

# Avant-projet-détaillé du Canal d'Entreroches

Autor(en): **Martin, W. / Chenaux, A. / Kaempf, Ph.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **40 (1914)**

Heft 17

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-30859>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

à vélos et dans un compartiment postal avec des porte-paquets et un bureau aménagé d'une table avec tiroirs, casiers à lettres, filets porte-paquets, etc.

La plupart des voitures de III<sup>e</sup> classe à 4 essieux sont construites de façon à pouvoir être installée pour le transport des blessés. Les parois latérales ont des portes spéciales permettant l'entrée dans les voitures avec des brancards (fig. 21).

## Avant-projet-détaillé du Canal d'entéroches,

par W. MARTIN, ingénieur en chef des études, à Lausanne, avec la collaboration de MM. A. Chenaux et Ph. Kämpf, ingénieurs.

(Suite et fin)<sup>1</sup>.

### CHAPITRE XIII

#### Installations électriques pour la traction et l'éclairage.

##### A. Traction.

##### I. Effort de traction.

Dans une nappe d'eau rétrécie, un bateau refoule devant lui une onde qui doit passer d'avant en arrière et dont le passage est d'autant plus difficile que la section mouillée est plus étroite. L'effort de traction dépend donc, avant tout, de la forme du canal, de la section immergée du bateau et de la vitesse. Cet effort peut se calculer de la façon suivante :

a) Daubusson donne la formule déjà ancienne

$$T = \frac{k s^2 v^2}{c + 2s}$$

où  $k = 140$  kg.;  $s =$  section immergée du bateau;  $v =$  vitesse;  $c =$  section du canal.

Dans notre cas,  $s = 8 \times 1,75 = 14$  m<sup>2</sup>;  $v = 1,4$  m./sec. (5 km. à l'heure);  $c = 58,8$  m<sup>2</sup> dans le profil normal, 55 m<sup>2</sup> dans le profil rétréci, moyenne = 57 m<sup>2</sup>.

$$T = \frac{140 \times 14^2 \times 1,4^2}{57 + 2 \times 14} = 630 \text{ kg.}$$

Cette formule est plus ou moins empirique et ne donne pas toujours des résultats concordant avec l'expérience. Le chiffre de 630 kg. doit être plutôt pris comme une première approximation.

b) Une formule moderne, utilisée en Allemagne, donne :

$$T = ks \left[ \frac{n}{n - (1 + 0,2 \delta^2 \times v^2)} \right]^{2,25} \times v^{2,25}$$

où  $k =$  coefficient de résistance dépendant du tirant d'eau;  $s =$  section immergée du bateau;  $n = c$ ;  $\delta =$  coefficient variable;  $v =$  vitesse en m./sec.

Dans notre cas,  $k = 9$ ;  $n = 57 : 14 = 4,05$ ;  $\delta = 0,75$ .

$$T = 9 \times 14 \times \left[ \frac{4,05}{4,95 - (1 + 0,2 \times 0,75^2 \times 1,4^2)} \right]^{2,25} \times 1,4^{2,25} = 530 \text{ kg.}$$

Les résultats d'expérience montrent toutefois que les coefficients adoptés sont trop forts et que, dans des cas semblables au nôtre, il faut réduire la valeur donnée par la formule de 1 : 10 environ. On obtiendrait ainsi

$$T = 520 \text{ kg.}$$

c) Une autre formule moderne, également utilisée en Allemagne, donne

$$T = \varphi \times 1000 \times S \times \frac{v^2}{2g} \times \left( \frac{n}{n-1} \right)^2$$

où  $\varphi =$  coefficient variable;  $S =$  section immergée du bateau en m<sup>2</sup>;  $v =$  vitesse en m./sec.;  $g = 9,81$ ;  $n = c : s$ .

Pour des bateaux de canaux bien construits, on peut admettre  $\varphi = 0,21$  à 0,27; pour  $\varphi = 0,21$ ;

$$T = 0,21 \times 1000 \times 14 \times \frac{1,4^2}{2 \times 9,81} \times \left( \frac{4,05}{3,05} \right)^2 = 520 \text{ kg.}$$

d) Etant donné l'incertitude qui règne sur l'application de ces différentes formules, nous avons adopté  $T = 550$  kg.; c'est une valeur moyenne qui paraît se rapprocher assez de la réalité.

Mais  $T$  est l'effort de traction compté dans la direction du mouvement. Nous avons à calculer  $T$ , c'est-à-dire l'effort de traction dans le câble qui est  $T_1 = T : \cos \alpha$ . Comme on admet  $\alpha$  maximum = 15°,  $T_1$  max. = 570 kg.

##### II. Puissance des tracteurs.

Les tracteurs doivent être prévus pour remorquer en palier et à la vitesse maximum de 5 km. à l'heure les chalandes chargées de 600 tonnes. Ils doivent, en outre, pouvoir circuler à vide sur des rampes de 7 ‰.

##### III. Traction électrique.

La traction électrique telle qu'elle sera établie en deuxième période, a fait l'objet d'une étude très sérieuse par les Ateliers de construction d'OERlikon, bureau de Lausanne. Cette société nous a remis un mémoire complet accompagné d'un devis des installations projetées, dont nous donnons ici un résumé.

a) *Tracteurs.* — Les tracteurs se composent d'un châssis avec cabine de commande à une extrémité, reposant sur un boggie à 2 essieux moteurs et sur un essieu convergent. Ils sont pourvus de 2 moteurs de 8 HP, représentant une puissance de 16 HP mesurée à la jante des roues, et absorbant un courant de 30 ampères sous une tension de 550 volts.

Le châssis porte un treuil commandé par un troisième moteur et auquel se fixe le câble de traction. Le tambour du treuil est couplé au moyen d'un embrayage à friction réglé de façon à glisser dès que la traction dans le câble dépasse 1200 kg. Un mât, mobile autour d'un axe horizontal, soulève le câble jusqu'à une hauteur de 3 m. 75 au-

<sup>1</sup> Voir N° du 25 avril 1914, page 88.

dessus des rails afin de le faire passer au besoin par-dessus un obstacle quelconque.

La prise de courant se fait par un archet, construit pour de grandes différences de hauteur du fil de contact.

b) *Fourniture de courant.* — Il a été prévu l'emploi du courant continu. La ligne aérienne se compose d'un fil de contact de 50 mm<sup>2</sup> et de 2 ou 3 fils d'alimentation de 50 mm<sup>2</sup> de section chacun (3 sur le parcours Lussery-Yverdon).

c) *Sous-stations transformatrices.* — Trois sous-stations seront établies le long du canal aux mêmes emplacements que les dépôts. L'énergie qu'elles auront à fournir est indiquée dans le tableau suivant :

CIRCUITS ALIMENTÉS			SOUS-STATIONS		
Désignation	Nombre de trajecteurs en circuit <sup>n</sup>	Ampérage absorbé	Désignation	Ampérage total	Energie en kw.
Lac Léman-Echandens	8	240	Echandens.	480	264
Echandens-Vufflens . .	8	240			
Vufflens-Lussery . . .	9	270	Lussery. . .	720	400
Lussery-Orbe. . . . .	15	450			
Orbe-Yverdon . . . . .	14	420	Yverdon . . .	480	264
Yverdon-Lac de Neuchâtel .	2	60			

Chaque sous-station sera pourvue de groupes convertisseurs de 130 kw., composés d'un générateur à courant continu de 130 kw., d'un moteur à courant triphasé de 190 HP et d'un transformateur à courant triphasé de 180 kw. de puissance.

A Echandens et à Yverdon, il y aura 3 groupes et à Lussery 4. Ainsi, chaque sous-station aura ses machines de réserve. Le matériel de réserve nécessaire pour un groupe pourra servir aux machines des trois sous-stations indistinctement. Les lignes seront installées pour que les 3 sous-stations puissent fonctionner en parallèle. La surveillance des sous-stations peut être faite presque entièrement par le personnel des écluses.

d) *Variante.* — Au lieu d'employer du courant continu, on pourrait utiliser du courant triphasé. Il faudrait alors 6 sous-stations le long du canal, mais les frais d'établissement de la ligne seraient un peu moindres, car on pourrait se contenter de 2 fils de contact de 50 mm<sup>2</sup> de section. Le prix des tracteurs est sensiblement le même dans les deux cas.

#### B. Eclairage.

Au début de l'exploitation, on ne circulera évidemment que de jour. Mais comme les horaires supposent un mouvement continu, de jour et de nuit, il deviendra nécessaire à un moment donné d'éclairer le canal.

Les Ateliers d'Oerlikon nous ont fourni, avec l'étude

de la traction, un projet d'éclairage électrique, dont nous donnons un résumé comme suit :

Pour la partie courante du canal, les lampes seront réparties uniformément sur la longueur totale de 37 km. et placées tous les 250 m. du même côté du canal. Pour les écluses, il faut compter 3 lampes pour chacune des 6 écluses étagées et 2 lampes pour l'écluse d'Yverdon. Au total, nous avons donc  $148 + 20 = 168$  lampes.

On peut employer, soit des lampes à arc de 800 bougies à longue durée d'éclairage, soit des lampes à filaments métalliques de 600 bougies. Les frais d'établissement et la dépense d'énergie sont à peu près les mêmes dans les deux cas; mais l'entretien est considérablement plus simple dans le second cas. Donc, si le courant fourni est très stable, la solution avec lampes à filaments métalliques est plus avantageuse.

La puissance absorbée est de 160 kw. Il a été prévu 4 transformateurs principaux de 40 kw., à courant monophasé, pour abaisser la haute tension du courant fourni, à une tension de distribution de 2000 volts. Cette tension permet la distribution avec du fil de 6 mm., tandis qu'une tension inférieure nécessiterait des fils beaucoup trop gros. Avec chaque lampe, il y aura ainsi un petit transformateur spécial d'une puissance de 900 watts.

#### CHAPITRE XIV

#### Ports de commerce.

##### I. Généralités.

Nous avons prévu le long du canal trois ports de commerce principaux, à Cossonay, Orbe et Yverdon, et sur le lac Léman un port nouveau pour la ville de Lausanne. Rien n'empêchera cependant de créer sur le canal des ports secondaires, au fur et à mesure des besoins, et d'y arrêter les bateaux comme on voudra. Il suffira pour cela d'élargir la cuvette en des endroits convenablement choisis.

Comme les ports ne seront probablement pas construits ni exploités par la même compagnie que le canal, nous en avons fait une étude séparée, et nous avons établi le coût de chacun d'eux indépendamment du coût du canal.

##### II. Port de Cossonay.

Le port de Cossonay est constitué par un bassin parallèle au canal, de 250 m. de long sur 35 m. de large, au niveau du bief de Vufflens-Cossonay. Il peut recevoir au maximum 5 bateaux. Destiné surtout aux échanges avec le chemin de fer, il est directement relié à la gare de Cossonay par une simple prolongation de voie, mais il est mis aussi en communication par une route d'accès spécialement construite avec la route cantonale n° 251 de Lausanne à Jougne. Le quai étant très élevé au-dessus du plan d'eau, différence de niveau 12 m., il sera nécessaire d'employer une grue de construction spéciale, ressemblant à celles qu'on utilise actuellement au port de Bâle.

##### III. Port d'Orbe.

Le port d'Orbe est constitué par un bassin parallèle au canal, de 250 m. de long sur 50 m. de large, au niveau du bief de partage. Sur la longueur des quais il peut recevoir

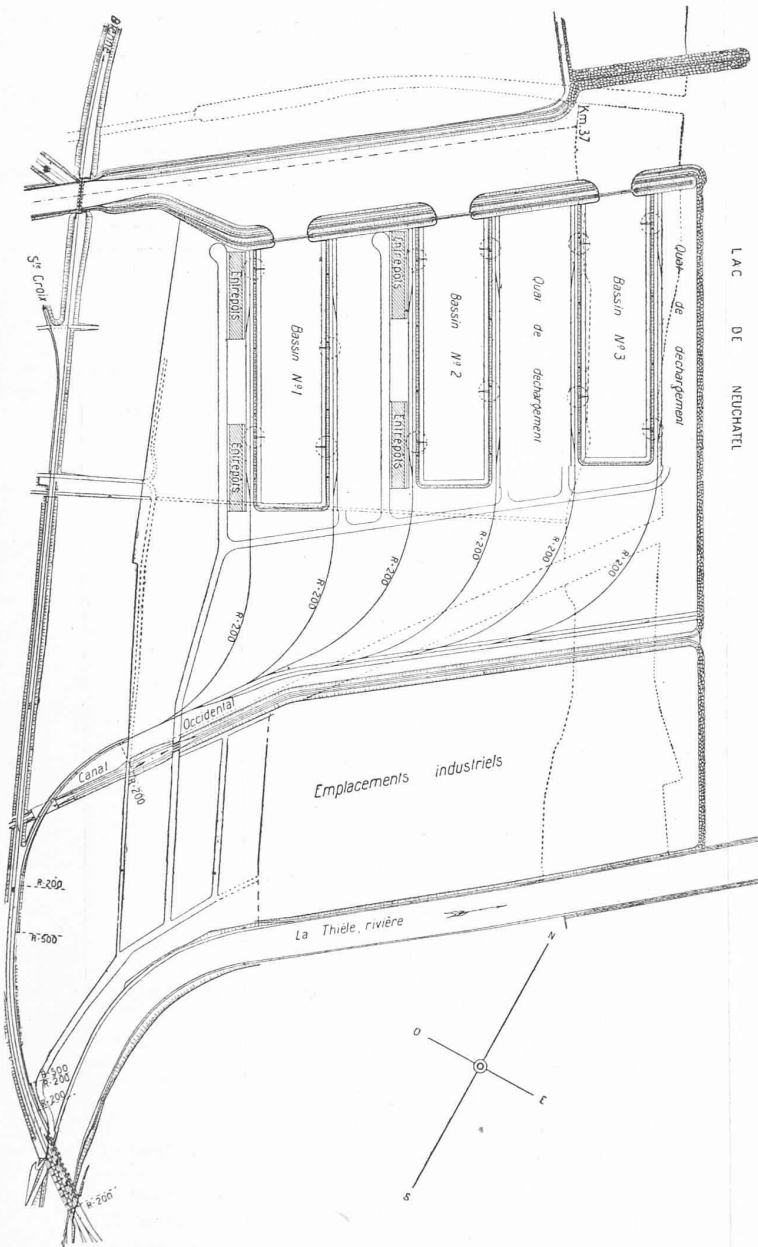


Fig. 11. — Plan du port d'Yverdon — 1 : 8000.

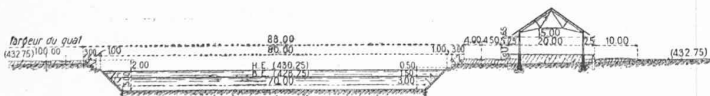


Fig. 12. — Coupe sur bassin et quai — 1 : 1600.

5 chalands, mais, étant donné la largeur du port, on peut très bien en admettre au besoin une double rangée sauf vers l'entrée, c'est-à-dire que le port pourrait contenir au maximum 9 chalands. Ce port est relié, d'une part, au chemin de fer à voie normale Orbe-Chavornay par une voie de raccordement et, d'autre part, à la route cantonale n° 293 d'Orbe à Vuarrens. Les quais sont à la même hauteur que le chemin de halage, c'est-à-dire à 1 m. au-dessus du plan d'eau.

**IV. Port d'Yverdon.**

Le port d'Yverdon est le plus important du canal, surtout au point de vue des échanges avec le chemin de fer. Installé le plus simplement possible au début, c'est-à-dire avec un seul bassin, il pourra être agrandi au fur et à mesure de l'augmentation du trafic, jusqu'à comprendre trois bassins (fig. 11 et 12).

Ces bassins sont placés transversalement au canal, le long du bief du lac de Neuchâtel. Chacun d'eux a 300 m. de long, 70 m. de large au fond, 88 m. au niveau des quais et peut recevoir au maximum 16 chalands disposés en deux rangées de 8 m. Le mouillage minimum (en basses eaux) est de 3 m. Les talus sont en deux parties séparées par une banquette. La partie inférieure est protégée par une cuirasse Decauville qui s'élève à 0 m. 50 au-dessus des hautes eaux. Dans la partie supérieure, on a prévu des escaliers pour faciliter la communication entre les quais et les bateaux.

Les quais entre bassins ont 100 m. de largeur; celui du côté du lac a 50 m. Ils sont établis à la cote 432,75, c'est-à-dire 1 m. 50 plus haut que les chemins de halage et 2 m. 50 au-dessus des hautes eaux, soit 4 m. au-dessus des basses eaux. Sur deux d'entre eux, on a prévu des entrepôts de 100 m. de long et 20 m. de large.

Le port est relié à la ville d'Yverdon par une route d'accès établie en prolongement de la rue actuelle des Peupliers et nécessitant un pont à la traversée du canal occidental.

Il est raccordé également à la gare d'Yverdon par une voie normale qui franchit la Thièle sur un pont parallèle au pont actuel du chemin de fer. Le pont sur la Thièle est prévu exactement avec la même disposition que le pont du chemin de fer, à cause de l'aspect et afin de conserver au courant de la rivière la même direction. L'installation des voies dans le port nécessitera la correction du canal occidental, mais seulement lorsqu'on établira le deuxième bassin. Le rayon minimum est de 200 m., la rampe maximum 10‰.

L'espace compris entre le canal occidental corrigé et la Thièle pourra être utilisé avantageusement comme emplacement industriel locatif.

**V. Port de Lausanne.**

a) *Choix de l'emplacement.* — La première idée était de placer ce port dans le voisinage de l'écluse d'Echandens et de le relier à la gare de Bussigny par une voie de raccordement. Une étude sommaire a été faite en plaçant deux bassins dans l'espace compris entre la Venoge et le chemin de fer Lausanne-Genève vers la bifurcation de cette ligne avec l'ancienne voie Morges-Yverdon. C'était le seul emplacement possible dans la région. En étudiant la chose de plus près, on s'est aperçu que cet emplacement présentait de graves inconvénients.

En effet, les bassins devaient nécessairement être au niveau du bief de Saint-Sulpice-Echandens (plan d'eau à 385,75). Ils exigeaient ainsi pour leur établissement

l'exécution d'une tranchée profonde et, ce qui vaut encore moins, une traversée à niveau de la Venoge pour passer du canal dans le port. En outre, l'emplacement était très exigü, ce qui avait le grand inconvénient d'empêcher le développement futur. Il fallait également faire une longue correction de la route cantonale n° 79 de Préverenges à la Croix-de-Plan. Le seul avantage était d'avoir un raccordement relativement court jusqu'à la gare de Bussigny, 500 m. environ à partir des bassins.

Enfin, un gros inconvénient de cet emplacement était de tenir le port très éloigné de Lausanne. Par le plus court chemin, c'est-à-dire en passant par la gare de Renens, il y a à peu près 7,5 km. depuis le centre de la ville, ce qui est trop pour qu'on puisse établir un service de camionnage.

Nous avons cherché une autre solution et avons finalement trouvé que l'emplacement de Vidy au bord du lac Léman était l'endroit qui se prêtait le mieux pour la construction du port de Lausanne.

b) *Port de Vidy.* — Le port complet est prévu avec deux bassins. Il peut être exécuté en deux périodes, avec un bassin pour la première, ce qui est parfaitement suffisant pour le début.

Les bassins sont établis à l'est du Flon, perpendiculairement au lit de ce ruisseau. Chacun d'eux a 300 m. de longueur, 70 m. de largeur au fond, 97 m. 50 au niveau des quais, et peut contenir au maximum 16 chalands, dis-

### Devis.

#### Première Période.

#### Récapitulation.

A. Expropriations . . . . .		1 761 100 —
B. Etablissement du Canal		
a) Terrassements, murs, revêtements de talus, travaux de défense et d'étanchement . . . . .	21 472 100 —	
b) Ecluses . . . . .	5 217 800 —	
c) Prises d'eau . . . . .	222 900 —	
d) Réservoirs de surface et de fond . . . . .	498 800 —	
e) Ponts, ponceaux, aqueducs . . . . .	5 432 600 —	
f) Corrections de routes et chemins . . . . .	153 400 —	
g) Corrections de chemins de fer . . . . .	167 400 —	
h) Rétablissement et transformation d'installations existantes . . . . .	175 400 —	
i) Voie de halage . . . . .	1 124 500 —	
k) Bâtiments . . . . .	239 400 —	
l) Téléphone et signaux . . . . .	77 700 —	34 782 000 —
C. Matériel roulant . . . . .		340 200 —
Total arrondi à Fr. . . . .		36 883 300 —
		36 884 000 —

#### Récapitulation des Ports.

a) Port de Cossonay . . . . .	725 600 —
b) Port d'Orbe . . . . .	217 100 —
c) Port d'Yverdon . . . . .	1 478 800 —
d) Port de Lausanne . . . . .	2 071 900 —
Total, Fr. . . . .	4 493 400 —

#### Première et deuxième Périodes.

#### Récapitulation.

A. Expropriations . . . . .		2 024 100 —
B. Etablissement du Canal		
a) Terrassements, murs, revêtements de talus, travaux de défense et d'étanchement . . . . .	21 711 200 —	
b) Ecluses . . . . .	10 254 100 —	
c) Prises d'eau . . . . .	2 334 400 —	
d) Réservoirs de surface et de fond . . . . .	498 800 —	
e) Ponts, ponceaux, aqueducs . . . . .	5 432 600 —	
f) Corrections de routes et chemins . . . . .	153 400 —	
g) Corrections de chemins de fer . . . . .	167 400 —	
h) Rétablissement et transformation d'installations existantes . . . . .	175 400 —	
i) Voie de halage . . . . .	1 124 500 —	
k) Bâtiments . . . . .	437 900 —	
l) Téléphone et signaux . . . . .	77 700 —	42 367 400 —
C. Matériel roulant et installations électriques		
a) Traction en 1 <sup>re</sup> période . . . . .	340 200 —	
b) Traction en 2 <sup>me</sup> période . . . . .	2 675 500 —	
c) Eclairage . . . . .	142 300 —	3 158 000 —
Total arrondi à Fr. . . . .		47 549 500 —
		47 550 000 —

#### Récapitulation des Ports.

a) Port de Cossonay . . . . .	725 600 —
b) Port d'Orbe . . . . .	217 100 —
c) Port d'Yverdon . . . . .	3 332 000 —
d) Port de Lausanne . . . . .	2 695 600 —
Total, Fr. . . . .	6 970 300 —

posés en deux rangées de 8. Le mouillage minimum (en basses eaux) est de 3 m. Les talus sont en deux parties séparées par une banquette. La partie inférieure est protégée par une cuirasse Decauville qui s'élève à 0 m. 70 au-dessus des hautes eaux. Dans la partie supérieure, on a prévu des escaliers. Par leur orientation, les bassins sont complètement à l'abri des fortes vagues.

Le quai entre bassins a 100 m. de large. Celui du côté du lac 50 m., et le quai intérieur approximativement 40 m. Ils sont établis à la cote 376,75, c'est-à-dire 4 m. 20 au-dessus des hautes eaux (372,55) et 5 m. 30 au-dessus des basses eaux (371,25). Cette cote a été choisie de façon à laisser un espace libre suffisant sous les ponts qui franchissent le Flon. Sur le quai intérieur, on a prévu 2 entrepôts de 100 m. de long sur 20 de large. Dans la partie du port située à l'ouest du Flon, les emplacements entre les voies peuvent être avantageusement loués comme terrains industriels.

Le port est relié par une route d'accès à la route cantonale n° 777 de la Bourdonnette à Lutry par laquelle s'effectueront les camionnages. Il est raccordé, d'autre part, à la gare de Renens et, par là, à la nouvelle gare aux marchandises de Lausanne.

c) *Voie de raccordement de la gare de Renens au port de Vidy.* — Cette voie, longue de 1950 m. jusqu'à l'entrée du port, se détache du raccordement industriel de l'Usine à gaz de Malley au pont sur le chemin de la Tuilerie, coupe dans une forte tranchée le pli de terrain qui domine la Bourdonnette, passe par-dessus la route cantonale n° 1 de Lausanne à Genève à la croisée de cette route avec les routes n° 76 du Moulin de Vaux à la Bourdonnette et n° 777 de la Bourdonnette à Lutry, traverse les prés de Vidy, passe par-dessous la route cantonale n° 778 de la Maladière au Pont de la Chambronne, relevée, pour aboutir au port. Au total, le raccordement exige 4 ponts dont 2 sont prévus en métal et 2 en maçonnerie, sans compter les ponceaux sur le Flon. La rampe maximum est de 25 ‰.

#### CHAPITRE XV

##### Devis.

Tous les travaux à exécuter ont fait l'objet de métrés détaillés, tant de notre part que de la part des maisons qui se sont chargées des projets spéciaux. Nous avons établi une série de prix comprenant les prix moyens actuels applicables dans la région. De cette façon, nous avons pu deviser très exactement le coût du canal, en tenant compte d'un imprévu évalué à 5 ‰ environ du montant calculé.

Nous présentons deux devis, donnant l'un le coût des travaux à exécuter en première période, c'est-à-dire la dépense de premier établissement, l'autre, le coût total du canal complètement achevé. Le devis pour la première période se monte à 36 884 000 francs, ce qui représente une dépense de 996 865 francs par km. Le coût total pour la première et la deuxième périodes s'élève à 47 millions 550 000 francs, soit 1 285 135 francs par km.

Ces sommes peuvent paraître élevées si on les compare au coût moyen de construction des chemins de fer. Mais il ne faut pas oublier que le canal d'Enteroches n'est qu'une section de la voie navigable du Rhône au Rhin et que pour établir un parallèle il faut se baser sur le coût moyen de la ligne de Chancy à Coblenz.

