

NOTE

508

LE DRAGUAGE DES BASSINS ET CHENAUX

DU PORT D'ANVERS,

PAR M. DE MATTHYS,

SOUS-INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Considérations relatives au draguage. — Le dévasement des attérissements, formés par les eaux de l'Escaut, dans les bassins, sur les radiers des écluses et dans les chenaux du port d'Anvers, s'effectue à l'aide de dragues manœuvrées à la main.

Ce procédé auquel, vu sa faible énergie, on ne peut recourir qu'en tant que la matière ne présente pas une consistance trop forte, offre certains avantages lorsque le cube à dévaser est faible.

Si les substances à extraire se désagrègent avec difficulté ou si leur quantité est considérable, l'emploi de moyens énergiques est imposé par la nécessité et commandé par la certitude de réaliser les conditions de rapidité et d'économie les plus avantageuses.

Ces considérations tout élémentaires se trouvent de rechef confirmées d'une manière évidente par les résultats que nous venons d'atteindre à l'aide d'un dragueur à vapeur.

Après la construction du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, il fallut percer la digue batardeau, qui barrait l'entrée du chenal d'accession à l'écluse maritime de l'État, et l'enlever sur une hauteur de 3^m,73 sous marée basse.

Des essais tentés au moyen de dragues manœuvrées à la main n'aboutirent pas : la dureté de la tourbe que l'on rencontra était telle, que quatre des meilleurs ouvriers ne parvinrent pas à enlever ensemble plus de 45 litres en deux heures.

En présence de ce résultat infructueux, il fallait évidemment recourir à l'emploi de moyens puissants ; le sieur Tilkink, constructeur, domicilié à Liège, qui venait de terminer la construction d'un bateau dragueur à vapeur, entreprit à forfait, moyennant la somme de 50,660 fr., le dévasement d'un cube estimé à 17,000 mètres.

Le travail fut entamé le 15 mars 1861.

On rencontra cinq couches de terrain, d'épaisseur et de nature différentes :

La première, d'une épaisseur très-variable, était formée de vase molle, dépôt actuel des eaux du fleuve ;

La seconde, d'une épaisseur de 1^m,25, se composait de tourbe très-compacte ;

La troisième, d'une épaisseur de 0^m,75, comprenait un sable vert, très-dur, collant à la tôle des godets ;

La quatrième, d'une épaisseur de 1^m,25, était formée de sable verdâtre parsemé de débris coquilliers ;

La cinquième, qui n'a pas été traversée entièrement, est un sable mouvant vert, dans lequel on n'aperçoit plus la moindre trace de coquilles.

L'opération du draguage s'est terminée le 31 octobre 1861, sans que l'on eût rencontré des difficultés appréciables.

Description générale du dragueur. — Le dragueur construit par le sieur Tilkin se compose d'un bateau plat en tôle de fer; il est divisé en trois compartiments : celui d'arrière est destiné à l'installation des foyers et de la chaudière à vapeur; celui du milieu est partagé par une cloison en deux chambres, dont l'une sert de logement au veilleur et l'autre de bureau au caissier; celui d'avant contient la machine à vapeur et un approvisionnement de combustible.

Ce dernier compartiment présente, sur toute sa hauteur, dans l'axe longitudinal du bateau, un vide destiné à livrer passage aux élinges : celles-ci, au nombre de deux, sont retenues à leur partie supérieure par un arbre horizontal, fixé à un bâtis en fonte, autour duquel elles peuvent prendre un mouvement de rotation; leur extrémité inférieure, soutenue par des chaînes enroulées sur un treuil, s'élève et s'abaisse à volonté.

Sur les élinges sont disposées des roulettes sur lesquelles s'appuient et marchent les hottes ou godets qui, reliés par une chaîne à la Vaucanson, reçoivent leur mouvement de l'arbre à section carrée sur lequel reposent les élinges.

Cet arbre est mis en communication, par l'intermédiaire de roues dentées et de poulies de renvoi, avec la manivelle du cylindre à vapeur.

Des plans inclinés, convenablement disposés, reçoivent le produit des godets, qui s'écoule dans des allèges accolées au dragueur.

Le bateau se meut à l'avant, en se halant sur un câble ou toueur ancré dans le lit de l'Escaut et enroulé sur un treuil, dont on peut établir ou intercepter à volonté la communication avec la machine à vapeur; le déplacement latéral s'obtient par des cordes amarrées sur les rives, enroulées sur des treuils montés sur le bateau.

Description détaillée du dragueur. — Le bateau est construit en tôle de fer : les feuilles ont 0^m,005 d'épaisseur et

sont rivées sur des cornières de 0^m,50 de hauteur ; il a une longueur de 32^m,25, une largeur de 4^m,53 et une profondeur de 2^m,10 ; il est divisé en trois compartiments, présentant respectivement, de l'arrière à l'avant, les longueurs de 17^m,25, 4 et 11 mètres.

Le vide à l'avant du dragueur, a une longueur de 8 mètres, une largeur de 0^m,80, et s'étend sur toute la profondeur du bateau.

Les élinges sont en bois de sapin du Nord : elles ont une longueur de 15^m,50, un équarrissage de $\frac{0^m,50}{0^m,20}$; afin de diminuer leur tendance à flexion, on les a garnies d'armatures composées de contrefiches en fonte et de tirants en fer.

Les roulettes en fonte, fixées sur les élinges, ont une longueur de 0^m,50 et un diamètre de 0^m,15.

Les hottes ou godets sont en tôle de fer de 0^m,002 d'épaisseur, percée d'une série d'ouvertures servant à l'écoulement des eaux ; la face, qui mord dans le terrain, est armée d'une bande d'acier, de 0^m,01 d'épaisseur, taillée en biseau.

Les godets sont au nombre de 25 et chacun d'eux cube 0^m.125.

Les maillons de la chaîne à la Vaucanson ont 0^m,58 de longueur, 0^m,02 de largeur et 0^m,085 d'épaisseur.

L'arbre qui, par sa rotation, provoque le mouvement des godets, a une section carrée de 0^m,50 de côté.

La disposition et les dimensions des roues dentées et des poulies de renvoi sont indiquées dans la planche XVII.

La machine à vapeur est à moyenne pression, sans détente ni condensation ; la vapeur s'échappe, après avoir exercé sa pression sur le piston, par la cheminée du foyer et y active le tirage.

Le piston a un diamètre de 0^m,50 ; sa course est de 0^m,50.

La surface de chauffe est de 21^m²,84.

Mode suivi pour opérer le draguage. — Pour effectuer l'opération du draguage, on commence par descendre les élinde, en déroulant les chaînes du treuil fixé à l'avant du bateau; ce mouvement de descente se poursuit jusqu'à ce que les godets mordent de 0^m.40 à 0^m.50 dans le sol : la résistance que les hottes rencontrent est vaincue par la tension des chaînes.

En même temps que s'opère cette première manœuvre, on déplace le bateau latéralement, de manière à obtenir l'enlèvement d'une bande de 0^m.50 de profondeur, de 0^m.40 à 0^m.50 d'épaisseur, s'étendant sur toute la largeur du chenal.

Après avoir extrait cette bande, le dragueur avance en se halant sur le toueur, et l'on obtient ainsi une série de tranches parallèles dont l'ensemble forme une couche horizontale de 0^m.50 d'épaisseur, sur tout l'emplacement à draguer.

Le mode de travail que nous venons de décrire et qui consiste, en réalité, à faucher le sol, est celui qui produit les effets les plus avantageux dans les terrains durs que nous avons rencontrés.

Dans la vase molle, la plus grande somme de travail utile s'obtient en creusant une espèce de puisard où s'éboulent les matières environnantes, sans consistance; dans un sol résistant, on formerait par cette méthode des excavations d'où les godets ne pourraient sortir qu'en attaquant une couche trop épaisse, trop solide, et dès lors, on exposerait la machine à des chocs qui la détruiraient rapidement.

Il faut, à cause du niveau variable de la marée, une certaine habitude pour régler le mouvement des élinde; j'ai constaté cependant qu'un ouvrier intelligent et habile acquiert promptement l'aptitude nécessaire à cette opération.

La vitesse à donner aux godets varie avec la nature du sol à extraire : dans les terrains durs, elle doit être moindre que dans ceux qui n'offrent qu'une faible consistance.

Il existe, pour une même nature de terrain, une vitesse qui produit le maximum d'effet utile et qu'il convient de ne

pas modifier : si la rapidité est trop grande, les matières, sollicitées par la force centrifuge, ne parviennent pas à s'échapper à temps ; si, d'autre part, le mouvement est trop lent, le terrain ne cède qu'avec difficulté.

Pour les terrains durs de l'Escaut, formés de tourbe et de sable, nous avons compté qu'il ne fallait pas dépasser cinquante tours de la manivelle à la minute ; pour la vase molle on peut aller jusqu'à soixante tours.

Le travail journalier, de huit heures, obtenu par le dragueur, s'élève, en moyenne :

Pour les terrains compacts, à	200 ^{m³}
Id. vaseux, à	300 ^{m³}

Effet de la machine à vapeur. — L'effet théorique produit par la vapeur en 1'', est :

$$T'_m = V(h - h') = \pi r^2 v (h - h') \quad (1)$$

T'_m , travail développé par la vapeur dépensée en 1''.

$V = \pi r^2 v$, volume engendré par le piston, ou volume de vapeur dépensé par 1''.

h , pression absolue de la vapeur dans le cylindre.

h' , pression derrière le piston.

Le travail moteur pratique s'obtiendra en affectant T'_m d'un coefficient pratique k qui dépend des résistances de la machine.

L'équation (1) deviendra :

$$T_m = kT'_m = k\pi r^2 v (h - h') \quad (2)$$

T_m , travail moteur pratique.

$k = 0,70$.

Le diamètre et la vitesse du piston ont été établis précédemment.

Remplaçant, dans l'équation (2), les lettres par leurs va-

leurs numériques, il vient, pour une pression de 3 atmosphères dans le cylindre.

$$T_m = 0,795$$

ce qui correspond à :

$$\frac{795}{75} = 10,60 \text{ chevaux-vapeur.}$$

Le volume de vapeur dépensé par 1" est :

$$0^m^3,059$$

et par heure

$$212^m^5,400.$$

Le poids d'un mètre cube de vapeur à 3 atmosphères étant

$$1^k,615$$

on a :

$$212,4 \times 1,615 = 345^k,026.$$

Comptant $\frac{1}{100}$ de perte, la dépense de la vapeur sera :

$$360^k,178,$$

quantité qu'il faut augmenter d'un dixième, pour tenir compte du refroidissement de toutes les pièces; on obtient alors :

$$397^k \text{ en nombre rond.}$$

La force de la machine étant de 10,60 chevaux-vapeur, nous aurions :

$$37^k,45 \text{ par cheval-vapeur.}$$

Admettons que 1^k de houille produise 5^k,50 de vapeur; pour obtenir la force de 10,60 chevaux-vapeur, on brûlera :

$$\frac{397}{5,5} = 72^k,18 \text{ par heure.}$$

Nous avons constaté que l'on brûle en moyenne, en huit heures, 7 hectolitres de charbon, ce qui correspond à un poids de :

$$7 \times 942 = 658^k,40$$

ou à :
$$\frac{658,40}{8} = 82^k,30$$

quantité qui diffère de 10^k du résultat obtenu théoriquement.

En supposant que la machine ait pris un mouvement uniforme, on a, entre le travail moteur et les divers travaux résistants, la relation suivante :

$$T_m = T_r + T_u \quad (5)$$

T_m , travail moteur.

T_r , travail engendré par les résistances passives.

T_u , travail utile.

Le travail T_r peut être diminué en ayant soin d'éviter les chocs et de réduire, par le graissage, le frottement des surfaces en contact.

En examinant le dragueur du sieur Tilkin, on reconnaît qu'il existe certaines résistances passives qu'il serait aisé de faire disparaître entièrement, et d'autres dont on pourrait affaiblir le degré d'énergie.

Et en effet :

1° Les élinde pèsent sur l'axe de rotation qui provoque le mouvement des godets. Par cette disposition, il se produit aux tourillons de l'arbre un frottement très-considérable.

Pourquoi ne pas l'éviter en fixant les élinde à un axe indépendant de celui qui engendre le déplacement des hottes?

2° J'ai observé que le sable que l'on extrait se loge dans les coussinets des roulettes des godets et, par sa nature corrodante, use les tourillons après un temps très-court.

Ne peut-on adopter certains dispositifs de nature à arrêter en tout ou en partie la pénétration du sable?

Le travail T_u se compose de celui qui est nécessaire :

- 1° Pour que les godets mordent dans le sol;
- 2° Pour l'élévation des matières dévasées.

Le premier ne saurait se calculer; quant au second, on l'obtient avec un certain degré d'approximation.

En une journée de huit heures, on élève, en moyenne, 200^m de sable, à une hauteur de 6^m,75.

Le travail dépensé pour l'élévation du sable sera donc

$$P \times 200 \times 6.75 \quad (4)$$

$$P = 1900, \text{ poids du mètre cube de sable.}$$

On obtient pour la valeur de l'expression (4)

$$2565000 \text{ k}^m.$$

D'autre part, le travail moteur a pour expression :

$$T_u = 795 \times 3600 \times 8 = 22896000.$$

Et le rapport entre le travail moteur et le travail réellement productif, sera

$$\frac{2565}{228960} = 0,11.$$

De ces considérations il résulte qu'une partie fort notable du travail moteur est utilisée à détruire les résistances passives et à faire mordre les godets dans le sol.

Détail estimatif du bateau dragueur Tilkin.

1. Bateau proprement dit	25000 fr.
2. Machine horizontale, y compris chaudières, engrenages, essieux de commande	12000
5. Appareils de draguage	10800
4. Objets divers	2200
Total	50000 fr.

Dans cette estimation, nous avons tenu compte du bénéfice des constructeurs.

*Évaluation du prix du mètre cube de dragage de sable ver t.
Dépense journalière y compris le personnel.*

Un employé.	fr.	3.00
Un mécanicien.		3.00
Un aide mécanicien		3.00
Un chauffeur		4.00
Un chef dragueur		5.00
Trois aides manœuvres.		9.00
Un commissionnaire.		2.00
Un veilleur le dimanche		0.50
7 hectolitres de charbon à fr. 4.95		15.64
3/4 de litre huile de pied de bœuf à fr. 4.60.		4.20
Détérioration journalière des cordages		3.00
Intérêt et amortissement du capital de 50000 fr., va- leur du bateau dragueur, à raison de 12 p. %		16.67
Dépense journalière totale. . .		68.02

Le cube effectué journellement peut être estimé, en moyenne, à 200 mètres.

$$\text{D'où } \frac{68.02}{200} = \text{prix du mètre cube dragué. } 0.54$$

Prix des allèges par mètre cube pour transport et déchargement		0.60
Total. . .		0.94

Évaluation du mètre cube de vase draguée.

Le cube de vase extraite par jour est de 300, en moyenne.

Le prix par mètre cube déposé dans les allèges, est

$$\text{donc } \frac{68.02}{300} 0.23$$

Prix des allèges, par mètre cube, y compris transport et déchargement.		0.60
Total. . . .		0.83

Le prix du mètre cube de matière enlevée est donné, d'une façon générale, par l'expression

$$P = \frac{p}{c} + p_1 \quad (a)$$

$$c = \frac{C}{n} \quad (b)$$

P, prix du mètre cube de matière draguée;
p, dépense journalière du dragueur;
c, cube dragué journallement;
p₁, prix des allées par mètre cube;
C, cube total de draguage à effectuer;
n, nombre de jours dans lequel le cube *c* a été dragué.

Nous allons examiner successivement le degré d'importance de ces diverses quantités relativement au prix du mètre cube de draguage.

La dépense journalière de la machine, représentée par *p*, doit évidemment être réduite autant que possible : à cet effet, il convient de calculer les dimensions de la drague de manière qu'elle suffise à extraire le cube déterminé, qu'il s'agit d'enlever annuellement et de n'employer que le personnel absolument nécessaire à la manœuvre.

La dépense résultant des allées est représentée par *p₁* : lorsque les produits du draguage doivent être transportés à un point déterminé, ce prix est fixe : dans les circonstances actuelles, il peut être considérablement réduit, en recourant à l'un des deux moyens suivants :

1° On pourrait vendre les vases qui seraient ensuite transportées, par le canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, vers la Campine, pour les utiliser comme engrais.

Cette idée n'est pas neuve ; elle a déjà reçu son exécution dans différentes localités et amené d'excellents résultats.

Les vases draguées au bassin de Hocht ont été transportées, par le canal de Maestricht à Bois-le-Duc jusqu'à Neer-

pelt, à environ 11 lieues du point de départ, et répandues sur les bruyères.

Les attérissements de l'Escaut sont formés d'argile qui contient des principes fertilisants.

Le défaut saillant des terres siliceuses, c'est leur peu de cohésion : elles ne retiennent ni l'humidité ni les engrais.

On conçoit que l'emploi de l'argile fasse disparaître ce défaut : elle retient l'eau, les dissolutions des matières organiques, et le gaz ammoniacal.

En mélangeant à 150 mètres cubes de vase de l'Escaut, 2 mètres cubes de chaux, on formerait un excellent compost qui, après avoir hiverné, suffirait pour fumer un hectare de terrain.

2° On pourrait, si l'on désirait se débarrasser des vases molles, les recueillir dans des bateaux à fond mobile et les déverser dans le courant de l'Escaut ; on économiserait ainsi le déchargement.

Le cube *c*, ou le cube journalièrement effectué, varie avec *C* à draguer et le nombre de jours dans lequel le travail a été opéré.

Le cube *C*, à enlever annuellement au port d'Anvers, dans les bassins et les chenaux, est sensiblement constant, et peut être évalué comme suit :

Une somme de 20,000 francs est affectée annuellement au curage des anciens bassins et de leurs dépendances : ce travail s'opère à la drague à la main et revient à fr. 1,80 le mètre cube.

Le cube dragué est donc	$\frac{20000}{1,80} =$	11111 ^{m³}
Nouveaux bassins	$110 \times 70 \times 0.12 =$	924
Chenal d'accession	$56 \times 75 \times 0.01 \times 565 =$		9855
Musoirs	$56 \times 50 \times 0.01 \times 565 =$		6570
Total.			<u>28460</u>

soit 29000 en nombre rond.

L'attérissement du bassin a été évalué d'après la moyenne fournie par l'envasement de deux années.

J'estime l'attérissement journalier du chenal et des musoirs à une couche de 0^m,04 d'épaisseur : cette estimation m'a, jusqu'à ce jour, donné un résultat fort approché de la réalité.

On objectera peut-être que l'on réduira les envasements en profitant des chasses; il est possible que, par ce moyen, on obtienne quelque succès, mais je doute qu'il soit sensible; à mon avis, la longueur et la section du chenal des musoirs sont trop considérables pour que les sables puissent être rejetés dans le courant de l'Escaut.

La valeur n représente le nombre de jours dans lequel le dragage peut être effectué. Cette quantité varie nécessairement avec la force de la machine.

Nous avons vu qu'en un jour on enlève 300 mètres cubes de vase : n sera donc égal à :

$$n = \frac{29000}{300} = 97 \text{ jours.}$$

Voyons maintenant si, dans ces conditions, il y a avantage à effectuer le dragage au moyen du bateau Tilkin, ou de la simple drague manœuvrée à la main.

Les diverses quantités entrant dans l'équation (a) ont respectivement pour valeurs : $p=113,21$, dépense, intérêt et et amortissement de la machine, répartis sur 97 jours.

$c=300^m$, cube effectué journallement.

$p_1=0,60$, prix des alléges par mètre cube.

On obtient pour P :

$$P = \frac{115.21}{500} + 0.60 = 0.58 + 0.60 = \text{fr. } 0.98,$$

chiffre de beaucoup inférieur à fr. 4,80, prix payé par l'État pour un mètre cube de vase extraite par la drague à la main.

J'évalue à 250 jours le temps annuel pendant lequel l'état de l'air et celui de l'Escaut permettent d'utiliser le bateau dragueur.

Si le dévasement des attérissements, dans les écluses et chenaux du gouvernement et de la ville était adjugé, l'entrepreneur pourrait, après avoir dragué les 29000 mètr. cubes, en 97 jours, employer la drague à extraire du sable pour remblais, à confectionner du mortier et à approfondir, le cas échéant, certaines passes de l'Escaut; en un mot, il serait toujours possible d'obtenir un travail régulier pendant 250 jours.

L'entrepreneur devrait aussi s'installer de manière à posséder un certain nombre d'allèges à fond mobile.

Dans l'hypothèse où l'adjudicataire du draguage pourrait travailler, sans interruption, pendant 250 jours, on obtiendrait pour le prix du mètre cube :

DÉPENSE JOURNALIÈRE.

Bateau dragueur.

Personnel	fr.	33.80
Charbon et huile		14.85
Usure des cordages		3.00
Intérêt et amortissement, à raison de 12 p. % ₀ , du bateau dragueur, estimé à 50000 fr.		24.00

Allèges.

Personnel		50.00
Intérêt et amortissement, à raison de 12 p. % ₀ , de cinq allèges estimées ensemble à 30000 fr.		14.44
Total. . . fr.		<u>119.79</u>

Le prix par mètre cube sera

$$\frac{119.79}{500} = \text{fr. } 0.40.$$

Les atterrissements constituent une lourde charge d'entretien : il importe de la réduire le plus possible.

Afin d'obtenir les meilleurs résultats, par les procédés les plus équitables, je crois que l'on devrait employer les moyens suivants :

1° Le dévasement serait payé, pendant un an encore, au prix du mètre cube; il serait tenu attachement du cube dragué : on connaîtrait ainsi l'envasement annuel;

2° L'envasement annuel étant parfaitement déterminé, on mettrait le draguage en adjudication publique pour un terme de cinq ans : l'adjudicataire s'engagerait à maintenir, en tout temps, le plafond des ouvrages à une cote telle que la navigation ne pût être entravée.

Anvers, 17 septembre 1861.

