

A. — REVÊTEMENT A PLUSIEURS ÉTAGES DE DALLES A BORRENDAMME (ZÉLANDE).



B. — REVÊTEMENTS DES DUNES A WALCHEREN (ZÉLANDE).

MÉMOIRES

MÉTHODE

POUR LA

DÉFENSE DES DIGUES ET DES DUNES

SYSTÈME DE MURALT

NOTE

DE

M. H. HUYSMAN

Ingénieur civil.

PL. IX A XI.

Maintenant qu'après la forte tempête du 12 mars 1906, qui a occasionné de si cruels dégâts sur les côtes de l'Angleterre, de la Belgique et des Pays-Bas (principalement dans la province de Zélande), — maintenant, dis-je, que partout les digues ont été en grande partie rétablies en état de défense, et que de fortes sommes d'argent ont été dépensées à cet effet, il importe à tous ceux qui sont préposés au service des digues, de prendre connaissance de la toute simple et intéressante application du béton armé de « Métal Déployé » à la défense des digues de mer et des dunes, d'après le système de Muralt, système qui offre, outre son efficacité, le grand avantage d'être peu coûteux.

Ce nouveau système est supérieur à tout autre système de construction de talus en béton ou en pierre de basalte, de Vilvorde, de Tournai ou de Lessines, par la seule raison que la construction d'un talus en béton suivant le système de Muralt empêche la marée de pénétrer sous la défense et qu'elle exclut l'affouillement et l'usure de la base, qui ruinent si souvent les plus fortes défenses contre la mer. La protection en béton rend la force de résistance du talus supérieure à celle d'un talus avec revêtement en pierré.

Outre les avantages mentionnés ci-dessus d'une plus énergique résistance et d'une plus longue durée, le nouveau système en offre encore d'autres, parmi lesquels j'indiquerai les suivants :

1° Le talus « de Muralt » en béton armé est beaucoup moins coûteux que n'importe quel autre en béton, en basalte, en pierré de Tournai ou de Lessines ;

2° Il est à l'épreuve de la tempête, et les frais d'entretien sont nuls ;

3° Il ne requiert nullement pour sa construction que l'on ait recours à un ouvrier habile et expert, comme c'est le cas pour la construction d'un talus en basalte ;

4° Aux endroits éloignés de carrières de basalte, la construction d'un talus « de Muralt » offre l'avantage de fournir du travail aux ouvriers des environs, en même temps qu'elle est moins coûteuse que celle d'un talus en basalte ou en tout autre pierré ;

5° La construction d'un talus d'après le nouveau système empêche toute rupture ou tout fendillement que pourraient causer la gelée ou une chaleur excessive ;

6° Toute défense de dunes au moyen de basalte ou de tout autre pierré nécessite un premier armement en argile, ce qui occasionne de grands frais. Là où l'on applique le système de Muralt, ce recouvrement en argile est tout à fait superflu, ce qui constitue une économie considérable ;

7° Dans la province de Zélande (Pays-Bas), ces talus en béton armé ont clairement prouvé qu'ils sont beaucoup plus résistants que les plus solides talus en basalte, ceux-ci ayant été complètement anéantis par la tempête, tandis que les talus en béton armé, construits tout à côté, restaient intacts sous les plus rudes assauts de la tempête.

Le nouveau système de construction se base principalement sur la devise : « *Divide ut imperes.* »

Jusqu'à l'heure présente, la construction des talus en béton était en « *monolithe* », de sorte que, par suite du rétrécissement du béton, ou sous l'action des forces extérieures, telles que l'affaissement de la base causé par de fortes gelées ou par le choc violent des vagues déferlantes, ou par toutes ces causes réunies, il se produit des fissures énormes dans les talus, qu'elles anéantissent ou détériorent considérablement, ce à quoi l'on ne peut remédier que par un entretien incessant et coûteux.

Dans la province de Zélande, on recouvre le talus sous-marin, jusqu'à la cote de marée basse, de blocs de pierre, et, à partir de là, on commence la construction d'un talus de Muralt, dont voici la description :

La figure 1 montre une vue d'ensemble des dalles en béton armé de faible étendue maintenues en place par des encadrements de béton armé, de sorte que ces dalles sont mobiles tout en restant maintenues sous les recouvrements des encadrements, qui, eux, s'encastrent plus profondément dans le sol que les dalles.

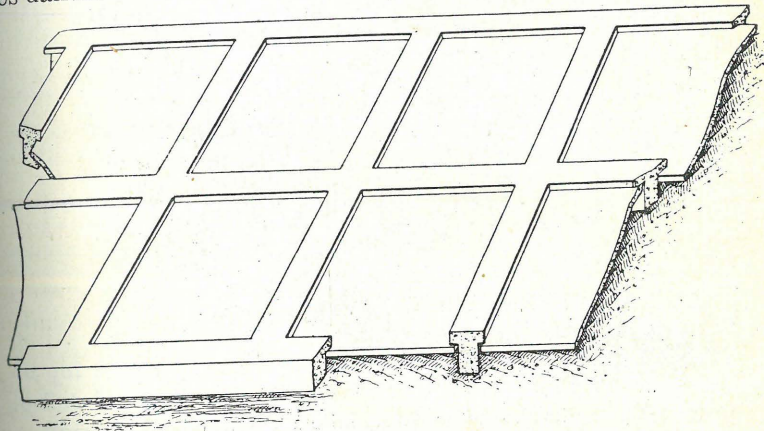


Fig. 1. — Vue d'ensemble : Les dalles sont indépendantes les unes des autres.

Les dalles adjacentes sont parfaitement isolées les unes des autres et complètement détachées des encadrements les entourant.

Tous ces encadrements constituent, pour ainsi dire, un énorme monolithe formant un tout indissoluble, tandis que l'armature de chaque dalle forme un tout à part.

Il est donc évident que non seulement le talus se divise en dalles et en encadrements, mais encore que le sol a été divisé en de grands carrés, de sorte que le talus et le sous-sol ont été fissurés avant que les forces de la nature se mettent à l'œuvre.

Il faut que la gelée soit bien forte pour pénétrer jusqu'à 0^m.90 dans un terrain découvert. Or, il a été prouvé qu'une pareille gelée ne descend pas à plus de 0^m.10 sous un radier de béton de 0^m.10 d'épaisseur, et il n'est pas superflu d'ajouter que cette congélation du sous-sol n'exerce aucune influence sur les dalles, ni sur l'encadrement qui les couvre. Chaque section ou case du sous-sol du talus est pour ainsi dire enfermée dans une cave et est, par conséquent, parfaitement isolée de la section adjacente.

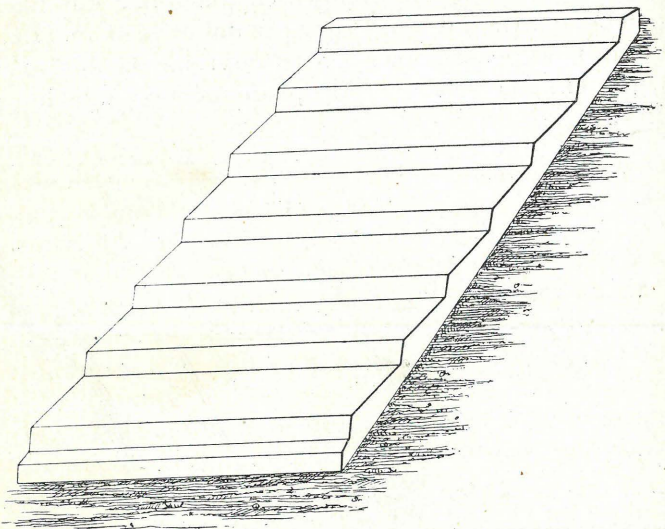


Fig. 2. — Vue d'une dalle à gradins

Il s'en suit que la résultante des forces extérieures, agissant sur chaque dalle, est limitée à un minimum et que la dilatation de chaque dalle et section pourra se faire sans causer de dégâts, vu la mobilité de chaque dalle dans les limites que lui trace son encadrement en béton armé.

L'ouvrage construit en béton tout près de la ville que j'habite, ne montre pas la moindre fissure, bien qu'il ait passé le mémorable hiver de 1905-1906.

Quant à la construction d'un talus « de Muralt », elle se fait de la manière suivante :

Pour certaines raisons données plus loin, il est recommandé que la surface supérieure des dalles soit en forme de gradins (fig. 2).

D'abord on fixe les deux grosses poutres (fig. 3) au moyen de barres de fer au haut et au bas. Ces poutres sont taillées en crémaillères afin de pouvoir donner aux dalles la forme d'un escalier dont les différentes marches permettent au piéton l'accès des talus à pente de 1 sur 1. En outre, ces marches brisent la lame et font que celle-ci monte et déferle moins haut,

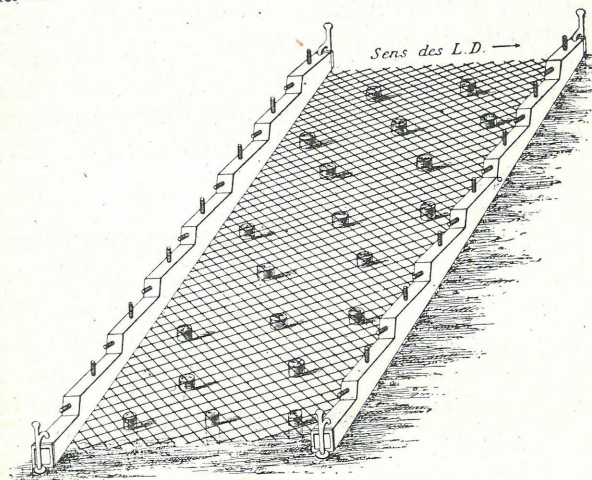


Fig. 3. — Les deux poutres en place.

ce qui est de grande importance pour les digues de mer où le le flot dépasse souvent la cote des hautes marées.

Puis on enfoncera entre les deux grosses poutres les pieux en chêne de petite longueur (fig. 3), dont la tête émerge de la base de 0^m.025 environ. C'est sur ces pieux que l'on pose et fixe une feuille de « métal déployé » mesurant 2^m.400 sur 1^m.800.

Au cas où l'on construirait le talus sur une base sablonneuse, par exemple contre les dunes, on établira d'abord un paillage par exemple (planche X, vue C). La paille est répandue régulièrement sur le talus de sable et fixée au moyen de bandes de paille tressée qu'on fera entrer dans le sol à des intervalles de 0^m.20.

Au cas où la construction du talus « de Muralt » se ferait sur

le talus inférieur d'une digue de mer, il sera également fort utile de couvrir l'argile d'un paillasonnage.

Dans le premier cas, le paillasonnage sert à empêcher la détérioration du talus sous les pieds des ouvriers pendant le travail; dans le second cas, il empêchera que la marée montante ou descendante ne cause des dégâts pendant la construction du talus.

Certains ingénieurs qui, après le 12 mars, ont appliqué le nouveau système à la construction de talus supérieurs, donc à des endroits que l'eau n'atteint que dans de grosses tempêtes, et où, par conséquent, pendant la durée de la construction — l'été —, il ne saurait être question d'attaque par l'eau, des ingénieurs, dis-je, ont pourtant là aussi recouru au paillasonnage, uniquement pour empêcher la congélation de la base. *Je suis convaincu que le paillasonnage est ici complètement superflu, vu que le système « de Muralt » tient compte du gel.*

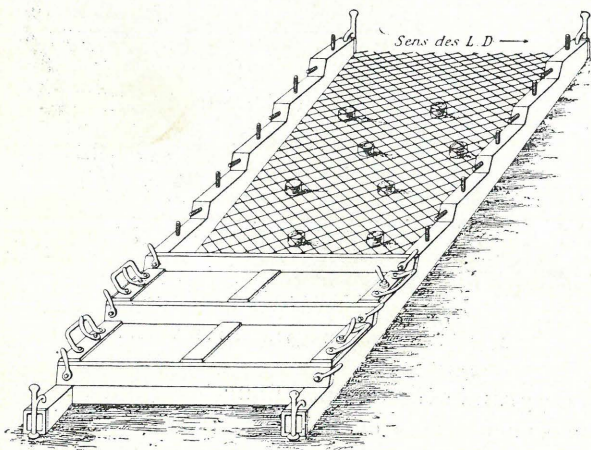


Fig. 4. — Les deux premières marches sont bétonnées et recouvertes de leurs planches boulonnées. La troisième contremarche est en place.

Immédiatement après qu'on aura posé la feuille de « Métal Déployé » (une autre armature métallique n'est pas exclue, mais sera plus coûteuse, moins efficace et beaucoup plus difficile à appliquer), on fixera aux deux poutres les lattes sur champ ou contremarches (fig. 4 et pl. X, vue « D ») au moyen d'écrous. Puis on commencera à remplir de béton la travée, en partant d'en bas.

Le dosage du béton en contact journalier avec la marée est de : Portland 3, sable 5, gravier 8, trass 1/2.

Pour les talus que la marée n'arrose que de temps en temps et qui sont donc situés au-dessus de la cote de haute marée, le dosage du béton est de : Portland 1, sable 3, gravier 5.

Le raffermissement ou battage du béton est clairement exposé par les vues « D, E, F et G », pl. X.

Dans la province de Zélande on se sert d'eau de mer et du sable des bancs pour préparer ce béton, et, partout, les travaux en béton offrent un aspect supérieur.

Comme pilons, on se sert de petites masses en fonte, hautes de 0^m.12 de la section d'une maille du « Métal Déployé » environ, et munies d'une manche en bois.

Aussitôt qu'on aura rempli et raffermi une travée, on la recouvre d'une planche (fig. 4 et pl. X, vues « E et F ») et on achèvera de cette façon les travées les unes après les autres.

La vue « D », planche X, montre sur la gauche une dalle entièrement recouverte du moule en bois. Après quelques minutes par un temps sec, après environ 20 minutes, on détachera et enlèvera le moule (vue « D » à droite, pl. X) et l'on obtiendra les dalles.

Il ne faudra pas oublier de frotter dûment d'huile tout le bois qui sera mis en contact avec le béton.

Après le montage d'un certain nombre de dalles ou de toutes les dalles, on commencera à construire l'encadrement. Il faut avant tout que les dalles soient devenues bien dures, car la dalle et son encadrement doivent être détachés, sinon isolés l'un de l'autre, d'une manière complète, bien que les jointures soient invisibles à l'œil nu du profane après l'achèvement de l'ouvrage.

Pour la construction de l'encadrement, on creusera, tout à l'entour des dalles, des fossés ou couloirs (fig. 5 et vues « D et G », pl. X).

En talutant les dunes, il sera bon de commencer la construction de l'encadrement du pied du talus aussitôt que les dalles auront été achevées et de procéder ensuite vers la crête; donc de bas en haut.

Là où le sous-sol est de sable, on ne saurait trop recommander d'arroser modérément le sable avant de creuser le couloir, sans toutefois le rendre trop humide.

Après que l'on aura creusé les couloirs, on posera les poutres en les retournant sur les rebords des dalles (fig. 5 et 6, vues D et G, pl. X), en ayant soin que les dalles dépassent les poutres de 5 centimètres environ.

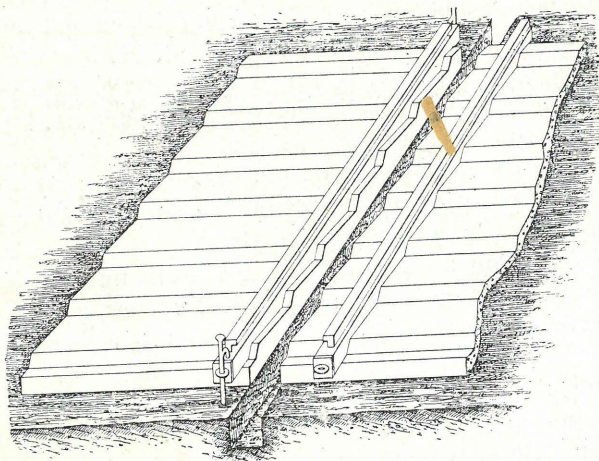


Fig. 5. — Fossé préparé.

Pour les talus de 1 sur 1, on fixera sur ces poutres, au moyen de vis, deux encastresments pour y glisser des lattes ou planchets (fig. 6), après qu'on aura rempli l'encadrement de béton fraîchement préparé.

Pour les talus moins raides que 1 sur 1 (vue G, pl. X), on aplatira et égalisera le béton simplement au moyen d'une planchette. Les encastresments horizontaux seront construits et aplatis au moyen de lattes à rebord.

C'est en armant les encastresments qu'il s'agit de procéder avec la plus minutieuse circonspection, et c'est surtout là où les encastresments couvrent en partie les dalles qu'il faut une armature en « métal déployé » ou en autre fer.

Pour plus amples détails et explications, je crois pouvoir de contenter de renvoyer le lecteur intéressé aux dessins schématiques (pl. IX, et aux vues des, pl. X et XI) et hors texte;

La vue H, planche X, représente un talus « de Muralt » tel qu'il a été appliqué contre une digue de mer aux environs de la ville de Brouwershaven, dans la province de Zélande (Pays-Bas).

Le 12 mars 1906, la tempête faillit rompre à cet endroit l'ancienne digue et réussit à anéantir le revêtement en pierré de Vilvorde; immédiatement après ce désastre, on a muni cette section de digue d'un talus « de Muralt » coûtant fr. 6.50 par mètre carré, avec armature de « métal déployé n° 15 ».

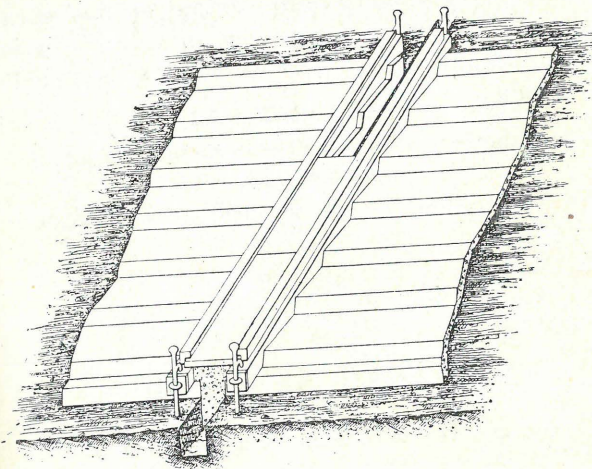


Fig. 6. — Exécution de la poutre de l'encastrement en béton.

La vue I, planche X, représente le revêtement « de Muralt » appliqué au talus inférieur d'une digue tout près de la ville de Zierikzee, chef-lieu de l'île de Schouwen, province de Zélande (Pays-Bas). Ce talus, terminé en septembre 1905, a été rudement assailli depuis par nombre de fortes tempêtes. Les talus adjacents en basalte furent fortement endommagés, tandis que le talus « de Muralt » demeura complètement intact. Ici le coût s'éleva à fr. 7.60 par mètre carré, avec une armature en « métal déployé n° 9 ».

La vue J, planche XI, représente une dune qui fut rudement assaillie par la tempête, tandis que la vue K, planche XI, représente cette même digue avec un revêtement en béton armé de « métal déployé » construit d'après le système « de Muralt ». Ici, le coût de la construction, tout compris, ne monta pas à plus de fr. 7.32 par mètre carré.

En Hollande, le prix du treillis déployé est très élevé; par contre, il est considérablement moins cher en France, en Belgique et dans la Grande-Bretagne, d'autant plus que les usines

de Portland sont situées tout près des endroits où il faudra construire des talus en béton.

Les talus en basalte exigent en Hollande des dépenses de 12 à 22 franc par mètre carré.

Le revêtement « de Muralt » est, à bon droit, le talus tel qu'on en construira dans l'avenir partout où il s'agira de protéger les terres intérieures contre les invasions des eaux de la mer, contre l'affouillement par les marées, contre l'affaissement des berges.

L'INDUSTRIE DU PÉTROLE

EN 1903, 1904 ET 1905 ⁽¹⁾

PAR

Léon DEMARET

Ingénieur principal au Corps des Mines à Mons.

Docteur en sciences.

Ingénieur électricien sorti de l'Institut Montefiore.

Pl. XII.

PREMIÈRE PARTIE.

ORIGINE DU PÉTROLE.

Théorie inorganique. — La réaction du carbure de calcium et de l'eau donnant l'acétylène est bien connue; elle permet de concevoir la formation du pétrole au sein de la terre par la réaction du carbure de fer et de l'eau, mais elle ne donne pas la preuve que la nature aopéré de cette façon.

On ne peut le soutenir, pas plus, dit M. Wöhler, qu'on ne soutiendra, depuis la découverte de la synthèse inorganique de l'urée, que ce mode de formation est celui de l'urée dans les organismes.

M. Popovici (2) a exposé la théorie des « fumerolles », c'est-à-dire des émanations gazeuses produites par les laves volcaniques lors de leur refroidissement.

A mesure que les laves s'éloignent du cratère, et que pro-

(1) Ce travail fait suite aux publications du même auteur :

Les principaux gisements de pétrole du monde (*Annales des Travaux publics de Belgique*, octobre 1903).

L'industrie du pétrole en 1902 (*Ibidem*, février 1904).

(2) *Ein betrag zur kennntniss des romanischen Petroleum's*. Bukarest, 1905.