminué, par suite de la réduction de la matière, du grément, des caisses à eau, des objets d'approvisionnement, de toute sorte; je ne le porte donc qu'à 900, 000^f. Enfin, le prix de la machine de 900 chevaux nominaux, peut être évalué à raison de 1250^f, par force de cheval, ce qui fait 1, 125, 000^f.

En récapitulant nous trouvons

Prix de Coque	1, 850, 000
Machine	1, 125, 000
Armement	900, 000
<hr/>	
Total du prix de revient	3, 875, 000

Résumé des chiffres principaux relatifs au Vaisseau.

Composition de l'artillerie.

1 ^{re} Batterie.	
Canons obusiers de 80 N° 1	4
Canons de 30 longs	32
2 ^{me} Batterie.	
Canons obusiers de 80 N° 2	4
Canons de 30 courts	32
Batterie des gaillards.	
Canons obusiers de 30	18
Total	90 (1)

Devis des poids devant composer le déplacement, en charge, à 2^m, 00 de hauteur de batterie, au milieu.

Coque et armement, non compris les soutes à charbon,	2350, 00 ⁶²
Soutes à charbon, en tôle	55, 00
Appareil moteur, eau des chaudières, outils des mécaniciens	550, 00
Charbon de terre	927, 00
Bois à brûler	10, 00
Artillerie	460, 50
Mâtine et gricement en place	178, 00 ⁸²
Agès, recharges et appareils	28, 00
Voiles en vergues et de recharge	14, 00
2 Ancres de bossoirs enjôlées.	14, 00
Mâtine et Voilure.	220, 00

(1) Cette artillerie a été modifiée à l'armement de ce vaisseau, qui a définitivement reçu 92 bouches à feu.

2 ancres de veille croisées	14, 00	}	103, 02
1 grande ancre à jet	1, 50		
1 petite <i>ig ig</i>	1, 00		
2 cables-chaines de 52 ^m et de 300 mètres	36, 86		
2 cables-chaines de 52 ^m et de 180 mètres	22, 16		
Grellins en chanvre	5, 00		
Courrières, vrins, & & grellins-chaines	8, 50		
Embarcations, avec les agrès et rechanges			22, 00
Equipage de 850 hommes et leurs effets			85, 00
Vivres, vin et eau-de-vie pour 90 jours			130, 00
Vare des futailles			24, 00
Eau en avance pour 30 jours			72, 00
Caissons à eau pour 72, 000 litres			14, 50
Cuisine Distillatoire en service, four, forge, ustensiles de cuisine et de cambuse			16, 00
Provisions du capitaine et de l'état Major			8, 00
Total égal au déplacement à 2, 70 de hauteur de batterie			504, 02

Dimensions principales.

Longueur de rablure en rablure	Les perpendiculaires sont menées par le trait du fond de la rablure à la flottaison moyenne en charge	au port de la batterie	71, 46
		à la flottaison en charge	71, 23
Largeur au maître en dehors des membres		à la hauteur du 1 ^{er} port	15, 20
		à la flottaison en charge	16, 16
Caux, sur quille, à la ligne droite des baux du 1 ^{er} port.		à la rablure de l'étrave	8, 57
		au milieu de la longueur	8, 16
		à la rablure de l'étambot	9, 27

Hauteur de la cablure de la quille.....	0,35
Hauteur de la quille et de la fausse quille, au dessous du trait inférieur de la cablure.....	0,48
Épaisseur du bordage du pont de la 1 ^{re} batterie.....	0,51
Hauteur du bordage du seuillet des sabords de la 1 ^{re} batterie.....	0,68
Tirant d'eau moyen, au milieu, à partir du dessous de la fausse quille.....	7,72
Hauteur de batterie, au milieu, au tirant d'eau ci-dessous.....	2,06

Déplacement et Stabilité.

Longueur de la carène à la flottaison moyenne en charge, hors bordages.....	11,37
Largeur.....	16,80
Profondeur de la carène, mesurée du trait inférieur de la cablure de la quille, à la flottaison en charge.....	7,24
Produit des trois dimensions ou volume du parallépipède circonscrit.....	8465,053
Produit de la largeur par la longueur, ou surface du parallélogramme circonscrit à la flottaison.....	1199,016
Produit de la largeur par la profondeur, ou surface du parallélogramme circonscrit au maître couple.....	121,632

Déplacement de la carène, avec bordage, } Avant
comprise entre le trait inférieur de la } Arrière.
cablure de la quille et la flottaison en charge } Total
Différence

Mètres cubes	Tonneaux métriques
2598,518	2666,111
2307,763	2364,687
4903,311	5030,798
293,785	301,423

Déplacement de la quille de l'étrave et de l'étambot							
arrière, en dehors des mâtures	17,00						
Déplacement total du vaisseau en charge	5017,798						
Surface de la flottaison, hors bordage	1005,655						
Surface de la partie immergée du maître couple, hors bordage	98,535						
Déplacement pour 1% d'inversion, à la flottaison en charge	10,377						
Distance du centre de la carène	<table> <tr> <td>au dessus de la quille</td> <td>4,090</td> </tr> <tr> <td>à la flottaison moyenne en charge</td> <td>2,800</td> </tr> <tr> <td>en N de la verticale passant par le milieu de la flottaison</td> <td>1,460</td> </tr> </table>	au dessus de la quille	4,090	à la flottaison moyenne en charge	2,800	en N de la verticale passant par le milieu de la flottaison	1,460
	au dessus de la quille	4,090					
	à la flottaison moyenne en charge	2,800					
en N de la verticale passant par le milieu de la flottaison	1,460						
Hauteur du métacentre longitudinal	<table> <tr> <td>au dessus du centre de carène</td> <td>4,093</td> </tr> <tr> <td>au dessus de la flottaison moyenne en charge</td> <td>1,293</td> </tr> </table>	au dessus du centre de carène	4,093	au dessus de la flottaison moyenne en charge	1,293		
	au dessus du centre de carène	4,093					
au dessus de la flottaison moyenne en charge	1,293						
Hauteur calculée pour la position, au dessus de quille, du centre de gravité du vaisseau tout armé	6,800						

Voilure

Surface de voilure	2852,406
Rapport de cette surface à celle du parallélogramme circonscrit à la flottaison en charge	2,370
Rapport de cette surface à celle de la flottaison	2,836
Rapport de cette surface à celle de la partie plongée du maître couple	23,657

Distance du centre vélique	}	à la flottaison en charge	26,88
		en-N de la verticale passant par le ni-	
		lieu de la flottaison	2,58
		au dessous du centre de carène, sans différence	29,68
		en-N de la verticale, passant par le centre de la carène, sans différence	3,02

Machine.

Puissance de la machine, évaluée en chevaux nominaux, par la formule, force par cylindre = $\frac{D^2 C N}{0,59}$, avec des chaudières capables de fournir, par heure, dans les cylindres, 35 litres de vapeur, par chaque cheval nominal	900	chev ^{ns}
Poids réservé dans le déplacement, pour la machine, avec son outillage et l'eau dans les chaudières, mais non compris les vites à charbon	550	ton ^{nes}
Vitesse, par cabine, calculée pour le vaisseau en charge, de 900 chevaux nominaux	11	noeuds
Diamètre de l'hélice, extérieur aux ailes	5,80	
Pas de l'hélice	8,50	
Nombre des ailes	4	
Fraction de spire occupée par chaque aile	0,075	
Nombre de tours par minute, d'une semblable hélice, pour obtenir la vitesse calculée ci-dessus	48	tours

Coulon, le Janvier 1853
 L'Ingénieur de la Marine,
 Signé: Dupuy de Lôme

