

# PRIX DE REVIENT

## DES TRAVAUX DE DRAINAGE DES TRANCHÉES

EXTRAITS D'UN RAPPORT DE M. DAIGREMONT, INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES, SUR LES TRAVAUX DE TERRASSEMENT EXÉCUTÉS SOUS SA DIRECTION AU CHEMIN DE FER DE L'EST<sup>4</sup>.

### EXEMPLES ET CAS PARTICULIERS.

**Tranchée de Petit-Croix.** — La tranchée n° 1 n'a que 0<sup>m</sup>,75 de hauteur maximum, et une longueur de 200 mètres; mais elle est tourbeuse, et, avant l'assainissement, on a dû y enfouir 1,500 à 1,800 fascines pour y établir la voie nécessaire au transport des terres. On a, pour l'assainir, creusé un drain à 1<sup>m</sup>,60 en contre-bas de la plate-forme, à travers la tourbe et l'argile plastique; cette argile a été soulevée par la pression des eaux, avant qu'on eût atteint le gravier aquifère sur lequel elle repose; aussi a-t-on été obligé de faire une partie des déblais avec des seaux, et de blinder très-fortement. Le travail exécuté a déjà fait beaucoup de bien, et les drains posés donnent une grande quantité d'eau; cependant, comme la couche aquifère est très-irrégulière, il faudra la couper de nouveau par d'autres drains, pour obtenir un assèchement complet; mais le travail à faire sera rendu plus facile par celui qui est exécuté aujourd'hui. Voici l'estimation des dépenses :

### DÉPENSES FAITES.

Acquisition et transport à pied d'œuvre des tuyaux. . . . .	95 fr. 00 c.
Acquisition et transport à pied d'œuvre des matières filtrantes. . . . .	125        »
Creusement de 260 mètres courants de fouilles, épauements, pose des tuyaux et des matières filtrantes, façon et pilonnage des remblais. . . . .	1,675        »
Transport, pose et dépose des bois de blindage. . . . .	125        »
Surveillance et faux frais. . . . .	48        »
	<hr/>
	2,066 fr. 00 c.

Prix du mètre courant de drain exécuté, à 1<sup>m</sup>,60 de profondeur, dans des circonstances très-difficiles, 7 fr. 94 c.

<sup>4</sup> Voir ce rapport complet et les figures dans le *Nouveau Portefeuille de l'ingénieur*.

## DÉPENSES A FAIRE.

260 mètres courants de drains à 5 francs. . . . .	1,500 fr. 00 c.
Rappel des dépenses faites. . . . .	2,066 00
TOTAL. . . . .	<u>3,566 fr. 00 c.</u>

La longueur totale assainie est de 250 mètres, ce qui met le prix du mètre courant de plate-forme asséchée à 15 fr. 46 c.

**Tranchée n° 2.** — Le sol de la tranchée n° 2 se compose d'une argile jaune et blanche complètement imperméable, reposant sur une couche aquifère composée de sable et de gravier : en approchant de cette couche, dont la sous-pression est d'ailleurs peu considérable, la glaise s'est détremmée sous les pieds des chevaux, et toute la plate-forme s'est trouvée réduite en bouillie, où l'on enfonçait jusqu'au genou; en quelques points même, on aurait eu de la vase jusqu'à la ceinture; les talus ne s'éboulaient point, en raison de la nature imperméable du sol.

L'Entreprise a dû abandonner le chantier, et l'on a attaqué l'assainissement de deux côtés à la fois, 1° par un drainage longitudinal de 1<sup>m</sup>,60 de profondeur moyenne; 2° par un drainage transversal de 125 mètres de longueur et de 5<sup>m</sup>,70 de profondeur maximum : la direction transversale de ce travail a été motivée par la situation de la tranchée à flanc de coteau, et l'on s'est avancé vers le piquet 14<sup>a</sup>, parce que c'était en ce point que les eaux surgissaient avec le plus d'abondance. Le succès de l'opération a été tel, que, trois jours après l'achèvement du drain transversal, la plate-forme s'est trouvée parfaitement sèche et praticable aux chevaux.

En septembre, c'est-à-dire pendant la saison où les sources donnent le moins, on a mesuré, à la sortie du drain, un débit de 160 litres par minute, soit de 250<sup>m5</sup> par jour : au printemps, on peut compter sur un débit doublé ou triple.

Il ne reste plus, pour compléter l'assainissement de cette tranchée, qu'à prolonger le drainage de la plate-forme du piquet 14 au piquet 18<sup>a</sup>, travail qui n'offrira pas de difficulté, parce que la plate-forme est déjà bien asséchée. Nous ferons remarquer que, dans cette tranchée, nous n'avons pas projeté de drain à droite de la plate-forme; cette exception tient à la nature graveleuse du fond de la tranchée, qui fait office de filtre.

Les talus de la tranchée n° 1 étant taillés dans un terrain imperméable, il n'y a pas lieu de les assainir; cependant, comme on a dû établir un fossé de ceinture très-près de la crête du talus gauche, on placera sous ce fossé un drain de petit diamètre, placé au plus à 1 mètre du sol, pour éviter les dangers résultant de la stagnation des eaux dans le fossé. Ce petit drain supérieur sera relié de distance en distance avec le drain de la plate-forme.

Voici l'indication des dépenses faites et à faire dans la tranchée n° 2 :



DÉPENSES FAITES.

1° *Drain longitudinal, du piquet 11 au piquet 14.*

Fourniture des tuyaux. . . . .	105 fr.
Fourniture des matières filtrantes. . . . .	260
Creusement de 320 mètres courants de fouille, pose des tuyaux, etc. . . . .	1,632
Fourniture, pose et dépose des bois de blindage. . . . .	235
Surveillance et faux frais. . . . .	190
TOTAL. . . . .	<u>2,420 fr.</u>

Prix du mètre courant, à 1<sup>m</sup>,60 de profondeur, dans des circonstances difficiles, 7 fr. 55 c.

2° *Drainage transversal.*

Fourniture de tuyaux de 175 mètres. . . . .	680 fr.
— de matières filtrantes. . . . .	457
Creusement de 125 mètres courants de fouille, etc. . . . .	2,488
Fourniture, pose et dépose des bois de blindage. . . . .	455
Surveillance et faux frais. . . . .	280
TOTAL. . . . .	<u>4,520 fr.</u>

Prix du mètre courant, à 5<sup>m</sup>,70 de profondeur maximum, 34 fr. 50 c.

Montant total des travaux faits. . . . . 6,740 fr.

DÉPENSES A FAIRE.

500 mètres de drains le long de la plate-forme, à 4 fr. 50 c. . . . .	2,250
700 mètres courants de drain supérieur à 1 fr. . . . .	700
Drains transversaux, etc. . . . .	500
8,000 <sup>m</sup> 2 de revêtements, à 0 fr. 10 c. . . . .	800
Total des dépenses à faire. . . . .	<u>4,050</u>

TOTAL GÉNÉRAL. . . . . 10,790 fr.

Il en résultera, par mètre courant de tranchée, une dépense de  $\frac{10\ 790}{700}$ , soit 15 fr. 40 c. pour une profondeur maximum de 5<sup>m</sup>,00.

**Tranchée du cimetière de Dannemarie.** — La tranchée n° 14 nous a donné beaucoup de soucis : l'Entreprise a commencé à l'ouvrir vers la fin de 1855 ; la tranchée était mauvaise, mais nous ne soupçonnions pas l'existence d'une couche de sable aquifère située sous la plate-forme, et dont la présence s'est révélée tout à coup, au mois de décembre, par un soulèvement général des voies, soulèvement qui a atteint 1<sup>m</sup>,50, et par des éboulements qui se sont propagés rapidement jusqu'à 15 mètres du cimetière de Dannemarie.

Nous avons aussitôt mis, en janvier 1856, soixante ouvriers à l'assainissement de la tranchée, et nous avons réussi à établir un premier drain, que nous avons rempli de moellons; nous n'avions pas encore, à cette époque, de tuyaux de drainage. Les mouvements se sont arrêtés; mais le travail n'avait pas été poussé à une assez grande profondeur, à cause de la difficulté de maintenir les terres délayées par la neige fondante. Aussi avons-nous remarqué de nouveaux mouvements après les pluies de juin 1856. On a repris le travail, approfondi la partie déjà établie, remanié et drainé les éboulements, et descendu de nouveaux drains parallèles au chemin de fer, au milieu de la couche aquifère; la poussée était tellement forte, quand on a creusé la fouille du drain inférieur longeant la plate-forme, que les étré-sillons du blindage laissaient une empreinte très-sensible sur les montants contre lesquels ils s'appuyaient. Aujourd'hui tous les mouvements se sont arrêtés, sauf près du piquet 130, sur une longueur de 25 mètres, où l'Entreprise ne nous a pas encore laissé commencer l'assainissement inférieur; du reste, les mouvements qui ont encore lieu en un seul point, et qui n'ont plus lieu ailleurs, prouvent l'efficacité des travaux déjà exécutés.

Il existe dans la tranchée n° 14 une particularité : c'est que, en face du piquet 129, on a établi un drainage supérieur des deux côtés du chemin de fer; on a été conduit à cette disposition, parce qu'on a rencontré dans cette portion de tranchée une inflexion des couches du sous-sol, et que les eaux peuvent arriver par filtration sur les deux talus à la fois.

Il faut ajouter que le lehm et la couche argileuse bleue qui forment le terrain de la tranchée sont doués d'une certaine perméabilité.

Les drains de la tranchée n° 14 débitent très-peu d'eau; cependant, depuis qu'ils fonctionnent, les fosses creusées dans le cimetière restent toujours à sec, tandis qu'auparavant elles étaient en quelques heures envahies par les eaux, qui remontaient de la couche de sable *aquifère*.

On a dépensé, à la tranchée n° 14, pour établir 894 mètres courants de drains, une somme de 5,688 fr., ce qui met le prix du mètre courant à 6 fr. 30 c. On avait déjà dépensé, en janvier 1856, pour le premier travail, qui a dû être repris, environ 3,500 fr., ce qui porte la dépense totale à 9,188 fr.

Voici l'évaluation de la dépense qui reste à faire :

30 mètres de drains à 6 fr. 50 c. . . . .	195 fr.
320 mètres de drains à 3 fr. 50 c. . . . .	1,120
Revêtement de 4,500 mètres carrés de talus. . . . .	450
TOTAL. . . . .	4,765
Rappel de la dépense déjà faite. . . . .	9,188
TOTAL GÉNÉRAL. . . . .	10,953 fr.

La tranchée ayant 300 mètres de longueur, cela porte le prix du mètre courant à 36 fr. 50 c. pour une profondeur maximum de 5<sup>m</sup>,60, ou bien



cela met le prix du mètre carré de talus assaini à 2 fr. 45 c.; mais cette dernière manière de compter n'est pas très-satisfaisante, puisqu'il a fallu, dans l'espèce, faire des travaux d'assainissement aussi coûteux pour la plate-forme que pour les talus; il serait donc assez naturel d'ajouter la superficie de la plate-forme à celle des talus, et de dire que la surface assainie est de  $4,500 + (300 \times 11) = 7,800$  mètres carrés; cette nouvelle façon de calculer porterait le prix du mètre carré assaini à 1 fr. 40 c.

**Remblai n° 15.** — Le remblai n° 15 a éprouvé quelques mouvements au printemps de 1856, un peu au delà du piquet 140 : un examen attentif a démontré que le sous-sol avait cédé sous le poids du remblai, et qu'il était traversé par plusieurs sources; on les a coupées au moyen d'un drainage, qui a toujours donné une grande quantité d'eau, même pendant la saison sèche. Mais le tassement du sous-sol n'était pas le seul accident qui se fût produit : le remblai lui-même avait coulé, et cela venait de ce qu'il était formé de couches minces de glaise plastique alternant, suivant l'inclinaison, avec des couches de sable micacé, formant banc de glissement : on comprend que cet effet se produit nécessairement toutes les fois qu'une tranchée fournit des veines alternatives de terres de natures différentes, et qu'on fait avec ces terres un remblai au waggon. On a remédié au mal en ouvrant, pendant un temps sec, une série de coupures dans le remblai; on a successivement approfondi ces coupures jusqu'à 2 mètres, et, quand leur paroi s'est trouvée bien sèche, on les a remplies avec les terres qu'on en avait extraites, et qui avaient eu elles-mêmes le temps de se sécher; après avoir rempli et pilonné ces premières coupures, distantes de 4 mètres l'une de l'autre, on en a fait de nouvelles dans les intervalles, sans recourir en aucune façon aux tuyaux de drainage et aux matières filtrantes : depuis que ces travaux ont été faits, le remblai n'a plus éprouvé de mouvements.

Aujourd'hui l'Entreprise fait au waggon un remblai avec les terres venant de la tranchée du Dockenberg, et dans lesquelles on rencontre alternativement de la glaise humide et du sable micacé rempli d'eau; le remblai a commencé à couler; mais, dès qu'on s'en est aperçu, on a eu soin de mettre à la décharge deux ouvriers qui mêlent ces matières ensemble, de façon à couper tous les bancs de glissement; on espère obtenir de la sorte un remblai qui s'affermira rapidement.

Nous ajouterons toutefois que ces procédés économiques ne nous paraissent pas applicables aux remblais entièrement composés de glaise humide; il faut alors recourir aux coupures remplies de moellons ou autres matières filtrantes, et le mieux est encore d'éviter de faire de pareils remblais.

**Tranchée n° 15.** — La tranchée n° 15 offre l'application pure et simple des principes généraux qui ont été développés au commencement de cette note; aussi n'insisterons-nous pas sur les travaux de cette tranchée. Voici l'estimation des dépenses faites et à faire pour l'assainir :

## DÉPENSES FAITES.

Fourniture de tuyaux. . . . .	119 fr.
— de matières filtrantes. . . . .	52
Main-d'œuvre de terrassements, etc., sur une longueur de 553 mètres. . . . .	999
Frais de blindage. . . . .	19
Surveillance et faux frais. . . . .	52
TOTAL. . . . .	1,221 fr.

Cela met le prix moyen du mètre courant de drain, dans des circonstances favorables, à 3 fr. 65 c., pour une profondeur variable de 1<sup>m</sup>,50 à 4 mètres.

## DÉPENSES A FAIRE.

1,000 mètres courants de drains de 1 <sup>m</sup> ,20 à 1 <sup>m</sup> ,50 de profondeur, à 2 fr. le mètre courant. . . . .	2,000 fr.
200 mètres courants de drains de 1 <sup>m</sup> ,50 à 4 mètres de profondeur, à 3 fr. 65 c. le mètre courant. . . . .	750
Revêtement de 8,400 mètres carrés de talus. . . . .	840

TOTAL DES DÉPENSES A FAIRE. . . . . 3,570

Rappel des dépenses faites. . . . . 1,221

TOTAL GÉNÉRAL DES DÉPENSES FAITES ET A FAIRE. . . . . 4,791 fr.

La tranchée ayant 460 mètres de longueur, cela porte le prix d'assainissement d'un mètre courant à 10 fr. 40 c., et le prix du mètre carré de talus à 0 fr. 57 c., la profondeur maximum de la tranchée étant d'ailleurs de 10<sup>m</sup>,80.

**Tranchée n° 16.** — La tranchée n° 16 se compose dans toute sa hauteur, dont le maximum est de 5<sup>m</sup>,20, de terrains très-perméables, saturés d'eau, traversés par des sources, et s'ébouyant avec la plus grande facilité; on remarquera que, du piquet 155 au piquet 156, on a établi une ligne de drains au milieu de la plate-forme, au lieu d'en placer une sous chaque fossé; c'est que ce drain central a été placé avant que la tranchée ne fût à largeur, et pour arrêter le plus tôt possible les éboulements qui cessaient de se produire; cette portion de tranchée se trouve, du reste, bien asséchée aujourd'hui.

Mais il n'en est pas de même de la partie comprise entre les piquets 156 et 158; les remblais du drain supérieur ont été peu ou point pilonnés, de sorte que le tuyau s'est obstrué, et il s'est formé, aux premières pluies, un éboulement marqué; aujourd'hui il y a dans la tranchée 1<sup>m</sup>,50 à 2 mètres de boue liquide; on a commencé une tranchée de drainage très-profonde à quelques mètres de l'axe de la voie, sur le chemin de Fülleren à Ballersdorf, mais on ne sait pas encore exactement comment on dirigera les tra-



vaux ; cela dépendra de l'effet qu'ils produiront à mesure qu'on les poussera en avant ; en tout cas, ce sera un travail terminé en une quinzaine de jours. On a dépensé à cette tranchée une somme de . . . . . 2,000 fr.

Les nouveaux travaux coûteront au plus. . . . . 4,000

TOTAL. . . . . 6,000 fr.

Cela fera 18 fr. par mètre courant de tranchée, ou 1 fr. 33 c. par mètre carré de talus assaini.

**Tranchée du Dockenberg.** — La tranchée du Dockenberg a 1,600 mètres de longueur, 20 mètres de profondeur maximum, et cube 250,000 mètres; elle traverse un col un peu obliquement; de l'origine de la tranchée au piquet 11, le terrain offre généralement un profil concave; du piquet 11 au piquet 16, les eaux pluviales viennent seulement du côté gauche; mais à droite se trouve le ruisseau dit Baechlé, dont les hautes eaux, entre les piquets 14 et 15, sont à un niveau supérieur à celui de la plate-forme; aussi doit-on établir des bourrelets en remblai pilonné de chaque côté de la tranchée.

Si on pénètre en dessous de la surface du terrain, on trouve que les couches du sous-sol sont inclinées de droite à gauche entre les piquets 0 et 7; au delà, l'inclinaison devient inverse.

Du piquet 0 au piquet 7, il est inutile d'assainir le talus gauche de la tranchée; on n'a jamais remarqué sur ce talus aucune filtration ni aucune trace d'éboulement. L'assainissement du talus droit, opéré suivant la règle générale, est complet jusqu'au piquet 2 : le travail a été difficile, et les drains donnent une quantité d'eau considérable; mais le résultat est satisfaisant. Du piquet 2 au piquet 7, l'assainissement n'est pas encore complet, la tranchée n'étant pas à profondeur; on craint qu'il ne soit très-difficile entre les piquets 2 et 5, parce qu'on commence à trouver, sous le sable et le grès mollasse donnant passage à des filtrations abondantes, une couche de marne verdâtre entièrement détrempée; on ne s'est encore arrêté à aucune disposition pour l'assainissement de cette portion de tranchée.

Entre les piquets 5 et 4, il s'est manifesté, au moment où l'Entreprise terminait le talus, un éboulement assez important qu'on a drainé à ciel ouvert, au moyen de coupures parallèles entre elles et perpendiculaires à la direction du chemin de fer. Puis on s'est empressé, pour empêcher la propagation de cet éboulement, d'ouvrir des galeries de mine; deux de ces galeries auront des branches en retour; on se propose en outre de réunir ces galeries au drainage supérieur par des trous de sonde.

Le système des galeries de mine me paraît réussir, et on a l'intention de l'appliquer jusqu'au piquet 6; au delà de ce point et jusqu'au piquet 10, on n'a pas encore de projet arrêté; on rencontrera sans doute un très-mauvais terrain au fond de la tranchée, dans le voisinage du passage supérieur n° 1, dont les fondations ont été difficiles à cause des sources qui surgissaient dans les fouilles.

Entre le piquet 11 et l'extrémité aval de la tranchée, on s'est trouvé dans des circonstances très-difficiles; le sous-sol se compose de terrain de transport reposant sur une couche de sable micacé aquifère, qui coule avec une grande facilité; on a dû non pas déblayer, mais épuiser une grande partie des tranchées de drainage ouvertes dans ce sol; il a fallu multiplier les blindages et les abandonner fréquemment dans les fouilles, arrêter les éboulements du sable avec des saucissons remplis de gravier, et, en quelques points, établir les tuyaux de drainage sur pilotis, pour les empêcher de disparaître dans la vase.

Il a été nécessaire de maintenir par un drainage les deux talus; à gauche, à cause de la pente du sol et de l'inclinaison des couches; à droite, à cause des eaux de filtration du ruisseau du Baechlé; encore s'est-on trompé une première fois en assainissant le talus gauche, et a-t-on été obligé de recommencer un deuxième travail, parce qu'on n'était pas descendu assez bas, et que les éboulements du talus continuaient. Du reste, le premier drainage exécuté servira à recueillir les filtrations du fossé supérieur, qui recevra pendant les orages de grandes quantités d'eau.

Quant au drainage de la plate-forme, il a été impossible de le descendre à plus de 4<sup>m</sup>,50, et il existe entre les piquets 11 et 13 un bourbier qu'on craint de ne pas assécher avec ce premier travail d'assainissement; cependant le double drainage pratiqué sous les deux fossés de la plate-forme raffermira un peu le terrain, et l'on pourra entreprendre l'établissement d'un drain central, qui débouchera entre les piquets 16 et 17, et sera placé à 2<sup>m</sup>,50 en contre-bas de la plate-forme; on s'est assuré par des sondages que cette profondeur serait suffisante, circonstance heureuse, car il serait impossible de l'augmenter, à moins de chercher un débouché à une très-grande distance.

Le drain central sera formé de deux tuyaux de 0<sup>m</sup>,175 de diamètre, et pourra débiter, en raison de la pente de 0<sup>m</sup>,005 par mètre, environ 52 litres par seconde, soit 2,700 mètres cubes par jour; mais les eaux sont tellement abondantes, qu'on craint de faire un travail insuffisant et par conséquent inutile, si l'on ne compte pas sur un pareil débit; les quatre tranchées de drainage existant aujourd'hui dans cette partie du Dockenberg donnent déjà plusieurs centaines de mètres cubes d'eau par jour, et cependant elles ne pénètrent pas en plein dans la couche aquifère.

Les tranchées de drainage faites jusqu'à présent au Dockenberg ont coûté de 5 à 10 fr. par mètre courant. La dépense faite jusqu'à ce jour s'élève à la somme de 26,000 fr.

La dépense totale atteindra 60,000 à 70,000 fr., en y comprenant le revêtement de 40,000 mètres carrés de talus: le chiffre de 70,000 fr. correspond à une dépense de 1 fr. 75 c. ou de 1 fr. 25 c. par mètre carré de surface assainie, suivant que l'on compte seulement la superficie des talus ou que l'on y ajoute celle de la plate-forme.