

Auteur ou collectivité : Dupuy de Lôme, Laurent

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

Auteur secondaire : Lugeol, A. (17.-18. ; enseigne de vaisseau) ; Le Boulleur de Courlon, Louis Clément (1824-1857) ; Dupuy, A. (18.-18.)

Titre : Essais du vaisseau à vapeur le Napoléon

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

Collation : 1 vol. (V-107 p.-[1] f. de pl.) : tabl. ; 29 cm

Cote : CNAM-BIB 4 Sa 29 (2)

Sujet(s) : Bateaux à vapeur -- France

Langue : Français

Date de mise en ligne : 06/04/2018

Date de génération du document : 6/4/2018

Permalien : <http://cnum.cnam.fr/redir?4SA29.2>

4^o Sa 29⁽²⁾

ESSAIS
DU
VAISSEAU A VAPEUR
LE NAPOLEON.



Avant - propos

La grande question maritime que représente le vaisseau à vapeur le *Napoléon*, a engagé la commission de recette de l'appareil à donner des détails, soit de construction, soit d'expériences, qui font de son rapport un document d'une longueur peut-être trop grande. Cependant, il importait de décrire complètement cette machine, qui est la plus puissante de toutes celles que l'on ait encore construites en France, et qui a réalisé tout d'un coup, sur un vaisseau de gr bouches à feu, une vitesse voisine de 14 nœuds.

Mais pour fatiguer moins le lecteur et pour l'aider dans la recherche d'un renseignement spécial, le texte du rapport a été divisé par chapitres distincts, qui portent en marge des titres indiquant des sous-divisions.

Ces titres sont en outre rangés dans l'état sommaire suivant, avec le numéro des pages que l'on doit consulter.

Historique de la machine	2
Durée totale de la construction jusqu'aux 1 ^{ers} essais	3

Numéro des pages
2
3

Description de l'appareil. Machine proprement dite.

		Numéro des pages
Cylindres	Position	4
	Diamètre	12
	Capacité	15
	Orifices	13
	Poids	17
Course des pistons		12
Vitesse des pistons par seconde		15
Transmission du mouvement des pistons à l'arbre de couche		5
Viroirs	Position	6
	Forme	15
	Mouvement	15
	Course	12
Condenseurs	Position	5
	Volume	14
	Poids	17
Bâches	Position	6
	Position	5
Pompes air	Diamètre	14
	Capacité	15
	Course des pistons	12
	Vitesse des pistons par seconde	15
	Clapets de tête et de pied	31
	Transmission de mouvement	5

		Numeros des pages
Pompes alimentaires	Position _____	8
	Nombre _____	13
	Diamètre _____	14
	Course des pistons _____	15
	Transmission et mouvement _____	8
Pompes câble	Position _____	8
	Nombre _____	13
	Transmission et mouvement _____	15
Engrenage	Position _____	5
	Dimension _____	15
	Forme des dents _____	13
	Nombre de dents _____	13
	Loi _____	13
	Sens de la rotation _____	16
Arbre de couche	Diamètre _____	17
	Disposition _____	9
	Force _____	10
Petite machine	Bun _____	13
	Cylindres _____	10 et 18
	Visiers _____	13 13
	Condenseur _____	13 13
	Pompe à air _____	13
	Transmission de mouvement _____	10
Chaudières	_____	18
Dimensions principales en résultats des calculs	_____	19 et 20
Helice	_____	23
Dimensions de l'hélice	_____	25

	Numero des pages
Orbre de l'hélice _____	
Inclinaison sur la quille _____	
Diamètre _____	
Poids de la machine _____	26
Conditions de chargement du Vaisseau _____	27
Etat de propreté de la carène en de l'hélice _____	28
Du compteur en des indicateurs _____	29
Essais de la machine	29
1 ^{ère} sortie _____	29
Mise en marche de l'appareil _____	30
Marche en arrière _____	34
Expériences à la voile _____	35
Embrayage en D'embrayage de l'hélice _____	37
2 ^e sortie _____	40
3 ^e sortie _____	44
Fonctionnement de la petite machine _____	47
Essais de la détente variable _____	51
Discussion des principaux résultats observés ou calculés	
Nombre de tours de la machine par minute _____	52
Introduction de la vapeur dans les cylindres _____	53
Pression aux manomètres _____	54
Vide aux baromètres _____	55
Des courbes d'indicateurs _____	55

	Numéros des pages
Tension moyenne pendant l'introduction	54
Vide moyen dans les cylindres	55
Effort moyen sur les pistons	55
Du nombre de tours comparé à l'effort moyen dans les cylindres, ou valeur de $\frac{N^2}{n-6 \text{ mm}}$	56
Nombre de kilogrammes de vapeur débités, par heure, dans les cylindres	56
Force des chaudières, en chevaux de 30 litres	57
nominale de l'appareil	57
effective, en chevaux, de basse pression	57
en kilogrammètres sur les pistons	58
Nombre de litres d'eau vaporisés, par mètre carré de surface de chauffe, en par mètre carré de surface de grille	58
Consommation de combustible	59
Nombre de litres d'eau vaporisés, par kilogramme de charbon	59
Vitesse du vaisseau	60
Avance du vaisseau, par tour d'hélice	61
Réculs avec les trois pas	61
De l'utilisation	62
Expériences de traction, au point fixe	62
Résumé	65
Nombre de litres d'eau vaporisés, d'une manière sensible aux cylindres, par cheval effectif	57

Fin.

Rapport

sur les essais de la machine du Vaisseau à vapeur le Napoléon.

Une commission composée de M^{rs} :

Luceol (Jean) capitaine de vaisseau commandant le Napoléon.
Dupuy de Lôme, Ingénieur de la marine, auteur du projet
d'ensemble et constructeur du Vaisseau.

Bonnard, 1^{er} Lieutenant de vaisseau du Napoléon.

Longa, 2^{me} Lieutenant de vaisseau du id.

Le Boulleux de Courlon, Sous Ingénieur de 1^{re} classe,

Rapporteur :

a procédé conformément aux ordres de M^r le vice-Amiral
Préfet Maritime, aux essais de l'appareil à vapeur du
Vaisseau le Napoléon.

Cette commission a expérimenté, dans plusieurs
sorties, le fonctionnement de la machine à diverses allures
et elle a recueilli en même temps, un assez grand nombre
de données concernant les vitesses, les forces motrices et les
dépenses de combustible.

Pour présenter avec ordre le résultat des essais
auxquels elle s'est livrée, nous exposerons successivement
l'historique de l'appareil, la description détaillée de tous
les organes, le récit de ce qui a été fait ou constaté dans les
différentes sorties du Vaisseau et enfin l'énoncé et la discus-
sion des conséquences déduites par le calcul des données qui
ont été observées.

Historique de la machine

La machine du *Napoleon* est à hélice et de la force nominale de 960 Chevaux.

Elle a été exécutée à Indret d'après les plans et sous la surveillance de M^r Moll, Ingénieur de la Marine, Sous-Directeur de l'Etablissement. Les Dessins qui en formaient le projet ont été envoyés à Paris vers la fin de l'année 1848 et ils en sont revenus approuvés peu de temps après.

A cette époque les machines marines les plus parfaites étaient de 540 Chevaux; elles développaient à peine leur force nominale d'une manière effective et ne faisaient pas plus de 16 tours à la minute.

Les cylindres, au nombre de deux, avaient une longue course, une vitesse de pistons très modérée et souffraient peu à de faibles pertes dues aux espaces morts à cause du petit nombre des pulsations.

C'est pourquoi, malgré la réduction que l'on aurait obtenue dans le poids de la machine en portant le nombre de tours de l'arbre de couche à 40 ou à 45 par minute et en évitant d'établir un engrenage pour mouvoir l'hélice, malgré la plus grande facilité d'exécution qui en serait résultée, avantages considérables que réclamaient à la fois l'auteur du vaisseau M^r l'Ingénieur Dupuy de Lôme et M^r l'Ingénieur Moll qui devait faire l'appareil, enfin malgré, plu-

sieurs machines à hélice et à action directe que les constructeurs anglais confectionnaient déjà, la prudence et une plus grande présomption de succès firent imposer pour conditions fondamentales de l'appareil du Napoléon, un nombre de tours inférieur à 30 par minute et un engrenage pour transmettre à l'hélice le mouvement des pistons.

.....

.....

.....

(On supprime ici quelques détails n'ayant qu'un intérêt purement administratif, en ce qui concerne la durée totale de la construction et du montage de l'appareil).

.....

.....

.....

Aujourd'hui la machine dont le plan serait adopté pour un 2^m Napoléon, ferait certainement mouvoir l'hélice sans l'intermédiaire d'un engrenage; les différentes pièces en seraient à la fois moins pesantes et plus faciles à monter et la construction ainsi que le montage à bord pourraient être achevés complètement dans un intervalle de temps très inférieur à 3 ans et $\frac{1}{2}$.

Description de l'appareil.

L'appareil à vapeur du Napoléon occupe dans la cale du vaisseau une longueur de 30 mètres dont 20 à l'avant et 10 à l'arrière du grand-mât. À l'exception des 2 cheminées, il est entièrement placé sous les bords du faux-pont et par conséquent sous l'eau, ce qui le rend inaccessible aux boulets.

Il se compose comme à l'ordinaire de la machine proprement dite, de l'appareil évaporatoire et du propulseur. C'est aussi de cette manière que nous le diviserons pour le décrire.

Machine
proprement dite.

La vitesse de 11 nœuds demandée pour le vaisseau, la limite maximum que le nombre de tours ne devrait pas dépasser d'après la décision du conseil des travaux, et les dimensions parmi lesquelles il fallait choisir les éléments de l'hélice, ne permettaient pas de faire mouvoir celle-ci directement par les pistons. On devait forcément employer un engrenage pour multiplier la vitesse de rotation de l'arbre de couche.

Position des cylindres.

Aussi la machine fait tourner l'hélice par l'intermédiaire d'une grande roue et d'un pignon. Les cylindres au nombre de deux, sont situés horizontalement à tribord, leur axe étant plus élevé que celui de l'arbre de l'hélice. Ils n'ont pas de chemise proprement dite, mais seulement un conduit placé au milieu de la longueur, verni de fonte avec eux, et qui devrait servir à l'évacuation au condenseur. Ce conduit a été bouché du côté du condenseur et est maintenant rempli de vapeur.

Pistons.

Le mouvement rectiligne des pistons produit la rotation de l'arbre de couche et par suite de la grande roue au moyen du système de mécanisme dit à connexion directe.

La tige de chaque piston est terminée par un T dont les deux bouts glissent dans des rainures horizontales et ce T est rattaché en son milieu au bouton de la manivelle correspondante par une bielle fourchue à son pied et ayant pour longueur 1 fois et $\frac{1}{2}$ la course des pistons.

Condenseurs.

Les condenseurs, également au nombre de deux, sont placés sous les cylindres et leur servent de plaque de fondation. Ils s'étendent à babord, par dessous la carlingue du vaisseau d'une longueur à peu près égale à celle qu'ils occupent à tribord, et chacun d'eux supporte encore, en avant et de chaque côté de l'axe du cylindre correspondant, deux bâtis qui contiennent les rainures des T des pistons, puis les couronnets de l'arbre de couche.

Position des roues
d'engrenage.

Entre les condenseurs et les bâtis intérieurs, il existe un intervalle dans lequel se meuvent à babord les roues d'engrenage.

Le plan qui va de l'axe de la grande roue à celui du pignon est incliné afin de ramener le mouvement de l'arbre de couche dans le plan longitudinal du vaisseau et de l'abaisser à la position de l'axe de l'hélice.

Pompes à air.

Chaque condenseur est terminé à babord par une pompe à air à simple effet dont l'axe vertical rencontre l'axe horizontal de l'arbre de couche.

Les pistons de ces pompes sont à clapets métalliques et menés par l'arbre de couche de la même manière que cet arbre mènerait les pistons des cylindres c'est-à-dire par un bouton de manivelle, une bielle courte et un T guidé fixé à la tête.

de leur tige.

En outre, l'axe du bouton des manivelles de chaque pompe à air est dans le plan qui contient l'axe de l'arbre de couche et celui du bouton des grandes manivelles correspondantes.

Bâches.

Les bâches en tôle s'élèvent verticalement après les pompes à air et leurs tuyaux vont déboucher à travers la muraille de babord à 0^m 25 au dessus de la flottaison en charge de 7^m 72.

On a évité avec juste raison de faire évacuer l'eau d'injection au dessous de cette flottaison, soit à cause des grands orifices qu'il fallait percer, soit à cause des ruptures de tuyaux qu'une injection supprimée trop tôt ou par accident pourrait occasionner par suite de la condensation de la vapeur dans ces tuyaux, soit enfin, parce qu'il eût été difficile d'empêcher l'eau extérieure d'envahir les condenseurs et même les cylindres à travers les clapets des pompes à air.

Tiroirs.

La distribution de la vapeur est faite dans les cylindres par des tiroirs à coquille, placés verticalement contre eux dans le prolongement de l'intervalle qui contient les roues d'engrenage.

Chacun de ces tiroirs est formé, en hauteur, de deux tiroirs qui sont liés d'une manière invariable par leur tige, à l'extérieur de la boîte commune dans laquelle ils se meuvent.

Le but de ces tiroirs coupés en deux est de réduire les dimensions des surfaces frottantes pour les rendre moins sujettes à être voilées par la dilatation.

Le mouvement des tiroirs est donné par l'arbre de couche au moyen du mécanisme imaginé par Stephenson pour les locomotives, et qui se compose principalement de

deux excentriques fixés invariablement sur l'arbre et de leurs bielles reliées du côté opposé à leur collier, par une coulisse circulaire.

Cette coulisse est elle même liée à une crémaillère courbe qui, par une roue à bras et l'intermédiaire de quelques engrenages permet de lui donner un certain déplacement et de mettre en prise le bouton des tiroirs vis-à-vis l'une ou l'autre des bielles selon qu'il faut marcher en avant ou en arrière.

Le bouton dont nous venons de parler n'est pas fixé sur le prolongement de la tige des tiroirs, comme il l'est dans le système de Stephenson; il a été séparé de cette tige par une suite de manivelles, par une menotte et par une bielle, qui ont pour effet de pousser le tiroir lorsque les bielles d'excentrique devraient le tirer, et inversement de le tirer lorsqu'elles devraient le pousser.

Ce renversement de mouvement a été exécuté malgré la complication de pièces qu'il a entraînée, afin d'obtenir une meilleure régulation et surtout pour introduire la vapeur pendant des fractions de la course des pistons à peu près égales de chaque côté des cylindres.

La bielle qui produit la marche en avant correspond à l'extrémité inférieure de la coulisse en sorte que celle-ci sera généralement élevée dans une position instable.

Ce défaut atténué par un contre-poids est la conséquence forcée du sens qui a été adopté pour la rotation de l'arbre de couche.

Nous parlerons plus tard et plus en détail de cette rotation.

Les tiroirs sont compensés à cause de leurs grandes

Dimensions ; ils portent sur leur face extérieure un cadre rectangulaire qui frotte contre la face parallèle de la boîte à tiroirs et dont l'intérieur communique à travers celle-ci avec le condenseur.

Les tiges des tiroirs lorsqu'elles sont en mouvement font aussi tourner un robinet placé à l'intérieur de chaque condenseur et qui purge les fonds des cylindres avant l'admission de la vapeur.

Une détente variable a lieu dans les tuyaux d'admission de vapeur, assez près de la boîte des tiroirs de distribution, au moyen d'une valve qui se ferme à 4 positions de l'une et l'autre course de chaque piston.

La rotation de cette valve est produite principalement par une bielle d'excentrique à chariot dont le galet, mobile transversalement, peut appuyer successivement sur quatre cames fixées à l'arbre de couche.

Pompes alimentaires.

À l'arrière de la machine proprement dite sous l'arbre de l'hélice et à l'avant dans une position symétrique, sont placés deux groupes de pompes alimentaires composés de quatre corps chacun.

Le 1^{er} groupe est mené pendant la marche de la machine par un engrenage que l'on embraye à l'arbre de l'hélice.

Le 2nd est lié au 1^{er} par d'autres roues d'engrenage fixées à un arbre qui traverse, au dessous de celui de l'hélice, tout l'appareil en passant dans les condenseurs.

Pompes de cale.

Un 3rd groupe de pompes égal aux deux précédents est installé de la même manière que le premier sous l'arbre de l'hélice dans la dernière chambre de chauffe arrière.

Il est destiné à pomper l'eau de la cale.

Aucune pompe n'a été disposée pour l'extraction continue de l'eau inférieure des chaudières, et en effet les extractions à la main lorsqu'elles sont convenablement réglées, suffisent pour maintenir les chaudières dans un état de propreté satisfaisant. Toutefois des pompes d'extraction continue auraient acquis une certaine utilité dans les circonstances où l'appareil fonctionnera à basse pression, car la position des niveaux d'eau à 2^m, 50 au moins au dessous de la flottaison, exige environ 25 % de pression pour que les extractions à la main puissent avoir lieu.

Inversement cette position des niveaux d'eau permettra d'alimenter par les tuyaux d'extraction en laissant tomber la pression et elle a dispensé d'établir des pompes à bras dites à quatre fins, pour remplir d'eau les chaudières avant de les allumer.

Petite machine.

Mais pour remplacer ces pompes lorsque la machine étant arrêtée, les feux doivent être entretenus; on a confectionné et placé au fond du vaisseau, à tribord, entre les deux condenseurs, une petite machine à vapeur de 30 chevaux nominaux qui met en jeu les pompes alimentaires désembrayées de l'arbre de l'hélice, au moyen d'engrenages reliant son arbre de couche à l'arbre de communication des deux groupes de pompes.

Cette petite machine doit encore remplir trois autres objets; l'un consiste à agir sur les arbres qui permettent de mouvoir à bras les coulisses des bielles d'excentrique des tiroirs, afin de changer plus rapidement le sens de la marche de la machine; un autre est de mener les

pompes de cale par le prolongement de l'arbre de communi-
 cation entre les pompes alimentaires pour vider principalement
 l'eau provenant des routes à charbon étanches ; enfin,
 (et c'est pour ce 1^{er} objet qu'on lui a donné une force d'au moins
 30 chevaux), elle devra faire tourner l'hélice elle-même et im-
 primer au vaisseau une vitesse de 2 à 3 nœuds.

Les arbres et les roues du dernier mouvement ne sont
 pas encore mis en place. On les confectionne dans les ateliers
 de Coulon d'après les plans de M^r l'Ingénieur Moll.

Cylindres.

La disposition de la petite machine est à fort
 peu près celle de la grande. Elle se compose aussi de deux
 cylindres horizontaux dont les pistons font tourner l'arbre
 de couche par le système de la connexion directe.

Pneus.

Les tiroirs sont munis également chacun par deux bielles
 d'excentrique et une coulisse de Stephenson.

Condenseur.

Un condenseur qui règne sous toute la machine sert
 encore de plaque de fondation aux cylindres ; l'eau d'injection en
 est extraite par une seule pompe à air inclinée relativement aux
 cylindres, à piston métallique, à double effet, et mue par un
 vilebrequin formé au milieu de l'arbre de couche.

La petite machine n'a pas de chaudière spéciale ;
 elle reçoit la vapeur du groupe avant des chaudières de la
 grande.

L'appareil du Napoléon polaire, comme nous l'avons
 dit, entièrement sous les baux du faux pont remplit toute
 la hauteur de la cale à l'endroit des cylindres et de la gran-
 de roue. Une grande écoulille qui est ouverte jusqu'aux gaillards
 et qui a servi à l'embarquement des pièces règne sur toute
 la longueur de la machine proprement dite.

À la hauteur du faux-pont, cette escutille limitée à tribord et à bâbord par des socles à charbon et recouverte de caillibotis, contient quatre ouvertures par lesquelles on descend dans la machine.

On arrive ensuite sur un parquet situé entre les batis intérieurs et les bûtes des tiroirs.

On rencontre sur ce parquet à droite et à gauche, les deux roues qui sont destinées à changer à bras la position des bielles d'excentrique. On y trouve près des boîtes à tiroir, les leviers de purge pour la mise en train, ceux des tiroirs et les valves des tuyaux d'admission de vapeur.

Ensuite on descend dans une coursive qui fait tout le tour de la machine en passant derrière les cylindres, dans les deux chambres de chauffe intérieures puis derrière les bûtes et la grande roue d'engrenage.

Vis-à-vis le premier parquet, au bout de l'escalier qui mène dans la coursive, sont placés à toucher la muraille du vaisseau, deux énormes robinets pour les prises d'eau d'injection.

De l'autre côté de cette coursive, on voit près de chaque cylindre les tiroirs d'injection qui, à cause de la bifurcation du tuyau relatif à chaque condenseur, sont au nombre de quatre; Savoir : deux que l'on manœuvre à la main et deux autres qui pourraient donner au moteur de la machine une injection discontinue.

Les différentes pièces sur lesquelles il faut agir pour mettre la machine en marche pour l'arrêter ou en changer le sens, sont donc disposées assez près les unes des autres pour que leurs mouvements soient opérés avec ensemble et rapidité.

Des deux côtés de l'escalier de la courroie sont établies en contre-bas de celle-ci quelques marches qui conduisent à la petite machine.

Enfin pour faciliter le graissage des coussinets et des glissières, on a installé sur les quatre bâtis, de petits parquets qui se rejoignent de deux en deux en longeant les bâtis et les coussinets des cylindres.

On arrive à ces parquets soit presque de plein pied par celui d'entrée de la machine entre les bâtis intérieurs, soit à l'opposé par la courroie au moyen de deux échelles placées de chaque côté de la grande roue.

Dimensions des principaux organes de la machine.

Les cylindres ont pour diamètre $D = 2^m, 19$
pour course des pistons $C = 1^m, 63$

D'où pour $D^2 C = 10^3, 106$

La force nominale de la machine étant de 960 chevaux, il faudra pour la réaliser d'après la formule de Watt $(P = \frac{1}{60} \frac{D^2 C N}{55})$ un nombre de tours par minute N égal à 28^m 02.

Vitesse des pistons.

La vitesse des pistons qui correspond à ce nombre de tours est de 1^m 52 par seconde.

Course des tiroirs.

Les tiroirs de distribution ont 40^m de course lorsque leur bouton est en prise avec l'une ou l'autre des bielles d'excentrique; mais la longueur de cette course diminue à mesure que le bouton est mené par un point de la coulisse plus rapproché du milieu de celle-ci.

Pour ce point milieu la course est minimum et seulement de 54^m.

Les bandes des tiroirs ont été coupées de manière à introduire la vapeur, en moyenne, pendant les 0,80 de la course des pistons, savoir, pendant les 0,7853 en avant, et les 0,8147 en arrière.

Mais, au moyen du système de détente variable, on pourra réduire cette introduction aux 0,65, 0,50, 0,35 et 0,20.

Lorsque les tiroirs sont au milieu de leur course, les deux orifices pour l'entrée de la vapeur sont fermés par un recouvrement de 80 mm .

La valeur de ce recouvrement, comparée à la course minimum des tiroirs, montre qu'en donnant aux coulisses un demi-déplacement depuis leurs positions extrêmes, on empêchera la vapeur d'entrer dans les cylindres, et la machine d'être en mouvement.

Avance à l'admission
de vapeur.

L'avance à l'admission de vapeur est de 31 mm pour l'avant, et de 11 mm pour l'arrière, en moyenne, de 21 mm .

L'évacuation aux condenseurs commence, lorsque les manivelles de l'arbre de couche doivent décrire, en moyenne 35° avant d'atteindre les points morts.

Ces chiffres de 21 mm et de 35° sont supérieurs à ceux qui ont été adoptés pour les machines à balancier de 450 chevaux; ils ont été augmentés, à cause du plus grand nombre de tours, par 1', que doit faire l'appareil du Napoléon.

Orifices des cylindres

Les orifices des cylindres pour l'entrée de la vapeur ont une largeur de 1,198

une hauteur de 0,225

et en moyenne pour recouvrement maximum pendant l'introduction 0,1153.

On en conclut que l'aire de la section d'évacuation

est de $1,98 \times 0,223 = 4455 \text{ } \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}^2$ ou de $9 \text{ } \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}^2$, 2, par cheval nominal, et que la section d'introduction atteint $1,98 \times 0,1153 = 2283 \text{ } \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}^2$ ou $4 \text{ } \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}^2$, 8, par cheval.

Les nombres de centimètres carrés par cheval, dépassent ceux de toutes les machines marines exécutées jusqu'à présent. Ils devront donner lieu à un très bon vide dans les cylindres, et diminuer la dépression de la vapeur depuis les chaudières.

Volume des condenseurs.

Le volume des condenseurs est d'environ 20 mètres cubes, pour chacun d'eux. En le comparant au D^2C des cylindres, on trouve un rapport 4 fois plus grand que celui des machines à balancier.

Pompes à air.

Les pompes à air ont pour Diamètre $D' = 1,^m 91$
 pour course $C' = 0,^m 62$
 et pour $D'^2C' = 1,^m^3 813$

Le rapport des volumes D'^2C' et D^2C est donc égal à $\frac{1,813}{10,106}$ ou sensiblement à 0,18. C'est le nombre adopté généralement.

La vitesse des pistons des pompes, pour 28, $\frac{1}{2}$ or, est de $0,^m 58$ par seconde, chiffre qui atteignent la plupart des machines à balancier. Il résulte de cette vitesse et de la valeur du rapport $\frac{D'^2C'}{D^2C}$, que les clapets des pompes fournissent à l'eau une section de passage convenablement proportionnée.

Pompes alimentaires.

Les dimensions relatives aux pompes alimentaires sont : Diamètre des pistons $d = 0,^m 274$
 Course d' $C = 0,^m 25$
 D'où $d^2C = 0,^m^3 018769$

Les pompes sont au nombre de huit, pour les deux cylindres de la machine, et l'engrenage qui les mène réduit la vitesse de rotation de l'arbre de l'hélice, dans le rapport de 12 à 24. D'un autre côté, la vitesse angulaire de l'arbre de l'hélice est les $\frac{80}{47}$ de celle de l'arbre de couche, donc le rapport des volumes des pompes alimentaires à celui des

Engrenage.

cylindres est $\frac{2,4}{4,2} \times \frac{80}{47} \times \frac{4 d^2}{3,6} = 0,008$, chiffre naturellement plus considérable que pour les machines à basse pression :

La grande roue de l'engrenage a 80 dents, et le pignon 47. Ainsi l'hélice fait $\frac{80}{47}$ de tour ou $1^{\text{er}}, 951219512 \dots$ pendant que la machine en donne un. Les nombres 80 et 47 ont été, comme à l'ordinaire, choisis premiers entre eux afin que les dents de la grande roue ne mènent pas les mêmes dents du pignon à des périodes très rapprochées.

Les rayons des cercles primitifs ont pour longueur $1^{\text{m}} 856$ et $0^{\text{m}} 952$. L'épaisseur totale des roues est de $2^{\text{m}} 40$. Les dents sont formées de 5 morceaux, qui ont chacun 40% de longueur et qui, disposés en échiquier, sont éloignés les uns des autres, sur la circonférence des roues, d'une distance égale au 5^{me} du pas de l'engrenage.

Le pas comprend $0^{\text{m}} 1457$ et la longueur du contact correspond aux $\frac{26}{10}$.

Il résulte de là que les roues ont toujours en prise 12 ou 13 dents partielles.

Toutes ces dents ont été taillées avec un grand soin, suivant des développantes de cercle; elles sont en cornier, pour la grande roue, et en fonte de fer, comme les jantes, pour le pignon.

Le bois étant moins solide que la fonte, on a donné aux premières, au milieu de leur hauteur, une épaisseur de 39% , et aux autres de 67% seulement.

La grande roue porte intérieurement, contre quelques unes de ses dents, un contre-poids en plomb, dont le milieu est situé sur la ligne qui divise en deux parties égales l'angle droit des grandes manivelles.

Le contre-poids a pour effet de régulariser le mouvement de l'engrenage, en compensant le soulèvement des grandes bielles, des manivelles de l'arbre de couche et de tout le mécanisme des pompes à air.

Le plan qui passe par l'axe de la grande roue et par celui du pignon est incliné de babord à tribord d'un angle de $67^{\circ} 30'$ sur la verticale; il en résulte que le sens de la rotation de l'engrenage exerce une influence assez considérable sur la pression verticale des arbres des roues dans leurs coussinets, soit pour l'augmenter, soit pour la diminuer.

La rotation de la grande roue, de tribord à babord, devant décharger les coussinets de l'arbre de couche, on l'a choisie pour la marche en avant du vaisseau; mais la pression verticale sur les coussinets du pignon est augmentée d'autant, et c'est l'inverse qui a lieu, lorsque le mouvement de la machine change de sens.

Il ne serait peut-être pas hors de propos de mentionner ici, par le calcul, que l'engrenage du Napoléon, qui forme une des pièces les plus remarquables de son appareil et l'une dont on avait suspecté la force, est au moins égal, relativement, en résistance, en égard aux efforts qu'il doit supporter, à celui du Pélican, ou de l'Oriel ou de la Thémis Hortense. Mais l'expérience en a démontré la solidité d'une manière trop victorieuse pour que l'on veuille encore la motiver.

Disons seulement qu'en supprimant le travail dans l'arbre de couche uniforme, les dents de la grande roue ont transmis à celle du pignon la pression considérable de 10628 kg .

Les détails que nous venons de donner sur les organes

principaux de l'appareil, montrent que le plus grand nombre des pièces sort de limites ordinaires de grandeur et de poids.

Les condenseurs qui pèsent 27^{tes}, et les cylindres 21^{tes}, sans leurs tiroirs ni leurs couvercles, sont certainement les plus difficiles et les plus belles pièces de machinerie qu'on ait encore fondues.

De même, pour l'hélice, comme pièce de bronze.

Cous ceux qui l'ont vue l'ont admirée.

La grande roue d'engrenage, si remarquable par la division et la taille de ses dents, a des dimensions qui étonnent, et l'on peut dire que beaucoup de constructeurs auraient hésité à lui donner la longueur de 2,10, qui cependant est nécessaire.

L'arbre de couche a, au minimum, 16^{cm} de diamètre et 52^{cm}, au portage de la grande roue.

Cette pièce de forge magnifique, ainsi que les grandes bielles et les T des pistons, acquiert encore plus de valeur, lorsque l'on tient compte des moyens avec lesquels elle a été obtenue.

Comme travail difficile et parfaitement exécuté, on doit citer aussi la partie inférieure des bâches pour la chaudiromerie en tôle, et presque tout le tuyautage pour la chaudiromerie en cuivre.

L'ajustage des différentes pièces de fonte et de forge a été fait avec la plus grande précision.

La liaison des condenseurs aux fonds du vaisseau, et celle des cylindres et des bâtis aux condenseurs, ont été opérées avec une extrême solidité.

Enfin, dans le but d'éviter les échauffements et d'obtenir une plus grande douceur dans les mouvements, les glissières des T de piston et tous les coussinets importants ont été doublés de métal anti-friction.

Depuis les expériences du Charlemagne et de la Reine Hortense, cet alliage était acquis à la main comme le meilleur pour les coussinets et même comme le seul qui puisse résister à des rotations rapides.

Dimensions principales
de la petite machine

Les cylindres de la petite machine ont pour

Diamètre.....	$d = 0^{\text{m}} 60$
pour course des pistons.....	$c = 0^{\text{m}} 50$
d'où pour.....	$dc^2 = 0^{\text{m}^3} 180$

Cinors.

La force nominale de 30 chevaux est obtenue par 50 tours et par une vitesse des pistons égale à $0^{\text{m}} 83$ par seconde. Les tiroirs sont réglés comme ceux de la grande machine, de manière à introduire la vapeur, pendant les 0,80 de la course des pistons.

Pompe à air.

Il n'y a pas de détente variable.

Le diamètre de la pompe à air est.... $D = 0^{\text{m}} 34$

la course de son piston..... $c' = 0^{\text{m}} 25$

donc..... $D^2 c' = 0^{\text{m}^3} 0289$

et l'on a, cette pompe étant à double effet, $\frac{D^2 c'}{2} = 0,16$ chiffre assez élevé.

Chaudières.

L'appareil évaporatoire du Napoléon est composé de 8 corps de chaudières tubulaires, qui sont égaux et disposés en deux groupes de 4, l'un à l'avant et l'autre à l'arrière de la machine proprement dite.

Les foyers, au nombre total de 40, et dont la longueur est parallèle à la quille du vaisseau, sont desservis par deux chambres de chauffe par chaque groupe.

Des coursives séparent les corps des deux bords. Celle de l'avant permet de communiquer entre les deux

chambres de chauffe avant, et celle de l'arrière donne passage à l'arbre de l'hélice.

Les corps de chaudières ont chacun 5 foyers et sont de véritables prismes rectangulaires, à peine arrondis à quelques unes de leurs arêtes.

Des tirants intérieurs, en assez grand nombre, rachètent le peu de solidité due à cette forme et permettent de pousser la pression de la vapeur jusqu'à 80 % de mercure en sus de l'atmosphère.

Les cheminées sont au nombre de deux; elles s'élèvent du centre de chaque groupe jusqu'à 6^m 80 au dessus du pont des gaillards, où elles sont érigées, d'axe en axe avec le grand mât, l'une de 15^m 25 à l'avant du vaisseau, l'autre de 4^m 20 à l'arrière.

Les dimensions principales d'un corps et les résultats des calculs, pour tout l'appareil, sont les suivants :

Dimensions principales.

Longueur de la chaudière	2 ^m 850
Hauteur moyenne	4 ^m 112
Largeur moyenne	4 ^m 350
Nombre de foyers	5
Longueur des foyers	2 ^m 850
Hauteur des foyers	1 ^m 100
Nombre des tubes pour les 8 chaudières	2236
Diamètre intérieur des tubes	0 ^m 080
Longueur des tubes	1 ^m 90
Distance des tubes au dessus des foyers	0 ^m 220
Niveau d'eau au dessus des tubes	0 ^m 200

Diamètre de l'une des cheminées	2 ^m 200
Longueur des cheminées au-dessus du suif de la porte des foyers	15 ^m 80

Résultats des calculs.

Surface totale des grilles	68 ^{m²} 08
Surface de chauffe des foyers	127 ^{m²} 8732
id des chambres de fumée	105 ^{m²} 9744
id des plaques de tête arrière	27 ^{m²} 7200
id des plaques de tête avant	31 ^{m²} 9016
id des tubes de 0 ^m 080	1066 ^{m²} 3484
id des conduits	155 ^{m²} 3760
Surface de chauffe totale non compris les plaques de tête	1377 ^{m²} 1560
Surface de chauffe totale y compris les plaques de tête	1436 ^{m²} 7776
Volume d'eau d'un corps	15 ^{m³} 622
Volume total	124 ^{m³} 174
Volume de vapeur d'un corps	13 ^{m³} 247
Volume total, en ajoutant les deux coffres placés à l'intérieur des cheminées	118 ^{m³} 158

L'une des conclusions que ces chiffres proportionnés d'ailleurs parfaitement entr'eux, permettent de tirer, est que l'appareil évaporatoire doit avoir une très-grande puissance, relativement à la force nominale de la machine.

La surface des grilles s'élève en effet à 0^{m²} 6709 par cheval, et celle de chauffe à 1^{m²} 4966.

Les chaudières contiennent, en outre, soit à leur intérieur, soit au-dessus du coffre à vapeur, des dispositions qui

doivent augmenter la production d'eau vaporisée, et faire parvenir la vapeur aux cylindres, dans un état de siccité presque complet.

Un gros tube-bouilleur a été établi au fond de plusieurs foyers, au milieu des chambres de fumée R, à la partie supérieure de l'autel, entre les lames d'eau transversales et le ciel des chambres de fumée.

Les gaz et la fumée, qui sortent des foyers, continuent à être brûlés dans les chambres de fumée arrière, et les parois des lames d'eau, ainsi que les plaques de tête arrière, absorbent une partie de la chaleur des flammes qui glissent sur elles; mais, jusqu'à présent, dans les chaudières marines on avait négligé d'utiliser, avant son passage dans les tubes, la chaleur correspondante des gaz enflammés, qui traversent le milieu des chambres.

Les tubes bouilleurs remplissent cet objet, et pour qu'ils soient efficaces, on a eu soin d'augmenter, d'une quantité égale, au moins, à leur volume, la capacité habituelle des chambres de fumée arrière.

En quittant les chambres de fumée, les gaz chauds traversent, comme à l'ordinaire, les tubes de faible diamètre et nombreux qui sont au-dessus des foyers.

Les distances, qui séparent les rangées verticales de ces tubes disposés en échiquier, sont plus grandes qu'à l'ordinaire.

Elles ont 12 % au-dessus des lames d'eau, 8 % au-dessus du milieu des foyers et 5 % partout ailleurs.

Ce, c'est d'elles que dépend le dégagement plus ou moins rapide de la vapeur formée autour des tubes et, surtout, au-dessus du ciel des foyers.

L'accroissement, qui leur a été donné, doit donc favoriser la production de la vapeur.

Après avoir traversé les tubes, les gaz chauds arrivent à la naissance de la cheminée, par les chambres de fumée avant et par un conduit intérieur au coffre à vapeur.

Les parois de ce conduit absorbent, comme dans les autres appareils, pour maintenir ou pour élever la température de la vapeur, une partie de la chaleur dont les gaz sont encore pourvus, en sus de celle qui est rigoureusement nécessaire au tirage.

Mais, en outre, on a employé le reste de cette chaleur supplémentaire à sécher la vapeur, au moment où elle va entrer dans les tuyaux d'admission aux cylindres.

Pour cela, le bas de la cheminée a été élargi et a reçu centralement, jusqu'à 1^m 35 de hauteur, un coffre à vapeur terminé à sa partie supérieure par une demi-sphère, divisé intérieurement en quatre compartiments pour les quatre corps du même groupe, et dont la paroi est entièrement exposée au contact de la fumée.

Les quatre tuyaux d'admission de l'avant et ceux de l'arrière, d'abord isolés jusqu'aux vannes d'arrêt, se réunissent, après elles, en un seul conduit circulaire, ayant 0^m 81 de diamètre intérieur.

La section de ce conduit a 5152 $\frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2}$ de surface, elle est un peu plus grande que celle de l'un des orifices des cylindres, et plus que le double de celle de la partie de l'orifice qui est découverte par le tiroir.

Celles sont les dimensions principales et les dispositions importantes des chaudières du Napoléon.

Elles montrent que cet appareil tubulaire a été construit avec un grand soin, et qu'on doit le regarder comme l'un des plus parfaits qui aient été exécutés.

Helice.

Le vaisseau le *Napoleon* n'a pas de puits pour son hélice. Au lieu de la remonter hors de l'eau, lorsque le bâtiment doit marcher à la voile, sans le secours de la machine, on affole l'arbre sur lequel elle est fixée.

Des deux coussinets qui supportent cet arbre, l'un est situé à l'intérieur du vaisseau, à l'avant du presse-étoupe, et l'autre dans l'eau, à l'arrière de l'hélice, contre la face avant du second étambot.

Le dernier coussinet est le seul de toute la machine que l'on ne puisse visiter ni changer sur place.

Mais, par un petit puits percé à l'avant du 2^e étambot et au moyen de la disposition et de la suspension imaginées pour ce coussinet par M^r l'Ingénieur Dupuy de Lôme, afin de corriger l'influence des variations de l'arc du bâtiment sur la ligne des arbres de l'hélice, il sera facile en mer de l'amener à l'intérieur du vaisseau et de le remettre en place, après l'avoir visité ou changé.

Depuis le palier de butée, qui est situé sur le bâtis arrière du cylindre avant, jusqu'au coussinet dont nous venons de parler, s'étendent, bout-à-bout, 5 arbres formant une longueur de près de 37 mètres. Le premier porte le pignon de l'engrenage et le dernier l'hélice.

Les trois autres ont pour but de diminuer la longueur des deux extrêmes, de ne mettre forcément les coussinets en ligne droite que de deux en deux et de faire que

la ligne d'axe de l'hélice se prête aux augmentations de l'arc du vaisseau.

L'avant dernier arbre vers l'arrière permet encore, après qu'on l'a soulevé, de rentrer l'arbre porte-hélice dans l'intérieur du bâtiment et de rapprocher l'hélice de l'étambot avant, pour dégager et soulever le coussinet arrière.

La liaison entre les quatre premiers arbres, à partir de l'avant, est opérée par des manchons à section cavée, dans lesquels les bouts des arbres ont un peu de galbe, afin de pouvoir prendre un léger changement d'inclinaison, si l'arc du vaisseau venait à augmenter.

Mais l'extrémité arrière du quatrième arbre est réunie à celle avant de l'arbre porte-hélice, au moyen de deux plateaux circulaires, fixés normalement au bout des arbres, et percés de trous qui se correspondent et sont traversés par 4 gros boulons.

Cette disposition a été adoptée pour faciliter l'affolement de l'hélice.

On produit cet affolement en retirant les boulons du plateau de l'arrière et, inversement, l'on embraye en les remettant en place.

Eoutefois ces boulons ne sont pas retirés ou poussés isolément à la main.

On les a enastriés dans un tourteau situé à l'avant du plateau du quatrième arbre, et c'est ce tourteau que l'on fait avancer ou reculer, à bras, par un système de vis à double filet, au moyen de roues d'engrenage, sur quatre vis auxquelles le plateau sert d'écrous.

Un frein, destiné à empêcher l'hélice de tourner.

lorsqu'on veut l'affoler ou l'embrayer, appuie dans une gorge creusée sur la circonférence du plateau de l'arbre porte-hélice.

Ajoutons que cet arbre, qui est en fer forgé comme les autres, a été enveloppé, dans la partie qui est en contact avec l'eau de mer, d'une chemise en bronze laissant entre elle et lui un jeu de quelques millimètres que l'on a comblé en y coulant de l'étain.

Dimensions de l'hélice.

L'hélice du Napoléon a quatre ailes, un diamètre de $5^{\text{m}} 803$ et une hauteur maximum suivant l'axe de 55^{cm} .

La directrice est courbe.

Le pas d'entrée qui varie avec la distance de l'axe au point de l'aile que l'on considère est de $7^{\text{m}} 00$ près du moyen, de $7^{\text{m}} 50$ au bord extérieur, et de $7^{\text{m}} 30$ aux $\frac{3}{4}$ de la longueur de l'aile, c'est-à-dire à la partie qui correspond sensiblement au centre d'action.

Le pas de sortie a été raccordé au pas d'entrée vers les $\frac{3}{4}$ de la hauteur qui auraient eu les ailes, si on l'eût pris seul pour pas; il a pour longueur constante $9^{\text{m}} 40$.

Le pas moyen donné par la corde qui sous-tend la directrice est de $8^{\text{m}} 50$ environ.

La fraction de pas serait de 0,35 pour les 4 ailes réunies si elles avaient été tracées régulièrement avec le pas de sortie.

Le rapport du pas de sortie au diamètre est égal à 1,62.

La résistance relative $\frac{KB^2}{\Delta^3}$, expression dans laquelle K est la résistance du vaisseau par mètre carré de surface immergée et par mètre de vitesse, B^2 la surface plongée au maître-couple

et de le diamètre de l'hélice et de laquelle dépend encore principalement le recul du propulseur, a eu pour valeur moyenne pendant les essais $\frac{K 29,9}{5,803} = K 2,94$.

L'épaisseur variable des ailes est tout entière à l'arrière de la surface hélicoïdale; celle-ci a été faite avec beaucoup de soin et les arêtes, surtout à l'avant, ont été affinées autant que possible.

Enfin l'arbre de l'hélice a 37^m de diamètre sans comprendre la chemise en bronze, il tourne de tribord à babord pour un observateur placé au dessus de lui et l'axe à peu près parallèle à la quille du vaisseau est abaissé vers elle de l'arrière à l'avant de 19^m seulement sur une longueur de 37 mètres.

Poids de la machine.

La machine et les chaudières vides du *Napoleon* présentent 330 tonneaux en y comprenant tous les parquets ainsi que des barreaux de grilles et des tubes de rechange.

Si on leur ajoute les 120 tonneaux d'eau des chaudières, on forme un total de 950 tonneaux (*) d'où à peu près 1000 kilogrammes par cheval nominal.

Le poids élevé est principalement la conséquence des conditions imposées pour la construction de la machine. Et, si indépendamment de cette cause, certaines pièces étaient trop vieilles un peu lourdes ou certains organes trop faibles au regard à la force nominale, comme les chaudières, on devrait considérer que le constructeur de l'appareil et l'auteur du projet d'ensemble du vaisseau ont agi sagement, l'un en négligeant en vue d'une solidité et d'une force motrice assurées la défaveur qu'un poids considérable pourrait jeter sur sa machine;

(*) — Le chiffre de 950 T^z a été extrait du devis d'armement dressé par M^r l'ingénieur Dupuy de Lôme. Depuis la rédaction du rapport, M^r Moit a fait connaître que le poids de sa machine s'élevait seulement à 840 T^z dont 370 T^z pour les chaudières pleines, 465 T^z pour la machine et 5 T^z pour le petit cheval.

l'autre, en acceptant ce poids notwithstanding les modifications qu'il apportait à l'économie de son œuvre.

Il fallait, avant tout, ne pas compromettre, par un défaut de marche du Napoléon, la question si importante des vaisseaux à hélice à grande vitesse.

Conditions de chargement
du Vaisseau.

Le Napoléon avait reçu pour les premiers essais de sa machine, son chargement complet en tout excepté en combustible.

Il avait à bord ses trois mois de vivres, ses caisses à eau pleines, sa Orème, toutes ses munitions de guerre et d'exercice et 3 mois de rechange.

Mais au lieu de 730 tonneaux de charbon que les voutes pouvaient contenir, 500 tonneaux seulement avaient été embarqués.

Néanmoins, à cause du poids dû au système de la machine, le vaisseau était alors immergé de $6\frac{1}{2}^m$ en sus du tirant d'eau moyen en charge marqué sur le plan et qui est de $7^m 72$.

Ce tirant d'eau moyen avec l'eau des chaudières, qui est aussi comprise dans le déplacement du plan, s'élevait à $7^m 85$ d'après les tirants d'eau avant et arrière, mais à $7^m 78$ seulement en tenant compte d'un arc de 11° .

La hauteur de batterie était de $2^m 00$ au milieu.

Le tirant d'eau des essais définitifs a été un peu diminué par le charbon consommé pendant les expériences préparatoires; il a varié de $7^m 76$ à $7^m 69$ avec une différence de $0^m 85$ à $0^m 95$.

Les surfaces plongées au maître-couple correspondantes ont été $100^m 54$ et $99^m 03$ et les déplacements de la machine 5100 tonneaux et 5017 tonneaux.

État de propreté de la
carène et de l'hélice.

Le cuivre du vaisseau avait été nettoyé avec le plus grand soin dans l'un des bassins; mais le bâtiment, conduit dans la petite rade, y avait passé au mouillage les 5 mois les plus chauds de l'année. Aussi, la carène, comme on l'a reconnue par une nouvelle entrée dans le bassin au mois d'octobre, était recouverte de limon sur presque toute sa surface, et elle avait déjà dans certains endroits, à l'arrière principalement, quelques herbes marines.

Cependant il n'est guère probable que ce limon et ces herbes aient augmenté la résistance du vaisseau d'une manière sensible.

Quant à l'hélice on l'a trouvée tout à fait propre, sans doute à cause de la vitesse de rotation qui lui a été imprimée.

Des compteurs et des
indicateurs.

Les nombres de tours de la machine ont été relevés pendant les expériences par un compteur Garsnier dont la marche, vérifiée plusieurs fois, avait la plus grande régularité.

Quatre indicateurs du même constructeur, munis des ressorts de la basse pression, étaient installés sur les couvercles et sur les fonds des deux cylindres.

Les tuyaux de vapeur de ces instruments avaient un diamètre trois fois plus grand que celui de leurs pistons et la courbure de ceux qu'il avait fallu plier était extrêmement douce.

Dans ces conditions, les quatre courbes tracées au même moment devaient indiquer, d'une manière exacte, les pressions et les vitesses des cylindres.

1^{re} Sortie.

Essais de la machine

C'est le 30 Août, un mois $\frac{1}{2}$ après le premier essai sur

place, que les expériences de la machine ont été commencées par la Commission.

Le vaisseau avait encore 460^{e} de charbon, toute son eau et ses vivres. Le tirant d'eau moyen, corrigé de l'arc, était de $7^{\text{m}} 76$ avec une différence de $0^{\text{m}} 92$ et la portion immergée du maître-couple avait pour surface $100^{\text{m}} 20$.

Les grilles des 8 corps de chaudières avaient été chargées en New-Castle pour l'arrière et en Cardiff pour l'avant, de 6.500^{e} de charbon.

Les feux ayant été allumés, on obtint, sans les pousser, de la vapeur au bout de 50 minutes et après avoir encore jeté sur les grilles 2 à 3^{e} de charbon (Estal 9 à 10^{e})

Pendant cette chauffe, le tirage a été suffisamment énergique et il l'est demeuré depuis; mais lorsque la pression eût atteint 70^{m} au-dessus d'une atmosphère, des ébullitions tumultueuses se sont encore manifestées dans les chaudières, et les soupapes de sûreté levées sans doute un peu trop vite, ont laissé échapper par leurs tyaux des jets de vapeur et d'eau qui retombaient en pluie sur le pont.

Ces ébullitions ont généralement lieu dans les chaudières tubulaires qui sont neuves et elles recommencent aussi longtemps que les matières grasses employées à la construction des appareils altèrent la pureté de l'eau échauffée. Elles se reproduisent en outre toutes les fois que l'on chauffe lentement et sans alimenter ou que l'on a conservé de l'eau ayant été mise déjà en ébullition.

Elles ont dépassé pour le Napoléon les limites ordinaires de durée et d'intensité, par suite des installations et des avaries qui ont retardé le fonctionnement des pompes d'alimentation par la petite machine. Mais elles ont toujours cessé, lorsqu'après avoir ouvert les portes des tubes pour reconnaître si l'abaissement

Du niveau d'eau n'avait permis à aucun d'eau de rougir, on alimentait en mettant en marche.

Quand elles eurent encore disparu cette fois par quelques tours de la machine, on appareilla de la petite rade de Coulon pour les îles d'Hyères.

La Commission d'armement du vaisseau présidée par M^r le Major Général de la marine, était à bord.

Le bâtiment partit à toute vitesse jusqu'à la hauteur de la grande passe, puis il revint sous la même allure à l'entrée de la petite rade.

Ce premier parcours avait pour objet de constater le bon fonctionnement de la machine avant d'entreprendre un trajet de quelque durée.

Mise en marche
de l'appareil.

Il a permis de reconnaître en outre la facilité si grande et si remarquable avec laquelle on met l'appareil en marche.

Lorsque les cylindres sont échauffés des deux côtés, que les condenseurs sont purgés et que les bielles pour la marche en avant ont été placées vis à vis les boutons des tirais, la machine part aussitôt qu'on ouvre les valves des tigeaux d'admission et elle continue à tourner indéfiniment.

Les deux valves sont manœuvrées à la fois par un seul homme qui opère et régularise le mouvement.

Inversement l'on stoppe en fermant les valves. La machine s'arrête immédiatement quand le vaisseau a peu de vitesse, et lorsque le sillage est rapide, elle ne continue à tourner que par l'entraînement de l'hélice.

La mer était belle pendant le parcours, une petite brise soufflait en allant à l'arrière du vaisseau et debout en revenant.

La machine haute était en place, mais avec toutes les

voiles serrées.

On avait ouvert en grand les valves d'admission et celles des détenteurs variables dont ni les cames ni les bielles n'étaient installées.

La pression dans les chaudières a été maintenue à 60^l/₁₀₀, le nombre de tours de la machine par minute a varié de 20 à 22 avec vent arrière, et le loch a donné de 10 ^{nœuds} = 5 à 11 ^{nœuds}.

En retour la moyenne des lochs a été de 11 ^{nœuds}, malgré la brise contraire.

Les pièces mobiles de la machine ont en général fonctionné avec une extrême régularité.

Aucun choc dans les cylindres n'a été entendu, aucun échauffement n'a été produit soit dans les glissières soit dans les crassinets, grâce sans doute à l'emploi du métal anti-friction.

Le mouvement de l'engrenage a été admirable par sa douceur, il n'a causé aux dents de la grande roue ni échauffement ni altération.

Les tiroirs convenablement graissés n'ont pas brouillé, mais les coulisses qui réunissent les deux bielles d'excentrique et qui, pour la marche en avant, sont placées le plus haut possible ont, malgré leur contre-poids et soit à cause de leur position instable, soit à cause de quelque obliquité dans le montage ou de quelque jeu dans les crassinets, éprouvé des vibrations un peu fortes.

Ce défaut, qui provient aussi du mouvement contraire des bielles, n'était pas très grave, puisqu'on l'a laissé se reproduire pendant les différents essais de la machine.

Un autre fois le Constructeur a reconnu la nécessité de le diminuer et la Commission pense qu'il y parviendra sans difficulté.

Les clapets de tête des pompes à air ont aussi donné

lien, comme il arrive toujours lorsqu'ils sont métalliques, à un bruit assez violent mais nullement dangereux.

Ce bruit avait été évité dans plusieurs machines faites à Indret, en mettant le dessous des pistons de pompe à air en communication constante avec l'atmosphère au moyen d'un tuyau traversant le couvercle des pompes.

Dans l'appareil du Napoléon où les cliquets ont des dimensions et un poids considérables et où les soulèvements en sont très fréquents, une installation analogue n'a diminué que faiblement les chocs.

Mais tandis que le fonctionnement général de la transmission de mouvement était très satisfaisant, les cylindres avaient par les trous d'homme et par les presse-étoupes des tiges, des ventées d'air qui, en attirant le vide, diminuaient la pression effective sur les pistons.

C'est par ce motif que les nombres de tours par minute et les lochs ont été inférieurs à ceux des deux sorties préliminaires.

Après qu'on eût stoppé à l'entée de la petite rade pour débarquer la Commission d'armement, le vaisseau fut de nouveau conduit le long des îles d'Hyères à la hauteur de la grande passe où l'on stoppa encore pour arranger les ventées d'air des cylindres. Puis, cette réparation achevée bien qu'incomplètement, on prit un relèvement au moyen du phare de Citran et du feu de Torquerolles et l'on fit route pour Ajaccio.

Toute la nuit la mer demeura extrêmement belle; une brise faible souffla tantôt de l'arrière, tantôt de l'avant; la machine, la mâture et la voilure du vaisseau furent maintenues dans les conditions décrites plus haut et le lendemain 31 août vers 3 heures $\frac{1}{2}$ du matin, on relevait le phare de la grande Sanguinaire.

En mesurant sur la carte la distance comprise entre les deux relevements on a trouvé 119 milles; le temps employé à les parcourir a été de 9 heures 48' et le nombre de tours total de la machine 13312. D'après ces chiffres, la vitesse moyenne s'est élevée à $12^{\frac{72}{14}}$ et le nombre de tours par minute à $22^{\frac{72}{64}}$.

Le sillage moyen donné par le loch est de $12^{\frac{72}{51}}$.

Plusieurs fois des lochs de 13 nœuds ont été obtenus et en même temps, on comptait dans la machine 24 tours de manivelle par minute.

Le nombre des chevaux de basse pression qui ont été développés pour la vitesse moyenne est de 1030 seulement; il a montré ensuite que l'utilisation du vaisseau est supérieure à celle des plus grands navires à vapeur essayés jusqu'à présent.

Nous reviendrons plus tard sur cette meilleure utilisation qui dénote à la fois des formes de carène ainsi que des dimensions de machine et d'hélice très favorables à la vitesse.

La consommation du charbon n'a pu être mesurée avec toute l'exactitude désirable; elle a été évaluée à $96^{\frac{8}{100}}$ par 24 heures d'un résultat le chiffre de $3^{\frac{4}{100}}$ par cheval et par heure, chiffre assez faible eu égard au peu de détente, mais qu'un bon vide aurait encore diminué.

En effet, la production de vapeur sensible dans les cylindres calculée d'après les courbes des indicateurs, s'est élevée par heure en moyenne à 26132 kilogrammes de telle sorte qu'en admettant comme vraie la dépense des $96^{\frac{8}{100}}$ un kilogramme de charbon aurait vaporisé $6^{\frac{41}{100}}$ 53. Le nombre considérable et pour lequel on n'a tenu compte ni de la vapeur des espaces morts ni de la vapeur condensée, ni de l'eau entraînée dans les cylindres, provient de la bonne qualité des charbons, du peu de refroidissement

des cylindres par les condenseurs à cause des pulsations assez nombreuses des pistons, du faible rayonnement de ces mêmes cylindres qui sont courts en regard à leur diamètre et enfin de l'état de saute dans lequel ils sont maintenus par les robinets qui les purgent à chaque coup de piston.

Durant tout le parcours, la machine a continué à fonctionner très régulièrement.

Néanmoins l'une des clavettes de tenue d'un des palans du mouvement des tiroirs avait dû être saignée de $\frac{1}{4}$ d'aune ou $\frac{1}{2}$ d'aune.

Il fallut, pour la consolider d'une manière définitive, entrer dans le golfe d'Ujaccio et mouiller devant la ville.

Marche en arrière

Mais avant d'arriver au mouillage, on a fait des essais sur le changement de marche de la machine, c'est-à-dire sur le renversement des bielles des excentriques.

Pour changer le sens du mouvement de la machine, il faut fermer les valves d'admission, cesser le travail à chacune des roues qui agissent sur la coulisse des bielles, faire opérer le renversement et enfin ouvrir les valves.

La manœuvre des roues exige de une à deux minutes pour un déplacement total de la coulisse; mais dès qu'on arrive aux $\frac{3}{4}$ de ce renversement la marche en arrière peut commencer.

Cependant on ne doit guère compter que le renversement des bielles puisse être opéré en moins de deux minutes $\frac{1}{2}$ depuis l'instant où l'ordre en est donné dans la machine.

Ce temps est long, mais lors même qu'il serait plus court, le changement de marche du vaisseau, au moins pour les grands sillages, n'en serait guère plus rapide.

L'air du bâtiment est alors tellement considérable, que

comme dans les locomotives, la machine entraînée par l'hélice continue à tourner en avant malgré la vapeur qui donne à contre.

Pour les appareillages et pour les manœuvres difficiles, qui peuvent exiger que l'on marche subitement en arrière, on diminuera le temps du renversement des bielles en faisant ranger à l'avance les hommes aux roues de la machine et maintenant celle-ci du quart de son déplacement total. Dès lors en une minute au plus, on opérera un demi-déplacement vers l'arrière et le changement de mouvement pourra être produit.

La consolidation du tralicé ayant été effectuée pendant la journée et la nuit du 31 Août, on a appareillé l'*Agaccio* le 1^{er} Septembre au matin. Le vaisseau avait pour tirant d'eau moyen corrigé 7^m 71, une différence de 0^m 95 et 99^m 36 de surface plongée au maître couple.

Les fourneaux des 8 corps de chaudières avaient été allumés, la mâture haute était encore en place, les voiles servies, la mer belle. La brise soufflant faiblement du Nord Ouest c'est-à-dire Debout, on a obtenu de nouveau des lochs de 12 à 13 nœuds.

Mais en sortant du golfe, une fuite dans l'un des conduits de vapeur près d'un cylindre a forcé de stopper.

Expériences à la voile.

On a aussitôt profité de cet arrêt de la machine pour essayer le vaisseau à la voile.

Les feux furent poussés au fond des fourneaux et l'hélice désembrayée.

La mer était houleuse du Nord Ouest et la brise très faible.

Dans ces circonstances de vent et de mer peu favorables aux évolutions du bâtiment, on a louvoyé pendant tout le jour avec les basses voiles, les huniers et les perroquets et effectué

plusieurs virements de bord vent devant et un virement lof pour lof.

L'hélice affolée tournait dès que le sillage du vaisseau atteignait 2 nœuds; elle n'a pas semblé retarder d'une manière sensible les virements de bord vent devant qui tous ont eu lieu à des moments où la vitesse était supérieure à 2 nœuds.

L'un de ces virements, commencé avec un sillage de $3^{\text{m}} \frac{2}{3}$ et contrarié par une houle assez forte, a été terminé en 6 minutes et demie.

Le virement vent arrière, effectué presque sans bris et avec lenteur, n'a présenté aucune donnée de temps qui mérite d'être citée.

La manœuvre a paru bien équilibrée.

Le bâtiment n'a été ni mou, ni aident par les faibles brises qu'il a essuyées; il aura donc dans les brises faibles qui lui donneront de la bande, une tendance suffisante à venir au lof.

Dans tous les virements qui ont été faits, il a obéi très convenablement à l'action de son gouvernail. Sous vapeur, par les petites comme par les grandes vitesses, cette action est très énergique et très rapide.

Le vaisseau évolue dans un espace peu étendu relativement à sa vitesse et à sa longueur.

Par un sillage de 6 à 7 nœuds et avec toute la barre d'un bord, il a fait le tour du compas en décrivant une circonférence d'un diamètre à peu près égal à quatre fois sa longueur.

Ajoutons que le safran ou gouvernail a été établi selon la règle des navires à vapeur et qu'il est ainsi de 15 p. 100 plus étendu qu'il l'est d'après la règle des bâtiments à voiles.

embrayage et désen-
brayage de l'hélice.

Vers le soir, la réparation du tuyau de vapeur étant terminée, on a réembrayé l'hélice.

L'affollement avait été produit avec une grande facilité, sans mettre en panne, à cause du faible village du vaisseau, en serrant le frein pour arrêter l'hélice, et en faisant agir deux hommes sur le levier du viclic, dont il a été question à propos de la liaison entre les deux derniers arbres de l'hélice.

Mais le réembrayage n'a pas eu lieu d'une manière aussi rapide et aussi sûre.

Après avoir maintenu l'hélice au moyen du frein, il a fallu amener 4 des 8 trous dont le plateau arrière est percé, vis-à-vis les 4 boulons du plateau avant.

Cette opération exigeait que l'on fît tourner le plateau arrière d'une quantité très précise, à cause de l'exacte correspondance entre les boulons et les trous; en outre, le moyen dont on disposait pour produire cette rotation nécessitait un certain desserrement du frein, et aussitôt l'action de la mer sur les ailes de l'hélice faisait dépasser le point que l'on devait atteindre. Dorénavant, quand le vaisseau aura du village, on se servira d'un boulon un peu conique, que l'on introduira dans l'un des trous indiqués à l'intérieur du plateau arrière et qui, pressé, à la main, contre le plateau avant, à mesure que le desserrement du frein permettra la rotation, entrera dans l'un des vides laissés dans le plateau avant par le retrait des boulons.

Mais pour le cas où le vaisseau n'aura pas de vitesse, et où l'hélice ne tournera pas, malgré le desserrement complet du frein, on devra installer un moyen de produire facilement et promptement une certaine rotation du plateau arrière.

Quand, après de nombreux tâtonnements, l'hélice fut embrayée, on mit la machine en marche, en chauffant seulement

le groupe des chaudières avant, qui forme la moitié de l'appareil évaporatoire, et l'on fit route avec les voiles pour les îles d'Hyères.

Bientôt la brise tomba, le calme s'établit et toutes les voiles furent serrées.

Les valves des détenteurs avaient été ouvertes en grand et celles d'admission aux $\frac{3}{10}$ seulement; la pression était maintenue entre 30 $\frac{3}{4}$ m et 40 $\frac{3}{4}$ m, et le nombre de tours, par minute, variait de 15^T à 17^T.

Des rentées d'air avaient encore lieu dans les cylindres.

Avec cette allure de machine et une mer assez belle, on a obtenu, toute la nuit, des lochs de 8^h 25 à 9 nœuds.

Le lendemain matin, 2 septembre, les feux devant être mieux entretenus par les chauffeurs, on a mesuré, dans les 4 corps de chaudières, la consommation du charbon qui était au Cardiff.

Pendant 1 heure $\frac{3}{4}$, le nombre total des tours de la machine s'est élevé à 1721, soit à 16^{tours} $\frac{1}{4}$ par minute; et le loch, qui aurait certainement indiqué un demi-nœud de plus, se, au lieu d'étrangler la vapeur par les valves d'admission, on avait en la détente variable, a donné environ 9^h 25. La force moyenne développée, en chevaux de basse pression, a été de 436 chevaux.

Le poids de charbon, jeté sur les grilles de manière à ramener les feux, à la fin de l'expérience, dans le même état qu'au commencement, et constaté avec une grande exactitude, a atteint 3500 kilogrammes, pour 1 heure 40, ou 2100 kilogrammes, par heure, et 50^e 400^e par 24 heures.

Il en résulte une consommation de 4^h 53, par cheval effectif et par heure, consommation un peu forte et due à des fuites de vapeur dans les chaudières, qui n'étaient pas échauffées, ainsi qu'au vide dans les condenseurs, qui était médiocre; la quantité d'eau vaporisée en une heure d'une manière sensible dans les cylindres,

a été trouvée, par les courbes, de 13501 kilogrammes ou de $6^{\text{m}} 43$, par kilogramme de charbon.

Ce dernier chiffre est faible, pour du charbon de Cardiff, relativement à celui qui a été constaté dans la première expérience, et il aurait été sans doute plus considérable, si la communication entre les deux groupes de chaudières, par les tuyaux d'admission, avait pu être interrompue d'une manière complète.

Mais les vannes d'arrêt pour la prise de vapeur étaient gauchies par la dilatation, et l'on voyait la vapeur sortir par les tuyaux des soupapes de sûreté des quatre corps qui n'étaient pas chauffés.

Ces fuites, qu'il sera facile d'amoindrir, sont d'ailleurs produites avec tous les systèmes de soupapes d'arrêt et dans toutes les machines dont on ne chauffe pas tous les corps de chaudières.

Pendant cette 2^{me} expérience de consommation de charbon, le vide dans les cylindres, diminué par des ventées d'air, était de 50 cm , à l'arrière, et de 57 cm , à l'avant.

Dans l'après midi, le vaisseau est arrivé devant les îles d'Hyères, et l'on a fait, sur la côte Sud de celle du Levant, trois parcours, à moyenne vitesse, dans le but de connaître le recul de l'hélice et l'avance du bâtiment, par chaque tour.

La durée du dernier de ces parcours a été certainement mal observée; c'est elle qui, dans le premier rapport de la commission, a fait attribuer au recul avec le pas de sortie $9^{\text{m}} 40$ la valeur trop faible de 0,06.

En combinant seulement les données des deux premiers parcours, on est conduit à une avance moyenne de $8^{\text{m}} 37,2$, par tour d'hélice, et au recul de 0,11 qui est exact.

La surface plongée du maître-couple était de $98^{\text{m}} 80$,

la mer belle. Une petite brise favorisait le 1^{er} parcours, mais retardait davantage le 2^e; sans elle, on aurait obtenu, en moyenne, la vitesse de 9 nœuds, pour 16, 8⁵/₁₀ et 450 chevaux de basse pression, résultat qui démontre encore, d'une manière frappante, la grande utilisation du vaisseau.

Après avoir constaté ces premières données sur le fonctionnement de la machine, sur la vitesse du vaisseau, sur la manière dont il évolue et sur la consommation du charbon, la commission a jugé utile de rentrer à Coulon, pour visiter quelques détails de l'appareil et le mettre dans un état parfait, qui lui permette de développer toute sa puissance.

Une petite brise du Nord Ouest s'étant élevée au commencement de la nuit, on en a encore profité pour travailler, avec l'hélice affolée; mais cette brise ayant molli au bout de peu de temps, on a ravivé les feux, et le vaisseau mû par l'hélice a été conduit et mouillé dans la petite rade, devant les chantiers du Mourillon, le 3 septembre, avant 1 heure du matin.

2^e Sortie.

Le *Napoleon* a fait une seconde sortie, pour les essais de sa machine, le 16 septembre, dans l'après-midi. Il avait complété ses vivres et son eau et réembarqué du charbon de Newcastle, jusqu'au tirant d'eau moyen, corrigé de l'arc, de 7^m 76.

Tous les fourneaux ayant été encore allumés, on a appareillé avec une pression de 50^m à 60^m, et conduit le vaisseau dans la rade des îles d'Hyères, sur une base entre les Mèdes et l'île Bagau. Cette base, dont la longueur est de 5, ^{milles}/₁₀ = 6, a été parcourue d'abord, de l'Ouest à l'Est, puis en sens inverse. Il ventait petite brise du travers, pour le 1^{er} parcours, et jolie brise de bout, pour le 2^e.

La mer était houleuse.

Les valves de détente et d'admission avaient été ouvertes en grand, et la vapeur était introduite par les tiroirs de distribution, pendant les 0,80 de la course des pistons.

La surface plonge du maître s'élevait à $100^m,30$.

La vitesse du premier parcours que la houle retardait, malgré la brise favorable, a été de $12^h,21$, avec 1140 chevaux effectifs, $23^e,63$, par minute; et une production, par heure, de 31560 kilogrammes de vapeur sensible dans les cylindres.

Le sillage moyen, qui résulte des deux parcours, est de 12 nœuds, avec 1120 chevaux de basse pression. Il donne un recul négatif de 0,12, pour le pas d'entrée $7^m,30$, et positif de 0,135, pour le pas de sortie $9^m,40$. L'avance moyenne, rendue par le vent et par la houle plus faible qu'elle n'eût été, par calme, a été de $8^m,72$.

La machine a fonctionné avec la même douceur et la même régularité que dans la 1^{re} sortie. Mais le vide était encore mauvais dans le cylindre arrière, par suite de l'ouverture du robinet, qui met la trèche arrière en communication avec les tuyaux d'injection, afin que la petite machine puisse alimenter les chaudières, quand elle marche seule.

L'injection ayant donc lieu dans le condenseur arrière, avec de l'eau chaude, le baromètre correspondant marquait seulement 40 cm de vide; celui de l'avant indiquait, au contraire, plus de 60 cm .

Après cette expérience à grande vitesse, la venue de la nuit n'a pas permis d'entreprendre l'étude de la machine, à des sillages plus modérés, et le bâtiment est allé jeter un pied d'ancre, au mouillage habituel des vaisseaux.

Le lendemain matin, 17 Septembre, les 4 corps de l'avant ayant été allumés et les valves réglées aux 0,5 d'ouverture,

Le Vaisseau est parti, avec 50^{cm} de pression, pour la base de la pointe blanche du cap Bénat au cap Sardier.

Il avait, pour surface prolongée au maître couple, 99^{m²}, la mâture haute en place et les voiles serrées. La mer était assez belle, la brise petite et soufflant pique de l'arrière.

Ainsi favorisé par le vent, mais avec la moitié seulement de ses chaudières, le Napoléon a parcouru 52^{milles} 33, en 1^h 58', au moyen de 130⁷ tours de machine, d'où résulte une vitesse moyenne de 10⁷²⁸, pour 19⁷²⁸.

Le vide moyen, dans les cylindres, était de 60^{cm}, 3. Le nombre de chevaux de basse pression ne s'est élevé qu'à 612, et, comme emploi de la force motrice, le Napoléon n'a pas présenté de plus beau résultat.

Du cap Sardier le vaisseau est revenu à la pointe Blanche, contre la brise et avec une vitesse de 9⁷²⁸ 56, pour 18⁷²⁸ 44.

La moyenne des deux parcours, vent arrière et vent debout, qui est inférieure à celle que l'on aurait obtenue, par calme, surtout avec une détente variable, a donné 18⁷²⁸ 76, 9⁷²⁸ 93, 0, 11 de recul, avec le pas de 9^m 40, 612 chevaux effectifs, 612 chevaux nominaux et 15715 kilogrammes de vapeur sensible par heure.

Les feux avaient été conduits avec ménagement; et l'on peut affirmer que cette vitesse moyenne de 10 nœuds sera reproduite, en calme, avec la moitié de l'appareil évaporatoire, aussi long-temps que la carène demeurera propre, et surtout, lorsque la détente variable fonctionnera.

La consommation du charbon, qui était du Hess Castle, n'a pas été mesurée exactement; bien qu'on ait voulu le faire. Elle s'est élevée, au moins, à 70⁸ par 24 heures, pour 18⁷²⁸ 90 à la minute et 612 chevaux effectifs. En adoptant ces 70 tonnes,

on arrive à une consommation de $4^{\frac{1}{2}}$ % par cheval, et à une vaporisation, dans les cylindres, de $5^{\frac{1}{2}}$ % d'eau, par kilogramme de charbon.

Ces deux chiffres sont l'un supérieur, l'autre inférieur à ceux de la 2^e expérience, qui avait été faite aussi sur 4 corps de chaudières; mais les différences sont naturellement expliquées par la diversité des charbons, qui étaient d'abord de Cardiff, puis de New Castle, et par des fuites de vapeur un peu plus considérables, qui avaient lieu par les vannes d'arrêt.

Le Cardiff, en effet, donne toujours une quantité de vapeur supérieure, de 12 à 15 % à celle que produit le New Castle.

L'étude de la marche du vaisseau, avec la moitié de l'appareil évaporatoire, étant ainsi faite, on a éteint successivement, dans chaque chaudière, plusieurs fourneaux, de manière à réduire la valeur des 4 corps à celle de 3, puis de 2.

Une base de $8^{\frac{1}{2}}$ %, entre le cap Bénat et le fort Brégançon, a été parcourue, avec la valeur de 3 chaudières et une petite brise debout, en $15^{\frac{1}{2}}$ %, c'est-à-dire, à raison de $8^{\frac{1}{2}}$ % à l'heure.

Avec 2 chaudières et par petite brise arrière, le vaisseau a fait le même trajet, en $16^{\frac{1}{2}}$ % en 239 tours de machine, ce qui donne une vitesse de $8^{\frac{1}{2}}$ % et 14 tours à la minute; mais, par forte brise debout, il a employé 20' et 313 tours, d'un $6^{\frac{1}{2}}$ % seulement, pour $15^{\frac{1}{2}}$ %.

De ces deux derniers résultats on doit conclure que le Napoléon atteindra, par calme et sans détente, près de $8^{\frac{1}{2}}$ %, avec le $\frac{1}{4}$ de son appareil évaporatoire.

En effet, les cubes des vitesses variant proportionnellement aux puissances développées, on trouve que 8 mètres

correspondent au quart de la force qui a produit la vitesse de 12 nœuds.

Ces différents parcours, à petite vitesse, ont conduit jusqu'au soir du 17 septembre, et le vaisseau est rentré, de nuit, à son poste ordinaire, dans la petite rade de Toulon, en longeant les bâtiments de l'escadre d'évolutions.

3^e Sortie.

Le 25 Septembre, M^{re} le Ministre de la Marine étant à bord, le *Napoléon* a fait, de Toulon à Marseille, une traversée excessivement remarquable. La distance minimum de 42 milles 95 entre les deux mouillages a été franchie en 3^h 5' d'où une vitesse 13,72²² 86.

La brise était petite et grand large, la mer belle, les voiles serrées, mais les vergues orientées.

Le tirant d'eau moyen avait été réduit par les consommations de charbon faites précédemment, à 7^m 69, soit 93 de différence, et la surface plongée au maître à 98,7^m 20.

La machine, réglée à toute vitesse, a fonctionné de la manière la plus complète; la pression, dans les 8 corps de chaudières, était maintenue à 60 ^l/_m, le vide, dans les baromètres, descendait à 71 ^l/_m, le nombre de tours, par minute, s'est élevé à 25,50 et celui de l'hélice à 50 tours; l'effort moyen sur les pistons était de 106 ^l/_m, 5 de mercure, le vide moyen, dans les cylindres, de 62 ^l/_m, 5, le nombre de chevaux, de base pression, de 1475, celui de la force nominale de 874 et la production de vapeur sensible de 33838 ^l/_m par heure.

Une distance intermédiaire entre le cap Sicie et le sommet de l'île Riou, comprenant 22 milles 5, a été parcourue en 1,38', c'est-à-dire, à raison de 13,77 ^{milles}/_h à l'heure, ce qui forme sensiblement la même vitesse que celle du trajet total.

Le loch n'a donné, en moyenne, que 13 nauts, mais il aurait dû indiquer $13^{\text{m}} 5$, pour que le recul et l'utilisation eussent les mêmes valeurs que celles déjà trouvées en calme.

La différence de $13^{\text{m}} 5$ à $13^{\text{m}} 86$ était due à la brise ou à un faible courant de l'Est à l'Ouest, qui règne souvent sur la côte, après les vents d'Est.

Le 27 septembre, au matin S. A. I. le prince Président étant monté à bord, avec trois de ses Ministres, le Napoléon partit de la rade de Marseille pour Coulon, sous toute vapeur.

Pendant la moitié du trajet, la machine a été lancée à 26 tours, par minute, avec un effort moyen sur les pistons de $109^{\text{m}} 7$, qui donnaient lieu à 1540 chevaux de basse pression.

Le sillage, malgré ce prodigieux développement de puissance, n'a pas dépassé 13 nauts, à cause d'une petite brise debout et d'un peu de mer; mais la machine, à cette allure de 26 tours, qu'elle n'avait pas encore atteinte, a eu, comme précédemment, des mouvements d'une extrême douceur.

Après avoir fait du charbon, le 28 septembre, et repris le tirant d'eau moyen de $7^{\text{m}} 76$, avec $100^{\text{m}} 10$ de surface plongée au maître, le Napoléon a rejoint à Marseille, dans la matinée du 29 septembre, S. A. I. le prince Président.

La mer était houleuse et une bonne brise soufflait debout.

Une demi-heure après le départ, la machine a fonctionné à toute vitesse, et elle a donné, sur une distance de $27^{\text{milles}} 7/8$, un sillage de $12^{\text{milles}} 4$, à l'heure.

La moyenne totale du trajet, depuis le moment où l'ancre a été levée jusqu'à celui où elle est retombée à la mer, a été de 14 nauts 7.

Peu de temps après le débarquement du Prince, le vaisseau est reparti pour Toulon; la houle avait augmenté et la brise était devenue grand large.

Les feux avaient été conservés dans les huit chaudières, mais ils étaient entièrement éteints.

La moyenne des 1^{res} lochs a été néanmoins de 12 nœuds. A la hauteur de la Ciotat, les voiles furent établies et braquées au plus près, à cause du sillage imparfait par la machine, et les lochs s'élevèrent jusqu'à 12, 7²/₈.

Pendant ces deux derniers parcours, la machine a encore donné de 24 à 26 tours par minute, et elle a continué à fonctionner régulièrement, sans échauffement.

Mais ce qui est aussi remarquable que la marche à toute vapeur, c'est la facilité avec laquelle elle produit des vitesses excessivement faibles et la régularité qu'elle conserve alors. En fermant les valves convenablement et en donnant aux coulisses des bielles d'excentrique un quart de déplacement vers la marche en arrière, si l'on veut être prêt à mouler plus promptement en arrière, le nombre de tours diminue jusqu'à 7 ou même 6, par minute, sans que les pistons et les tiroirs marchent par soubresauts.

Les sillages de 3 à 4 nœuds, qui résultent de cette allure, sont extrêmement importants pour les appareillages et les mouillages difficiles, d'autant plus que le vaisseau gouverne encore très bien, même après que l'hélice est arrêtée.

Ils ont été employés, avec le plus grand succès, à prendre tous les mouillages, de nuit, dans la petite rade de Toulon.

Ces sont les résultats donnés par la machine du Napoléon, dans les principales sorties où elle a été soumise à l'examen de la commission.

Les expériences peuvent être regardées comme complètes, en ce qui concerne le fonctionnement de la grande machine, les différentes vitesses du vaisseau, les nombres de tours par minute, les reculs, les nombres de chevaux développés et les utilisations. Elles feront connaître assez exactement les relations qui existent entre la résistance du bâtiment, l'hélice et la puissance de la machine.

Mais la consommation du combustible, la production de vapeur sensible dans les cylindres et l'influence qu'exerce sur la consommation la valeur plus ou moins grande du vide moyen, devront être encore l'objet de quelques essais, pendant la navigation du vaisseau.

Il restait, en outre, à expérimenter la petite machine et la détente variable.

Petite machine.

La petite machine, retardée par son embrayage avec les pompes alimentaires, a été mise en marche, le 29^e seulement.

A cause de la fonction si essentielle de rétablir les niveaux d'eau dans les chaudières, quand la grande machine est arrêtée, elle devait être examinée d'une manière complète.

Le 25 Octobre, après les expériences de traction au point fixé, elle a marché, à vide, sous une pression de 50 à 60 cm , avec les valves très peu ouvertes et une vitesse considérable.

Elle a ainsi épuisé très rapidement l'eau de la cale employée comme eau d'injection.

La Commission l'a expérimentée de nouveau, les 10 et 11 Novembre.

Pendant ces deux jours, la mise en train, avec les pompes embrayées, a été très difficile; elle n'a eu lieu, après beaucoup de tâtonnements, que sous une pression de 60 cm et sans injection.

Enfin elle s'est arrêtée brusquement et a refusé complètement de partir d'avantage.

Cette circonstance et le fonctionnement de l'appareil, à haute pression seulement, annonçaient des avaries dans quelques uns des organes importants.

On a reconnu, en effet, que les clapets de pied et de tête de la pompe à air étaient, les uns cassés à leurs nœuds, les autres séparés de leur poste, par suite de la rupture de leur axe.

L'insuccès des expériences était donc motivé; aussi les résultats en ont été considérés comme non-avenus, et le 7 Décembre, après l'achèvement des réparations, la petite machine a été encore essayée.

On l'a mise en marche, à vide, très facilement, et l'on a embrayé les pompes alimentaires qu'elle a menées, avec les valves très peu ouvertes, sous une pression de 60 cm , malgré des rentrées d'air dans les cylindres.

Plus tard, elle est partie, une première fois, avec les pompes embrayées et 50 cm de tension, aux chaudières.

Une 2^e fois, elle a été encore mise en marche, avec les pompes, sous une pression de 60 cm et en ouvrant les valves de plus en plus, on a pu lui conserver un mouvement rapide et régulier jusqu'à une pression inférieure à 12 cm .

Mais, après qu'on eût stoppé, il a été impossible de repartir à cette faible pression, et même à 60 cm , sans désembraier les pompes.

Cette difficulté de mettre en marche dépend probablement de la grande inertie qu'oppose à un mouvement brusque la masse d'eau considérable qu'il faut refouler dans des tuyaux très recourbés et dépourvus de matelas d'air.

Evidemment, pendant la sortie du *Napoleon* avec l'escadre d'évolutions, la petite machine a fonctionné, à différentes reprises d'une manière très satisfaisante, après être partie sans incertitude avec les pompes embrayées.

En menant ces pompes alimentaires avant que la grande machine ait été mise en marche, elle a toujours empêché les ébullitions tumultueuses de se produire, et, après qu'on eût éteint les feux, elle a rejeté très rapidement à la mer l'eau qui était restée dans les bâches et dans les condenseurs.

Mais bien que la commission ait la confiance que le petit appareil conservera la précision de mise en train dont il a fait preuve en dernier lieu, et que d'ailleurs la marche à vide suivie de l'embrayage des pompes lui paraît devoir être effectuée sans danger d'avaries par des hommes expérimentés, elle approuvait néanmoins à la détermination prise par le constructeur d'installer des petits chevaux pour alimenter chaque façade des chaudières indépendamment des pompes de la grande machine.

Cette détermination est d'autant plus convenable, que le fonctionnement très régulier de la grande machine, à l'allure de 6 à 7 tours, a rendu inutile le but principal du petit appareil, qui était de faire tourner l'hélice, pour imprimer de très faibles vitesses au vaisseau.

On ne peut nier que cette idée de donner deux machines pour mouvoir l'hélice ne soit excellente, à cause de la garantie qu'elle offre et de l'économie qu'elle procurerait pour la navigation à de faibles vitesses; mais l'état d'avancement dans lequel se trouvait le grand appareil, à l'époque où elle a été conçue, puis adoptée, le peu d'espace demeuré libre dans le vaisseau, enfin le mécanisme nécessairement compliqué et pesant

de la transmission, ont rendu très difficiles l'installation de la petite machine, et surtout son couplage à l'arbre de l'hélice.

C'est pourquoi, après avoir considéré que la mise en mouvement de l'hélice par la petite machine ne fait que suppléer à la grande, et que le poids et la complication de la transmission de mouvement peuvent présenter quelques inconvénients, la Commission est d'avis qu'on laisse inachevées les pièces commencées à l'Atelier d'ajustage de Brest.

Elle exprime la même opinion relativement au 3^e objet de la petite machine, qui était de mener les pompes de cale.

Les arbres de communication traverseraient des parties du vaisseau presque inaccessibles; le graissage de leurs coussinets serait difficile à entretenir, et d'ailleurs les petits chevaux pourrnt être installés de manière à puiser directement la cale, sans recourir aux pompes qui dépendent du grand appareil.

Le que nous avons dit du temps nécessaire au changement de marche du vaisseau et au renversement des bielles d'avant-train, montre qu'il est encore inutile de recourir à la petite machine pour opérer ce renversement.

Quelque rapide, en effet, que soit la mise en train sans les pompes d'alimentation, elle exigerait, presque à elle seule, tout le temps employé par les hommes à effectuer le changement.

Ainsi le 4^e objet de la petite machine peut encore être abandonnée.

Pendant les 1^{ers} essais du petit appareil, qui a des robinets spéciaux pour la prise de vapeur aux chaudières de l'avant; les fuites des vannes d'arrêt, fuites que nous avons déjà signalées, qui ont lieu dans toutes les machines, qu'il est presque impossible d'éteindre complètement et qui enfin ont plus

d'importance, quand le grand appareil ne fonctionne pas, se sont montrées dans toute leur intensité.

Mais, avant la dernière expérience, on avait eu soin de serrer contre son siège, au moyen de coins, la vanne de la chaudière que l'on devait allumer, et les fuites n'ont été reproduites que d'une manière insignifiante.

Le constructeur de la machine avait déjà songé à adapter un mécanisme de serrage, sur lequel on agirait à l'extérieur des tyaux qui aboutissent aux vannes; la commission est donc portée à croire au succès de cette installation.

Essai de la détente
variable.

Les essais de la détente variable ont été retardés, comme ceux de la petite machine, par l'exécution de quelques pièces dont les dimensions devaient être prises sur place, et par la reconstruction en bronze des cames qui étaient primitivement en fonte. Ils ont eu lieu le 28 Novembre pendant un trajet à la rade des îles d'Hyères, et pendant le retour de cette rade à celle de Toulon.

Le vaisseau avait plus de 700 tonneaux de charbon; le tirant d'eau moyen corrigé était de $7^m,92$ avec une différence de $0^m,94$ et la surface plongée au maître s'élevait à $102^m,80$.

Malgré cette grande immersion, le 1^{er} lock obtenu avec les 40 feux poussés modérément a été de $12^m,74$.

Les détentes ont été d'abord enclanchées à une petite vitesse, obtenue en fermant convenablement les valves d'admission, et elles ont fonctionné avec régularité et sans choc, aussi long-temps que le nombre de tours de la machine est resté à 15 ou 16 par minute. Mais, lorsqu'il a été porté au-delà, les chocs des galets sur les cames sont devenus très violents.

La courbure des camees, dans le but d'arrêter rapidement l'introduction de la vapeur, a été en effet taillée brusquement, à la descente des galets.

En rendant cette courbure plus douce et en guidant le charriot, soit à son extrémité inférieure, soit latéralement par les camees elles mêmes, on diminuera nécessairement la violence des chocs.

La commission pense qu'après ces simples modifications, le système de détente variable fonctionnera convenablement.

Pendant cette sortie du 28 Novembre, l'état de la mer et la violence du vent ont empêché de rechercher l'économie de combustible que la détente pouvait produire, à des vitesses de machine inférieures à 15 Tours.

Discussion des principaux résultats observés ou calculés.

Nous allons maintenant indiquer et discuter séparément les principaux résultats d'expériences observés ou calculés. (Voir le tableau des calculs qui est joint au Rapport.)

Nombre de tours de la machine par minute.

Le plus grand nombre de tours que l'appareil du Napoléon ait donnés, par minute, sans le secours des voiles, est de 26.

Cette allure correspond, par calorie, à un sillage de $13^{\text{m}} 25^{\text{s}}$; on pourra l'obtenir de nouveau avec une pression de 65^{cm} , lorsque le vaisseau aura seulement de 400 à 500 Conneaux de charbon, et que la carène et les chaudières seront dans un état convenable de propreté.

Nous avons vu que, pour développer la force nominale de 960 Chevaux, la machine devait faire 28 tours par 1; elle est

donc toujours restée nominale ment au dessous de la puissance par laquelle on la désigne, mais elle l'a dépassée, en réalité, de plus de la moitié.

La force nominale n'a d'ailleurs aucune signification, si l'on ne tient pas compte de la pression dans les chaudières et de l'introduction dans les cylindres. Celle de 960 chevaux, que l'on avait attribuée à la machine du Napoléon, avant de fixer les dimensions de l'hélice et de l'engrenage, est une moyenne entre la force nominale développée et celle des chaudières, en chevaux de 30 litres vaporisés dans une heure.

L'allure de l'appareil, avec les 8 corps de chaudières, sera généralement de 23 tours, produisant un peu plus de 12 nœuds, et seulement 788 chevaux nominaux.

Elle donnera aux pistons des cylindres et à ceux des pompes à air les vitesses respectives de 1^{re} 273 et 0^{me} 475, par seconde. Ces chiffres se rapprochent beaucoup de ceux que l'on déduit de la règle de Watt; ils ont produit une faible dépression de vapeur et de très bons vides moyens.

Quand on allumera quatre chaudières seulement et que l'on fera usage de la détente, on obtiendra 19 tours de machine, et plus de 10 nœuds de vitesse.

Avec 2 chaudières, on aura, au moins, 15 tours et 8 nœuds. Enfin en fermant les valves et en déplaçant d'un quart les coulisses des bielles d'excentrique, on pourra réduire le nombre de tours à 7 ou à 6 et obtenir seulement de 4 à 3 nœuds.

L'introduction de la vapeur dans les cylindres a toujours été réglée par les tiroirs de distribution, c'est-à-dire, aux 0,80 de la course des pistons. Les cannes de détente n'étant pas installées, on fermait plus ou moins les valves d'admission, selon les vitesses

Introduction de la vapeur dans les cylindres.

modérées ou faibles que l'on voulait obtenir.

Pression aux manomètres.

La pression maximum, aux manomètres, des chaudières a été de 65 m , avec 26 tours, l'introduction étant réglée aux 0,80, sans écartement des valves. Les chaudières sont très puissantes en surfaces de grille et de chauffe, et il est certain qu'elles soutiendraient pendant long temps une pression de 55 à 60 m , avec l'introduction fixe des tiroirs.

Lorsque l'on chauffe seulement la moitié des chaudières, et que les valves ont été fermées aux 0,3, la pression demeure à 40 m , avec 2 chaudières et une fermeture des valves aux 0,2, elle est de 30 m .

Vide aux baromètres.

Le vide aux baromètres des condenseurs a atteint 70 m , sous toutes les allures, lorsque l'injection était convenablement établie et après que les ventées d'air eurent cessé.

Des courbes d'indication.

Pendant le parcours, on relevait, tous les quarts d'heures, des courbes aux quatre indicateurs placés sur l'avant et sur l'arrière des cylindres. Ces courbes ont vérifié ce que nous avons dit de la régulation des tiroirs et de la grandeur des orifices d'admission et d'évacuation.

Les avances à l'admission et à l'évacuation, qui sont plus grandes qu'à l'ordinaire, ont produit de bons résultats. La dépression de la vapeur est nulle, quand les valves sont ouvertes en grand, et les vides, considérables dès le commencement, forment une ligne presque parallèle à celle de l'atmosphère.

Tension moyenne

pendant l'introduction.

La tension moyenne, pendant les 0,80 d'introduction, a été, dans les plus fortes courbes, de 55 m , alors que les manomètres des chaudières indiquaient 65 m .

Vide moyen dans

les cylindres.

Le vide moyen dans les cylindres a dépassé, de beaucoup, les 55 m qui ont été exigés par les derniers marchés de la Marine.

et que la plupart des machines à hélice fournies par l'industrie n'ont atteint qu'avec peine. Il est monté à 62 $\frac{1}{2}$ m, pour l'allure de 25 $\frac{1}{2}$ tours et l'introduction de 0,80.

Cette valeur est due à la grandeur des orifices d'écoulement, à la bonne disposition des injections, aux systèmes des pompes à air et à la vitesse modérée de leurs pistons. Elle montre que la machine du Napoléon produit la plus grande puissance possible, avec une pression constante aux chaudières et l'introduction adoptée.

Effort moyen sur
les pistons.

L'effort moyen ou la pression effective sur les pistons s'est élevé à 114 $\frac{1}{2}$ m de mercure, dans quelques courbes. Il a été de 109 $\frac{1}{2}$ m, en moyenne, pour 26 tours. Pour 19 $\frac{1}{2}$ tours, il serait réduit à 63 $\frac{1}{2}$ m, c'est-à-dire, au chiffre de la basse pression.

Du nombre de tours
comparé à l'effort moyen
dans les cylindres on
valeur de $\frac{N^2}{P-6 \frac{1}{2}}$

En calone, lorsque les conditions de tirant d'eau et de propriété de cuivre sont les mêmes, on a vérifié sur la plupart des bâtiments à hélice que le carré du nombre de tours de la machine variait sensiblement comme l'effort moyen dans les cylindres, diminué d'une constante qui représente l'effort nécessaire pour vaincre les frottements de la machine et la mettre en marche. Cette constante, qui était égale à 6 $\frac{1}{2}$ m de mercure, pour le Roland et le Charlemagne, paraît devoir être plus forte pour le Napoléon, sans doute à cause de la hauteur plus considérable à laquelle les pompes à air doivent élever l'eau d'injection; et peut être encore, à cause de la plus grande pression et du moindre nombre de tours auxquels fonctionne l'appareil.

La courbe moyenne, que l'on forme en prenant pour abscisses les nombres de tours et pour ordonnées les pressions, montre aussi que l'ordonnée, qui correspond à l'abscisse nulle, doit être égale à 8 $\frac{1}{2}$ m environ.

Néanmoins, nous avons conservé la valeur de $6 \frac{1}{2}$, dans nos calculs d'utilisation, afin que les résultats soient plus comparables à ceux des autres bâtiments.

Nombre de kilogrammes
de vapeur débités par
heure dans les cylindres.

La quantité d'eau vaporisée en une heure, d'une manière sensible dans les cylindres, a été évaluée au moyen des courbes d'indicateur.

On a pris sur ces courbes la pression totale p_i , depuis le vide parfait, aux $0,90$ de la course des pistons, et après avoir cherché dans les tables, qui donnent le poids de la vapeur saturée en fonction de la pression, le poids P du mètre cube de vapeur, à la tension p_i , on a appliqué la formule: Nombre de kilogramme d'eau vaporisée par heure $= 0,9 \pi D^2 C N \times 60 \times P$.

Le plus grand chiffre ainsi obtenu est de 36303 kilogrammes, avec les 8 chaudières et 26 tours de machine. Avec 4 chaudières, on a eu, sans pousser les fers et sans tenir compte de la perte par les vannes d'arrêt, 15720 kilogrammes.

Force des chaudières en
chevaux de 30 litres.

Si, au lieu des 36303 kilogrammes, on en admet seulement $34000 \frac{1}{2}$ qui ont été obtenus avec $25 \frac{1}{2}$ tours, on devra conclure que les chaudières du Napoléon ont développé 1133 chevaux de 30 litres, et il en devrait être ainsi, car elles ont $0,57$ de surface de grilles, pour chacun des 960 chevaux, c'est-à-dire, $\frac{1}{6}$ en sus du chiffre qui donne, dans les bons appareils, 30 litres d'eau vaporisée par cheval; elles devraient donc atteindre les $\frac{1}{6}$ de 960 ou 1120 chevaux de 30 litres.

Force nominale de
l'appareil.

Nous avons dit, à l'article du nombre de tours par minute, comment la force nominale de l'appareil était constamment demeurée inférieure à 960 chevaux.

Elle est de 890 chevaux pour $13 \frac{2}{5}$

de 770 — 2 — 72 nœuds

de 640 chevaux pour 10 nœuds

de 510 ——— π° ——— 8 nœuds

Les deux premières valeurs sont beaucoup plus faibles que les forces effectivement développées, mais les autres sont plus considérables.

Force effective en chevaux
de basse pression.

La force effective, en chevaux de basse pression, a été calculée par la formule $\frac{2 D^2 c N}{0,59} \times \frac{P}{63 \text{ } ^{\circ}\text{m}}$, c'est-à-dire, au moyen de l'expression de Watt multipliée par le rapport entre l'effort moyen, à l'allure considérée, et celui de la basse pression, qui est de 63 $^{\circ}\text{m}$.

Pour petite brise debout, elle s'est élevée jusqu'à 1540 chevaux, pour 16 tours, et à 1475 pour 25^{tours} 5; elle a ainsi dépassé des $\frac{2}{3}$ la puissance nominale, qui correspond aux mêmes nombres de tours.

La valeur la plus faible, qui ait été constatée par les courbes d'indicateur, est de 300 chevaux; mais elle a dû descendre à 30 chevaux seulement, quand la machine ne donnait que 6 à 7 tours.

Enfin cette force effective varie sensiblement, par calone et par belle-mer, comme les cubes des nombres de tours ou des vitesses.

Force en Kilogrammètres
sur les pistons.

Le travail, par seconde, dans deux cylindres, pour un effort moyen $P \text{ } ^{\circ}\text{m}$, est donné par la formule $\pi^2 D^2 c \frac{N}{60} \frac{P \text{ } ^{\circ}\text{m}}{76 \text{ } ^{\circ}\text{m}} \times 10330$ kilogrammètres, ou par $7,117 D^2 c N P \text{ } ^{\circ}\text{m}$. Il a atteint la valeur excessive de 205350 kilogrammètres ou de 2702 chevaux, de 76 kilogrammètres.

Nombre de litres d'eau
vaporisés d'une manière
sensible aux cylindres
par cheval effectif.

Le nombre de litres d'eau vaporisée, comparativement à la force effective, a été d'autant plus faible que le vide a été meilleur. Pour le vide moyen de 62,5 et à l'allure de la grande vitesse, il a suffi de 2,5^{litres} 95, pour produire un cheval de basse pression; mais lorsque le vide était de 53 $\frac{1}{2}$ seulement, les autres conditions

restant les mêmes, il a fallu 28 litres. Si les détenteurs avaient fonctionné, on aurait obtenu, dans les faibles vitesses, un nombre de litres égal à 16 ou 17 seulement, par cheval.

Nombre de litres d'eau
vaporisés par m² de
surface de chauffe et
par m² de surface de
grilles.

Consommation du
combustible.

La surface totale de chauffe, sans les plaques de tête, est de 1377^{m^2} , et celle des grilles est de 68^{m^2} ; en divisant par ces deux nombres les 36303 litres d'eau vaporisée, qui ont été constatés, en une heure, dans les cylindres, on trouve respectivement 26^{litres} par m² de surface de chauffe, et 534^{litres} par m² carré de surface de grilles.

Des trois expériences de consommation de charbon, la 2^e seule a été faite avec une grande exactitude. Cependant les chiffres qui ont été adoptés pour la 1^{re} et la 3^e, doivent différer très peu, soit en plus, soit en moins, des dépenses qui ont réellement eu lieu.

Sous cette réserve, on peut dire que la machine du Napoléon ayant l'introduction fixe de 0,80, a consommé, par cheval, effectif et par heure :

1^o 3^{kg} 89 tant de New-Castle que de Cardiff, à 22 tours de machine, par minute, avec les valves en grand et avec un vide moyen médiocre; avec le vide moyen de 61^{mm} réalisé depuis, la pression dans les cylindres aurait été augmentée de $\frac{1}{3}$, au moins, et la dépense, diminuée dans le même rapport, serait descendue au dessous de 3^{kg} 50.

2^o 4^{kg} 53 de Cardiff, à 16^{tours} 40, avec les valves au tiers, avec un vide moyen médiocre, et avec des pertes par les vannes d'arrêt.

3^o 4^{kg} 75 de New-Castle, à 19 tours, avec les valves au $\frac{1}{3}$, avec un bon vide moyen, mais avec des pertes un peu plus considérables par les vannes d'arrêt.

Il résulte de ces chiffres que les fuites par les vannes d'arrêt, dans les quatre chaudières remplies d'eau froide, ont été assez considérables.

Mais, lorsqu'on fera usage de la détente variable, après

avoir étanché les vannes, on recouvrira très sensiblement les consommations précédentes. *

La vitesse de 10 nœuds, par exemple, pourra être obtenue avec 0,3 d'introduction et une dépense de 3, ^k50 seulement de bon Nerv-Castle.

En adoptant pour moyenne la consommation admise ordinairement de 4, ^k par cheval effectif et par heure, on dépenserait, par 24 heures et par cube.

146	Consommation de charbon de 1 ^{re} qualité, pour	13 ^h 12 ^m 35
97	_____ d° _____	12 ^h 22 ^m
58	_____ d° _____	10 d°
33	_____ d° _____	8 d°

Nombre de litres d'eau

vaporisés par kilogramme

de charbon.

Les nombres de kilogrammes de vapeur sensible constamment, pour les trois expériences de consommation, 6, ^k53, 6, ^k43 et 5, ^k39.

Le 1^{er} de ces nombres est très élevé et dû, en grande partie, à la bonne qualité des charbons de Cardiff et de Nerv-Castle qui ont été employés.

Ils doivent cependant tenir aussi aux dispositions inévitables que renferment les chaudières, au faible rayonnement qu'ont les cylindres, en regard à leur volume, à cause de leur grand diamètre, et enfin aux robinets qui purgent les fonds des cylindres, à chaque coup de piston, avant l'admission de la vapeur.

Si l'on compare les deux derniers chiffres, pour lesquels le tirage de la chaudière était influencé par la même brise,

* Le Cardiff ayant une puissance de vaporisation de 12 à 15 pour % supérieure environ à celle du Nerv-Castle, on doit en conclure aussi que la médiocrité du vide a augmenté la consommation du combustible.

et dont la différence de 30 pour %, peut s'expliquer par celle des deux charbons et par les pertes des vannes d'arrêt un peu plus considérables. Dans le deuxième cas, on est porté à admettre que les vides moyens élevés ne diminuent pas dans les cylindres courts du *Napoleon*, la production de vapeur sensible.

Vitesse du Vaisseau.

La plus grande vitesse obtenue par le *Napoleon*, pendant les essais, est de $13^{\text{m}} 26$, avec une surface plongée, au maître, de $98^{\text{m}} 8$, une petite brise grand large et, peut-être, avec un courant favorable, mais inférieur à un demi-nœud.

L'allure, à toute vapeur, sera généralement, en cabine, de 11 nœuds à $12^{\text{m}} 5$, et le sillage ne sera réduit qu'à 10 nœuds ou à 8 nœuds, quand on allumera seulement 4 ou 2 chaudières.

Avance du Vaisseau

par tour d'hélice. L'avance du vaisseau, pour un tour d'hélice, a subi, comme la vitesse, les influences du vent, de la mer et de la surface immergée du maître-couple.

En calme, elle doit être constante pour des vitesses rapprochées, et il est probable (les essais ne le démontrent pas d'une manière assez précise pour l'affirmer) qu'elle diminue, bien que faiblement, à mesure que la vitesse augmente, comme on l'a constaté pour toutes les hélices expérimentées sur l'avis le *Pélican*.

La valeur moyenne de l'avance est de $8^{\text{m}} 35$ pour le tirant d'eau en charge du plan $7^{\text{m}} 72$ et pour $99^{\text{m}} 5$ de surface plongée au maître-couple.

Résultats avec les trois pas.

En comparant cette valeur moyenne aux trois pas, de l'entrée $7^{\text{m}} 30$, moyen $8^{\text{m}} 50$ et de la sortie $9^{\text{m}} 40$, on reconnaît qu'elle donne un recul négatif égal à $-0,143$ pour le premier, positif, mais presque nul, $0,017$ pour le deuxième et positif de $0,11$ avec le troisième.

Le recul négatif semble prouver que la partie avant

des ailes frappe l'eau à contre, mais il n'en doit pas être ainsi. On admet plus volontiers que l'eau pressée par les ailes a un mouvement propre dans le même sens que le bâtiment, en sorte que l'avance, qu'il faudrait prendre pour calculer le recul par rapport à cette eau, est moindre que l'avance résultant des vitesses, d'après relevement, et plus petite que le pas d'entrée.

Le recul, avec le pas de sortie, qui est le plus important des trois, à cause de la forme de la directrice, a une valeur très faible. Pour le réduire des résultats obtenus sur le Pélican, il faut supposer que la résistance relative du Naphtéon est moindre que pour cet aéro, lorsqu'il avait une hélice de 2^m,50 de diamètre.

Or, on a pour le vaisseau $\frac{KB^2}{\alpha^2} = K' 2,94$; pour le Pélican $\frac{KB^2}{\alpha^2} = K' 1,6$; donc il faut que K soit à peu près égal à $\frac{K'}{2}$.

Nous arriverons à la même conséquence pour les utilisations.

De l'utilisation.

Le travail utilisé par le vaisseau, pendant la marche, savoir KB^2V^3 (K étant le nombre de kilogrammes qui exprime la résistance, par mètre carré de surface plongée et par mètre de vitesse, B^2 l'aire immergée au même couple, en mètres carrés et V la vitesse) a été comparé à la force effective en chevaux de basse pression F et au travail en kilogrammètres $7,117 \text{ d'cN } (p-6)$.

Pour le 1^{er} rapport, nous avons posé $\frac{KB^2V^3}{F} = K m^3$ V étant exprimé en nœuds.

Pour le 2^e, nous avons fait $\frac{KB^2V^3}{7,117 \text{ d'cN } (p-6)} = K u$, V étant exprimé en mètres, par seconde.

En calculant les premiers membres, dont tous les éléments ont été observés ou étaient connus, nous avons trouvé des valeurs de m et de u sensiblement constantes, par calme, et respectivement

égales à 5, 45 et à 0, 175.

Les valeurs de m et de n sont les plus fortes qui aient été constatées jusqu'à présent. Elles montrent, comme les reculs, que le *Napoleon* est supérieur, pour l'emploi de sa force motrice, à tous les bâtiments à vapeur connus.

Les formes de sa carène et l'affinement des étambots, entre lesquels est situé le propulseur, le grand diamètre de l'hélice, la courbure de sa directrice, les dimensions de la machine, en un mot, tous les éléments de laquelle dépendait la marche du vaisseau, ont été exécutés ou choisis de la manière la plus favorable.

Mais, indépendamment de ces excellentes conditions, il résulte de la comparaison des utilisations avec celles qu'ont données des navires plus petits, le *Pélican*, par exemple, que la supériorité du *Napoleon* est due principalement à la grandeur même de sa carène ou de son maître-couple.

Le *Pélican*, avec un diamètre d'hélice relativement très grand, une machine bien entretenue, une carène affinée et propre, a donné pour utilisation, avec une directrice courbe, K 0, 090.

Sans nul doute, le rendement de sa machine et de son propulseur était au moins aussi grand que pour le *Napoleon*. On peut donc poser K 0, 090 = K' 0, 175; d'où K' = encore $\frac{K}{2}$.

Ainsi du *Pélican* au *Napoleon*, c'est-à-dire, pour une variation de surface plongée au maître de 10^{m^2} à 100^{m^2} , la résistance élémentaire K , avec la signification qu'elle a dans les utilisations et dans les résistances relatives, diminue de moitié, au moins.

Expériences de traction
au point fixe.

Les essais de traction, au point fixe, du *Napoleon* ont eu lieu le 25 Octobre 1852.

L'appareil dynamométrique destiné à mesurer les tractions en indiquait la 10^e partie.

Il était d'ailleurs installé de la même manière que pour les expériences analogues, faites précédemment sur le vaisseau le Charlemagne et la corvette la Reine-Hortense.

Le vaisseau avait pour tirant d'eau moyen, corrigé, 7^m 91, avec une différence de 0^m 81 et 102^m 62 de surface plongée au maître.

La mer était calme et il ne régnait qu'une brise très faible dont l'action était négligeable.

Les résultats obtenus et corrigés, de la manière la plus probable, sont consignés dans le tableau suivant :

Nombres	Nombre de tours par minute N	Efforts moyens sur les pistons en atmosphères	Pression effective sur les deux pistons en kilogrammes	Travail pour un tour T	Efforts lus au dynamomètre E	Valeurs de $E \times 9^m 40 \times \frac{80}{41}$	Rayon de $R \times 9^m 40 \times \frac{80}{41}$ T
1	10,00	0 ^m 476	4788 ^{kg}	156715 ^{kg}	5340 ^{kg}	100512 ^{kg}	0,644
2	10,50	0,510	51308	167278	5950	109335	0,652
3	13,00	0,706	71025	231560	8820	161789	0,698
4	13,50	0,744	74848	244028	9420	172770	0,708
5	13,80	0,776	78068	254518	9830	180280	0,707
6	14,60	0,847	84607	275822	10740	196985	0,714
7	15,20	0,892	87740	292550	11500	210950	0,721
8	15,90	0,941	94673	308618	12320	225970	0,731
9	16,70	1,012	104731	341743	13750	252180	0,738
10	17,85	1,177	118412	386026	15660	287220	0,744
11	19,90	1,454 ou 109 ^g /m	144258	470304	19120	250700	0,746

Ces mêmes résultats sont représentés graphiquement sur la

figure (1) qui contient 2 courbes dont les abscisses communes sont les pressions moyennes dans les cylindres données par les indicateurs, et dont les ordonnées expriment l'une, les nombres de tours de la machine, par minute, l'autre les efforts de traction correspondants.

Les expériences n'ont pas été poussées au delà de 15660 kilogrammes, pour $17^{\text{ème}}$ = 85 et une pression moyenne de 89 %m, mais l'on aurait obtenu, avec les 109 %m constatés pendant la marche du vainqueur, un effort de 19120 kilog² et $19^{\text{ème}}$ = 90 de machine.

Il résulte des chiffres du tableau et de la forme des courbes que le rapport, entre les efforts de traction et les efforts moyens sur les pistons, va en croissant à partir de la pression initiale nécessaire pour faire tourner la machine; et que, si l'on retranche des efforts moyens cette pression initiale d'environ 8 %m, la même qui était nécessaire pour rendre $\frac{N^2}{p-8}$ constant, pendant la marche, le rapport, entre les tractions et les nouveaux efforts sur les pistons, est sensiblement constant.

Les premiers rapports atteignaient, pour le Charlemaigne et pour la Reine-Hortense, des maxima qui auraient été, sans doute, constatés, si l'on eût prolongé les essais du Napoléon, mais qui ne sont pas dans les résultats des observations.

La directrice de l'hélice du Napoléon est courbe, ou mieux elle a été infléchie à la partie antérieure des ailes, et, comme celle de la Reine-Hortense, elle a donné lieu à un recul négatif avec le pas d'entrée.

Néanmoins les parties antérieures des ailes ne paraissent pas avoir exercé toute la pression sur l'eau, pendant le fonctionnement de l'hélice cotée au point fixe, fait qui résultait nettement des expériences de la Reine-Hortense.

Le pas de sortie, au contraire, a conservé l'action que

son allongement lui donne, en route libre.

En effet, si l'on calcule, avec le pas de mètre, quels seraient les efforts de pression des ailes sur l'eau, pour les divers efforts sur les pistons, en admettant que les pistons parcourent la longueur du pas multipliée par le rapport des roues d'engrenage, pendant que les ailes décrivent deux fois la course des pistons, et en négligeant les frottements, le travail des pompes &c., on obtient des tractions supérieures à celles qui ont été observées.

Or bien, si l'on compare le travail des efforts dus au dynamomètre à celui des pressions moyennes dans les cylindres, on arrive, avec le pas de vortice, à des rapports plus faibles que l'unité et qui expriment suffisamment la perte due aux frottements et aux pompes.

Résumé.

Après avoir décrit, avec les détails qui précèdent, l'appareil du Napoléon et les expériences auxquelles il a été soumis, la Commission résume son rapport ainsi qu'il suit :

1^o La grande machine, malgré les difficultés d'exécution et de montage de ses organes lourds et puissants, a fonctionné dès le 1^{er} jour des essais, avec une précision et une régularité très remarquables.

2^o La douceur du mouvement de son engrenage fournit l'un des plus beaux résultats que l'on ait encore obtenus, pour ce genre de transmission de mouvement.

3^o Les relations qui existent entre les dimensions et les vitesses de tous les organes, y compris l'hélice, ont été choisies d'une manière très prudente et très heureuse.

4^o Les grands orifices, pour l'admission et l'expulsion de la vapeur, ont empêché la dépression et produit des vides moyens considérables qui, soit à cause de la faible longueur des cylindres, soit à cause du nombre assez élevé des coups de piston, n'ont pas

augmenté la consommation du combustible.

5° Les chaudières forment l'un des meilleurs appareils tubulaires que l'on ait construits.

6° Après de légères modifications dans la courbure des camees, le système de détente fonctionnera convenablement.

7° La régularité du fonctionnement de la grande machine, à l'allure de 6 à 7 tours, rend inutile la mise en mouvement de l'hélice par la petite machine.

8° Ce petit appareil, dont la mise en train, avec les pompes d'alimentation, a acquis une assez grande précision, sera néanmoins remplacé, d'une manière avantageuse, par des petits chevaux, qui formeront un 2° système d'alimentation complètement distinct.

9° Le changement de marche de la machine s'effectue avec un peu de lenteur.

10° La position des pompes alimentaires et de leurs boîtes à soupapes, sous les parquets des chauffeurs rend ces organes difficiles à visiter et à entretenir, pendant la marche. Il en est de même des pompes de cale.

11° La communication de mouvement entre l'arbre de l'hélice et les 2 groupes de pompes alimentaires donnerait lieu, en cas d'avaries, à des travaux longs et difficiles à exécuter, dans le cours d'une traversée.

12° La vitesse imprimée au vaisseau s'est élevée à 13 nœuds $\frac{1}{2}$, pour calme.

13° Les résultats donnés par les expériences de traction, au point fixe, prouvent que le vaisseau aura, comme remorqueur, une puissance considérable.

14° La consommation du combustible, qui devra être

encore étudiée, sera faible, à toutes les allures, lorsqu'on aura éliminé les fuites par les vannes d'arrêt, et que l'on fera usage de la détente variable.

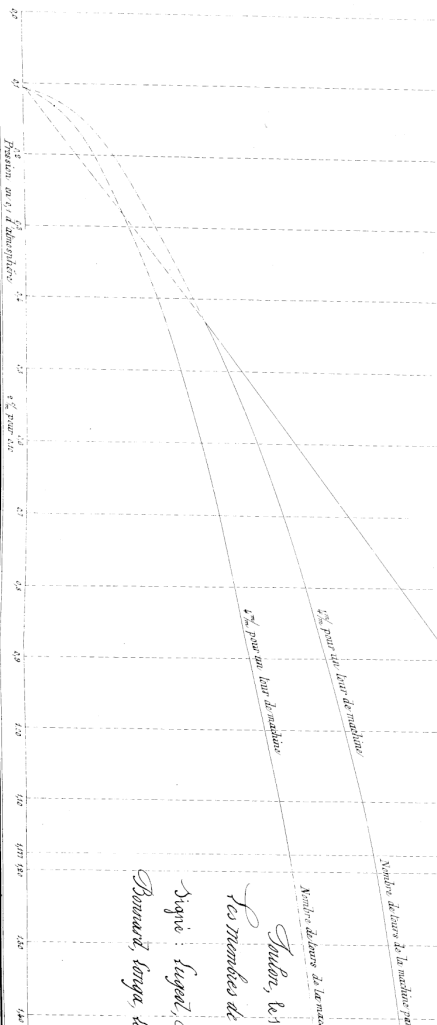
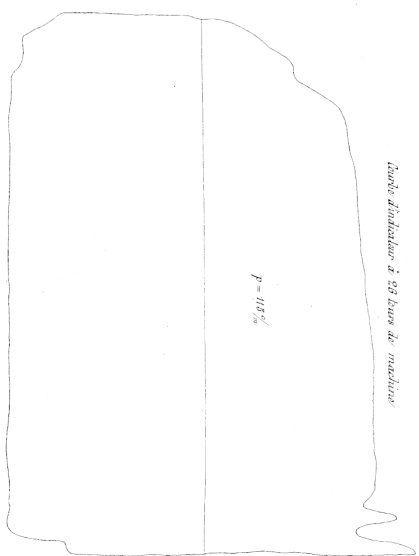
Ainsi l'appareil à vapeur du *Napoléon*, malgré l'élévation de son poids, qui provient le système imposé pour sa construction, et à part les quelques imperfections qui viennent d'être signalées dans des organes accessoires, satisfait à toutes les conditions principales que l'on pouvait exiger de la machine d'un vaisseau à grande vitesse.

Cette œuvre considérable fait le plus grand honneur à M^r l'Ingénieur Moll, qui en a dressé les plans, ainsi qu'aux ateliers d'Indret qui les ont exécutés.

Toulon, le 15 Janvier 1853.

Les membres de la Commission,
Signé: Lugeol, Dupuy de Lôme, Bonnard,
Sorga, Le Boulleux de Courlon rapporteur.

Tableau annexé au rapport sur les expériences de la machine du vaisseau le Napoléon.

[illegible]
$$\alpha = \frac{V+V'}{n+n'}$$

+ Avec des guides de vapour assez considérables à travers les ruelles d'Asie dans les chaumières non chauffées.

Expériences à la voile Du vaisseau à vapeur le Napoléon

Rapport de M^r le Capitaine de vaisseau Dupouy

(Joint à un deuxième rapport de la Commission d'examen)

Amiral,

Le rapport ci-joint, que j'ai l'honneur de vous adresser, vous fera connaître l'opinion de la Commission du Napoléon, sur les résultats des derniers essais à la voile, qui ont été effectués dans l'Escadre, du 18 au 24 du courant.

Je crois de mon devoir d'accompagner ce rapport de mes observations personnelles sur les qualités du vaisseau et sur quelques parties de la machine, dont il importe que la situation soit exactement connue.

Comme vous le savez, Amiral, nous avons éprouvé le Napoléon dans différentes circonstances de temps et de mer et sous diverses allures, et il nous est possible, par conséquent, d'exprimer, dès à présent une opinion motivée sur ses qualités à la voile et à la vapeur. Je dirai tout d'abord celles m'ont paru très-satisfaisantes.

Le vaisseau gouverne avec une facilité rare, même par de très-faibles brises et avec une mer houleuse. Il conserve cette faculté essentielle, ce qui est digne de remarque, alors même que l'hélice ne tourne pas; avec un peu d'attention, on a toujours pu le maintenir exactement en route, et éviter ces grandes embardées, qu'il est quelquefois difficile de prévenir, sur les vaisseaux

à voiles, et plus difficile encore d'arrêter, quand une fois elles sont commencées. Le vaisseau est cependant ardent, de belle mer, peut-être un peu trop dans certaines circonstances; mais ce léger défaut est largement compensé par l'avantage qui en résulte, lorsqu'il y a de la houle, de pouvoir gouverner le plus souvent avec la barre droite.

Le vaisseau tient parfaitement le vent, et il m'a semblé qu'il avait, sous ce rapport, quelque avantage sur d'autres vaisseaux. J'ai remarqué que nous étions souvent obligés de gouverner plus arrisé que notre maître d'avant, pour ne pas rester au vent de notre colonne; c'est ce qui souvent s'est reproduit, de grosse mer. Il est bon de remarquer que, dans les expériences de chasse qui ont eu lieu, cette faculté du *Najadeon* de tenir parfaitement le vent et de dériver peu n'a pu être appréciée suffisamment, ces expériences s'étant accomplies de belle mer et de petite brise; je crois, pour ce motif, devoir en faire mention, sans préjuger ce qui pourra se produire, quand le vaisseau sera léger ou dans d'autres conditions de chargement.

D'assez nombreuses évolutions ont été effectuées à la voile. Même dans les circonstances les plus difficiles, le vaisseau vire vent devant, avec une très-grande sûreté et sans hésitation, quand des vaisseaux éprouvent des difficultés. On a remarqué qu'il gagnait beaucoup au vent; il prend donc un peu plus d'espace que les vaisseaux à voiles qui sont, comme on sait, beaucoup plus courts, et il met aussi un peu plus de temps pour effectuer son évolution. Il en est de même des viréments vent arrière, qui demandent encore un peu plus de temps et d'espace, mais qui s'opèrent toujours, même de gros temps, d'une manière très-satisfaisante. Le vaisseau abat d'abord lentement, mais il revient au vent avec une grande facilité, et se range rapidement au plus près; de telle sorte qu'il ne s'est pas trouvé sous le vent de la colonne, après l'observation.

Quant à la stabilité, elle est évidemment très-suffisante, du moins dans les conditions où nous avons navigué, c'est-à-dire, avec 500⁶² de combustible, à bord, et notre plein de vivres et d'eau. Le vaisseau incliné modérément sous les plus fortes brises, et l'on peut ajouter qu'il se comporte très-bien, de mauvais temps, à la voile et à la vapeur. J'ai fait, à ce sujet, pendant le coup de vent de N.O. que l'Escadre a essuyé le 22, une expérience qui me paraît très-concluante. Après avoir porté jusqu'à 11 heures du matin beaucoup de voiles, c'est-à-dire, le grand et le petit hunier au bas ris, la misaine carrée avec le ris à la misaine godette, j'ai mis sous vapeur, par ordre de l'Amiral, et fait serrer toutes les voiles pour voir comment le vaisseau se conduirait en travers à la lame et complètement abandonné à lui-même, filant de 8⁷² à 8⁵² avec la machine. La mer était grosse. Je ne pense pas que, dans les mêmes circonstances, aucun bâtiment eut pu se comporter mieux, sous aucun rapport. On n'a pas cessé de marcher assez facilement sur le pont et sur la dunette: les amplitudes des roulis ont été modérées, et les liaisons du vaisseau n'ont marqué aucune trace de fatigue, ce qui est d'un bon augure pour la solidité de la charpente.

Il vous a été facile, Amiral, d'apprécier la vitesse du vaisseau, aux diverses allures et dans les différentes circonstances de temps où nous avons navigué, et il est peut-être inutile que j'exprime ici mon opinion personnelle à ce sujet. Je dirai néanmoins que, d'après les expériences qui viennent d'être effectuées, le Napoléon n'a pas, dans les petites brises et par belle mer, la vitesse des autres vaisseaux. Son infériorité est très-sensible quelquefois, surtout lorsque le vent est arrière. Le vaisseau paraît très-bien marcher, au contraire, quand la brise est ronde; du moment où l'on est obligé de serrer les voiles, par exemple, sa vitesse, comparativement aux autres vaisseaux, m'a semblé très-avantageuse, au moins au plus près, quand la mer est grosse ou houleuse.

Je dois, Amiral, vous raporter ici que l'hélice désembragée tourne régulièrement et sans difficulté; le contraire avait été observé dans les derniers essais et avait obligé mon prédécesseur, le 18 x^{bre}, à vous demander, par signal, de cesser les ébais à la voile.

Le mouvement de rotation ne s'opère pas à moins de 3^h⁵⁵ à 4^h¹⁰ de vitesse, et cesse toujours à 3^h¹⁰. Nous rechercherons, avec soin, d'où résulte l'obstacle à la rotation, qui, s'il persistait, pourrait produire un inconvénient plus grave que celui de retarder la marche, à la voile; et déjà des travaux ont été commencés, avec votre autorisation, dans le but d'en connaître la cause, et d'y porter remède, s'il est possible, sans entrer au bassin. C'est là, Amiral, le fait le plus grave dont j'ai à vous rendre compte.

À quatre reprises différentes, j'ai eu l'occasion de chauffer et de juger, par moi-même, du bon fonctionnement de la machine; je ne puis que répéter ce qui a été dit. Les organes principaux de l'appareil sont simples, d'une grande solidité, et marchent avec une régularité parfaite. Il est impossible de ne pas être frappé, par exemple, de la douceur du mouvement des grandes roues d'engrenage, et du peu de bruit qu'elles produisent, preuve convaincante du soin qui a présidé à leur construction et à leur montage. La machine est, du reste, solidement établie sur des plaques de fondation; elle marche de toute sa vitesse, sans qu'on distingue la moindre vibration dans les pièces principales et dans les bâtis; avantages que ne présentent pas également toutes les machines à hélice. Les dispositions générales font grand honneur à M^r l'Ingénieur Mall.

Mais j'ai le regret d'ajouter que, si les organes principaux ne laissent rien à désirer, il n'en est pas de même, à mon avis, des parties accessoires.

Je me suis aperçu, dès le premier jour, qu'il était très-difficile de passer de la marche en avant à la marche en arrière, c'est-

à-dire, de changer le mouvement des tiroirs, avec toute la célérité nécessaire dans certains cas. Cette opération, d'après des essais auxquels je me suis livré, ne demande guère moins de 3 minutes, en moyenne, ce qui est, pour la manoeuvre, une difficulté et, pour le vaisseau, un danger sérieux.

Il est des circonstances qu'il importe de prévoir, où il faut marcher en arrière instantanément, aussitôt qu'on a stoppé. Cela est souvent nécessaire pour prendre des remorques, pour tenir son poste, pour prendre un mouillage difficile; et cela est souvent important pour s'arrêter devant un danger, sur lequel on viendrait à tomber inopinément. Sous ce rapport, la mise en train me paraît laisser à désirer, et ne pas répondre complètement à ce que réclame le service du vaisseau et la sûreté de sa navigation.

Le mécanisme des tiroirs, extrêmement ingénieux du reste, et qui a l'avantage théorique de produire une distribution de vapeur égale au dessus et au dessous du piston, me semble présenter, sous le côté pratique, quelques inconvénients graves. Il est d'une complication fâcheuse et fonctionne déjà avec peu de régularité et non sans choc. Les secteurs ont des vibrations très-prononcées.

Je me croirai donc autorisé à demander quelques modifications dans cette partie de la machine; car, je l'ai dit, il y va de la sûreté du vaisseau, et vous jugerez, Amiral, qu'il m'appartient naturellement de m'en préoccuper.

D'après des études déjà faites, à ma demande, j'ai l'assurance que ces modifications n'offriront aucune difficulté et pourraient être exécutées promptement et à peu de frais.

Le mauvais temps, que nous avons éprouvé le 22 du courant, nous a fait constater un vice très-grave des pompes d'extraction de la cale, mues par la machine. Il est reconnu qu'on ne peut les visiter, en marche, et, par suite, les faire fonctionner régulièrement.

Cette fois, il a été impossible de s'en servir, et une partie de l'équipage a été presque constamment occupée à vider l'eau qui s'introduisait dans la cale, par le tuyau de refoulement des pompes de la machine, dont les clapets étaient engagés. J'ai dit que ces pompes ne pouvaient être visitées et déchargées, en marche; il en est de même de leurs prises d'eau. Deux des crépines sont situées sous les chaudières, dans un endroit où l'on ne peut pénétrer, quand on chauffe. Les dangers où je me suis trouvé à plusieurs reprises, sur des bâtiments à vapeur, par suite de la difficulté de faire fonctionner régulièrement ces pompes d'extraction, qui s'engorgent si facilement, comme on sait, me font vivement désirer que des dispositions meilleures soient adoptées, s'il est possible.

Les appareils en question sont, sans doute, bien construits; mais je ne saurais assez le répéter, ils sont établis de telle sorte, qu'on ne peut visiter, ni les clapets, ni une partie des crépines, quand on est sous vapeur, et c'est là un inconvénient des plus graves, auquel il importe beaucoup de remédier.

Le même vice existe dans le système d'alimentation des chaudières. Les pompes, les boîtes d'alimentation, le tuyautage, tout cela est dans la cale, au dessous des parquets, de telle sorte que rien ne peut-être visité, en route.

J'exprimerai le vœu que les pompes et les boîtes soient à la main, au dessous du parquet, comme dans le plus grand nombre des machines connues. Je ne crois pas moins nécessaire de placer une partie des tuyaux sur le devant des chaudières, à l'imitation de ce qui se pratique généralement, pour qu'on puisse les démonter facilement et les réparer promptement, quand il y surviendra quelques avaries. Je voudrais pouvoir joindre à ces observations le plan du tuyautage actuel; j'en aurai l'honneur de vous l'adresser plus tard, s'il est nécessaire, pour bien faire comprendre, s'il est possible, les difficultés excessives que

présente le démontage des diverses parties du système, dont quelques unes ont dû être déjà changées, et pour faire juger du temps qu'exigerait la plus petite réparation.

Je craindrais que, si ce tuyautage était maintenu, le vaisseau ne fût souvent obligé de chômer et ne fût pas toujours en état de prendre la mer, comme le veut, sans doute M^r le ministre de la marine.

La petite machine, destinée primitivement à alimenter les chaudières et à faire tourner l'hélice, a été jugée par la commission de recette. On ne saurait songer à la conserver à bord, du moment où les petites machines alimentaires, qui vont être mises en place, seront établies; on ne peut raisonnablement prétendre encore à l'employer pour le mouvement de rotation du propulseur, vu sa position au fond de la cale, où elle est noyée, aussitôt qu'il y a un peu d'eau, et la complication de transmission de mouvement.

Je ne crois pas nécessaire d'entrer dans plus de détails à ce sujet, puisque mon opinion est conforme à celle de la Commission de recette. Je dois faire observer que le débarquement de cet appareil aura pour effet de dégager une partie de la cale, qui est aujourd'hui inaccessible, de laisser à bord une place précieuse et d'alléger notablement le vaisseau. L'appareil pourra d'ailleurs être utilisé à terre.

On n'est pas encore parvenu à faire convenablement fonctionner l'appareil de la détente variable, ce dont on ne saurait s'étonner raisonnablement; vu la dimension considérable de la machine, les difficultés bien reconnues que présente l'installation de ces sortes d'appareils. Les canes qui donnent le mouvement, et qui faisaient primitivement un bruit étourdissant, ont été modifiées, le bruit est maintenant moins grand, mais il est encore considérable et trop fort, à mon avis, pour qu'il n'y ait pas inconvénient à se servir de l'appareil, tel qu'il est, et sans de nouvelles modifications, dont j'aurai l'honneur de vous parler plus tard.

Il me reste encore à signaler un choc assez fort, qui se produit à la fermeture des clapets de bâche, alors que le piston de la pompe à air commence à descendre. J'ai demandé, à titre d'essai, qu'une soupape fût établie sur le couvercle de l'une des pompes à air, pour laisser pénétrer l'air jusqu'aux clapets de la bâche, et en modérer le mouvement, au moment où ils se forment. Ce moyen, bien connu d'ailleurs, nous a très-bien réussi autrefois, sur le Caton, et j'espère qu'il aura ici le même effet. Le choc en question en sera diminué assurément, s'il ne cesse pas tout-à-fait.

Quant aux chaudières, on s'accorde à reconnaître qu'elles sont bien conçues et construites avec soin. Seulement on n'est pas encore parvenue à empêcher la vapeur des unes de passer dans les autres, et l'on a été obligé, jusqu'ici, de les chauffer toutes à la fois, ce qui est très-dispendieux; il est bien important qu'on puisse les isoler, et qu'il soit facultatif de n'en employer qu'une petite partie, quand on aura à marcher à petite vitesse. On va s'occuper d'un travail qui, je l'espère, remplira ce but.

Mais ce n'est pas sur ces détails que doivent porter, pour le moment, nos plus actives préoccupations; il s'agit de découvrir d'où peut venir l'irrégularité qui s'est manifestée dans le mouvement de rotation de l'hélice, et de s'assurer que ce défaut, qui date du changement du presse-étoupe, à ce qu'on assure, ne peut avoir de conséquences graves. On va visiter le coussinet extérieur, et rien ne sera négligé pour éviter, s'il est possible, de rentrer une seconde fois au bassin.

En me résumant, Amiral, je ne puis que faire l'éloge du vaisseau, dont les qualités, à la voile comme à la vapeur, dépassent, d'après mon appréciation personnelle, tout ce qu'on pourrait en attendre justement. Ses évolutions sont sûres et suffisamment rapides, ce qui est digne de remarque, pour un vaisseau de grand tirant d'eau (8^m environ)

dont la longueur n'a pas moins de 72^m à la flottaison. Si on veut bien considérer que le *Napoléon* est petitement mâté, que sa voilure, très-heureusement pour la marche à la vapeur, est dans un faible rapport avec son déplacement et avec la surface de son maître-couple, on ne sera pas moins satisfait de sa marche qui est faible, il est vrai, de petit temps, mais bien meilleure, dans des brises fraîches et aisément égale, du moins à mon avis, à celle des vaisseaux à voiles, dans certains cas, sous l'allure du plus près.

Quant à la machine, elle développe une grande puissance, sans que ses organes principaux cessent de marcher régulièrement. Cet immense appareil paraît offrir d'ailleurs toutes les garanties désirables de solidité.

Je n'en crois pas moins de mon devoir de maintenir les observations précédentes, tant sur l'ensemble qui est assurément très-remarquable, que sur les parties accessoires qui laissent beaucoup à désirer.

Il me reste, Amiral, à vous prier d'adresser ce rapport à M^r le Ministre de la Marine, s'y vous n'y voyez pas d'empêchement.

Je le communiquerai de mon côté, si vous voulez m'y autoriser, à M^r Dupuy de Lôme, et à l'ingénieur du bord, M^r le Boulleux qui a fait partie de la commission de recette de la machine. Je ne verrais, pour mon compte, aucun inconvénient à ce qu'une copie en fut adressée à M^r Mull ; il ne verrait, je l'espère, dans mes observations, que le désir d'assurer le bon fonctionnement de la machine, qui je le réjette, lui fait, en somme, le plus grand honneur.

Je suis etc...

Le Capitaine de vaisseau, Commandant le Napoléon

Signé A. Dupouy

P. C. C.

Le V. A. Commandant en Chef l'Escadre d'évolution

Signé de la Tusse

P. C. C.

Le Directeur des Constructions Navales

Signé Ph. Binet

Deuxième rapport de la Commission d'examen sur les expériences à la voile du vaisseau le Napoléon.

Amiral,

La commission d'expériences, que vous avez nommée à bord du vaisseau le Napoléon, a l'honneur de vous exposer, dans ce deuxième rapport, les faits qu'elle a observés pendant la sortie du 18 au 24 Janvier 1853.

Le tirant d'eau moyen du vaisseau était de 7^m 91, au départ, après la correction de l'arc, et le 24 Janvier, au mouillage, il a été trouvé égal à 7^m 74. La moyenne de ces deux chiffres est supérieure au tirant d'eau, en charge, du plan; ainsi le Napoléon a encore navigué avec des lignes d'eau plus immergées que celles pour lesquelles il a été construit.

Le rapport de la surface de voilure à l'aire plongée du maître couple, était toujours, malgré les consommations de charbon faites précédemment, plus faible que pour les autres bâtiments de l'escadre, et le vaisseau se trouvait par conséquent le moins voilé.

Cette circonstance doit être constamment présentée à l'esprit, si l'on veut juger les qualités de la coque, en considérant seulement les vitesses qu'elle a acquises.

Journée du 18 Janvier.

Le Napoléon a appareillé, sous vapeur, de la petite rade de Coulon, le 18 Janvier, à 8^h 1/2 du matin, par un vent frais de N. O. Il a pris immédiatement à la remorque le Montebello et l'a conduit jusqu'à sous le cap Céret.

Lorsque les grelins de remorque ont été rentrés à bord, on a éteint les feux, établi les voiles, et pris poste derrière le *Charlemagne*.

Peu de temps après, la brise était devenue plus fraîche, le vaisseau a reçu l'ordre de virer vent arrière, par la contre-marche. Il portait le faux foc, l'artimon, et les huniers au 3^e ris. La mer était grosse.

L'évolution complète, depuis le moment où la barre a été mise au vent, a été exécutée dans 5 minutes $\frac{3}{4}$. Elle n'a pas fait tomber le bâtiment sous le vent, contrairement à ce qu'avaient produit les virements de cette nature, pendant la première sortie.

Le *Napoleon* s'est retrouvé dans les eaux du *Charlemagne*, qui, autant qu'on a pu en juger, a dû mettre près de 7 minutes à virer.

Depuis ce moment jusqu'au mouillage des îles d'Hyères, le vaisseau a tenu facilement son poste. Il a été obligé, comme le *Charlemagne*, de diminuer plusieurs fois de voiles, à cause du *Salmy*, dont les huniers s'étaient déchirés.

Journée du 19 Janvier.

Le 19 Janvier, vers 3 heures de l'après midi, le *Napoleon* a appareillé à la voile, par faible brise, du mouillage des îles d'Hyères. Pendant tout le temps qu'il est resté dans la rade des îles, il s'est maintenu à son poste avec difficulté et en forçant de voiles; mais, ayant rencontré un peu de houle en sortant des îles, il a dû carguer les basses voiles, server les perroquets, et même mettre le perroquet de fougue sur le mât, pour ne pas dégrasser les vaisseaux amiraux, qui portaient la misaine et les perroquets.

Durant toute la nuit et jusqu'au lendemain à 11^h, il a tenu son poste avec facilité et sous une voilure souvent réduite.

Journée du 20 Janvier.

Le 20 à 11^h, l'Amiral a signalé à l'escadre de virer vent devant, tous à la fois. Les vaisseaux portaient tous les voiles du plus près.

La mer était houleuse et la brise molle.

À l'exception du *Jupiter* et de la *Ville de Paris*, qui ont éprouvé des difficultés à virer, tous les vaisseaux ont bien évolué.

La durée du virage est comptée depuis le moment où les focs ont été halés bas, jusqu'à celui où on a chargé devant à été :

Pour le <i>hermy IV</i>	de 3' 20"	(Doux)
le <i>Banyard</i>	" 5' "	
le <i>Jupiter</i>	" 6' "	
la <i>Ville de Paris</i>	" " "	(caché par le <i>Jupiter</i>)
le <i>Montebello</i>	" 5' 30"	
le <i>Napoléon</i>	" 5' 50"	
le <i>Charlemagne</i>	" 8' "	
le <i>Salmy</i>	" 6' 30"	

Après l'évolution, l'ordre a été donné de chasser en route libre.

Cette expérience a duré de midi à 3 heures. Les amures étaient à l'abord, la brise faible, le village de 2^{es} à 3^{es} seulement; l'hélice affolée ne tournait pas, et le *Napoléon* a perdu sensiblement sur tous les vaisseaux.

Mais le *Charlemagne*, qui avait son hélice relevée, dont la mâture venait d'être inclinée sur l'arrière, et dont la résistance, due au 2^e étambot, avait été diminuée par une pièce de bois angulaire, a montré une supériorité marquée sur tous les vaisseaux.

Journée du 21 Janvier.

Le lendemain de cette chasse, 21 Janvier à 10^h, les bâtiments se trouvant en ligne sur deux colonnes, au plus près du vent, l'Amiral a donné l'ordre au *Charlemagne*, dont l'hélice

était descendue et affolée, ainsi qu'au *Napoléon* et au *Montebello*, de chasser en N sous les 3 huniers, le grand foc et la brigantine.

La brise était très-faible et variable, la mer très-belle, le sillage moyen a été de 1 nœud 5 environ. L'hélice n'a pas tourné, et à la fin de l'expérience, le *Napoléon* avait perdu en vitesse, mais se trouvait au vent des deux autres vaisseaux. À midi 12, tous les bâtiments de l'escadre ont viré vent devant, sous les huniers et les perroquets, par petite brise, et les armures à tribord.

Le *Napoléon* a effectué cette évolution en 4'.30"

Le *Charlemagne*..... en 4'.45"

Le *Montebello*..... "..... 4'.30"

Le *Valmy*..... "..... 5' "

Le *Jupiter*..... "..... 5' "

Aussitôt après, on a établi les basses voiles et chassé au plus près, route libre. La brise était faible, au commencement de l'expérience. Le *Napoléon* a, comme le jour précédent, perdu un peu sur les autres vaisseaux; mais, la brise étant venue à fraîchir, il s'est maintenu dans sa position relative, et enfin vers 2^h la brise fraîchissant encore davantage, il a pris de l'avance sur le *Jupiter* d'abord, et, au dernier moment, sur la *Ville de Paris*. Le *Henry IV* l'a gagné constamment. Le *Valmy* et le *Charlemagne* avec son hélice affolée, qui étaient d'abord de l'arrière, l'ont rattrapé, puis dégrasé, mais en laissant porter davantage, et en tombant un peu sous le vent.

Vers la fin de cette chasse, le *Napoléon* a atteint une vitesse de 8 nœuds, sous une inclinaison de 6° 33', et l'expérience a cessé au moment où, quoique la mer fut très-belle, la fraîcheur de la brise paraissait donner au vaisseau un certain avantage.

À 2^h, on a laissé porter grand large, malgré un sillage de 7 nœuds. Le *Napoléon*, dans cette allure, a été gagné par tous les vaisseaux.

Enfin à 4^h 1/2, il a viré vent arrière, avec facilité et sans perdre au vent.

Dans la nuit du 21 au 22, le temps est devenu à grains et le vent grand frais de N. O. Le *Napoléon* a d'abord tenu son poste, sous les huniers à deux ris, le faux foc et l'artimon, ensuite il a pris le troisième ris, comme les autres vaisseaux. Le petit hunier ayant été déchiré pendant cette opération, on l'a serré et remplacé par la misaine avec le ris pris.

Journée du 22 Janvier.

Le 22, à 6 heures du matin, l'escadre a viré vent arrière. Le *Napoléon* ayant le grand hunier et le perroquet de fougue à 3 ris, la misaine à un ris et le petit foc, a effectué cette évolution sans aucun désavantage. Vers 8 heures, on a forcé de voiles, pour rallier le poste, la voilure étant composée du petit foc, de la misaine le ris pris, de la misaine goélette, du foc d'artimon, de l'artimon, du petit hunier à quatre ris et enfin du grand hunier, du perroquet de fougue au bas ris. La mer étant grosse, le vaisseau a pris, sans fatiguer, un sillage de 7 nœuds, au plus près, sous une inclinaison de 11° 40'. À 10 heures, au moment où l'on apercevait, à bord du *Yalmy*, le signal d'allumer les feux, l'écoute de grand hunier a cassé et la voile a été emportée; dès lors le vaisseau est resté sous le petit foc et l'artimon, afin de rendre plus facile l'embrayage de l'hélice; et ces deux voiles ont même été carguées, aussitôt que la machine a été mise en marche. Le *Napoléon* a ainsi continué à tenir son poste, sous vapeur et à sec de voiles; il a atteint, par grosse mer du plus près, des sillages de 8 nœuds 6, en se comportant très-bien. Pendant quelque temps, il a été mis en travers à la lame et à toute vitesse, dans le but d'éprouver la solidité de la

charpente; il a roulé modérément et n'a fatigué dans aucune de ses liaisons. A 4 heures $\frac{1}{4}$, on a laissé porter, pour imiter la manœuvre de l'amiral, le sillage s'est élevé immédiatement à 11 noeuds 8, et pendant toute la nuit qui a suivi, le vaisseau a tenu son poste sous vapeur.

Journée du 23 Janvier.

Le lendemain 23, à 10 heures, les feux ont été éteints et l'hélice désembrayée. En même temps, on a établi toutes les voiles moins le ris de chasse, pour s'élever en ligne, au plus près devant. Ses armures étaient à tribord, la mer belle, la brise faible et très-variable, la vitesse n'a pas dépassé 3 noeuds 6. Dans ces circonstances, le *Napoléon* a encore montré une certaine infériorité de marche.

Le soir à 4 heures, la brise étant la même, les vaisseaux ont viré vent devant, par la contre-marche. Le *Napoléon* a accompli son évolution en 8' 15"; mais sans hâler bas les focs, précaution prise par les autres bâtiments, et il a gagné considérablement au vent.

Dans la nuit du 23 au 24, il a tenu son poste, par calme et par petite brise variable, jusqu'à minuit; il filait de 1 noeud 2 à 1 noeud 4. A minuit, la brise ayant hâlé l'arrière en mollissant, il a été retardé.

Journée du 24 Janvier.

Le lendemain matin, dans les îles d'Hyères, après s'être rapproché de son poste, il a encore été distancé par un calme qui l'a pris, au moment où les autres bâtiments recevaient une petite brise de N.O. Enfin vers midi, à la sortie de la petite passe des îles, on a allumé les feux, par ordre de l'amiral, et marché à toute vapeur jusqu'au milieu de la grande rade de Toulon.

Dans ce parcours, le vaisseau a atteint un sillage de 12 noeuds 4, avec du charbon de médiocre qualité, puis il est venu, par faible vitesse, mouiller devant le Mourillon, à 8 heures $\frac{1}{4}$. Celles sont les circonstances remarquables de la navigation du

Résumé.

Napoléon, pendant la seconde sortie avec l'escadre d'évolutions. Elles ont conduit la Commission à exprimer, dans les termes suivants, l'opinion qu'elle s'est faite des qualités du vaisseau.

Les virements vent devant sont effectués avec une grande sûreté, et avec plus de rapidité qu'on ne devait l'attendre, en considérant la longueur du bâtiment.

Les virements vent arrière se font très-bien, sans perdre au vent, et dans un espace peu différent de celui que prennent les autres vaisseaux. Ainsi l'évolution, lof pour lof, citée dans le premier rapport, comme longue et très-défavorable, a subi une grande amélioration, qui provient, sans nul doute, de l'habitude des manœuvres, que l'équipage plus exercé commence à acquérir.

Le vaisseau a continué à gouverner d'une manière remarquable, même par les plus faibles sillages et lorsque son hélice ne tournait pas.

Au plus près, par petite brise, le Napoléon a une certaine infériorité de marche, comparativement aux autres vaisseaux; mais il perd de moins en moins, à mesure que la brise fraîchit davantage, et l'on peut dire que, par forte brise, il acquiert de très-beaux sillages.

À la cape courante, pendant le coup de vent de N. O., il a navigué parfaitement et sans éprouver de fatigue.

Enfin, dans les allures grand largue et vent arrière, avec les brises modérées qu'il a rencontrées, le vaisseau a été inférieur en marche à tous les autres; néanmoins, il a toujours tenu son poste, en colonne, d'une manière satisfaisante.

Mais, pendant tout le cours des expériences, l'hélice affolée a tourné avec difficulté et en continuant à produire un bruit déjà observé dans la première sortie; c'est cette circonstance,

qui a déterminé à faire à l'amiral, le 21 Janvier, vers 10 heures du matin, le signal suivant: (le défaut de régularité dans la rotation de l'hélice, déjà signalé le 18 x^{bre} 1852, continué, l'hélice ne tourne pas avant 3 nœuds 5; ce défaut n'a d'autre inconvénient que de retarder le sillage.)

L'hélice, en effet, avant et après ce signal, n'a commencé à tourner qu'entre 3 nœuds 5 et 4 nœuds, et elle s'est constamment arrêtée à 3 nœuds.

Cette difficulté de rotation n'existait pas au mois de 7^{bre} 1852, pendant le voyage du vaisseau à Ajaccio, avant que la trousse de presse-étoupe de l'arbre porte-hélice ait été changée dans le bassin et que la boîte de ce presse-étoupe, qui est formée de deux pièces, ait été resserrée à la mer. A cette époque, l'hélice tournait encore à 8 nœuds de sillage, et se mettait en mouvement à moins de 3 nœuds; si l'on parvient à la rétablir dans les mêmes conditions de frottement, il en résultera, comme conséquence nécessaire, une amélioration notable dans la marche du vaisseau par petite brise.

Les membres de la Commission,

signé: A. Duportuy. Vignaud. Bonnaud. le Boulleux de Courlon.

Troisième rapport de la commission d'examen sur les expériences à la voile du vaisseau à vapeur le Napoléon.

Toulon le 1^{er} Mars 1853

Amiral,

Le vaisseau le *Napoléon* s'est trouvé, pendant les deux premières sorties qu'il a faites, sous vos ordres, avec l'Escadre d'évolutions dans des conditions de navigation défavorables. La Commission chargée de vous rendre compte des expériences, a pris soin de marquer dans ses rapports que le vaisseau était en pleine charge, au dessus même des lignes d'eau du plan, et surtout que la rotation de l'hélice affolée présentait une irrégularité très-nuisible au sillage.

Le retard apporté à la vitesse par le dérangement survenu dans l'affollement de l'hélice avait, en outre, été d'autant plus sensible, que les vaisseaux n'avaient rencontré pour lutter entre eux, que des brises très-faibles, avec une mer toujours belle ou bien des vents grand frais, pendant lesquels le *Napoléon* avait reçu l'ordre de mettre à la vapeur.

Les conditions anormales et incomplètes ne se sont pas reproduites dans les expériences qui viennent d'avoir lieu du 17 au 28 février.

Les circonstances de mer et de brise ont été très-variées, depuis le calme, avec ou sans mer, jusqu'au coup de vent; l'hélice affolée a tourné régulièrement; elle a donné environ deux tours pour

un noeud de sillage, et au lieu de s'arrêter, quand la vitesse du vaisseau descendait à trois noeuds, elle est restée en mouvement jusqu'à un noeud cinq-sixièmes.

Cette facilité de rotation mérite d'être signalée d'une manière spéciale. Elle démontre que les vaisseaux à grande vitesse, auxquels, pour plusieurs motifs, l'installation d'un puits est inapplicable, n'éprouveront de la part de l'hélice aucune diminution de sillage, qui soit réellement appréciable. C'est au moins le résultat que la commission toute entière a constaté pour le *Napoléon*.

L'exemple du *Montebello*, dont l'hélice est aussi affolée et dont la marche a été défectueuse, pendant presque toute la campagne, ne prouve rien contre ce fait.

Le *Montebello*, avant sa transformation en vaisseau mixte, n'avait pas, comme voilier, occupé un premier rang dans les escadres dont il a fait partie. En outre, il a pris, depuis qu'on l'a refondu, une émergence considérable, qui a augmenté la surface frappée par le vent et diminué inversement le plan de la résistance latérale. On ne doit donc pas s'étonner qu'il ait été jeté, presque continuellement, sous le vent de sa colonne. Mais c'est seulement par la dérive qu'il a mal navigué; et ce qui prouve que l'hélice affolée, bien qu'elle ait tourné assez peu facilement, ne lui a pas nui d'une manière sensible, c'est qu'il a eu, sous diverses allures, des sillages très-satisfaisants.

Le *Napoléon* avait débarqué, avant la dernière sortie, 75 T^{rs} de charbon, afin de réduire l'approvisionnement du combustible à la moitié de ce qu'il peut être. Pendant les expériences, on a en outre vidé tantôt quatre des chaudières et tantôt toutes les huit. Le vaisseau a ainsi obtenu un allègement maximum de 200 T^{rs} et moyen de 140 T^{rs}, qui correspondent à 20 c/m et à 14 c/m d'émergence.

C'est dans l'une et l'autre de ces conditions, indiffé-

rentes, d'ailleurs, sous le rapport de la marche et de la stabilité, qu'il a fait trois fois des expériences comparatives avec les autres bâtiments.

Le 20 Février, l'Amiral a signalé à tous les vaisseaux de chasser en avant, sous les voiles du plus près. Le *Napoléon* a eu, pendant trois heures, une vitesse moyenne de $3^{\text{m}} 6$. La brise était molle et très-variable en force ainsi qu'en direction. Les vaisseaux, l'ayant ressentie inégalement et à des moments différents, ont éprouvé de grandes variations dans leur marche relative. A la fin de la chasse, ils se sont trouvés à des distances à peu près égales à celles qui les séparaient au commencement, et les résultats de l'expérience ont été très-peu concluants.

Le 21 Février, le *Montebello* et le *Napoléon* ont reçu l'ordre de chasser en avant. Ils avaient toutes les voiles du plus près. La brise était extrêmement faible et variable. La moyenne du sillage a été de $2^{\text{m}} 20$; les caps ont varié de 3 quarts, comme le vent, et l'expérience n'a conduit encore à aucun résultat.

La troisième chasse a eu lieu le 23 Février, par belle mer et jolie brise d'O, hâlant le N.N.O. La route au N.E, d'abord grand largue, puis, peu de temps après, vent du travers, a fini par venir au plus près. Les vaisseaux portaient toutes les voiles du plus près, excepté la brigantine; ils ont établi puis serré les cacatois, pendant l'expérience. Tant que la brise est demeurée un peu fraîche, le *Napoléon* a eu de l'avantage sur quelques vaisseaux, sur la ville de Paris, le *Valmy* et le *Montebello*. Il a conservé, pendant quelques temps, un sillage de $9^{\text{m}} 5$. Ensuite la brise a molli et est venue par risées, qui plus fraîches pour les vaisseaux du vent, leur ont fait gagner l'espace qu'ils avaient perdu.

Cependant, à la fin de la chasse, le *Napoléon* s'est trouvé en bonne position, vers le centre de l'escadre.

Mais, indépendamment de ces expériences, la

Commission a profité de toutes les circonstances qui se sont présentées dans le cours de la navigation, pour établir un jugement définitif sur le *Napoléon*. Convaincue du désavantage que le mauvais état de l'affolement de l'hélice a causé au vaisseau, dans les deux premières sorties, elle désire que les conclusions de ses premiers rapports soient regardées comme nulles, et elle les remplace par les appréciations suivantes, dont les preuves sont tirées principalement de la dernière sortie.

Comment le vaisseau
gouverne.

Le *Napoléon* gouverne avec une grande facilité, même par de très-faibles sillages et lorsque l'hélice embrayée ou affolée ne tourne pas. On le maintient en route aussi aisément que les meilleurs vaisseaux.

Du port de la voile.

Le *Napoléon* avait, dans les premières sorties, son approvisionnement de charbon à peu près complet et ses chaudières pleines d'eau. Dans la troisième série d'expériences, le combustible était réduit de moitié, quatre des soutes étanches étaient vides et l'on a enlevé l'eau, tantôt de quatre, tantôt des huit chaudières. Le vaisseau a été ainsi placé dans des conditions de chargement égal, mais de stabilité moindre que s'il eut consommé tout son charbon et rempli ses chaudières et ses soutes étanches. Malgré une différence de déplacement aussi considérable, puisqu'elle s'élève à 450 T², il a également bien navigué. En pleine charge, il n'a pas fatigué la mâture, et lège, il n'a donné que de faibles inclinaisons. Sans charbon et à bout de vivres, il aura donc, par ses soutes étanches et par ses chaudières, dont on peut remplir les coffres à vapeur, toute la stabilité désirable.

Du mouvement de tangage et de roulis.

Les mouvements de tangage du *Napoléon* sont très-doux et très-modérés. Ils paraissent devoir principalement leur peu de rudesse aux formes fines de la carène. Les liaisons du vaisseau n'ont pas

fatigué, malgré la houle de bout qui, plusieurs fois, a été assez grosse.

Les mouvements de roulis ont aussi beaucoup de douceur, et l'amplitude des oscillations est également modérée, soit en pleine charge, soit à l'état léger.

Marche au plus près
du vent.

Le *Napoléon* obtient, au plus près, une marche égale à celle des vaisseaux ordinaires, à voiles, dans toutes les circonstances de mer et de brise. Il est même certain qu'il acquiert sur eux de l'avantage, par grosse mer, et par belle brise, au moins quand il est en pleine charge.

Le 28 Février, sous les huniers au ris de chasse et toutes les autres voiles du plus près, il a filé $9^{\text{h}23}$, 5 par jolie brise et belle mer, en portant à 7 quarts du vent. Précédemment, avec toutes les chaudières vides et au plus près du vent, il avait obtenu des lochs de $7^{\text{h}23}$, 8, en donnant 6° d'inclinaison.

Marche vent large
et vent arrière.

Dans les premières sorties, la marche du *Napoléon*, sous les allures grand large et vent arrière, avait paru être inférieure à celle de tous les autres vaisseaux. Les dernières expériences ont conduit à un résultat différent.

La chasse du 23 Février, que nous avons déjà décrite, en fournit l'une des preuves. En outre, le 22 Février au soir, par un vent grand frais de l'arrière, après être resté en panne pendant un quart d'heure, pour embrayer l'hélice, le *Napoléon* a regagné rapidement l'escadre, avec la misaine en plus; ensuite il s'est maintenu à son poste, sous la même voilure que les autres vaisseaux, malgré l'hélice qui ne pouvait tourner.

Comme le V^{neu} se

comporte à la cape. sous les deux huniers au bas ris et le petit foc. Il s'est toujours parfaitement comporté, il n'a pas fatigué, n'a pas été mou et a très-bien gouverné.

Comment le *Yvan* tient

son poste en Colonne

En colonne, sous toutes les allures, le vaisseau tient son poste très-facilement; il porte souvent moins de voiles que d'autres bâtiments, surtout quand la mer est grosse, et pour ne pas rester au vent, il gouverne fréquemment plus arrière. Si parfois des variations de brise l'ont arriéré momentanément, il a toujours repris son poste sans difficulté.

Si le vaisseau est

ardent ou non.

Le *Napoleon* est en général un peu ardent, mais de telle sorte que cela ne constitue pas un défaut. Il n'est jamais mou.

Comment le vaisseau

vire vent devant.

Sous les virements, vent devant, ont été effectués avec une grande sûreté. Le vaisseau n'a pas hésité à virer, tandis que d'autres ont manqué plusieurs fois. Il vient au vent très-rapidement, mais il abat lentement et avec difficulté; en sorte que le temps et l'espace nécessaires à l'accomplissement de l'évolution sont un peu plus considérables que pour les autres vaisseaux. Le fait est dû naturellement à la plus grande longueur du bâtiment. La position du mât de misaine, qui a été reporté vers l'arrière, à cause de la finesse des formes avant, tend aussi à rendre l'abattée difficile. Elle fait culer beaucoup le vaisseau dans les appareillages; et dans quelques rades, par certaines circonstances, elle obligerait à prendre, pour cette manœuvre, de grandes précautions, peut-être même, à chauffer. Ce défaut, qui serait presque intolérable dans un bâtiment à voiles, perd beaucoup de sa gravité pour un vaisseau à vapeur dont la machine est douée d'une aussi grande puissance. D'ailleurs il ne se fait pas sentir dans les virements vent devant. Le vaisseau accomplit presque toute l'évolution sur son aire; il ne cule pas et gagne au contraire beaucoup au vent.

Comment le vaisseau

vire lof pour lof

Le *Napoleon* montre, dans l'évolution vent arrière, le défaut et la qualité qui viennent d'être signalés pour le virement vent devant. Il abat lentement, mais se range rapidement au vent. Somme

De la meilleure différence, il vire bien lof pour lof.

de tirant d'eau.

La Commission n'a pas pu rechercher la différence de

lirant d'eau qui convient le mieux à la marche. Elle a seulement constaté que l'allégement produit en consommant plus de la moitié du charbon et en vidant quatre ou huit corps de chaudières, n'a troublé, en rien, l'équilibre et l'assiette du vaisseau.

De la marche
à la vapeur.

Le *Napoléon* a été essayé, à toute vapeur, le 24 Février, par un vent grand-frais de N.E. et une houle assez forte de N.O. En allant d'abord debout au vent, à sec de voiles et les vergues brassées carré, il a filé $10^{\text{m}23}$, 2, lorsque la pression a été élevée à 60 c/m. Vent arrière, il a obtenu, contre la houle, une vitesse moyenne de $11^{\text{m}23}$, 2, et maximum de $11^{\text{m}23}$, 8. Ces vitesses considérables, qui ont même été dépassées dans d'autres circonstances, donnent au *Napoléon* une très-grande valeur militaire. Mais, bien que l'on doive compter principalement sur l'énorme puissance de la machine, il faut aussi attribuer à la voilure une certaine importance. Envisagé seulement comme bâtiment à voiles, le *Napoléon* est un très-bon vaisseau. Dans une escadre, il tiendra son poste, en colonne, avec facilité et sans jamais retarder les autres bâtiments. Enfin il forme, dans son ensemble, une œuvre excessivement remarquable, qui réunit très-heureusement les qualités du vaisseau à voiles, et celles encore plus essentielles du vaisseau à vapeur, à grande vitesse, qualités très-différentes et regardées jusqu'à présent comme ne pouvant être conciliées.

Les membres de la Commission.

Les membres de la Commission,

Signé: Le Boulleux de Courlon. Vignaud. Bonnaud. A. Dupouy.

Extrait d'un rapport particulier
de M^e le S. Ingénieur Leboulleur de Courlon
en date du 26 Décembre 1852,
sur les essais du *Napoléon*
naviguant avec l'Escadre d'évolutions

Du Napoléon comme remorqueur

Le *Napoléon* a donné deux remorques, l'une, le 17^x ^{bre}, aux trois vaisseaux, le *Valmy*, le *Bayard* et le *Jupiter*, l'autre, le 19^x ^{bre} au *Bayard* et au *Jupiter*.

Pour la première, 7 chaudières seulement avaient été allumées, la 8^e ayant une fuite dans l'un de ses tuyaux d'alimentation; soit à cause de la médiocrité du charbon, soit à cause du défaut d'expérience des chauffeurs, la pression n'a pu être élevée au delà de 30 à 35 ^lm.

Les nombres de tours de la machine, par minute, comptés aux moments de leurs plus grandes variations, ont été de 20 tours 20^e 30, 20^e, 19^e 45 et 18^e 50. Les vitesses correspondantes sont 5^{n^o} 4, 5^{n^o} 6, 3^{n^o} 6, par belle mer et faible brise du travers, puis de 5^{n^o} et 3^{n^o} 5, par une houle qui augmentait, et en portant, de plus en plus, au vent.

L'effort moyen sur les pistons, pour 20^e 30 et 5^{n^o} 6, a été de 84 ^lm, et la force, en chevaux de basse pression, de 936.

Il résulte de ces chiffres que la machine et l'hélice du *Napoléon*, par le fait seul de l'augmentation de résistance qu'elles

ont dû vaincre, ont perdu au moins la moitié de leur utilisation habituelle. On sait, en effet, que les hélices sont de moins en moins efficaces, à mesure qu'on s'éloigne des conditions de résistance pour lesquelles on les a choisies.

Peut être aussi doit-on attribuer une partie de cette perte d'utilisation à la grande vitesse avec laquelle l'eau lancée par l'hélice venait rencontrer le premier vaisseau remorqué, et il serait convenable d'essayer si, en doublant la longueur réglementaire des amarres, on n'augmenterait pas la puissance de remorque.

D'après le lock de 5^m 6, l'avance pour un tour d'hélice a été de 4^m 34, et le recul, avec le pas de sortie 9^m 20, de 0, 54.

Enfin, pour cette expérience, on a chauffé sur place, pendant 1^h 30, en consommant 9^m de charbon et en route pendant 4^h 30, avec 17 T^m. Cette consommation de 17 T^m correspond à 90 T^m par 24 heures.

La deuxième remorque donnée au Bayard et au Jupiter a encore eu lieu avec 7 chaudières seulement, mais avec du charbon de qualité un peu meilleure. La pression a été poussée jusqu'à 45^m et les locks se sont élevés à 8^m 20, 4 - 8^m 10, 0 - 8^m 00, 5 et 8^m 00, 4. La brise était faible et un peu de l'arrière, la mer tout à fait calme. Les nombres de tours de la machine qui correspondent aux vitesses précédentes sont 21^h, 22^h, 22^h, 20^h, 5.

L'effort moyen sur les pistons pour 8^m 00, 5 et 22^h s'est élevé à 92^h 40, environ, et s'il eût été de 100^h 40, comme dans les premiers essais de la machine, le sillage aurait atteint 9^m 20, 27. Le nombre de chevaux de basse pression a été de 1110, et l'utilisation est devenue les 0,60 ou les 0,65 de ce qu'elle est pour le vaisseau seul.

L'avance, pour tour d'hélice, a eu pour valeur 6^m 11 et le recul avec le pas de sortie 0,35.

La consommation du charbon s'est élevée, pour 1^h 30 de chauffe sur place, à 12 T^m, et pour 2^h 30 de marche, à 10 T^m qui correspondent à

965^h par 24 heures.

Il résulte de ce qui précède que le *Napoléon*, malgré la faiblesse de la pression et l'inconvénient d'amarres trop courtes, a montré une grande puissance de traction.

Je ne puis terminer, Amiral, ce qui concerne les remorques, sans vous parler du danger que présentent les hélices, aux moments où l'on doit donner et rentrer les amarres. Alors il ne faut faire tourner la machine qu'avec beaucoup de prudence, tant l'hélice est disposée à saisir les grêlins et les faux-bras qui les suspendent. Le même danger a lieu, lorsque l'hélice affolée tourne par l'effet du sillage du vaisseau; elle ramasse tous les filins qui se trouvent, à la mer, sur son passage, ou qui y tombent accidentellement. Durant notre première relâche aux îles d'Hyères, on a dégagé de l'hélice du *Napoléon* une drisse de perroquet tombée pendant le coup de vent, et, à notre arrivée en rade de Coton, on en a retiré un faux-bras, échappé pendant la première remorque.

Mais tout en signalant ce défaut des hélices affolées, il résulte des faits eux-mêmes, que l'hélice du *Napoléon* est très-solidement établie, et qu'elle ne peut éprouver aucun dommage des filins inférieurs à 80^m de circonférence. Quant aux grêlins, on sera probablement obligé d'établir, pour les guider complètement, un système de suspension amovible, à l'extérieur du balcon.

Je suis, Amiral, avec un profond respect, votre très-obéissant serviteur.

signé: Lebourleur de Courlon.

P. C. C. le V. Amiral Commandant en chef

signé: Bon de la Suisse.

*Extrait des ordres de M^{le} Vice-Amiral
commandant en chef l'Escadre d'évolutions
de la Méditerranée*

.....
.....
.....
Le *Napoléon* est aujourd'hui le premier vaisseau à vapeur
de l'Europe. Il vient aussi de prouver qu'il est un bon vaisseau à voiles.

L'habileté de son capitaine est pour l'Amiral une garantie
que cette puissante machine de guerre répondra, en toute occasion, aux
espérances qu'on a fondées sur elle.

Ville de Paris, Coulon, 11 Mars 1853.

Signé: B^{on} de la Suze

Appendice au rapport sur les essais de la machine du vaisseau à vapeur le *Napoléon*.

Note particulière de l'un des membres de la Commission
sur les utilisations ou les résistances élémentaires des navires,
adressée à M^r le Directeur des Constructions Navales.

Les expériences des V^{aux} à vapeur, le *Charlemagne* et le *Napoléon*, ont montré d'une manière très frappante, que la force en chevaux nécessaire, par mètre carré de surface plongée, au maître couple, pour imprimer une même vitesse à des bâtiments différents, diminue, lorsque cette surface plongée augmente.

Ce fait, qui résulte de ce que la résistance élémentaire des navires est d'autant plus faible qu'ils ont eux-mêmes de plus grandes dimensions, au moins en largeur et en profondeur, pouvait aussi être déduit de la plupart des essais faits sur les autres bâtiments à vapeur de la flotte.

On forme, effectivement, au moyen des rapports connus sous le nom d'Utilisation, et en choisissant les données obtenues lorsque la mer était calme et la carène propre, le tableau qui va suivre et que nous faisons précéder de quelques définitions, pour le rendre plus facile à comprendre.

1^o On désigne généralement par K , dans le calcul des bâtiments à vapeur, la résistance des navires, par mètre carré de surface plongée, au maître couple, et par mètre de vitesse.

2^o On admet que la résistance totale R est proportionnelle à la résistance élémentaire K , à la surface du maître couple B^2 , et au carré de la vitesse exprimée en mètres V^2 , d'où $R = KB^2V^2$.

3^o On appelle résistance relative d'un bâtiment, dont la surface plongée au maître est B^2 , et dont l'hélice a pour diamètre d , l'expression $\frac{KB^2}{d^2}$.

4^o Il résulte de ce qui précède que le travail utilisé, dans 1^{re}, par un bâtiment ayant V pour vitesse, est donné par $KB^2V^2 \times V = KB^2V^3$.

5° Le travail développé en 1° sur les pistons d'une machine qui supporterait une pression moyenne par tour, et constatée par des indicateurs de p m ou seulement de $p-6$ cm (6 cm étant la valeur ordinaire des frottements constants de la machine), est représenté pour deux cylindres, par la formule $\pi \frac{D^2}{4} \times 40 \times \frac{N}{60} \times (p-6 \text{ cm}) \frac{10330}{76}$ ou plus simplement, par $7,117 D^2 CN (p-6)$. D est le diamètre des cylindres, en mètres, C la course des pistons, et N le nombre de tours de la machine par 1'.

6° Enfin on nomme Utilisation le rapport des deux dernières expressions,

$$\text{c. à d. } \frac{KB^2 V^3}{7,117 D^2 CN (p-6)}.$$

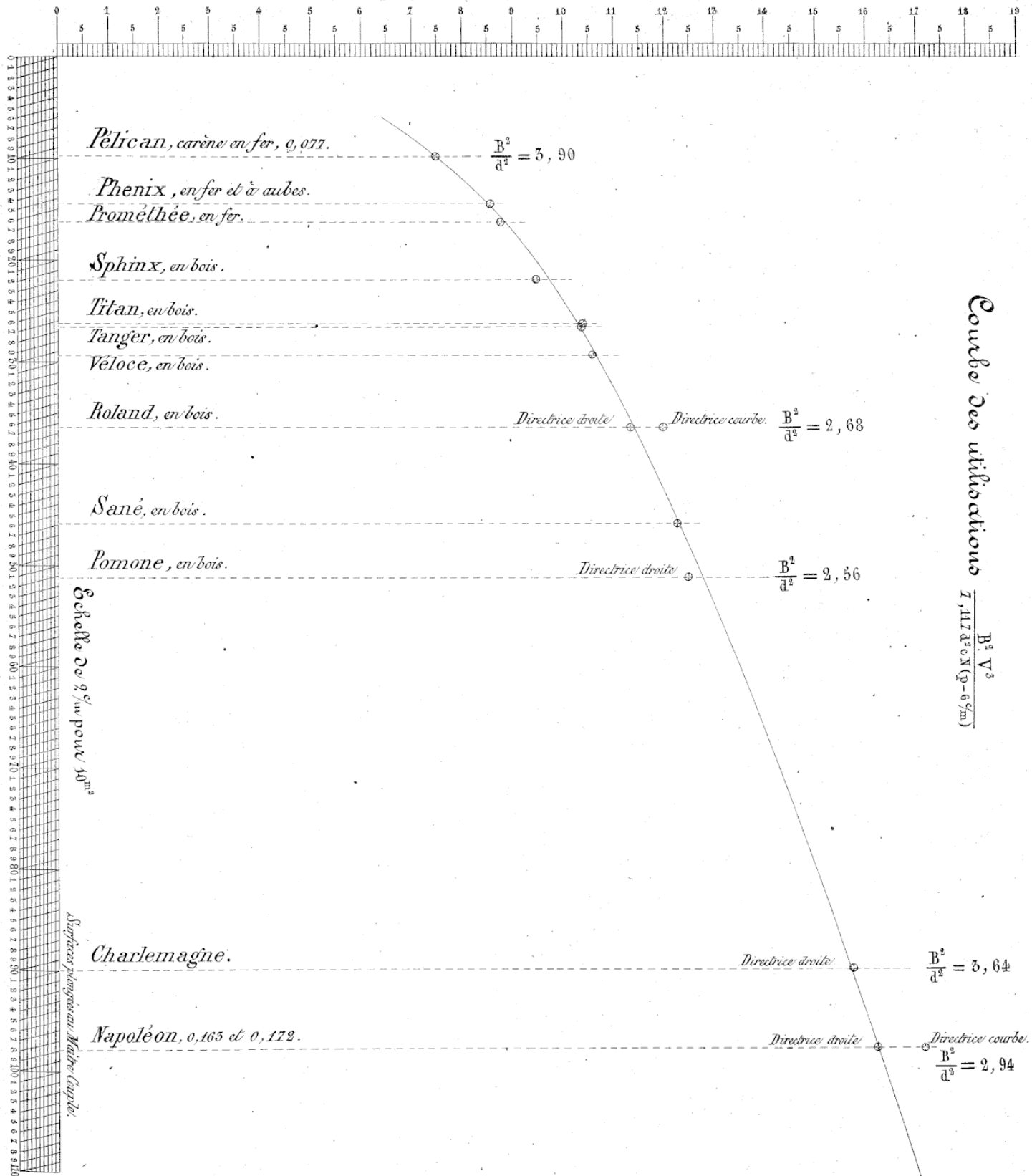
Nous présentons ici le tableau qui a été dressé avec les éléments qui précèdent.

Nom en genre du bâtiment	Surfaces pilotées B^2	Diamètre de la bélice d	Résistance relative $\frac{KB^2}{d^2}$	Vitesse des expériences	Utilisation $\frac{KB^2 V^3}{7,117 D^2 CN (p-6)}$
Pélican avion au fer et à bélice à directrice droite	$10^m, 00$	$1^m, 68$	$K_1 \times 3, 6$	$10^m, 00$	$K_1 \times 0, 075$
Idem Idem Idem Idem	2^m	$2^m, 50$	$K_1 \times 1, 6$	2^m	$K_1 \times 0, 085$
Oriel Idem Idem Idem	3^m	$2^m, 30$	$K_2 \times 1, 88$	$12, 00$	$K_2 \times 0, 083$
Phénix Idem et à roues ayant des aubes fixes	$15, 44$	"	"	$12, 00$	$K_3 \times 0, 086$
Prométhée Idem Idem Idem	$16, 50$	"	"	$10, 00$	$K_4 \times 0, 088$ au moins
Sphinx au bois Idem Idem	$22, 35$	"	"	$8, 4$	$K_5 \times 0, 095$ au moins
Titan Idem Idem Idem	$26, 70$	"	"	$7, 00$	$K_6 \times 0, 1045$
Vaenger Idem Idem Idem	$27^m, 00$	"	"	$10, 5$	$K_7 \times 0, 104$
Veloce Idem Idem Idem	$29, 70$	"	"	$8, 00$	$K_8 \times 0, 106$
Roland Idem et à bélice à directrice courbe	$37, 00$	$3^m, 71$	$K_9 \times 2, 68$	$12, 00$	$K_9 \times 0, 120$
Sauv' Idem et à roues ayant les aubes fixes	$46, 40$	"	"	$10, 00$	$K_{10} \times 0, 123$
Pomone Idem et à bélice à directrice droite	$51, 80$	$4^m, 50$	$K_{11} \times 2, 56$	$7, 00$	$K_{11} \times 0, 125$ au moins
Charlomaguer Idem Idem	$91, 00$	$5^m, 00$	$K_{12} \times 3, 64$	$9, 00$	$K_{12} \times 0, 158$
Napoléon Idem et à bélice à directrice courbe	$99, 00$	$5^m, 805$	$K_{13} \times 2, 94$	$12 \text{ à } 13$	$K_{13} \times 0, 172$

En prenant les surfaces pilotées B^2 pour abscisses, et en portant, comme ordonnées les valeurs correspondantes des utilisations, abstraction faite des résistances élémentaires K_1, K_2 etc, on obtient une série de points qui se succèdent avec une régularité inespérée, et qui font voir de suite que les bâtiments en fer, lorsqu'ils ont été peints depuis peu, doivent être comparés, quant à la résistance, dans la catégorie des bâtiments doublés de cuivre.

On voit ci-contre le tracé de la courbe dont il s'agit.

Echelle de 1^m pour 0,01.



Courbe des utilisations $\frac{B^2 V^3}{7,117 d^2 c N (p-6 \frac{c}{m})}$

La série des points de la courbe, en contient deux, qui s'écartent, plus que tous les autres, de la courbe moyenne, et qui, à cause du grand nombre d'expériences d'où ils dérivent, sont cependant les plus exacts de tous. Ce sont les points du Roland et du Napoléon. Mais si, conformément aux résultats observés sur le Pélican, les directrices courbes ont sur celles qui sont droites un avantage de 5 pour 100, et si l'on réduit, dans cette proportion, les utilisations des deux bâtiments, on trouve que les nouvelles valeurs $K \times 0,114$ et $K \times 0,163$ donnent lieu à des points qui prennent place exactement, l'un sur la courbe, l'autre sur son prolongement.

Nous donnons, dans un dessin ci-joint, le tracé de cette courbe moyenne.

Pour quelle ait pu être régulière, il aurait fallu que les bâtiments expérimentés eussent satisfait à des relations entre les vitesses d'essai, entre les résistances relatives et entre les dimensions des propulseurs.

Mais, telle quelle est, elle démontre par sa continuité :

1°. Que les utilisations, abstraction faite des résistances élémentaires, croissent très-rapidement, avec les surfaces prolongées au maître-couple.

2°. Que, pour calme et belle mer, le plus ou moins d'allongement et de finesse des carènes n'a pas d'influence appréciable sur la vitesse.

3°. Et que les machines, ainsi que les propulseurs (hélices ou roues) des bâtiments de la flotte, ont été généralement établis dans des conditions d'égale efficacité.

Il résulte de là que les valeurs complètes des différentes utilisations, mesurées sur la courbe, sont sensiblement égales entre elles, et que l'on peut poser $K_7 \times 0,075 = K_5 \times 0,086 \dots = K_{13} \times 0,172$.

Ainsi la résistance élémentaire de tous les bâtiments se trouve déterminée par la connaissance de celle de l'un d'eux.

Cette égalité entre les utilisations permet, en outre, de ramener toutes les résistances relatives à celles d'un même navire, le Pélican, par exemple, et de calculer aisément le recul des hélices, au moyen de ceux qui ont

été constatés pour cet avis.

Supposons qu'il faille trouver le recul du *Charlemagne* dont la résistance relative est $K_{12} \times 3,64$, et dont l'hélice a deux ailes, une directrice droite, 0,30 de fraction de pas, et 1,40 par rapport du pas au diamètre. Il est évident que ce recul est le même que celui du *Pélican* pour une résistance relative égale, une hélice assujettie aux conditions précédentes et une vitesse un peu moindre que celle du *Vau*. La résistance relative, qui donne au *Pélican* l'utilisation $K_7 \times 0,077$, étant $K_7 \times 3,90$ et K_{12} ayant pour valeur à peu près la moitié de celle de K_7 , nous devons prendre pour utilisation du *Pélican* comparée à celle du *Charlemagne*, $K_7 \times 0,084$ qui correspond à $K_7 \times \frac{3,90}{7}$, et poser $K_7 \times 0,084 = K_{12} \times 0,158$ d'où la résistance relative $K_{12} \times 3,64 = K_7 \times \frac{0,084}{0,158}$ $3,64 = K_7 \times 1,93$.

Or 1^{re} Pour la résistance relative $K_7 \times 1,6$ et une hélice à deux ailes, ayant 0,30 de fraction de pas et 1,40 de rapport du pas au diamètre, conditions qui, à cause de $B^2 = 70^m^2$ environ, donnent $D = 8,50$ et $h = 3,50$, les expériences du *Pélican* ont conduit à un recul de 0,185, pour g^{no} de sillage.

2^e Avec $K_7 \times 3,6$ une hélice à deux ailes ayant 0,30 de fraction de pas et le rapport 1,40, d'où $d = 1^m 68$ et $h = 2^m 35$, on a obtenu, pour le même sillage, un recul de 0,314.

Pour $K_7 \times 1,93$, on aura donc pour interpolation et en diminuant un peu le résultat, à cause du sillage, le recul de 0,30 à 0,21 qui a été constaté dans les essais du *Charlemagne*.

En appliquant la même méthode au *Napoléon* et en tenant compte de l'influence de la directrice courbe, on trouve également le recul moyen des expériences faites par calque.

Cette facilité que donne la courbe des utilisations, pour obtenir les reculs, en augmente beaucoup l'importance; elle complète les calculs d'établissement des machines, calculs rendus jusqu'à présent très-difficiles, à cause de l'incertitude qui pesait sur les valeurs relatives des résistances élémentaires.

En se rappelant que les utilisations maxima du Pelican, pour un sillage de g^{m}_{m} , varient de $K_1 \times 0,078$ à $K_2 \times 0,088$, quand la résistance relative descend de $K_1 \times 3,6$ à $K_2 \times 1,6$, et qu'elles augmentent un peu, d'après une loi déterminée, lorsque le sillage diminue, on pourra déduire de la courbe, établie pour $\frac{B^2}{d^2} = 3$ à $3,50$ et g^{m}_{m} de vitesse, l'utilisation qui convient à un bâtiment quelconque, puis l'augmenter de 5 pour 100 si la directrice de l'hélice est courbe, et enfin calculer le recul, au moyen de ceux du Pelican, comme nous l'avons fait plus haut.

Ensuite on posera les deux équations:

$$\frac{KB^3V^3}{7,117D^2CN(p-6)} = KV \quad \text{ou} \quad \frac{KB^3V^3}{7,117 \times 4D^2CN(p-6)} = KV \quad \text{pour 4 cylindres}$$

et $V = \frac{Nr}{60} (1-p)h$ (p étant la valeur connue du recul, h celle du pas et r le rapport des roues d'engrenage).

Si l'on veut déterminer la machine par la force nominale P , on ajoutera à ces relations l'égalité $P = \frac{2D^2CN}{0,89}$ ou $P = \frac{4D^2CN}{0,89}$ et les valeurs de V , p et P étant connues ainsi que celles de B^2 et de h , il restera seulement des six quantités D , C , N , V , p et r , trois indéterminées qui d'ailleurs ne peuvent être choisies arbitrairement, à cause de la forme des équations.

Résultats d'expériences qui ont servi au calcul des utilisations.

1^{er} *Pélisson* — Voir le mémoire sur les expériences d'hélices faites à bord de cet aviso.

2^{er} *Quiel* — Un tableau inscrit dans le rapport de la Commission de recette de la machine, contient les chiffres suivants: $12^{\text{m}20} 6.38^{\text{m}75} 80^{\text{m}90}$ aux chaudières, introduction 0,50. D'une autre côté, une courbe d'indicateur relevée entre 56^e et 57^e donne $p = 96^{\text{m}90}$ avec 0,5 d'introduction. On peut donc joindre $p = 100^{\text{m}90}$ aux résultats qui précèdent. D'ailleurs $D^2C = 1,17^2 \times 1,02$, avait pour valeur $10^{\text{m}27}$.

3^{er} *Thérèse* — On a obtenu, sur la base de Cherbourg,

1^{er} avec vent $R, 14^{\text{m}20} 16.26^{\text{m}95}$ et $p = 92^{\text{m}90}$, d'où $K_3 \times 0,088$.

2^{er} avec vent du travers, $12^{\text{m}20} 8.28^{\text{m}75}$ et $p = 104^{\text{m}90}$ d'où $K_3 \times 0,085$.

$B^2 = 15,44^{\text{m}2}$ et $D^2C = 1^{\text{m}41^2} \times 1^{\text{m}30}$.

4^{er} *Prométhée* — L'utilisation inscrite au tableau est le résultat moyen de 5 parcours faits sur la base d'Indret, par belle brise.

Le diamètre des roues était égal à $6^{\text{m}40}$, le recul à 0,19, p à $75^{\text{m}92}$. N à $19^{\text{m}26}$ et D^2C à $1,40^2 \times 1,40$.

5^{er} *Sphinx* — On lit, page 148 du mémoire de M^{re} Reech sur les bâtiments à vapeur, que la vitesse du Sphinx n'a été que de $8^{\text{m}35}$ pour 160 chev^x effectif et $3^{\text{m}37}$ de tirant d'eau moyen. Donc $B^2 = 22^{\text{m}23}$, $V = \frac{8,35}{1,944} \frac{D^2C \cdot N}{0,59} = 160$ et $\frac{KB^2V^3}{7,117 D^2C \cdot N (61^{\text{m}6})} = K \times 0,095$.

6^{er} *Citan* — Par calme, le Citan a parcouru, dans la grande rade de Evanton, une base de $33,45^{\text{m}}$ en 16^s, d'où $V = 3^{\text{m}48}$ avec $10^{\text{m}81}$ par T. $B^2 = 26^{\text{m}26}$ et $p = 38^{\text{m}2}$. Le diamètre des roues était de $6^{\text{m}92}$. L'immersion des pales de $1^{\text{m}31}$ et l'on a $D^2C = 1,414^2 \times 1,74$.

7^{er} *Ranger* — On trouve dans le rapport de la Commission de recette de la machine.

Avec petite brise, grand large et belle mer. $10^{\text{m}} 6$ $19^{\text{m}} 40$ $p = 88^{\text{m}} 2$.

$10^{\text{m}} 6$ $18^{\text{m}} 00$ $p = 80^{\text{m}} 4$.

Moyenne — $10^{\text{m}} 6$ $18^{\text{m}} 70$ $p = 84^{\text{m}} 3$

Ou encore — $11^{\text{m}} 2$ $19^{\text{m}} 3$ et $p = 93^{\text{m}} 7$

In même temps, B^2 était égal à $27^{\text{m}} 5$ et l'on a $D^2C = 1,60^5$.

8^e Véloce — A Caudebec, sur la base de la grande rade, le Véloce a donné, avec $B^2 = 29^{\text{m}} 73$.

$V = 4,258$. $p = 0,2667$. $N = 16^{\text{m}} 52$ et $p = 62^{\text{m}} 7$. D'autre part, $D^2C = 1,40^2 \times 1,673$.

9^e Roland — L'utilisation inscrite au tableau est la moyenne qui est résultée des nombreux essais du bâtiment.

10^e Saucé — On a obtenu, sur la base de Cherbourg.

	Vitesse.	valeur de $\frac{p}{N^2}$.	Utilisation $\frac{K.B^2.V^3}{7,117D^2C.N.p}$
1 ^{er} parcours	$10^{\text{m}} 483$	$0,36605$	$K \times 0,11037$
2 ^e id	$10,126$	$0,36903$	$K \times 0,10921$
3 ^e id	$9,934$	$0,36712$	$K \times 0,11261$
	Moyenne		$K \times 0,11073$ ou $K \times 0,111$.

11^e Pomone — Qui multipliée par $\frac{p}{p-6}$ $^{\text{m}}$, ou par $\frac{62}{62^{\text{m}}-6}$, devient égale à $K \times 0,123$.
 Extrait du rapport de la Commission qui a expérimenté la 2^e hélice.
 $V = 7^{\text{m}} 5$. $N = 42^{\text{m}} 5$. $B^2 = 51^{\text{m}} 81$. $D^2C = 1,77^3$. La 1^{re} hélice avait donné, à Cherbourg, dans les mêmes circonstances de pression et d'introduction, 43^{m} avec $p = 56^{\text{m}}$. C'est cette valeur qui a été adoptée dans le calcul de l'utilisation.

12^e Charlemaigne } Les utilisations du tableau sont les moyennes de celles qui sont inscrites
 13^e Napoléon } dans le rapport des Commissions de recette.

Pour compléter ces renseignements, nous ajouterons que la malpropreté des carènes diminua considérablement l'utilisation. Le Héron, par exemple, après un séjour d'une année dans la Loire, a donné un chiffre égal à la moitié de celui qui résulterait à la surface polie.

Enfin les résultats suivants, qui ont été obtenus, par calme, à bord de l'Isly, (savoir: $B^2 = 49^{\text{m}} 265$. $V = 10^{\text{m}} 27$. $N = 21^{\text{m}} 28$ $p = 79,5$. d'où l'utilisation $0,070$.) Conduisent à penser que les étambots, qui forment

La cage de l'hélice, produisent une résistance à peu près égale à celle de la carène.

Coulon, le 6^{bre} 1852.

Le S. Ingénieur de la Marine

Signé: Le Bouilleur de Coulon

Vu: Le Directeur des Const^{ns} Navales.

Signé: Ph. Boud.