

Développements récents des Engins de dragage

par G. AERTSSEN, Ingénieur
Professeur à l'Université de Gand.

I.

Introduction.

L'accroissement des dimensions des navires a donné une grande impulsion aux travaux de dragages rendus nécessaires dans les estuaires des fleuves menant aux grands ports et dans les chenaux des écluses et les bassins de ces ports.

Les apports augmentent avec la profondeur, c'est le dernier mètre de profondeur qui coûte le plus en dragages.

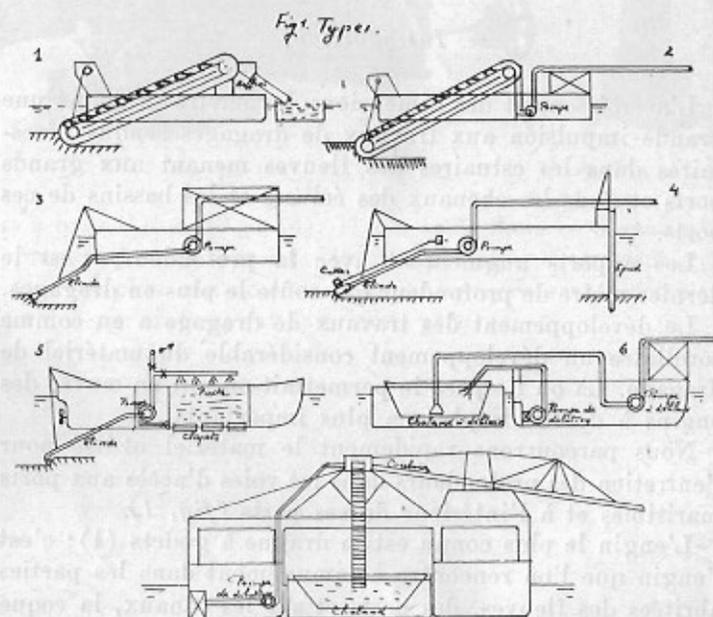
Le développement des travaux de dragage a eu comme corollaire un développement considérable du matériel de dragage. Là où l'espace le permettait on mit en œuvre des engins à débits de plus en plus importants.

Nous parcourrons rapidement le matériel utilisé pour l'entretien des profondeurs dans les voies d'accès aux ports maritimes et à l'intérieur de ces ports (*fig. 1*).

L'engin le plus connu est la drague à godets (1); c'est l'engin que l'on rencontre communément dans les parties abritées des fleuves, des ports et sur les canaux, la coque ayant la forme du simple ponton, dite forme fluviale. La drague à godets des estuaires peu calmes et celle qui doit faire un trajet en mer afin de se rendre à son lieu de travail aura souvent une forme marine et sera généralement automotrice, la première se déplaçant avec l'aide de remorqueurs. La drague marine aura normalement un beffroi plus bas que la drague fluviale, afin d'offrir moins d'emprise au vent qui peut être d'une violence exceptionnelle à la côte, le beffroi élevé de la drague fluviale permettant de rejeter les déblais à une distance plus grande.

La drague à godets n'est cependant pas l'engin usuel des estuaires des grands fleuves. Le travail devient

aléatoire pour une houle de 0.5 à 1 m. Une rupture de la chaîne à godets aux grandes profondeurs peut amener une assez longue immobilisation de l'engin. La drague à godets est surtout indiquée pour le curage des bassins, l'entretien de la profondeur le long des quais et en général là où l'on ne désire pas un grand débit mais un travail précis.



On rencontre parfois, assez rarement d'ailleurs, la drague à godets combinée avec un refoulement des déblais par pompe (2). Cet engin est utilisé plutôt pour l'approfondissement de canaux ou de fleuves, les déblais étant refoulés par une canalisation sur la rive. Les produits dragués tombent des godets dans une caisse sise dans le ponton et mise en communication par une vanne réglable avec l'eau du fleuve, là où les pompes aspirent le mélange et le refoulent vers la rive.

La drague usuelle d'entretien des grands estuaires et

des grands chenaux d'accès aux ports est la drague suceuse (3). C'est la drague de grand débit. Elle comporte essentiellement une ou plusieurs élinde ou tuyaux dont l'orifice inférieur est mis en contact avec le fond à draguer et qui est raccordée à une pompe, genre centrifuge. Cette pompe aspire un mélange d'eau et de matériaux du fond et refoule ce mélange soit vers la rive par une conduite dont une partie peut être flottante, soit dans des chalands, à clapets au cas où l'on déverse les déblais dans les grandes profondeurs, à fond fixe au cas où ces déblais sont destinés à être repris par un autre engin.

Au lieu de chalands remorqués on peut faire usage de porteurs (automoteurs) aux formes marines.

Alors que la drague à godets taille avec précision, même dans des terrains durs, la drague suceuse ne s'accommode qu'aux terrains meubles et creuse des entonnoirs.

La drague suceuse s'accommode aux terrains compacts à condition d'y adjoindre des moyens de désagrégation : soit un jet d'eau ou d'air sous pression, au cas où le terrain n'est pas trop compact, soit pour le terrain dur le cutter (4). Dans ce dernier cas le fonctionnement se rapproche de celui de la drague à godets, puisqu'on réalise de nouveau un profil exact : en effet, l'élinde porte à son extrémité inférieure des couteaux le plus souvent répartis sur une circonférence à la façon d'une fraise et reliés par un arbre porté également par l'élinde à une machine distincte. L'engin (4) n'est pas l'engin usuel d'entretien de chenaux, mais est un engin d'approfondissement.

En général la drague suceuse des chenaux d'accès aux ports est porteuse (5), c'est-à-dire qu'elle est pourvue d'un ou de plusieurs puits (le plus souvent un seul, mais qui peut être partagé en plusieurs compartiments) où les déblais sont déversés et où ils se décantent. A la base du puits se trouvent normalement des clapets permettant au porteur d'aller déverser les déblais en mer, mais il est également souvent possible de reprendre dans le puits les déblais (dilués avec de l'eau) et de les refouler soit dans un chaland, soit à terre au moyen de la pompe centrifuge. Souvent la même machine attaque alternativement la

pompe et l'hélice. On prévoit le remplissage du puits en une heure environ.

Mentionnons encore deux engins utilisés à la vidange des chalands et porteurs de déblais. Ce sont le refouleur et l'élévateur à godets.

Le refouleur (6) est un engin stationnaire dont la coque a normalement la forme du ponton.

Comme la pompe à déblais ne peut aspirer qu'un mélange de déblais et d'eau, il faut prévoir une pompe de dilution qui jette de l'eau dans le puits du chaland. Les déblais sont refoulés à terre par une conduite dont la longueur atteint parfois trois kilomètres, auquel cas on prévoit deux pompes à déblais en série.

Au lieu du refouleur on utilise parfois l'élévateur à godets (7). Les déblais ne sont pas repris du chaland au moyen d'une pompe, mais au moyen d'une chaîne à godets. L'engin est indiqué pour du terrain consistant, renfermant beaucoup de pierres, qui se laisse difficilement refouler. L'élévateur à godets est monté sur deux flotteurs entre lesquels vient se placer le chaland. Deux charpentes métalliques construites comme des ponts relient les deux flotteurs.

Au sommet du beffroi sont montés un transporteur à rouleaux et un couloir à longue portée, disposés transversalement à l'engin. Les déblais remontés au sommet du beffroi sont conduits vers la rive, soit par le couloir au moyen d'une chasse d'eau, soit par le transporteur à rouleaux à l'état sec.

Citons pour mémoire la drague à bennes preneuses Priestmann et la drague à cuiller adaptées au travail dans des espaces restreints comme les écluses, et les bateaux foreurs ou à pilons convenant à des fonds rocheux.

Certains de ces engins, du fait qu'ils doivent passer au-dessous de ponts à faible tirant d'air et de faible portée, doivent être réduits en hauteur et en largeur : cela se présente assez fréquemment avec la drague à godets dont le beffroi sera alors rabattable. Pour compenser le manque de stabilité du fait d'une trop faible largeur — ce qui est assez souvent le cas de l'élévateur à godets portant un long

couloir transversal — on ajoute pour le travail de part et d'autre du ponton deux flotteurs stabilisateurs.

On ne rencontre pas ces dispositifs dans les estuaires et grands chenaux.

II

Evolution dans les constructions récentes.

A. — *Au point de vue des dimensions (Tableau 2).*

Pour l'époque que nous envisageons — à partir de 1930 — on ne peut pas dire qu'il y a encore une tendance nette à augmenter les dimensions dans tous les domaines : la drague à godets, en 1930, a pris sa forme et ses dimensions qu'on peut considérer comme définitives. Il n'y a plus qu'une légère tendance à augmenter les dimensions dans les trois sens et on signale, en 1933, la drague « Pas-de-Calais II » comme étant la plus grande en ce moment à flot : $69 \times 12,95 \times 5,20$ m., draguant à une profondeur de 23 mètres. Il y a encore, en 1938, la drague « Doejoeng », qui est plus longue et surtout plus large, mais cette drague à étain destinée aux Indes Néerlandaises n'appartient pas en fait à la classe de matériel que nous envisageons.

La drague usuelle, d'un débit de 600 m³ à l'heure, en sable, mesure $50 \times 10 \times 3,5$ à 4 mètres, et travaille à une profondeur de 15 mètres. La machine a une puissance de 350 HP environ, la capacité des godets est de 600 à 900 litres et atteint exceptionnellement 1.000 litres.

Il y a plus d'écart pour les dragues suceuses.

La drague à élinde unique, extérieure, dirigée vers l'avant, draguant sur ancre dans les estuaires à chenal navigable étroit et à tracé tourmenté, ne voit plus guère ses dimensions augmenter au delà de $70 \times 12 \times 5$ mètres, la profondeur de dragage se limitant à 20 mètres environ, la capacité du puits à 1.000 m³, ce puits étant rempli en moins d'une heure, la vitesse en charge ne dépassant pas 9 n. Dans ce cas une seule machine, d'environ 1.200 HP, peut attaquer alternativement la pompe et l'hélice.

Les dimensions par contre ont continué à croître pour

DRAGUES

Nom	Constructeur	Exploitant	Année de Const.	Car. nat.	L m.
Baggermolen IV	J. & K. Smit	Port d'Anvers	1930	DE	51
Pas de Calais II	At. Chantiers de Franco	Port de Boulogne	1933	V	69
Dieppe IV	Forges et Chantiers de la Méditerranée	Port de Dieppe	1935	DE	52, 20
Doejoeng	J. & K. Smit	Indes Néerlandaises (Etain)	1938	DE	69, 60
Volkraecht IV	Chant. Naval de Rupelmonde	De Cloedt & Fils	1946	V	47

DRAGUES

Nom	Constructeur	Exploitant	Année de constr.	Car. nat.	L m.
Mop 217 C	Gusto	Gouv. Argentin	1929	V	99
Pierre Lefort	Deschimag	Port de Bordeaux	1930	DE	102, 4
Escaut	J. & K. Smit	Sté Gle de Dragage	1934	D	70
Victor Guillaoux	At. Chant. de Bretagne	Port de Rouen	1937	D	87
Rupel	J. & K. Smit	Sté Gle de Dragage	1936	D	48
Chester Harding	Pusey & Jones U.S.A.	Eng. Depart. U.S.A.	1939	D	91, 4
Fu-Shing	Schichau	Whangpoo Cons. Board Shanghai	1938	V	122
Drague 226	Projet A. 1941	Eng. Dépt. U.S.A.	1941	TE	144
Semois II	L. Smit & Zn	S. G. de Dragage	1946/7	D	55, 5

la drague suceuse à crépine traînante, qui drague en marche à la vitesse de 2 n., l'élinde étant dirigée vers l'arrière. Alors que le dragage sur ancre donne lieu à des difficultés pour une houle de hauteur de creux à crête de plus de 1 m. 50, le dragage avec crépine traînante en marche offre de grands avantages, surtout en eau très agitée et est tout indiqué pour les grands estuaires où l'appareil dispose de beaucoup d'espace et est appelé à fournir un grand débit. Ce mode de dragage a continué à s'étendre, non seulement en Amérique, mais aussi en Europe, ainsi qu'en témoigne le tableau 2.

A GODETS

B m.	C m.	T m.	Dépl. m ³	Prof. Drag. m	Cap. Godets litres	Cadence Godets s/min.	Débit m ³	Puiss. Drag. H. P.	Puiss. prop. H. P.	Surf. m ² Chauffage	Timbre at.	Vitesse nœuds
9	3,50	1,90	850	15	900	15	600 sable	350	—	—	—	—
12,95	5,20	3,40	2100	23	850	15	600	625	1250	470	14	8
10,20	4,10	3,15	1142	15	750-450	—	500-250	400	600	—	—	—
23	4	—	—	25	400	—	—	3 × 600	—	—	—	—
8,50	3,20	2,00	—	16	600	20	500-600	275	—	150	11	—

SUCEUSES

B m.	C m.	T. m. en charge	Dépl. m ³ en charge	Prof. Drag. m	Elinde	Puits m ³	Débit m ³	Puiss. pomp. H. P.	Puiss. prop. H. P.	Surf. m ² Chauffage	Timbre nt.	Vitesse nœuds
16	7	—	—	15	1 t mil	2000	6000	2 × 900	2 × 900	1072	12	9
16,5	7,95	6	7200	20	2 t	2000	—	2 × 650	2 × 1200	—	—	10
12,3	5,20	4,7	—	18	1 AV	1000	—	1230	1230	—	—	9
15	6	4	4000	16	2 t	1000	—	2 × 650	2 × 1480	—	—	12
10	3,80	1,95	—	—	—	—	—	2 × 750	—	—	—	Refoul
17	8,84	6,10	7550	—	2 t	1900	—	2 × 650	2 × 1000	—	—	9, 25
19	8,69	6,70	—	16	1 tm	2900	6000	2500	4500	—	10	11, 5
22	10,9	7,60	16600	—	2 t	4300	8500	2 × 1300	2 × 3500	—	500 lbs	13, 4
10,2	4,60	4,10	—	17	1 AV	600	—	600	600	—	—	8

Alors qu'en 1930 on admira les engins de 100 mètres de long comprenant un puits de 2.000 m³, se remplissant en moins d'une demi-heure, par exemple, la drague à crépine traînante « Mop 217 C. », construite par Gusto pour le gouvernement argentin, les chantiers Schichau (All.), sortirent en 1938 le « Fu-Shing » pour le Whangpoo Conservancy Board, de Shanghai : cette drague mesure 122 × 19,05 × 8,69 mètres et a un puits de 2.900 m³, rempli en une demi-heure.

On alla encore plus loin aux Etats-Unis : on y construisit en 1938, pour le Engineer-Department, chargé de l'entre-

tion des chenaux conduisant aux ports, le « Goethals », et pendant la guerre, vers 1941, la drague « 226 », deux dragues géantes qui, à elles deux, doivent entretenir les passes conduisant aux ports de New-York et de Norfolk, ce qui nécessite par an l'enlèvement de 10 millions de yards cubes environ.

La « Goethals » et la drague « 226 » sont fort semblables, la « Goethals » étant un peu plus petite que la « 226 ». La « 226 » mesure $144 \times 22 \times 10.9$ mètres, possède un puits de 4.300 m^3 , rempli en une demi-heure, a en charge un déplacement de 16.600 t. et une vitesse de 13.4 n.

Notons en passant qu'en commentant dans les revues les particularités de ces beaux engins, on paraît parfois oublier les réalisations d'une autre époque, celle d'avant 1914, où l'on vit déjà cependant la drague « Leviathan », de 144 mètres de long, avec un puits de 5.500 m^3 et quatre élinde dirigées vers l'avant, assurer l'entretien des chenaux de la Mersey.

L'élévateur à godets, dont la construction s'apparente à celle de la drague à godets, voit ses dimensions se stabiliser à la limite des dimensions de la drague à godets : le grand élévateur à godets a une longueur de 60 mètres, des godets de 600 litres, une machine dragueuse de 350 HP , un débit de $600 \text{ m}^3/\text{heure}$.

Le refouleur a gardé à peu près les mêmes dimensions les vingt dernières années.

Cela est assez logique vu que les chalands et porteurs à déblais ont gardé invariablement une capacité de 300 , 400 , parfois 500 m^3 . Le grand refouleur ne mesure pas plus de $70 \times 12 \times 5$ mètres, possède deux pompes attachées chacune par 750 HP et parvient ainsi à refouler environ 400 m^3 de sable à dix mètres de hauteur et trois kilomètres de distance.

B. — *Au point de vue des formes.*

Comme nous l'avons vu, la drague à godets peut être montée sur simple ponton quand elle reste dans des endroits abrités. Tout comme dans le cas du refouleur ou de l'élévateur à godets, la forme sera parallépipédique

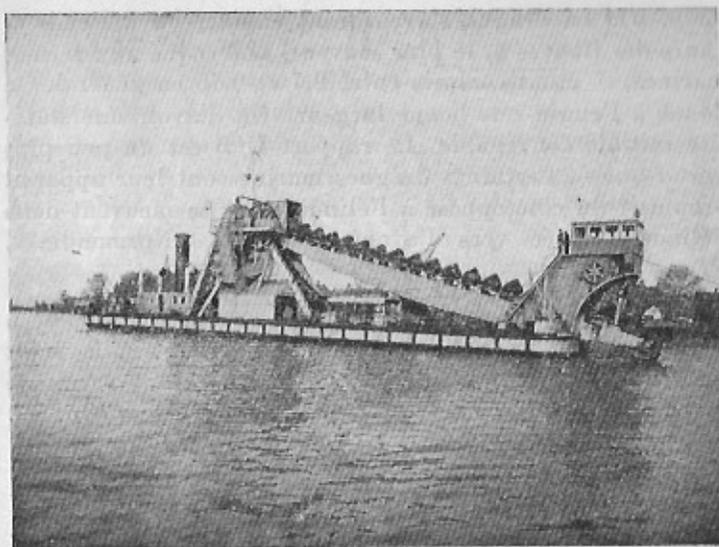


Fig. 3. — Baggermolen IV.

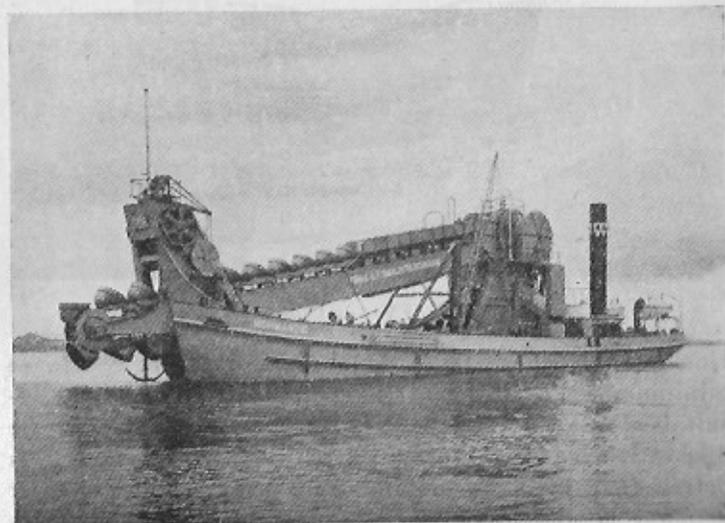


Fig. 4. — Drague marine à godets et à hélices jumelles « Normandie ».

(Fig. 3). La drague s'aventurant en mer ou à l'embouchure des fleuves a, le plus souvent, une coque aux formes marines, δ étant compris entre 0.7 et 0.75 en général. On donne à l'engin une bonne largeur afin d'avoir une stabilité initiale convenable. Le rapport L/B est un peu plus grand que 5. Certaines dragues marines ont leur appareil propulsif du côté opposé à l'élinde, elles se meuvent donc l'élinde dirigée vers l'avant (cas du « Normandie », Fig. 4).

Le plus souvent cependant l'avant est du côté opposé à l'élinde, les deux hélices et les deux gouvernails étant installés de part et d'autre de l'échancrure que surmonte la charpente qui porte l'extrémité de l'élinde (Fig. 5).

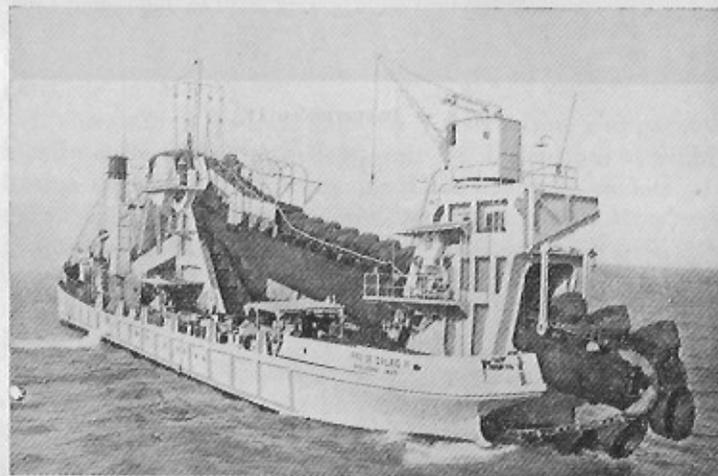


Fig. 5. — « Pas de Calais II ».

Quel est le dispositif qui donne à la coque la résistance minimum à l'avancement? Il semblerait, d'après les résultats d'essais faits avec des dragues existantes que le dispositif avec échancrure à l'avant donnerait le minimum de résistance; il offre toutefois l'inconvénient de présenter pendant la marche sa partie vulnérable à l'avant. Plus rarement on rencontre le dispositif à échancrure complè-

tement entourée par la coque : ce dispositif offre l'inconvénient d'une chaîne à godets peu accessible.

La drague suceuse porteuse, automotrice, qui est la drague suceuse normale, a aussi une grande largeur afin de procurer une bonne stabilité à l'engin; il faut tenir compte de la cargaison liquide que le puits peut contenir. Le rapport L/B est plus grand que dans le cas de la drague à godets : il varie de 5.4 à 6.6; à la limite supérieure on tombe dans les normes usuelles des navires marchands, où l'on aura aussi dans ce cas un $V/\sqrt[3]{L}$ (mesures anglaises) supérieur à 0.6. La vitesse d'ailleurs, en charge, varie de 9 à 11 n. Exceptionnellement on dépasse ce dernier chiffre : c'est le cas pour le « Victor Guilloux » du port de Rouen, qui file 12 n., et pour la drague américaine « 226 » qui atteint 13.4 n.

Ce dernier bateau a d'ailleurs les proportions du cargo $V/\sqrt[3]{L} = 0.62$, L/B = 6.6. Par contre le « Chester Harding » est beaucoup plus court et trapu : $V/\sqrt[3]{L} = 0.54$, L/B = 5.4. Il est beaucoup plus manœuvrable et doit pouvoir se mouvoir plus facilement dans un espace restreint et un chenal encombré.

La configuration du lieu de travail et la distance au lieu de vidange exercent une grande influence sur le choix des dimensions et de la vitesse : à New-York, où les distances sont grandes (40 milles) et les chenaux larges, un bateau long et relativement rapide est indiqué (cas du « 226 »); par contre, pour des chenaux étroits et encombrés et où la distance au lieu de vidange est réduite, le bateau plus court et plus lent convient mieux (cas du « Chester Harding »). Remarquons que la plupart de ces bateaux ont deux hélices.

Ces bateaux ont un faible tirant d'eau, encore limité par la présence des clapets dans certains cas.

Le rapport B/T varie de 2.5 à 3 (en charge), mais se rapproche plus de 3 que de 2.5. Le block-coefficient varie de 0.7 à 0.8. Exceptionnellement il descend au-dessous de 0.7 : dans le cas du « 226 » il est de 0,66.

Les grandes dragues américaines ont l'arrière en forme de creuseur; afin de leur donner de bonnes qualités évolu-

tives, on supprime à l'arrière de ces bateaux, qui ont alors non seulement deux hélices mais aussi deux gouvernails, le plan mince, et on donne aux couples arrière la forme triangulaire sans creux. Ces dragues sont aussi compartimentées, deux compartiments voisins pouvant être envahis sans danger pour le navire.

Dans la plupart des dragues on se contente de la condition d'un seul compartiment envahi, le bateau étant chargé.

C. — *Au point de vue de l'équipement.*

Il y a d'abord les élinde qui constituent toujours la partie délicate de l'engin.

Dans les chenaux relativement étroits et à courbure fort prononcée de l'Escaut, on s'en tient depuis des années à l'élinde unique, latérale et dirigée vers l'avant. Cette élinde est rigide pour autant qu'on n'envisage pas la liaison souple à armature d'acier au droit de la coque. Le dragage se fait au mouillage, la suceuse se déplaçant

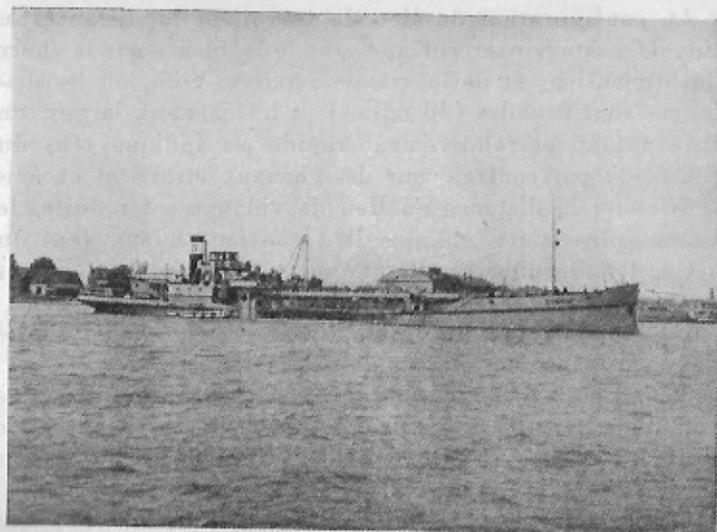


Fig. 6. — « Escaut ».

sur son ancre. Ce mode est classique et même par une houle atteignant 1 m. 50, il est tout indiqué pour le dragage des sables de ces passes. (Fig. 6).

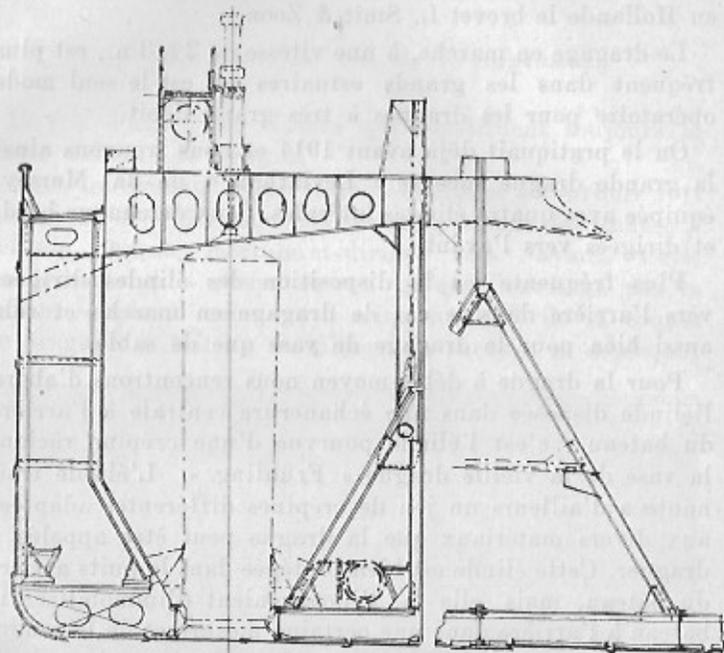
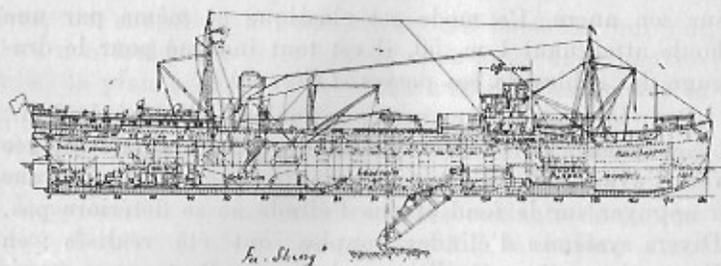
Pour le dragage sur ancre par houles de l'ordre de 2 m., on commence par utiliser l'élinde souple, toujours dirigée vers l'avant, afin d'avoir la garantie que le bec continue à appuyer sur le fond et que l'élinde ne se détériore pas. Divers systèmes d'élinde souples ont été réalisés : en France le système Guilloux et le type « Port autonome » ; en Hollande le brevet L. Smit & Zoon.

Le dragage en marche, à une vitesse de 2 à 3 n., est plus fréquent dans les grands estuaires et est le seul mode opératoire pour les dragues à très grand débit.

On le pratiquait déjà avant 1914 et nous trouvons ainsi la grande drague suceuse « Leviathan » de la Mersey, équipée avec quatre élinde latérales, deux de chaque bord, et dirigées vers l'avant.

Plus fréquente est la disposition des élinde dirigées vers l'arrière dans le cas de dragage en marche et cela aussi bien pour le dragage de vase que de sable.

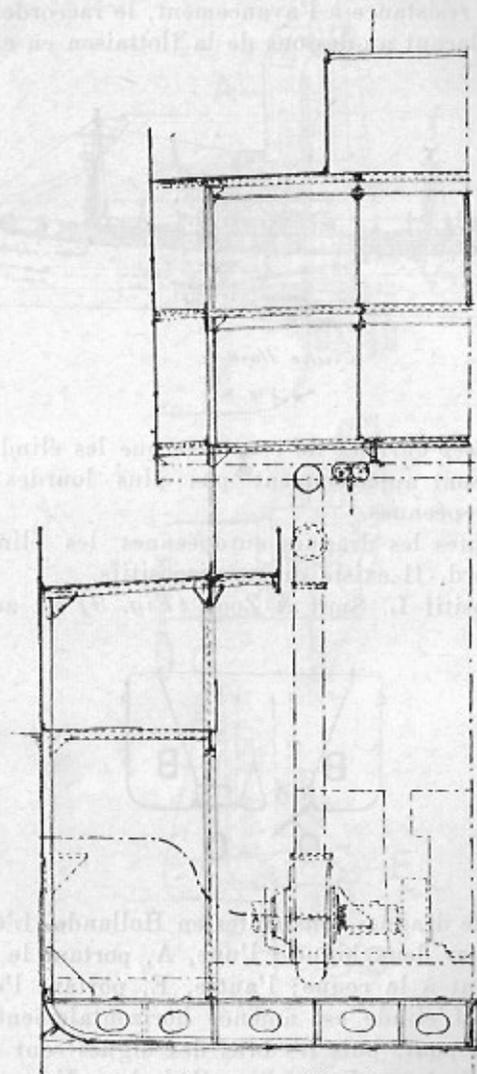
Pour la drague à débit moyen nous rencontrons d'abord l'élinde disposée dans une échancrure centrale à l'arrière du bateau : c'est l'élinde pourvue d'une crépine râclant la vase de la vieille drague « Frühling ». L'élinde traînante a d'ailleurs un jeu de crépines différentes adaptées aux divers matériaux que la drague peut être appelée à draguer. Cette élinde est bien protégée dans le puits arrière du bateau, mais elle a l'inconvénient d'immobiliser le bateau à l'arrière dans une certaine mesure et de le rendre fort peu gouvernable en eau agitée malgré ses deux hélices. Aussi a-t-on dans les grandes constructions des dernières années, à élinde centrale, placé celle-ci au milieu du bateau où les mouvements d'embarde et de tangage par forte houle se font beaucoup moins sentir : c'est le cas pour le « MOP 217 C » avec un puits de 2.000 m³, construit pour l'Argentine; c'est encore le cas pour le « Fu-Shing » avec un puits de 2.900 m³, construit pour la Chine. (Fig. 7).



Fu. Shing Fig. 7.

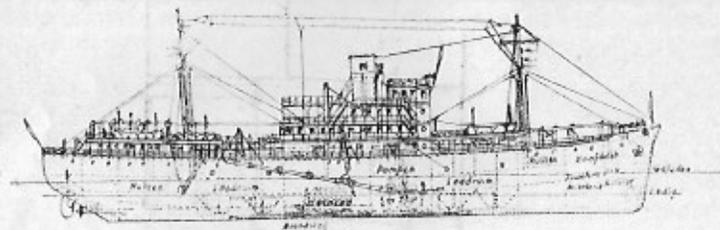
Les grandes dragues récentes américaines et françaises des ports de New-York, Bordeaux et Rouen sont équipées avec deux élinges latérales dirigées vers l'arrière; le dragage se fait toujours en marche parce qu'on ne veut pas avoir de sujétion de mouillage et qu'on désire travailler par houles atteignant trois mètres et plus.

Mais alors que les dragues européennes ont un dispositif de mise à bord des élinges, les grandes dragues américaines « Chester Harding » (Fig. 8), « Goethals », « 226 », gar-



Chester Harding

dent les élinde le long des murailles pendant le trajet du lieu de dragage au lieu de vidage. Il en résulte — à part le risque de dégâts à l'élinde — une augmentation considérable de résistance à l'avancement, le raccordement à la coque se plaçant au-dessous de la flottaison en charge.



Custer Harding

Fig. 8.

Il est assez curieux de constater que les élinde américaines ne sont apparemment pas plus lourdes que les élinde européennes.

Dans toutes les dragues européennes les élinde sont prises à bord. Il existe divers dispositifs.

Le dispositif L. Smit & Zoon (Fig. 9) est adopté sur

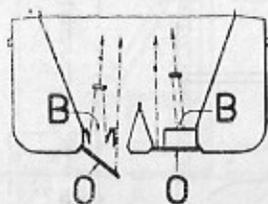


Fig. 9.

beaucoup de dragues construites en Hollande. L'élinde est supportée par deux bigues; l'une, A, portant le coude de raccordement à la coque; l'autre, E, portant l'extrémité inférieure. L'élinde est amenée horizontalement jusqu'à hauteur du pont, puis les bras des bigues sont rentrés à bord, le bras A par la machine C, le bras E par le même câble qui a amené l'embouchure D contre le bras E. Enfin

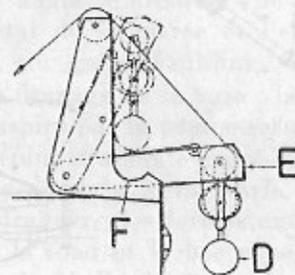
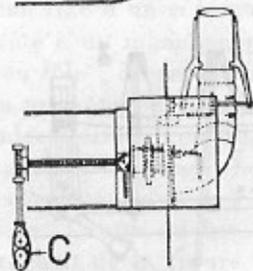
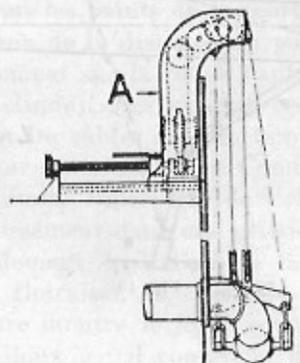


Fig. 9.

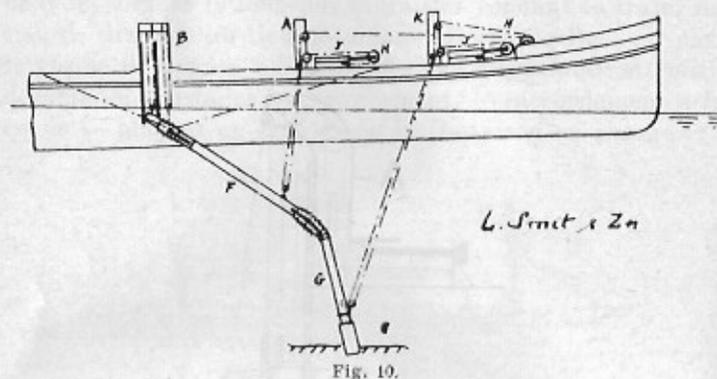
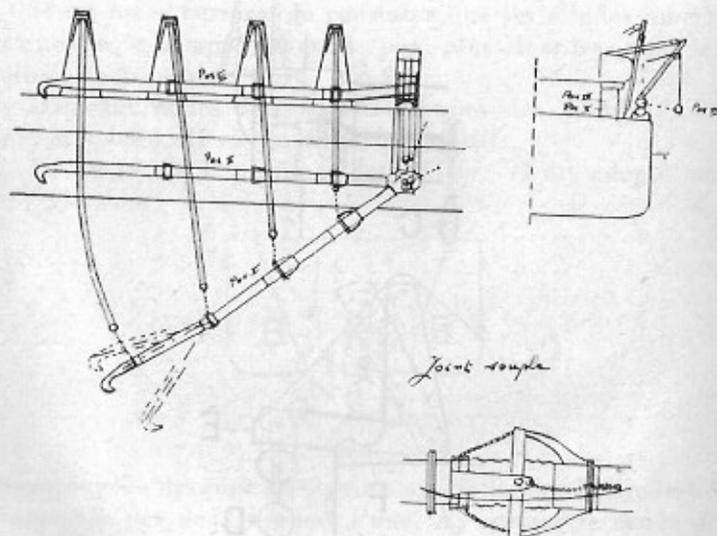


Fig. 10.

Fig. 11

Manœuvre de l'élinde (Victor Guillaum)



Joint souple

en filant le câble, le suçon vient se poser dans un berceau disposé sur le pont.

De la firme L. Smit & Zoon émane aussi l'élinde souple à freinage hydro-pneumatique. (Fig. 10).

Sur les grandes dragues françaises l'élinde est portée dans des bossoirs (Fig. 11) à portée variable. En chaque point de support nous trouvons deux câbles, l'un à vitesse constante pour tous les points de support, l'autre à vitesse croissante en raison de la distance du point de support au point de raccordement sur la coque (autour duquel se fait la rotation de l'élinde). Les vitesses croissantes s'obtiennent en enroulant les câbles sur des tambours à diamètres croissants calés sur un même arbre. Comme dans le système précédent, l'extrémité supérieure de l'élinde est ramenée au pont par coulisement dans une glissière fixée à la muraille, le raccordement de l'élinde à la coque se situant au-dessous de la flottaison en charge.

La même figure montre le joint souple Port autonome du « Victor Guillaum » : il comprend deux manchons en tôle réunis par un manchon en caoutchouc entoilé et armé, enveloppé d'un cardan fixé d'un côté au premier manchon en tôle, de l'autre côté à un manchon pouvant glisser sur le second manchon en tôle : de cette façon on permet une certaine compression au joint en caoutchouc.

La figure 12 montre l'élinde centrale située au milieu du bateau de la drague « Fu-Shing » : il y a deux articulations, l'une au raccordement avec la coque, situé de nouveau sous la flottaison, l'autre au bec. La commande du bec qui ressort clairement de la figure, permet de conserver à celui-ci un angle d'attaque constant sur le fond, quel que soit l'état de la marée et l'état de charge du bateau. Ce bec, du genre Frühling, s'adapte particulièrement bien au dragage de la vase : la proportion d'eau dans le mélange aspiré par la pompe est minime. Les grosses dragues à crépine traînante possèdent d'ailleurs tout un jeu de crépines dont la forme varie d'après la nature des matériaux à draguer : les formes extrêmes sont le bec Frühling râclant le fond et le bec usuel en Amérique se posant à plat sur le fond à la façon d'une ventouse. Les becs sont normalement plus larges que longs et la section de passage est de deux à trois fois celle de l'élinde même.

L'élinde traînante s'adapte mieux au sable à gros grain et à la vase qu'au sable fin.

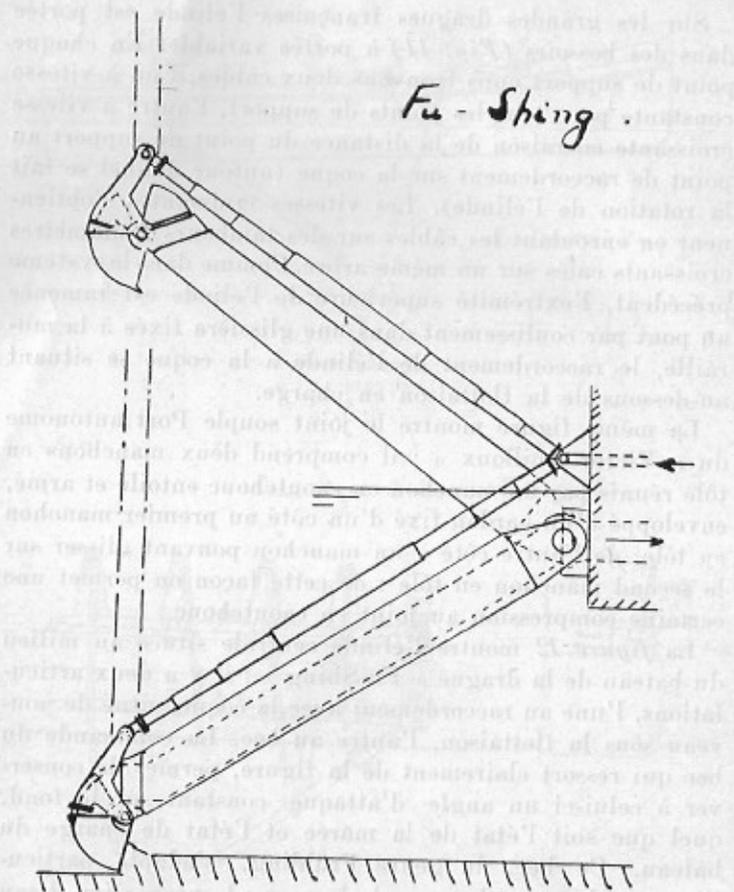


Fig. 12.

En construction de pompe à déblais on constate une évolution d'idées ces dernières années. Depuis longtemps l'expérience a consacré l'usage de la pompe dite parfois hollandaise, pompe centrifuge rudimentaire dont le rouet à trois ou quatre pales revêtues de plaques aisément remplaçables se meut dans un corps presque rigoureusement circulaire, sans volute, garni sur les faces comme sur le pourtour de plaques d'usure, et pour obtenir une sépara-

tion nette entre le mélange sortant du rouet et celui entrant par l'ouïe on fixe à la sortie une pièce spéciale en forme de coin.

Cette pompe est encore dite du type ouvert parce que le rouet n'a pas de parois latérales et que le mélange frôle directement les plaques d'usure des couvercles.

C'est la pompe idéale pour matériaux pouvant contenir des pierres de toutes dimensions, dont les plaques d'usure se laissent remplacer aisément. Cette pompe, qui s'écarte assez bien de la pompe centrifuge usuelle, est une pompe de faible rendement.

Déjà, il y a vingt-cinq ans, la firme allemande Nagel & Kaemp construisait une pompe à déblais à roue fermée des deux côtés, à aubes fortement courbées en arrière et à volute. Cette pompe avait un plus grand rendement — cela va de soi — que la pompe hollandaise, mais ne convenait qu'au sable pur.

L'idée a été reprise ces dernières années, mais, afin de concilier dans une certaine mesure les exigences contradictoires de bon rendement et de robustesse, on penche actuellement vers la roue semi-ouverte. C'est à peu près la roue de la pompe hollandaise, mais du côté opposé à l'ouïe les pales sont réunies par un disque vertical fermant la roue de ce côté.

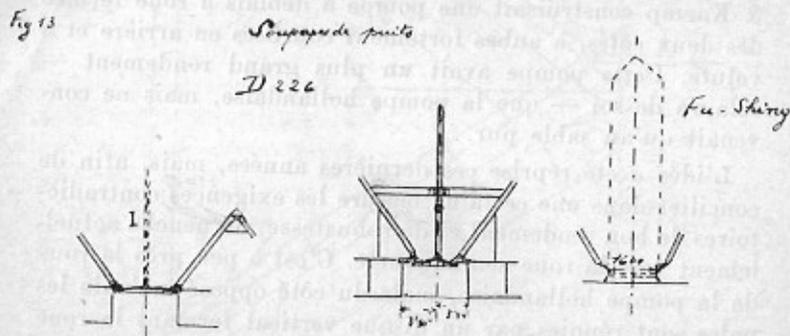
On a obtenu de très bons résultats avec cette pompe sur le refouleur « Rupel », des services de dragages de l'Escaut; c'est encore la pompe semi-ouverte, d'un diamètre de roue de 2.750 mm., que nous trouvons sur la drague géante « Fu-Shing ».

De plus grands soins ont été apportés à la fermeture des clapets des chalands et des porteurs. La perte de déblais par des clapets qui ferment mal par suite de déformation ou de détérioration est toujours assez importante et l'attention est portée sur un plus grand fini d'exécution pour obtenir l'étanchéité. La manœuvre des clapets par presses hydrauliques — une presse par paire de clapets, un de chaque bord — remplace maintenant assez fréquemment la commande à la vapeur, même sur les petites unités; la fermeture est franche et la manœuvre est

aisée. Quand les clapets sont bien appliqués, on chasse des clavettes afin de soulager la presse hydraulique. Pour vider, on met la pression, ce qui permet de dégager aisément les clavettes, on ouvre le robinet de décharge et les clapets tombent.

On éprouve parfois des ennuis du battement des clapets soutenus par chaînes, au moment du vidage à la mer; on a évité ce battement en remplaçant les chaînes par des tiges.

Dans certaines dragues géantes construites les dernières années, on a remplacé les clapets par des soupapes circulaires (Fig. 13), les puits se terminant à la partie infé-



rieure par des trémies. Quand ces soupapes, comme c'est le cas pour la drague « Fu-Shing », s'ouvrent vers l'intérieur, on les soulage par des fourreaux coniques, s'élargissant vers le haut et qui émergent des déblais; ces soupapes sont commandées par des presses hydrauliques, la commande est individuelle. Constatons que cette fermeture par soupapes, qui a été présentée comme une nouveauté, existait déjà avant 1914 sur certains porteurs.

D. — *Au point de vue de la qualité et de la mise en œuvre des matériaux.*

Sauf dans certaines parties très sujettes à usure des dragues à godets, les matériaux courants de la construc-

tion navale continuent à être utilisés pour les engins de dragage.

Dans certains cas où l'on s'attache à réaliser un faible tirant d'eau pour un engin important (cas du « Victor Guilloux », où le rapport B/T est $15/4 = 3.75$) on réduit autant que possible le poids du bateau léger en utilisant des matériaux spéciaux, de l'acier à résistance supérieure à 50 kg./mm^2 notamment, et en ordonnant la charpente suivant le système longitudinal. Il existe d'ailleurs une certaine analogie entre les porteurs et les tankers. L'emploi de la soudure, non seulement pour les accessoires, mais aussi pour les assemblages résistants, permet également un allègement notable de la coque.

Le chemisage des corps de pompes à déblais est fait avec des aciers à haute résistance.

On continue cependant à utiliser couramment les aciers au carbone — la construction de la pompe normale permettant un remplacement aisé et rapide de la fourrure — et c'est plutôt par exception que, jusqu'ici du moins, on a fait usage sur les suceuses, d'aciers à haute teneur en manganèse ou d'acier nickel-chrome.

C'est sur la drague à godets que ces aciers à très haute résistance sont utilisés couramment; l'acier à haute teneur en manganèse, 12-14 %, est l'acier courant des pivots des godets; ces pivots sont forgés, mis au diamètre exact au moyen de la meule. Les becs des godets, rapportés, sont en acier à haute teneur de Mn coulé. La facilité cependant avec laquelle on fait les recharges en soudure électrique fait renoncer parfois à ces becs; on construit simplement les godets en acier coulé et on rapporte au bord coupant un métal résistant à l'abrasion, de l'acier à haute teneur de Mn par exemple. On rapporte également par soudure sur les arêtes des tourteaux en acier coulé de l'acier au manganèse. Dans certaines dragues cependant on a coulé complètement les tourteaux en acier à haute teneur de Mn; cela ne paraît pourtant pas nécessaire. Les maillons de jonction des godets sont en acier estampé ou simplement faits de deux plats laminés. Les rouleaux sur lesquels la chaîne roule sont en fonte spéciale très dure

ou en acier à haute teneur de Mn serrés à la presse sur axes en acier. Les buselures des maillons sont en acier Mn coulé.

L'on sait que l'inconvénient des becs en acier Era (acier à haute teneur de Mn) réside dans la mauvaise tenue des rivets après un certain temps de travail. Un peu avant la guerre la firme Hadfields sortit le bec amovible « sans rivets » en acier Era calé par ses deux extrémités dans le godet. Je ne sais si ces « rivetless lips » des godets « Hecla » se répandirent. On constate cependant une certaine préférence pour les godets sans becs et on s'en remet à la soudure électrique pour recharger si cela devient nécessaire.

Comme partout ailleurs on fait déjà un usage étendu de la soudure électrique pour les assemblages résistants des dragues. On fabrique des élinges soudées et des godets soudés. Pour les godets soudés on fait valoir une forte économie de poids, environ un tiers : il est évident qu'on peut prendre une plus petite épaisseur en tôle que en acier coulé, l'épaisseur des pièces en acier coulé étant en plus d'un endroit conditionnée par des nécessités de fonderie. Il y a plus de main-d'œuvre en soudure mais on gagne en légèreté, ce qui est intéressant vu que le poids du godet égale celui de son contenu en sable et que c'est la chaîne à godets qui prend quasi toute la puissance de l'engin.

Signalons que beaucoup de gros engins de dragage sont équipés avec un poste de soudure.

Parmi d'autres particularités des suceuses et des porteurs signalons aux sorties d'arbres très exposées à l'usure par suite de la présence de matières abrasives, les coussinets à garniture de caoutchouc avec rainures hélicoïdales ou rectilignes. Le coussinet en caoutchouc spécial « Olivite » est assez connu.

E. — Au point de vue du générateur de force.

A partir d'environ 1925 on commença à remplacer pour les nouvelles constructions la machine à vapeur par le

moteur Diesel. Le moteur à huile lourde fut surtout intéressant pour les engins à fonctionnement intermittent, supprimant toute consommation de combustible pendant les arrêts. Si nous prenons les prix de 1940, fr. 0.60 le kilo pour le combustible liquide, 220 francs la tonne pour les briquettes de charbon, le rapport de ces prix est à peu près le même, mais en sens inverse, que le rapport des consommations, 190 gr. par cheval-heure pour le Diesel (en majorant 175 gr. d'environ 10 % pour tenir compte du supplément de frais de graissage) à 800 gr. par cheval-heure pour la machine à vapeur.

Cela revient à dire qu'en régime continu, la dépense en combustible est la même pour les deux machines. Il va donc de soi que, partout où l'attaque du moteur peut être directe, comme l'engin Diesel ne coûte pas plus que l'engin vapeur et qu'il en résulte une économie de personnel, l'engin Diesel aura, du moins en nos pays, la faveur. C'est aussi ce qui se produit dès l'année 1930.

En Amérique on aime assez bien adjoindre au Diesel une transmission électrique, le procédé se propagea en Europe mais, à cause de l'augmentation du prix de l'engin, on l'abandonna partout où l'attaque directe de l'engin put se faire sans inconvénient. Ceci est le cas pour la *suceuse* : le Diesel attaque sans inconvénient l'hélice, et pour la pompe à déblais il suffit d'intercaler un accouplement hydraulique ou similaire.

Remarquons cependant que la drague « Fu-Shing », pour la Chine, est munie de la machine à vapeur et que la drague géante « 226 », du port de New-York, est turbo-électrique à chauffage au mazout.

Le choix devient plus compliqué dès que l'attaque directe par le Diesel devient difficile. C'est le cas de la *drague à godets*. Ici, on intercale utilement la transmission électrique. Mais, pour une grande drague, prix 1940, elle augmente le prix de l'engin d'environ 15 %. Compte tenu de la difficulté d'effectuer les réparations sur place et de recruter du personnel qualifié, on hésite à commander une drague à godets Diesel-électrique. L'avantage de cette

dernière ne devient vraiment marqué qu'en fonctionnement intermittent où la consommation de charbon au m³ va jusqu'à doubler par rapport au fonctionnement continu. Ce sera souvent le cas pour les dragues chargées de l'entretien des profondeurs dans un port.

Il n'est pas dénué d'intérêt de citer ici les résultats d'exploitation d'une grande entreprise de dragages de port maritime : la consommation de la drague à vapeur était d'environ 1 kg. de charbon au m³ de déblais dragués, la consommation de la drague Diesel-électrique était de 80 gr. de gasoil au m³. Les deux dragues avaient un débit de 600 m³, resp. 800 m³ à l'heure dans la vase; elles travaillaient à peu près dans les mêmes conditions. Majorons largement la consommation de la drague Diesel-électrique pour tenir compte du supplément de frais de graissage : nous aurons 100 gr. de gasoil d'un côté, 1 kg. de charbon de l'autre. Prenons les prix de 1940 : en tablant sur une production annuelle de 500.000 m³ nous trouvons une dépense de combustible de $50.000 \times 0,60 = 30.000$ fr. pour la drague Diesel-électrique, de $500.000 \times 0,22 = 110.000$ francs pour la drague à vapeur, soit une économie de 80.000 francs en faveur du Diesel-électrique. Si l'on ajoute l'économie du chauffeur on obtient plus qu'il ne faut pour justifier la défense supplémentaire d'environ 750.000 francs qu'entraîne l'acquisition de la drague Diesel-électrique.

L'entretien de la l'installation électrique est simple : il ne faut pas avoir à bord en permanence un électricien.

III

Tendances actuelles dans la construction des engins de dragage.

Pour les engins de puissance moyenne, en nos pays du moins, on s'oriente nettement vers le Diesel. La drague suceuse, tout comme le refouleur, sont équipés en moteur Diesel. C'est la tendance générale. La facilité d'approvisionnement en combustible, la suppression de la chauffe-

rie, l'absence de toute consommation en période d'arrêt sont des avantages tels qu'on n'hésite plus.

Les dragues suceuses géantes des Etats-Unis, d'un déplacement en charge dépassant 15.000 tonnes, sont turbo-électriques; les chaudières sont chauffées au mazout. Il est possible qu'on songe pour ces gros engins à la turbine à gaz.

Revenant aux dimensions beaucoup plus modestes de nos dragues européennes, nous voyons que la vapeur et le Diesel-électrique se partagent le domaine de la drague à godets. La vapeur tarde à disparaître de ce terrain, l'exploitant s'effrayant de l'ampleur donnée à l'installation électrique. Une plus grande facilité d'embauchage de personnel qualifié pourra peut-être dissiper ses craintes.

La drague à godets se construit en débits de 600 m³ environ, la drague suceuse de nos chenaux continue à travailler sur ancre et conserve des dimensions modestes : longueur de 55 à 70 mètres, puits de 600 à 1.000 m³.

Pour les grands estuaires à l'étranger, la drague suceuse travaille en marche, elle atteint un déplacement de 15.000 tonnes et plus, et prend de plus en plus la physionomie du grand cargo.

Ostende, 19 juillet 1946.

Sources :

Résultats d'exploitation d'entreprises de dragages.

Paulmann Blaum : *Die Naszbagger.*

Motor Ship. : Sept. 1938.

Bureau Veritas, Bulletin Technique, n° 10-1933; n° 7-1933; n° spécial 1935; n° 1-1938; n° 1-1945.

Engineering : n°s 3798-3801-3803, A1938.

Werft Reederei Hafén : n° 11-1940; n°s 10-11-1942; 1938.