

# PRIX DE REVIENT

## DES TRAVAUX DE CONSOLIDATION

EXTRAITS DE LA NOTE DE M. SAZILLY (ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES).

Il nous reste actuellement à traiter une question très-importante, celle de la dépense à laquelle donnent lieu les procédés de la consolidation.

Lorsqu'il s'agit de réparer un éboulement effectué, la dépense, toujours considérable, est très-variable avec la masse et la figure, toujours imparfaitement connue, de l'éboulement, avant l'enlèvement des terres mises en mouvement, et il est bien difficile de l'estimer *a priori* d'une manière suffisamment approchée.

Lorsqu'au contraire les procédés d'assainissement sont employés comme moyens préventifs, ainsi que cela devrait toujours avoir lieu, il devient facile d'estimer d'avance et d'une manière approchée la dépense qu'ils entraîneront; car alors la partie la plus importante de cette dépense consiste dans l'établissement d'une chemise d'épaisseur déterminée, faite avec des terres saines, dont la distance de transport sera connue, ou avec des moellons dont le prix sera également connu.

Pour les travaux de consolidation que nous avons eu à faire, nous avons presque toujours trouvé à proximité, dans la partie supérieure des talus, des terres de nature convenable pour faire la chemise dont il s'agit, et le prix superficiel de chemise de 0<sup>m</sup>,30 d'épaisseur réduite, presque toujours inférieur au chiffre du sous-détail qui suit, l'a bien rarement dépassé.

Fouille dans l'emplacement de la chemise, transport des terres en dépôt, dressement des surfaces des redans, 0<sup>m</sup>,30 de terre glaise à 1 fr. 91 . . . 0 fr. 57 c.

Approvisionnement, reprise, régalage, pilonnage en trois couches de 0<sup>m</sup>,30 de terre saine à 2 fr. 03 le mètre. . . . . 0 61

Règlement des talus et semis. . . . . 0 10

TOTAL. . . . . 1 fr. 28 c.

La dépense des pierrées est ordinairement beaucoup moindre que celle de la chemise; mais on comprend que cette dépense est très-variable avec la nature des talus. Elle sera très-minime si l'on a affaire à une masse glaiseuse nettement accusée et surmontée par un banc perméable; car alors il n'y aura qu'une pierrée longitudinale à faire dans la hauteur du talus; mais elle pourra acquérir une certaine importance si la masse argileuse présente des couches perméables étagées les unes au-dessus des autres.

Voici en tout cas comment s'établissait le prix moyen d'un mètre cou-

rant de pierrée dans nos travaux du chemin de fer de Strasbourg, et nous croyons que ce prix, qui ne pourra guère varier qu'en raison du prix de la brique, du caillou et des gazons, sera ordinairement plus que suffisant.

Fouille de la rigole et transport des terres en dépôt, 0 <sup>m</sup> <sup>3</sup> ,25 de terre glaise à 1 fr. 01. . . . .	0 fr. 48 c.
Plus-value pour dressement du fond et des parois de la rigole.	0 06
Fourniture de mortier et de briques et façon du radier. . . . .	1 20
Fourniture et emploi de 0 <sup>m</sup> <sup>3</sup> ,10 de caillou à 6 fr. 20 le mètre.	0 62
Recouvrement du caillou en gazons, 0 <sup>m</sup> <sup>2</sup> ,35 de gazons de 0 <sup>m</sup> ,10 d'épaisseur à 1 fr. 60 le mètre superficiel. . . . .	0 56
TOTAL. . . . .	2 fr. 92 c.

A la tranchée de Gagny, il entrait moyennement un mètre courant de pierrée dans une surface de talus de 6 mètres carrés. D'après cette base, qui sera rarement dépassée, on voit, par les sous-détails qui précèdent, que le prix de revient d'un mètre superficiel de talus consolidé préventivement ou avant tout mouvement pourrait, dans la tranchée dont il s'agit, être évaluée à 1 fr. 77<sup>1</sup>.

L'énoncé de ce chiffre suffit pour donner une idée des économies considérables qu'on pourra réaliser en employant à temps ce qu'on pourrait appeler les petits moyens, de préférence aux perrés à grande épaisseur, murs de soutènement, contre-forts, etc., qui constituent les grands moyens, qu'il est toujours bien difficile d'employer avant que les terres aient commencé de se mettre en mouvement.

Les procédés d'assainissement perdront, il est vrai, beaucoup de leurs avantages si, ne les appliquant pas à mesure que la tranchée s'approfondit, on laisse aux glaises le temps de se désorganiser sous les influences atmosphériques et l'action des eaux intérieures; car alors ils exigeront toujours l'enlèvement de masses de terre plus ou moins considérable; la chemise devra s'étendre sur une surface notablement plus grande, en même temps qu'on sera forcé de lui donner plus d'épaisseur en certains points, pour régulariser la surface de l'élargissement qu'on laissera subsister dans la tranchée; enfin les pierrées elles-mêmes prendront plus de développement<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Dans la tranchée de Bourg-la-Reine, sur le chemin d'Orsay, le mètre superficiel de talus assaini préventivement par M. Couche est revenu à 2 fr. 85 c., chiffre notablement supérieur au chiffre ci-dessus; l'élévation du prix de M. Couche tient surtout à ce que la glaise était coupée par de nombreux bancs de marne perméable, et à ce que, par suite, il fallait établir des pierrées longitudinales sur des points beaucoup plus rapprochés qu'à la tranchée de Gagny.

<sup>2</sup> Dans la tranchée de Bourg-la-Reine, déjà citée, les procédés d'assainissement n'ont été employés, après la production des éboulements, que sur deux points seulement; sur ces points, le prix de revient du mètre superficiel de talus assaini s'est élevé en réduite à 12 fr. 89 c., c'est-à-dire à un prix plus que quadruple du prix de revient des talus assainis préventivement.

Dans la tranchée de la Haute-Loge, sur le chemin de Calais, le mètre superficiel de talus assaini et consolidé par M. l'ingénieur Maniel, après la production des éboulements, est seulement

Il pourra même arriver, surtout si le sol présente une forte inclinaison transversale, que les masses, mises en mouvement, aient une étendue telle, qu'il soit plus économique de recourir aux grands moyens.

Cependant nous croyons que, même lorsqu'ils ne seront employés qu'après la production des éboulements et comme moyens répressifs, les procédés d'assainissement seront encore, dans la plupart des cas, beaucoup plus économiques que les murs de soutènement.

Lorsque nous avons été attaché au service du chemin de fer de Strasbourg, les talus de la tranchée de Gagny, dont la profondeur maximum est de près de 13 mètres, et dont la profondeur moyenne est de 9 mètres environ, présentaient de nombreux éboulements; quelques-uns de ces éboulements, bien que la tranchée fût loin d'être à profondeur, s'élevaient jusqu'à 10, 12 et 14 mètres en dehors du sommet du talus normal.

Ces talus devaient être consolidés au moyen de murs de soutènement en pierres sèches avec contre-forts, d'après un projet de notre prédécesseur, qui fut approuvé peu de temps après par l'administration; mais, sur nos instances, et pour activer le travail, M. l'ingénieur en chef voulut bien consentir à nous laisser employer concurremment nos procédés d'assainissement dans la partie où les eaux se montraient le plus abondantes; et, bien qu'ils aient été employés presque exclusivement comme moyens répressifs, bien que des fautes aient été faites dans l'exécution de ces travaux<sup>1</sup>, ils ont néanmoins donné lieu à des économies fort importantes.

Nous ne pouvons malheureusement pas aujourd'hui séparer d'une manière certaine et complète la dépense afférente aux talus qui ont été soutenus par les murs, de la dépense qui concerne les talus simplement assainis, parce qu'à la suite de quelques mouvements éprouvés dès le principe par les murs, nous avons fait pratiquer derrière ces murs des assainissements et des remaniements de terre qui ont été faits par voie de régie, et que ces travaux se confondent sur les états d'attachement avec ceux qui se rapportent aux talus simplement assainis.

Il en résulte que si l'on attribue toute la dépense des assainissements et remaniements de terre aux talus non soutenus par des murs, on exagérera la dépense de ces talus, et qu'on estimera au contraire trop bas la dépense des talus soutenus par des murs.

Cette manière d'opérer, très-défavorable aux procédés d'assainissement, est la seule dont nous puissions faire usage aujourd'hui pour donner une idée affaiblie de l'économie que nous avons réalisée.

Les murs de soutènement occupent, dans la tranchée de Gagny, une lon-

revenu à 4 fr. 07 c.; mais il convient de remarquer que la profondeur moyenne de cette tranchée n'est guère que de 4 mètres, et il nous paraît très-probable que le prix de revient des talus assainis préventivement serait resté au-dessous du chiffre de 1 fr. 77 c.

<sup>1</sup> Les deux fautes qui ont été faites sont indiquées, l'une dans la note du n° 57, l'autre au n° 46; ces fautes, qu'il a fallu réparer depuis la mise en exploitation du chemin, n'ont pas coûté moins de 15,597 fr. 91 c.

gueur de 1,090<sup>m</sup>,20, et ont coûté, y compris fouilles, maçonneries, étayements et épaissements, mais non compris assainissements, remaniements de terre, etc. . . . . 244,665 fr. 44 c.

Les procédés d'assainissement ont été employés sur une longueur de 910<sup>m</sup>,15, et coûtent, y compris assainissements et remaniements de terre derrière les murs ci-dessus. . . . . 90,969 59

TOTAL. . . . . 335,632 fr. 83 c.

Il résulte de là que le prix du mètre courant de talus consolidé par des murs est au moins de. . . . . 224 fr. 42 c.

Et que le prix réduit du mètre courant de talus consolidé par les procédés d'assainissement est au plus de. . . . . 99 95 c.

Chiffre moindre que la moitié du précédent, et qui accuse par mètre courant en faveur des procédés d'assainissement une économie au moins égale à<sup>1</sup>. . . . . 124 47

On peut conclure de là que si l'on avait exécuté des murs de soutènement sur toute la longueur qu'il a fallu consolider, ainsi que le comportait le projet, on aurait eu une augmentation de dépense au moins égale à  $910,15 + 124,47 = 11 = 365$  fr. 29 c., et ce chiffre doit être considéré comme bien inférieur à l'économie qu'on a réellement obtenue en adoptant les procédés d'assainissement sur une partie de la tranchée.

En fait, nous devons le dire, l'exécution des travaux de consolidation de la tranchée n'a présenté, sur les prévisions du projet, qu'une économie de 58,179 fr. 58 c.

Mais cela tient à ce qu'en dehors des parties assainies ou soutenues par des murs, il a fallu faire des revêtements qui n'avaient pas été prévus pour maintenir des talus sablonneux qui se ravinaient profondément, et aussi à ce que l'on a été obligé, en cours d'exécution, de modifier le profil des murs, et véritablement l'économie due à l'emploi des procédés d'assainissement est supérieure à 115,657 fr. 29 c.

Si les procédés d'assainissement avaient été employés à mesure de l'approfondissement de la tranchée dans toute la partie qui a été consolidée, et si aucune faute n'avait été faite<sup>2</sup>, la surface qu'il aurait fallu assainir pouvant être évaluée à 22,000 mètres carrés environ, on voit que la dépense ne se serait élevée qu'à  $22,000,00 \times 1,77 = 38,940$  fr., et qu'on au-

<sup>1</sup> Il est peut-être bon de faire observer que, dans ces évaluations, nous ne tenons pas compte du revêtement du fossé et de la murette du ballast, qui sont presque toujours indispensables dans toute tranchée profonde.

<sup>2</sup> Il est en effet très-probable que les fautes signalées n'auraient pas été commises, si les travaux d'assainissement avaient été faits à mesure de l'approfondissement de la tranchée; car la partie du talus mélangée et aquifère qui a échappé à des travaux faits assez longtemps après sa mise au jour, n'aurait guère pu échapper aussi facilement à des travaux appliqués, dès le principe, d'une manière rationnelle; et quant à la piercée établie sur un remblai, dans la partie où un éboulement descendait au-dessous du fond de la tranchée, c'est une faute grossière, qui n'aurait évidemment pu avoir lieu si les talus avaient été consolidés préventivement.

rait ainsi réalisé une économie de 296,692 fr. 85 c. sur la dépense de 555,632 fr. 85 c. qui a été consacrée à établir des murs et à assainir après la production des éboulements.

Au chemin de fer du Centre, où nous avons eu à consolider des talus sur un très-grand développement entre Orléans et le souterrain de Vierzon, et où la maçonnerie de moellon à pierres sèches, dans les tranchées les plus importantes, revenait presque à un prix triple du prix payé à la tranchée de Gagny<sup>4</sup>; au chemin de fer du Centre, disons-nous, où nous avons pu employer les procédés d'assainissement comme moyens préventifs sur la moitié au moins de l'étendue des parties consolidées, nous croyons être bien modéré en disant que les petits moyens ont permis de faire une économie de deux millions au moins.

<sup>4</sup> A la tranchée de Gagny, le prix du mètre cube de maçonnerie de moellon à pierre sèche était de 11 fr. 19.

### DÉPENSES

FAITES POUR L'ASSÈCHEMENT DES TALUS DANS DEUX TRANCHÉES GLAISEUSES  
DU CHEMIN DE WISSEMBOURG.

*Tranchée de la Schautz.*

Longueur de la tranchée. . . . .	1,006 <sup>m</sup> »
Hauteur <i>maxima</i> . . . . .	8 <sup>m</sup> 93
Surface des talus consolidés, comprenant les deux côtés de la tranchée. . . . .	18,000 <sup>m</sup> »
Longueur des fossés perreyés. . . . .	2,000 <sup>m</sup> »
Main-d'œuvre applicable à l'exécution des caniveaux, au fascinage et au revêtement des talus en terre végétale. . . . .	fr. c. 20,038 54
Fourniture de fascines pour le maintien des éboulements. . . . .	396 99
Fourniture de briques pour les caniveaux. . . . .	2,298 99
<i>Id.</i> de gravier <i>id.</i> . . . . .	4,550 99
<i>Id.</i> de mortier <i>id.</i> . . . . .	1,420 78
Outils figurant à l'inventaire. . . . .	282 24
Fournitures diverses : semences, gazon, planches, lattes, menus ustensiles n'ayant plus de valeur. . . . .	1,745 40
Perreyage des fossés sur 2000 mètres de longueur :	
Fournitures de moellons et façon. . . . .	13,052 89
Total. . . . .	<u>43,786 82</u>

Il résulte de la dépense les prix d'unité suivants :

Consolidation du mètre superficiel de talus, non compris les fossés. . . . .	1 fr. 71 c.
Consolidation du mètre superficiel de talus, compris les fossés	2 43

Prix du mètre courant de tranchée :

Pour les talus. . . . .	30 fr. 73 c.
Pour les fossés. . . . .	13 05

Ensemble. . . . . 43 78

Toutes ces consolidations ont été faites préventivement, c'est-à-dire avant qu'aucun éboulement ne se soit produit.

*Tranchée de Soultz.*

Longueur de la tranchée. . . . .	500 <sup>m</sup>	»
Hauteur <i>maxima</i> . . . . .	5 <sup>m</sup>	35
Surface du talus consolidé, ne comprenant qu'un seul côté de la tranchée. . . . .	3,500 <sup>m<sup>2</sup></sup>	»

PREMIÈRE PARTIE.

*Tranchée d'assainissement en amont.*

	fr.	c.	fr.	c.
Main-d'œuvre de toute espèce. . . . .	6,357	12		
Bois et planches pour étreillons. . . . .	1,027	»		
Moellons pour les rigoles. . . . .	1,202	22		
Divers et transports. . . . .	326	30		
Total. . . . .			8,912	64

*Consolidation de la surface du talus et perréage des fossés.*

	fr.	c.	fr.	c.
Main-d'œuvre de toute espèce. . . . .	10,884	04		
Enlèvement des éboulements, transport des terres. . . . .	2,470	32		
Fourniture de briques pour caniveaux. . . . .	834	05		
<i>Id.</i> de gravier <i>id.</i> . . . . .	695	38		
<i>Id.</i> de mortier <i>id.</i> . . . . .	422	54		
<i>Id.</i> de moellons pour perrés de fossés. . . . .	996	74		
Outils figurant à l'inventaire. . . . .	351	65		
Diverses fournitures : semis, planches, lattes, clous, etc., etc. . . . .	757	22		
Total. . . . .			17,411	94
Total général. . . . .			26,324	58

Il résulte de ces dépenses les prix d'unité suivants :

		fr.	c.
Consolidation d'un mètre superficiel de talus. . . . .	Tranchée d'assainissement. . . . .	2	54
	Consolidation de talus. . . . .	4	97
	Total. . . . .	7	51
Consolidation d'un mètre courant de tranchée. . . . .	Tranchée d'assainissement. . . . .	178	25
	Consolidation de talus. . . . .	348	23
	Total. . . . .	526	48

Les consolidations ont eu lieu après que les éboulements se furent produits. Cette circonstance augmente considérablement le prix de revient, par suite : 1° de l'enlèvement des terres ébouées; 2° par l'augmentation des surfaces à consolider, qui sont beaucoup plus considérables que les surfaces de talus de la tranchée, suivant son profil normal.

*Outre la tranchée faite en amont, parallèlement à la direction du chemin, il a fallu consolider la surface même du talus, suivant la méthode Sazilly.* Nous n'avons pas signalé la nécessité de cette seconde opération dans le corps de l'ouvrage, parce que, lorsque nous l'avons rédigé, elle ne s'était pas fait sentir. De là, la division de la dépense en tranchée d'assainissement et consolidation des talus.