

NOTE

SUR LE

PHARE FLOTTANT « WANDELAAR »

ET LES
MACHINES EMPLOYÉES POUR FAIRE LES SIGNAUX DE BRUME

PAR
M. J. BOULVIN,
INGÉNIEUR DE LA MARINE.

Jusqu'en septembre 1882, le marin qui, venant de la Manche, faisait route vers les bouches de l'Escaut, n'avait pour se guider sur la côte flamande, que les feux flottants « Westhinder » et « Wielingen »; la carte (pl. X, fig. 1) fait saisir les positions respectives de ces deux phares marqués F_1 et F_2 . Il était depuis longtemps reconnu que la situation, en ce qui concerne l'entrée des Wielingen, n'était pas exempte de dangers; car au nord de cette passe, se trouve le banc « Wandelaar », où le jusant laisse à peine 7 mètres d'eau; les pilotes n'avaient, pour éviter ces récifs, que la grande bouée « Wandelaar », difficile à reconnaître la nuit, ou par les temps de brume; c'est ce qui a conduit le pilotage à mouiller, vers l'intérieur du banc, un feu flottant de premier ordre F_3 . Ses relèvements sont :

Latitude nord	51° 22' 16"
Longitude est du méridien de Greenwich	3° 1' 15"

On a en même temps déplacé vers l'est, afin d'en mieux tirer parti, le bateau-phare « Wielingen » F², dont le feu rouge à éclats est visible à 10 milles de distance.

Durant ces dernières années, un perfectionnement d'une importance capitale s'est introduit dans l'outillage des phares flottants ; nous voulons parler des appareils qui servent à émettre des signaux phoniques de grande portée. Par les temps de brouillards, on s'était borné jusqu'ici, à signaler la position des bateaux au moyen d'un gong ou d'une lourde cloche ; ces sonneries n'ont, malheureusement, qu'une portée tout-à-fait insuffisante quand l'atmosphère est dans un état acoustique défavorable.

Des expériences faites aux Etats-Unis par le professeur Henry, et près des côtes anglaises par M. Tyn-dall (1873), sur la plupart des moyens employés pour produire le son, ont établi que les trompettes à sirène, actionnées par un courant forcé d'air ou de vapeur, donnent les meilleurs résultats au point de vue de la portée ; le bâtiment de *Seven-Stones* (1), mouillé près des îles Scilly, est à notre connaissance le premier qui, en Europe, ait reçu ce genre de signal ; il s'en trouve aujourd'hui sur les côtes d'Angleterre, d'Allemagne, des Pays-Bas, un nombre assez grand pour qu'on puisse considérer la sirène comme devant, à l'avenir, être l'auxiliaire indispensable des phares, dans les parages brumeux de notre littoral.

Mais par cela même qu'on décidait de munir le « Wandelaar » d'une sirène de première classe, on se mettait dans l'impossibilité de relever ce bâtiment par le bateau de réserve, qui déjà servait de rechange pour

(1) Nous ne parlons pas des signaux établis à terre sur des jetées, dans des phares, etc.

les deux anciennes stations ; il était donc nécessaire, pour parer à toute éventualité, de construire deux feux flottants identiques, malgré la grande dépense d'acquisition et d'entretien que devait occasionner ce matériel.

Les deux bâtiments nouveaux ont été mis en adjudication publique, en septembre 1881, sur les plans du génie maritime ; la Société Cockerill a entrepris la construction des coques complètement grées et munies de tous leurs appareils et de leur inventaire ; le Gouvernement a traité directement avec MM. Chance frères de Birmingham, pour la fourniture des appareils d'éclairage, et avec MM. A. et F. Brown de New-York pour les sirènes et les machines motrices. Les bateaux ont reçu à Anvers un supplément d'armement, puis, ils ont été remorqués à Flessingue, et l'un d'eux a été mouillé aussitôt (septembre 1882) dans ses amers, sur un fond de 9 mètres à marée basse ; les deux bâtiments ont coûté complètement achevés 456,600 francs. Le « Wandelaar » paraît, jusqu'ici, répondre parfaitement à sa destination ; comme il présente, dans son ensemble, plusieurs dispositions qui le différencient du *Seven-Stones* (1) et des bateaux-feux néerlandais *Schouwen Bank* et *Terschelling*, également munis de sirènes, nous allons en donner, dans ce qui va suivre, une description abrégée, pour laquelle nous renverrons aux planches fig. 1 à 13, où il est représenté dans ses parties essentielles.

I. — DESCRIPTION GÉNÉRALE DU BATIMENT.

a. *Coque*. — La coque, construite en fer, présente les dimensions suivantes :

(1) *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*. Vol. LXII, 1879-80. Part. iv.

Longueur à la flottaison	30 ^m ,60
Largeur à la flottaison	6 ^m ,52
Largeur au point principal	6 ^m ,80
Creux de dessus quille à la ligne droite des baux du pont principal	3 ^m ,90

On s'est attaché à lui donner une grande résistance, aussi bien dans le sens transversal que dans le sens longitudinal; les membrures, espacées de 0^m,50, ont $\frac{60 \times 80}{10}$, et sont munies de contre-membrures de $\frac{45 \times 65}{9}$; elles sont renforcées par des varangues de 10 millimètres d'épaisseur et 0^m,35 de hauteur; les barrots sont à boudin, avec double fer d'angle, réunis pour le pont principal par une gouttière en tôle de 700 × 10, et pour le pont inférieur par un stringer continu de 300 × 10.

Les batayoles, formées de fers **T** de forte section assemblés par goussets, viennent s'asseoir sur la gouttière, ainsi qu'on le voit fig. 7 et 8; elles sont espacées de mètre en mètre, afin de fournir aux pavois un soutien résistant. Le bordé comporte de chaque côté dix virures, de 10 à 12 millimètres d'épaisseur, à l'exception du gabord et du contre-gabord qui ont 14 millimètres, et des virures de pavois qui ont 8 et 9 millimètres. Ces forts échantillons s'expliquent par la fatigue qui résulte d'un mouillage perpétuel sur un fond de 9 mètres, dans un endroit très exposé aux bourrasques. La raideur longitudinale est suffisante pour qu'il n'ait pas été nécessaire de placer des carlingues; il est vrai que les quilles de roulis, au nombre de deux de chaque bord, en tiennent lieu dans une certaine mesure.

La corporation du *Trinity House*, qui, en Angleterre, dirige tout ce qui concerne l'éclairage des côtes, emploie le bois de préférence au fer dans la construction de ses feux flottants; elle base ce choix sur la sécurité

plus grande que présentent les murailles en charpente lors des abordages ; le gouvernement néerlandais, dans le même ordre d'idées, fait des bâtiments composés, c'est-à-dire bordés en bois avec membrures en fer.

En Belgique, bien que tous les feux flottants soient en fer (outre les feux de mer, il y avait autrefois des bateaux-phares de rivière, remplacés aujourd'hui par des feux fixes), il ne s'est produit jusqu'ici aucun sinistre ; le « Westhinder » et le « Wielingen » ont deux cloisons étanches, le « Wandelaar » en a quatre, qui le divisent en cinq compartiments indépendants ; nous ne comptons pas la séparation C_3 fig. 5 et 6 qui ne s'étend que jusqu'au pont inférieur ; le bateau en fer, ainsi rendu invulnérable sur une notable partie de sa longueur, est préférable au navire en bois ; il a pour lui l'avantage de donner lieu à peu de frais d'entretien et de présenter une durée plus longue ; nos anciens navires datent de près de vingt ans, sans avoir perdu sensiblement de leur épaisseur, et sans recevoir d'autre entretien qu'un grattage à vif et un peinturage complet tous les trois ans.

b. *Compartiment des machines.* — Le compartiment le plus vaste, qui est au milieu, occupe une tranche de 11^m,50 de longueur, il est affecté aux appareils et renferme des locaux de service ; il est surmonté d'un roof en fer de 4 millimètres d'épaisseur représenté en plan fig. 4 et en coupe fig. 5, 7 et 8. Dans l'entrepont, contre la cloison C_2 (fig. 5 et 6), se trouve le laboratoire, ou atelier de préparation des lampes, avec tous ses approvisionnements et son outillage, et un atelier d'ajustage pour les réparations.

Le faux pont s'arrête à la cloison C_3 , sauf que sur deux mètres de largeur au milieu, il se projette jusque contre le mât ; il est appuyé, dans cette partie

avancée, sur un cadre en fer, du même profil que les barrots, soutenu par des épontilles en fer d'angle bien entretoisées, et rattachées par goussets et fers d'angle aux varangues. La plate forme ainsi formée (fig. 5 et 6), est entourée d'un garde corps, on y a installé l'appareil d'horlogerie qui produit la rotation du feu.

Les deux échelles *ee*, placées de chaque bord, mènent dans la chambre des machines, dont le parquet, en tôle striée, est à un niveau plus bas. De chaque bord se trouve une soute contenant le coke et le bois d'allumage. Les appareils moteurs se composent de deux machines à air chaud *MM*, installées sur des carlingues parallèlement à l'axe longitudinal; chacune d'elles actionne une pompe de compression destinée à remplir les réservoirs d'air *RR*. La sirène *S*, boulonnée sur des entremises rattachées aux deux carlingues du milieu, peut être actionnée indifféremment par l'une quelconque des deux machines; l'autre sert de rechange en cas d'avarie. La trompette de la sirène s'élève verticalement, et son pavillon mobile, qu'on peut orienter dans tous les azimuths, domine le pont supérieur.

Le roof (fig. 4 et 5), est divisé en trois compartiments, par deux cloisons en tôle raidies par des fers d'angle; le premier *A*, est le vestibule d'accès pour l'entrepont ou pour la passerelle; le second *B*, est réservé à la lanterne: de jour, celle-ci est amenée au pied du mât; le pont du roof, pour lui donner passage, est percé d'une grande ouverture circulaire, que recouvre partiellement un capuchon en tôle; lorsque la lanterne est baissée (fig. 5), son toit conique ferme presque complètement l'ouverture, qu'on achève de masquer par un prélat; le nettoyage des glaces et la manipulation des lampes se font ainsi complètement à l'abri. Le compartiment *C* situé à l'avant du roof, communique

avec l'entrepont par une large écoutille qu'on peut fermer au moyen de panneaux; dans les murailles sont ménagées, de chaque bord, quatre fenêtres munies de volets en tôle, à l'aide desquelles on peut établir une ventilation active au dessus de la chambre des machines. Les quatre tuyaux de décharge et la trompette de la sirène passent dans ce compartiment (fig. 5 et 7), qui s'ouvre à l'avant par deux portes.

On pénètre sous le faux pont par une large écoutille, *E*; cette cale renferme la majeure partie du lest, et quinze caisses à eau douce de 800 litres chacune; l'eau est puisée successivement dans chaque caisse par un tuyau d'aspiration en caoutchouc, raccordé avec une conduite en fer étiré qui longe tout le compartiment des machines, et communique avec le tuyau d'aspiration d'une pompe appliquée contre la cloison C_4 , dans le poste de l'équipage. (Ce tuyau et la pompe ne sont pas représentés.)

c. *Carré*. — Entre les cloisons C_1 C_2 se trouvent le carré ainsi que les logements du patron et du mécanicien; ces agents sont relevés de mois en mois et disposent chacun de leur cabine. Dans le compartiment, sous l'escalier, se trouvent la pharmacie, les pavillons et les registres du bord. On a installé, dans la cale, des étagères pour provisions de bouche et une soute à combustible.

d. *Poste de l'équipage, pics avant et arrière*. — A l'avant de la cloison C_4 est le poste de l'équipage, occupant une longueur de 7 mètres. Six couchettes sont disposées de chaque bord sur deux rangées, ainsi que des bancs à caissons; la pompe à eau douce, dont il a déjà été parlé, et la cambuse sont appliquées contre la cloison C_4 . Les conduits rectangulaires, représentés en *cc*, servent pour le passage des chaînes. Ce compartiment, qui n'a pas de claire-voie, reçoit le jour par le

capot du pont et un certain nombre de verres prismatiques.

Sous le faux pont sont les deux puits à chaînes et une soule à charbon pour la consommation des poèles du bord. Enfin, les extrémités de l'avant et de l'arrière servent de magasins pour les voiles, cordages, poulies, tentes de pont, couleurs, etc.

e. *Installations du pont.* — L'épuisement est fait par trois pompes de cale ; la plus grande p_1 (fig. 5), sert à vider les trois compartiments du milieu, elle est à deux corps conjugués de 0^m,15 de diamètre ; les deux cloisons du milieu sont percées, pour permettre à l'eau des compartiments voisins d'arriver au puisard, mais ces ouvertures sont fermées en temps ordinaire par des ventelles étanches en bronze, manœuvrées du pont au moyen de tiges filetées ; pour les cales avant et arrière, on a disposé des pompes spéciales p_2 p_3 comportant chacune un corps de 0^m,10 de diamètre, avec tuyaux d'aspiration en plomb.

Les appareils de mouillage sont fort importants ; le bateau est tenu sur une seule ancre à champignon, du poids de 2,130 kilogrammes, autour de laquelle il peut éviter sans danger que la chaîne vienne s'y empâter, celle-ci passe par un gros écubier central en fonte, qui aboutit à un œil venu de forge dans l'étrave ; cette dernière se projette en avant et se termine par une fourche à quatre réas formant bossoir pour la grosse ancre.

Les chaînes de mouillage sont au nombre de deux ; elles ont 43 millimètres d'épaisseur, et 200 brasses de longueur chacune (366^m,50 environ) ; elles se composent de bouts de 15 brasses, assemblés par manilles ; de deux en deux bouts, ces tronçons ont au milieu un émerillon.

Le vireveau du système Harfield, V (fig. 4 et 5), pré-

sente deux grandes couronnes à empreintes en fer forgé, qui peuvent être embrayées ou affolées à volonté sur un arbre unique ; celui-ci est commandé par une grande roue actionnée par un mouvement à pompe ordinaire pour la manœuvre à bras, ou bien par un moteur composé de deux machines conjuguées verticales, mues par l'air comprimé. La chaîne, en sortant du puits, passe d'abord sur un stopper *S*, puis sur la couronne à empreintes ; de là elle se rend à l'écubier *D* ; un fort patin en fonte *P*, permet de prendre un tour de bitte pour soulager le vireveau ; celui-ci est néanmoins construit pour résister seul aux chocs les plus violents. L'assise de ces divers appareils est en chêne et les barrots du pont sont consolidés en cet endroit par un bordé en tôle ; de plus, le boulonnage passe dans des entremises en chêne placées entre les barrots et le pont est supporté au milieu ainsi qu'on le voit fig. 5.

Indépendamment de l'ancre à champignon, qui sert au mouillage ordinaire, se trouve une ancre de rechange, *a* (fig. 4), avec jas en fer et une ancre de manœuvre *a'*, pesant 1,250 et 500 kilogrammes respectivement ; elles sont amarrées sur le pont à de fortes boucles en fer ; des portes en tôle sont ménagées dans le pavois pour les rentrer. Pour la manœuvre de ces ancres, il y a de chaque bord un bossoir et un davier.

On trouve encore sur le pont, les treuils servant à hisser la lanterne T_1 et T_2 , une pompe à incendie qui sert en même temps pour le lavage, p_4 (fig. 8), les bouteilles installées à l'avant et à l'arrière, deux embarcations de sauvetage, etc. Dans les pavois sont pratiquées de chaque bord des portes d'embarquement, et cinq clapets pour la décharge des eaux.

f. *Mât, grément, etc.* — Le grand mât (fig. 2 et 3), destiné à porter le feu, est le plus important ; il est

d'une pièce, et a 25^m,20 de longueur depuis l'emplanture jusqu'au sommet, y compris un ton de 5 mètres, le diamètre uniforme jusqu'au capelage est de 0^m,425. Il est tenu dans le sens longitudinal par un double étai métallique de 10 centimètres de circonférence, et par deux galhaubans de même dimension; ceux-ci sont ridés au moyen de caps de mouton; dans le sens transversal, il y a de chaque côté quatre haubans en fer de dix centimètres, ridés à la manière ordinaire et garnis d'enfléchures vers le haut.

Le ton porte un voyant, composé de deux sphères à claire-voie, de 2 mètres de diamètre chacune.

A l'arrière se trouve un mât d'artimon portant une voile de tape cul, dont on se sert pour faciliter l'évitage et le maintien debout au vent; par mesure de précaution, pour le cas où le bâtiment serait en dérive, on l'a muni d'une trinquette, et d'une voile de fortune qu'on peut hisser au grand mât.

g. *Qualités nautiques; données sur la stabilité et le roulis.* — Nos anciens bateaux-phares ont un bras de levier métacentrique assez considérable, qui rend leur roulis relativement vif; il a paru préférable, pour diminuer la fatigue, de s'en tenir à une stabilité moindre; on y est arrivé en réduisant la largeur à la flottaison; on peut facilement, à l'inspection du tableau, se faire une idée des différences qui existent entre les deux types de bateaux; la valeur de $r-a$ et la durée du roulis en eau calme ont été déterminées par une expérience faite sur les bâtiments complètement équipés.

Le « Wandelaar » avait à bord tous ses approvisionnements, se composant de 12,000 litres d'eau dans les caisses, 1,100 litres d'huile, 13 tonnes de combustible charbon et briquettes, et 110 hectolitres de coke dans les soutes de la machine; la lanterne garnie de ses lampes, a été hissée dans sa position de beau

temps; les ancres étaient sur le pont, le mushroom au bossoir d'étrave, les chaînes dans les puits; le lest composé de 80 tonnes de gueuses en fonte était arrimé dans la cale sous le laboratoire et sous le parquet de la machine.

	Westhinder et Wielingen.	Wandelaar.
Tirant d'eau moyen en eau douce . . .	2.70	2.84
Déplacement pour ce tirant d'eau . . .	293 tx.	340 ^{tx.} ,750
$r - a$	1.25	0.875
r	1.80	1.555
a	0.55	0.68
Hauteur du centre de carène sous la flottaison	0.94	1.10
Hauteur du centre de gravité sous la flottaison	0.39	0.42
Durée d'une oscillation simple de roulis en eau calme	2",73	3",45
Rayon de gyration	3 ^m ,20	3 ^m ,24

Pour des amplitudes égales, la fatigue supportée par les diverses parties du bâtiment étant représentée par 1 pour les anciens feux flottants, n'est que de 0,615 pour le « Wandelaar »; car les valeurs maxima des accélérations tangentielles sont elles-mêmes dans ce rapport; aussi, les roulis du dernier bateau sont-ils particulièrement doux; il est malheureusement impossible d'agir sur leur amplitude; la houle qui se produit sur les bancs est très irrégulière, et l'on ne saurait réunir un ensemble de qualités nautiques adaptées à toutes les circonstances de marée, de vent et de courant.

II. — APPAREIL D'ÉCLAIRAGE,

a. Lanterne et foyers. — L'appareil d'éclairage se

compose de douze lampes d'Argand à huile de colza, munies de réflecteurs paraboliques en cuivre argenté ; elles sont montées sur un chariot porté par un cercle de galets, tournant autour de l'axe de figure du mât. La lanterne qui renferme les lampes présente un fond en fer et un soubassement cylindrique en tôle au dessus duquel est une partie vitrée au moyen de glaces courbes de forte épaisseur ; le toit conique est en tôle, il est surmonté de cheminées à capuchon mobile, par où s'échappent les gaz de la combustion ; l'air pénètre par le fond, à travers des ouvertures que l'on peut régler au moyen de papillons. Le centre de la lanterne est occupé par un manchon cylindrique en tôle, enveloppant le mât ainsi que l'arbre de commande vertical, et supportant la plate-forme annulaire dressée sur laquelle roule le chariot de galets.

La couronne qui porte les lampes est dentée à l'intérieur, et se met en prise, quand la lanterne est hissée dans sa position, avec un pignon calé au sommet de l'arbre ; un second pignon est monté à 1^m,50 en dessous du premier et sert par mauvais temps, quand on amène partiellement la lanterne pour diminuer la fatigue de l'appareil. Les réflecteurs sont disposés deux à deux de manière à former six faisceaux équidistants, se projetant sur tout l'horizon ; (dans la fig. 5, on n'a représenté que les deux réflecteurs du groupe qui serait vu de face). Pour une révolution complète du chariot, chaque point du champ lumineux reçoit donc six éclats, et comme le chariot se meut à la vitesse de deux tours par minute, il en résulte que les éclats sont espacés de cinq secondes.

C'est, ainsi qu'on le voit, l'appareil catoptrique ordinaire des anciens feux flottants ; il est identique à celui de Terschelling (Pays-Bas) ; il se distingue toutefois des phares anciens par de nombreuses améliora-

tions de détail. Les réflecteurs ont été considérablement agrandis (ils ont 0^m,53 de diamètre à l'ouverture); il a été nécessaire, pour cela, d'augmenter le rayon du cylindre qui contient les foyers. La lanterne a été élargie de manière à permettre à un homme de circuler sur le pourtour et d'inspecter les lampes; lorsqu'il se produit un dérangement, il n'est plus nécessaire d'amener sur le pont tout ce lourd appareil, on peut, en montant par les échelles, pénétrer dans la lanterne par les portes ménagées dans le soubassement, enlever ou remettre une lampe, ajouter de l'huile, remplacer les verres, etc. On peut également circuler autour de la lanterne extérieurement en s'appuyant sur une lisse qui l'enveloppe.

L'appareil d'horlogerie est monté dans l'entrepont sur un bâti en fer d'angle, installé comme on le voit fig. 8; le moteur est une boîte en fonte, lestée au moyen de plaques de plomb, qui se meut dans une gaine formée de quatre fers d'angle; le contrepoids est suspendu à l'axe d'une poulie sur laquelle se moufle une chaîne sans fin bien calibrée, dont les deux brins verticaux font retour sur deux poulies et viennent envelopper deux roues à noix; l'une, R_1 , est immobilisée par un rochet; l'autre R_2 , est entraînée par le contrepoids, et son mouvement de rotation est accéléré par un système de roues dentées, puis transmis à l'arbre du mât. Lorsque le contrepoids approche du bas de sa course, il actionne un timbre et l'homme de garde remonte l'appareil, en agissant par une manivelle sur la roue à noix R_1 . Au régulateur à ailettes, on a substitué un régulateur à ressort spiral basé sur l'action centrifuge, dû, croyons-nous, à M. Douglass.

III. — SIGNAUX DE BRUME.

a. *Sirène*. — Une sirène de F. Brown, actionnée par de l'air à deux atmosphères de pression, est installée au centre du bateau (fig. 5 et 6); cet appareil, représenté en détail fig. 9 et 10, rappelle, par le principe, l'instrument classique dont s'est servi M. Cagnard-Latour pour les recherches acoustiques; comme dans ce dernier, le son est produit par les vibrations d'une colonne d'air à laquelle on imprime des impulsions répétées et rapides. L'organe essentiel de la sirène est un tambour cylindrique *T*, de cinq pouces de diamètre intérieur, monté à l'extrémité d'un arbre horizontal *AA* (fig. 9 et 10), qui reçoit de la poulie *P* un mouvement de rotation. Ce cylindre porte sur son pourtour, dans le sens des génératrices, trente ouvertures rectangulaires séparées par des pleins ayant même largeur que les vides; il s'emboîte sur une partie fixe *T'*, présentant le même nombre d'orifices.

L'air arrive par le soubassement en fonte de l'appareil, monte par le conduit *C*, et il est distribué par le tiroir *D* dans la caisse enveloppant le tambour mobile. Pour une révolution de l'arbre, le courant d'air forcé est donc interrompu trente fois, son passage occasionne ainsi dans la trompette en fonte *S*, la production d'un son, qui, pour l'allure ordinaire de la machine, correspond à 400 vibrations par seconde (l'expérience a établi que les sons graves portent le plus loin). Le mouvement pourrait être automatique, comme dans l'instrument de physique rappelé plus haut; il en est ainsi dans les sirènes construites par M. Holmes en Angleterre, où, par une inclinaison convenable donnée aux parois des orifices, l'impulsion du courant détermine l'entraînement de la turbine; dans la sirène

de Brown, au contraire, la rotation est transmise par un moteur, à l'aide de poulies et de courroies, et la vitesse réglée par l'allure de la machine ne peut changer dans des limites très étendues ; dans les sirènes automatiques, une augmentation dans les frottements peut altérer le nombre de tours, et par conséquent le caractère du son.

Ainsi que nous le verrons, la machine qui actionne la pompe de compression de la sirène, est à simple effet ; la vitesse de rotation subit donc à chaque tour, malgré l'adjonction du volant, des variations qui se font sentir d'une manière sensible sur l'arbre de la sirène ; aussi la note donnée par l'instrument accuse des variations périodiques qui la font ressembler à *une tyrolienne* ; cette circonstance, loin de nuire aux signaux, leur donne un caractère tout à fait distinctif qui empêche de les confondre avec ceux des navires.

Le son émis ne pourrait être continu sans entraîner une grande dépense d'air, mais il suffit qu'il soit répété de deux en deux minutes ; c'est ce qui a lieu au « Wandelaar » où la sirène donne, à 120 secondes d'intervalle, deux sons se succédant de près ayant chacun une durée de 2 1/2 secondes. On conçoit qu'il est possible, en variant les interruptions, de différencier les stations voisines dont on pourrait par la suite reconnaître la nécessité, et d'établir une certaine similitude entre les caractères des feux et ceux des signaux de brume ; les sons correspondraient aux éclats, les silences aux éclipses ; on pourrait, en faisant usage des sirènes mues à des vitesses différentes, obtenir à volonté des tons bas ou élevés, qui seraient pour ces signaux ce que la coloration est pour les feux (Allard, *Mémoire sur la portée des sons*).

L'interruption des sons est réglée par la machine elle-même ; à cet effet, un mécanisme assez compliqué

est adapté à la sirène; le mouvement de rotation de l'arbre *A* est transmis au moyen d'organes intermédiaires à un plateau *B*, qui fait un tour en deux minutes et qui intérieurement porte deux cames *EE*, agissant successivement sur une pédale *p* qui manœuvre un petit tiroir de distribution ordinaire *d*; celui-ci se meut sur une glace à trois lumières et envoie l'air alternativement sur les deux pistons à simple effet *MM'* qui manœuvrent le tiroir plus gros *D* se déplaçant sur une glace à double lumière; ce tiroir est le véritable obturateur. Les chocs des pistons contre les fonds des cylindres sont évités par la disposition suivante: les deux lumières sont bifurquées, et l'une des branches peut se fermer par une languette en acier *l*. Quand le piston rentre dans le cylindre correspondant, il emprisonne un peu d'air, qui forme coussin et amortit le choc. Les poignées *FF* permettraient de faire la distribution à la main, si le mécanisme venait à se déranger.

Le débit doit être tel, que la pression, tombée au plus bas après que le second son a été lancé, puisse remonter à 2 atmosphères au moment de l'émission suivante; il faut, en d'autres termes, que la dépense d'air soit égale au débit de la pompe; pour cela, il suffit de régler l'ouverture des passages de la sirène, ce qui se fait en déplaçant légèrement l'arbre *A* dans le sens de son axe; (dans la figure, les orifices ne sont que partiellement ouverts.)

L'air est refoulé dans les réservoirs, soit par les deux machines, soit par l'une d'elles agissant isolément, ce qui est le cas général.

Le socle creux, sur lequel est montée la sirène, est branché sur le tuyau de remplissage des réservoirs et communique avec ceux-ci d'une manière permanente; des valves d'arrêt $v_1 v_2$ (fig. 6), permettent d'isoler

chaque machine ; une autre valve v_3 permet d'isoler les réservoirs et de garder la provision d'air ; des soupapes de sûreté sont placées entre les pompes de compression et les valves d'arrêt.

C'est sur la conduite qui réunit les deux réservoirs, que vient s'assembler la prise d'air de la machine du vireveau ; lorsqu'on veut s'en servir pour lever l'ancre, il est nécessaire de faire marcher simultanément les deux machines.

b. *Portée du son.* — Il n'a pas été fait chez nous d'expériences régulières sur la portée du son, très variable du reste avec l'état acoustique de l'atmosphère ; pendant la période d'essai des machines, alors que les bateaux étaient mouillés dans le lit de l'Escaut devant le chantier naval de Hoboken, la sirène a été nettement entendue à Tamise, à 10 kilomètres de distance, à travers un pays très boisé et semé d'obstacles ; d'autres fois la portée a été beaucoup moins grande.

M. Allard, dans le *Mémoire* cité, a établi une formule donnant en fonction de la hauteur du son et du travail dépensé, sa portée moyenne ; son équation, basée sur des considérations théoriques rationnelles, et dans laquelle les coefficients sont déduits des expériences connues, est la suivante :

$$\log. \frac{T}{nx^2} = 0,325 x + \bar{5},442$$

T est le travail en kilogrammètres par seconde dépensé pour produire le son.

n le nombre de vibrations par seconde.

x la portée en kilomètres.

Or, il résulte des expériences faites directement sur les machines, que l'une d'elles fournit un travail moyen de 6,50 chevaux dont 1/10 est perdu par l'échauffe-

ment de l'air pendant la compression; il reste donc 5,85 chevaux effectivement employés; mais comme la sirène ne fonctionne que pendant 5 secondes sur 120, et que la machine marche constamment, le travail moyen dépensé pour l'émission du son est

$$\frac{5.85 \times 120}{5} = 140^{\text{ch.}}, 40$$

ou bien

$$T = 10530$$

on a

$$n = 400$$

La formule donne pour x , c'est-à-dire la portée moyennes, 11,9 kilomètres ou 6,4 milles marins, chiffre qui nous paraît répondre à la réalité des faits. Nous devons encore attirer l'attention sur l'un des résultats les plus saillants signalés par M. Allard : c'est l'allure singulière de la courbe qui traduit géométriquement l'équation de la portée; tandis que jusqu'à 5 milles marins environ, la puissance dépensée T est sensiblement proportionnelle à la distance, elle croît, au delà, d'une manière extrêmement rapide; en sorte qu'il ne serait guère possible d'obtenir pratiquement des portées supérieures à celle de la sirène du « Wandelaar ».

c. *Machines.* — Les chaudières à vapeur à haute pression, lorsqu'on les alimente à l'eau de mer, présentent toujours plus ou moins de danger à cause des incrustations qui s'y produisent; la mise en pression prend un laps de temps assez considérable, sauf dans les systèmes tubulaires à petit volume d'eau, qui sont malheureusement les plus désavantageux au point de vue des dépôts.

On s'est donc arrêté, dès l'origine, aux sirènes à air, et l'on a pris le parti d'effectuer le travail de refoulement au moyen d'une paire de machines caloriques

de 24 pouces, du système Brown. Cette installation n'a été faite en double que pour mieux assurer la continuité des signaux en cas d'avarie à l'un des appareils.

Les moteurs à air chaud de Brown sont très faciles à conduire et ne présentent aucun danger ; ils ont encore l'avantage, dans le cas où le brouillard tombe brusquement, de pouvoir être mis en marche en peu de temps ; l'allumage du feu et la mise en train n'exigent guère que 20 à 25 minutes.

La machine de Brown est à cycle ouvert, c'est-à-dire que l'air après chaque évolution, est déchargé dans l'atmosphère ; elle est représentée fig. 11 et 12 ; *F* est un foyer entièrement clos dans lequel l'air est injecté, tant en dessous qu'au dessus de la grille, par une pompe alimentaire à simple effet *A* ; il règne dans cet espace une certaine pression lorsque la machine est en marche ; le combustible doit donc être introduit par une trémie *T* ; un conduit de petit diamètre *c*, permet d'établir l'équilibre pour l'ouverture du clapet intermédiaire ; l'excès d'air refoulé par la pompe, qui n'a pas servi à la combustion, arrive, mélangé avec les produits gazeux, sous un piston à fourreau ; il y est admis pendant une certaine fraction de la course du piston, par une soupape *S*, actionnée par un excentrique, puis il se détend jusqu'à l'extrémité de la course ; une soupape d'échappement *S'* s'ouvre pendant que s'effectue la course descendante, commandée par l'inertie du volant actionné au moyen d'une bielle *B*, liée à l'une des extrémités du balancier ; le tuyau d'échappement est donc en même temps la cheminée du foyer.

Il existe un régulateur, genre Porter, qui laisse fuir un peu de l'air froid refoulé par la pompe alimentaire quand le feu est trop intense, et que, pour cette raison, la vitesse s'accélère au delà d'une certaine limite. Un

manomètre m , placé sur le devant du foyer, marque la pression qui s'y trouve et fait voir quand il est temps de charger le feu.

Le moteur ainsi décrit actionne par un bras b , venu de fonte avec le balancier, une pompe de compression p , dont le piston a 8 1/2 pouces de diamètre et 20 pouces de course ; comme dans toutes les pompes de l'espèce, l'espace nuisible est très réduit, mais on n'y fait pas toutefois d'injection d'eau et l'on n'a pris aucune disposition pour combattre l'échauffement.

Toutes les garnitures de piston, tant du moteur que de la pompe de compression, sont en cuir ; l'air arrive cependant à très haute température dans le cylindre moteur, mais la garniture gg est logée au sommet de l'espace annulaire qui entoure le piston, et dans lequel se tient une couche d'air inerte ; elle est graissée à l'huile de baleine, la seule qui ne charbonne pas à cette température. Lors de la mise en train, il est nécessaire d'établir la pression, en tournant le volant à la main ; au bout de quelques révolutions, la vitesse s'établit. Pour produire l'arrêt, il suffit de lever un peu la soupape de sûreté du foyer, la pression tombe immédiatement et ne remonte pas, puisque la pompe ne donne plus ; la machine ne présente donc au repos aucun risque d'explosion. La mise en train est rendue particulièrement facile lorsqu'il se trouve déjà une certaine provision d'air dans les réservoirs : le foyer peut alors être alimenté avec cet air pendant les premiers coups de piston, c'est à cette fin que l'on a disposé (fig. 6) les deux petits tuyaux t_1 t_2 munis de valves.

Dans le cas d'une marche très prolongée, on peut, lorsqu'on le juge bon, allumer la seconde machine et la mettre en train après un certain temps ; on arrête ensuite la première pour dégrasser la grille ; il n'y a donc pas d'interruption possible dans les signaux.

d. *Expériences sur le travail et la consommation de combustible du moteur Brown.* — Avant le départ du bateau pour son mouillage, les machines ont été soumises à des essais de consommation dont nous allons faire connaître le résultat.

Pour éviter l'emploi du frein de Prony, nous avons calculé, aussi exactement que possible, le travail de compression à la vitesse de régime; la courroie de la sirène ayant été enlevée, l'une des soupapes de sûreté a été réglée de manière à se lever à 30 livres environ; on avait dévissé la tubulure de l'autre soupape pour la remplacer par un godet rempli d'huile, plongeant jusqu'au centre du tuyau et renfermant un thermomètre; la pression une fois établie, on a noté avec soin, à des instants assez rapprochés: le nombre de tours par minute, la température de l'air près du tuyau d'aspiration, la température de l'air refoulé, la pression dans le réservoir et la quantité de combustible chargé. Après un essai continu de 2 1/2 heures pendant lequel on a fait le relevé ci-dessous, on a laissé les feux sensiblement dans l'état où ils étaient à l'origine.

HEURE de l'observation.	NOMBRE de tours par minute.	TEMPÉRATURE CENTIGRADE		PRESSION LIVRES par pouce carré.	COMBUSTIBLE chargé. (coke de gaz) kilogr.
		de l'air aspiré.	de l'air refoulé.		
9.30	60	"	"	31	2
9.45	60	22 1/4	70	31	2
10. "	61	24 1/2	88	32	2
10.15	60	26	84	31	2
10.30	61	27	85	31	2
10.45	60	28 1/2	95	31	2
11. "	60	29 1/2	99	30 1/2	2
11.15	64	31	100	31 1/2	4
11.30	63	32 1/2	105	31 1/2	2
11.45	64	34 1/4	105	31 1/2	2
12. "	62	35 1/2	108	31 1/2	2

Pendant cette marche de 2 1/2 heures, on a chargé 22 kilos de coke de gaz ; il y avait dans le cendrier et dans le foyer, à la fin de l'expérience, 2 kilogrammes de mâchefer et 4 1/2 kilos de cendres, soit 6 1/2 kilogrammes de déchet, qui doivent être répartis sur toute la quantité brûlée, en y comprenant celle de l'allumage (49^k,5) ; la part afférente à l'essai n'est donc que de 2^k,88 ; la consommation pendant le temps d'expérience a été ainsi de 32 — 8,88 = 19^k,12.

Le travail absorbé par la pompe équivaut à celui qui aurait été mesuré sur l'arbre, car la commande s'effectue directement sans organes intermédiaires et l'on peut considérer comme à peu près nul le frottement des cuirs emboutis bien graissés sur des parois en fonte polie. L'examen des températures inscrites dans les colonnes 3 et 4 fait voir qu'on ne peut supposer la loi de Mariotte applicable au gaz, qui s'échauffe d'une manière très sensible ; d'autre part, l'hypothèse d'une compression adiabatique, dans le cas, par exemple, de la cinquième observation, nous conduirait pour une compression à 31 livres par pouce, soit une tension effective de 3^k,18 par centimètre carré, à une température finale t_1 donnée par

$$\frac{273 + t_1}{273 + 27} = \left(\frac{3.18}{1.033} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}}$$

$$\gamma = \frac{C}{c} = 1.41$$

d'où

$$t_1 = 147^\circ$$

tandis qu'on a

$$t_1 = 85^\circ$$

On a tracé (fig. 13), la courbe *AB* correspondant à la loi de Mariotte pour cette expérience, et la courbe *AC* sans refroidissement ; le volume final, calculé

d'après la température observée, est en réalité MD , il est intermédiaire entre les deux, comme cela devait être.

La courbe AD réelle, répond sensiblement à l'équation :

$$p^m = C^c$$

dans laquelle

$$m = 1,21$$

Elle s'accorde sensiblement avec les autres expériences, et nous avons pu nous en servir pour les calculs, sans faire d'erreur sensible. A la fin de la course, l'espace nuisible reste rempli d'air qui se détend au commencement de l'aspiration en donnant la courbe mn ; il faudrait donc prendre comme travail de compression celui représenté par la surface $mDAn$; néanmoins, comme la tension dans la pompe reste pendant la course montante un peu en dessous de celle qui règne dans le tuyau d'aspiration, et qu'un phénomène contraire se produit pendant le refoulement, puisque la tension sous le piston dépasse légèrement celle de la conduite, nous n'avons pas déduit, par mesure de compensation, le travail $MmNn$, et nous avons pris comme mesure du travail par tour, la surface $MDAN$, qui vaut :

$$T = \frac{m}{m-1} p_o V_o \left[\left(\frac{p_1}{p_o} \right)^{\frac{m-1}{m}} - 1 \right]$$

en donnant à m sa valeur 1,21 faisant V_o égal au volume engendré par le piston augmenté de l'espace nuisible, c'est-à-dire $0^m3,036334$. Donnant à p_1 les valeurs relevées à chaque expérience, nous avons formé le tableau suivant :

Nombres des expériences.	PRESSION		TRAVAIL pour un tour par seconde.	Nombre de tours par minute.	TRAVAIL en CHEVAUX.
	en livres par pouce carré.	en kilog. par centimètre carré.			
1	31	2.18	6.301	60	6.301
2	31	2.18	6.301	60	6.301
3	32	2.25	6.421	61	6.528
4	31	2.18	6.301	60	6.301
5	31	2.18	6.301	61	6.406
6	31	2.18	6.301	60	6.301
7	30 1/2	2.145	6.226	60	6.226
8	31 1/2	2.215	6.356	64	6.780
9	31 1/2	2.215	6.356	63	6.667
10	31 1/2	2.215	6.356	64	6.780
11	31 1/2	2.215	6.356	62	6.568

Le travail moyen a été calculé à l'aide de la dernière colonne, il est de 6.47 chevaux; la consommation nette de coke de gaz par cheval effectif et par heure est donc

$$\frac{7.65}{6.47} = 1^{\text{r}},18$$

Elle serait nécessairement moindre avec du coke de bonne qualité, et c'est là, pour une machine si peu puissante, un résultat qui est de nature à en recommander l'emploi dans d'autres circonstances.

e. *Extrait du journal du mécanicien.* — Sur une période de onze mois, s'étendant depuis octobre 1882 jusqu'à septembre 1883, le mois le plus brumeux a été celui de décembre, pendant lequel les brouillards ont exigé, à dix-huit reprises différentes, la mise en marche de la sirène; ils ont eu pendant ce mois une durée totale de 82 heures; le brouillard le plus long de toute la période a duré 13 heures, il s'est produit en janvier;

il y a eu en tout pendant ces onze mois soixante deux cas de brume ; seul le mois de juillet a été parfaitement clair.

Les signaux ont toujours pu être donnés régulièrement à l'aide de la sirène, sans qu'il y ait eu à signaler *une seule interruption*.

Anvers. Septembre 1883.
