

HYDROGRAPHIE.

---

**MÉMOIRE**

**SUR L'ÉCLAIRAGE DE L'ESCAUT,**

PAR

**M. STESSELS,**

LIEUTENANT DE VAISSEAU DE 1<sup>re</sup> CLASSE, COMMISSAIRE PERMANENT DE L'ESCAUT.

---

La navigation à vapeur prend de jour en jour plus d'importance, et sur plusieurs lignes elle remplacera bientôt la navigation à voiles, surtout pour le transport des passagers et des petites marchandises ; ses principaux avantages sont : la rapidité, la régularité et surtout la sécurité.

L'usage de la vapeur s'étend même tellement sur mer que nous avons vu, il n'y a pas longtemps encore, les transports de charbons qui se faisaient toujours par de vieux navires, s'effectuer avec avantage par des bateaux à vapeur.

Mais l'usage d'un moteur aussi coûteux exige que son emploi ait toujours lieu d'une manière utile, c'est-à-dire que la tonne de marchandise, transportée à un endroit déterminé, se rapporte à la plus petite dépense possible.

Ce résultat s'obtient en perfectionnant la forme des navires et leurs machines, en combinant d'une manière judicieuse l'emploi de la voile et de la vapeur, et surtout en ne faisant subir au navire aucun retard dans sa route.

Ce ne sera donc plus que dans des circonstances excep-

tionnelles, qu'il sera permis au bâtiment de modérer sa vitesse pour attérir, pour s'engager dans les passes difficiles qui environnent les côtes, ou pour se diriger dans les fleuves ; une plus grande attention est exigée du capitaine que par le passé, mais en même temps tout doit être disposé pour lui rendre la navigation de nuit aussi aisée et aussi sûre que si elle s'effectuait pendant le jour, quand tous les amers sont bien visibles.

Ces conditions ne peuvent être atteintes que par un système bien combiné de phares, établis sur la côte ou sur les principaux écueils.

Partout la nécessité de naviguer la nuit sans modifier la route, a appelé l'attention sur une distribution judicieuse des feux de port et de rivière.

Les nations qui les premières ont marché dans cette voie de progrès, sont la France et l'Angleterre.

Dans ce dernier pays, l'initiative privée a même presque toujours remplacé celle du gouvernement ; ainsi la plupart des phares de la Grande-Bretagne, sont dus à la corporation du Trinity-House, et dans certaines rivières comme l'Humber, depuis Hull jusqu'à Goole, les négociants eux-mêmes ont établi à leurs frais les feux qui étaient nécessaires pour assurer leur trafic.

Sur le continent, l'influence du gouvernement est indispensable pour établir les améliorations que l'expérience enseigne.

La Belgique, sous l'initiative d'un ministre auquel le pays doit déjà tant d'institutions utiles, est arrivée en une fois à établir l'éclairage des abords de sa grande cité maritime, d'une manière qui ne lui laisse rien à envier aux nations les plus avancées de l'Europe, et sans augmenter les frais qui incombent à la navigation.

En 1864, une lettre de la chambre de commerce d'Anvers appela l'attention de M. Ch. Rogier, alors ministre des affaires étrangères, sur la nécessité d'établir quelques

feux dans l'Escaut, afin d'y permettre la navigation à vapeur, pendant la nuit.

Une commission (1) fut immédiatement nommée, à l'effet d'étudier et de proposer un système d'éclairage répondant à ces vues.

Je développai dans son sein le plan que j'avais quelque temps auparavant présenté au ministre, pour l'Escaut et son embouchure ; toutefois, avant de l'étudier complètement, la commission jugea utile de m'envoyer en Angleterre, avec MM. Delcourt et De Boninge, afin d'y recueillir des informations sur l'éclairage de l'Humber, où la navigation de nuit s'effectuait très-régulièrement.

La sous-commission visita avec attention l'éclairage de ce fleuve, mais elle acquit bientôt la conviction, ainsi qu'elle l'exprima dans son rapport, que le système suivi dans l'Humber ne pouvait pas convenir à l'Escaut, des différences trop grandes existent entre ces deux rivières, quant à leurs dimensions et à leurs rives.

De Hull à Goole en effet, la rivière est peu profonde et ses rives ne sont bordées que de faibles digues, en dehors desquelles s'étendent de grandes plages, rarement recouvertes par les marées. La route à suivre y était jalonnée par des feux d'alignement, la disposition des lieux se prêtait à cette combinaison ; car il était facile, tout en conservant une distance suffisante entre les feux, d'en placer un sur la plage et un autre sur la digue ; celui-ci était même mobile sur un petit chemin de fer, afin de modifier l'alignement suivant les variations de la passe.

(1) Cette commission, nommée par arrêté ministériel du 23 juin 1864, était composée de :

MM. Van Haverbeke, capitaine de vaisseau ;  
Donnet, inspecteur du pilotage, à Anvers ;  
Delcourt, lieutenant de vaisseau, ff. d'ingénieur ;  
Stessels, lieutenant de vaisseau, hydrographe ;  
De Boninge, inspecteur du pilotage à Flessingue ;  
Van Copenolle, chef pilote, à Anvers.

Les appareils, à cause du peu de distance à éclairer, consistaient en lampes ordinaires à l'huile de pétrole, hissées le long de tringles verticales soutenues par des échafaudages.

Dans l'Escaut, où le feu doit être souvent vu distinctement à des distances d'au moins quatre milles marins, il fallait des moyens d'éclairage plus puissants ; et l'emploi de feux dioptriques à lentilles de Fresnel était indispensable.

D'un autre côté, la hauteur des digues, le peu d'élévation des polders et la difficulté d'établir des feux dans les schores que les passes rangent souvent de très-près, y rendaient les feux d'alignement très-coûteux.

L'un des feux pouvait se placer sur la digue, mais le second devait être établi dans le polder où il exigeait une charpente très-élevée pour être visible à marée basse, au-dessus de la digue ; surtout lorsqu'il fallait approcher beaucoup de celle-ci, en suivant la passe navigable.

Nous verrons plus loin que l'on employa cependant les feux d'alignement, quand leur installation fut possible.

Après différentes études, la commission présenta au ministre un plan complet pour l'éclairage du fleuve et de son embouchure.

Ce plan consistait en grande partie dans des feux fixes placés à terre et indiquant les dangers par les changements de couleur de la lumière employée. En renonçant aux feux d'alignement, la commission faisait remarquer que ceux-ci ne peuvent être aisément utilisés que par les vapeurs et les voiliers marchant vent large ; et elle cherchait à rendre le fleuve praticable pendant la nuit, même pour les bâtiments d'un tirant d'eau moyen, louvoyant contre un vent contraire, avec l'aide de la marée.

L'attention du gouvernement était avant tout appelée sur la nécessité d'un bon éclairage pour l'embouchure du fleuve ; la question de prompts arrivages était ici subordonnée à des considérations d'un ordre plus élevé.

Depuis quelques années en effet, l'attéragé des côtes de la Belgique est convenablement indiqué; mais le navire surpris par un coup de vent du large, ne pouvait que très-difficilement la nuit, se diriger vers l'embouchure de l'Escaut, et y chercher le seul refuge que lui présente notre littoral. Aussi, combien de bâtiments n'ont-ils pas fait naufrage dans ces circonstances, en cherchant cette dernière planche de salut?

L'intérêt de l'humanité exigeait au plus tôt, que l'entrée de l'Escaut fût rendue accessible en tout temps.

Le travail de la commission fut par ordre du ministre, remis à la commission permanente de l'Escaut (1), afin de l'étudier et de préparer un projet d'éclairage destiné à servir de base aux arrangements à prendre avec la Hollande, pour son exécution.

Cette nouvelle commission modifia le projet primitif; et enfin, le 31 mars 1866, une convention signée à La Haye approuva les dispositions prises par les commissaires permanents et indiqua la part que les deux pays devaient avoir dans l'établissement de l'éclairage de l'Escaut.

Les fonds furent demandés à la législature, et le travail, poussé avec activité, permit d'allumer les premiers feux dans l'Oostgat, le 1<sup>er</sup> décembre 1866.

D'après les termes de la convention, les commissaires permanents furent chargés de faire dresser les plans relatifs au nouvel éclairage (2), de les examiner et de veiller à

(1) Les commissaires permanents chargés de la surveillance de la navigation de l'Escaut, en vertu du traité du 20 mai 1843, étaient à cette époque :

MM. Van Haverbeke, capitaine de vaisseau ;  
Donnet, inspecteur du pilotage, à Anvers ;  
De Kock, directeur général du pilotage à La Haye ;  
Kleynhens, inspecteur du pilotage néerlandais, à Flessingue.

Par arrêté royal du 30 novembre 1865, M. Stessels remplaça M. Donnet, décédé le 19 novembre 1866.

(2) Les travaux à terre, excepté le feu de Frédéric, devant s'exécuter sur le

leur exécution. Ils furent, en outre, chargés de la surveillance de tout ce qui concernerait l'emploi des nouveaux feux et leur entretien.

Voyons en quoi consistaient à cette époque l'éclairage de nos côtes et celui de l'Escaut, avant d'arriver à la description des feux nouvellement établis.

La première amélioration importante dans l'éclairage, de notre littoral, jusqu'à cette époque si redouté des marins, commença le 1<sup>er</sup> janvier 1860 par l'inauguration du nouveau phare d'Ostende (1).

Le phare de Nieuport fut allumé un peu plus tard, le 1<sup>er</sup> janvier 1863, sur l'ancienne tour à feux restaurée et appropriée.

Ces deux feux assuraient l'attéragé; mais, pour les navires venant de l'Ouest il restait entre les bancs Dyck et West-Hinder, un passage d'autant plus dangereux à franchir que les feux d'Ostende et de Dunkerque n'y sont que rarement visibles.

Aussi, d'après les ordres du ministre des affaires étrangères, un feu flottant fut construit, et je fus chargé de le placer sur la pointe occidentale du West-Hinder, le 4 avril 1864.

Ces grandes améliorations, appelées à prévenir bien des naufrages, furent les préliminaires de l'éclairage de l'Escaut.

A cette époque, les abords du fleuve n'étaient indiqués que par le feu de Westkapelle et le feu-flottant, placé par la Belgique en 1849, sur le Paardemarkt, dans la passe des Wielingen; deux petits phares existent bien encore sur la côte de Flandre à Blankenberghe et à Heyst; mais ils

territoire néerlandais, les constructions eurent lieu sous la direction de M. Harder, ingénieur de la marine, à La Haye.

La construction des différents feux-flotants, employés à l'éclairage de l'Escaut est due à M. Delcourt, ingénieur de la marine, à Anvers.

(1) Voyez, tome XXI des *Annales des travaux publics*, page 123.

sont fort peu utiles aux navigateurs, à cause de la faible portée de leur lumière et des différentes directions, suivant lesquelles ils sont masqués par les bâtiments nouvellement construits sur les digues (1).

Le navire qui le plus souvent dans des circonstances forcées, s'engageait dans l'embouchure de l'Escaut rencontrait plus loin, en remontant le fleuve : les feux de Flessingue, de Borsselen et de Terneuzen (2); enfin à Bath, se trouvait un fanal pour guider le batelage vers l'Escaut oriental.

Dans le tableau ci-après j'ai donné tous les feux que la Belgique a fait construire et entretient pour la sécurité de la navigation, tant sur ses propres côtes que sur le territoire Néerlandais; il faut en excepter toutefois : le feu de Hansweert, à l'embouchure du canal du Sud Beveland, le feu-flottant du Noord-Hinder et le bateau phare de Bath, qui sont complètement entretenus par les Pays-Bas.

Grâce au concours actif des commissaires permanents néerlandais et des différents fonctionnaires de cette nation, il a été possible de terminer en très-peu de temps l'éclairage de l'Escaut, si l'on prend en considération la difficulté de quelques-unes des constructions, et le grand nombre de contrats et d'arrangement que leur installation a rendu nécessaires.

(1) Il est question de construire à Blankenberghe et à Knocke des phares munis d'appareils dioptriques du troisième ordre, en remplacement des feux actuellement hors d'usage.

(2) Ces trois feux et celui de Westkapelle sont entretenus par la Hollande, moyennant une indemnité annuelle de fl. 10,000, payée par la Belgique en vertu du règlement du 20 mai 1843, annexé au traité du 5 novembre 1842.

Depuis peu l'éclairage de ces feux a été beaucoup amélioré.

Tableau de la distribution générale des feux

Les feux marqués d'un astérisque ont été établis en vertu de la convention du 31 mars 1866, C signifie cati consommations indiquées de la mé.

DÉNOMINATION des FEUX.	LATITUDE.	LONGITUDE EST de GREENWICH.	ÉLÉVATION DU FEU au-dessus des MARÉES HAUTES.	CARACTÈRE du FEU.	ORDRE et NATURE de L'APPAREIL.	PORTÉE LUMINEUSE.
	o ' "	o ' "	MÈTRES.			MILLI
West Hinder. . . . .	51 22 30	2 26 27	12,0	A éclipses de 30' en 30'	C	41
Nieuport. . . . .	51 8 32,71	2 44 30,36	29,3	Fixe rouge	C D 3 <sup>e</sup> ordre	40
Ostende. . . . .	51 14 13,90	2 55 54,17	57,5	Fixe blanc	C D 1 <sup>re</sup> ordre	21
Blankenberghe . . . . .	51 18 56,70	3 07 51,23	13,3	»	C	5
Heyst . . . . .	51 20 28,64	3 14 17,43	14,5	»	C	5
Noord-Hinder. . . . .	51 36 45	2 34 30	12,0	»	C	40
Weskapelle . . . . .	51 31 47	3 26 51,8	37,0	»	C D 2 <sup>e</sup> ordre	18
Flessingue . . . . .	51 26 24,3	3 34 32,57	14,8	»	C D 4 <sup>e</sup> ordre	8
Borsselen . . . . .	51 24 42,82	3 44 8,18	10,8	»	D 4 <sup>e</sup> ordre	8
Terneuzen. . . . .	51 20 32,07	3 49 33,76	13,2	»	D 4 <sup>e</sup> ordre	8
Wielingen * . . . . .	51 22 56	3 10 34	12,0	Rouge, à éclipses	C	40
Nieuwe Sluis* (feu orien- tal) . . . . .	51 24 26,3	3 31 21,1	25,5	Fixe blanc	D 3 <sup>e</sup> ordre d = 0,75	14
» feu occidental * . . .	51 24 22,8	3 30 29,4	13,0		D 4 <sup>e</sup> ordre d = 0,50	9

sant à l'atterrage et à la navigation de l'Escaut.

rique; D, dioptrique. Les prix indiqués en chiffres marquants comprennent une maison de gardien et les manières représentent de l'huile de pétrole.

ARC de L'HORIZON ÉCLAIRÉ. par compas.	NATURE de L'ÉDIFICE.	DATE de L'ALLUMAGE.	DÉPENSE		REMARQUES.
			de CONSTRUCTION des ÉDIFICES avec appareil.	Consommation d'huile par heure.	
			Francs.	Gramm.	
Tout l'horizon.	Bateau phare peint en noir et rouge, un mât.	4 avril 1864	174000	450	Il est mouillé à 300 <sup>m</sup> de la pointe du banc par 31 <sup>m</sup> et donne deux éclats blancs suivis d'un éclat rouge, au moyen de neuf lampes.
De O 43° S à E 7° N, par le Nord.	Tour en briques	1 janv. 1863			
De O 48° S à E 4° N par le Nord.	Tour en briques	1 janv. 1860	245144	60	
	Tourelle en briques.	1839			
De O 41° S à E 30° N.	"	1842			
Tout l'horizon.	Bateau-phare peint en rouge, deux mâts.	1858			Sur le bord oriental du banc par 37 <sup>m</sup> , 8; huit lampes, sur un octogone régulier.
Du NNE à E <sub>q</sub> SE par l'Ouest et le Sud.	Tour d'église.				
De ESE à N <sub>q</sub> NO par l'Ouest et le Sud.	Charpente en bois.				
Du côté du fleuve. "	"				
Tout l'horizon.	Bateau phare à un mât.	24 janv. 1868	174000	540	12 lampes, éclats de 80'' en 30''; becs du diamètre de 0,24; réflecteurs de 0 <sup>m</sup> , 31 d'ouverture; le centre de la mèche à 0 <sup>m</sup> , 046 du sommet et à 0,081 du plan extérieur.
Du N 63° O au S 87° E par l'Ouest.	Tour en fer.	19 janv. 1868		130	
Du N 78 E au S 87° O par le Nord et l'Ouest.	Charpente en en fer.	"	117438	55	Le prix comprend deux maisons de gardiens.

Tableau de la distribution générale des feux sur

Les feux marqués d'un astérisque ont été établis en vertu de la convention du 31 mars 1866, C signifie catop-consommations indiquées de la même

DÉNOMINATION des FEUX.	LATITUDE.	LONGITUDE EST de GREENWICH.	ÉLÉVATION DU FEU au-dessus des MARÉES HAUTES.	CARACTÈRE du FEU.	ORDRE et NATURE de L'APPAREIL.	PORTÉE LUMINEUSE. MILLES
	° ' "	° ' "	MÈTRES.			
Nieuwe Sluis feu auxiliaire* . . . . .			8,0	Fixe rouge	C	4
Zoutelande* . . . . .	51 30 11,5	3 28 39,8	14,0	Fixe blanc	D 4 <sup>e</sup> ordre d = 0,30	8
Kaapduinen* (feu méridional) . . . . .	51 28 31,80	3 31 4,40	27,5	»	»	8
» feu septentrional* . . . . .	51 28 34,16	3 30 59,83	14,5	»	»	8
Baarland* . . . . .	51 23 44,6	3 54 04,9	4,5	»	»	8
Biezelingscheham* . . . . .	51 26 6,0	3 53 32,9	4,0	»	»	8
Passe de Neuzen* . . . . .	51 22 25,8	3 55 31,7	4,5	»	C	8
Hansweert . . . . .	51 26 24,8	3 59 39,1	9,5	»	C D 3 <sup>e</sup> ordre d = 0,30	8
Epi de Welsoorden* . . . . .	51 23 38,6	4 2 0,1	4,3	»	C D 4 <sup>e</sup> ordre d = 0,30	8
Passe de Welsoorden* . . . . .	51 22 28, »	4 4 30,	4,5	»	C	8
Valkenisse* . . . . .	51 23 01, »	4 9 16,6	4,5	»	C	8
Bath* (feu oriental). . . . .	51 24 11,98	4 12 37,41	9,2	»	C D 4 <sup>e</sup> ordre	8
» feu occidental* . . . . .	51 21 9,46	4 12 30,47	5,6	»	»	8
» feu flottant . . . . .			12,0	Fixe rouge	»	8
Frédéric* . . . . .	51 20 13,3	4 16 55,8	4,5	Fixe blanc	»	8
Saeflinge* . . . . .	51 21 46,4	4 13 45,6	4,5	»	C	8

ent à l'éclairage et à la navigation de l'Escaut. (Suite.)

pe; D, dioptrique. Les prix indiqués en chiffres marquants comprennent une maison de gardien et les  
 ient représentent de l'huile de pétrole.

ARC de l'horizon éclairé, par compas.	NATURE de l'ÉDIFICE.	DATE de l'ALLUMAGE.	DÉPENSE		REMARQUES.
			de construction des ÉDIFICES avec appareil.	de consommation d'huile par heure.	
			Francs.	Gramm.	
De N 25° E au N 79° E par le NE.	Maison de gardien.	19 janv. 1868.		50	En venant de l'Ouest, il faudra gouverner sur Flessingue dès que l'on verra ce feu.
De S au S 30° E.	Cabane dans les dunes.	1 déc. 1866	7628,20	51	
De N 17° O au N 47 O.	"	"	11706,80	51	Ces feux sont à 445 <sup>m</sup> l'un de l'autre, leur direction est Nord 32° Ouest.
De NNE 1/2 N au ONO 1/2 O par l'E et l'O.	Cabane sur la digue.	16 sept. 1867	24848,60	43	A l'Ouest du SO la lumière devient rouge.
NEq E au SOq O par l'Est et le Sud.	"	"	24848,60	43	
Tout l'horizon. Du côté du fleuve.	Bateau-phare. Charpente.	15 mars 1867 22 oct. 1866	15300, »	205	6 lampes en hexagone. Au bout de la jetée de la rive droite du canal.
De N 20° au S 20 E par l'Est.	Phare sur pieux à vis.	1 oct. 1868.	28600, »	43	Le phare est à 75 <sup>m</sup> du bout de l'épi indiqué par une balise.
Tout l'horizon.	Bateau-phare.	13 nov. 1867.	45000, »	205	6 lampes.
"	"	"	45000, »	205	6 lampes.
De N 75° O au S 15° O	Cabane.	6 mars 1868.	7700, »	43	Ces feux sont à 450 mètres l'un de l'autre sur les remparts du fort.
Blanc du N 75° O au S 19° O, puis rouge plus au Sud.	"	"		43	
Tout à l'horizon.	Bateau-phare.				Près de la bouée noire, n° 4.
De l'O 44° S à E 30° N par l'Ouest.	Cabane.	18 nov. 1867.	3000, »	43	Sur la digue de l'ancien fort.
Tout l'horizon.	Bateau-phare.	"	45000, »	205	Sur la pointe septentrionale du banc de Doel.

## PORTÉE DES FEUX.

La portée des feux dépend de l'éclat de leur lumière et de l'élévation de leur foyer au-dessus de l'horizon, pour un observateur placé sur le pont d'un navire.

L'intensité d'un feu se mesure au photomètre en prenant pour unité la lumière donnée par une lampe carcel, ayant un bec du diamètre de 0<sup>m</sup>,02 et consommant 40 grammes d'huile de colza par heure :

Si l'on nomme :  $I$  l'intensité lumineuse d'un phare ;

$\lambda$  la plus petite quantité de lumière nécessaire pour rendre une source lumineuse perceptible ;

$x$  la portée du phare en kilomètres, comme dans le vide, les intensités de la lumière sont en raison inverse du carré des distances, on aura :

$$\frac{I}{x^2} = \lambda$$

Afin d'avoir la portée dans l'air ; nommons  $a$  la fraction de l'unité de lumière reçue, après qu'elle a traversé une couche d'air atmosphérique d'un kilomètre. Il viendra évidemment, avec une approximation suffisante :

$$\frac{I}{x^2} a^x = \lambda. . . . . (1)$$

Telle est l'équation des portées lumineuses, et voici comment M. Reynaud, inspecteur général des ponts et chaussées de France est arrivé à la détermination des constantes :

L'équation (1) donne :

$$\text{Log } \frac{I}{x^2} = -x \log a + \log \lambda$$

C'est l'équation d'une droite si l'on prend pour ordonnées les valeurs de  $\log \frac{I}{x^2}$ , correspondantes à celles de  $x$  prises pour abscisses ; cette droite coupe l'axe des  $y$  à une distance égale à  $\log \lambda$  au-dessus de l'origine ; distance qui est la même quelle que soit la valeur de  $a$ .

Une série d'expériences permettra donc de trouver la constante  $\lambda$  ; elle a été fixée ainsi à :  $\lambda = 0.01$ .

La valeur de  $\lambda$  ci-dessus ne doit pas être considérée comme un minimum, elle dépend de la vue de l'observateur.

*Détermination de  $a$ .* Soit  $p$  la portée de l'unité de lumière pour  $\lambda = 0.01$ , on aura :

$$a^p = (0.01) p^2. . . . . (2)$$

Des expériences répétées ont montré que les différents états de l'atmosphère pouvaient être représentés par les portées suivantes de l'unité de lumière :

$$8630^m ; \quad 7000^m ; \quad 4900^m.$$

Ces valeurs mises dans l'équation (2) en prenant le kilomètre pour unité, donnent pour  $a$  :

$$0,966 ; \quad 0,903 ; \quad 0,747.$$

L'équation (1) est d'un grand usage dans les questions relatives à l'éclairage. Supposons en effet, qu'un feu doive avoir la portée de 15 kilomètres, et cherchons quelle sera l'intensité de la source de lumière qu'il faudra employer.

On aura :

$$\text{Log. } I = 0.352182 - 15 \log. a.$$

(1) Voir les mémoires de M. Reynaud et celui de Fresnel. — Paris, imprimerie impériale, 1864.

	Becc.
Donc pour $a = 0.966$ on trouvera $I =$	3,78
$a = 0.903$	$I = 10, 5$
$a = 0,747$	$I = 178, 8$

La valeur  $I = 10,5$  becs correspond à l'état moyen de l'atmosphère représenté par  $a = 0.903$ ; et les différentes valeurs de  $I$  montrent dans quel rapport il faudrait augmenter l'intensité d'un feu, pour obtenir la même portée quand la transparence de l'air diminue.

L'intensité des feux est accrue dans une grande proportion, par les lentilles dioptriques et les anneaux catadioptriques de Fresnel, en rassemblant tous les rayons lumineux dans une direction déterminée.

Voici les résultats obtenus pour les différents feux fixes en usage :

INDICATION DES APPAREILS.	INTENSITÉ DE LA LAMPE SEULE.				INTENSITÉ TOTALE.	PORTÉE EN MILLES pour			Consommation d'huile par heure.	Nombre de mèches.	Diamètre extérieur des mèches en millimètres.	FLAMME.	
	due à la					$a = 0.986.$	$a = 0.903.$	$a = 0.747.$				Hauteur.	Diamètre.
	COURONNE catadioptrique supérieure.	LENTILLE CENTRALE.	COURONNE catadioptrique inférieure.										
1 <sup>er</sup> Ordre. . . . .	becs. 23	becs. 130	becs. 440	becs. 60	630	39.3	20.2	9.8	gr. 760	4	85	mm. 100	mm. 90
2 <sup>e</sup> Ordre . . . . .	15	70	240	25	335	33.9	18.0	8.9	500	3	69	80	75
3 <sup>e</sup> Ordre, grand . . . . .	5	18	65	7	90	24.0	13.9	7.3	175	2	39	70	43
3 <sup>e</sup> Ordre, petit. . . . .	3	6	21.5	2.5	30	17.2	10.8	6.0	110	2	32	65	38
4 <sup>e</sup> Ordre, $d = 0.375$ à l'huile de colza. . .	1.6	2.7	9.3	1	13	12.9	8.6	5.0	60	1	24	45	30
4 <sup>e</sup> Ordre, $d = 0.375$ à l'huile de pétrole. .	2.2	4.5	17.5	2	24	16.5	10.3	5.9	78	1	»	»	»
4 <sup>e</sup> Ordre, $d = 0.30$ à l'huile de colza . . .	1.3	1.8	6.4	0.8	9	11.3	7.8	4.6	55	1	21	37	27
4 <sup>e</sup> Ordre, $d = 0.30$ à l'huile de pétrole . .	2.2	3.5	13	1.5	18	14.5	9.4	5.4	65	1	»	»	»

Pour les petits feux à terre ainsi que pour les feux flottants, où il serait difficile d'employer d'une manière convenable les appareils dioptriques, l'intensité du feu est augmentée dans la direction de l'horizon, par des réflecteurs paraboliques.

Les lampes employées pour les feux flottants ont des mèches du diamètre de 0<sup>m</sup>.021, elles consomment 50 grammes par heure et leur intensité est représentée par 1.3 de bec de carcel. Lorsque le centre de la mèche se trouve au foyer d'un réflecteur parabolique du diamètre de 0<sup>m</sup>.29, on observe que la lumière produite dans l'axe est de 60 becs; mais nous verrons bientôt qu'il y a un avantage notable à placer le centre de la flamme un peu en dedans du foyer du réflecteur.

La portée géographique d'un feu dépend de son élévation au-dessus du niveau de la mer; elle règle la hauteur du phare, ainsi que l'intensité qu'il faudra donner à la source lumineuse.

Elle se calcule par la formule (1) :

$$P = \sqrt{\frac{R}{0,42}} (\sqrt{H} + \sqrt{h})$$

$R$  est le rayon de la terre = 6366918<sup>m</sup>.8 ;

$H$  est la hauteur du foyer lumineux et  $h$  celle de l'œil de l'observateur, au-dessus du niveau de la mer.

Dans la pratique les portées sont évaluées en milles de 1852 mètres, et il est plus facile de se servir alors de l'expression suivante, dans laquelle on a pris  $h = 5^m$ ,

$$P = 4^{\text{milles}}.68 + 2^{\text{milles}}.09 \sqrt{H}. \dots (3)$$

(1) Voyez tome XXI des *Annales des travaux publics*, page 129.

En résolvant cette équation par rapport à  $H$  on trouve :

$$H = (0,4784 P - 2,239)^2 \dots (4)$$

On obtient ainsi en mètres la hauteur  $H$  à donner à la source lumineuse ; la portée est évaluée en milles.

Afin de mettre en regard des portées les intensités lumineuses mesurées en becs de carcel, la formule (1) donne :

$$29,149 I. (0.827)^{x'} = x'^2$$

ou  $\log I = 2 \log x' + x' (0,082065824) - 1,464718$ .

La formule (1) et cette dernière ont servi à calculer le tableau suivant :

PORTÉES.	INTENSITÉS LUMINEUSES.	HAUTEURS du FOYER DES LUMIÈRES.
milles.	becs.	mètres.
2	0.2	"
3	0.6	"
4	1.2	"
5	2.2	0.02
6	3.9	0.40
7	6.3	1.24
8	10.0	2.53
9	15.2	4.26
10	22.7	6.47
12	47.3	11.58
14	94.7	19.88
16	180.7	29.33
18	335.5	40.61
20	600.7	53.75

Le feu le plus important installé à terre dans l'Escaut, est celui de Nieuwe Sluis ; il est destiné à éclairer jusqu'au feu-flottant des Wielingen, à environ 13 milles.

L'appareil est élevé sur une tour de 25<sup>m</sup>.5 au-dessus du niveau des marées hautes ordinaires prises comme point de départ dans le calcul des portées géographiques ; celle qui est relative au phare de Nieuwe Sluis est donc de 15,2 milles

L'appareil lenticulaire est du 3<sup>e</sup> ordre, de 0<sup>m</sup>.75 de diamètre intérieur ; il donne donc une portée lumineuse de 13.9 milles, pour  $a = 0.903$  correspondant à un état moyen de diaphanéité de l'air ; la lumière de la lampe représente 5 becs de carcel et son intensité au sortir de l'appareil devient égale à 90 becs, dans la direction de l'horizon.

#### COLORATION DES FEUX.

Comme il est essentiel de diversifier les feux de telle manière que l'un d'eux ne puisse jamais être pris pour un autre ; en dehors des phares fixes et à éclipses, nous avons employé aussi les feux colorés.

La lumière rouge est la seule choisie, elle jouit de la propriété remarquable de diminuer son effet sur la rétine, dans un moindre rapport que la lumière blanche de même intensité, quand la distance augmente (1).

La lumière est colorée soit par des cheminées en verre rouge, soit par des glaces extérieures aux lampes ; la coloration des glaces est obtenue au moyen des sels de cuivre, d'argent ou d'or.

Le rouge le plus foncé est produit par les sels de cuivre, et l'on remarque que ceux-ci donnent des rayons d'une

(1) Mémoire présenté à l'Académie des sciences de Paris, par MM. Reynaud et Degrand.

portée plus grande que ceux des verres plus clairs colorés par les sels d'argent ou d'or.

Toujours à intensité égale, car il a été reconnu qu'en faisant passer la lumière au travers de glaces colorées en rouge, on n'obtient qu'une intensité variable entre les  $\frac{2}{3}$  et la moitié de celle de la lumière primitive.

L'effet de la brume sur les feux rouges est très-remarquable ; ainsi il arrive souvent que par cet état particulier de l'atmosphère, les feux blancs paraissent rouges. C'est que dans ce cas, l'air acquiert la propriété de ne laisser passer que les rayons rouges des feux blancs.

Voici comment à intensité de lumière égale on peut classer les feux colorés relativement à la diaphanéité de l'air :

Rouge foncé, rouge pâle, blanc, vert, bleu.

Il est facile de voir d'après cela que les valeurs de  $\alpha$  dans la formule (1) doivent varier suivant la couleur des feux.

L'huile de pétrole est employée pour les petits phares situés à terre dans l'intérieur de l'Escaut : elle donne une lumière plus intense que l'huile de colza et une portée plus grande.

Les lampes à pétrole sont un simple réservoir dans lequel plonge la mèche, et d'où l'huile remonte en quantité suffisante par la capillarité, tant que le niveau ne descend pas à plus de 0<sup>m</sup>,16 au-dessous du bec. Afin que cela ne puisse pas arriver, on a augmenté la largeur des réservoirs.

Les mèches sont plates, à simple courant d'air, les cheminées sont renflées par le bas.

#### APPAREILS DES FEUX FLOTTANTS.

Sur les feux flottants, les lampes sont alimentées à l'huile de colza et portent chacune un réflecteur parabolique en cuivre argenté.

La commission permanente a jugé qu'il y avait avantage à employer un feu tournant, au lieu d'un feu fixe, sur le bateau-phare de l'embouchure de l'Escaut; car par la rotation de l'appareil, on obtient successivement le plus fort éclat dans toutes les directions.

Les lampes des feux flottants en mer, ont une mèche du diamètre de 0,020 à 0,021; elles consomment 45 à 50 grammes d'huile de colza par heure, l'intensité de leur lumière est de 1,3 becs.

Lorsque la flamme est au foyer du paraboloïde l'intensité de la lumière projetée dans la direction de l'axe est de 60 becs et la divergence de chaque côté est de 18°, à cause du diamètre de la flamme.

Voici dans le service des phares en France, comment on estime que la lumière se répartit horizontalement par un réflecteur de 0,29 d'ouverture de 0,125 de profondeur et 0,042 de distance focale. L'appareil étant illuminé par une lampe du diamètre de 0,021, consommant 50 grammes d'huile de colza par heure.

Écart du rayon avec l'axe :

0° - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 14 - 16 - 18.

Intensité :

60<sup>becs</sup> - 60 - 59 - 57 - 54 - 50 - 44 - 37 - 30 - 22 - 16 - 9 - 5 - 3 - 2.

Il est facile de voir d'après cela combien les portées diminuent, à mesure que l'on s'éloigne de l'axe du paraboloïde. Ainsi, pour l'état moyen de l'atmosphère, la portée qui est de 13 milles dans l'axe n'est plus que de 5 milles à 18°.

Afin d'obtenir une variation moins grande dans l'éclat de la lumière, et de distribuer celle-ci plus uniformément autour de l'horizon; on place le centre des flammes surtout pour les feux fixes, un peu en-dedans du foyer du réflecteur. De cette manière, le maximum d'intensité ne descend pas au-dessous de 18 becs; la divergence étant de 30° ou moitié de l'angle des axes de deux lampes consécutives placées sur les côtés d'un hexagone régulier.

La portée varie dans ce cas, de 11,8 milles à 9,4 milles seulement.

Sur nos deux feux flottants de mer, l'augmentation d'éclat dans une même direction est obtenue en plaçant les lampes par groupes de trois, sur chacun des côtés d'un triangle équilatéral.

Chaque lampe a un réflecteur de 0<sup>m</sup>,304 d'ouverture et de 0,094 de profondeur. Le foyer du paraboloïde se trouve à 0<sup>m</sup>,046 du sommet, la mèche est décentrée de 0,01 environ et la divergence horizontale est de 30°; de sorte que l'angle privé de lumière réfléchie entre deux feux est de 60°, mais la lumière directe de deux lampes s'y croise.

La lumière variera donc d'intensité depuis 100 becs environ (portée 14 milles, 4) jusqu'à 26 (portée 8,7 milles) à 30° de l'axe, pour la lumière blanche; et depuis : 58 becs (portée 12,6) jusqu'à 9 (portée 6,8) à 30°; pour la lumière rouge et pour un état moyen de l'atmosphère.

Voici comment varient l'intensité et la portée du feu du West-Hinder depuis un éclat rouge jusqu'à l'éclat blanc qui le suit, pour  $a = 0,903$ .

## ÉCLAIRAGE DE L'ESCAUT.

ANGLES.	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°	110°	115°	120°	
Intensités.	100	93	86	69	47	24	16	4	3	2	1	0.6	0.6	0.6	0.6	1	2	3	3	9	14	26	40	48	53	58
Portées en milles . .	44.4	44.2	43.9	43.2	42.2	40.5	8.7	6	5.2	4.7	3.2	3	3	3	3	3.2	4.7	5.2	7.8	8.6	10.6	11.8	12.3	12.5	12.6	
	Blanc.												Rouge.													

Remarquons qu'à 5 milles de distance l'angle mort est de  $42^{\circ}$  environ ; c'est celui qui ne permettra pas la visibilité du feu, tant qu'on se trouvera dans cet angle, par suite de la rotation de l'appareil, il est facile de voir que l'angle mort augmentera avec la distance et qu'à la limite de la portée le feu n'apparaîtra plus que pendant un temps très-court.

Une grande portée et des éclats prolongés, telle est la demande générale des pilotes.

Pour y satisfaire, on a jugé utile à bord du feu de Wiewingen, de placer une lampe supplémentaire à chacun des angles du triangle ; de manière à éclairer l'angle mort. Voici comment la lumière de cet appareil se répand sur l'horizon :

ANGLES.	0°	4°	8°	12°	16°	20°	24°	28°	32°	36°	40°	44°	48°	52°	56°	60°
Intensités . .	38	55	50	45	36	25	14	6	2	0.6	2	4	8	11	16	18
Portées . . .	12.6	12.5	12.4	12.0	11.4	10.4	8.3	5.3	4.4	3.0	4.4	5.3	6.6	7.4	8.6	9.3

Cette installation donne six éclats différents et six éclipses au-delà de quatre milles.

Les appareils des petits feux flottants sont formés de six lampes placées autour d'un réservoir d'huile commun de 0,30 de diamètre. Le diamètre de chaque bec est de 0,024 ; les réflecteurs ont une ouverture de 0,22 à la hauteur de la flamme ; la distance du foyer au sommet du paraboloïde est de 0<sup>m</sup>,103 et le centre de la flamme a été porté de 0,011 en dedans de ce foyer. La divergence des rayons réfléchis est de  $15^{\circ}$  environ ; mais comme les flammes sont un peu extérieures aux réflecteurs, les lumières directes de deux lampes voisines se croisent à partir de l'appareil.

Voici comment les portées lumineuses et les intensités varient dans l'angle de 60° que font les axes de deux réflecteurs consécutifs.

ANGLES.	0°	1°	2°	3°	4°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	56°	57°	58°	59°	60°
Intensités	40	40	39	38	36	32	23	20	3	2.5	2	2.5	3	20	23	32	36	38	39	40	40
Portées.	12	12	12	11.7	11.4	10.8	10.3	10	8.6	8.2	4.8	5.2	5.6	10	10.3	10.8	11.4	11.7	11.7	12	12

#### FEUX D'ALIGNEMENT.

Pour faciliter la navigation il a été jugé utile d'établir des feux d'alignement dans l'Oostgat, dans les Wielingen et dans la passe de Bath.

Voici d'après quels principes les feux ont été établis, autant que la situation des lieux le permettait.

Il est essentiel que le feu le plus éloigné paraisse toujours au-dessus de l'autre, jusqu'à près de la limite de leur portée; de cette manière quand ils ne semblent plus alignés, il est facile de voir de quel côté il faut diriger la route pour reprendre la direction qu'ils indiquent.

En même temps, bien qu'il soit avantageux de placer les deux feux le plus loin possible l'un de l'autre, les lieux ne se prêtent pas toujours à cette disposition. Il est donc nécessaire de connaître l'écart hors de la direction, pour une fausse appréciation de l'alignement.

Ainsi, on se demandera quel sera l'écart que deux feux vus l'un au-dessus de l'autre peuvent faire en projection horizontale, pour qu'on puisse juger immédiatement qu'ils ne sont pas situés sur la même verticale? Cet écart dépen-

dra de l'irradiation des feux et de la vue de l'observateur.

Si l'on nomme  $\beta$  l'angle sous lequel on aperçoit deux feux, et  $\alpha$  l'erreur d'appréciation en projection horizontale; une série d'expériences faites par les ingénieurs du service des phares, en France, a montré que l'on obtient avec une approximation suffisante :

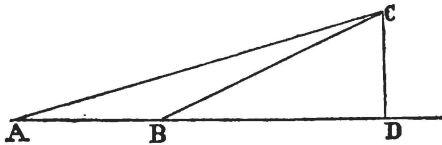
$$\beta = 4 (\alpha - 4'). \dots (5)$$

$\beta$  dépend de la différence d'altitude des deux feux et de la distance où l'on se trouve.

Les expériences dont il vient d'être question établissent aussi que la valeur de  $\alpha$  ne doit jamais être prise moindre que  $8'$  et qu'elle s'élève souvent à  $10'$ , pour un état moyen de l'atmosphère et pour un observateur doué d'une bonne vue.

Pour les miopes, la valeur de  $\alpha$  dépasse quelquefois  $1^\circ$ ; aussi est-il de la plus grande nécessité de ne jamais confier les fonctions de pilote à des hommes dont la vue serait défectueuse. On ne pourrait être trop sévère à cet égard, surtout pour la navigation de nuit.

Soient actuellement :  $a = AB$  la distance horizontale entre les deux feux  $d = BD$  la distance de l'observateur  $C$  au feu le plus proche et  $e = CD$  l'écart hors de l'alignement  $AD$ .



On aura avec une approximation suffisante :

$$B = \frac{e}{d \sin 1'} \quad , \quad A = \frac{e}{(a + d) \sin 1'}$$

$$\text{d'où } B - A = \alpha = \frac{e}{d \sin 1'} \left( \frac{a}{a + d} \right)$$

$$\text{et enfin } e = \frac{d(a + a)}{a} \sin \alpha. \dots (6)$$

Pour les feux de *Nieuwe Sluis*, en prenant :

$$\alpha = 10'; d = 10 \text{ milles} = 18520^m, a = 1061^m.$$

on trouve  $e = 994^m, 2$ .

A 7,500 mètres du feu inférieur, l'alignement passe à 650 mètres environ du banc *Binnen Paardemarkt*; voyons si l'erreur d'appréciation ne pourrait pas conduire sur ce banc; la formule (6) donnera  $c = 176$  mètres.

Les feux sont donc bien disposés.

Les feux de *Kaapduinen* donnent dans l'Oostgat un alignement qui, à 6,300<sup>m</sup> du feu inférieur passe à 310<sup>m</sup> du banc *Rassen*. Voyons ce que donne la formule (6) pour  $d = 6,300^m$  et  $a = 115^m$ ,

$$\text{on trouve } e = 1,021^m.$$

Les feux de *Kaapduinen* sont donc un peu trop rapprochés, et ils exigent une grande attention de la part des pilotes.

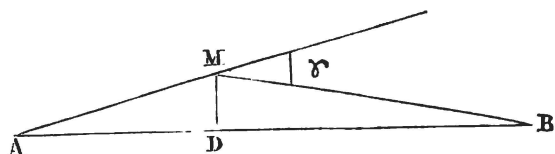
Le même inconvénient se présente à Bath, où les feux sont à 156<sup>m</sup> l'un de l'autre et où la passe n'a, dans sa partie la plus étroite, que 220<sup>m</sup> de largeur.

Pour les calculs précédents, et à de faibles distances, les valeurs de  $\alpha$ , par un temps clair, peuvent être estimées à 4' environ; cela réduit beaucoup les erreurs.

Dans certaines parties de l'Escaut les passes sont assez larges, pour se diriger sur la ligne qui joint deux feux; en relevant l'un de l'avant et l'autre de l'arrière.

Cherchons l'écart que l'on peut avoir ainsi, hors de la direction.

Soient  $A$  et  $B$  les deux feux,  $AB = a$ ,  $MD = e$  et  $\gamma$  l'erreur provenant des relèvements au compas, erreur qui peut aisément atteindre 4°, la nuit à bord d'un navire, soit encore  $AD = d$ .



$$\text{on aura : } A = \frac{e}{d \sin 1'} \quad , \quad B = \frac{e}{(a-d) \sin 1'}$$

$$\text{d'où} \quad \sin \nu = \frac{e a}{d (a-d)}$$

$$\text{et } e = \frac{d (a-d)}{a} \sin \nu. \dots (7)$$

L'écart aura sa plus grande valeur pour  $d = \frac{a}{2}$  alors :

$$e = \frac{a}{4} \sin 4^\circ$$

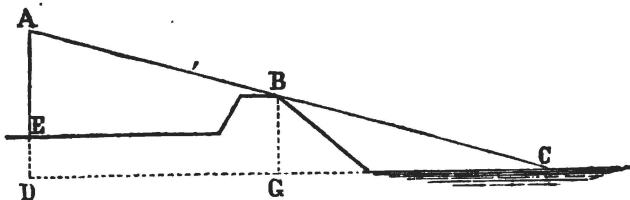
Dans le Middelgat, la distance de Biezelingscheham à Hansweert est de 5,500<sup>m</sup> environ, on aura donc :

$$e = 95^m 9.$$

Cette erreur n'est pas considérable, et dans la pratique il est toujours facile de diriger sa route de manière à placer le navire, du côté où il y a le plus de largeur de passe.

Dans les premiers projets relatifs à l'éclairage de l'Escaut, on avait proposé de placer des feux d'alignement dans toutes les passes; l'un d'eux pouvait bien être établi sur la digue, mais il fallait nécessairement placer l'autre dans le polder.

Voyons à quelle hauteur celui-ci aurait dû être élevé pour être visible, au-dessus des digues, à marée basse.



Soient :  $B G = h$  cote du sommet de la digue.

$E D = p$  cote du polder.

$D G = a$

$A E = x$

$C G = d$

On trouvera aisément  $x = h - p + \frac{a h}{d} . . . (8)$

En supposant qu'il soit nécessaire d'approcher à 50<sup>m</sup> du pied de la digue, on aura en général,

$$h = 8^m, \quad p = 2^m, \quad a = 200^m; \quad \text{d'où } x = 38^m$$

On voit d'après cela, à quelles constructions coûteuses il fallait recourir dans les polders, d'autant plus que la portée des feux ne permettait pas de les rapprocher à moins de 200<sup>m</sup>, comme l'indiquent les calculs précédents.

A Bath, et à Baarland certaines indications sont données par le changement de couleur du feu qui, de blanc devient rouge suivant des directions renseignées dans le tableau page 176.

Pour que la séparation des deux couleurs soit bien tranchée, des écrans en tôle ont été placés à l'extérieur des feux précédents. Il résulte de cette disposition, que le secteur dans lequel il y a indécision sur la couleur de la lumière donne un écart hors de la direction, d'autant plus grand que l'on est plus éloigné.

#### ÉDIFICES. — PHARE DE WELSOORDEN. (Pl. III, fig. 1.)

Un des phares qui a présenté quelques difficultés dans son exécution est celui que M. l'ingénieur Harder a établi sur l'épi de Welsoorden, pour l'éclairage du Zuider gat, et d'une partie de la passe de Welsoorden.

Ce phare, a été construit à 275<sup>m</sup> du couronnement de la digue, et à 75<sup>m</sup> du bout de l'épi, indiqué par une balise. Il est environné d'eau de tous côtés, à marée haute.

La construction s'élève sur sept pieux à vis, dont un pieu central et six aux sommets d'un hexagone régulier; leur diamètre est de 0<sup>m</sup>,18 et leur longueur de 2,60.

Ces pieux en fonte de fer, ont une épaisseur de métal de 0<sup>m</sup>,03 et ils se terminent chacun par une vis dont les filets ont une épaisseur de 13<sup>mm</sup> à l'extérieur, et 26<sup>mm</sup> contre le pieu.

A l'exception du pieu central, les six autres sont terminés à leur partie supérieure, par un rebord de 0<sup>m</sup>,35 de diamètre et d'une épaisseur de 0<sup>m</sup>,04; c'est sur ces rebords que repose le phare.

Celui-ci est formé de quatre colonnes creuses en fonte de fer de 5<sup>m</sup>,20 de longueur, d'un diamètre de 0<sup>m</sup>,16 en bas et de 0,12 dans leur partie supérieure, l'épaisseur du métal est de 0<sup>m</sup>,025, elles sont chacune de deux pièces.

Ces colonnes s'emboitent avec les pieux à vis, sur les rebords dequels elles sont fixées chacune par quatre boulons de 0<sup>m</sup>,023; elles sont de plus maintenues entre elles par des croix de Saint-André, s'attachant contre des anneaux coulés du même jet que les colonnes.

Au milieu de leur hauteur, celles-ci sont réunies deux à deux par des entretoises en fer d'angle de 0<sup>m</sup>,101 de hauteur, 0<sup>m</sup>,76 de largeur et 0<sup>m</sup>,008 d'épaisseur. D'autres entretoises de la même dimension réunissent les colonnes extérieures avec celles du milieu; ces dernières sont recouvertes d'une plate-forme à jour.

La même disposition d'entretoises, à laquelle vient s'ajouter une bordure hexagonale en fer de fonte, réunit les bouts supérieurs des colonnes et sert de support à une nouvelle plate-forme. C'est sur celle-ci que repose une guérite en fer, maintenue par des fers d'angle, et portant l'appareil d'éclairage à lentilles de Fresnel.

Des échelles en fer et une balustrade complètent la construction, dont le prix avec placement, s'est élevé à fr. 4,230. (Sans compter l'appareil d'éclairage.)

La position du phare faisait craindre qu'il ne soit endommagé par le charriage des glaces, aussi fut-il jugé nécessaire de le défendre par trois ducs d'Albe, formés chacun de cinq pieux à vis, placés comme l'indique la planche III, fig. 2.

Ces pieux sont en bois de chêne garni de clous pour le protéger contre le taret; leur pied est muni d'une vis en fonte, du poids de 125 kilos.

La construction et le placement de ces défenses s'est élevé à fr. 6,160.

#### PHARE DE NIEUWE SLUIS. (Pl. III, fig. 3)

Sur la digue de Nieuwe Sluis, afin d'assurer la navigation des Wielingen, il a été placé un feu de 3<sup>e</sup> ordre au sommet d'une tour en fer, dont l'élévation est de 19<sup>m</sup>,4, au-dessus de la crête de la digue.

Pour établir les fondations de cette tour, la digue a été creusée jusqu'à 2<sup>m</sup> en-dessous du couronnement; on a placé ensuite une assise de 19 pierres de taille, de 0,15 de hauteur, reliées entre elles par des agraffes.

Sur ces dalles repose une fondation en maçonnerie, puis un socle en pierres de taille dans lequel viennent s'encastrer les douvelles inférieures du phare.

La tour qui a la forme d'un tronc de pyramide à section octogonale, est en fonte de fer; elle se compose de 22 assises consistant chacune en 8 douvelles; celles-ci ont une épaisseur de 0<sup>m</sup>,03 à la base et de 0,02 au sommet de l'édifice.

Chacune des douvelles est munie dans son pourtour de rebords de 0<sup>m</sup>,02 d'épaisseur et de 0<sup>m</sup>,06 de largeur; celles

qui se trouvent à la base et au sommet du phare ont des rebords plus grands.

Ces rebords servent à lier entre elles les douvelles, au moyen de boulons en fer forgé, munis d'écrous.

Le phare est divisé en cinq étages avec planchers et escaliers en fer.

Une porte d'entrée et des fenêtres sont conservées dans les faces du phare et munies des garnitures nécessaires en fonte.

Le second phare de Nieuwe Sluis (fig. 4) consiste en une charpente en fonte.

Le prix de l'adjudication de ces deux phares, en y comprenant leur placement sur les fondations dont nous avons parlé plus haut, ne s'est élevé qu'à fr. 24,100.

L'action du vent ne produit que de faibles oscillations dans le grand phare, par l'accumulation des mouvements depuis la base jusqu'au sommet de l'édifice.

Celui-ci est garanti contre l'action destructive des embruns, par plusieurs couches de peinture.

#### CABANES POUR FANAUUX.

La plupart des autres feux de l'Escaut sont établis dans des cabanes en bois ou en fer. (fig. 8.)

Leur construction est très-simple; elles ont la forme d'un parallépipède rectangle de 2<sup>m</sup>,90 de hauteur, sur 1<sup>m</sup>,10 de largeur et l'appareil d'éclairage ressort sur l'une des faces.

Ces cabanes, y compris un appareil lenticulaire du 4<sup>e</sup> ordre, du diamètre intérieur de 0<sup>m</sup>,30, et des divers accessoires nécessaires à l'éclairage, coûtent en moyenne fr. 3,000.

## BATEAUX PHARES.

Les grands feu flottants tels que ceux du West-Hinder et des Wielingen sont des bâtiments en fer de 234 tonneaux de jauge, mouillés sur une seule ancre champignon du poids de 2,120 kilos sur laquelle vient s'étalinguer une chaîne dont le diamètre des maillons est de 41<sup>mm</sup>,4.

La longueur de ces navires entre les perpendiculaires est de 28 mètres, leur largeur au maitre couple de 7<sup>m</sup>,40 et leur creux au-dessus de la quille de 3<sup>m</sup>,90.

Leur tirant d'eau est de 2<sup>m</sup>,42.

Ils se comportent généralement bien par les gros temps dans les positions où ils ont été mouillés et où ils sont exposés à de violents coups de mer.

Il n'est pas encore arrivé que le feu n'ait pas pu brûler ; mais, pendant les mauvais temps, beaucoup de verres se brisent, à cause des mouvements de l'appareil.

Le mât traverse la lanterne qui s'amène sur le pont pendant le jour.

Chaque lampe est suspendue séparément et a un réservoir spécial ; le diamètre du réflecteur à la tranche est de 0<sup>m</sup>,30 ; la mèche 0<sup>m</sup>,021 de diamètre ; son centre est à 0<sup>m</sup>,046 du sommet du paraboloïde et à 0<sup>m</sup>,081 de la tranche. C'est sur celle-ci que vient s'adapter un disque en verre rouge pour donner la coloration au feu.

Le prix d'un des bâtiments se partage comme suit :

Coque de fer . . . . . fr.	80,000	»
Charpente et menuiserie . .	46,788	49
Lest . . . . .	9,600	»
Appareil de mouillage . . .	16,263	98
Appareil d'éclairage . . . .	20,658	95
Total . . .	173,311	42

Il y a en permanence à Ostende, un feu flottant de rechange prêt à être placé, s'il arrivait quelque accident à l'un des feux mouillés en mer.

Les bateaux-phares de l'intérieur de l'Escaut (fig. 5) ont des dimensions beaucoup moindres ; quelques-uns sont d'anciens bateaux-pilotes appropriés pour l'éclairage, d'autres sont des navires en fer de 62 tonneaux de jauge, ayant 16<sup>m</sup> de longueur entre les perpendiculaires ; 6<sup>m</sup> de largeur au maître couple et 2<sup>m</sup>,45 de creux. Leur tirant d'eau est de 1<sup>m</sup>,40.

Dans le principe ils n'étaient munis de chaque bord, que d'une seule quille de roulis destinée à diminuer l'amplitude des oscillations, pendant les gros temps.

Cette disposition n'a pas été reconnue suffisante pour obtenir la stabilité nécessaire au maintien de l'éclairage, malgré une augmentation de lest ; il a fallu ajouter de nouvelles quilles, d'une dimension plus grande.

Les appareils sont disposés d'une manière permanente au haut d'un tronçon de mât ; ils sont entourés d'une plateforme en bois garnie d'une bordure en tôle ; de plus, un écran de forme cylindrique maintenu par des contre-poids, permet d'abriter complètement le feu pendant l'allumage.

Au centre de la lanterne, la lampe est suspendue par un émerillon ; elle se compose d'un réservoir central pour l'huile, sur lequel s'adaptent six becs de lampe au moyen de tubes, munis de robinets.

La disposition que je viens de décrire a le grand défaut d'offrir beaucoup de prise au vent et de diminuer considérablement la stabilité, pendant les tempêtes ; elle n'a été choisie dans les projets primitifs, que parce que l'équipage restreint du bateau ne suffisait pas pour hisser la lanterne.

M. l'ingénieur Delcourt vient de disposer d'une manière beaucoup plus heureuse, l'appareil du bateau phare construit en dernier lieu.

La lanterne se hisse sur quatre montants en fer poli, au moyen d'une drisse en chaîne et d'un petit guindeau en fer (fig. 6 et 7).

Quand la lanterne est amenée sur le pont, elle se trouve logée dans une maisonnette en tôle, fermée de tous les côtés, de manière à permettre l'allumage des lampes. Deux hommes font aisément tourner le treuil.

Par cette installation la lanterne s'amène sur le pont, pendant le jour, et pendant les gros temps, il est possible de diminuer à volonté la hauteur du feu et d'empêcher le bris des verres ainsi que la déformation des réflecteurs par les forts roulis.

Les bâtiments sont affouchés sur des deux ancrs ehampignon, dont les chaînes sont réunies par un maillon d'affourche. Chacune des ancrs pèse 355 kilos, sur celles-ci vient s'étalinguer une chaîne du diamètre de maillon = 0<sup>m</sup>,0254, d'une longueur de 55 mètres et du poids de 764 kilos; la chaîne qui vient du maillon d'affourche à bord à une longueur de 73 mètres et pèse 1016 kilog.

Le prix d'un petit feu flottant se compose comme suit :

Coque . . . . .	fr.	20,000	»
Appareil de mouillage. . . . .		2,034	19
Lest . . . . .		223	19
Menuiserie et charpentage . . . . .		11,704	58
Appareil d'éclairage avec plate-formes . . . . .		7,533	48
Total . . . . .		41,495	44

Dans cette somme, de même que dans celle qui a été donnée pour les grands feux-flottants, ne sont pas comprises les dépenses relatives à l'inventaire du navire et représentant environ 3,500 fr.

Les bateaux-feux consomment en moyenne, 260 grammes d'huile de colza par heure, pour les six lampes de chaque appareil.

## PERSONNEL.

Chacun des petits feux à terre a un gardien auquel l'État donne la jouissance d'une habitation.

Le grand feu de Nieuwe Sluis a deux gardiens, et les feux d'alignement des Kaapduinen et de Bath sont desservis dans chacune de ses stations, par un seul gardien.

Sur les petits feux flottants de l'Escaut, le personnel se compose : d'un patron, d'un second et de trois matelots.

Le patron ou son second doivent toujours être à bord, ainsi que deux matelots.

En mer, sur le feu des Wielingen, l'équipage se compose d'un patron, d'un second et de neuf matelots ; le patron ou le second doit toujours être à bord avec six matelots. En hiver, il y a deux matelots supplémentaires de manière à en avoir toujours 7 à bord.

Le feu de West-Hinder a deux patrons, deux seconds et neuf hommes d'équipage ; un patron et un second doivent toujours rester à bord avec six matelots.

Un règlement spécial qu'il serait trop long de mentionner ici, règle le service des gardiens de phare et des équipages des feux flottants.

Le personnel sur le territoire Hollandais est sous les ordres de l'inspecteur du pilotage Néerlandais, à Flessingue ; en mer, et en Belgique, le personnel dépend de l'inspecteur de pilotage, à Anvers.

Tout le service est sous la surveillance spéciale des commissaires permanents de l'Escaut.

Anvers, décembre 1868.