

HENRI DE PREUX

INGÉNIEUR

ÉTUDE PRATIQUE

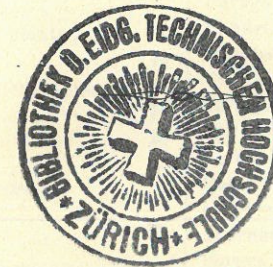
SUR LA

Construction des Routes de Montagne

et la Correction des Torrents

dans les Régions élevées

*Texte reproduit en fac-simile, avec environ 800 vignettes dans le texte
et de nombreux tableaux et barèmes.*



ATTINGER FRÈRES, ÉDITEURS

PARIS

30, Boul. Saint-Michel

NEUCHÂTEL

7, Place A.-M. Piaget

1918

	Pag.
III. PONTS.	
a) <i>Ponts en pierre</i>	66
Fondations	66
Culée	69
Voûte	69
Fermes	69
Chaîne d'angle	69
Sommier	69
Bandeau de tête.	71
Tympans	72
Chape	72
Plinthe	72
Parapet	72
Raccordements des culées aux ter- rassements	73
Cintres	74
Décintrement	76
b) <i>Ponts métalliques</i>	77
Calcul des longerons	77
Garde-corps métalliques	80
Glissière et plaque calante	81
Peinture des fers	81
c) <i>Ponts en béton armé</i>	81
Béton et mortier	81
Armature	82
Formes des ouvrages	82
A. Ponts-dalles avec armature en treillis	82
B. Ponts-dalles avec armature de barres indépendantes	82
Méthode pratique de calcul.	82
d) <i>Ponts en bois</i>	89
Essences	90
Modes de construction	90
Calcul	90
Conservation des bois	92
Assemblages	93
Tabliers en bois	94

TORRENTS

I. TRAVAUX DE PROTECTION DANS LE BASSIN DE RÉCEPTION	97
---	----

	Pag.
A. Travaux contre la formation, dans les régions glaciaires, de lacs et poches d'eau	97
B. Travaux contre les casses et les avalanches	98
C. Reboisement	103
II. TRAVAUX DE CONSOLIDATION DANS LE LIT D'ÉCOULEMENT.	
Étude de la correction	105
A. Barrages.	
Conditions d'établissement des bar- rages	106
Dispositions des barrages dans le sens longitudinal	107
a) <i>Barrages en bois.</i>	108
Clayonnages	108
Fascinage	110
Tunnage	110
Saucisson	111
Barrage en bois en grume	112
Observations	113
b) <i>Barrages en bois et pierre.</i>	114
c) <i>Barrages en maçonnerie.</i>	116
Forme des barrages	116
Épaisseur des barrages	117
Fondations	117
Parements	117
Couronnement	118
Cuvette	118
Radier	120
Types de barrages en maçonnerie Murs-digue, perré et cordons d'en- rochement	121
Curage	126
Déviation du lit	126
B. Travaux de consolidation des berges	
Glissements de fond	127
Drains et pierrées	127
Canaux d'irrigation	129

	Pag.
Glissements superficiels	130
Aqueducs	131
Plantations	132
Cordons de feuillus	132
Semis et gazonnement	132
Clayonnages	132
Fascinages	133
III. TRAVAUX DE PROTECTION SUR LE CÔNE DE DÉJECTION	
Coupure et resserrement. Curage et canalisation	133

	Pag.
Place de retenue pour dépôts temporaires	136
Dépotoirs et chambres de décan- tation.	137
Champ de divagation	138
Canal d'écoulement	139
Protection des pieds des talus des canaux d'assainissement.	140
IV. RIVIÈRES TORRENTIELLES	
Systèmes des digues	142
Système des Epis	144

INTRODUCTION

Il n'existait jusqu'ici aucun manuel pratique où l'on puisse trouver sous une forme brève et précise une description méthodique et détaillée des divers opérations et ouvrages qui se présentent dans la construction des routes et la correction des cours d'eau dans les régions élevées. C'est dans la pensée de combler cette lacune qu'il a paru intéressant et à propos de confectionner un instrument de travail à l'usage des conducteurs de travaux, des piqueurs, des agents-voyers et d'une manière générale des jeunes gens qui sans avoir reçu une formation technique spéciale, se destinent à la carrière des travaux publics.

Ce manuel, dont la rédaction est débarrassée de toutes considérations trop scientifiques, remplira le but multiple d'être à la fois pour le jeune praticien un guide sûr pour dresser un avant-projet, un memento auquel sur le chantier il aura fréquemment à recourir et dans lequel il trouvera, sous une forme condensée, de nombreux renseignements qui lui faciliteront sa tâche. Son but est essentiellement pratique, aussi les descriptions et les notes explicatives sont brèves, dépourvues de détails techniques qui eussent exigé de longs développements et accompagnées d'une abondante illustration et de nombreuses représentations graphiques.

La première partie traite de la construction des routes en terrain accidenté. Elle expose les phases successives de la rédaction d'un projet, la classification méthodique des normes usuelles, les données numériques indispensables et les applications pratiques les plus généralement rencontrées.

La seconde partie renferme la définition des éléments constitutifs d'un torrent, la description des différents systèmes de correction et d'endiguement, l'exposé de leurs détails d'exécution et l'énumération des avantages et des inconvénients qu'offrent les méthodes les plus récemment adoptées.

Les deux parties comprennent quelques formules pratiques de calcul, avec leurs applications spéciales et un certain nombre de tableaux numériques qui serviront à fixer rapidement les dimensions d'un ouvrage selon la nature et la résistance des matériaux qui le composent.

Cette étude a été entreprise sans prétention, uniquement en vue de faciliter la nette compréhension des travaux à édifier dans les hautes régions et d'éviter des recherches longues et fastidieuses en exposant un résumé des renseignements intéressants et des données utiles acquises dans ce domaine spécial.

Si, comme il est à espérer, son emploi permet au jeune praticien de surmonter plus aisément certaines difficultés qui apparaîtront au début de sa carrière, l'initiative de sa publication n'aura pas été inutile.

Routes de Montagne

Conditions générales d'exécution.

Dans l'étude d'une route de montagne que complique la configuration tourmentée du sol, il importe de satisfaire si possible aux exigences suivantes:

- 1°. Il convient de rechercher le tracé le plus court tout en ne dépassant pas les limites supérieures admises pour les déclivités.
- 2°. La solution doit être économique. A cet effet on empruntera les terrains peu coûteux, on utilisera les assiettes des voies existantes, on équilibrera au mieux les déblais et les remblais en faisant en sorte que le tracé dans les limites inférieures des courbes, épouse les inflexions du sol et enfin on évitera l'établissement d'ouvrages d'art trop onéreux.
- 3°. On s'efforcera d'appliquer les plus grands rayons pour les courbes en ayant soin d'intercaler un alignement entre les courbes de sens contraires. Dans les contours et les lacets on réduira la pente et on aménagera éventuellement un élargissement de la chaussée.
- 4°. La largeur utile de la voie sera fixée judicieusement sur la base des routes déjà établies dans la région et en tenant compte de la constitution topographique du sol et de la circulation future.
- 5°. La forme et la nature des travaux seront déterminées par les conditions de ressources locales. Pour les ouvrages d'art on tendra à allier la simplicité à une harmonieuse proportion des lignes.

Étude du Tracé.

La recherche du tracé le plus avantageux, comprend les diverses opérations suivantes:

A. Travaux préliminaires sur le terrain.

- 1°. Détermination des points forcés par lesquels la voie doit nécessairement passer.

Ex: Traversée de localité, passage d'un cours d'eau, col etc.

Fig: Points A, B et C.

2°. Etablissement d'une ligne reliant les points forcés et étudiée au moyen de niveaux de pente ou autres instruments utiles de manière à ne pas dépasser les limites de pente admises. Il y aura lieu de tenir compte du fait que le tracé définitif est toujours du 15% au moins plus court que la ligne brisée.

Limites supérieures des déclivités:

7% pour les routes de montagne importantes

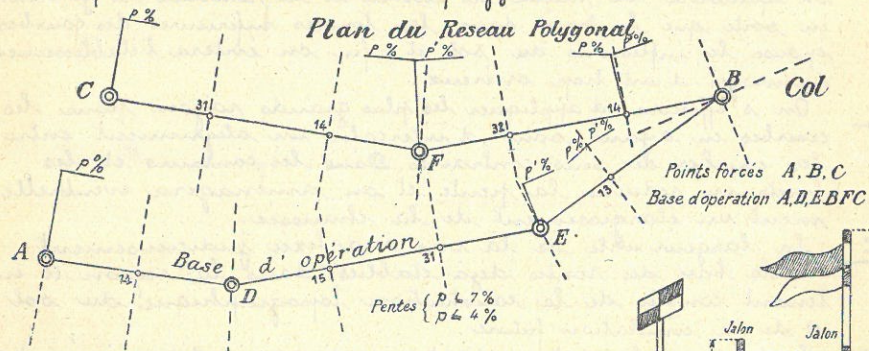
8% pour les routes de montagne secondaires

10% pour les chemins vicinaux.

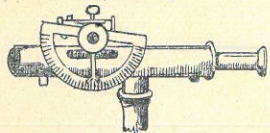
Minimum de pente nécessaire pour assurer un bon assèchement de la route: 1%

Déclivité maximum pour les courbes de rayon inférieur à 15m: 4%.

Des piquets seront placés au point ou la configuration du terrain nécessite un changement de direction. On les remplacera parfois par des marques gravées sur des objets immuables. On les désignera par les lettres A, B, C, D, etc.. Cette ligne brisée constituera un tracé provisoire qui servira de base d'opération sur laquelle on s'appuiera pour arrêter le tracé définitif. Cette ligne brisée se désigne parfois sous le nom de polygone du tracé ou encore sous celui de charpente du tracé ou réseau polygonal.



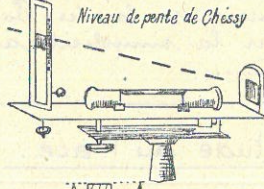
Clinomètre ou Niveau de pente à réflexion d'après Abney



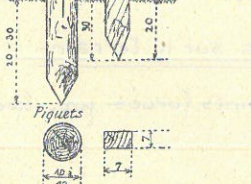
Climètre à collimateur Goulier



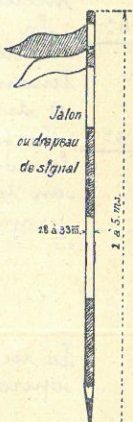
Niveau de pente de Chéssy



Sommets



Mire à rayant

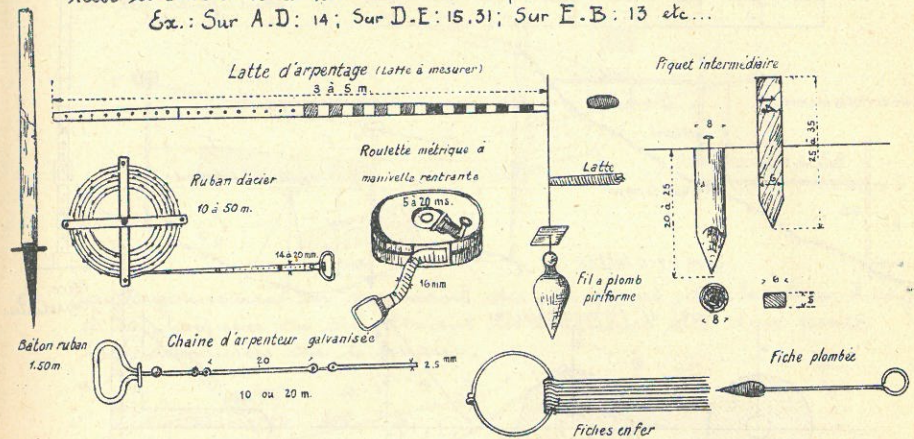


Marques gravées ou peintes

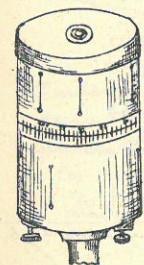


3°. Pose de piquets intermédiaires entre les sommets de la ligne établie en les désignant pour chaque élément du polygone par leur distance aux sommets de départ.

Ex.: Sur A.D: 14; Sur D.E: 15,31; Sur E.B: 13 etc...



4°. Mesurage des angles que font entre eux les alignements de cette chaîne polygonale.



Goniomètre à pinnule (Pantomètre)

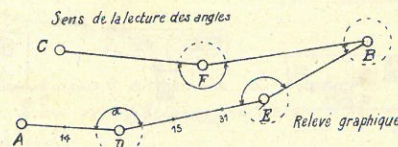
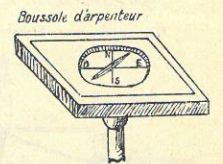


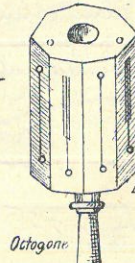
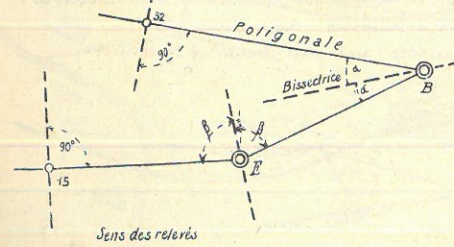
Tableau des mesures de Polygone

Points	Angles	Angles complémentaire	Total Contrôle	Longueurs
A				
14	I Lecture	I L.	360°	14.00
D	II " "	II L.	360°	13.50
15	Moyenne	M.	360°	15.00



5°. Levé du profil en long en opérant le nivellement des piquets et des autres points remarquables qui serviront à figurer l'ondulation du sol. (Voir nivellement bage)

6°. Levé des profils en travers sur chaque piquet normalement à la base sauf pour les sommets où ils seront pris selon la bissectrice de l'angle.



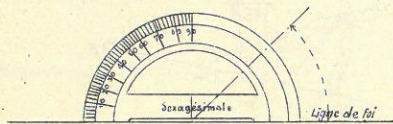
Octogone



Sphérique pour visées en pente

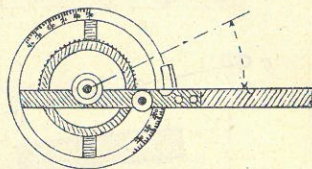
Echelle: 1:1000 ou 1:500. Cette échelle est le rapport entre les dimensions du terrain et celles admises pour sa projection horizontale.

Le dessin de la polygonale s'effectuera à l'aide de rapporteurs.



Rapporteur de précision en métal ou en celluloïd

Demij-Cercle



Rapporteur à alidade de précision

Cercle entier

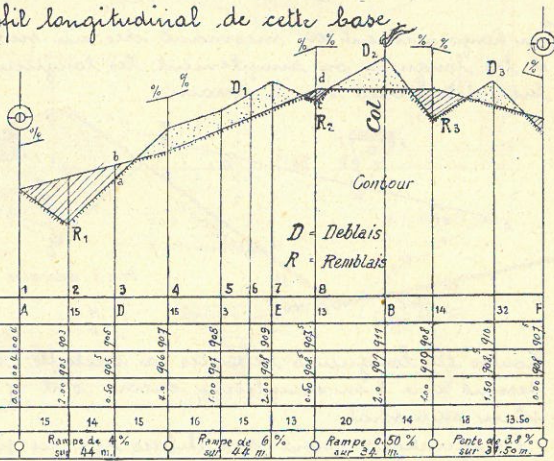
2°. Projection du profil longitudinal de cette base

Profil en long de la base d'opération

Echelles habituelles

Longueurs 1:1000 ou 1:500

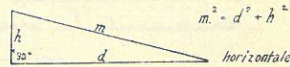
Hauteurs 1:100 ou 1:200



Plan de Comparaison 900.00 m.

Numéros des piquets	A	15	D	15	3	E	13	B	14	32	F	
Cotes des piquets	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cotes du profil rectifié	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Différences des cotes	au terrain du profil											
Distances entre piquets	15	14	15	16	15	13	20	14	18	13.50		
Paliers, Pentas et Rampes	Rampes de 4% sur 24 m.											

Expression de la déclivité: $\frac{h}{l}$



Pente en % = $\frac{h \cdot 100}{l}$ Pente en ‰ = $\frac{1000 \cdot h}{l}$

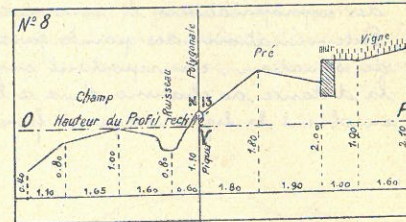
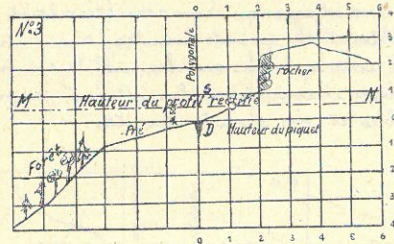
Table de réduction en degré des pentes par mètre.

Pentes	Angles	Pentes	Angles	Pente	Angles
0.010	0° 34' 20"	0.060	3° 26' 00"	0.110	6° 16' 30"
0.020	1° 8' 40"	0.070	4° 00' 20"	0.120	6° 50' 30"
0.030	1° 43' 10"	0.080	4° 34' 30"	0.130	7° 24' 20"
0.040	2° 17' 30"	0.090	5° 08' 30"	0.140	7° 58' 10"
0.050	2° 51' 40"	0.100	5° 42' 30"	0.150	8° 31' 50"

Table de réduction en mètres des angles en degrés

Angles	Pentes	Angles	Pentes	Angles	Pentes
0° 15'	0.00436	2° 00'	0.03492	4° 30'	0.07970
0° 30'	0.00873	2° 30'	0.04366	5°	0.08740
0° 45'	0.01309	3° 00'	0.05241	6°	0.10510
1° 00'	0.01746	3° 30'	0.06116	7°	0.12279
1° 30'	0.02619	4° 00'	0.06993	8°	0.14054

3°. Dessin des profils en travers sur des feuilles spéciales numérotées.



Echelle 1:100 ou 1:200

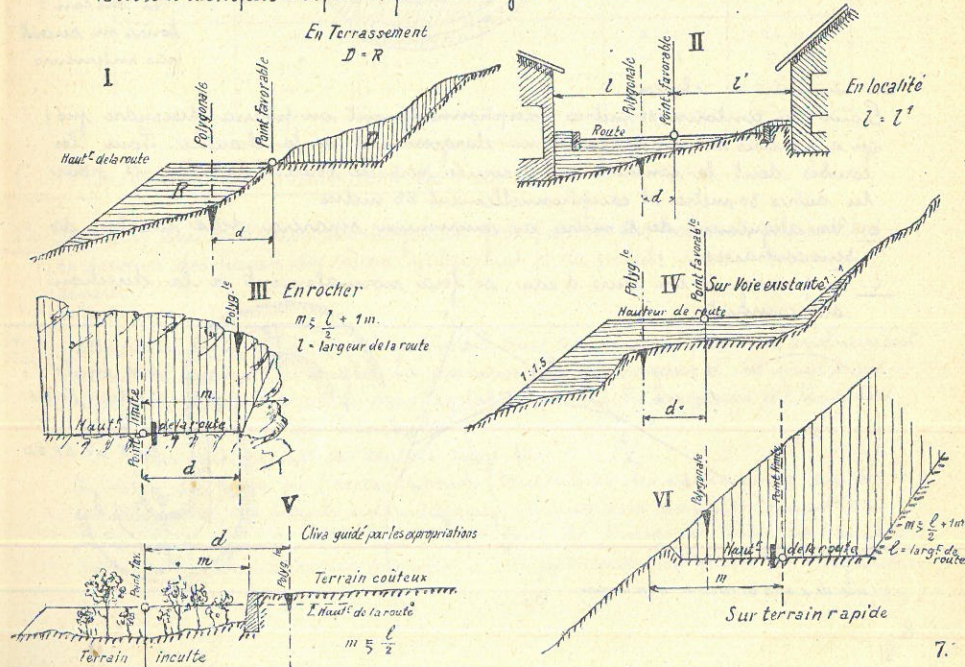
- 4°. Essai d'un profil de route sur le profil longitudinal en se rapprochant du terrain naturel, en cherchant à équilibrer les surfaces des déblais et remblais, en évitant les transports à la remonte, en tenant compte des pentes limites admises et en s'efforçant de diminuer l'importance des ouvrages d'art nécessaires. Ex: Fig. N° 2 Page 6.

$$[D_1 + D_2 + D_3] = [R_1 + R_2 + R_3]$$

- 5°. Indication du niveau de la route ainsi projetée sur les profils transversaux.

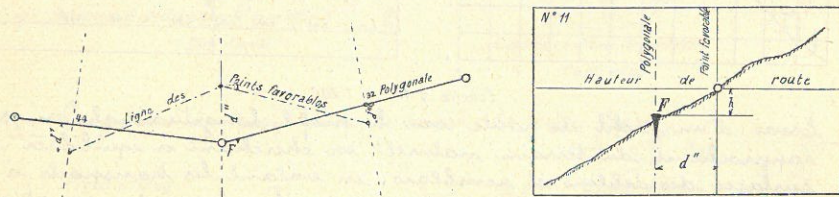
Ex: lignes M.N et O.P. ou (Cote 5 - Cote D = ab et cote 13 - Cote V = cd.)

- 6°. Recherche des points les plus favorables et des points limites sur chacune de ces lignes de hauteur. Voici des exemples de points favorables judicieusement choisis:

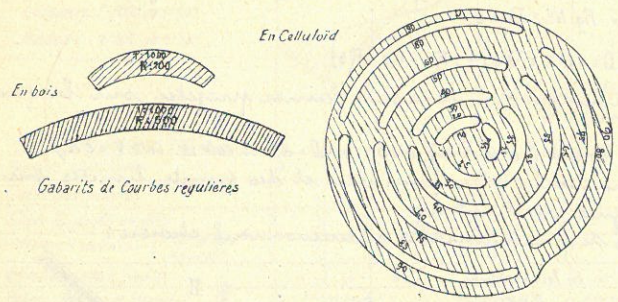


Dans cette étude il conviendra d'examiner l'équilibre des masses, la sécurité et la solidité de la route, l'économie des travaux et des expropriations et tous autres avantages qui en résulteraient.

7°. Détermination des points favorables et des points limites sur le plan de situation, en reportant sur le coté que fixent les profils en travers, la distance de chacune d'eux à la base d'opération. En reliant ces points on obtient la ligne des points favorables et des points limites.



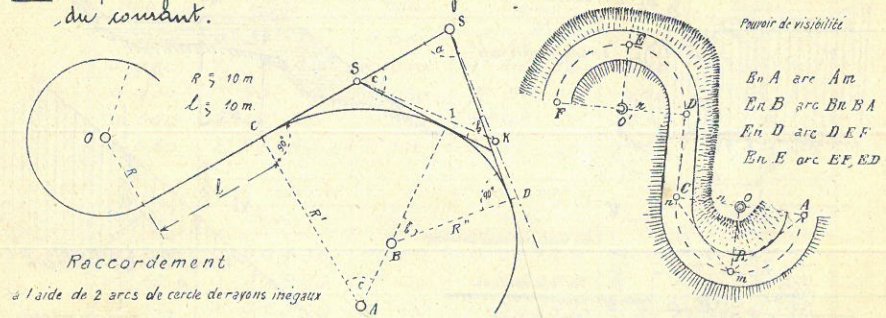
8°. Étude des courbes et des alignements tangents qui se rapprocheront de cette ligne idéale. Il y aura lieu de tenir compte des recommandations suivantes:



2. Les rayons des courbes et des courbes tournes ne seront pas inférieurs

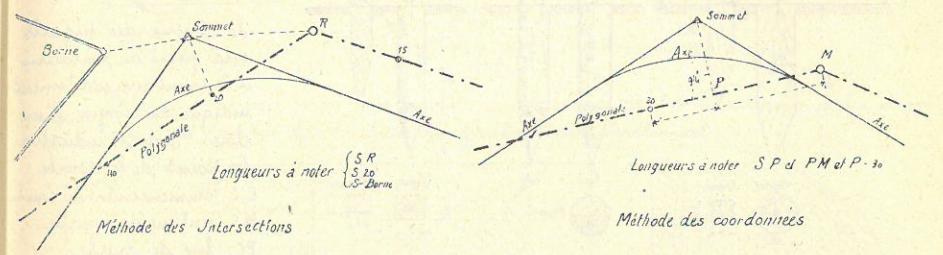
au minimum choisi. Pour les courbes: 10 mètres. Exceptionnellement on pourra descendre jus- qu'à 7 mètres en aménageant un élargissement de la chaussée. Pour les courbes dont la concavité est tournée vers le versant 40 mètres et pour les autres 30 mètres et exceptionnellement 25 mètres.

b. Un alignement de 12 mètres au minimum séparera deux courbes de sens contraires.
c. Le passage d'un cours d'eau se fera normalement à la direction du courant.



8.

9°. Calcul des distances des sommets des courbes à deux points fixes sur le terrain et choisis parmi les piquets de la base d'opération ou les points saillants exactement reportés sur le plan de situation. On peut également utiliser le procédé des coordonnées rectangulaires sur la polygonale en choisissant, comme origine un sommet ou même un point quelconque de cette ligne.



10°. Mesurage éventuel sur le canevas polygonal des angles compris entre les alignements droits successifs, au moyen de rapporteurs de précision. La connaissance de l'angle permettra, en appliquant les tables indiquées à la page 16, d'obtenir directement les éléments principaux des courbes.

Numéros des Sommets	Rayons	Angles	Tangente	Bisectrice	Arc
S ₁	40	135° 35' 20"	16.30	3.20	31.00
S ₂	108	164° 10' 5"	13.90	0.96	27.63

C. Piquetage et nivellement de l'axe

1°. Fixation sur le terrain au moyen de forts piquets, des sommets des courbes, en se servant des points du réseau polygonal et des points saillants comme repères.

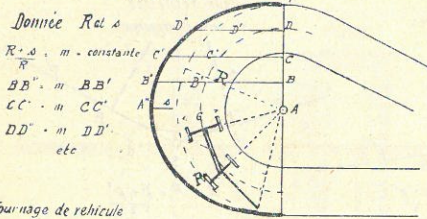
2°. Jalonnement des courbes, en stationnant sur ces sommets avec un instrument servant à mesurer les angles. La connaissance des rayons et des angles permettra de déterminer, au moyen de tables spéciales les longueurs de tangentes, des cordes, des arcs et des bissectrices.

Voit jalonnement des courbes page 16. En même temps qu'on fixera les points tangents et les milieux de courbes on intercalera des points intermédiaires, on procédera simultanément au kilométrage général de l'axe en partant de l'origine. Entre les courbes sont placés de nouveaux piquets à des distances si possible régulières.

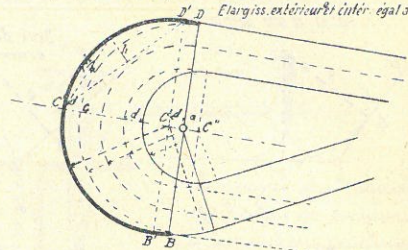
9

Elargissement des courbes

I Par une courbe elliptique
Elargiss.



II Par deux courbes circulaires
Elargiss. extérieurs et intérieurs égaux d



Tournage de retilcule

52. Projet d'abonnement devant servir à l'acquisition des terrains.
Plan parallèle et tableau des expropriations.

Fig Plans

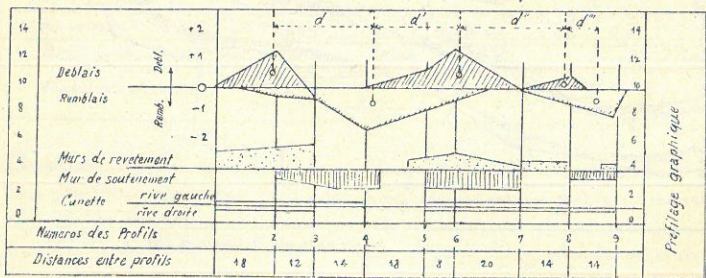
Propriétaires	Domiaile	Nature	Surface m ²	Taxe	Indemnités	Intérêts	Total	Observations	Quittance
Durand Paul	Pâle	Pâle	500	2	200	100	1300		Durand Paul

62. Préparation de l'avant-mètre des ouvrages, du devis et du cahier des charges

L'avant-mètre détermine la nature et les quantités des ouvrages à effectuer. On le représentera soit à l'aide de tableaux synoptiques soit à l'aide de dessins graphiques.

Nombres des Profils	Longueurs entre profils	Déblais			Forçoiement	Remblais			Excès des déblais par profil	Excès des remblais par profil	Observations concernant Empièvements, Dépôts, Transport des matériaux
		Surface par profil	Surface moyenne	Cubes		Surface par profil	Surface moyenne	Cubes			

Le cube des terrassements s'obtient en multipliant la moyenne des aires des déblais et remblais de 2 profils consécutifs par la distance qui les sépare. C'est selon cette méthode qu'a été dressé le tableau ci-haut.

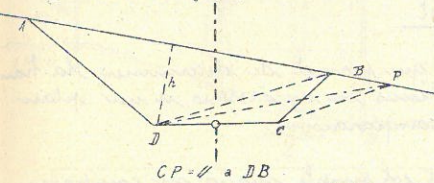


Les aires des sections transversales sont portées comme ordonnées et les distances qui les séparent comme abscisses. Les surfaces ainsi déterminées

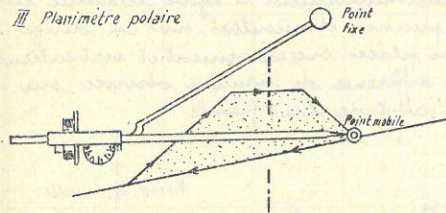
représentent le volume des masses.

Les aires des profils en travers s'obtiennent, à l'aide du canevas quadrillé, du planimètre ou encore par le calcul ou la transformation des surfaces en figures simples.

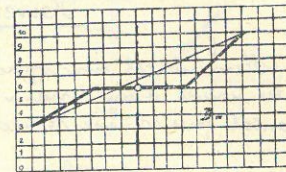
I Transformation graphique



III Planimètre polaire



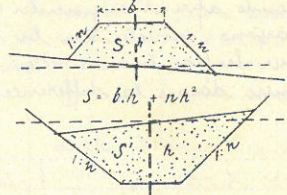
II Canevas quadrillé



Déblais = 6 carrés = 6 m²

Remblais = 2 carrés = 2 m²

IV Par le calcul



Designation des parties d'ouvrages	Nombre de partie	Dimensions			Surfaces ou cubes			Poids	Observation et Croquis
		Longueurs	Largeur	Hauteurs ou épaisseur	Auxiliaires	Partielles	Totales		

Le devis estimatif donné sur la base de l'avant-mètre, l'évaluation approximative des ouvrages projetés.

Nombre	Longueur	Largeur	Hauteur	Surfaces ou Cubes ou parties	Surfaces ou Cubes totaux	Designation des Ouvrages	Prix d'Unité	Sommes partielles	Sommes totales	Observations

Le cahier des charges fixe d'une manière précise les obligations de l'entrepreneur et les conditions dans lesquelles doit être effectué l'ouvrage.

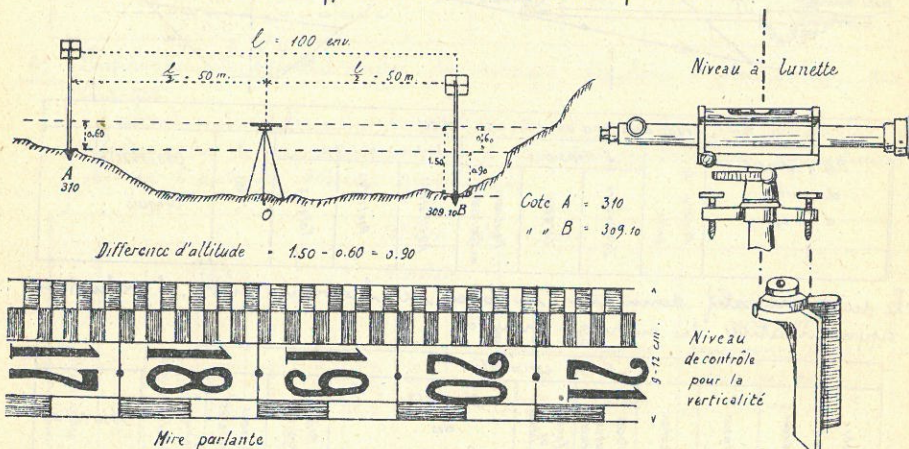
72. Confection du dossier. Celui-ci renfermera les pièces suivantes:
- Plan général de situation. Echelles 1:500 ou 1:1000
 - Profil en long. Echelles: Longueurs 1:1000 et hauteurs 1:100 ou 1:200
 - Calier des profils en travers. 1:100 ou 1:200
 - Dessins des profils types 1:100 ou 1:50
 - Plans détaillés des ouvrages d'art (pour détails 1:20 ou 1:10)
(pour projet 1:100)
 - Tableau de calcul des masses.

- g- Avant-mètre des ouvrages.
- h- Deux estimatif.
- i- Tableau des expropriations. Plan parallèle.
- j- Rapport descriptif.

Nivellement.

Le nivellement est une opération qui permet de déterminer la hauteur des points d'un terrain au-dessus ou au-dessous d'un plan horizontal pris comme terme de comparaison.

Nivellement simple. Le nivellement est simple quand on compare les hauteurs de 2 points sans changer de stationnement avec le niveau. L'instrument se place approximativement à égale distance des points afin d'augmenter la précision du résultat, puis on dirige les rayons visuels sur la mire placée successivement et verticalement sur les points à niveler. La différence de hauteur observée sur la mire donne la différence d'altitude des 2 points.



Nivellement composé

Le nivellement nécessite la succession de plusieurs nivellements simples.

A. Par cheminement. A chaque station on donne 2 coups de niveau, l'un vers le point de départ et l'autre vers le point d'arrivée.

Le premier est appelé "coup d'arrière" et le second "coup d'avant".

Règles: 1: En additionnant les coups arrière et en retranchant ce total de la somme des coups avant, on obtient la différence d'altitude des 2 points.

2: Suivant que la somme des coups arrière est plus grande ou moindre que la somme des coups avant, le point d'arrivée sera plus haut ou plus bas que le point de départ.

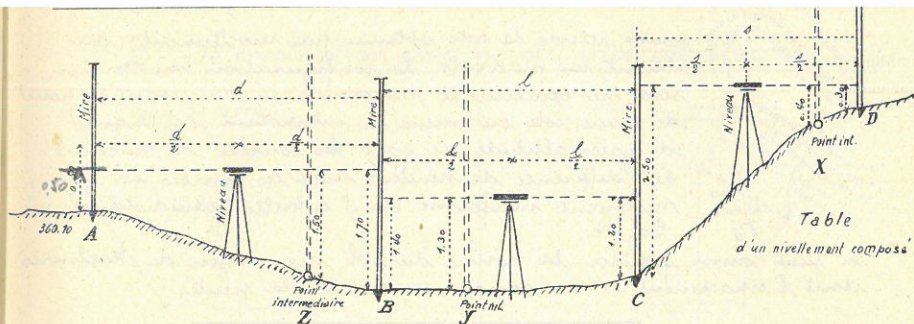


Table d'un nivellement composé

Points	Distance de l'opération	Instrument :				Opérateur :	
		Lectures		Différence		Hauteurs	Observations
		Arrière	Avant	+	-		
A	50	0.50				360.70	Point de départ
Z	50		(1.50)		(- 1.00)	(359.70)	Point intermédiaire
B	50	1.40	1.70		- 1.30	358.90	
Y	50	(1.30)		(+ 0.10)		(359.00)	Point intermédiaire
C	50	2.50	1.20	+ 0.20		359.10	
X	50		(0.40)	(+ 2.10)		(361.20)	Point intermédiaire
D	50		0.30	+ 2.20		361.30	Point d'arrivée
Totaux des points		4.40	3.20	+ 2.40	- 1.20		
Différences			3.20		- 1.20		
			+ 1.20		+ 1.20		

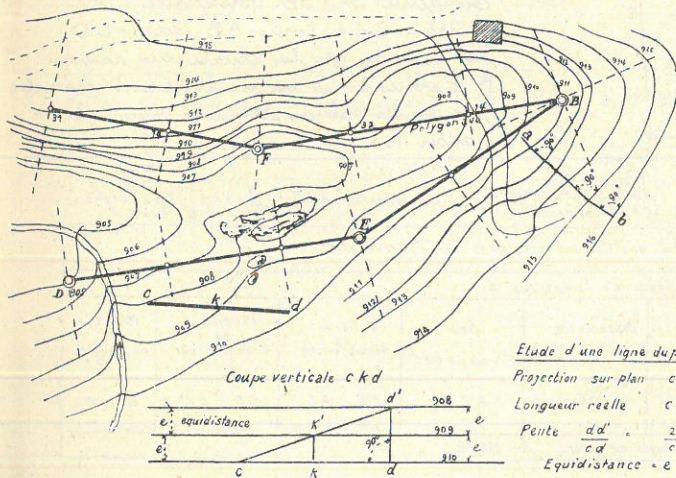
Cote de D = 360.70 + 1.20 = 361.30

B. Par Rayonnement. Ce procédé consiste à déterminer les cotes de différents points à l'aide d'une seule station. Ces points intermédiaires sont inscrits sur le tableau du nivellement général où leurs hauteurs sont calculées selon le procédé usuel.

Voir ci-haut

Remarque.

Si sur le plan de situation d'un projet de route on inscrit à côté des



Plan à courbes de niveau
1:1000

La ligne de plus grande pente est une ligne qui coupe les courbes de niveau sous un angle droit.
Exemple: a-b.

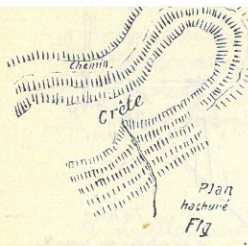
Etude d'une ligne du plan

Projection sur plan ckd

Longueur réelle ckd' x 1000

Pente $\frac{cd'}{cd} = \frac{2e}{cd} = \frac{2e \times 100}{cd} = x\%$

Equidistance = e



points relevés la cote obtenue par nivellement, on obtient un plan coté. La configuration du terrain sera très exactement représentée, en réunissant les points de même cote, ou mieux en interpolant des lignes d'égales altitude. Ce sont les courbes de niveau. La différence de hauteur entre ces courbes est généralement uniforme. On l'appelle: *équidistance*.
Eq. = e.

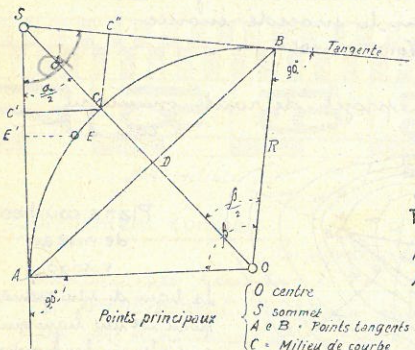
On peut aussi figurer la forme du sol au moyen de hachures dont l'espacement est en raison inverse de la pente.

Jalonnement des Courbes.

Le tracé des courbes circulaires sur le terrain, consiste à déterminer au moyen de piquets, les points où la courbe commence et finit et celui équidistant de ceux-ci qui se trouve sur la bissectrice. Ces points sont désignés: points principaux.
Pour mieux dessiner la forme de la courbe, on intercale entre ces points essentiels un certain nombre de points qu'on appelle: points intermédiaires.

A Détermination des points principaux.

La connaissance de la valeur de l'angle sous lequel les alignements droits se coupent, permet, au moyen de tables spéciales, de trouver directement pour le rayon R = 100, les éléments principaux de la courbe.



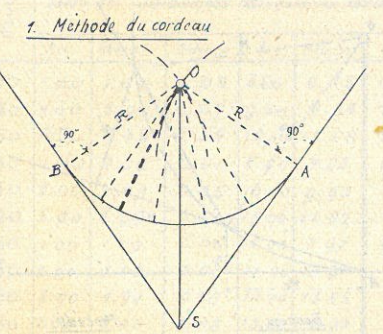
α = Angle des tangentes = $180 - \beta$
 β = Angle au centre = $180 - \alpha$
Éléments principaux
Tangente: SA : SB. Bissectrice: SC.
Arc: B.C.A. corde: A.B flèche: C.D.
Les données de la courbe au rayon R' s'obtiendront en multipliant simplement les valeurs acquises pour le rayon 100 par le rapport $\frac{R'}{100}$.

Longueur de l'arc ACB = $\frac{\alpha}{360} \times 2\pi R = R \beta \times 0,1745$ ou $\pi \times 3,1416$

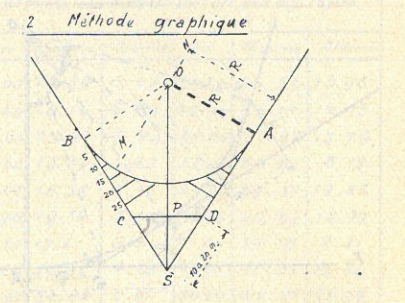
Tables pour le tracé des Courbes circulaires de raccordement

Angle de Tangentes α						
Minutes de l'angle α	Tangente	Bissectrice	Arc	$\frac{1}{2}$ Corde ou Abscisse sur la tangente	Flèche ou Ordonnée sur la tangente	Minutes de l'angle β
α'	SA - SB	SC	ACB	AD - AC'	CD - CC'	$60 - \alpha'$
Angle au centre $\beta = 180 - \alpha$						

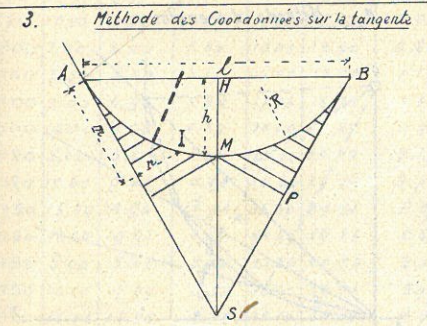
B. Détermination des points intermédiaires.



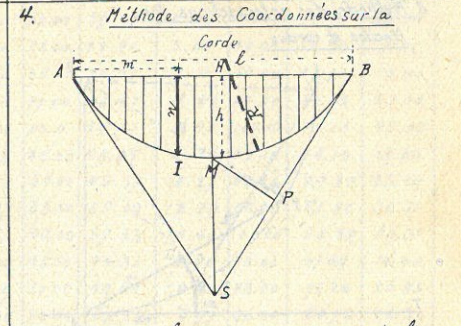
Données: Rayon R et points A et B
Procédé: Déterminer Centre O par deux arcs de cercle de A et B avec un rayon R



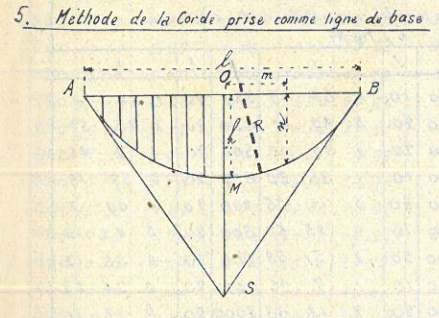
Données: Rayon R et Direction SA et SB.
Procédé: a. Sur terrain: Mesurer triangle SCD
b. Dessiner graphique à grande échelle du triangle PCD. Détermination des points O A et B



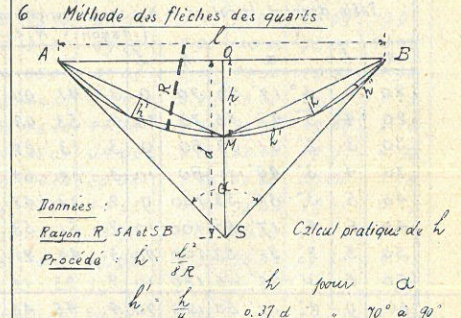
Données: Rayon R, Directions SA et SB
Procédé: $n = \frac{m^2}{2R}$ $HP - HH = \frac{l^2}{8R} = h$



On considère la corde comme égale à l'arc
Données: Rayon R et Direction SA et SB
Procédé: $n = \frac{m^2}{2R}$ $MH = \frac{l^2}{8R} \cdot MP \cdot h$

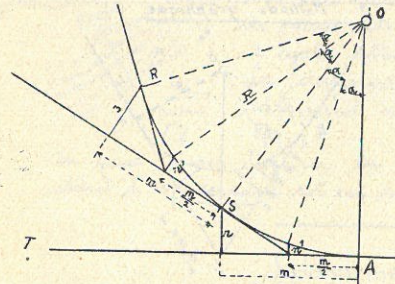


Données: Rayon R et SA, SB
Procédé: $n = \frac{h - \frac{h^2}{2R}}$ $h = \frac{l^2}{8R}$



Données: Rayon R SA et SB
Procédé: $h = \frac{l^2}{8R}$ Calcul pratique de h pour α
 $h = \frac{h'}{4}$ 0,37 d. 70° à 90°
 $h = \frac{h'}{4}$ 0,43 d. 90° à 135°
etc. 0,50 d. > 130°

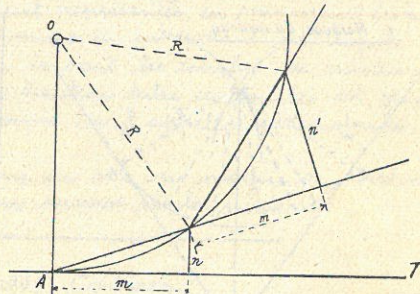
6. Méthode du Polygone circonscrit



Données:
Rayon R
Tangente AT

Procédé:
 $n = \frac{m^2}{2R}$
 $n = 4n'$

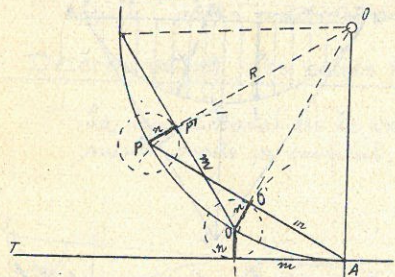
7. Méthode du Polygone inscrit



Données:
Rayon R
Tangente AT

Procédé:
 $n = \frac{m^2}{2R}$
 $n' = 2n = \frac{m^2}{R}$

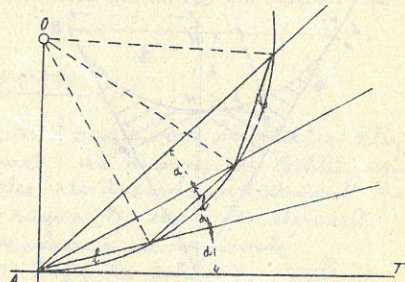
8. Méthode des intersections des flèches et cordes



Données:
Rayon R
Tangente AT

Procédé:
 $n = \frac{m^2}{2R}$
 n et m font O'
 $AO' = O'P$

9. Méthode des angles



Données:
Rayon R
Tangente AT

Procédé:
 $\alpha = \frac{\ell}{2R} = 226265''$
 $\ell = 5-10 \text{ à } 20 \text{ m.}$

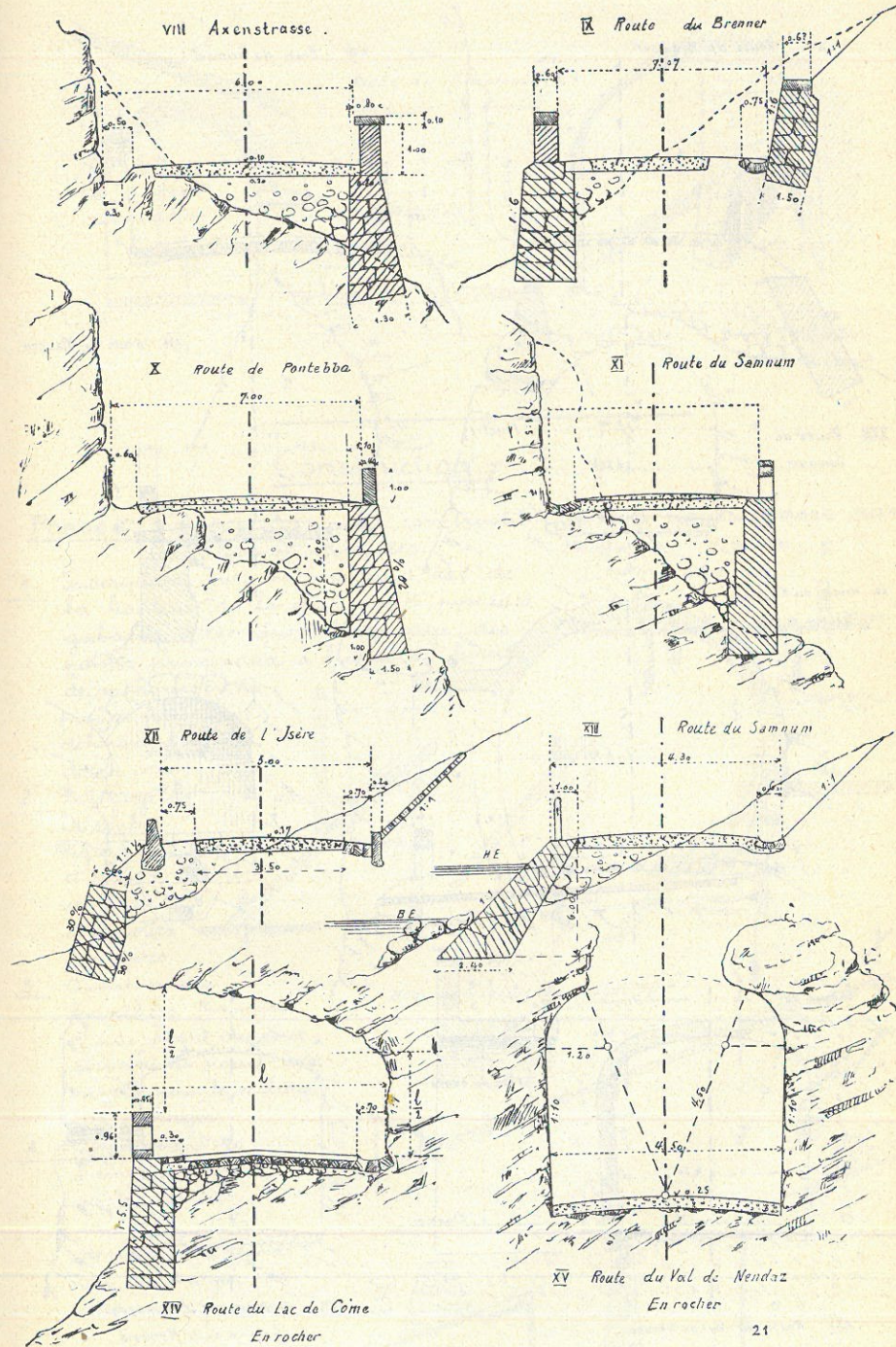
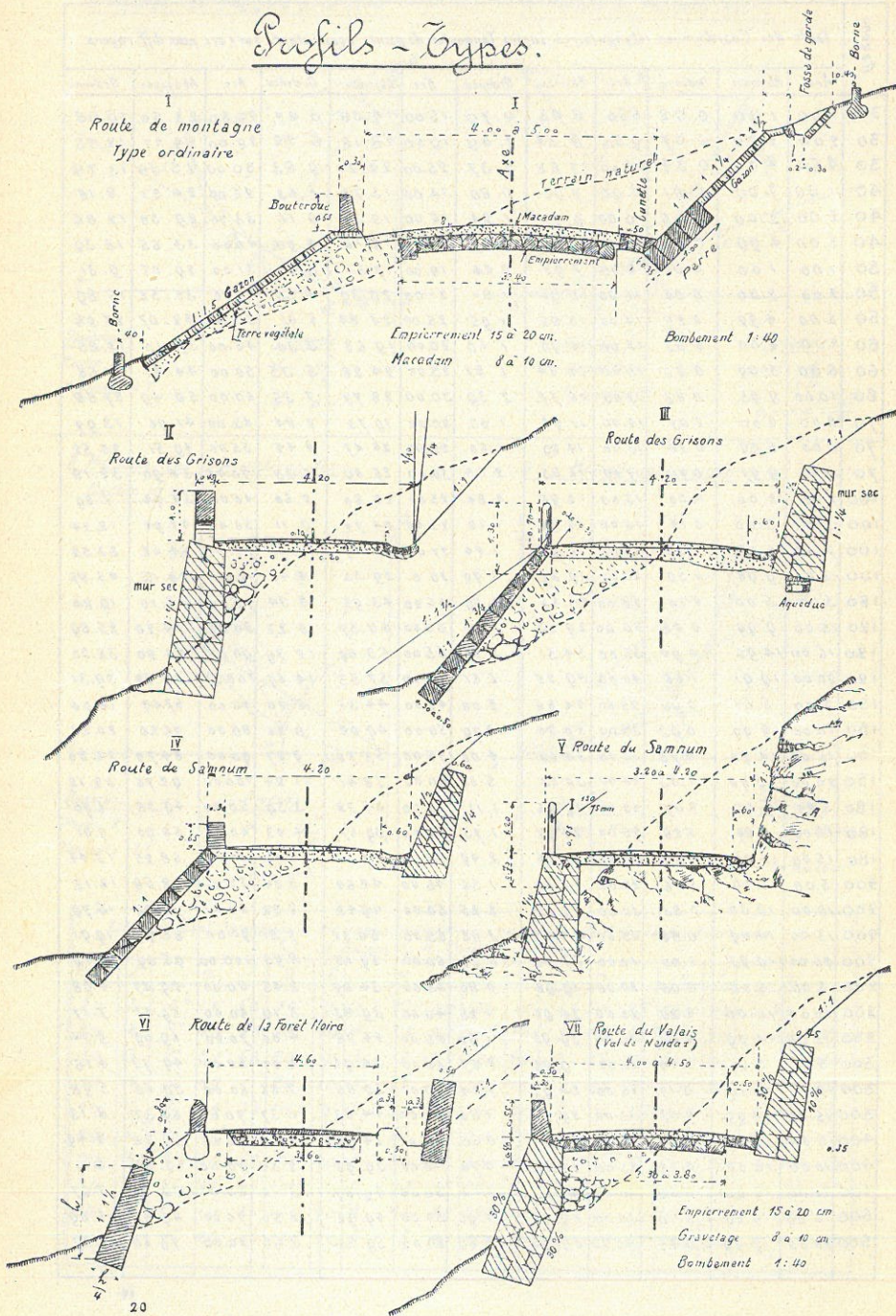
Table donnant la valeur à des angles périphériques pour des rayons et des cordes déterminées (Rayon = R, Corde = ℓ) Fig. N°

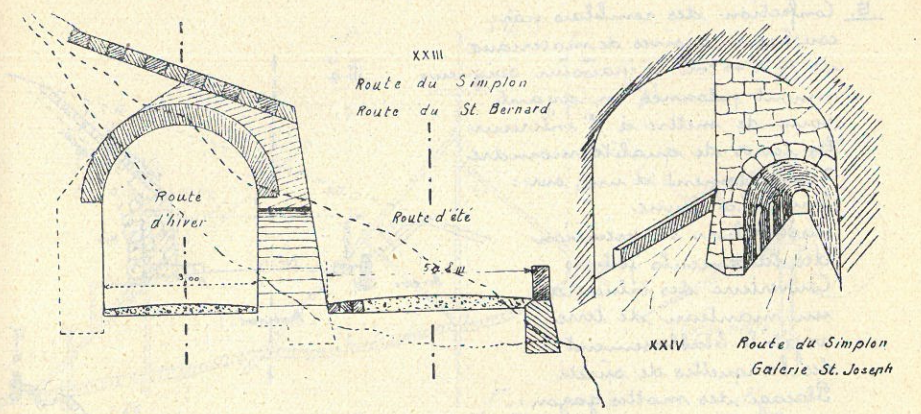
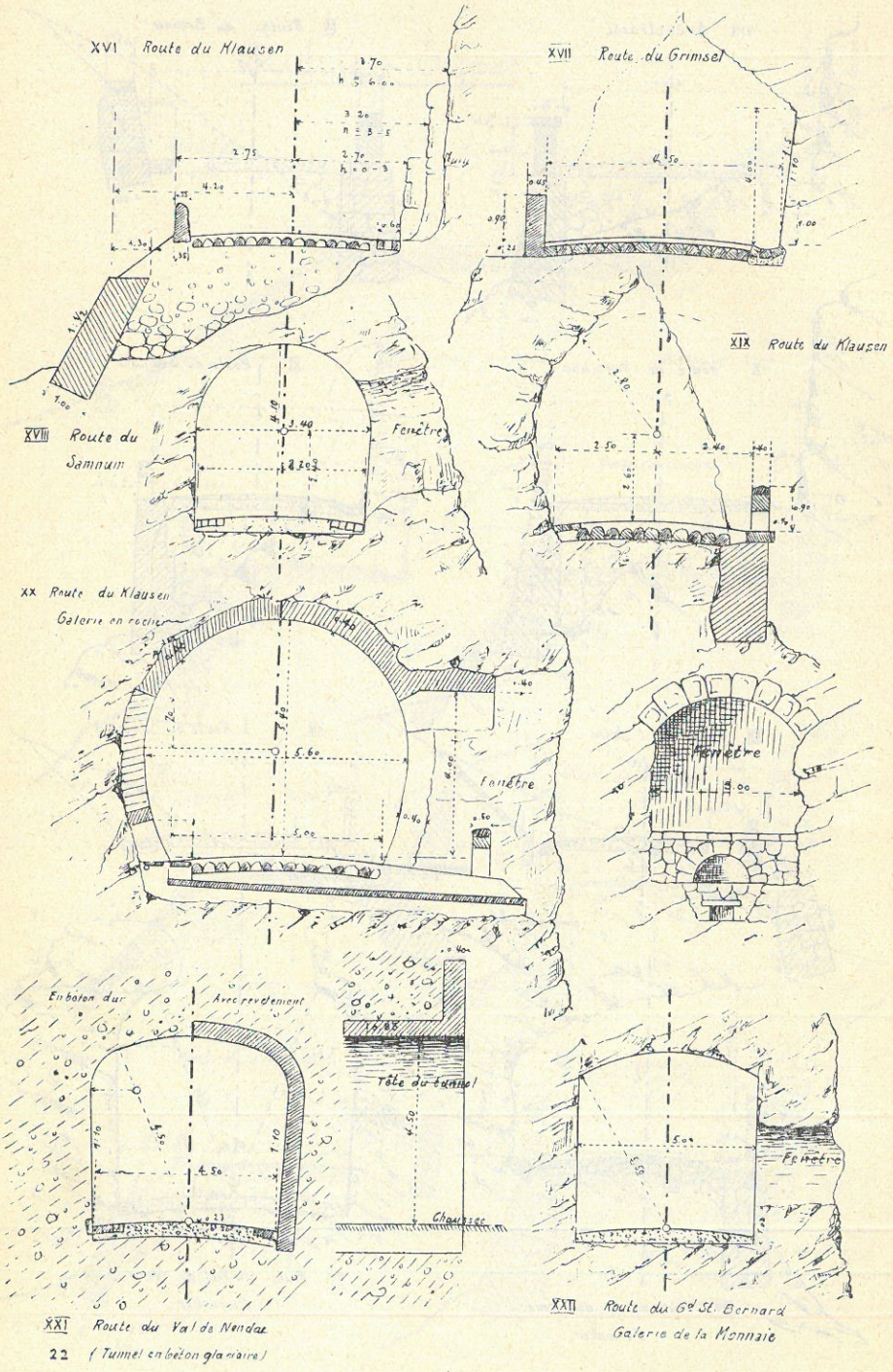
R	ℓ	α	R	ℓ	α	R	ℓ	α	R	ℓ	α
20	3	4° 17' 50"	70	9	3° 41' 00"	150	10	1° 54' 35"	350	20	1° 38' 14"
20	4	5° 43' 46"	70	10	4° 53' 03"	150	20	3° 49' 21"	400	20	1° 25' 57"
30	3	2° 51' 53"	80	9	3° 13' 22"	160	20	3° 35' 00"	500	20	1° 8' 46"
30	4	3° 49' 11"	80	10	3° 34' 52"	180	10	1° 35' 30"	600	20	0° 57' 18"
40	5	3° 34' 52"	100	9	2° 34' 42"	180	20	3° 11' 05"	700	20	0° 49' 7"
40	6	4° 17' 50"	100	10	2° 51' 53"	200	10	1° 25' 57"	800	20	0° 42' 58"
50	5	2° 51' 53"	100	20	5° 44' 21"	200	20	2° 51' 58"	900	20	0° 38' 12"
50	6	3° 26' 16"	120	10	2° 23' 14"	250	10	1° 8' 45"	1000	20	0° 34' 23"
60	9	4° 17' 50"	120	20	4° 46' 49"	250	20	2° 17' 33"	2000	20	0° 17' 11"
60	10	4° 46' 29"	140	20	4° 5' 46"	300	20	1° 54' 37"	3000	20	0° 11' 28"

Table des Coordonnées rectangulaires sur les Tangentes de points équidistants sur l'arc pour diff. rayons

Rayons	Rayon 1			Rayon 2			Rayon 3			Rayon 4		
	Arc	Abscisse	Ordonnée	Arc	Abscisse	Ordonnée	Arc	Abscisse	Ordonnée	Arc	Abscisse	Ordonnée
30	1.00	1.00	0.02	6.50	6.45	0.70	15.00	14.38	3.67	26.50	23.50	10.96
30	2.00	2.00	0.07	9.50	9.34	7.49	19.50	18.16	6.72	28.00	24.77	12.75
30	4.50	4.48	0.34	13.00	11.68	2.37	25.00	22.92	9.83	30.00	25.24	13.79
40	1.00	7.00	0.01	8.00	7.95	0.80	14.00	13.72	2.43	26.00	24.21	8.16
40	2.00	2.00	0.05	10.00	9.90	1.24	16.00	15.58	3.16	33.00	29.38	12.86
40	5.00	4.99	0.31	12.00	11.82	1.79	20.00	19.18	4.90	40.00	33.65	18.39
50	1.00	1.00	0.01	8.00	7.97	0.64	18.00	17.61	3.21	31.00	29.05	9.31
50	2.00	2.00	0.04	11.00	10.91	1.21	21.00	20.39	4.35	41.00	36.56	15.80
50	5.00	4.99	0.25	14.00	13.82	1.95	26.00	24.84	6.61	50.00	42.07	22.98
60	2.00	2.00	0.03	13.00	12.90	1.40	20.00	19.63	3.30	40.00	37.10	12.85
60	6.00	5.99	0.30	15.00	14.84	1.87	25.00	24.28	5.35	50.00	44.41	19.66
60	10.00	9.95	0.83	17.00	16.77	2.39	30.00	28.77	7.35	60.00	50.49	27.58
70	2.00	2.00	0.03	12.00	11.94	1.03	20.00	19.73	2.84	45.00	41.96	13.97
70	6.00	5.99	0.28	15.00	14.89	1.60	25.00	24.47	4.42	55.00	49.51	20.52
70	10.00	9.97	0.71	17.00	16.83	2.05	30.00	29.09	6.33	70.00	58.90	32.18
100	2.00	2.00	0.02	13.00	12.96	0.84	23.00	22.80	2.68	40.00	38.94	7.89
100	5.00	5.00	0.12	15.00	14.94	1.12	25.00	24.74	3.11	50.00	47.94	12.24
100	7.00	6.99	0.24	17.00	16.92	1.44	27.00	26.67	3.62	70.00	64.42	23.52
100	10.00	9.98	0.50	20.00	19.87	1.99	30.00	29.55	4.47	100.00	84.15	45.97
120	5.00	5.00	0.10	25.00	24.82	2.59	45.00	43.95	8.34	70.00	66.10	19.84
120	10.00	9.99	0.42	30.00	29.69	3.73	50.00	49.57	10.27	80.00	74.20	25.69
120	15.00	14.96	0.94	35.00	34.51	5.07	55.00	53.09	12.39	90.00	81.80	32.20
120	20.00	19.91	1.66	40.00	39.26	6.61	60.00	57.53	14.69	100.00	88.82	39.31
150	5.00	5.00	0.08	25.00	24.88	2.08	45.00	44.33	6.70	70.00	67.49	16.04
150	10.00	9.99	0.33	30.00	29.80	2.99	50.00	49.08	8.26	80.00	76.26	20.83
150	15.00	14.98	0.75	35.00	34.68	4.06	55.00	53.78	9.97	90.00	84.70	26.20
150	20.00	19.94	1.33	40.00	39.53	5.30	60.00	58.41	11.84	100.00	92.76	32.12
180	5.00	5.00	0.07	20.00	19.96	1.11	35.00	34.78	3.39	50.00	49.36	6.90
180	10.00	9.99	0.28	25.00	24.92	1.73	40.00	39.67	4.43	60.00	58.90	9.91
180	15.00	14.98	0.62	30.00	29.86	2.49	45.00	44.53	5.60	70.00	68.25	13.44
200	5.00	5.00	0.06	25.00	24.93	1.56	45.00	44.62	5.04	70.00	68.58	12.13
200	10.00	10.00	0.25	30.00	29.89	2.25	50.00	49.48	6.22	80.00	77.88	15.79
200	15.00	14.99	0.56	35.00	34.82	3.05	55.00	54.31	7.51	90.00	86.99	19.91
200	20.00	19.97	1.00	40.00	39.73	3.99	60.00	59.10	8.93	100.00	95.89	24.48
250	5.00	5.00	0.05	20.00	19.98	0.80	35.00	34.89	2.45	50.00	49.67	4.98
250	10.00	10.00	0.20	25.00	24.96	1.25	40.00	39.83	3.19	60.00	59.43	7.17
250	15.00	14.99	0.45	30.00	29.93	1.80	45.00	44.76	4.04	70.00	69.09	9.74
300	5.00	5.00	0.04	20.00	19.99	0.67	35.00	34.92	2.04	50.00	49.77	4.16
300	10.00	10.00	0.17	25.00	24.97	1.04	40.00	39.88	2.66	60.00	59.60	5.98
300	15.00	14.99	0.37	30.00	29.95	1.50	45.00	44.83	3.37	70.00	69.37	8.13
400	5.00	5.00	0.03	20.00	19.99	0.50	35.00	34.96	1.53	60.00	59.78	4.49
400	10.00	10.00	0.12	25.00	24.98	0.78	40.00	39.93	2.00	70.00	69.64	6.11
400	15.00	15.00	0.28	30.00	29.97	1.12	50.00	49.87	3.12	80.00	79.47	7.97
500	10.00	10.00	0.10	30.00	29.98	0.90	50.00	49.92	2.50	70.00	69.77	4.89
500	20.00	19.99	0.40	40.00	39.96	1.60	60.00	59.86	3.60	80.00	79.66	6.39

Profils - Types.

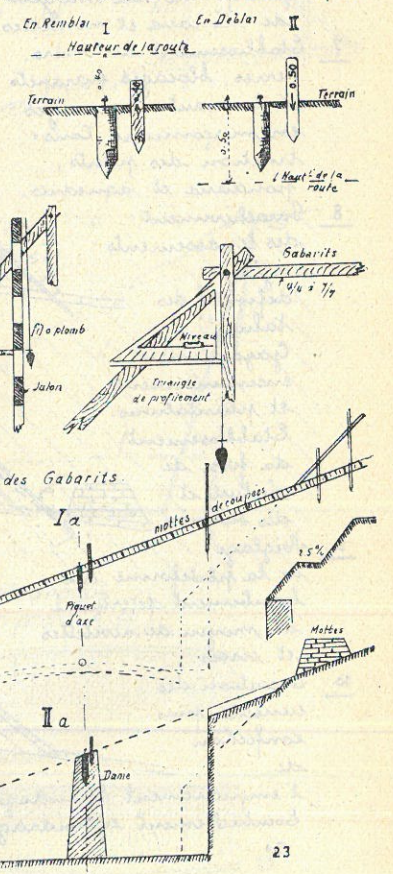




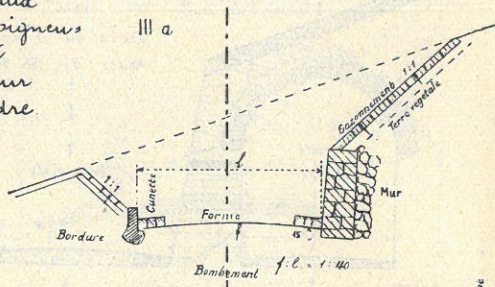
Construction.

Phases d'exécution. La construction d'une route passe par les phases suivantes:

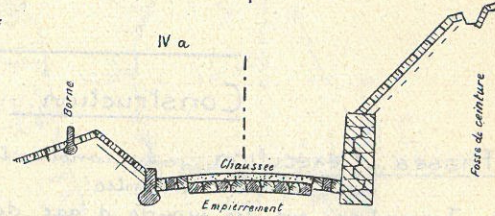
1. Inscription sur les piquets d'axe de la hauteur de la chaussée et pose des gabarits d'exécution. Repérage des points principaux à l'aide de bornes, de marques ou de piquets fixés en dehors de l'emprise de la voie.
2. Nettoyage de la route. Digageusement et mise en tas des molles découpées.
3. Ouverture des tranchées. Maintien d'une dame ou cône servant de point de repère pour le métrage des ouvrages.
4. Assèchement de l'emprise de la route par la captation et la dérivation des eaux au moyen de drains et pierres.



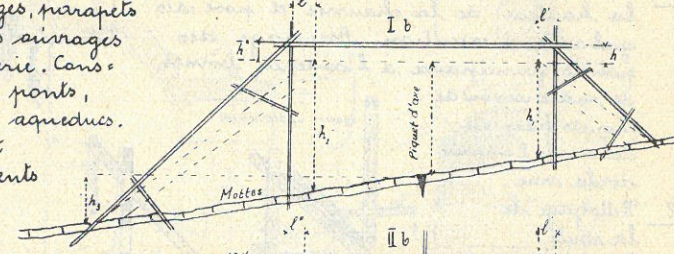
5. Confection des remblais par couches successives de matériaux de 10 à 40 cms. d'épaisseur, soigneusement pilonnés en ayant soin de mettre à l'intérieur les terres de qualité moindre. Aménagement d'une sur-largueur et d'une surélévation en prévision des tassements futurs. Couverture des talus par un manteau de terre végétale. Etablissement des banquettes de sûreté. Blocage des mottes gazonnées et ensemencement.



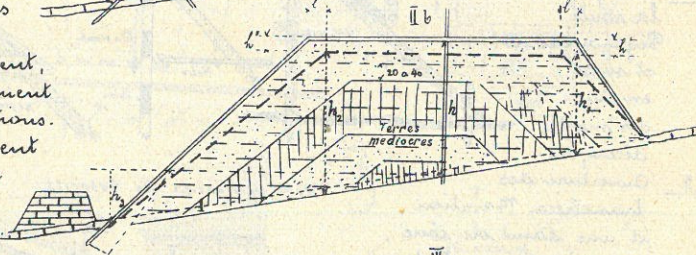
6. Vérification générale du profil longitudinal et régularisation de la plateforme au moyen de niveaus et nivelleuses.



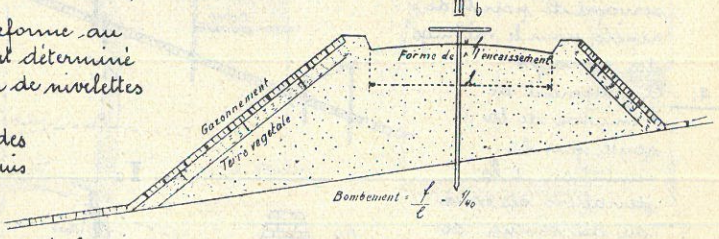
7. Etablissement des murs, perris, blocages, parapets et tous autres ouvrages en maçonnerie. Construction des ponts, pontons et aqueducs.



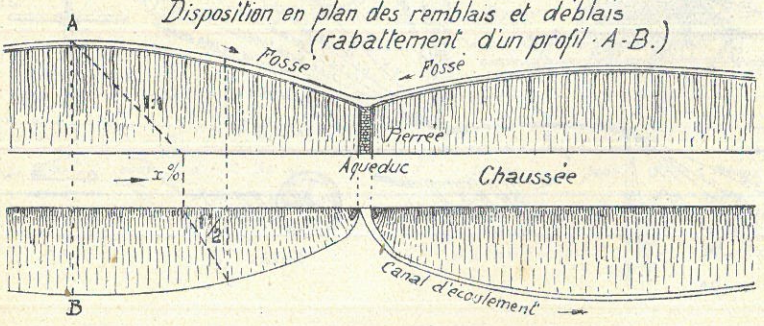
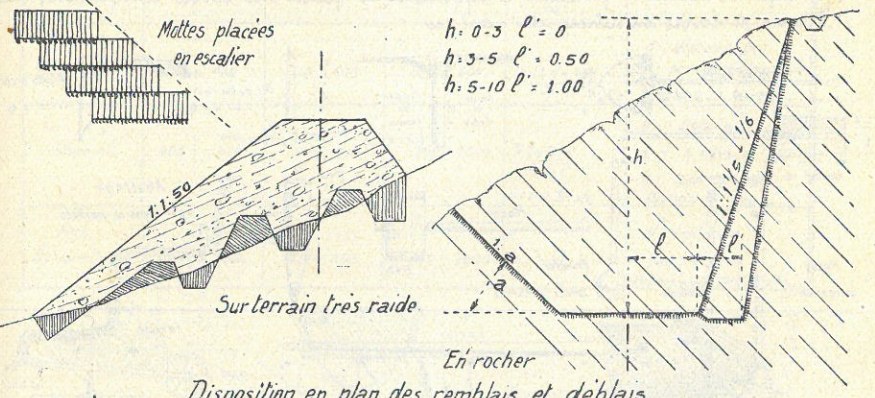
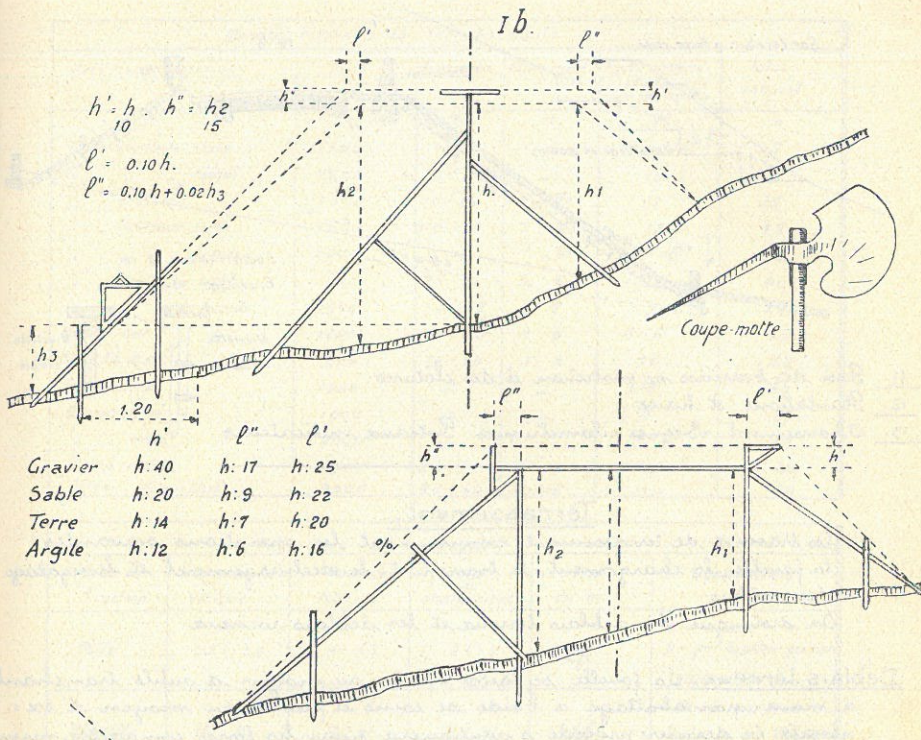
8. Parachèvement des terrassements. réglage définitif des talus.

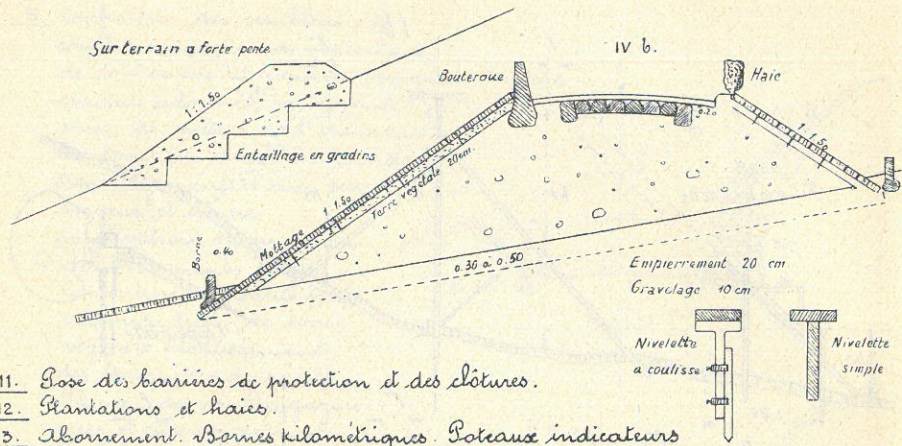


9. Nivelage de la plateforme au bombement déterminé au moyen de nivelleuses et cerces.



10. Exécution des banquettes, puis confection de l'empierrement. Epandage des graviers et de la terre d'agrégation. Eventuellement cylindrage.



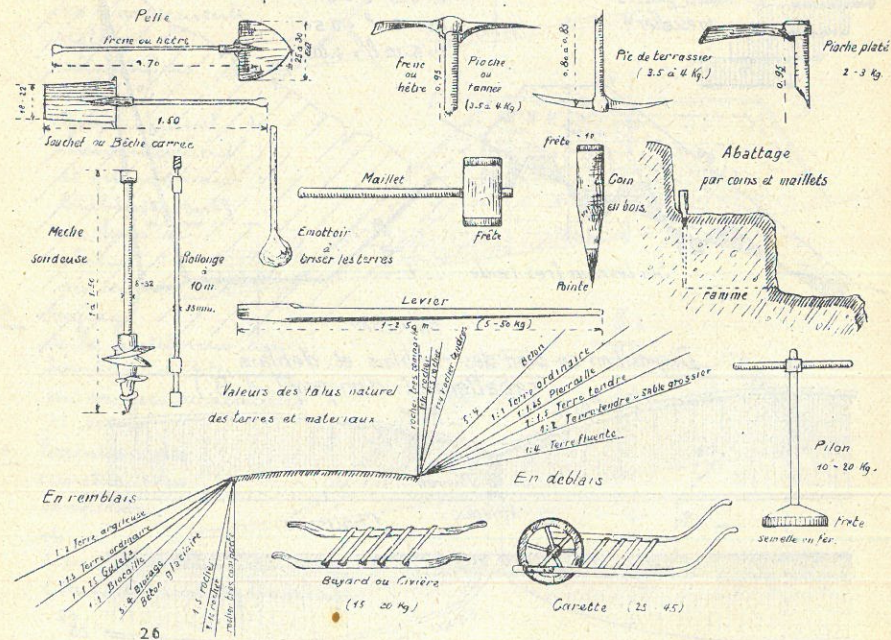


11. Pose des barrières de protection et des clôtures.
12. Plantations et haies.
13. Abonnement. Bornes kilométriques. Poteaux indicateurs

Terrassement.

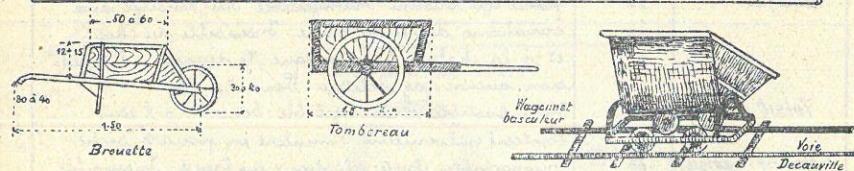
Les travaux de terrassement comprennent les opérations suivantes : la fouille, le chargement, le transport, le déchargement et le réglage des déblais.
On distingue les déblais terreux et les déblais rocheux.

Déblais terreux. La fouille se laisse opérer au moyen d'outils tranchants à main, par abattage à l'aide de coins et pics et au moyen d'ex-plissifs. Ce dernier procédé s'appliquera pour les terres compactes, marnes bitumeuses et terres enfouies de ravinées.



Nature des matériaux	Poids m ³	Façonnement	Façonnement	Fouille opérée en 10 heures par l'ouvrier	Talus naturel
Terre végétale sèche	1300	8	—	12 - 15	35
„ „ humide	1600	—	—	10	30
„ „ ordinaire	1500	10-15	1-2	11	35
„ „ limoneux sèche	1500	10-15	2-4	13	42
„ „ „ humide	1900	—	—	9-10	22
„ „ argileuse sèche	1600	25-30	5-6	11	40
„ „ „ humide	1900	10-12	2-4	7	22
Merne dur	1600	25-30	4-6	5-6	45
Sable fin et sec	1600	10-20	1-2	11	33
Sable humide	1600	—	—	10	40
Graviers arr.	1900	—	—	8	25
„ „ moulé	2000	—	—	7-8	22
Débris rocheux	1900	35-50	8-15	—	35
Amas de gros blocs	2000	40-50	9-15	—	60

Mode de traction	Capacité du véhicule	Poids du véhicule	Total du chargement	Prix du m ³	Observations
Pelle	2.5 - 3.5 kg.	1 - 1.5 kg.	3.5 - 5	$\frac{pd}{5}$	d = distance p = prix du pillier par hour Distance max 8 ms.
Brouette	15 - 30	50 - 60	75 - 90	$\frac{2pd}{100}$	Relais pour 30 ms. Distance max 80 à 100 m.
Tombereau	200 à 400	150 à 200	350 à 600	$\frac{p(2d+60)}{3500}$	d = distance p = prix du tracteur par hour Distance < 300 ms.
Char	600 - 1400	300 - 700	900 - 2000	$\frac{P(2D+d)}{3500C}$ $\frac{1000D+100}{1000D+100}$	D = distance d = 5.50 C = Cote de char Distance < 400
Voie Decaerville	600 - 7500	350 - 500	950 - 2000	$0.000412 d + 0.25$	d = distance rails Vignole Ecartement 40 à 75 cms.

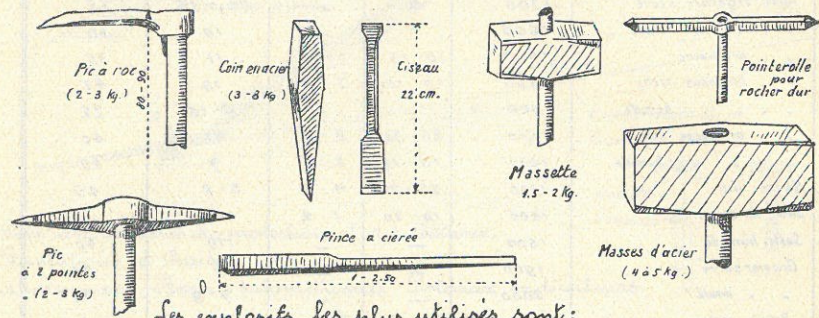


Transports en hauteur.
Avec chaque metre de hauteur on ajoutera a la distance horizontale :

10 ms.	pour d < 50 ms.	20 ms.	pour d = 50 à 100 ms.
35 ms.	„ d = 100 à 300	50 ms.	„ d > 300

Formule $d = d + 6.25 h$

Déblais rocheux. Les déblais rocheux nécessitent l'emploi d'explosifs. Exceptionnellement l'état friable et délité de la roche permet parfois de la désagréger soit au moyen du simple pic à roc soit par abattage à la trace.



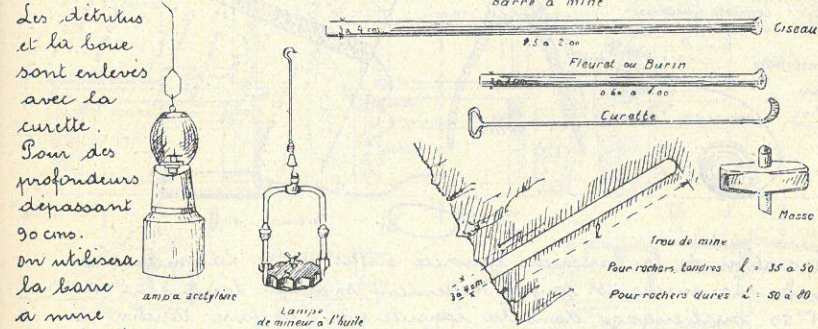
Les explosifs les plus utilisés sont:
 a) La Dynamite
 b) Les explosifs de sûreté.

Les explosifs de sûreté sont ainsi dénommés parce qu'ils peuvent être employés sans formalités spéciales par suite de leur insensibilité au choc, au frottement et aux variations de température.

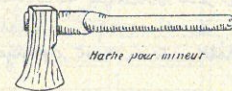
Tableau des explosifs		
Explosifs	Puissance relative	Données diverses
Dynamites	relative	
Gelatine pure	100	Grande puissance. S'adapte pour travaux sous l'eau pour tunnel en roche dure. Congelable à + 8°C. Très sensible au choc. Supporte l'humidité.
Gelatine-explosive	96	Moins sensible au choc, au frottement et au gel que la gelatine pure. Incongelable à l'eau. Difficilement congelable. Rarement employée. Supporte l'humidité.
Dynamite I	83	Qualités sensiblement égales à la dynamite II.
Dynamite II	66	Les explosifs de sûreté lui sont préférés.
Explosifs de sûreté		
Gelatine Telsit	78	Incongelable, grande plasticité, insensible à l'eau au choc et au frottement. Fumée faible et non désagréable.
Adorfité	72	Grand effet brisant. Incongelable. Peu sensible aux variations de température. Insensible au choc et à la chaleur. Économique. Ne dégage à l'explosion aucun gaz délétère. Pour tunnels.
Telsit	70	Incombustible et incongelable. Sensible à l'eau. Explosif pulvérulent. S'emploie en poudre sèche.
Gelatine-Gamsit	66	Incongelable. Bonne plasticité au froid. Insensible au feu et au choc.
Westphalite	65	Très employée pour galeries et tunnels. Sans danger.
Dorfité	55	Mêmes qualités que l'Adorfité. Moins brisant.
Chéadite	50	Spécialement pour carrières et roches moyennes. Utilisée pour travaux de carrière où les roches ne doivent pas être broyées. Fumée épaisse. Effet peu brisant.

Pétraclastite	25	Remplace avantageusement la poudre noire. Incongelable. Composition } charbon 12 à 18 p. Charge case } soufre 8 à 20 Bourrage soigné } Salpêtre 60 à 80
Salpêtre minier	-	
Poudre noire	17	
grains de 19 à 6 mm		

Forage des trous de mine. On opère le forage des trous de mine au moyen du fleuret que l'on fait pénétrer à coup de massette et la boue sont enlevés avec la surette.

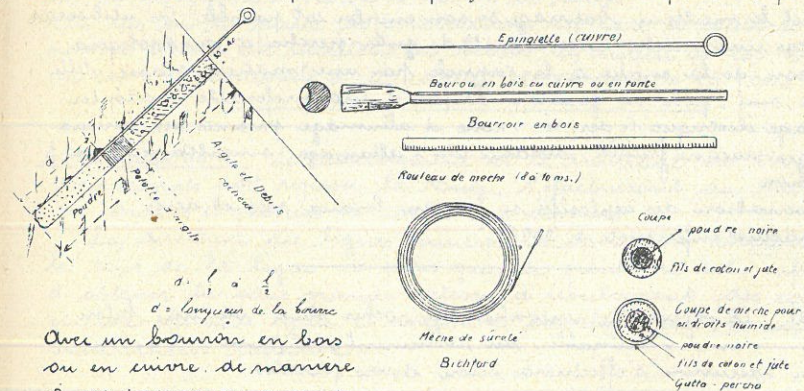


Pour des profondeurs dépassant 90 cms. on utilisera la barre à mine et si l'opération est d'une certaine importance, on l'activera en employant des moyens mécaniques, marteau d'abattage et perforatrices manœuvrées à la main, ou mis en mouvement par l'eau, l'air comprimé ou l'électricité.



Chargement du trou de mine

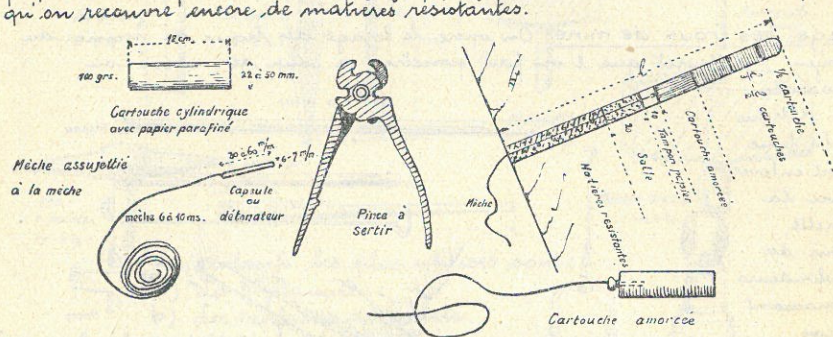
A Pour la poudre noire. On remplit le 1/3 ou la moitié de la longueur de l'excavation, de poudre en plaçant contre la paroi l'épinglette.



Avec un bourroir en bois ou en cuivre de manière à ne provoquer aucune étincelle par le choc, on bouche la partie de terre glaise et de débris rocheux. On enlève l'épinglette pour y placer la meche de sûreté.

B. Pour les explosifs brisants

Ce procédé consiste à amorcer simplement la cartouche supérieure au moyen de capsules fulminantes ou de détonateurs. On introduit dans le trou de mine les cartouches, les unes après les autres à l'aide d'un bouchon en bois, on place ensuite la cartouche amorcée qui est recouverte d'un tampon de papier et on finit le remplissage en y coulant 20 cms. de sable fin qui est recouvert encore de matières résistantes.



La préparation de la cartouche amorcée s'effectue de la manière suivante: La mèche est coupée nettement sur une longueur de 1m. à 1m. 50, on l'engage dans la capsule pour la faire toucher le fulminate en serrant fortement le tube avec la pince à sertir sans provoquer de choc qui pourrait occasionner l'explosion. Aussitôt après le détonateur est assujetti à la cartouche.

Renseignements divers

1. Travail journalier de 2 hommes pour le forage d'un trou de 25 mm. Granite 1.80 à 2.00. Calcaire dur 2 m. à 3 m. Grès 6 à 6 m 50
2. Un mètre de mèche met 60 à 70 secondes pour brûler.
3. Les cartouches de dynamite seront dégelées au bain-marie ou en les mettant dans les poches d'un vêtement.
4. L'eau est le meilleur bouchage si son emploi est possible. On utilisera en ce cas une mèche avec enduit de gutta-percha et on protégera la liaison de la mèche à la capsule par une matière grasse telle que cire, suif, poix ou goudron. Parfois il sera préférable d'adopter le sautage électrique. Ce dernier mode d'allumage présente de sérieux avantages: aucune fumée, distance de l'allumage, simultanéité de l'explosion.
5. La conservation des explosifs se fera en locaux secs et aérés. Température inférieure à 20°C.

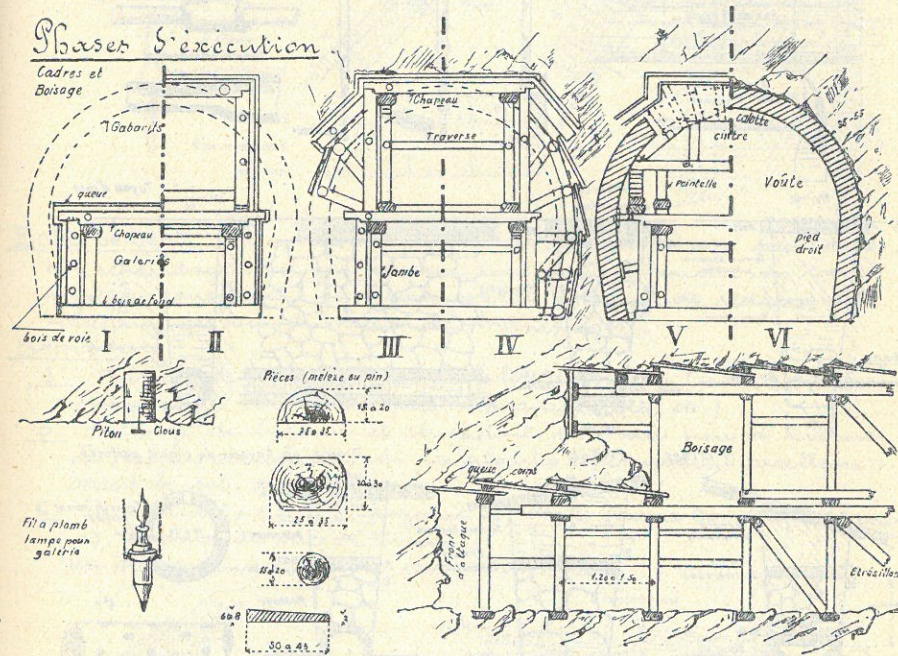
Tunnel. A moins de rencontrer un rocher sain ou un béton dur et inaltérable, un revêtement maçonné s'imposera. Son exécution s'effectuera selon divers procédés.

A. Méthode allemande. Elle consiste de construire les pieds-droits afin qu'ils puissent servir d'appui à la voûte à édifier.

B. Méthode Belge. Par celle-ci on opère successivement l'excavation de la calotte de la voûte, des pieds-droits et du centre.

C. Méthode anglaise. Elle consiste à exciter la galerie par bandes transversales successives.

Phases d'exécution



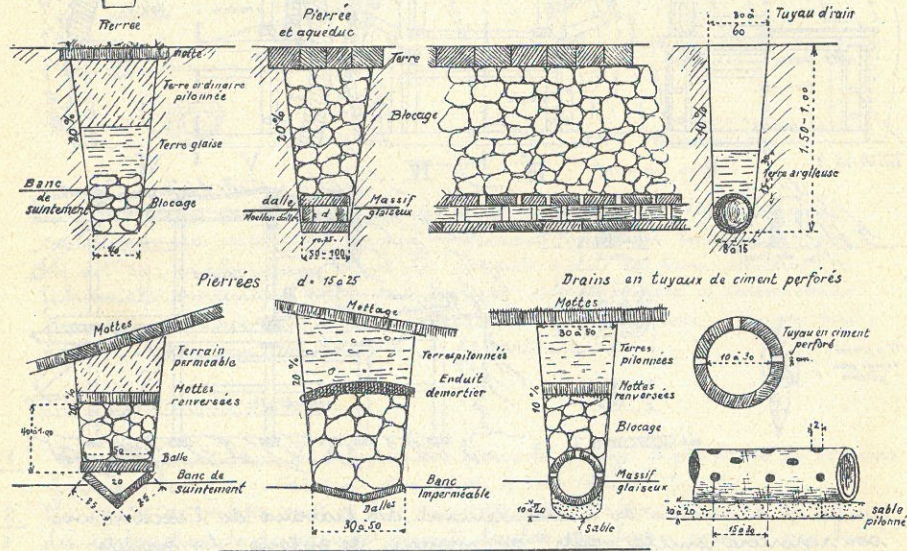
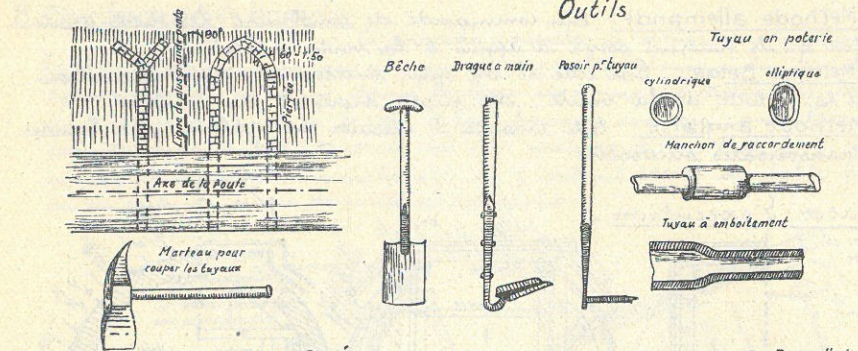
Au fur et à mesure de l'avancement des travaux de l'excavation on reportera sur la voûte, au moyen de pitons, les points de la polygone ou de l'axe de la route.

Cu cas où la pierre de construction est rare et coûteuse on pourra utiliser des moellons en béton de ciment de 20/10/5 ou 26/12/6 recouverts d'un enduit de ciment de 4 à 5 cms.

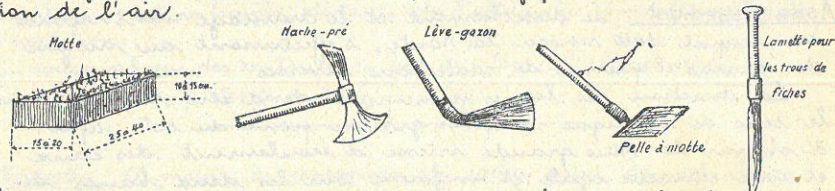
Assainissement. Le dessèchement et le drainage des terrains sur lesquels doit reposer la route, s'effectueront au moyen de drains et pierres de confections diverses.

La direction des lignes principales devra être choisie dans le sens de la ligne de plus grande pente du sol, afin d'obtenir la plus grande vitesse d'écoulement des eaux et une efficacité égale et uniforme sur les deux bords de suinterment latéraux.

Outils

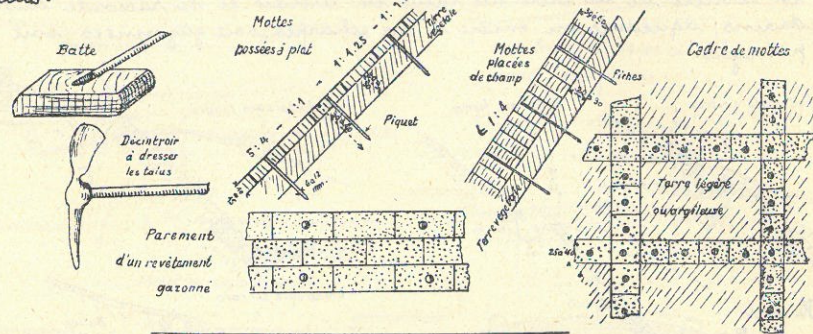


Gazonnement. Les revêtements en gazon s'établissent au moyen de mottes découpées à l'aide de hache-pré sur la surface du sol qui servira d'assiette à la voie nouvelle. On les disposera en tas empilés à plat et retournés en y aménageant des intervalles propres à y permettre la circulation de l'air.



Les mottes seront soigneusement appliquées sur les talus préalablement nivelés et aplatis à la batte et elles seront

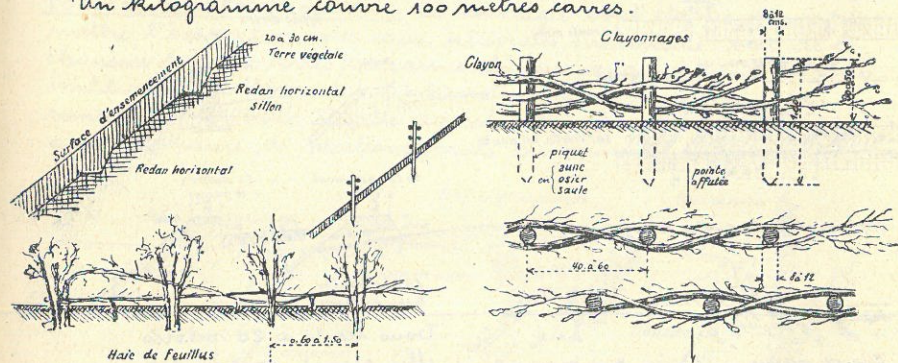
fixées au sol à l'aide de piquets en aune ou en osier encore frais.



Enherbement. Pour assurer l'efficacité des semis on procédera au ripandage des graines sur une bonne couche de terre végétale consolidée, si besoin est, au moyen de redans, de clayonnages ou de haie de branchages.

Semis:

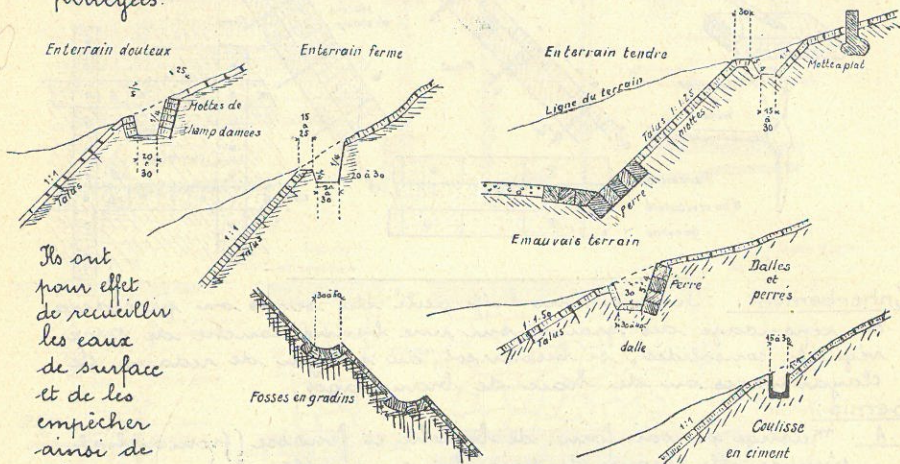
- Mélange de sainfoin, de banche et fenasse (fromenthal, pimprenelle, brème des prés, houque molle etc.)
- Mélange de luzerne et chiendent avec un peu d'avoine. Les racines abondantes de ces plantes affermissent excellentement le sol.
- Chiendent 20 parties, Luzerne 20, Trèfle jaune 20, Trèfle blanc 13, Brème des prés 12, Avoine 15.
Un kilogramme couvre 100 mètres carrés.



Le clayonnage est formé de piquets en saule, aune ou osier reliés par des branches longues et flexibles appelées clayons. Les bois seront tous encore verts et frais, non écorcés et capables de germer à nouveau.

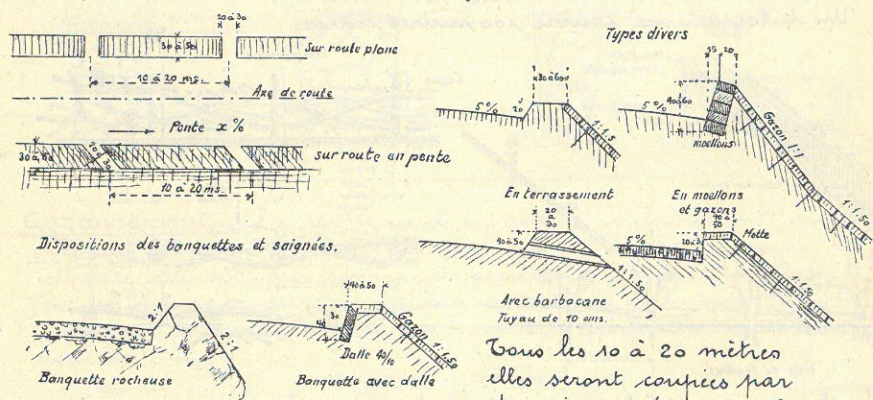
La haie de feuillus est constituée par des boutures de saule, d'aune, de robinier, de frêne etc. que l'on plante dans des sillons horizontaux et que l'on relie plus tard par leurs plus longues branches.

Fossé de garde. Ce fossé dit aussi "fossé de ceinture" est établi en arrière de la crête des talus de déblais et se raccorde aux drains, aqueducs ou murets à des charges soit gazonnées soit pierrees.

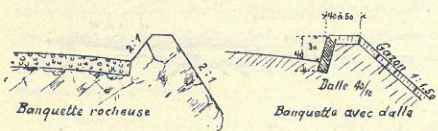


Ils ont pour effet de recueillir les eaux de surface et de les empêcher ainsi de dégrader les talus.

Banquettes de sûreté. Ces banquettes sont aménagées sur la crête des remblais comme organes de sécurité.

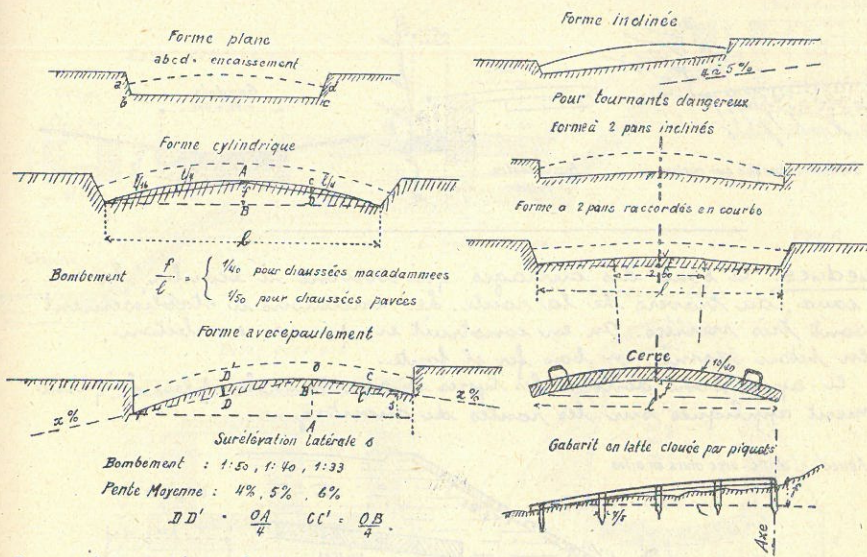


Dispositions des banquettes et saignées.



Tous les 10 à 20 mètres elles seront coupées par des rainures transversales appelées saignées ou barbacanes dont le but est de maintenir la route asséchée en facilitant l'écoulement des eaux pluviales. Pente 3 à 7%.

Forme et encaissement. La forme est la surface plane inclinée, ou cylindrique qui sert d'assiette au corps de la chaussée. Elle sera réglée au moyen de cerces ou de nivelettes graduées.



Bombement $\frac{f}{l} = \begin{cases} \frac{1}{40} \text{ pour chaussées macadamées} \\ \frac{1}{50} \text{ pour chaussées pavées} \end{cases}$

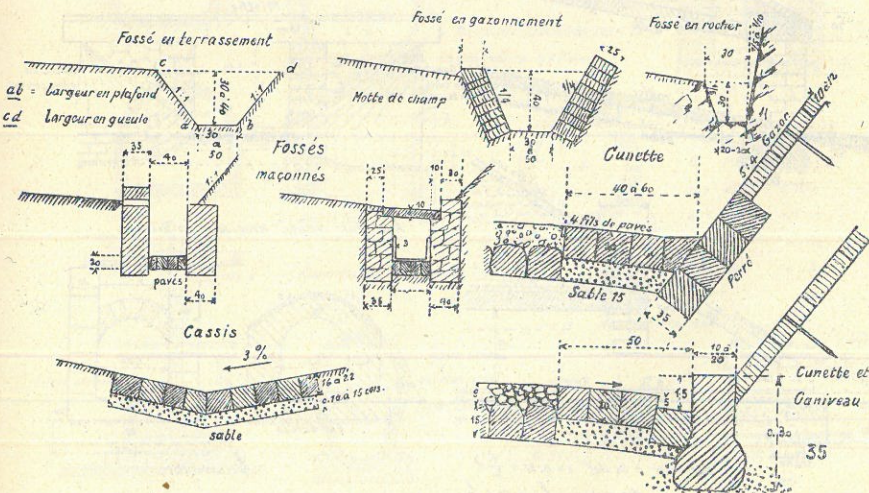
Surélévation latérale s

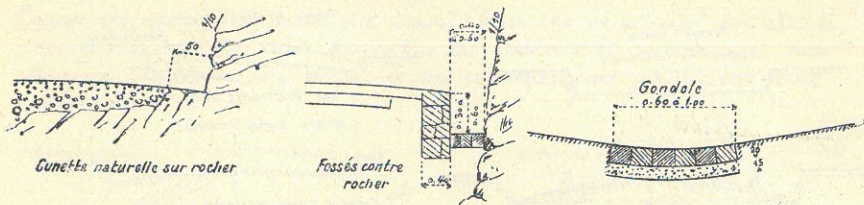
Pente Moyenne : 4%, 5%, 6%

$DD' = \frac{OA}{4}$ $CC' = \frac{OB}{4}$

On relève parfois le virage dans les courbes en établissant un épaulement, mais cette disposition quoique très favorable aux véhicules à grande vitesse, constitue une gêne pour la circulation ordinaire et oblige à des travaux d'entretien onéreux.

Fossés, cunettes, gondoies. Ces ouvrages sont établis pour permettre l'évacuation des eaux pluviales provenant soit de la chaussée soit des terres riveraines. Le fossé augmentant la zone inutilisable de la route, il est préférable en montagne de le remplacer par une cunette adossée à un perré ou juxtaposée à une bordure de moellons bruts ou équarris.

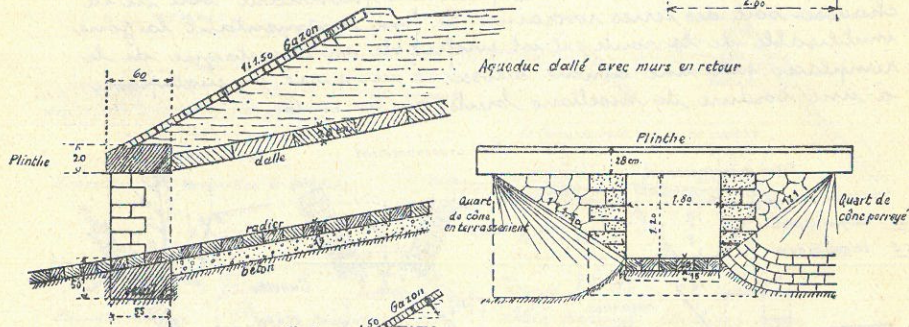
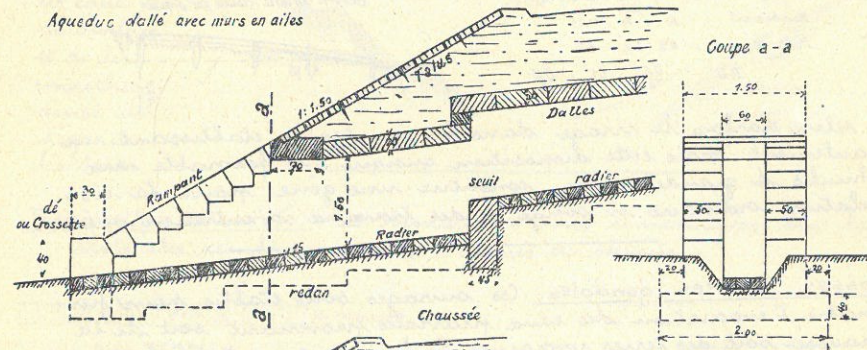




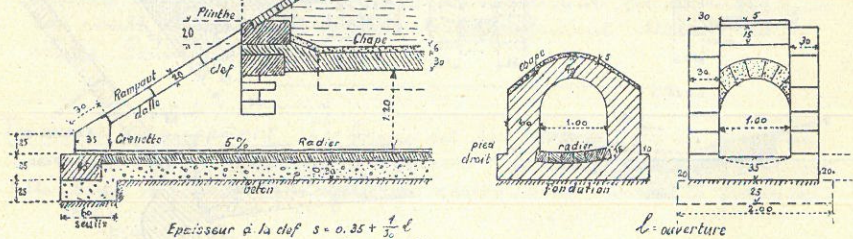
Aqueducs. Ce sont des ouvrages qui servent à écouler les eaux, au travers de la route. Les conditions d'établissement sont très variées. On en construit en pierre, en béton, en béton armé, en bois fer et fonte.

Ci-après sont données les types d'aqueducs les plus fréquemment appliqués sur les routes de montagne.

Aqueduc dallé avec murs en ailes

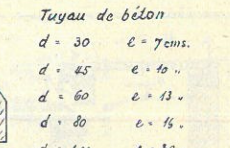
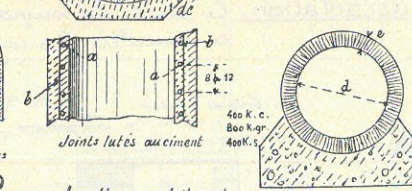
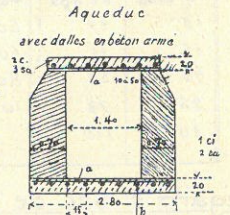
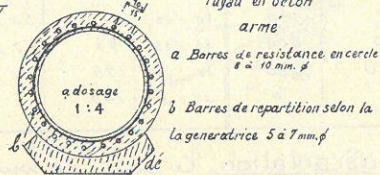
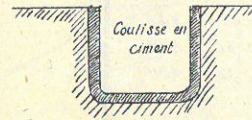
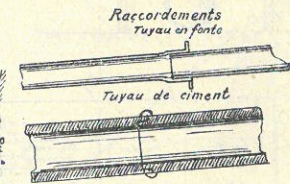
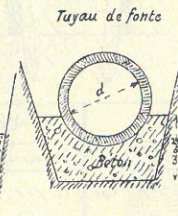
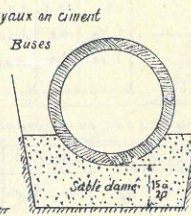
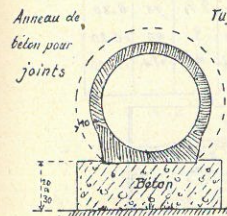
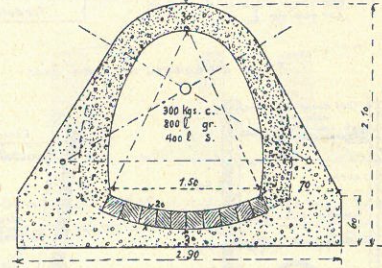
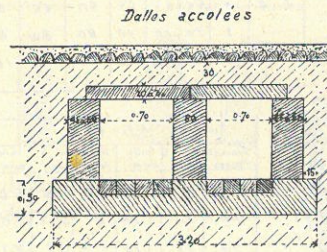
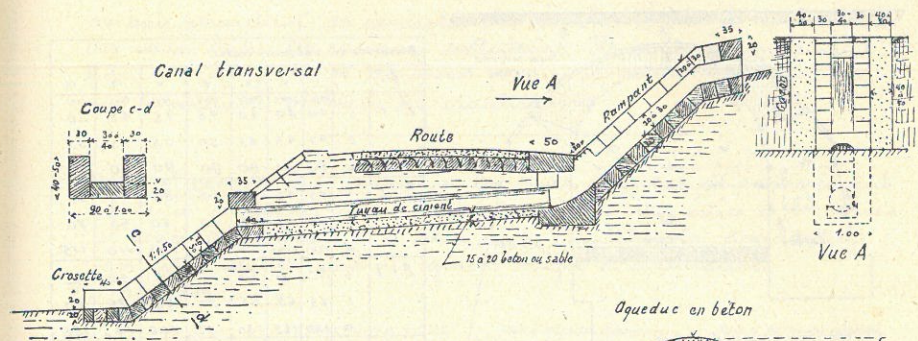


Aqueduc voûté avec mur en ailes

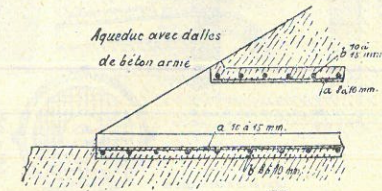
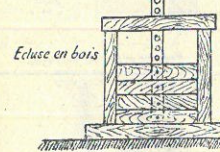


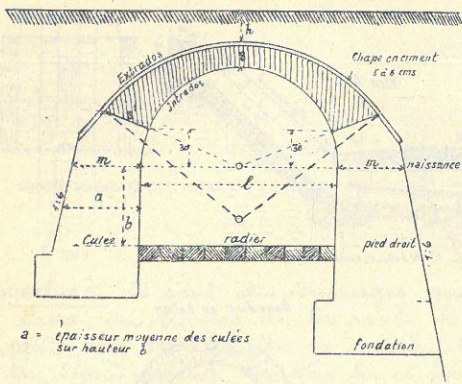
Épaisseur de la clef $s = 0.25 + \frac{1}{30}l$
 des culées $l = 0.20 + \frac{l}{30}$

l = ouverture



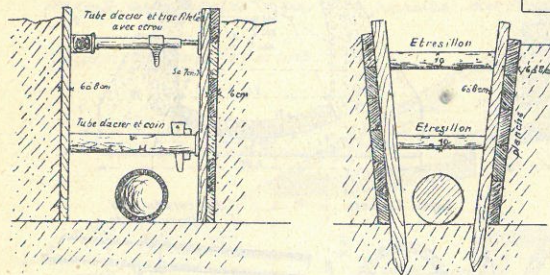
Assemblage par enboîtement





L.	2		4		6		8		10		12		15	
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
L. 1	40	40	40	45	45	45	50	55	55	55	55	55	55	55
	45	45	45	50	50	50	55	60	60	60	60	60	60	60
	80	80	80	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
L. 2	45	45	45	50	50	50	55	60	60	65	65	65	65	65
	55	55	55	60	60	60	65	70	70	70	70	70	70	70
	100	100	100	105	105	105	110	115	115	115	115	115	115	115
L. 3	50	50	50	55	55	55	60	65	65	65	65	65	65	65
	65	65	65	70	70	70	75	80	80	80	80	80	80	80
	120	125	130	135	140	145	145	150	150	150	150	150	150	150
L. 4	55	55	55	60	60	60	65	70	70	70	70	70	70	70
	70	70	70	80	80	80	85	90	90	90	90	90	90	90
	135	140	145	155	165	165	170	180	180	180	180	180	180	180

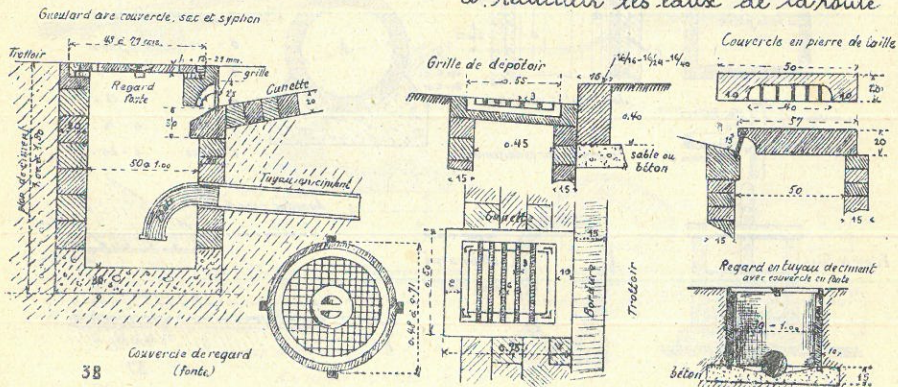
Modes d'élagages des tranchées



Diamètre Poutres	Poids au m.	Diamètre Poutres	Poids au m.
1/4	13	1 1/2	52
1/2	21	2	59.5
3/4	27	2 1/4	70
1	33.5	2 1/2	76
1 1/4	42	3	89
1 1/2	48	4	114

Tuyaux en ciment				Coulisses en ciment			
Diamètre intérieur	Poids au m.	Diamètre intérieur	Poids au m.	Section	Poids au m.	Section	Poids au m.
10 cms	22 Kgs	40 cms	760 Kgs	10/10	23 Kgs	40/40	165
12	27	50	250	15/15	45	45/45	185
15	35	60	345	20/20	65	50/50	240
20	53	80	500	25/25	83	60/60	310
25	78	100	780	30/30	125	70/70	400
30	110			35/35	140		

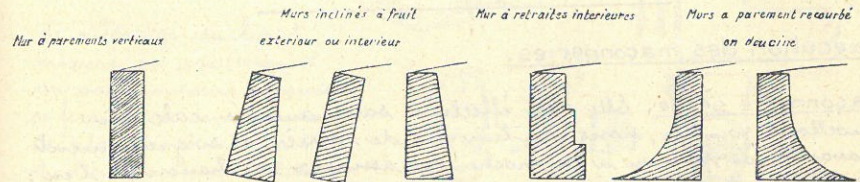
Regard et sac de décantation. Ce sont des ouvrages qui servent à recueillir les eaux de la route



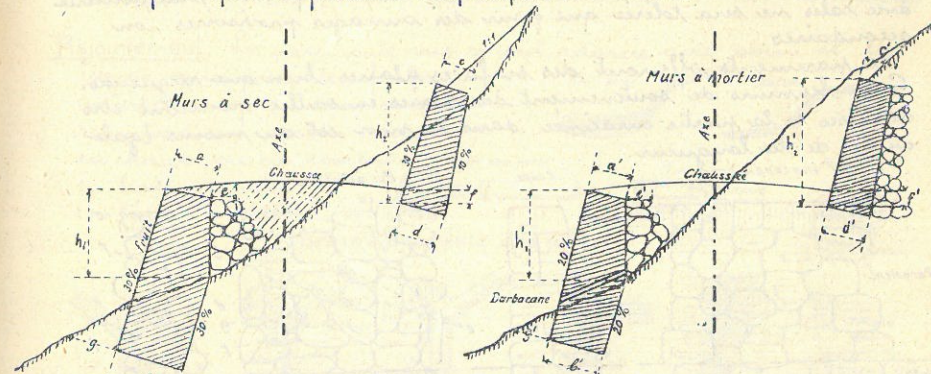
ou qui permettent de contrôler la régularité de l'écoulement des eaux dans les canaux collecteurs. Ils sont généralement pourvus de grilles et dépotoirs propres à retenir les matières qui pourraient obstruer les canalisations.

Murs et perrés. On distingue les murs et perrés de soutènement destinés à résister à la poussée des terres rapportées et les murs et perrés de revêtement et abris pour empêcher la dégradation des terres coupées sous un grand angle d'inclinaison.

Formes des murs.



Stabilité: Dans la pratique, la stabilité des murs pourra être définie par les formules empiriques suivantes:



$$a = 0.45 + 0.06 h$$

$$b = a + 0.30 h$$

$$c = 0.40 + 0.03 h$$

$$g = 7, 0.60$$

$$d = c + 0.20 h$$

$$e = 0.25 h$$

$$f = 0.30 a + 0.50$$

$$a' = 0.40 + 0.05 h$$

$$b' = a' + 0.20 h'$$

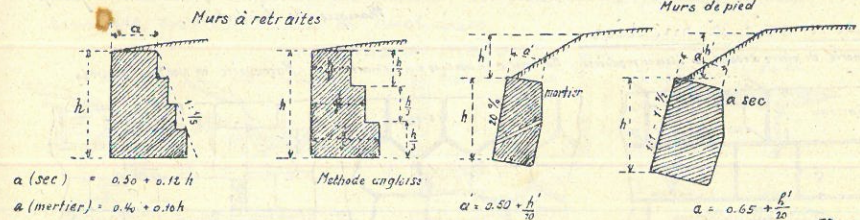
$$c' = 0.35 + 0.05 h'$$

$$g' = 7, 0.60$$

$$d' = c' + 0.10 h'_2$$

$$e' = 0.25 h'_1$$

$$f' = 0.30 a + 0.50$$



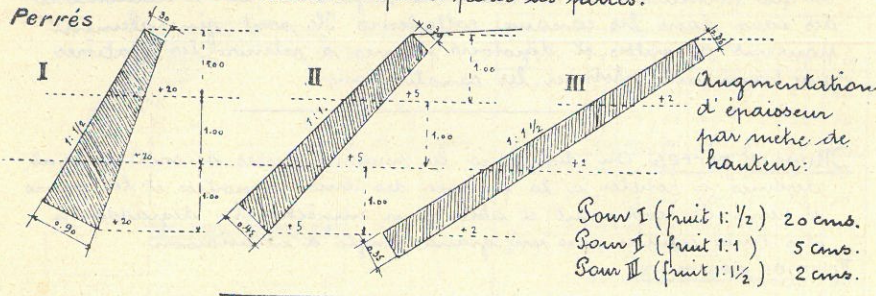
$$a \text{ (sec)} = 0.50 + 0.12 h$$

$$a \text{ (mortier)} = 0.40 + 0.10 h$$

$$a' = 0.50 + \frac{h'}{10}$$

$$a = 0.65 + \frac{h'}{20}$$

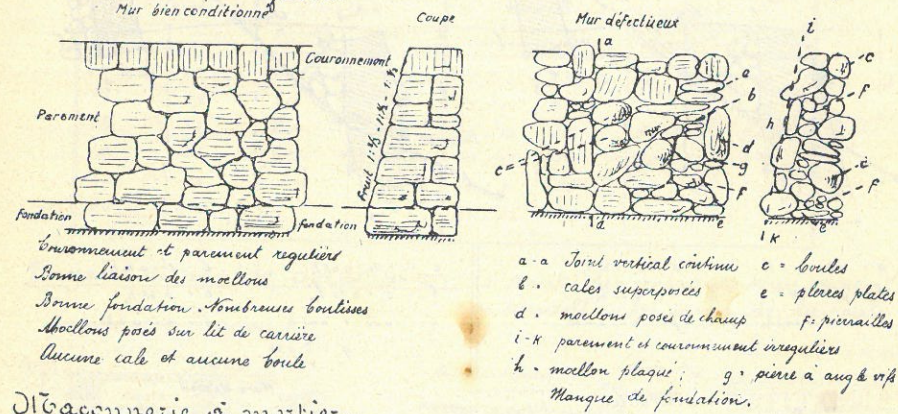
Dimensions ordinaires adoptées pour les pierres.



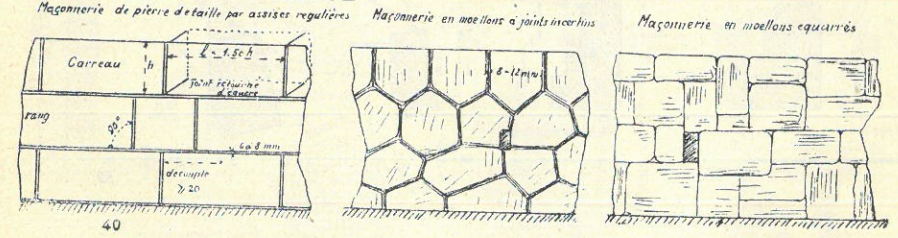
Exécution des maçonneries.

Maçonnerie sèche. Elle sera effectuée sans aucune cale en moellons jointifs, posés sur leur lit de carrière et soigneusement travaillés au tûtu ou à la broche. On assurera la liaison et l'enchevêtrement des matériaux en plaçant de nombreuses boutisses au travers du corps de l'ouvrage et faisant en sorte que les joints verticaux soient discontinus ou en décau. La maçonnerie avec cales ne sera tolérée que pour des ouvrages provisoires ou secondaires.

Les parements offriront des surfaces planes bien que rugueuses. Pour les murs de soutènement des pierres en saillie pourront être admises si la partie enracinée dans le mur est au moins égale au 2/3 de la longueur.

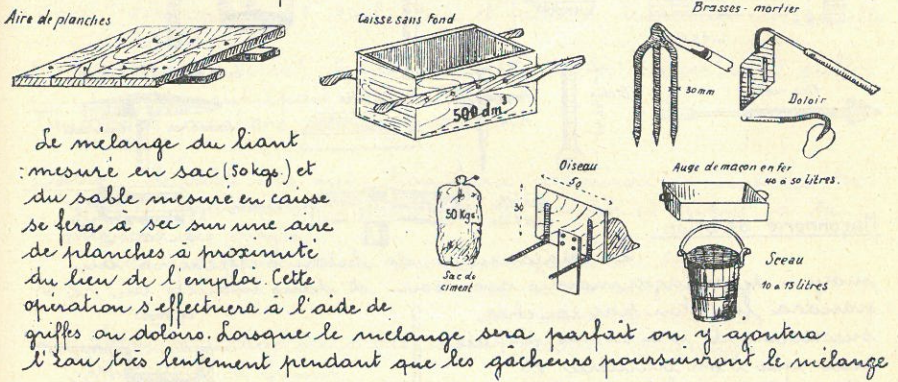


Maçonnerie à mortier.



La confection et la disposition des moellons seront semblables à celles déjà indiquées pour la maçonnerie sèche. Les matériaux seront posés sur un bain saillant de mortier composé généralement de 200 à 350 kgs. de chaux hydraulique ou de ciment pour 1 m³ de sable.

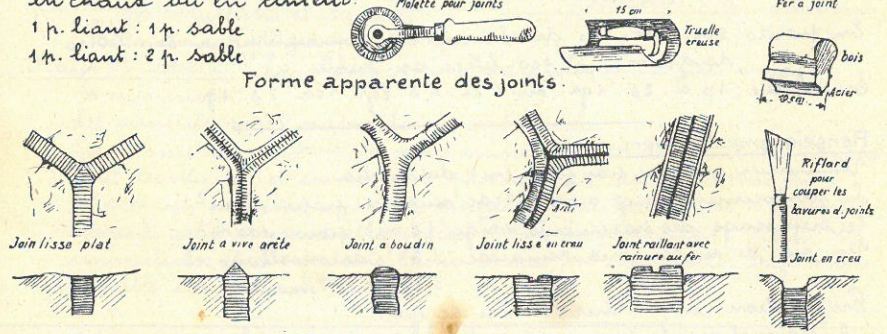
L'évacuation des eaux d'infiltration sera assurée au moyen de barbacanes ou pentes de suintement.



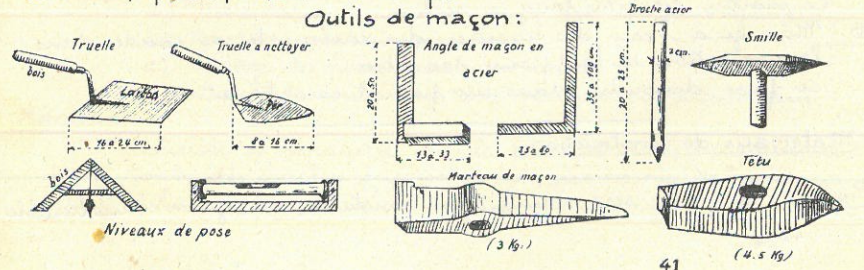
Le mélange du liant : mesure en sac (50 kgs) et du sable mesuré en caisse se fera à sec sur une aire de planches à proximité du lieu de l'emploi. Cette opération s'effectuera à l'aide de griffes ou dolours. Lorsque le mélange sera parfait on y ajoutera l'eau très lentement pendant que les gâcheurs poursuivront le mélange.

Rejointement. Les parements vus seront ragrés avec soin et les joints après avoir été refoulés au crochet sur 3 à 4 cms. seront remplis d'un mortier riche en chaux ou en ciment.

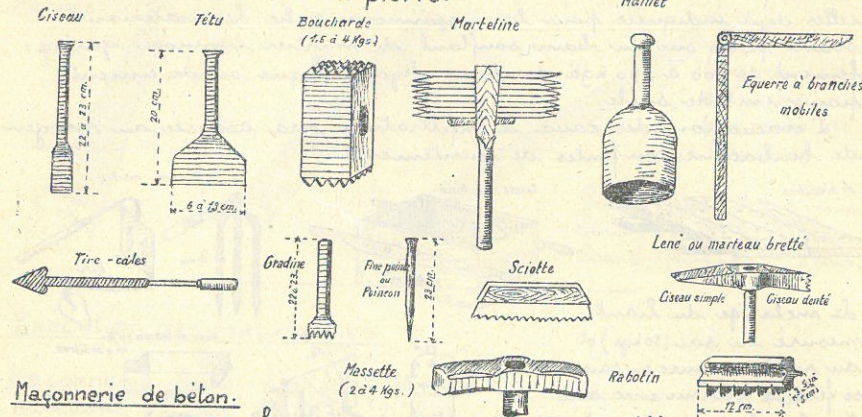
1 p. liant : 1 p. sable
 1 p. liant : 2 p. sable



Outils. Suivant les outils dont on fera usage on aura des maçonneries en pierre de taille, en moellons piqués, têtés, simillés, épinés, bruts et rustiques.



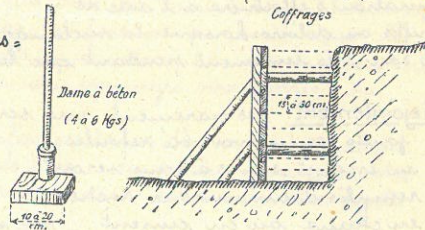
Outils de tailleur de pierre:



Maçonnerie de béton.

La maçonnerie de béton s'effectuera au moyen de coffrages montés avec soin et dans lesquels on versera le béton par couches successives de 10 à 30 cms. d'épaisseur que l'on tannera et pilonnera en chassant le ciment ou la chaux vers les 25 parois.

Les compositions suivantes sont généralement employées



En poids: 200 à 450 kgs. de chaux ou ciment pour 800 litres de gravier et 400 litres de sable.

En volume: 1 p. a: 2 s: 4 gr. ou 1 ci: 4 s: 8 gr; 1 ch: 2 s: 4 gr.

Renseignements divers.

Un ouvrier prépare par jour 1 m³ de mortier.

Le rejointement exige 0.05 m³ de mortier pour 10 m².

Le crépissage des parements exige 1.8 m³ pour 100 m².

Un m³ de maçonnerie demande 1.25 m³ de moellons et 0.30 m³ de mortier.

Préparation du mortier en cas de gel:

A. Adjonction de 2 pour cent de chlorure de calcium supérieur

1 ciment 2 à 3 sable 2% chlorure de calcium.

Le point de congélation est abaissé de 10°C.

Ce mortier est plus long à sécher.

B. Mélange à l'eau du mortier du carbonate de soude dans la proportion de kg. 10 pour 100 litres.

à faire dissoudre dans un peu d'eau tiède.

Matériaux de construction.

Pierre. La pierre sera saine, dure, résistante, non gelive et inaltérable

Les roches les plus utilisées sont les suivantes:

Gneiss: Poids: 2700 kgs. le m³. Roche stratifiée, facile à travailler mais qui s'altère à l'humidité.

Granit: 2600 kgs le m³. Roche à grain fin ou grossier d'un éclat blanc, verdâtre ou grisâtre.

Calcaire: 2300 kgs. le m³. Roche excellente si elle est saine et compacte. Centre grise bleuâtre (calcaire jaune du Jura.)

Grès: 2100 kgs. le m³. Roche dure et facile à travailler lorsqu'elle est dense.

Schiste: 1800 kgs le m³. Roche utilisable si les bancs sont suffisamment épais et homogènes.

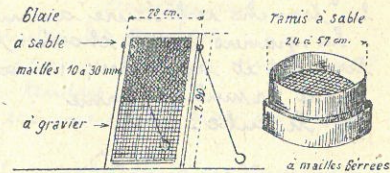
Poudingue, meulière, porphyre etc.....

Sable. Le sable sera pur, homogène, dépourvu de matières ter-
reuses et organiques; il sera rude au toucher et criant à la pression des doigts.

Selon la provenance on a des sables de lacs
des sables de rivières
des sables de carrières

Selon la nature on a des sables calcaires, quartzeux,
micacés et de granit.

Poids du m³ de sable 1400 kgs.



Gravier. Le gravier sera pur, régulier, homogène et dépourvu de matières pulvérulentes et terreuses.

Poids du m³ de gravier 1800 kgs.

Chaux et ciment. La chaux sera hydraulique et de qualité supérieure.

Les ciments sont naturels ou artificiels.

Ces derniers qui sont les plus employés, se divisent en ciment lent "Portland" et en ciment prompt dit aussi "romain".

Le ciment prompt ne sera employé que pour les ouvrages urgents qui doivent être exécutés très rapidement, pour les réparations et les enduits. Leur durée est de moitié inférieure à celle des ciments lents.

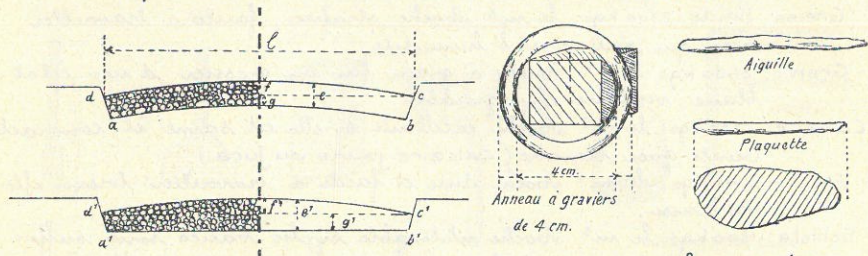
Chaussée. La couverture de la route peut être constituée selon les procédés suivants:

- Macadam
 - Macadam et empierrement
 - Savage de pavés carrés ou ronds
 - Bande de roulement avec pavage ou macadam.
- } avec ou sans cylindrage

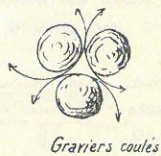
Macadam.

Il consiste à répandre sur la forme et dans l'encastrement de la route des couches successives de pierres ou de cailloux cassés. La surface sera soigneusement réglée au bœuf =

ment prescrit à l'aide de cerces ou de nivellètes.



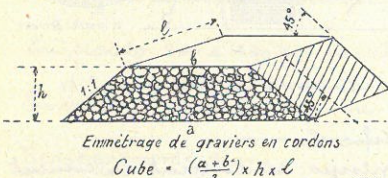
$a b c d$ } Encaissement ou Cuvette
 $a' b' c' d'$ }
 Surface $a b a' b'$ - Forme ; e - 20 à 30 cms. ; g - 5 à 15 cms.
 Flèche $f = f' = \frac{e}{20}$; e - 15 à 25 cms. ; g - 10 à 20 cms.



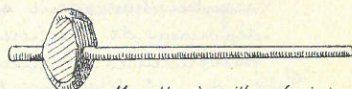
Graviers coulés

Les matériaux passeront à l'anneau de 4 cms. Pour le cylindrage leurs dimensions seront de 6 à 8 cms. de diamètre selon la dureté du

gravier et le poids des rouleaux compresseurs. Parfois le repavage s'opérera en deux couches séparées dont les éléments de la tranche inférieure auront de plus grandes dimensions. Les graviers seront choisis, triés purgés de toutes matières terreuses et argileuses ; ils seront durs et cassés très régulièrement. La meilleure forme est le cube.



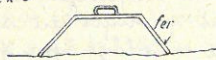
Emmêlage de graviers en cordons
 Cube = $(\frac{a+b}{2}) \times h \times l$



Massette à cailloux (acier)
 500 à 1000 grs.



Fourche à gravier
 Largeur des dents 8 à 10 mm.
 Écartement des dents 20 à 25 mm.



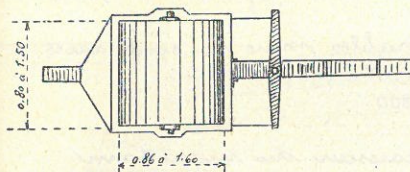
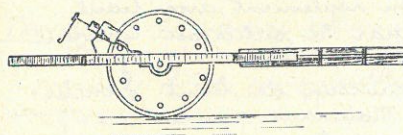
Ponton : Instrument portatif servant à mesurer le poids des graviers.

On évitera les aiguilles et les plaquettes qui ni offrent aucune résistance et les cailloux roulés dont la liaison est difficile. Le cassage des matériaux se fera à la massette par des ouvriers dont les yeux seront protégés par des masques, ou à la concasseuse pourvue de trieur. La matière d'agrégation sera réduite au strict nécessaire. (10 à 15% de la quantité des graviers). On la remplacera parfois par une couche de fin gravier de 2 cms. de diamètre. C'est une matière liante constituée de sables secs graveleux pour les climats humides et d'éléments plus virulents pour les climats secs. Elle formera la gangue dans laquelle les graviers seront enchassés. Sa nature sera choisie de manière à corriger les défauts qui offrirait celle des graviers.

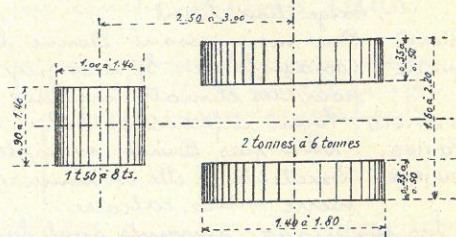
Cylindrage. Le cylindrage est une opération qui a pour objet

d'obtenir artificiellement une liaison homogène des graviers cassés au moyen de presant rouleaux compresseurs à traction animale ou à vapeur.

Rouleau à chevaux



Poids du rouleau vide 1200 à 3000 Kgs.
 Poids du remplissage à l'eau 350 à 7000 Kgs.
 Poids du remplissage au sable 500 à 2800 Kgs
 Attelage de 1 à 6 chevaux



Rouleau compresseur à vapeur
 Poids en charge 6 à 20 tonnes

Exécution:

1. Préparation de la forme. Assèchement.
2. Consolidation des bords pour contribuer les graviers.
3. Répandage des pierres cassées à l'anneau de 4/6 cms. pour matériaux durs et 6/8 pour matériaux tendres.
4. Travail des rouleaux compresseurs en commençant par les bords pour terminer à l'axe de la route.
5. Regalage de la surface par des apports supplémentaires de graviers. Comblement des faches et dépressions.
6. Arrosage abondant.
7. Répandage de la matière d'agrégation: 8 à 12 pour cent de la quantité des graviers, selon les conditions locales.
8. Nouvel arrosage copieux.

L'opération sera terminée quand une pierre cassée se brisera sous le poids des rouleaux sans pénétrer dans la couverture cylindrique.

Le nombre de passages dépend de la nature du sol et des matériaux. Il varie de 60 à 90 et l'on compte généralement
 60 pour les grès et les calcaires
 70 pour les siles.
 100 pour les porphyrs.

Matériaux. Les matériaux les plus aptes au macadam sont les suivants:

- Calcaire : Dureté variable, qualité médiocre, provoque boue et poussière, sensible aux variations atmosphériques, exige peu de liant, bon pour climat sec.
- Granit : Qualité variable, grain cristallin, parfois friable sensible aux influences atmosphériques, provoque

bonne et poussière, teinte grise, rouge verdâtre.
Grès : qualité excellente si les éléments sont bien agglomérés et si la masse est compacte et sonore. Dur et cassant. Exige bon liant.

Silex : Dur mais cassant. Donne bon roulement avec liant.
quartz : Cassage facile. Se désagrège par la sécheresse. Convient pour les climats humides.

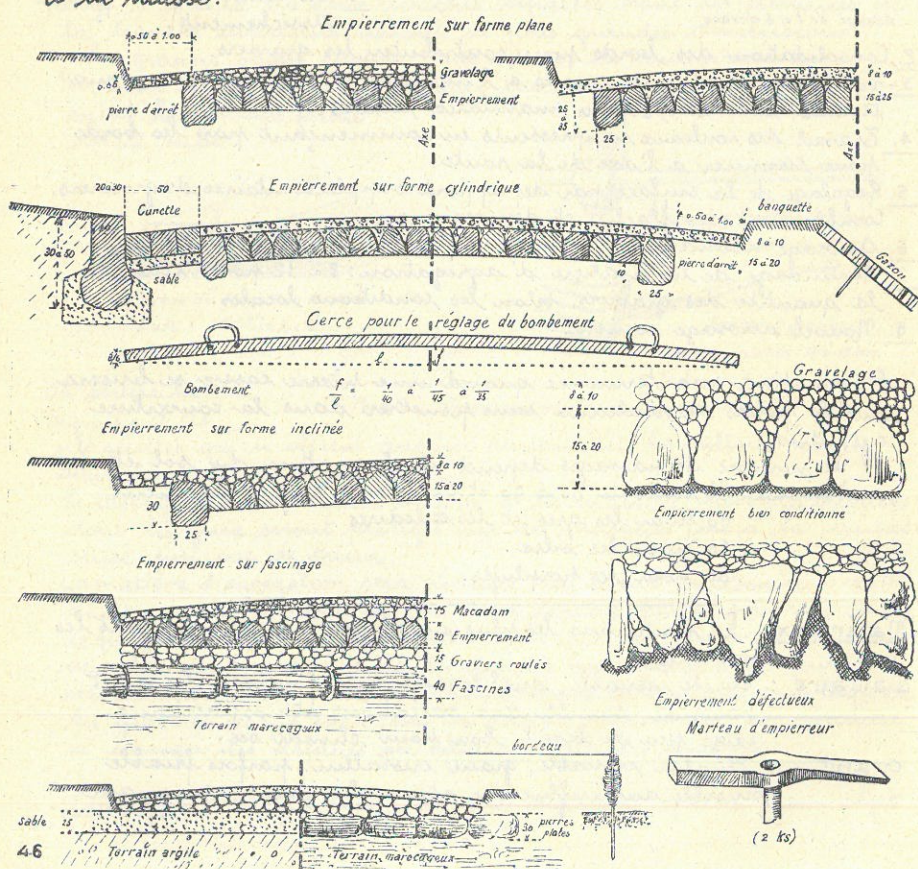
Graviers : Forme déficiente. Exige beaucoup de liant. S'enchevêtre pas. Dureté variable. Matériaux peu coûteux.

Meulière : Excellente si elle est compacte et homogène. C'est une pierre silico calcaire.

Les matériaux suivants sont favorables mais ils sont rares et coûteux : Porphyre, basalte, diorite, trapp.

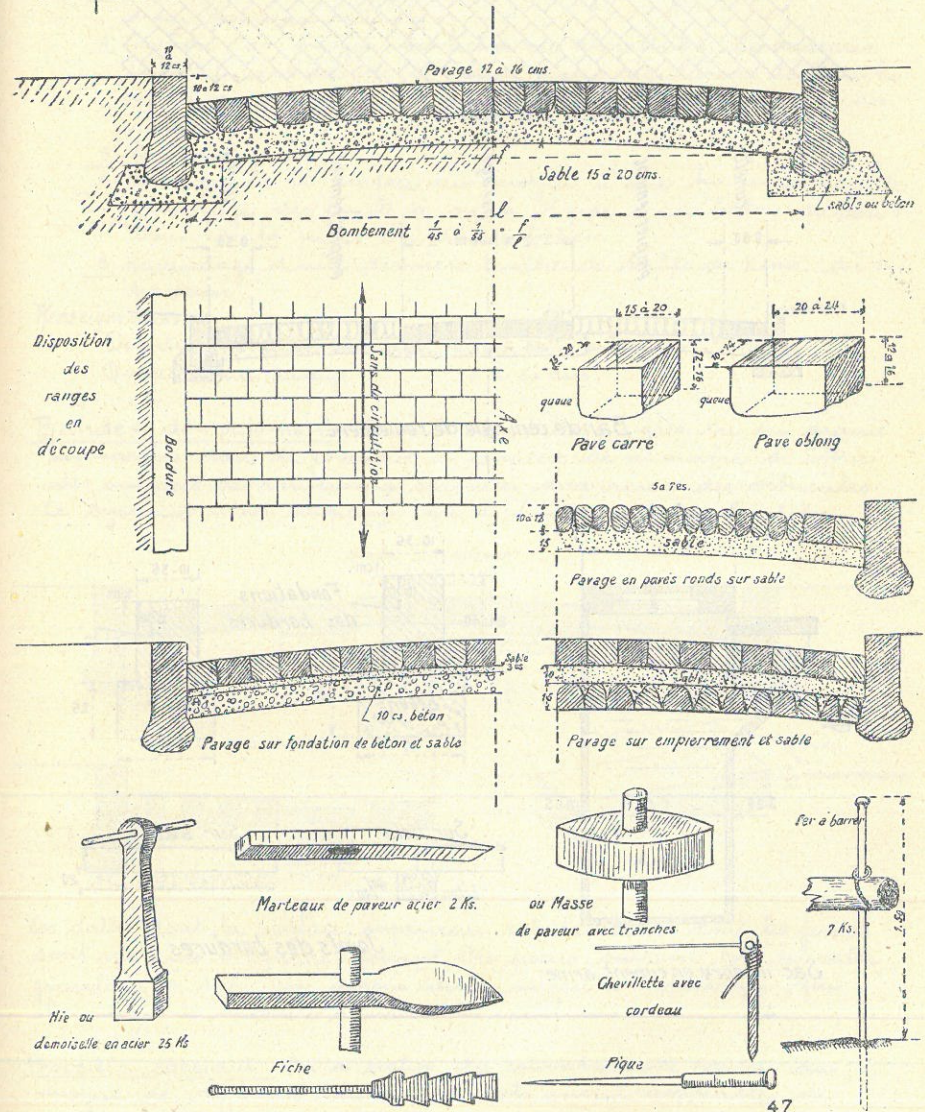
Densité moyenne du gravier : 1800.

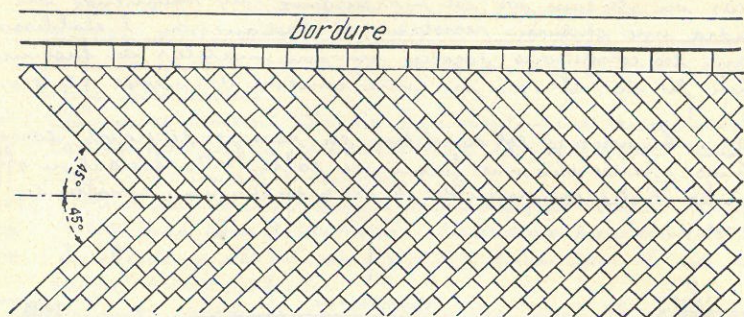
Macadam et empièchement. L'épaisseur du macadam cylindré ou non, peut être réduite si celui-ci repose sur une fondation formée de pierres posées de champ en hérisson sur leur surface la plus large, serrées à la main et battues à la masse.



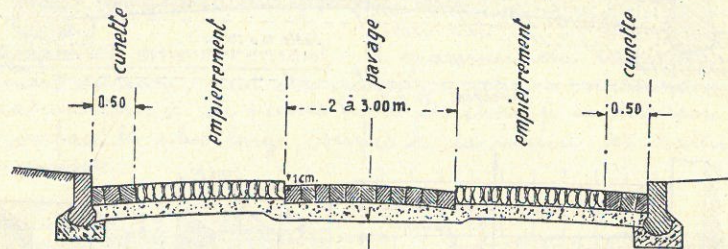
Au cas où le sous-sol est marécageux, on manœuvre on obtiendra une chaussée résistante et élastique en l'établissant sur un matelas de fascines, sur un lit de sable ou sur une couche de pierres plates.

Pavage. Le pavage est constitué en rangs de pavés carrés ou oblongs placés sur une forme de sable. Cette fondation offre l'avantage d'être compressible et de présenter une résistance uniforme.

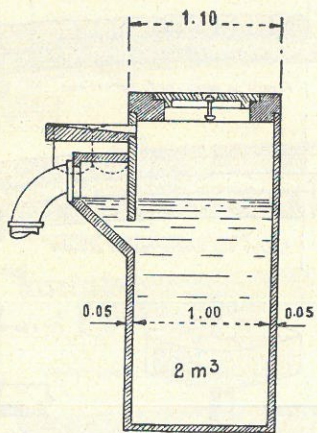




Disposition des pavés en écharpe

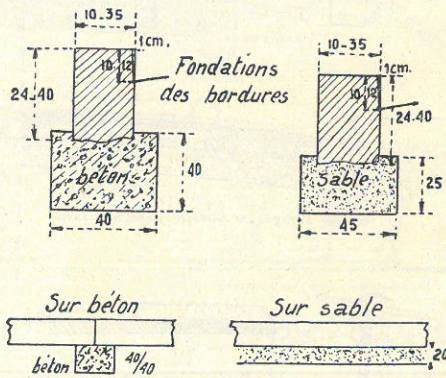


Bande centrale de roulement



Sac inodore en ciment armé

48



Joint des bordures

Les pavés sont généralement en grès bien que l'on en confectionne en granit et en quartzit.

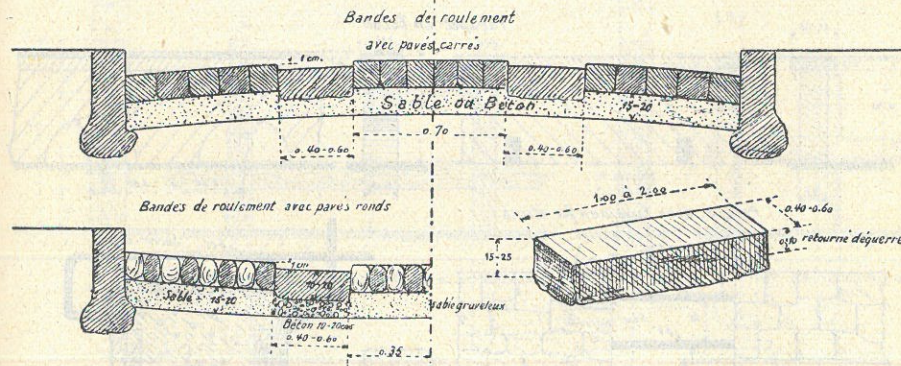
Exécution.

1. Préparation de la forme.
2. Répandage d'une couche de sable en ayant soin d'aménager une surélévation de 4 cms. pour le garnissage des joints.
3. Tassement au moyen d'un arrosage à effectuer à l'aide d'un tonneau spécial.
4. Fixation, au moyen de liches ou chevillettes, de cordeaux parallèles à l'axe de la route pour régulariser le bombement et normalement pour faciliter l'établissement des rangs.
5. Pose des pavés.
6. Dressage de la surface au moyen d'une hie ou d'une scie.
7. Garnissage des joints à sec à l'aide d'un balai de bon bois, de la pique ou d'une fiche.
8. Répandage d'une dernière couche de sable de 2 cms. d'épaisseur.

Renseignements

Densité du pavé de grès: 2600 ks.
Durée d'un parage: 30 à 50 ans.

Bandes de roulement. Ce sont des dalles en grès ou en granit encastrées dans la chaussée et espacées de manière à offrir des surfaces de roulement spéciales aux roues des véhicules. Ce système n'est employé qu'à l'intérieur des localités.



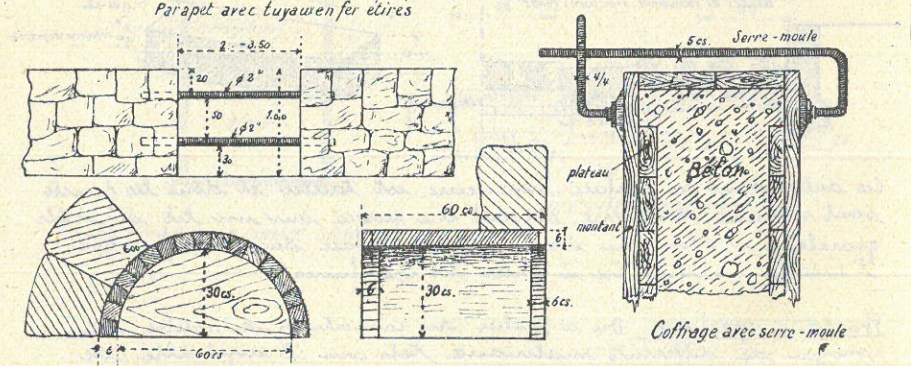
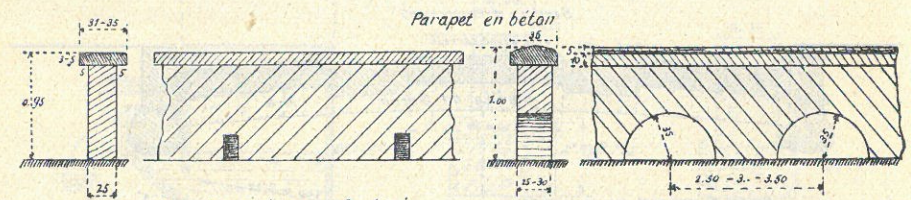
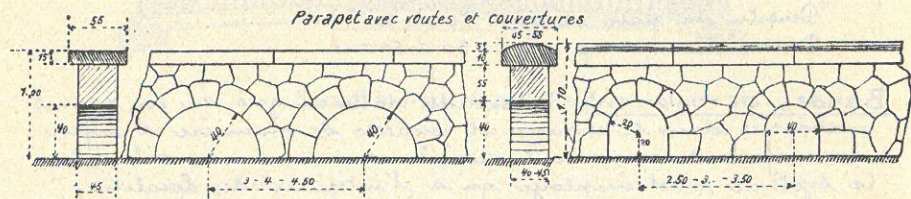
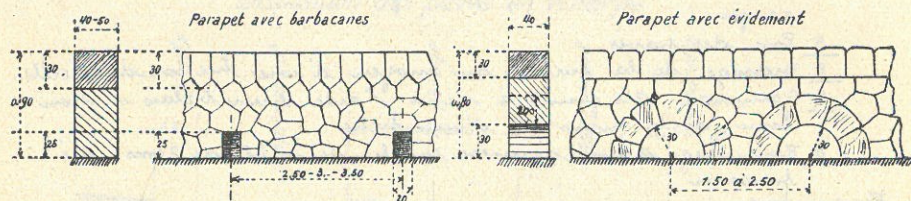
Ces dalles, dont la surface supérieure est taillée et dont les joints sont retournés d'équerre, doivent être posés sur un lit de sable graveleux à 1 cm. au dessous de la surface du parage qui l'encadre de manière à éviter les épanchements.

Procéd. spéciaux. On a réalisé des couvertures de routes au moyen de différents matériaux tels que l'asphalte de

49

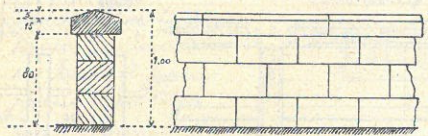
goudron, des cailloux enrobés dans le goudron (kennaradam), des parois de bois, la brique, des dalles en béton ou en biton, arnie et diverses autres substances bitumineuses. Ces procédés sont trop coûteux et leur application trop difficile pour les routes de montagne. Il est à signaler spécialement que l'emploi du goudron n'est pas à recommander pour des altitudes supérieures à 800 mètres.

Parapets. Ces ouvrages dont le but est de garantir la sécurité de la circulation sont effectués en béton ou en maçonnerie à mortier de moellons rejointoyés au ciment.

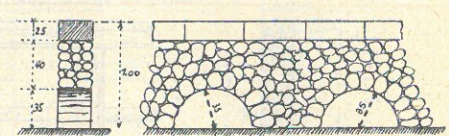


50 Centre de route/lettres

Parapet en moellons appareillés en assises régulières



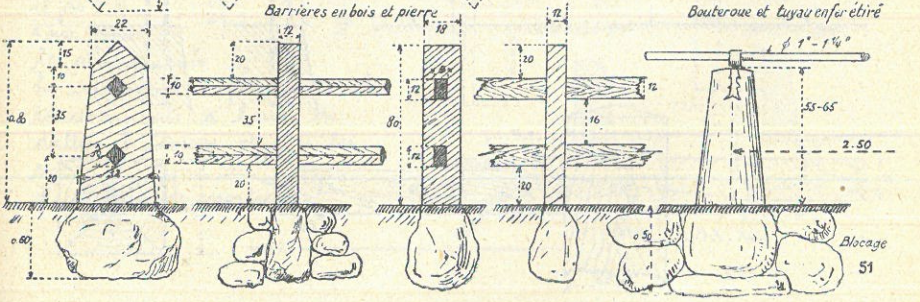
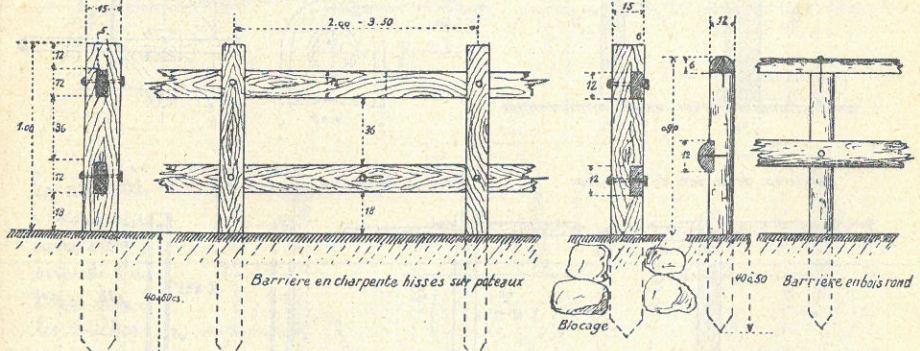
Parapet en galets de rivières avec couverture de moellons piqués

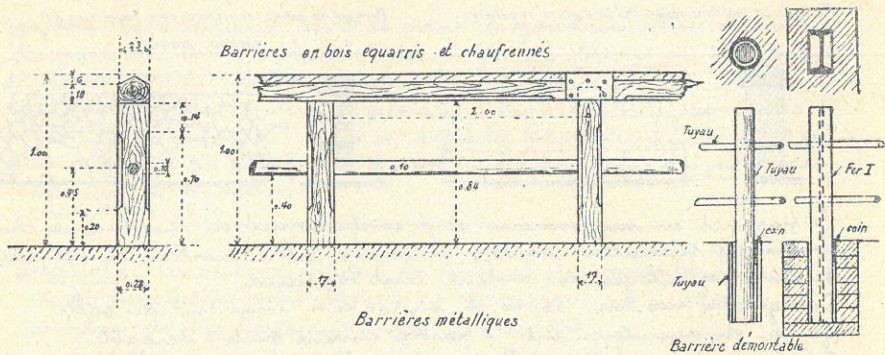


Le parapet en maçonnerie sera confectionné en moellons de choix finement travaillés, baignés dans un riche mortier et saignés soigneusement rejointoyés au ciment lent Portland.

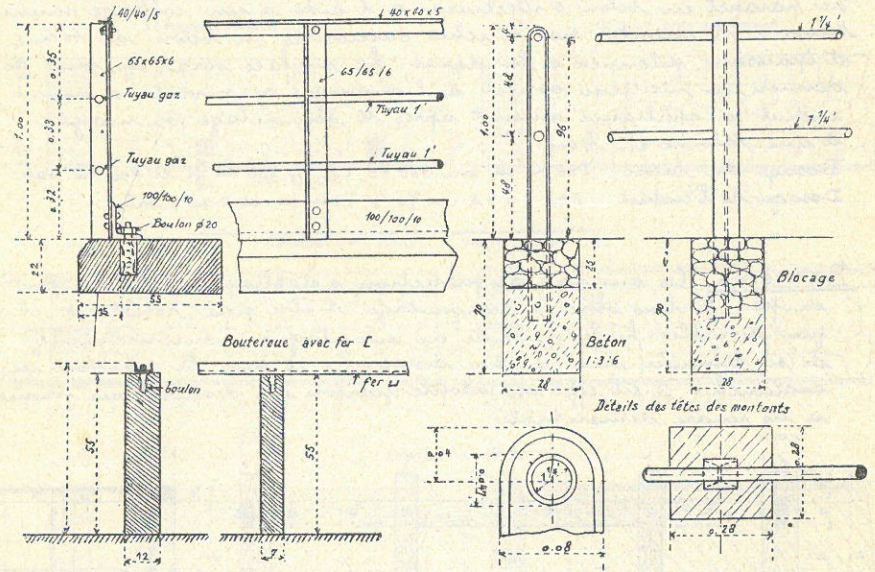
Dosage du mortier : 550 ks. ch. ou 300 ks. ci. pour 1 m³ de sable.
 Dosage du rejointoiment : 1 partie ciment pour 2 de sable.
 Le parapet en béton s'effectuera à l'aide d'un coffrage muni d'un tassement monté, par couches successives de béton de 10 cms. d'épaisseur, pilonnées à la dame. La surface sera, en vue de donner un meilleur aspect à l'ouvrage, recouverte d'un enduit à appliquer aussitôt après le démontage ou moyen d'une taloche en bois.
 Dosage du béton : 250 ks. ci. ou 300 ks. ch. p. 800 lit. gr. et 400 lit. sab.
 Dosage de l'enduit : 2 ci. 2 à 3 s. ou 3/4 ci. 1/4 ci. fr. et 2 ou 3 sab.

Barrières. Ces ouvrages de protection s'établissent en bois ou en fer. Le bois offre le désavantage d'être peu résistant et peu durable. Le fer présente en montagne l'inconvénient de se déformer sous le choc des pierres et sous la pression des avalanches. A cet effet on adopte parfois des dispositions propres à les rendre démontables.



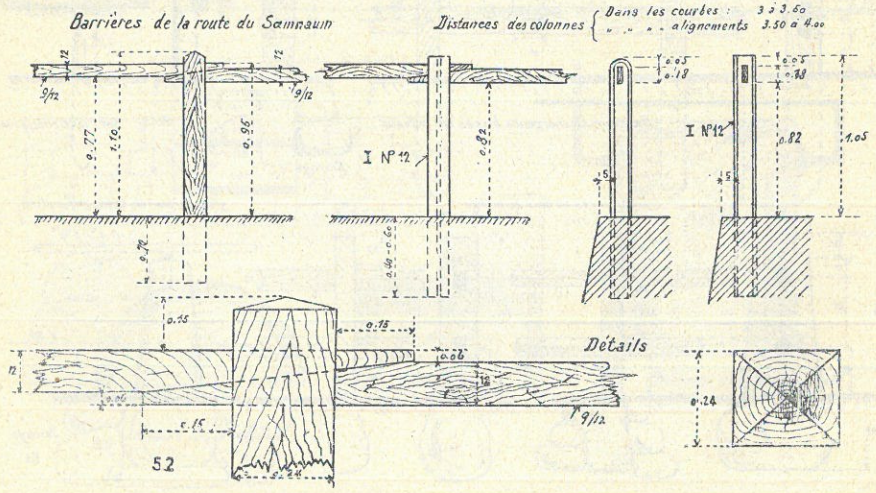


Barrières métalliques

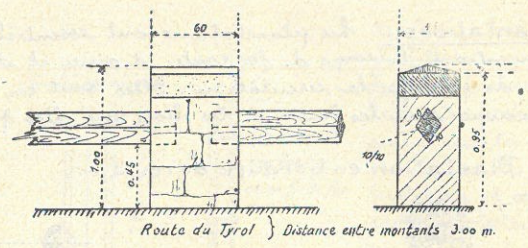


Boutreue avec fer L

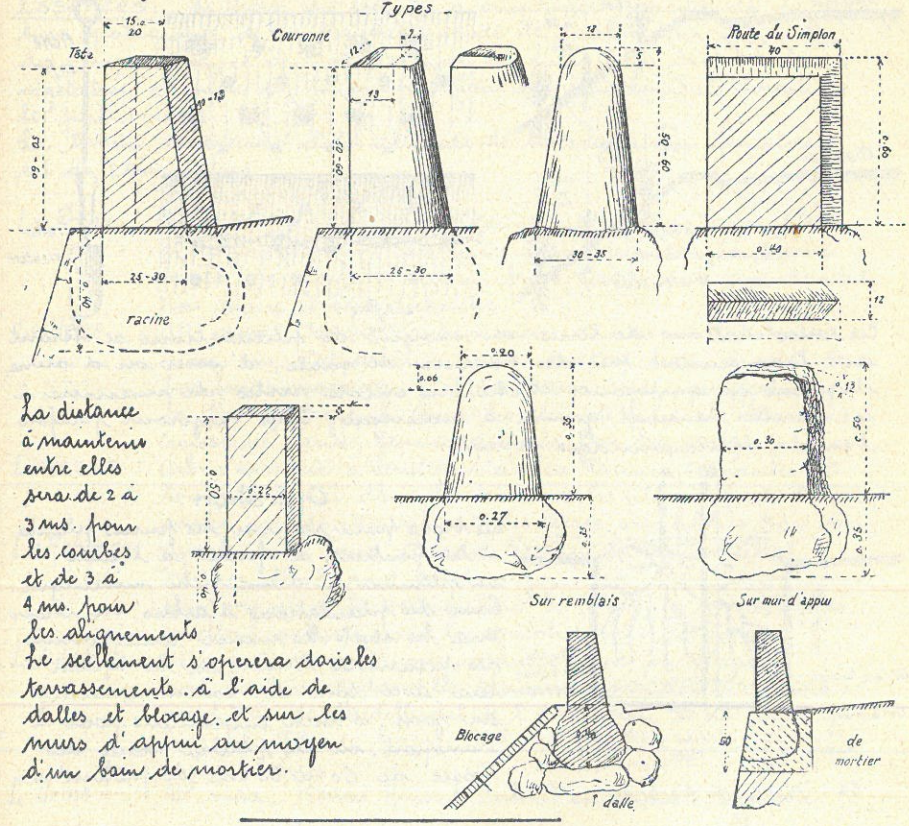
Détails des têtes des montants



Pour augmenter la durée et la résistance des barrières en bois et pour réduire les effets destructives, on les peindra à l'huile ou au carbolinum Aoumaris. Les parties enfoncées dans le sol pourront être enduites à chaud d'une couche de goudron, d'asphalte ou de poix. Les barrières en fer seront préservées de l'action de la rouille en les recouvrant d'une couche de minium et deux couches de gris ou encore de plusieurs couches de ferruginum ou d'antirouille "Bouffe".



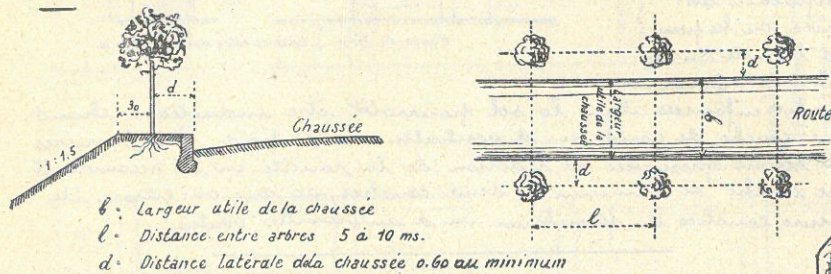
Bouteroues. Ce sont des organes de direction et de protection de la circulation. On distingue les bouteroues taillées et les bouteroues brutes.



La distance à maintenir entre elles sera de 2 à 3 ms. pour les courbes et de 3 à 4 ms. pour les alignements. Le scellement s'opérera dans les terrassements à l'aide de dalles et blocage, et sur les murs d'appui au moyen d'un bain de mortier.

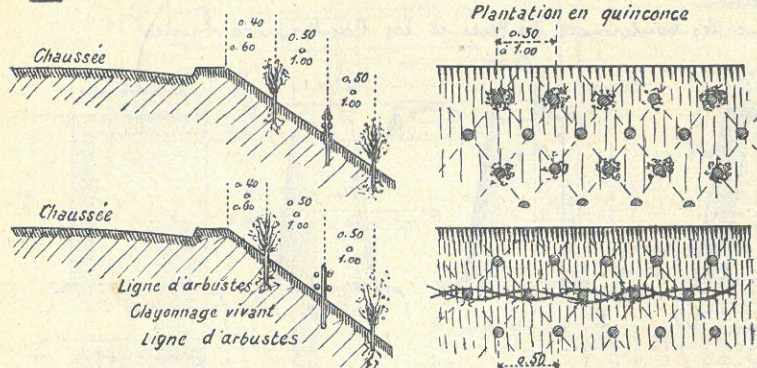
Plantations. Les plantations ont essentiellement pour but de consolider le corps de la route, d'ornier et d'agréer la voie et de protéger la circulation. Elles sont en outre une source de revenus par les fruits et les bois qu'elles produisent.

a. Plantation en bordure de route.

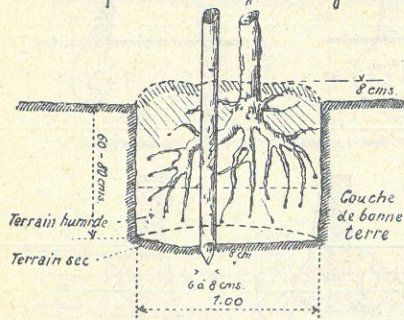


b : largeur utile de la chaussée
 l : Distance entre arbres 5 à 10 ms.
 d : Distance latérale de la chaussée 0.60 au minimum

b. Consolidation des talus.



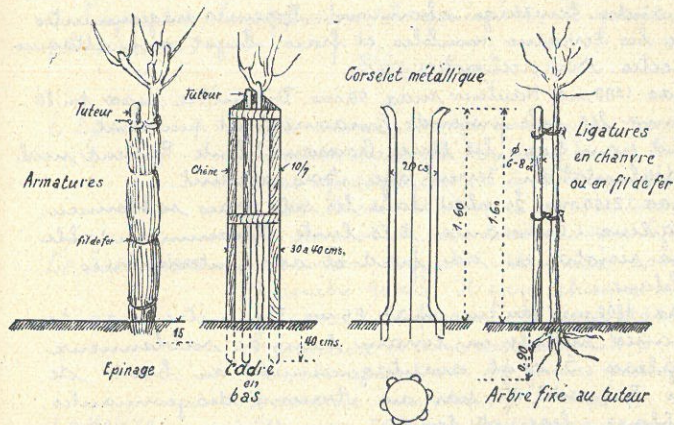
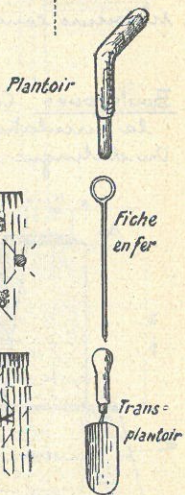
Ces consolidations de terres au moyen de plantations se feront avantagusement par des boutures de saule, d'osier ou d'aune, disposés en quinconce et choisis encore vertes de manière à ce qu'elles puissent germer à nouveau. Elles exigeront parfois l'emploi de clayonnages vivants.



54 Plantation d'arbres

Opération.

Les trous pour recevoir les jeunes plants et les boutures se feront à l'aide du plantoir ou d'une fiche métallique. Pour des plantations d'arbres, on choisira les sujets les mieux conditionnés des pépinières locales, on les déplantera avec soin au commencement du jour, et bien enpaillétés pour le transport, on les plantera dans des fossés de 60 à 80 cms. de profondeur



Après en avoir habillé et raccourci les racines. On posera enfin un tuteur et on le protégera d'un cadre protecteur en bois, soit d'un épinage soit enfin d'une armature métallique. Les plantations se feront en automne et

exceptionnellement au printemps avant le 15 mars. Les arbres résineux seront généralement déplantés au printemps alors qu'ils sont encore recouverts de leurs anciennes feuilles.

Essences. Le choix des essences à employer dépend de la nature géologique, de la fraîcheur et de la profondeur du sol; de l'exposition et de l'altitude de la surface à recouvrir de végétation et enfin de la composition des peuplements forestiers les plus voisins. La limite supérieure de l'altitude de la végétation forestière est de 2600 mètres.

Feuillus.

- Le Frêne :** Altitude maxima 1800 ms. Raines puissantes favorables à l'affermissement des terres. Croissance rapide. Reprise facile. Se plant en terrain frais. Résiste aux grands vents. Bois blanc et dur. Recherché.
- Le Hêtre :** Alt. max. 1700 ms. Hauteur max. 20 à 40 ms. Diamètre max. 1m. Bel arbre à tronc droit et lisse. Craint les bas fonds marécageux et tourbeux. Assez indifférent à la base géologique. Aime les climats frais et brumeux. Croissance lente. Reprise difficile. Bois très usagé.
- L'Accacia :** Arbres épineux à feuilles blanches. Raines traçantes et touffues. Réussit dans les terrains les plus ingrats. Croissance rapide. Maintient les terres ameuables. Bois dur.
- Le Robinier :** Appelé aussi faux Accacia. Prompt accroissement. Très résistant aux froids rigoureux. Bois sain, pesant peu, exposé à la vermoulure. Se plant en terres légères. Excellent arbuste pour la consolidation des terres.
- L'Auline :** Alt. max. 1400 ms. Dénommé aussi Verne ou Verque. Croit faiblement dans les terrains humides. Développement rapide. Indifférent à l'exposition et la base géologique. Raines traçantes. Excellent bois pour ouvrages hydrauliques.
- L'Orme :** Alt. max. 1500ms. Réussit surtout en climat tempéré.

nes repandu. Feuillage abondant. Racines drageonnantes. Cherche les terrains meubles et frais. Sujet aux attaques des insectes. Bois recherché.

- Le Chêne** : Alt. max. 1400 ms. Hauteur max. 50 ms. Diamètre max. 1m. 80. Affectionne les sols profonds. Enracinement puissant. Excellent pour fixer les terres. Croissance lente. Prend mal à la déplantation. Devent âgé. Bois excellent.
- Le Bouleau** : Alt. max. 2100 ms. Se plaît dans les sols frais sablonneux et argileux. Croissance très lente. Recommandable par sa résistance au froid et aux intempéries. Bois blanc.
- Le Peuplier** : Alt. max. 1800 ms. Hauteur max. 25 ms. Diamètre max. 1m. Croissance rapide en terrain humide sablonneux et argileux. S'abat avantagusement au bout de 25 ans. Rapporte 1 fr. par an. Racines drageonnantes. Bois blanc, léger et tendre. Variétés: Peuplier suisse, Peuplier d'Italie, Peuplier blanc argenté, Peuplier eucalyptus.
- Le Saule** : Variétés très nombreuses. Arbres à feuilles généralement allongées. Taille variable 20 à 25 ms. Croît souvent au bord des mares et canaux. Se prête comme boutures à la confection des clayonnages et cordons de feuillus. Croissance très facile en terre humide.
- Le Sorbier** : Alt. max. 2400 ms. Arbres à feuilles groupées, à petits fruits rouge corail. Très vigoureux. Aime les terrains siliceux, frais et profonds. Très décoratif. Réussit bien en montagne aux expositions nord.
- Le Tremble** : Espèce de peuplier de 15 à 20 ms. de hauteur. Étige droite et écorce lisse. Feuilles très mobiles. Affectionne les terrains frais.
- Le Tilleul** : Alt. max. 1500 ms. Arbre fort. Croissance rapide. Reprise facile. S'accommode à des sols variés mais plutôt secs. Forme un bel ornement. Apté aux rejetés.
- L'Alisier** : Arbre épineux à grains rouges qui croît dans les terrains calcaires et rocheux.
- L'Erable et le Sycomore** : Arbres à feuillage épais et précoce. Très décoratifs. Reprise facile. Croissance rapide. Exigent un sol frais. Alt. max. 2400 ms. Bois de valeur.
- Le Platane et le Marronnier** : Nouveaux arbres à cime large et régulière. Feuillage décoratif. Croissance rapide. Peut atteindre 30 ms. Inconvénient des feuilles en automne. Bois sans valeur.
- Le Noyer** : Grand et bel arbre. Atteint de très grande dimensions. Bois de valeur.

Les autres arbres fruitiers les plus fréquemment plantés en bordure des routes sont: le cerisier, le merisier, le guilottier, le prunier, le pommier, et le poirier. Ils présentent généralement un feuillage agréable, des fleurs très décoratives et des fruits rémunérateurs. Ils exigent toutefois plus de soin et de surveillance.

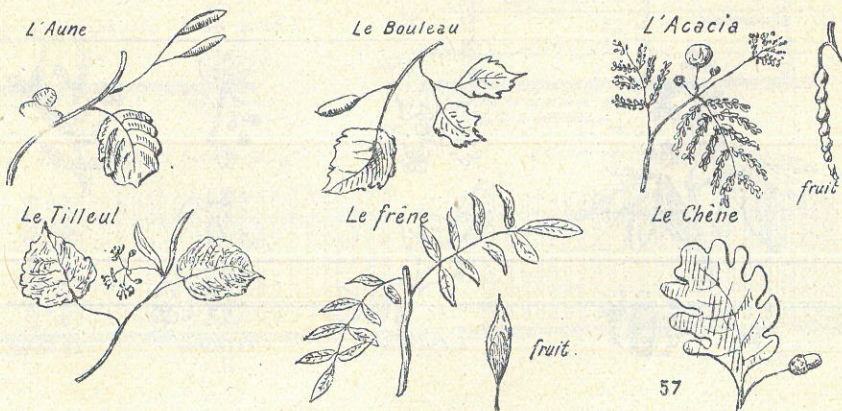
Les essences les plus avantageuses pour la confection des cordons de feuillus et des clayonnages propres à la fixation des talus: le saule, le robinier, le cythre, l'érable, l'aune, le coudrier, le cornouiller, l'épine-vinette.

L'églantier, le sycomore, le genévrier, le genêt, le buis, le noisetier le sureau.

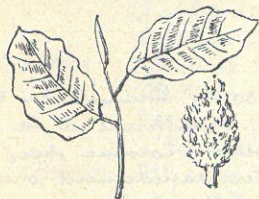
Résineux.

- L'Épicea** : Alt. max. 2500 ms. Haut. max. 30 ms. Diamètre 1m. 50. Se plaît dans les terrains frais. Indifférent à la base géologique et à l'exposition. Comme bois il est blanc et tendre et s'allie rapidement s'il est tantôt à sec, tantôt dans l'humidité.
- Le Sapin blanc** : dit aussi "Argente". Alt. max. 2000 ms. Haut. max. 40 ms. Diamètre 90 cms. Il perd chaque année son fruit en y laissant le fuscau. Se plaît dans les terrains humides et graveleux et aux expositions N-E. Ne se prête pas bien au reboisement car les jeunes plants sont très sensibles. Se conserve bien dans l'humidité.
- Le Mélèze** : Alt. max. 2500 ms. Haut. max. 70 ms. Diam. max. 80 cms. Excellent arbre pour le reboisement. Croissance facile. Aime tous les sols meubles et profonds. Affectionne la lumière. Très rustique. Seul conifère qui perd ses aiguilles chaque année. Bois rouge foncé excellent.
- Le Pin Sylvestre** : Alt. max. 2000 ms. Haut. max. 30 ms. Diam. max. 1m. 00. Se plaît dans tous les terrains mais plus spécialement dans les sols secs et siliceux. Arbre fort et rustique. Très précieux pour le reboisement dans les régions élevées.
- Le Pin Cembro** : Alt. max. 2500 ms. Vit dans tous les terrains mais surtout réussit s'ils sont meubles et frais. Est excellent pour les plantations en haute montagne. Résiste aux tempêtes, aux gelées et à la neige. Très robuste. Bois tortueux. Appelé aussi "Crotle".
- Le Pin de Montagne** : Alt. max. 2500 ms. Très précieux pour le reboisement. Se plaît mieux dans les sols frais mais résiste parfaitement dans les terrains secs et arides. Ses branches en forme de sandalabres résistent aux neiges abondantes.

- Feuilles -



Le hêtre



Le Tremble



Le Sorbier



L'Épicéa



Le sapin blanc



Le Pin



Le Mélèze



L'Alisier



L'Érable



Le Robinier



Haies vives. Ces haies sont constituées au moyen d'arbustes en végétation, tels que l'aubépine, le charme, l'épine-vinette, l'érable, le noisetier, le poirier, le hêtre, le sureau etc. ou avec des cocorces résineuses. Dans les terrains frais, l'épicéa donne des résultats très satisfaisants.

Le Peuplier



Le Saule



Le Platane



Le sureau



Le noisetier



Le noyer



L'orme



Le marronnier



L'Aubépine



L'épine-vinette



Le Genévrier



L'Eglantine



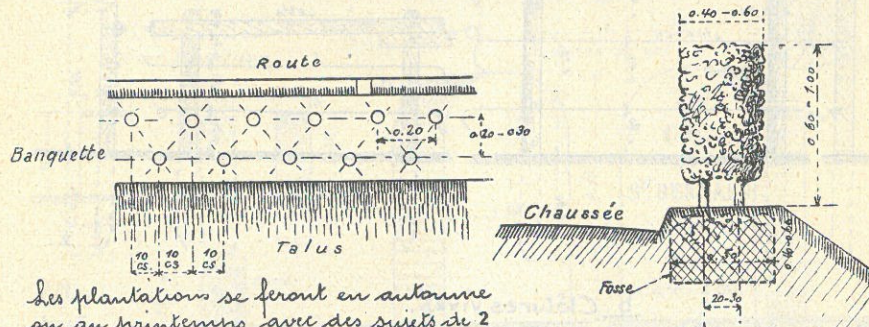
Le Charme



Le Genêt



Route

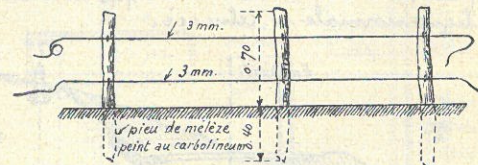
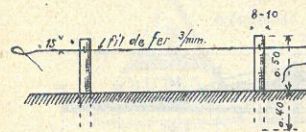


Les plantations se feront en automne ou au printemps avec des sujets de 2 à 4 ans. Pendant leur croissance on les protégera par des treillages ou barrières en bois.
Travaux d'entretien: Binage, nettoyage, regarnissage.
Durée 40 à 50 ans.

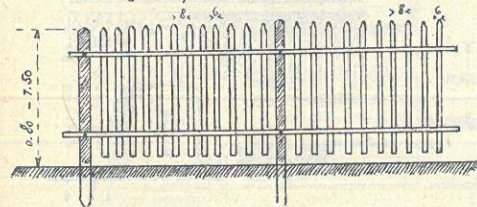
Clôtures

2. Clôtures sèches.

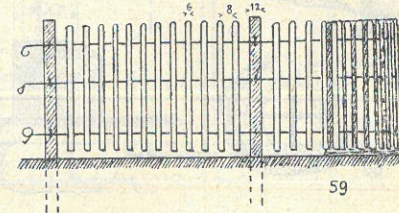
Elles se font en pieux et fils de fer tendus, en treillage de bois ou en poteaux fichés en terre et reliés par des liesses.



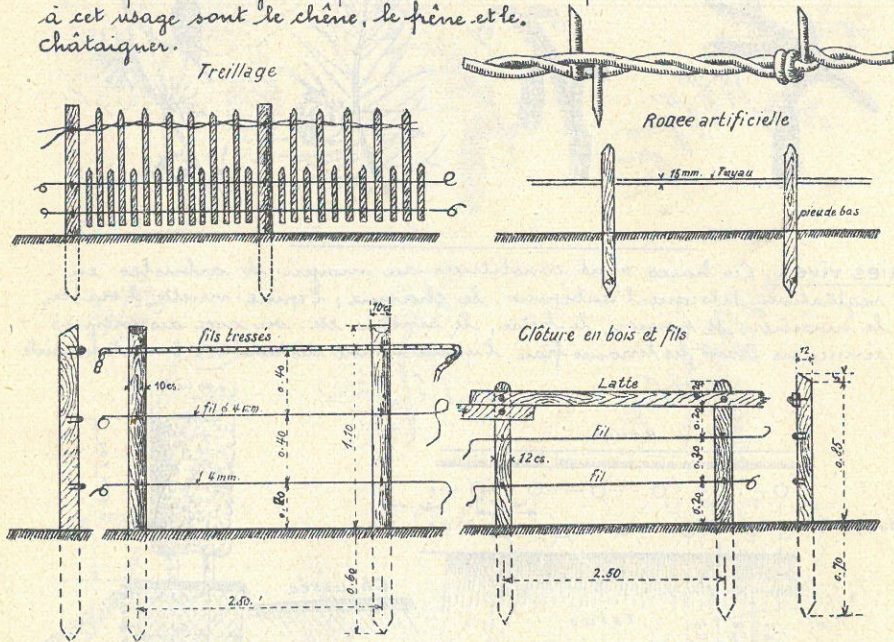
Clôture en châtaignier refendu (genre Chabaury)



Clôture rouleau 3 ou 4 fils



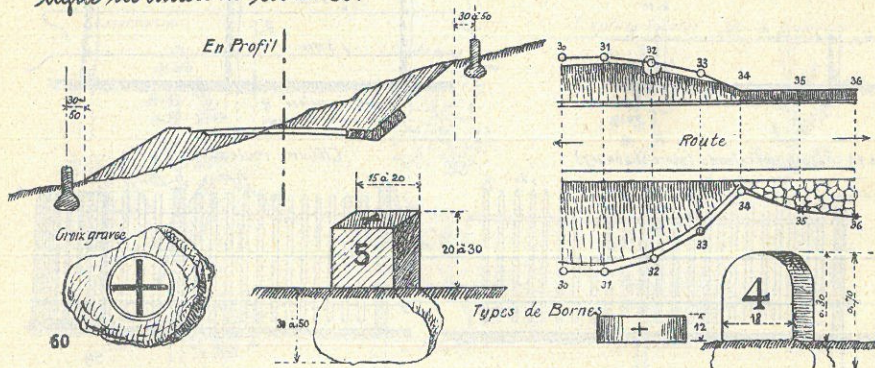
Pour la confection de ces treillages on se sert de tiges de bois que l'on refend en riglettes plates. Les essences qui conviennent le mieux à cet usage sont le chêne, le hêtre et le châtaigner.



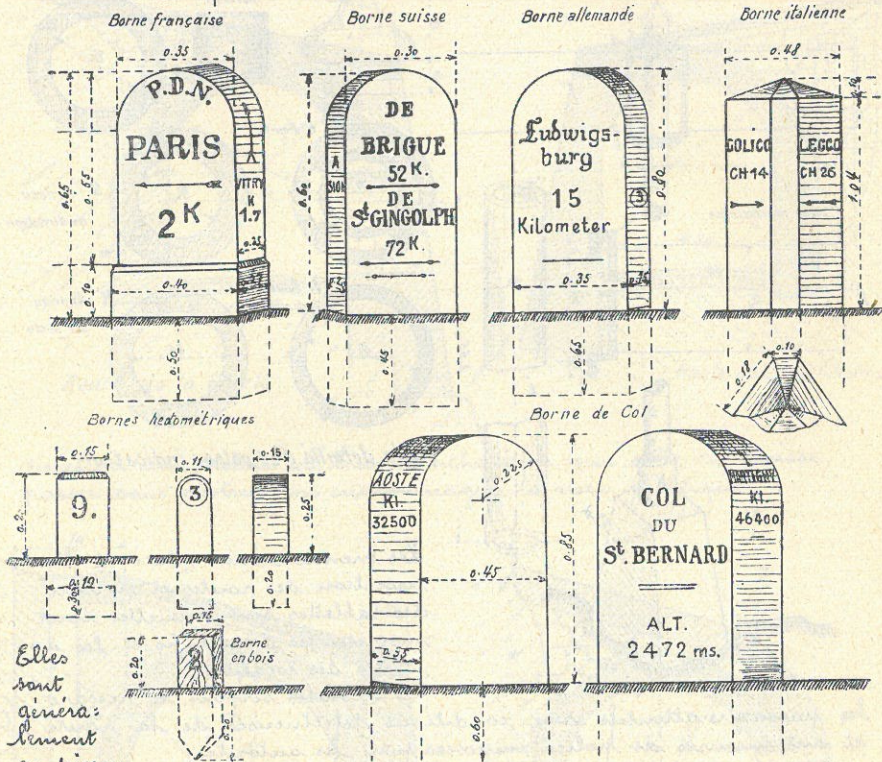
b. Clôtures vives.

Elles sont constituées en cordon d'arbustes auxquels on donne souvent la forme de haie en adoptant les essences qui conviennent le mieux telles que la charnille et l'aubépine jusqu'à l'altitude de 1100 ms. et au-delà l'épicéa.

Abornement. On le détermine au moyen de bornes en pierres taillées ou de marques gravées et rehaussées en noir ou en rouge sur des objets immuables. On les place à 30 ou 50 cms. des bords de l'emprise, deux à deux de chaque côté de l'axe de la route sur une ligne normale à celui-ci.

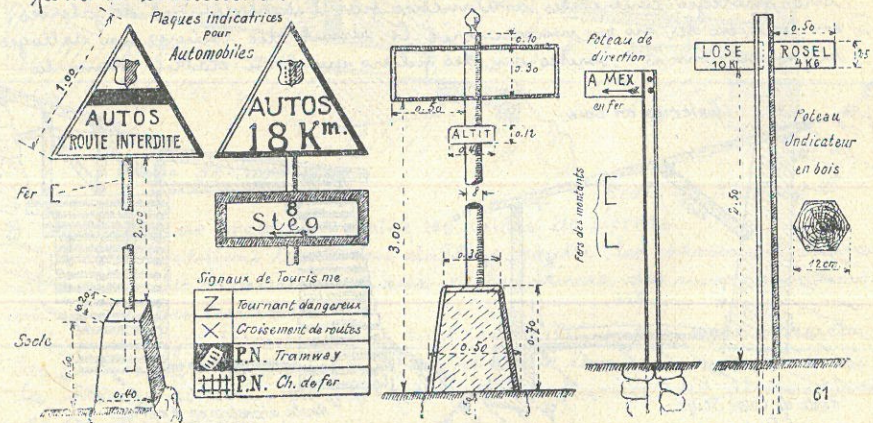


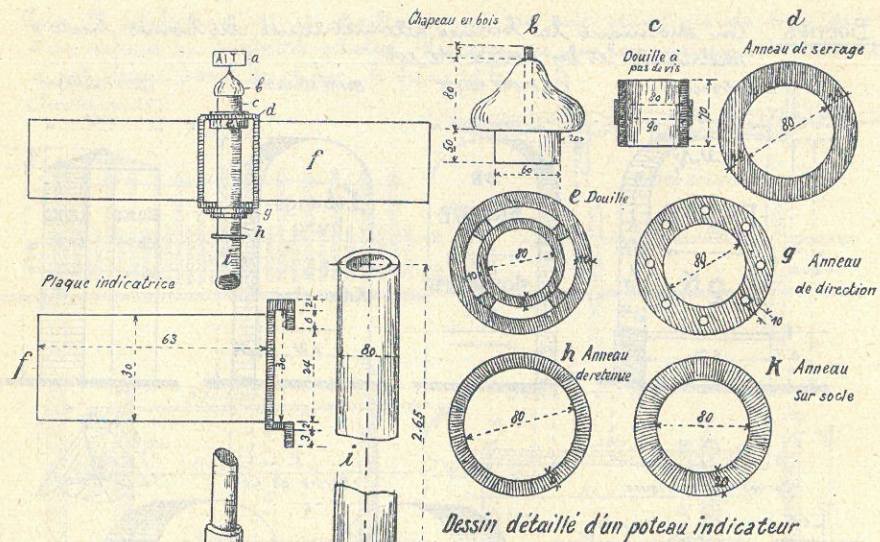
Bornes On distingue les bornes Kilométriques, les bornes hectométriques et les bornes de col.



Elles sont généralement en pierres dures, soigneusement taillées et portent les inscriptions indicatives en caractères gravés et peints en rouge ou en noir.

Poteaux Indicateurs. On distingue les poteaux indicateurs et les poteaux avertisseurs.





Dessin détaillé d'un poteau indicateur

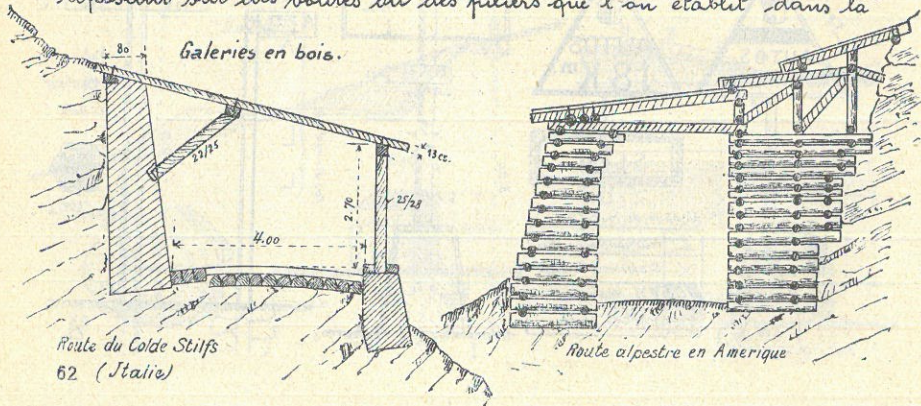
Les premiers sont placés à l'intersection des routes et portent des tablettes sur lesquelles sont inscrites les directions et les distances des localités.

Les seconds servent à rendre les passagers attentifs aux conditions defectueuses de la route et aux mesures de police imposées par les autorités.

les passagers attentifs aux conditions defectueuses de la route et aux mesures de police imposées par les autorités.

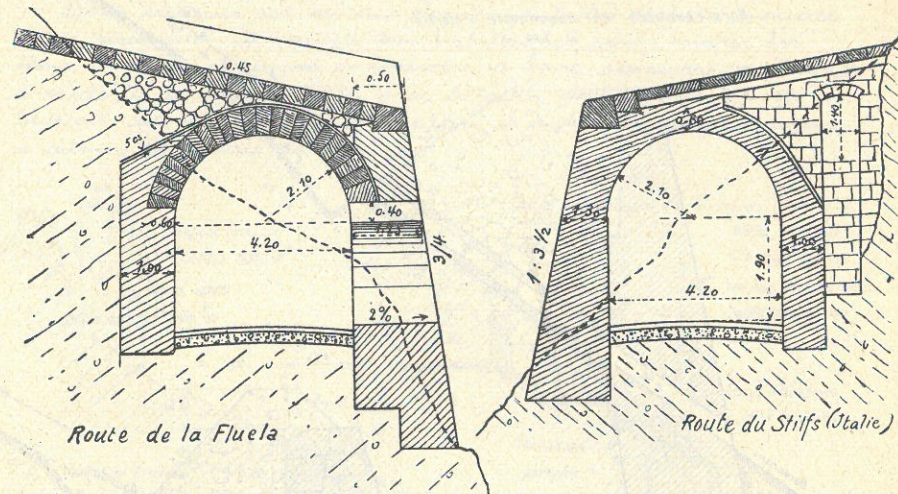
Travaux de protection contre les casses et les avalanches.

A. Galeries contre les avalanches: la circulation sur une route sera protégée contre les avalanches par l'établissement de galeries, en bois, en fer ou en maçonnerie. Ce seront des toitures ou dallages reposant sur des routes ou des piliers que l'on établit dans la

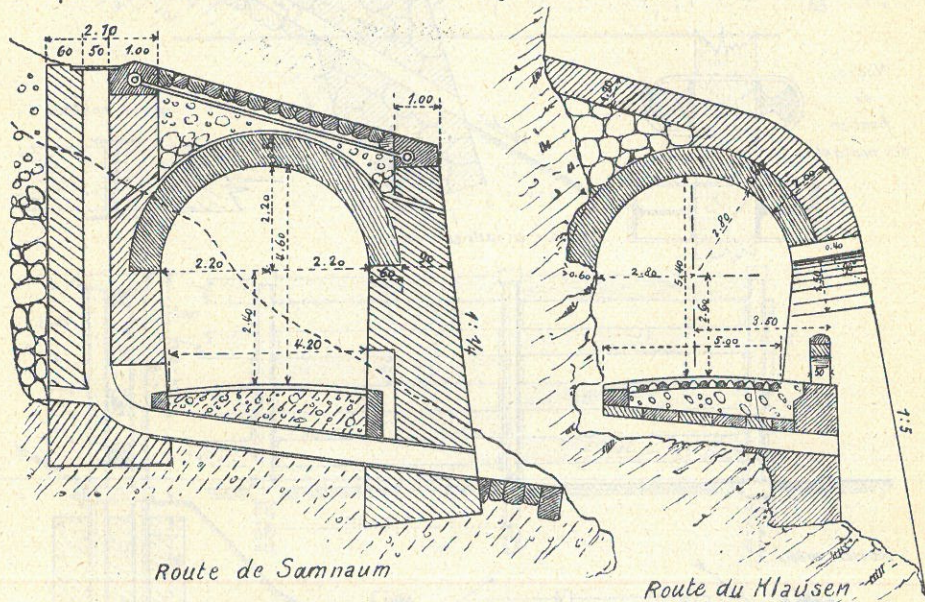


Route du Col de Stiffs
62 (Italie)

Route alpestre en Amérique



direction du couloir de l'avalanche afin que celle-ci puisse passer sans obstruer ni endommager la voie publique.



Route de Samnaum

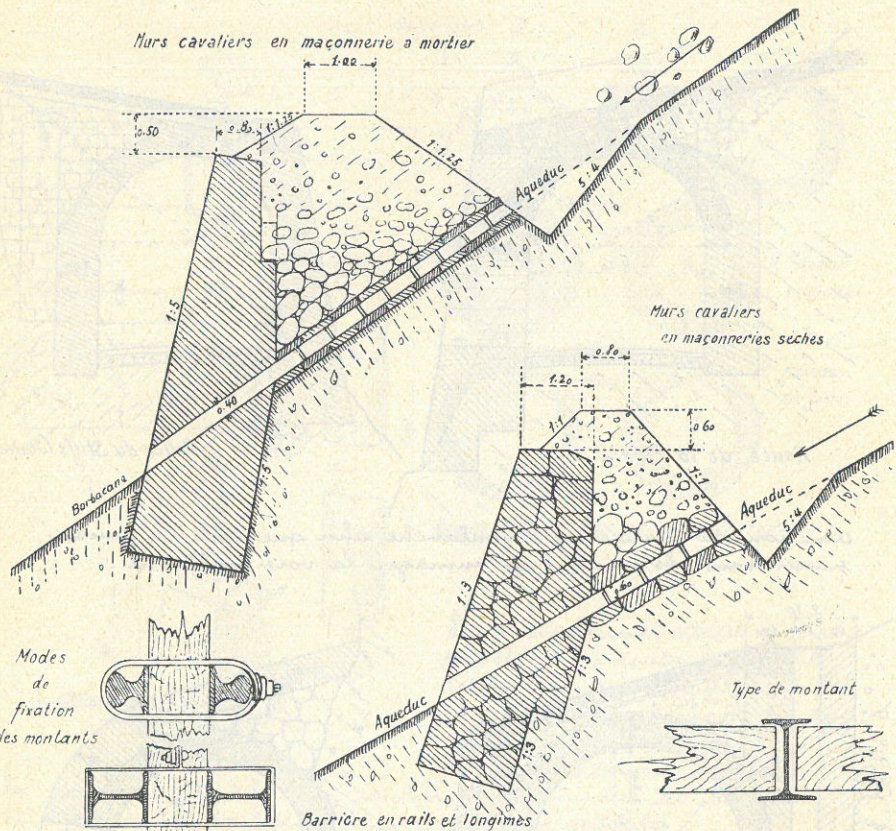
Route du Klausen

B. Ouvrages de protection contre les chutes de pierres.

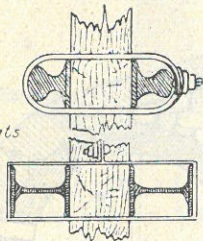
Selon les conditions locales on établira contre les casses ou chutes de pierres des barrières en pierre et longues, des murs cavaliers ou encore des terrasses.

Ces ouvrages seront édifiés tout spécialement en vue d'arrêter les pierres qui se détachent des versants escarpés, par suite de la désagrégation des rochers sous l'influence des alternatives de gel et de dégel.

Murs cavaliers en maçonnerie à mortier



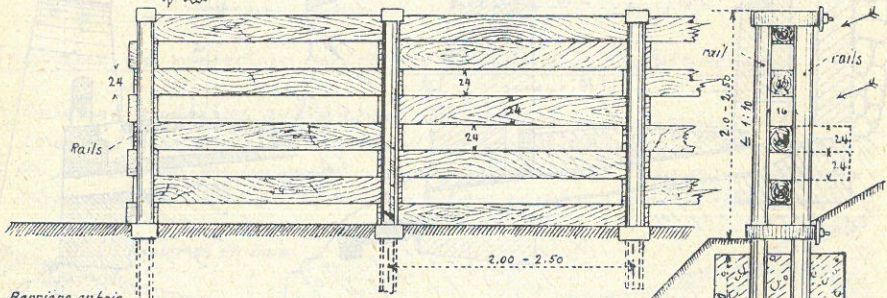
Modes de fixation des montants



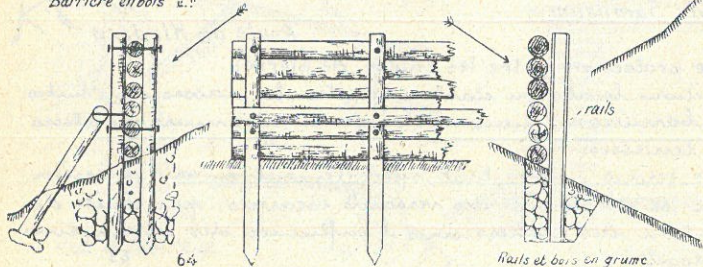
Type de montant



Barrière en rails et longines



Barrière en bois

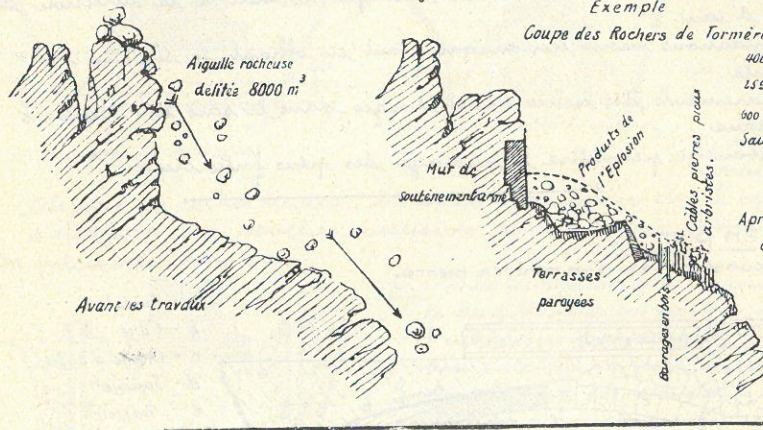


Dans certains cas où un éboulement de rochers menace de se produire, on pourra très habilement sous-murer les blocs dont la chute est à craindre et faire descendre à l'aide d'explosifs les masses prêtes à se détacher de la paroi en établissant des terrasses, murs cavaliers et autres ouvrages propres à retenir les débris du minage.

Exemple

Goupe des Rochers de Tormères (France)

400 m. de forage
 159 tracs de mine
 600 kgs. dynamite-gomme
 Sautage électrique



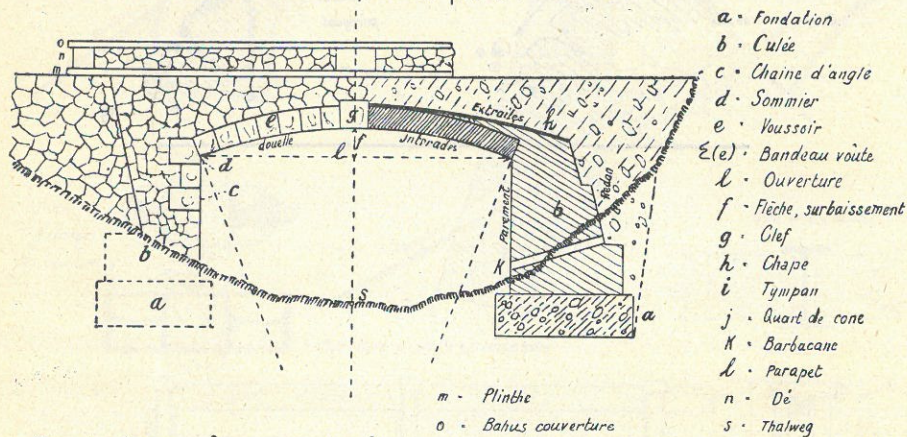
Ponts.

Le pont est un ouvrage d'art dont le but est de relier deux points séparés par un cours d'eau ou une forte dépression du terrain. Son établissement répondra aux conditions suivantes:

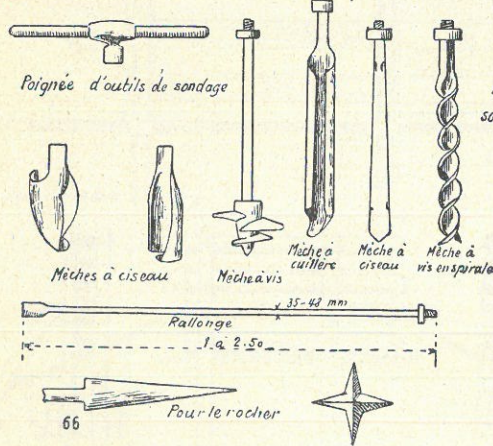
1. Il sera établi suivant un axe rectiligne normal à la direction du cours d'eau.
2. Les fondations seront économiques tout en offrant la sécurité suffisante.
3. Les parements des culées seront dirigés dans le sens du courant des eaux.
4. Le débouché permettra le passage des plus fortes crues.

Ponts en pierre.

Parties constitutives d'un pont en pierre.



Fondations. Le mode de fondation dépend de la nature du sol



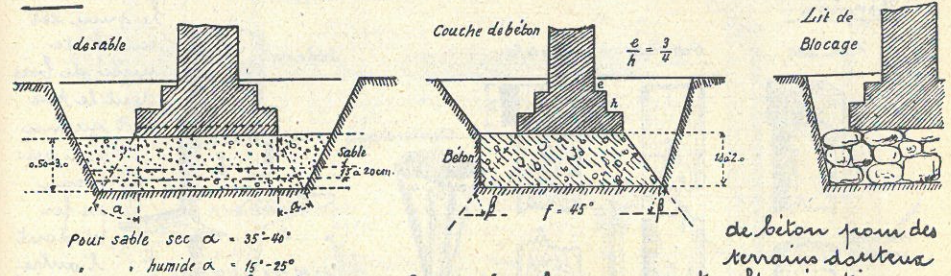
et de la résistance, de la présence de l'eau et de l'importance de l'ouvrage à établir. On s'orientera à ce sujet au moyen de sondeuses, de puits ou de sondages.

A. Fondation par épaissement sur terrain résistant, inaffaiblissable et incompressible.

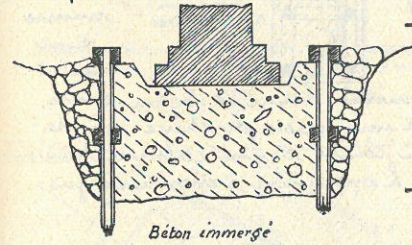
Ce sont les roches dures et compactes, le gravier

et le sable en couche, les sols rocailloux et pierreux.

B. Fondation par épaissement sur empâtement de sable ou

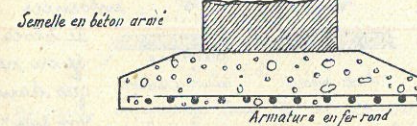
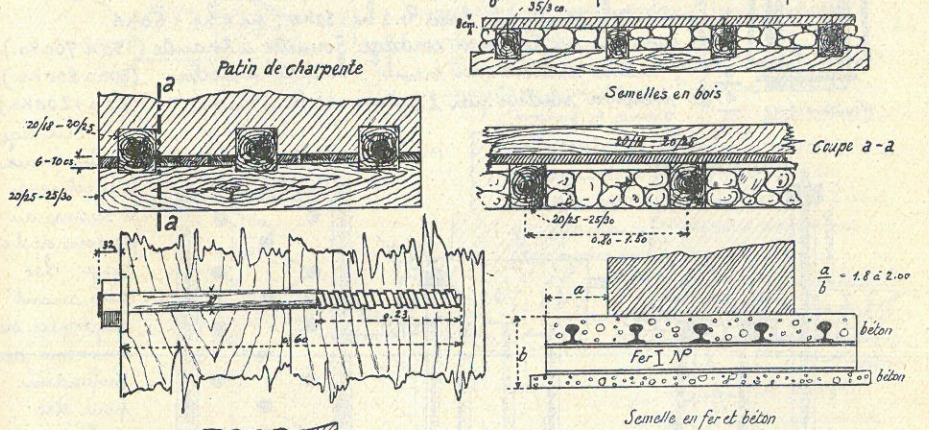


de béton pour des terrains durs tels que les roches tendres, la craie, la marne etc. L'opération s'effectuera par couches successives de 15 à 20 cms. d'épaisseur que l'on pilonnera avec soin.



C. Si la fondation par épaissement présente des difficultés on pourra, à l'aide d'entonnoirs immerger le béton dans une enceinte de palplanches et de pieux dont le pied est maintenu par un sordun d'encrochement.

D. Fondation sur grillage pour des terrains modérément affaiblissables, l'argile compacte, la terre franche etc.



E. Fondation sur pilotis pour les terrains affaiblissables et compressibles tels que le marais, la boue, le sable mouillé

l'argile saturée d'eau.

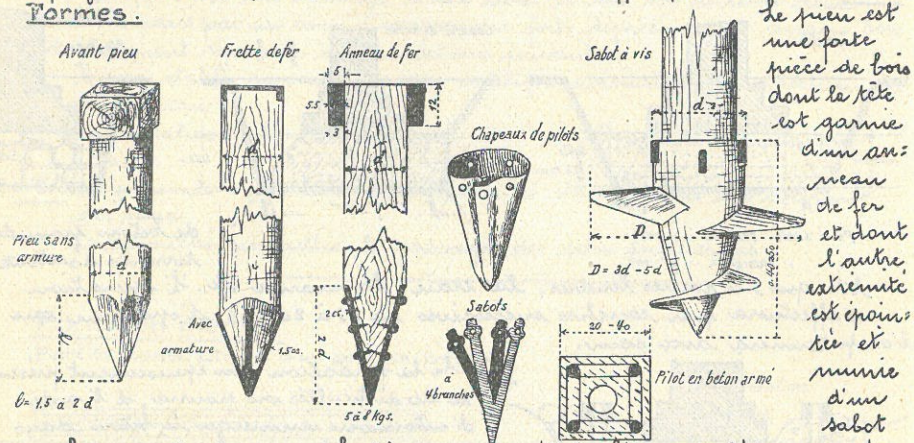
Nature des pilotis. Les bois les meilleurs à cet usage sont: le hêtre rouge, le mélèze, le pin et l'aune. On utilise aussi des pieux métalliques pleins ou creux, en fer ou en acier.

Dimension. La section a généralement 20 à 30 cms. de diamètre. 67

Conservation: Les pilots battus en terre seront au mieux protégés par le mélange suivant appliqué à chaud.

1 p. goudron, 3 p. poix ou colophane, 2 p. soufre pulvérisé.

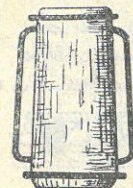
Formes.



Le pieu est une forte pièce de bois dont la tête est garnie d'un anneau de fer et dont l'autre extrémité est épaulée et munie d'un sabot.

ou ferrement. On en confectionne en métal, béton et béton armé.

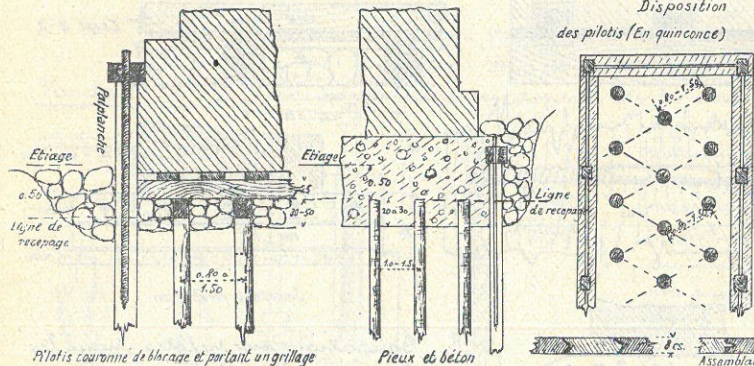
Battage: Le battage s'opère à l'aide d'une masse de chêne ou de fonte appelée "mouton" qui tombe d'une certaine hauteur sur la tête des pieux. L'opération s'effectuera jus- qu'à un repos du forçage.



Mouton à bras

On distingue:

1. Le mouton soulevé à bras. P. 2 hs. = 30ks.; p. 4 hs. = 60ks.
2. Le mouton soulevé par cordage. Sommette à tirante (150 à 700 ks.)
3. Le mouton soulevé par treuil. Sommette à délie (500 à 800 ks.)
4. Le mouton soulevé par l'action de la vapeur (600 à 1200 ks.)



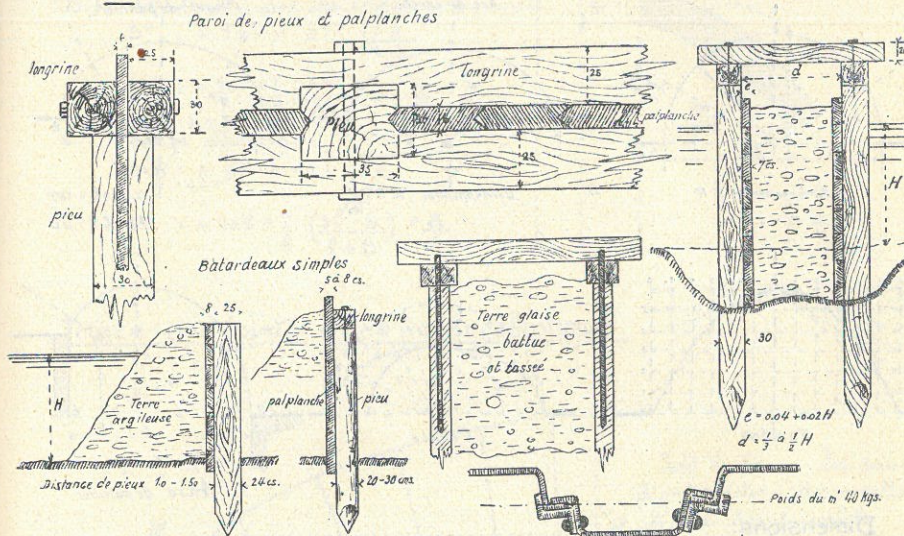
Le ricpage s'effectuera à 50cms au-dessous de l'étrépage. Les têtes seront dégarnies sur 40 à 60cms. de profondeur pour être entourees de blocage ou recouvertes dans un em-

parement de béton.

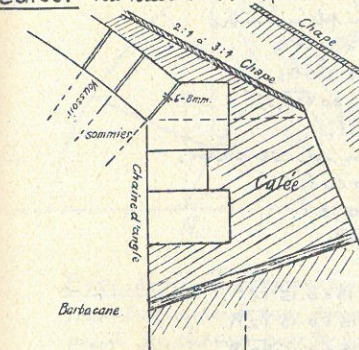
Exécution. A moins que les conditions locales permettent de les exécuter à sec et sans crainte d'éboulement, les fondations s'opéreront, sauf pour la méthode des pilots par époussetement, au moyen d'encintes spéciales dont les plus simples sont les suivantes:

- A. Batardeau en pieux et palplanches
- B. Batardeau simple. $H \approx 1,50$ m.

c. Batardeau en caisson. Pour $H > 1m.50$.



Culée. La culée au pied-droit repose sur la fondation et résiste à la poussée de la voûte. La pression sur le sol pourra être réduite en découpant le parement extérieur en redans de manière à augmenter l'empâtement de la base.



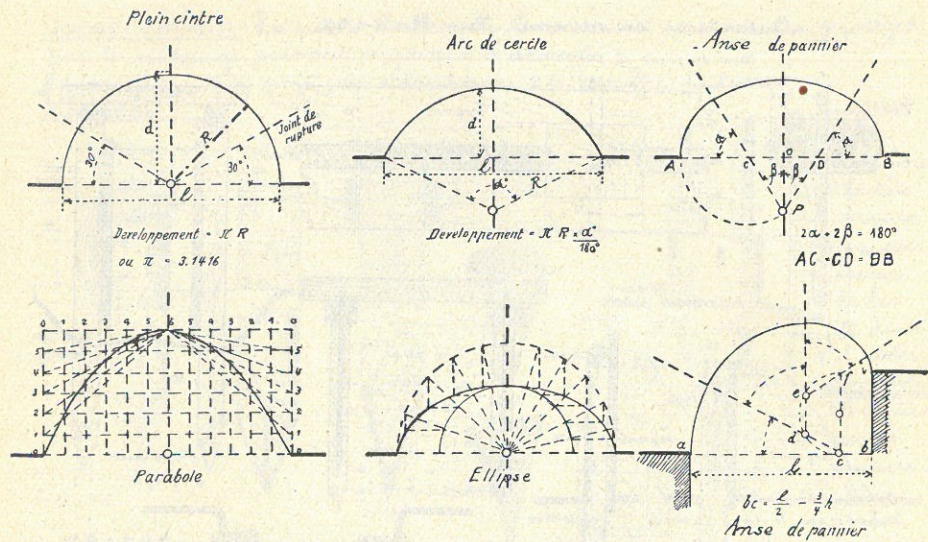
Des barbacanes d'assèchement seront aménagées pour assurer l'écoulement des eaux.

Chaine d'angle. C'est une chaîne de moellons taillés ou piqués généralement appareillées en harpe que l'on dispose à l'angle de des parements des culées et des murs en retour.

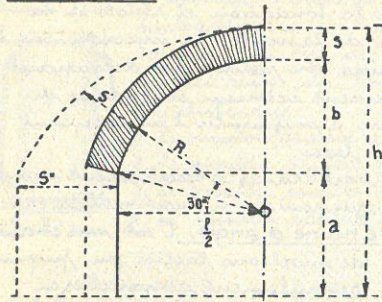
Sommier. On appelle ainsi la pierre d'appareil d'une dimension spéciale qui surmonte la chaîne d'angle et qui reçoit la retombée de la voûte.

Voûte. La voûte est l'ensemble de l'ouvrage qui s'appuie sur les sommiers relie les culées du pont.

Fermes. L'intrados de la voûte peut affecter différentes formes dont les plus usuelles sont: le plein centre, l'arc surbaissé, l'ellipse, la parabole, l'arc de panier et l'ovale.



Dimensions.



- 1. Epaisseur à la clef**
- a.) Voûte en plein cintre
 $s = 0.15 + 0.15 \sqrt{2R}$
 $s = 0.32 + 0.325 l$
 $s = 0.10 + 0.20 \sqrt{2l}$
 $s = 0.20 \sqrt{2l}$
- b.) Voûte en arc de cercle
 $s = 0.10 + 0.20 \sqrt{2l}$
 $s = 0.33 + 0.33 l$
 $s = 0.15 \sqrt{2l}$

Pour un surbaissement $\frac{b}{l} : \frac{1}{4}$ on aura $s = 0.15 + 0.15 \sqrt{2R}$
 $\frac{1}{8}$ " $s = 0.15 + 0.13 \sqrt{2R}$
 $\frac{1}{12}$ " $s = 0.15 + 0.11 \sqrt{2R}$

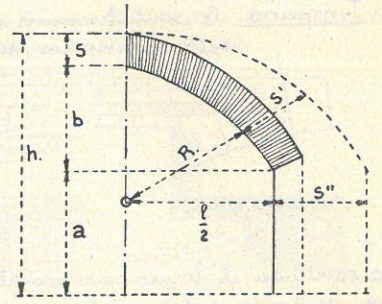
c.) Voûte elliptique $s = 0.20 \sqrt{2l}$ $s = 0.43 + 0.10 R$ $s = 0.15 + 0.15 \sqrt{2R}$

R est le rayon de la voûte circulaire de même rayon et de même montées

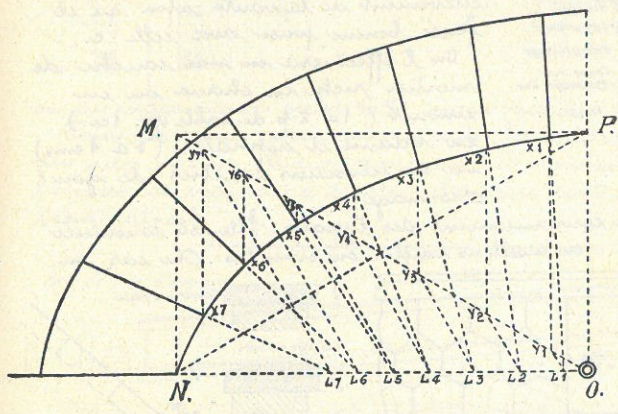
- 2. Epaisseur au joint de naissance ou au joint incliné à 30° sur l'horizontale**
- a.) Voûte en plein cintre $s' = 2s$
b.) Voûte en arc de cercle
Pour un surbaissement $\frac{b}{l} : \frac{1}{4}$ $s' = 1.8s$
 $\frac{1}{8}$ $s' = 1.25s$
 $\frac{1}{12}$ $s' = 1.10s$
- c.) Voûte elliptique
Pour un surbaissement $\frac{b}{l} : \frac{1}{3}$ $s' = 1.8s$
 $\frac{1}{5}$ $s' = 1.4s$

- 3. Epaisseur des culées:**
- a.) Voûte en plein cintre
 $s'' = \sqrt{l} (0.60 + 0.04 a)$ $s'' = 0.305 + \frac{5l}{24} + \frac{a}{5}$

- b.) Voûte en arc de cercle
 $s'' = 0.33 + 0.21 l \frac{\sqrt{la}}{hb}$
 $s'' = 0.305 + \frac{l}{8} \left(\frac{3l-b}{l+b} \right) + \frac{a}{5}$
- c.) Voûte elliptique
 $s'' = 0.33 + 0.21 l \frac{\sqrt{la}}{hb}$
 $s'' = 0.305 + \frac{l}{8} \left(\frac{3l-b}{l+b} \right) + \frac{a}{6}$



Tracé des joints d'une voûte elliptique



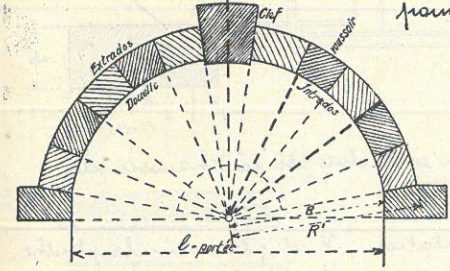
Soit X_1, X_2, \dots les points d'intersection des moellons d'une demi-voûte elliptique N.P.

Opérations.

- $XY \perp$ sur O.N.
 $YZ \perp$ sur O.N.
Z X donne le tracé de chaque point.

Exécution. Pour éviter les inégalités du tassement, la voûte sera montée symétriquement par assises de voussoirs après avoir marqué l'emplacement de chacun sur le platelage de l'échaffaudage.

Bandeau de tête. C'est un bandeau de pierres de taille ou de moellons piqués qui encadrent les extrémités de la voûte. Chaque moellon se nomme voussoir et celui qui ferme la voûte en son point milieu est la clef.

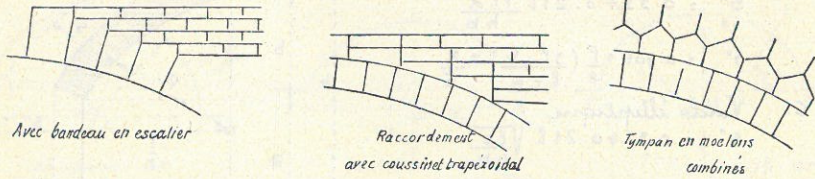


Détermination des éléments:

- a) largeur du voussoir en intrados = d.
Largeur de la clef = d. joint 6 à 10 mm.
Nombre des voussoirs avec la clef = n.
Egalité à satisfaire.
 $\frac{d}{180} \pi R = nd + (n-1) \times 8mm$
- b) Cas où la largeur de la clef est égale à une valeur k.
Egalité à satisfaire $\frac{d}{180} \pi R = k + nd + (n+1) \times 8mm$

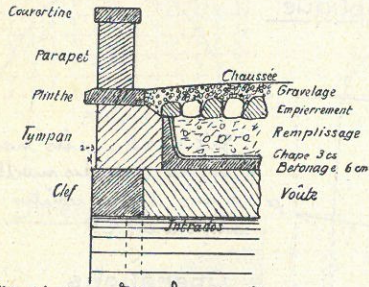
Pour la répartition des éléments en extrados ou 180° substituez dans ces égalités la valeur de R' à celle de R.

Tympan. Ce sont les murs qui remplissent l'intervalle compris entre l'extrados de la voûte et la plinthe.



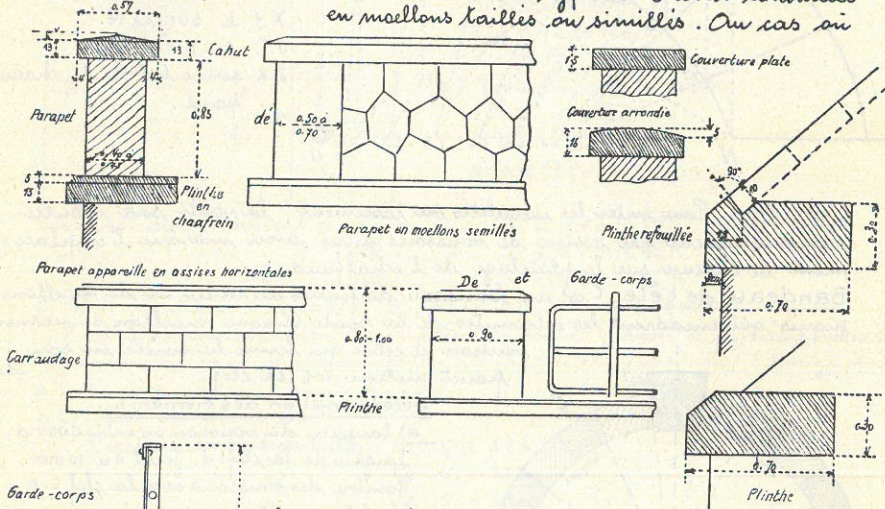
La cavité qu'il forme sera remplie de gravier ou de matières pierreuses ou de toute autre matière incompressible et perméable.

Chape. C'est l'enduit qui recouvre l'extrados de la voûte pour en assurer l'imperméabilité contre la pénétration des eaux.



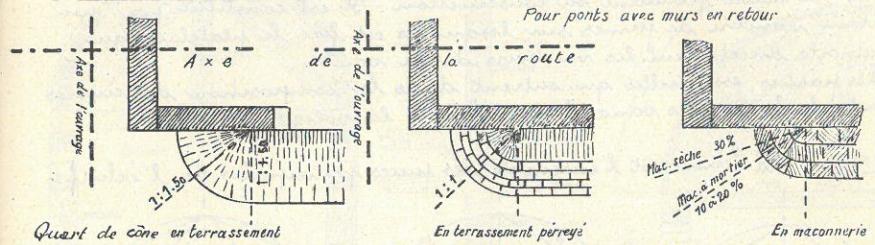
Il sera appliqué aussitôt après l'achèvement de la voûte afin qu'il fasse bonne prise avec celle-ci. On l'effectuera en une couche de mortier riche en chaux ou en ciment (1 à 2 p. de sable pr. 1 ci.) en bitume d'asphalte (3 à 4 cms) ou en plusieurs couches de gonçonnage.

Plinthe. Elle forme le couronnement des tympans. Elle est constituée en moellons taillés ou simillés. Au cas où

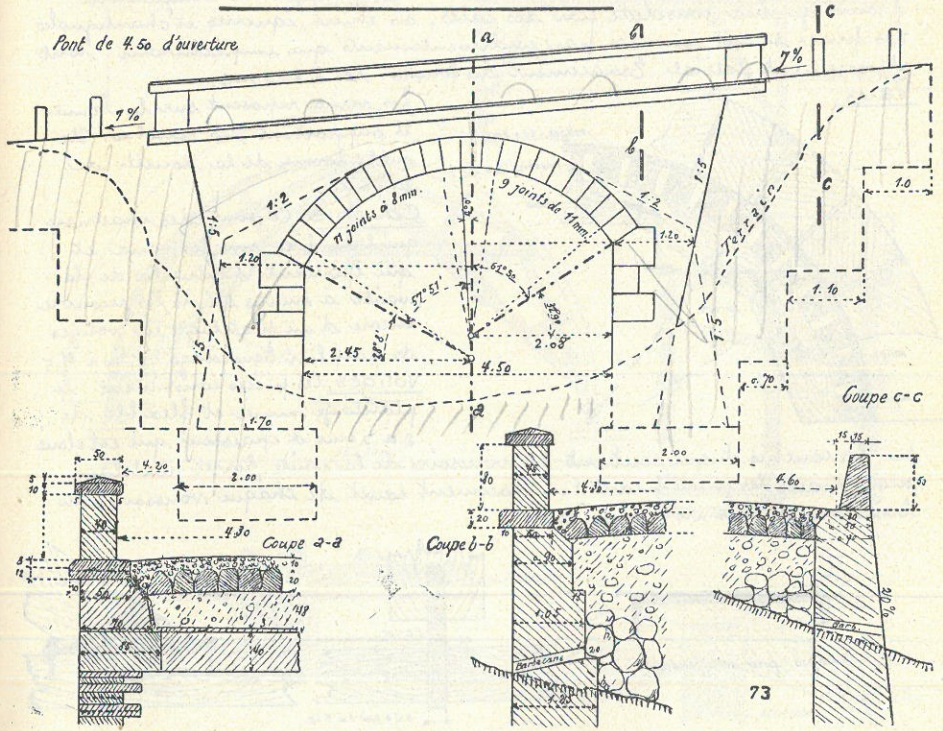


elle est placée en contrebas de la chaussée elle sera refouillée.
Parapet. C'est l'ouvrage de défense destiné à protéger la circulation. Il est placé sur la plinthe et est constitué en moellons nus ou simillés couronnés d'un bahut ou couverture et limité

parfois à ses extrémités par des dés en pierre de taille. Ces derniers sont parfois isolés et encadrent un garde-corps métallique.
Raccordement des culées aux terrassements.



Pour les ponts avec murs en retour le type de raccordement le plus simple et le plus fréquemment adopté est le quart de cône en terrassement au fruit de 1:1.50 en terrassement perçuré ou en maçonnerie sèche 30% ou à mortier 10 à 20%.
 Pour les ponts avec murs en aile les terrassements se raccorderont aux ailes droites, obliques, concaves ou convexes qui seront condamnées de manière à soutenir les terres tout en laissant leur talus naturel.

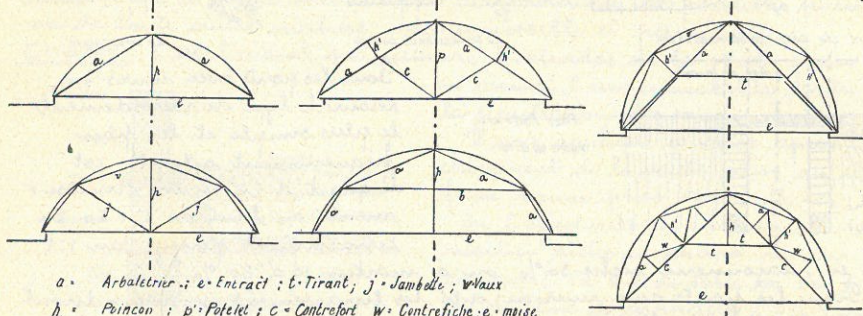


Cintres.

Le cintre est l'échaffaudage à toiture curviligne qui sert à soutenir la voûte pendant sa construction. Il est constitué par un certain nombre de fermes sur lesquelles est fixé le platelage qui supporte directement les voussoirs de la voûte.

Les parties essentielles qui entrent dans la composition des cintres sont: la ferme, les vaux, les couchis et les voliges.

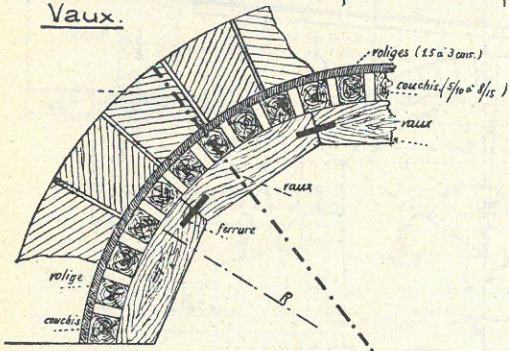
Ferme. La ferme est l'ensemble des pièces principales de l'échaf=



a. Arbalétrier; e. Entraît; t. Tirant; j. Jambelle; w. Vaux
p. Poinçon; p. Potelet; c. Contrefort; w. Contrefiche; e. mise

l'audage. Pour assurer la rigidité on combinera les pièces dont l'iquarissage sera de 15 à 30 cms. de côté, en polygones triangulaires. L'ouvrage sera consolidé par des cales, des étriers, équerres et chantignoles. Les fermes seront réunies par contreventement qui empêcheront tout divinement latéral. Espacement des fermes: 1.00 à 2.00 ms.

Vaux.



Les vaux reposent sur la ferme et supportent les couchis. Ils ont la forme de la douelle de la voûte.

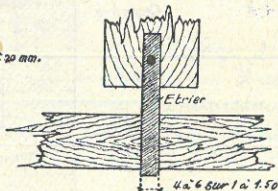
Couchis. Ce sont des madriers que l'on fixe sur les vaux et qui épousent l'intrados de la voûte à moins qu'on les recouvre encore d'un platelage en voliges de peuplier. Equarissage: 5/8, 6/10 à 8/15

Voliges. Ces pièces constituent le platelage mince et flexible de 2 à 3 cms. d'épaisseur, qui est cloué

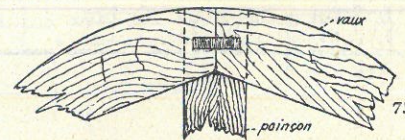
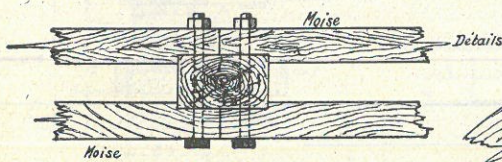
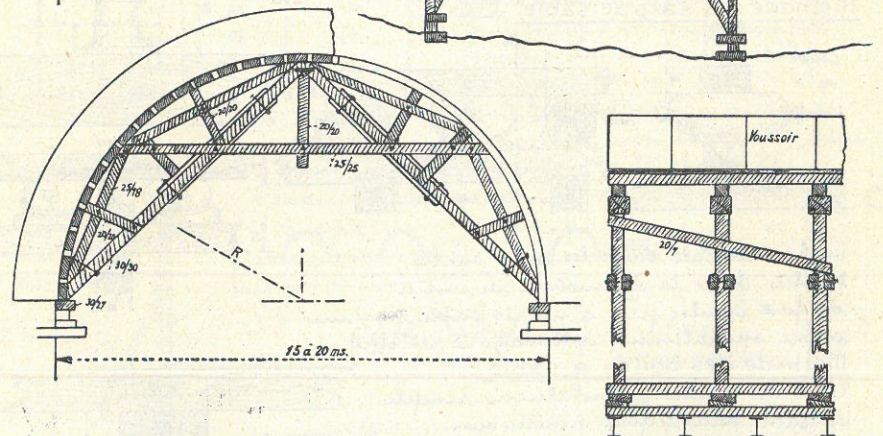
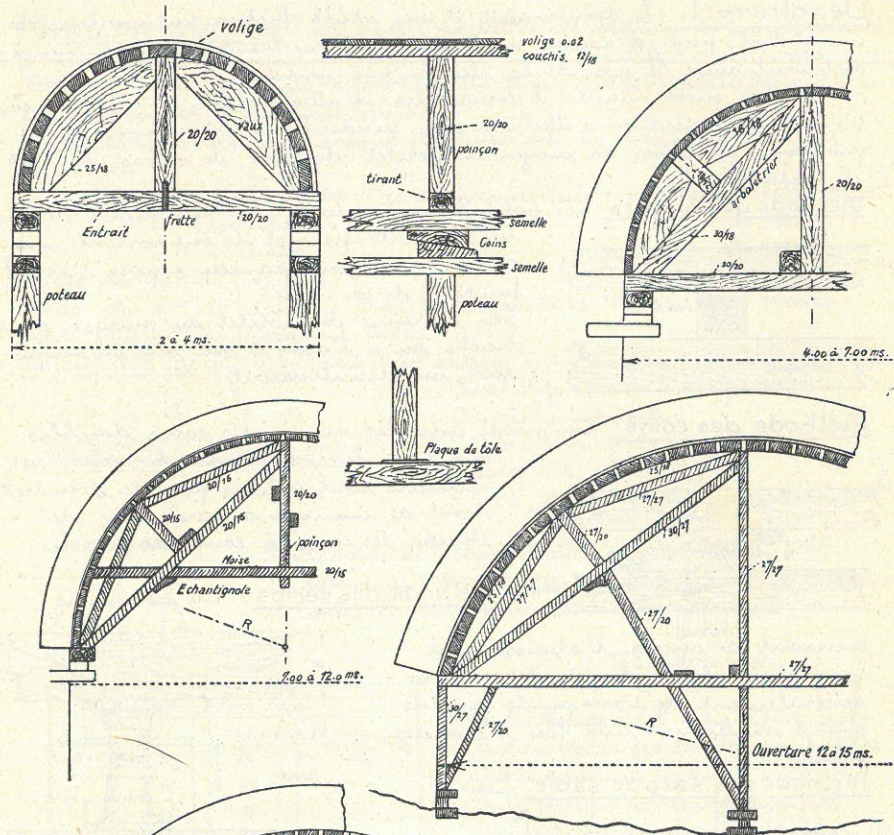
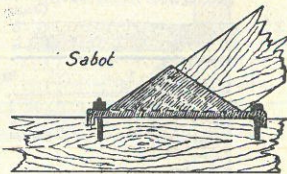
sur les couchis et qui soutient les voussoirs de la voûte. Sur ce platelage sont tracés les joints fixant l'emplacement exact de chaque voussoir du bandeau de tête de la voûte.



Crampon pour échaffaudage

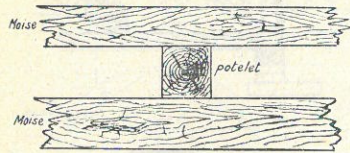


Sabot

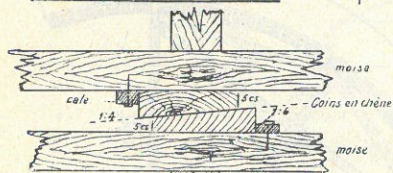


Décintrement. Le décintrement d'une voûte effectuée en mortier de ciment lent, peut, à raison de la plasticité du liant être opéré immédiatement après la pose de la clef. Si par contre le liant est un mortier à prise rapide il conviendra d'attendre que la cohésion soit parfaite. Cette opération s'effectuera avec prudence et précaution, sans provoquer de chocs au moyen de potelets, de coins, de vérins, de sacs et boîtes à sable.

Méthode des potelets. Ces potelets sont placés sur la moise reliant les supports fixes et ils supportent une autre moise sur laquelle repose l'échafaudage de la voûte. Par la ruine du potelet au moyen d'une hache ou à l'aide d'une scie on provoque le décintrement.



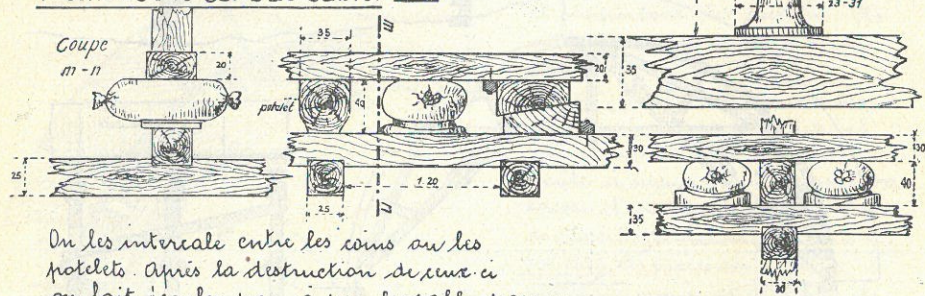
Méthode des coins. On place entre les moises des coins doubles que l'on fixe à l'aide de calés. Ces derniers sont enlevés peu à peu de manière à permettre de chasser les coins à coups de masse.



Méthode des vérins. On les vérins

serviront à opérer l'abaissement graduel de la voûte. On les encadre généralement de coins ou de potelets que l'on détruit une fois l'ouvrage achevé.

Méthode des sacs de sable. P.l.e.

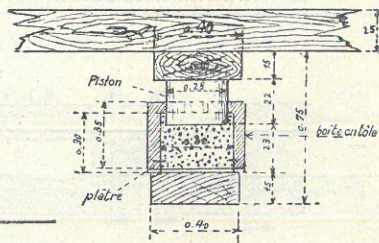


On les intercale entre les coins ou les potelets. Après la destruction de ceux-ci on fait couler peu à peu le sable par un orifice spécialement aménagé à cet effet.

Méthode des boîtes à sable.

C'est un cylindre métallique rempli de sable dans lequel pénètre un piston en chêne.

De petites ouvertures pratiquées dans le fond permettent de faire couler le sable. Ce dernier sera absolument sec.



Ponts métalliques. Les ponts métalliques ordinaires sont fournis d'un tablier composé de longerons en fer I parfois entretoisés sur lequel repose soit un platelage en bois, soit un plancher en fer. Zones recouvert d'un macadam.

Les tabliers métalliques seront calculés sur la base des données suivantes:

Pour les routes principales: Charge permanente + surcharge de 400 ks par m²
 " " secondaires : id. + id. de 350 ks "
 " " vicinales : id. + id. de 250 ks "

Poids du m³ de fer: 7800 ks.

Poids du m³ de platelage: Boullier et sapin 600 ks. Mélèze et Orme 750 ks.

Poids du m³ de macadam 1600 ks.

Calcul des longerons Pour une charge uniformément répartie (450 ks.)

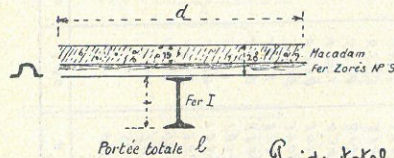
Surcharge 450 x d x l. (l: portée)

Charge permanente

1. Macadam: d x l x c. 20 x 1600

2. Zones N° 9: l x d x 14.05

3. Fer I à prendre approximativement



Poids total: d.l.(450 ks. + 1600 ks. x c. 20 + 14.05) + I = P ks.

Les valeurs de P et de l permettent à l'aide du tableau ci contre de déterminer le numéro du fer I.

Remarques:

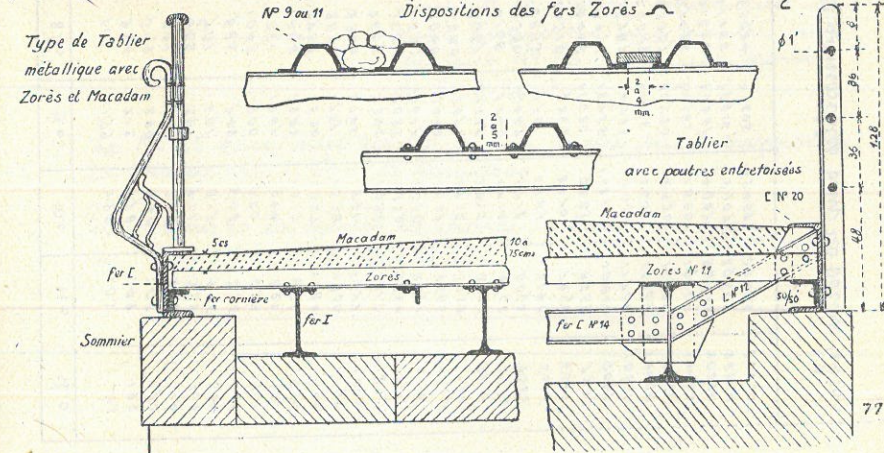
1. Si la charge P est concentrée au milieu de la portée le calcul s'opérera pour une valeur P' = 2P.

2. Si la charge P est uniformément répartie sur une barre encastée on prendra P' = 2P.

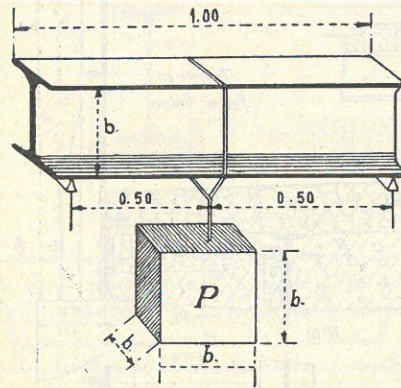
3. Pour des portées non indiquées sur le tableau on cherchera dans

la colonne des 2ms de portée le fer correspondant à la charge P.l.

N. P	Poids kg	Hauteur mm	Largeurs mm
5	5.27	50	120
6	7.33	60	140
7 1/2	10.36	75	170
9	14.05	90	200
11	18.92	110	240



Autre méthode de calcul. (D'après Moser ing.)



Un fer I de 1m de portée supporte une charge concentrée en son milieu de 1 tonne qui peut être représentée par un cube dont le côté est égal à la hauteur de la poutre

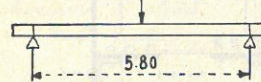
$P = b^3$

Exemples:

- Un fer I N°10 supporte 1³ ou 1 tonne
- id. I N°20 " 2³ " 8 tonnes
- id. I N°40 " 4³ " 64 tonnes
- id. I N°60 " 6³ " 216 tonnes

Calculs:

1^{er} Problème:



Quel est le numéro de fer I nécessaire pour une portée de 5m.80 et une charge concentrée et centrale de 4T.60 ?

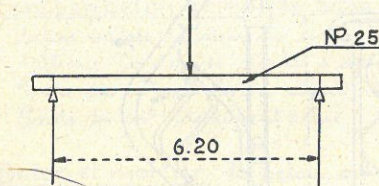
Le profil à déterminer doit pour un mètre de portée supporter la charge suivante

$P : 5.80 \times 4.60 = 26.68$

Or le n° 30 supporte la charge 3³ = 27 tonnes
Donc ce profil est à adopter.

Observation:

Une poutre supporte une charge deux fois plus forte au ras ou celle-ci au lieu d'être concentrée et centrale est uniformément répartie.



2^{ème} Problème:

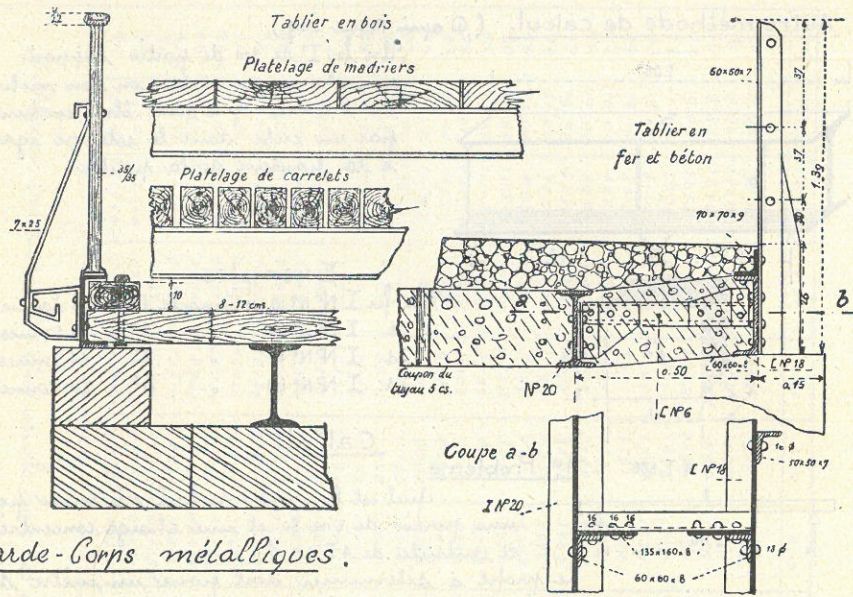
Quel est la charge concentrée que peut supporter une poutre métallique N° 25 pour une portée de 6m.20 ?

Le N° 25 pour une portée de un mètre peut supporter la charge de 2.5³ = 15 tonnes 60

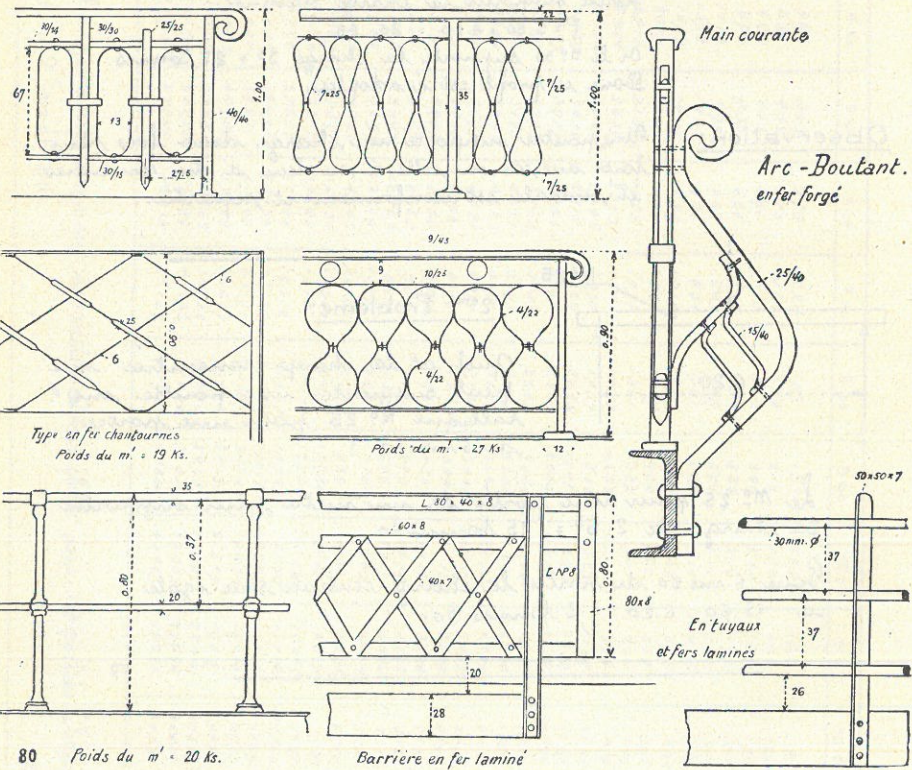
Pour 6 m.20 de portée la charge centrale sera égale à 15.60 : 6.20 = 2 tonnes 50.

NPI	Poids	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.0	11.0	12.0
8	5.95	919	730	603	511	442	387	342	274	224	185	153	126	103	83
9	7.06	1280	977	808	685	594	521	462	372	306	254	212	178	148	122
10	8.33	1620	1288	1066	906	785	694	624	495	410	342	289	244	205	173
11	9.65	2056	1721	1353	1149	994	874	773	625	516	431	362	304	255	212
12	11.15	2594	2065	1711	1456	1263	1113	990	805	662	555	471	401	353	302
13	12.64	3191	2541	2106	1794	1557	1372	1233	1005	831	701	601	517	446	384
14	14.30	3893	3101	2571	2191	1904	1678	1497	1233	1010	855	742	640	555	482
15	16.01	4667	3710	3085	2622	2386	2136	1880	1470	1230	1047	900	780	678	591
16	17.90	5580	4418	3690	3146	2936	2645	2356	1765	1479	1267	1087	944	824	721
17	19.78	6536	5292	4395	3698	3209	2834	2532	1945	1641	1486	1283	1117	978	859
18	21.90	7536	6127	5086	4339	3776	3336	2981	2245	1861	1666	1457	1264	1104	985
19	23.04	8638	7044	5848	4991	4344	3839	3436	2445	2054	1757	1530	1327	1164	1025
20	26.82	10219	8152	6760	5778	5031	4447	3977	2866	2358	2028	1757	1536	1350	1192
21	28.05	11655	9299	7732	6503	5742	5076	4549	3266	2750	2358	2046	1791	1570	1396
22	31.01	13292	10597	8803	7517	6548	5791	5183	3733	3145	2699	2346	2056	1815	1609
23	33.34	14905	11974	9947	8496	7402	6548	5861	4233	3593	3087	2685	2338	2084	1851
24	36.19	16872	13465	11167	9556	8327	7402	6548	4731	4070	3500	3047	2670	2371	2110
25	39.01	18038	15108	12555	10725	9348	8272	7388	5236	4568	3946	3440	3037	2803	2390
26	41.84	21084	16829	13946	11950	10416	9219	8257	6004	5753	4957	4327	3412	3027	2700
27	44.78	24054	18629	15396	14672	12416	11325	10147	6804	6507	5753	5156	3873	3388	3025
28	47.82	26554	20654	17168	17694	15431	13665	12347	7788	7408	6507	6102	4440	3883	3388
29	50.86	29054	22809	19070	19769	17464	15325	14343	8688	8257	7281	6887	4957	4327	3888
30	54.17	31188	24901	20701	21809	19416	16386	15447	9688	9219	8046	7481	5440	4887	4327
31	57.01	33272	27037	22480	23832	21325	17464	16490	10707	10107	8883	7781	6037	5399	4887
32	60.00	37366	29837	24809	25857	23206	19361	17343	11804	11210	9999	8687	6687	6037	5399
33	63.06	41420	32837	27037	28032	25006	21325	19361	13007	12310	11174	10089	7481	6887	6037
34	66.06	44420	35837	29037	30303	26832	23206	21325	14343	13702	12310	11174	8257	7481	6887
35	69.15	48408	38837	31037	32632	28657	25006	23206	15702	14688	13007	1174	9219	8257	7481
36	72.15	52408	41837	33037	34961	30482	26832	25006	17168	15688	13702	12310	10089	9088	8257
37	75.15	56408	44837	34961	37291	32306	28657	26832	18688	16688	14688	13007	11174	10089	9088
38	78.15	60408	47837	36832	39620	34132	30482	28657	20188	17688	15688	13702	12310	11174	10089
39	81.15	64408	50837	38703	41949	35957	32306	30482	21688	18688	16688	14688	13007	12310	11174
40	84.15	68408	53837	40576	44278	37882	34132	32306	23188	19688	17688	15688	13702	13007	12310
41	87.15	72408	56837	42449	46607	39807	35957	34132	24688	20688	18688	16688	14688	14089	13007
42	90.15	76408	59837	44320	48936	41732	37882	35957	26188	21688	19688	17688	15688	15089	14089
43	93.15	80408	62837	46191	51265	43657	39807	37882	27688	22688	20688	18688	16688	16089	15089
44	96.15	84408	65837	48062	53594	45582	41732	39807	29188	23688	21688	19688	17688	17089	16089
45	99.15	88408	68837	49933	55923	47507	43657	41732	30688	24688	22688	20688	18688	18089	17089
46	102.15	92408	71837	51804	58252	49432	45582	43657	31688	25688	23688	21688	19688	19089	18089
47	105.15	96408	74837	53675	60581	51357	47507	45582	32688	26688	24688	22688	20688	20089	19089
48	108.15	100408	77837	55546	62910	53282	49432	47507	33688	27688	25688	23688	21688	21089	20089
49	111.15	104408	80837	57417	65239	55207	51357	49432	34688	28688	26688	24688	22688	22089	21089
50	114.15	108408	83837	59328	67568	57132	53282	51357	35688	29688	27688	25688	23688	23089	22089
51	117.15	112408	86837	61239	69897	59057	55207	53282	36688	30688	28688	26688	24688	24089	23089
52	120.15	116408	89837	63150	72226	60982	57132	55207	37688	31688	29688	27688	25688	25089	24089
53	123.15	120408	92837	65061	74555	62907	59057	57132	38688	32688	30688	28688	26688	26089	25089
54	126.15	124408	95837	66972	76884	64832	60982	59057	39688	33688	31688	29688	27688	27089	26089
55	129.15	128408	98837	68883	79213	66757	62907	60982	40688	34688	32688	30688	28688	28089	27089
56	132.15	132408	101837	70794	81542	68682	64832	62907	41688	35688	33688	31688	29688	29089	28089
57	135.15	136408	104837	72705	83871	70607	66757	64832	42688	36688	34688	32688	30688	30089	29089
58	138.15	140408	107837	74616	86200	72532	68682	66757	43688	37688	35688	33688	31688	31089	30089
59	141.15	144408	110837	76527	88529	74457	70607	68682	44688	38688	36688	34688	32688	32089	31089
60	144.15	148408	113837	78438	90858	76382	72532	70607	45688	39688	37688	35688	33688	33089	32089

Tableau des fers I les plus usuels avec les charges uniformément réparties admissibles pour les portées libres de 2 à 12 mètres.



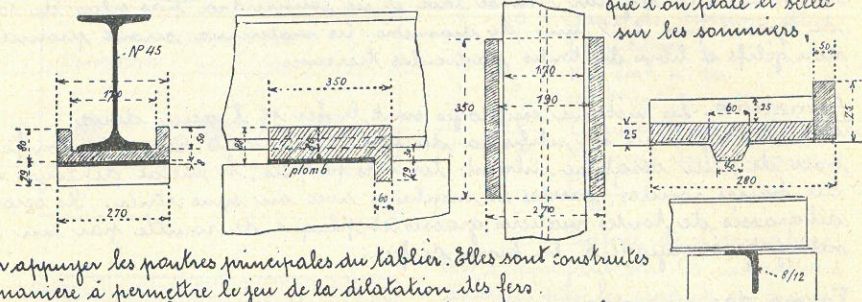
Garde-Corps métalliques.



80 Poids du m. = 20 Ks.

Barrière en fer laminé

Glissière et plaque calante. Ce sont des plaques en fonte munies de fortes nervures que l'on place et scelle sur les sommiers.



pour appuyer les poutres principales du tablier. Elles sont construites de manière à permettre le jeu de la dilatation des fers.
Peinture des fers. Les fers seront nettoyés à sec à l'aide d'une brosse de fer ou de morceaux de coke, puis enduit d'une couche d'huile de lin chaude et enfin protégés contre les effets de la rouille par une couche de minimum ou d'autres matières indiquées ci-après

Peintures	Avec 7 Kilog.	Nuances	Observations
Minium de plomb. (En 1 ^{re} couche)	5 m ² 50	Rouge aurore	2540 gr. poudre, 600 grs huile de lin aigre, 30 grs essence térébenthine et 20 grs siccatif
Grise ceruse	12 m ²	gris clair	300 grs. ceruse, 20 grs. man de fumée, 125 grs. huile
Grise ceruse graphitée	11.60	gris sombre	300 grs. cer. 125 h. 350 grs. Graphite
Ferrubeum	10-13	brun ou gris	
Antirouille Boique	14	rouge brun gris et blanc noir foncé	250 grs Poudre, 300 grs huile
Tinabol	9		
Noir de fumée	10	noir	300 grs. Poudre, 130 grs huile
Oxyde de fer	12	rouge brun	200 grs. . . 450 grs huile
Goudron	12	noir	Liquifié à 100° C pour fers lisses
Touleur Bessemer	15	Couleurs diverses	Inaltérable aux influences atmosphériques

Ponts en béton armé. Le béton armé est formé d'une maçonnerie de béton ou de mortier de ciment dans laquelle est noyée une ossature métallique. Ce dernier mode s'appelle plus généralement ciment armé.
 Poids du m³ de béton armé 2100 à 2500 ks.
 Poids du m³ de ciment armé 1900 à 2100 ks.

Béton et mortier. Le béton est constitué par un mélange de gravier, de sable et de ciment lent Portland artificiel. Le mortier est un mélange de sable et de ciment.

Dosage.

- a. Pour le béton : En poids : 800 lit. gr. 400 lit. sable 250 à 400 ks. ciment. En volume : 1c : 2s : 4 gr. ou 1c. : 2,5 s : 4 gr.
- b. Pour le mortier : En volume : 1c : 3s ou 1c : 5s. ou 1c : 4 s.

Les matériaux seront mélangés à sec, sur une aire de planches à la main ou au moyen d'un malaxeur mécanique. On les imbiberà d'eau à petites doses jusqu'à ce que la matière pétrie en boule puisse garder sa forme.

La grosseur du gravier sera de 25 à 30 mm. Le sable à grain anguleux de 5 mm. sera régulier tamisé lavé et ne contiendra pas plus de 10% de grains fins de 1/2 mm. de diamètre. Les matériaux seront propres, non gélifs et libres de toutes particules terreuses.

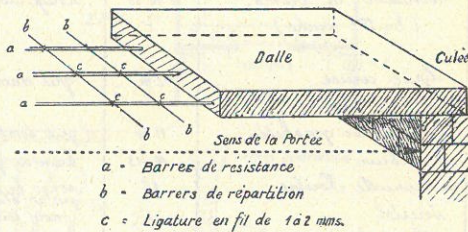
Armature. Les métaux employés sont le fer et l'acier doux. Pour les ligatures on utilisera des fils de fer recuits. Dans la conception de cette ossature entreront les fers profilés, le métal déployé et des barres rondes, carrées et miplates avec ou sans étrier. Ils seront débarrassés de toutes matières grasses et plaques de rouille par un nettoyage énergique à la brosse de fer.

Forme des ouvrages.

A. Ponts-dalles avec armature en treillis.

Le réseau métallique est formé de barres de résistances placées dans le sens du plus grand effort et de barres de répartition disposées normalement aux autres et liées entre elles au moyen de fils de fer de 1 à 2 mm. de diamètre.

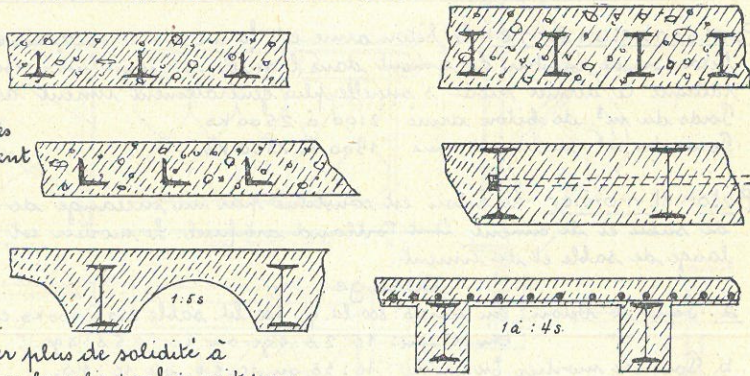
La section des tiges de répartition sera d'environ 1/4 à 1/5 de celle de l'armature principale.



B. Ponts-dalles avec armatures de barres indépendantes.

Avec ce mode de construction l'ossature métallique est constituée par des fers ou des poutrelles régulièrement espacés et disposés dans la section inférieure de la dalle.

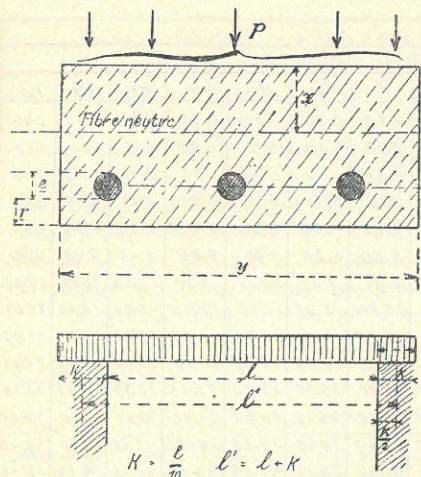
Pour assurer plus de solidité à l'ouvrage on les relie parfois soit par des fers ronds soit par des entretoises en fer et cornières. L'épaisseur de la dalle pourra être réduite entre les poutres principales qui apparaissent alors en nervures saillantes. On les rend souvent indépendantes de l'hourdis.



Méthode pratique de calcul.

Soient :

T : Taux de compression pour le béton = 50 ks.



δ = Taux de tension de l'armature.
 b = 1000 cm^2 p. fer
 b = 1200 cm^2 p. acier
 P = Charge totale de la poutre
 M = Moment de résistance
 $= \frac{P \times l'}{8}$

S = Surface de l'armature.
 En s'appuyant sur les indications données par les croquis ci-contre on détermine la valeur des efforts et les dimensions de la dalle par les formules suivantes :

$$T = \frac{2M}{y \times x \left(h - \frac{x}{3}\right)} \text{ kgs. cm}^2 \quad \delta = \frac{M}{5 \left(h' - \frac{x}{3}\right)} \text{ kgs. cm}^2$$

où $x = \delta h'$

$$S = n \sqrt{M \cdot y} \quad h' = m \sqrt{\frac{M}{y}} \quad h = h' + d \quad d = l + r$$

$$S = p h y \quad d = r + \frac{l}{2} \quad r = 1 \text{ à } 2 \text{ cm.}$$

Pour une largeur de poutre égale à 1 mètre on obtiendrait les formules simplifiées suivantes: $S = n \sqrt{M}$ et $h' = m \sqrt{M}$. Le tableau ci-après donne pour les différents taux admissibles les valeurs des coefficients m , n , et s .

T	Tableau des facteurs m, n, et s, p												T
	$\delta = 1000$												
20	m	n	$\frac{M}{y}$	48	m	n	$\frac{M}{y}$	50	m	n	$\frac{M}{y}$	20	
22	0.686	0.159	0.232	50	0.340	0.341	1.000	30	0.459	0.309	0.360	22	
24	0.632	0.173	0.273	60	0.330	0.354	1.079	35	0.408	0.353	0.396	24	
25	0.588	0.187	0.248	70	0.289	0.411	1.423	40	0.367	0.397	0.429	25	
26	0.569	0.194	0.265	80	0.259	0.465	1.795	45	0.339	0.436	0.458	26	
28	0.550	0.200	0.380	90	0.228	0.512	2.296	50	0.314	0.475	0.484	28	
30	0.518	0.214	0.414	100	0.206	0.565	2.910	55	0.292	0.517	0.500	30	
32	0.490	0.228	0.465	110	0.199	0.627	3.570	60	0.275	0.565	0.544	32	
34	0.464	0.242	0.520	120	0.199	0.697	4.280	70	0.263	0.620	0.603	34	
35	0.443	0.254	0.575	130	0.199	0.773	5.040	80	0.258	0.680	0.663	35	
36	0.433	0.261	0.603	140	0.199	0.855	5.850	90	0.258	0.745	0.735	36	
38	0.423	0.267	0.632	150	0.199	0.945	6.710	100	0.258	0.815	0.815	38	
40	0.406	0.280	0.660	160	0.199	1.040	7.620	110	0.258	0.890	0.890	40	
42	0.390	0.293	0.730	170	0.199	1.140	8.580	120	0.258	0.970	0.970	42	
44	0.376	0.306	0.813	180	0.199	1.240	9.590	130	0.258	1.050	1.050	44	
45	0.363	0.317	0.874	190	0.199	1.340	10.650	140	0.258	1.130	1.130	45	
46	0.357	0.323	0.907	200	0.199	1.440	11.760	150	0.258	1.210	1.210	46	
	0.351	0.330	0.940	210	0.199	1.540	12.920	160	0.258	1.290	1.290		
			0.408	220	0.199	1.640	14.130	170	0.258	1.370	1.370		

Tableau des fers ronds

Ø d en cms.	Poids par m.	Nombre de barres et surfaces en m ²												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0.2	0.094	0.03	0.06	0.09	0.13	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.38	0.41
0.4	0.098	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	0.76	0.88	1.00	1.13	1.26	1.38	1.51	1.63
0.5	0.154	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76	1.96	2.16	2.35	2.55
0.6	0.222	0.28	0.57	0.85	1.13	1.41	1.70	1.98	2.26	2.55	2.83	3.11	3.40	3.68
0.8	0.305	0.38	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53	5.03	5.53	6.04	6.54
1.0	0.617	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.06	7.85	8.64	9.42	10.21
1.2	0.888	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.17	11.30	12.43	13.56	14.69
1.4	1.208	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86	15.40	16.94	18.48	20.02
1.5	1.387	1.77	3.54	5.31	7.08	8.85	10.60	12.37	14.14	15.90	17.67	19.44	21.21	22.97
1.6	1.578	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09	20.10	22.11	24.12	26.13
1.8	1.998	2.54	5.08	7.62	10.18	12.72	15.27	17.71	20.26	22.90	25.45	27.99	30.48	33.10
2.0	2.466	3.14	6.28	9.42	12.57	15.70	18.84	21.98	25.12	28.26	31.40	34.54	37.68	40.82
2.2	2.984	3.80	7.60	11.40	15.20	19.00	22.80	26.60	30.40	34.20	38.00	41.80	45.60	49.40
2.4	3.551	4.52	9.04	13.56	18.08	22.60	27.12	31.64	36.16	40.68	45.20	49.76	54.24	58.76
2.5	3.853	4.91	9.82	14.73	19.64	24.55	29.46	34.37	39.28	44.19	49.10	54.01	58.92	63.83
2.6	4.168	5.31	10.62	15.93	21.24	26.35	31.86	37.17	42.48	47.79	53.10	58.41	63.72	69.03
2.8	4.834	6.16	12.32	18.48	24.63	30.80	36.96	43.12	49.28	55.44	61.60	67.76	73.92	80.08
3.0	5.549	7.07	14.14	21.21	28.28	35.35	42.42	49.49	56.56	63.63	70.70	77.77	84.84	91.91
3.2	6.313	8.04	16.08	24.12	32.16	40.20	48.24	56.28	64.32	72.36	80.40	88.44	96.48	104.52
3.4	7.127	9.08	18.16	27.24	36.32	45.40	54.48	63.56	72.64	81.72	90.80	99.88	108.96	118.04
3.5	7.590	9.63	19.26	28.84	38.52	48.10	57.78	67.16	77.04	86.62	96.20	105.78	115.36	124.94
3.6	7.990	10.18	20.36	30.54	40.72	50.90	61.08	71.26	81.44	91.62	101.80	111.98	122.16	132.34
3.8	8.903	11.34	22.68	34.02	45.36	56.70	68.04	79.38	90.72	102.06	113.40	124.74	136.08	147.42
4.0	9.865	12.57	25.14	37.71	50.28	62.85	75.42	87.99	100.56	113.13	125.70	138.27	150.84	163.41

Problème 1. calcul d'une dalle couvrant

une ouverture de 3 mètres.

Surcharge: 300ks. par m²

Poids du tablier: 90ks. par m²

Caux admissibles: Béton T. 40 ks.

Fer δ = 1000 ks.

En admettant une hauteur de dalle égale à 12 cm. (la portée libre étant de 3^m 30), le poids de l'ouvrage sera donné par le produit de cette valeur et du poids du m³ de béton armé

On aura: Poids de la dalle: 0.12 x 2400 ks. = 288 ks.

Poids total: P: (300+90+288) x 3.30 = 2238 ks.

d'où M: $\frac{PL'}{8} = \frac{2238 \times 3.30}{8} = 921$ et $\sqrt{M} = 30.34$

Et enfin en substituant dans les formules de S et de h' les valeurs des coefficients m. et n. correspondant aux caux admissibles.

$S = 0.293 \times 30.34 = 8\text{cm}^2 90$ et $h' = 0.390 \times 30.34 = 11\text{cm} 90$
ou $S = 4$ fers de 17 mms. $9\text{cm}^2 08$ et $h = 11.90 + 1.50 = 13\text{cm} 40$
ou $h = 13\text{cm} 50$

Problème II. La dalle doit avoir une épaisseur de 11cm.

Cette réduction exigera un renforcement de l'armature métallique

Poids de la dalle: 0.11 x 2400 = 264 ks.

P: (300+90+264) 3.30 = 2158 ks.

M: $\frac{PL'}{8} = \frac{2158 \times 3.30}{8} = 890.20$ et $\sqrt{M} = 29.70$

$h' = m\sqrt{M}$ d'où $m = \frac{h'}{\sqrt{M}} = \frac{11 - 1.50}{29.70} = \frac{9.50}{29.70} = 0.320$

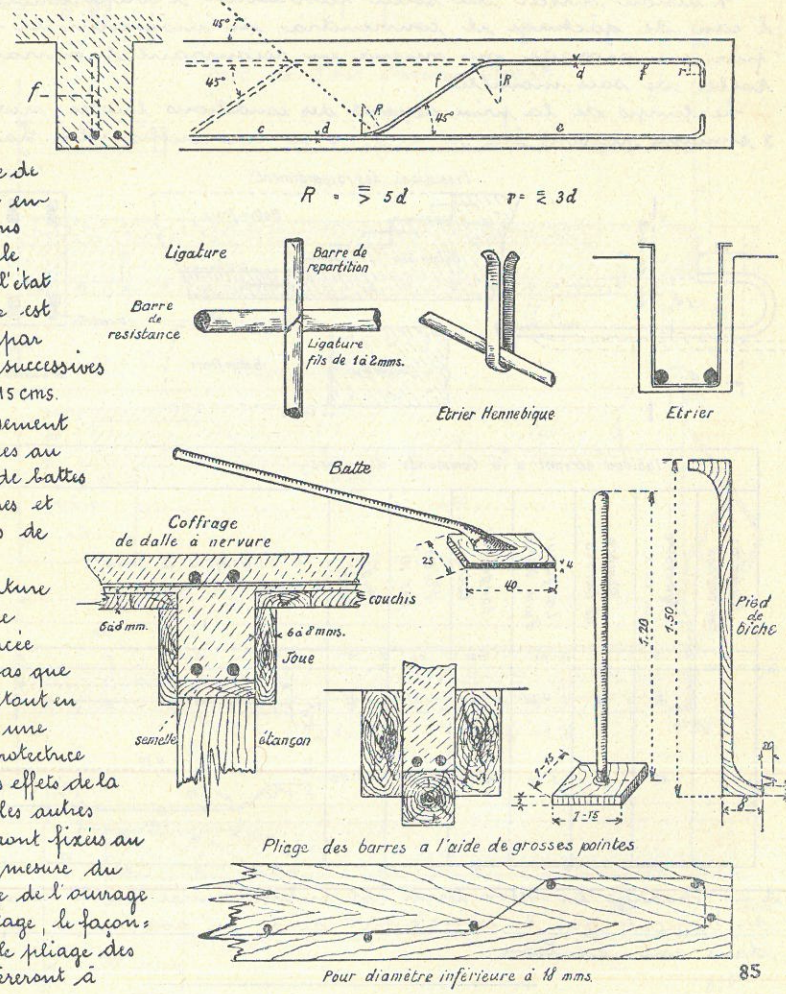
En consultant le tableau des facteurs on voit que pour une tension de 750 ks. dans l'armature métallique à une valeur de m = 0.320 correspond un coefficient n = 0.500. D'où en appliquant la formule $S = n\sqrt{M}$ et en remplaçant les lettres par leurs valeurs correspondantes.

$S = 0.500 \times 29.70 = 14\text{cm}^2 85 = 4$ fers de 22 mms. (15 cm² 20)

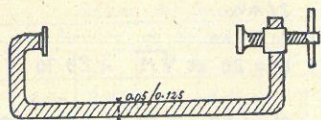
Exécution.

Tout ouvrage en béton armé s'édifie à l'aide de coffrage en bois dans lesquels le béton à l'état plastique est étendu par couches successives de 5 à 15 cms. soigneusement tassées au moyen de battes et de pieds de biche.

L'armature inférieure sera placée aussi bas que possible tout en laissant une couche protectrice contre les effets de la rouille; les autres pièces seront fixés au fur et à mesure du montage de l'ouvrage. Le vissage, le façonnage et le pliage des fers s'opéreront à



l'aide de cisaille de plieurs, de presse à vis et de planches donnant par



Serre-joints

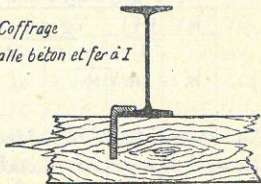
des boulons ou des grosses pointes le trace des barres courbes ou polygonales.

En vue d'éviter les crevasses qui se produiraient sous l'influence des alternatives de température on assurera l'étanchéité du béton en le recouvrant d'un enduit imperméable tel que l'asphalte, la pixoline ou le ciment.

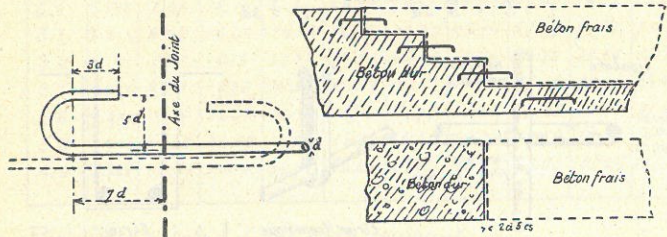
L'action directe du soleil favorisant l'évaporation de l'eau de gâchage il conviendra de maintenir la fraîcheur par un arrosage ou mieux en recouvrant l'ouvrage de toiles de sacs mouillés.

Le temps de la prise dépend des conditions locales, néanmoins 3 semaines peuvent être considérées comme suffisantes. La valeur

Coffrage pour dalle béton et fer à I



Exécution des raccords



Tringle

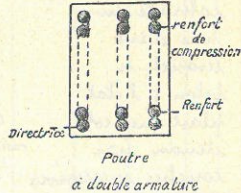
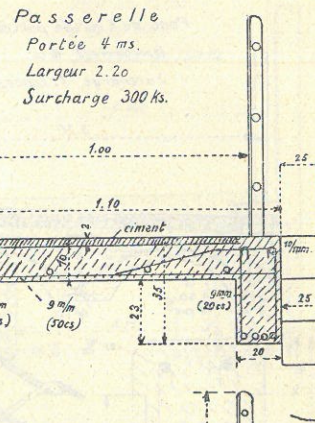
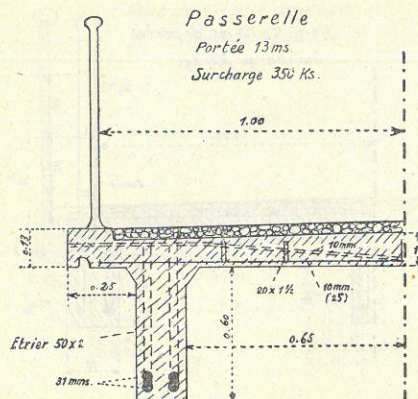


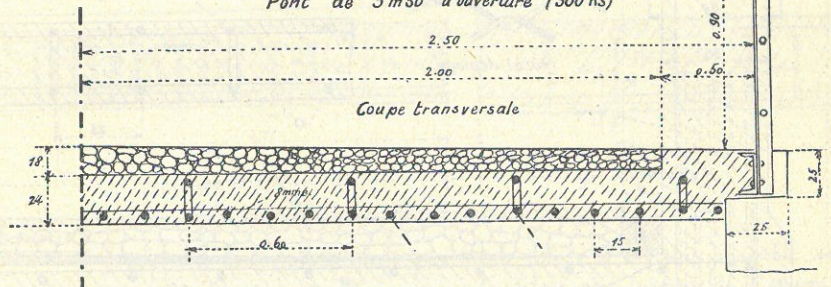
Tableau servant à la Commande des Fers

Numéros des barres	Diamètre en mms.	Nombre de barres	Longueur d'une barre	Longueur totale	Poids par m.	Poids total	Croquis et Détails	Observations
1	8	6	4.20	25.20	0.395	9.95		acier
2	15	2	5.20	10.40	1.387	14.40		fer

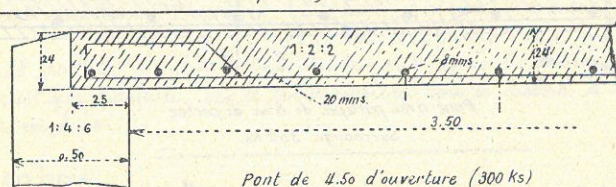
d'un ouvrage en béton armé est subordonnée à la disposition des éléments qui le constituent ainsi qu'aux soins apportés dans son exécution.



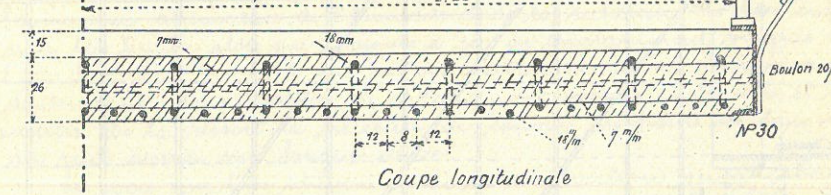
Pont de 3 m50 d'ouverture (300 Ks)



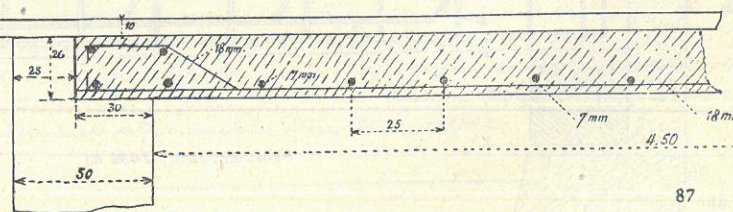
Coupe longitudinale

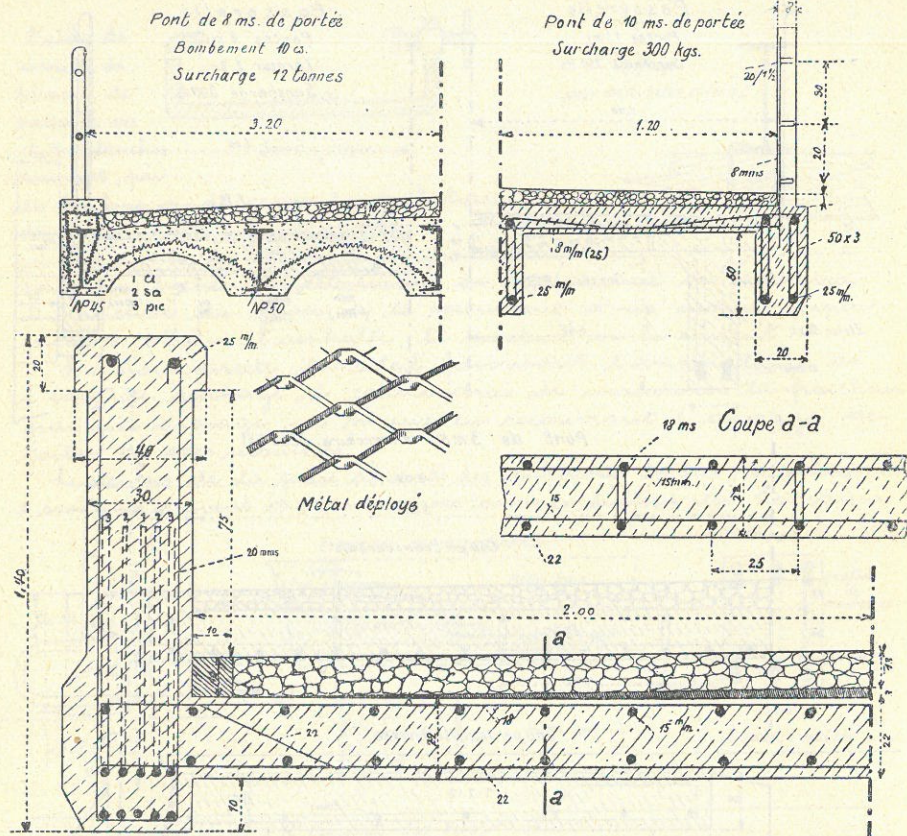


Pont de 4.50 d'ouverture (300 Ks)

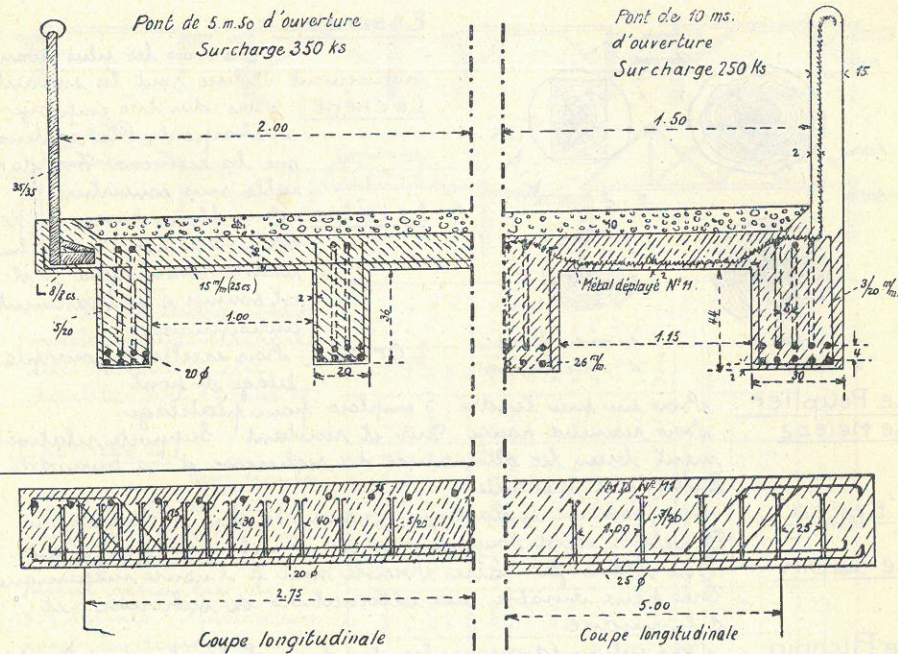
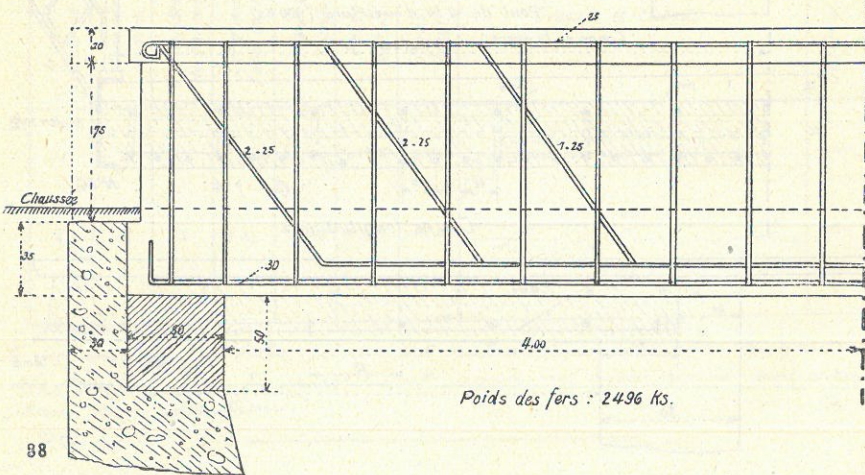


Coupe longitudinale





Pont avec parapet de 8 ms. de portée
Surcharge 350 Ks.



Enduit.

L'aspect d'une construction en béton armé n'est pas agréable si on ne la recouvre pas d'un enduit, à moins toutefois que le but de l'œuvre soit purement utilitaire. Dosage: 1 ci: 2 sa.; 2 ci: 3 sa.; 1 ci: 3 sa.

3/4 ci. lent 1/4 ci. prompt : 2 s. ou 3 s.

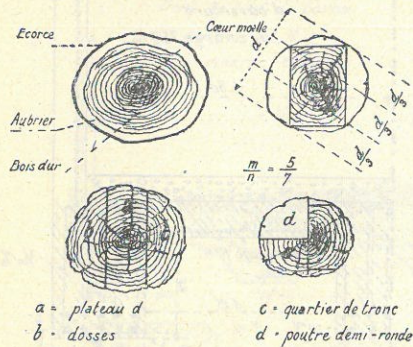
Cet enduit doit être appliqué immédiatement après le démoulage sinon l'adhérence n'est pas parfaite. On le comprimera ou le lissera à l'aide d'une taloche en bois.

Ponts en bois.

La qualité et la résistance des bois sont très variables. Soumis aux alternatives de l'humidité et de la sécheresse, les bois ont une durée très limitée, alors que toujours si sec ou constamment baignés dans l'eau ils résistent très bien aux actions destructives dont les plus à redouter sont: la pourriture, le champignon mérule et les vers et les insectes. De là ressort la nécessité de couvrir les ponts de bois dont on peut assurer une longue durée.

Les bois que l'on utilisera pour la construction seront abattus hors sève; ils seront sains et bien dressés; un séchage de deux ans nécessaire pour éviter les déformations de l'ouvrage.

L'aubier qui est la partie comprise entre le bois et l'écorce devra être rejeté car il est tendre, léger peu dur et facilement attaqué par les insectes.



Essences.

Les bois les plus avantageusement utilisés sont les suivants.

Le Chêne: Bois dur très employé en charpente. Plus résilient que les résineux. Très durable sous couverture.

Le Hêtre: Bois blanc tenace et flexible. Se conserve dans l'eau. Très résilient. Avantageux s'il est soumis à un traitement antiseptique.

L'Orme: Bois excellent pour platelage de pont.

Le Peuplier: Bois un peu tendre. S'emploie pour platelage.

Le Mélèze: Bois résineux rouge. Dur et résistant. Supporte relativement bien les alternatives de sécheresse et d'humidité. Difficile à travailler.

L'Épicéa: Bois résistant et élastique. Tissu régulier et homogène. Durable s'il est toujours au sec ou toujours sous l'eau.

Le Sapin: Bois blanc jaunâtre. Résiste mal à l'injure mécanique. Très peu durable aux alternatives de sécheresse et d'humidité.

Le Pitchpin: Bois intermédiaire entre les durs et les tendres. Qualité très variable.

Modes de construction. Les ponts de bois sont constitués par des longerons supportant des madriers. Si la distance dépasse 5 mètres, on renforcera ces pièces par des sous-longerons boulonnés ou frettés ensemble dont les extrémités se buteront à des contrefiches appuyées contre les culées. On établira parfois une ferme aux réseaux triangulaires à la base de laquelle sera suspendu le tablier de roulement.

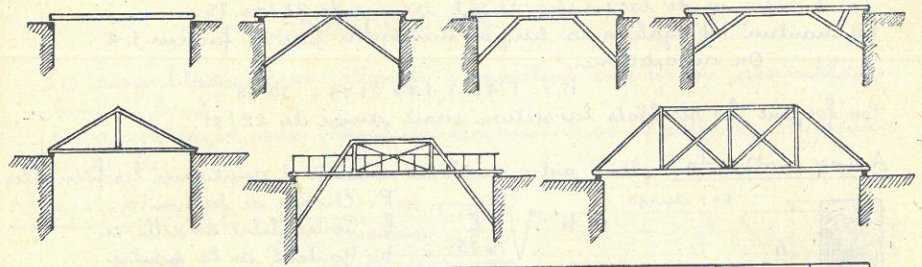
Calcul. Les dimensions des longerons pourront être déterminées en faisant usage du tableau suivant dont le mode d'emploi a déjà été indiqué pour les poutres métalliques.

Un autre procédé consiste à s'appuyer sur le fait qu'une poutre de bois de section favorable à la même force de résistance à la flexion qu'un fer I dont la hauteur est égale à la largeur de la poutre de bois.

Exemple 1. Quelle est la charge que peut supporter une poutre de section favorable 15/21 dont la portée est 6 mètres.

Pour un mètre de portée elle supporterait une charge concentrée centrale de 1.53 tonnes = 3.38 tonnes.

Pour une portée de 6 mètres la charge sera 6 fois moins grande, c'est à dire 0.56 tonne.



Si la charge était uniformément répartie elle pourrait être double soit 1 tonne 12.

Exemple 2.

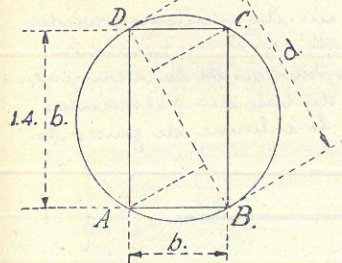
Une poutre de 5 m. 80 de portée doit supporter une charge uniformément répartie de 3.5 tonnes. Quelles sont les dimensions favorables qui il conviendra de lui donner?

Pour 1 mètre de portée la poutre supporterait 5,8 x 3,5 = 20.30 tonnes. Si la charge est concentrée elle est réduite de moitié soit à 10.15 tonnes. Or en tel cas on a l'égalité suivante:

$$P: b^3 \text{ ou } b = \sqrt[3]{P}$$

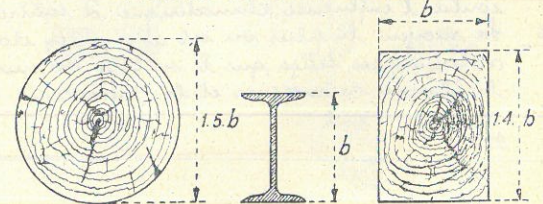
$$\text{ou } b = \sqrt[3]{10,15} = 2.175$$

Poutre de section favorable



Portée mètres	Résistance à la flexion des poutres en sapin équarries											
	9	10	12	15	18	20	22	24	26	28	30	30
1.00	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14	1.16	1.18	1.20	1.22	1.24
1.50	6.91	7.98	1.440	3.588	3.073	3.850	3.090	3.478	3.576	4.130	4.646	5.590
2.00	5.18	5.46	1.080	2.646	1.555	1.920	1.933	2.604	2.650	3.190	3.488	4.141
2.50	4.15	4.36	860	2.117	1.244	1.536	1.827	2.028	2.128	2.556	2.748	3.317
3.00	3.46	3.64	720	1.764	1.037	1.280	1.540	1.736	1.773	2.128	2.265	2.776
3.50	2.96	3.12	620	1.512	888	1.094	1.327	1.488	1.520	1.826	1.920	2.304
4.00	2.59	2.73	540	1.293	777	920	1.161	1.302	1.330	1.592	1.677	2.004
4.50	2.30	2.43	480	1.176	691	833	1.032	1.157	1.189	1.417	1.483	1.786
5.00	2.07	2.18	430	1.058	628	768	920	1.044	1.064	1.276	1.336	1.600
5.50	1.89	1.98	390	962	565	628	768	844	858	1.044	1.097	1.320
6.00	1.72	1.79	360	884	516	540	714	801	816	965	1.038	1.228
6.50	1.59	1.68	330	814	477	515	684	801	816	965	1.038	1.228
7.00	1.48	1.56	308	756	441	477	644	744	760	913	985	1.185
7.50	1.38	1.46	270	640	380	480	581	651	665	790	827	1.037
8.00	1.29	1.36	240	540	320	480	581	651	665	790	827	1.037

Poutres de même résistance

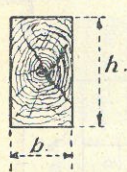


La largeur de la poutre serait ainsi de 21 cms. 75.
 La hauteur est égale à la largeur multipliée par le facteur 1,4
 On aurait donc

$$h = 1.4b = 1.4 \times 21.75 = 30.38$$

En forçant les résultats la section serait ainsi de 22/31.

Autre méthode. Une autre méthode consiste à appliquer les formules



ci - après

$$1) h = \sqrt{\frac{Pl}{75.75}}$$

P = Charge de la poutre.
 l = Portée libre de selle-ci.
 h = Hauteur de la poutre.

$$2) b = 0.71h$$

b = largeur de selle-ci.

Exemple d'un pont constitué par 4 poutres parallèles.
 Données: Portée libre l = 5 ms.

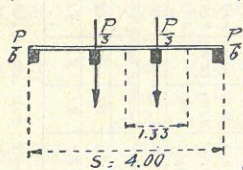
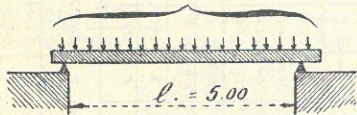
Largeur s = 4 ms.

Charge totale par m² g = 400 kgs.

On aura: Surface totale = 4 x 5 = 20 m²

Poids total : 20 x 400 = 8000 kgs.

Charge d'une poutre centrale = $\frac{8000}{3} = 2666,66$ kgs



$$D'où h = \sqrt{\frac{2667 \times 5.00}{75.75}} = 26 \text{ cms.}$$

$$\text{et } b = 0.71 \times 26 = 18 \text{ cm. } 50$$

Une ancienne formule toujours très notée par les charpentiers est la suivante.

$h = 16 + 2l$ ms. où la portée l est exprimée en cms.

En l'utilisant dans l'exemple précédent on obtiendrait:

$$h = 16 + 2 \times 5 = 26 \text{ cms. D'où } b = 0.71 \times 26 = 18.50$$

Conservation des bois. La résistance et la durée des bois pourront être sensiblement augmentés en réduisant les actions des influences destructives.

1. La carbonisation. Ce procédé est spécialement utilisé pour protéger les pieux fichés en terre.
2. L'enduit de goudron ou d'asphalte fondu protège contre la putréfaction.
3. L'application à chaud de colles à base de bitume et de goudron.

Composition : 1 p. caoutchouc

12 p. goudron

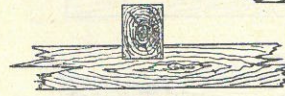
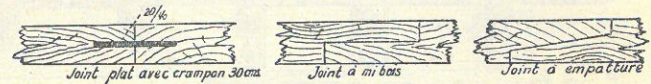
26 p. bitume

4. L'huile de térébenthine préserve efficacement le bois contre l'action des vers.
5. La peinture au Carbolinum Avenarius est un des meilleurs procédés pour dessécher le bois, et le protéger contre toute espèce de pourriture, contre l'influence climatique et contre les ravages de la vermine.
6. Le moyen le plus vu est d'injecter dans le bois des substances antiseptiques telles que le sulfate de cuivre, le chlorure de zinc, le bichlorure de mercure et la créosote.

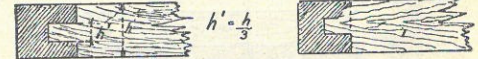
Assemblages.

Les assemblages pour allonger s'appellent entures ou assemblage bout à bout
 Les assemblages aux points de croisement sont à tenon, mortaises et chevilles.

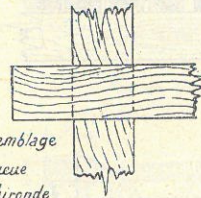
Assemblages.



Assemblage par entaille



Assemblages à tenon et mortaise



Assemblage à queue d'hironde



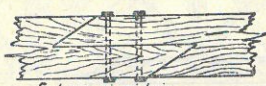
Assemblage avec emboîtement



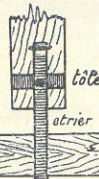
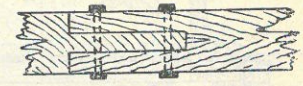
Assemblage avec double emboîtement



Enture à mi bois



Enture à mi bois aux abouts biais



tôle

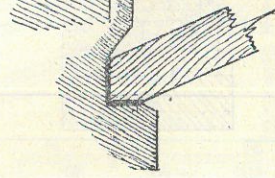
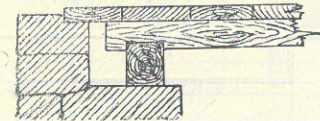
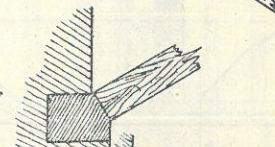
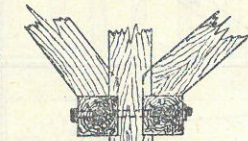
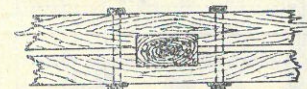
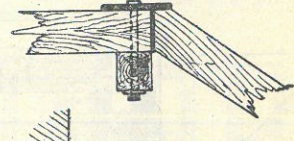
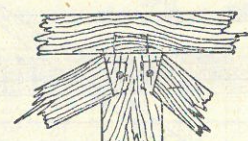
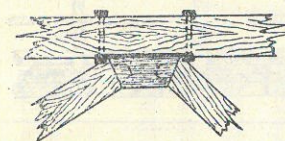
Sabot



Assemblage à trait de Jupiter



h' = h/3

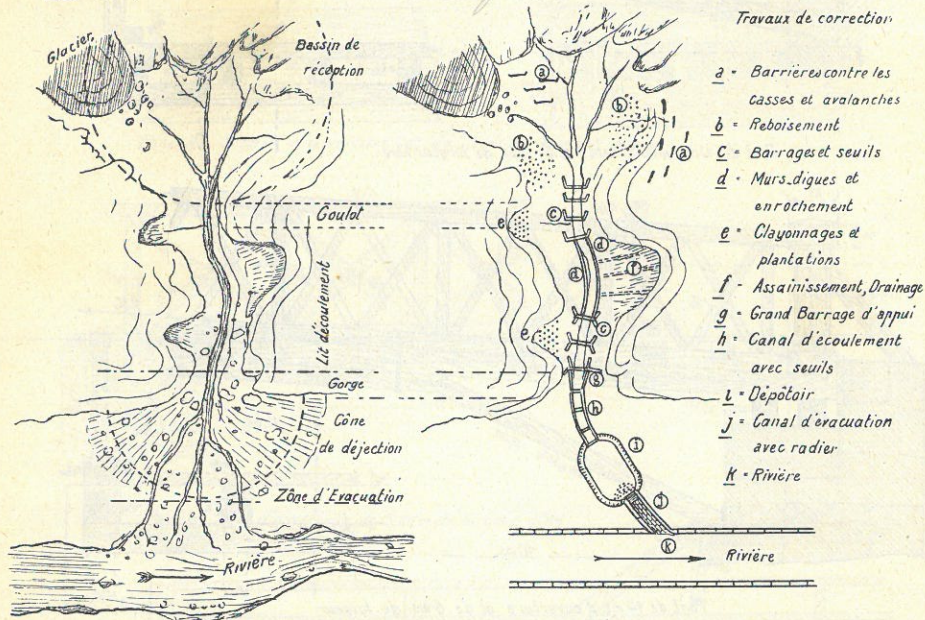


Torrents.

Le torrent est un cours d'eau, très souvent temporaire, qui est caractérisé par la rapidité de la pente de son lit ainsi que par la soudaineté et la violence de ses crues.

Son cours se divise en quatre zones principales

- Le bassin de réception. *Sammelgebiet*
- Le lit d'écoulement. *Sammelkanal*
- Le cône de déjection. *Ablagerungsgebiet*
- Le canal d'évacuation. *Ablaufkanal*



Travaux de correction

- Barrières contre les casses et avalanches
- Reboisement
- Barrages et seuils
- Murs, digues et enrochement
- Clayonnages et plantations
- Assainissement, Drainage
- Grand Barrage d'appui
- Canal d'écoulement avec seuils
- Dépôlair
- Canal d'évacuation avec radier
- Rivière

Torrent - Type

A. Avant la Correction

B. Après la Correction

Bassin de réception. Il comprend la région supérieure du bassin hydrographique du torrent d'où proviennent les premiers matériaux charriés. Il se termine en goulot.

Lit d'écoulement. Il commence à l'issue du bassin de réception pour se terminer à la gorge sise au bas du versant.

Cône de déjection. C'est la zone qui s'étend en aval du débouché du torrent dans la plaine. C'est là que se forme le dépôt des matières charriées.

Canal d'évacuation. Il part de la ligne inférieure du cône de déjection pour se terminer au lac, à la rivière ou au canal qui recueille toutes les eaux du torrent.

Correction des torrents.

Le but de la correction des torrents est de prévenir les érosions et les éboulements que provoquent les crues subites des eaux et de parer à toute inondation et dévastation des terres riveraines.

Le résultat qui se traduit par l'équilibre et la permanence du lit, sera acquis en effectuant sur le cours du torrent, des travaux de retenue et de consolidation dont la nature et les conditions d'exécution ont été déterminées par l'expérience.

Travaux de protection dans le bassin de réception.

A. Travaux contre la formation, dans les régions glaciaires, de lacs et de poches d'eau.

Ces accumulations d'eau peuvent se manifester sous des formes bien diverses.

1. Par un barrage formé de moraines frontales qui abandonne, à

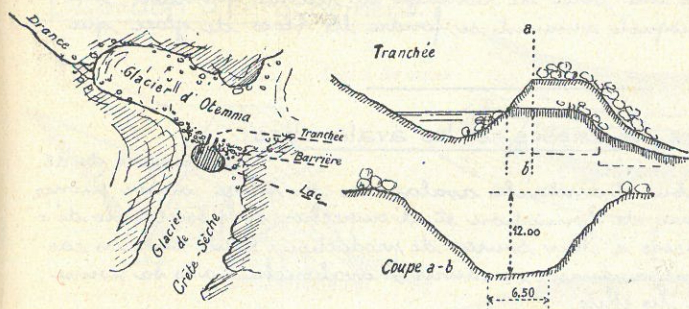
son extrémité inférieure, un glacier en recul.

2. Par un barrage formé

à la suite de la jonction des moraines frontales et laterales

de deux glaciers qui se rencontrent

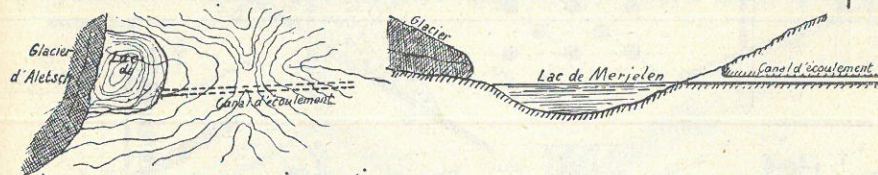
La solution



qui s'impose en ces deux cas est la coupure de la barrière par l'établissement d'une tranchée permettant l'écoulement normal et constant des eaux.

Un tel fait s'est produit dans les Alpes en 1894 à la jonction des glaciers d'Otemma et de Crête-Sèche. (Voir croquis (ci-haut).)

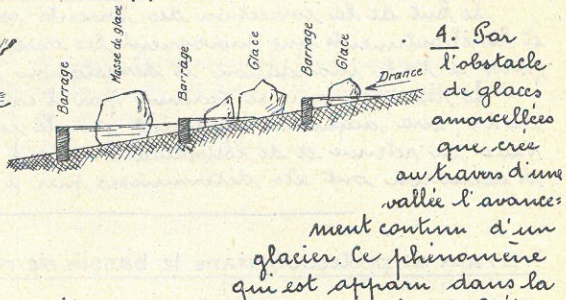
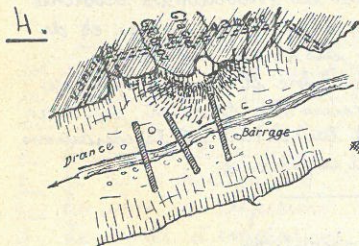
3. Par l'obstruction d'une dépression du sol par des masses glaciaires. L'eau accumulée trouve subitement une issue en suite de la fonte



des glaces et une irruption violente des eaux en est la conséquence.

Un exemple intéressant dans cet ordre de faits est le lac de Merjelen dans les Alpes Bernoises que barrait le glacier d'Aletsch. Le niveau du lac fut abaissé grâce à l'établissement d'une

galerie souterraine qui, à partir d'une certaine cote de = versait les eaux dans un sens opposé à la barrière glaciaire.



4. Par l'obstacle de glaces amoncellées que crée au travers d'une vallée l'avancée ment continu d'un glacier. Le phénomène qui est apparu dans la

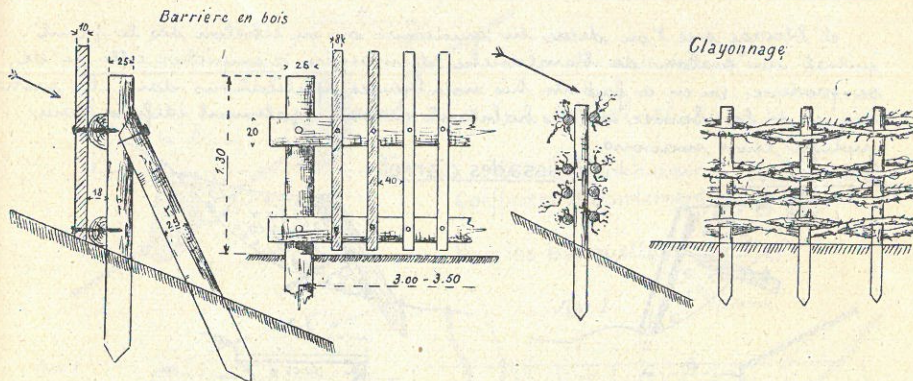
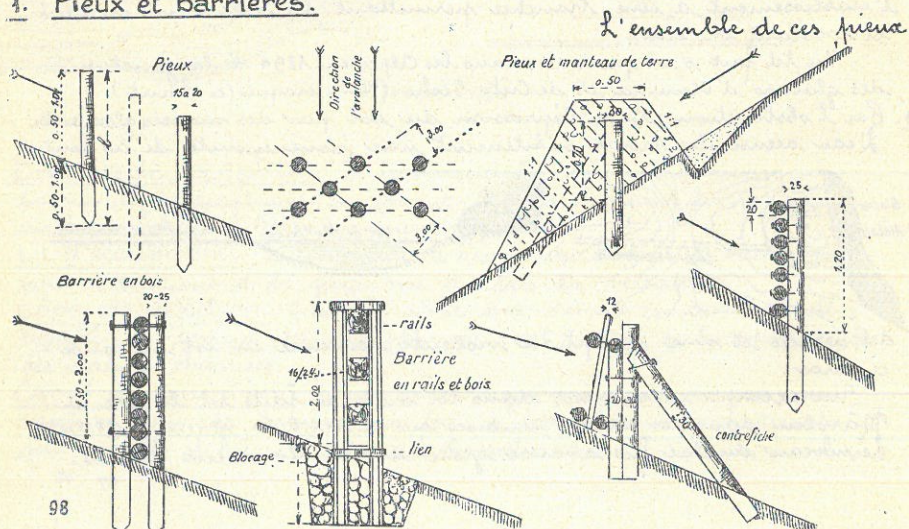
vallée de la drause, par suite de la marche du glacier de Gietroz a été combattu par les dispositions suivantes.

- a. Coupeure en blocs partiels de l'amas de glace au moyen de canaux de bois qui amènerait des eaux qui avaient été échauffés au contact des versants rocheux.
- b. Etablissement d'une série de barrages de retenue formant des réservoirs dans lesquels venait se fondre les blocs de glace qui s'éboulaient.

B. Travaux contre les casses et les avalanches.

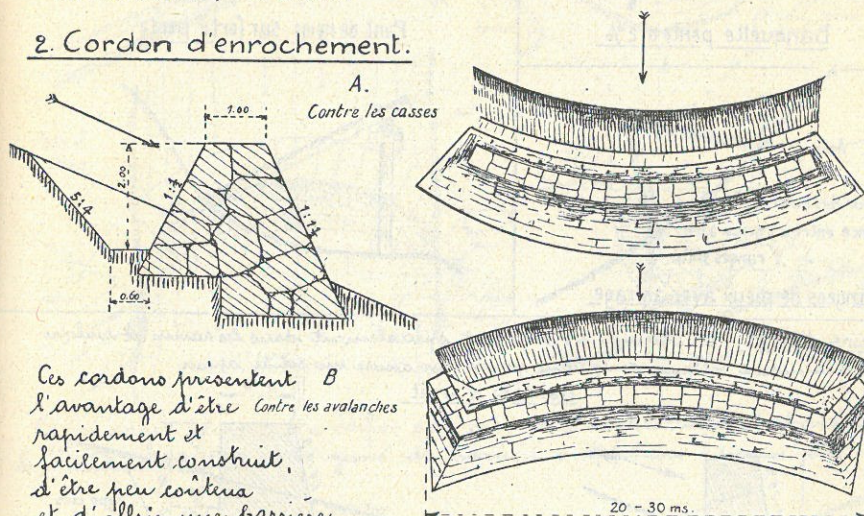
Ces moyens de défense ont pour but d'arrêter les avalanches de neige ou de pierres, dans leur bassin de formation et d'empêcher si possible le détachement des masses à leur source de production. Dans certains cas ils ne serviront qu'à diviser ou dévier l'avalanche dans sa course, pour en atténuer les effets.

1. Pieux et barrières.



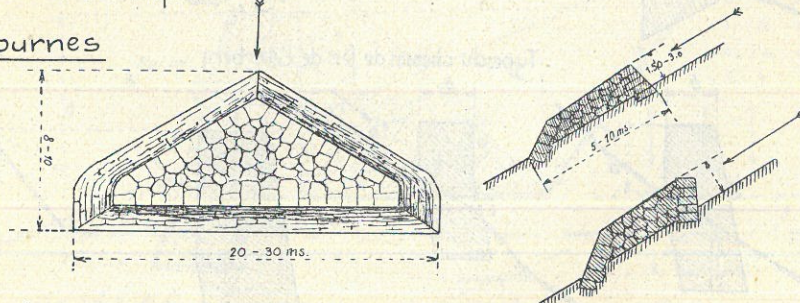
et barrières constitue une forêt artificielle. On ne peut toutefois appliquer ce procédé que sur les zones de terrain qui permettent de fixer les montants. La durée de ces ouvrages est très limitée et leur coût est souvent très élevé.

2. Cordon d'enrochement.



Ces cordons présentent l'avantage d'être rapidement et facilement construits, d'être peu coûteux et d'offrir une barrière perméable. Les extrémités de l'ouvrage seront relevées afin d'augmenter la capacité.

3. Tournes

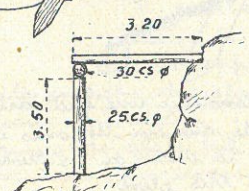
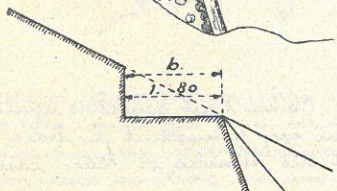
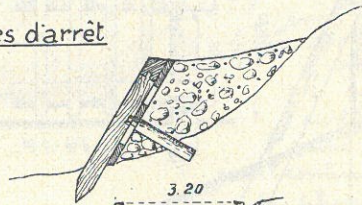
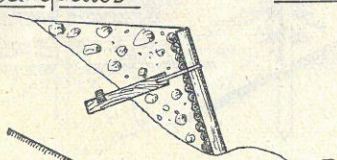


Les tournes sont des pyramides triangulaires en maçonnerie

et blocage que l'on dresse en quinconce ou en échelon dès le point initial du couloir de l'avalanche de manière à empêcher celle-ci de se produire. On en a fait de très nombreuses applications dans les montagnes de la Savoie où les habitants en ont également édifiées pour protéger leurs maisons.

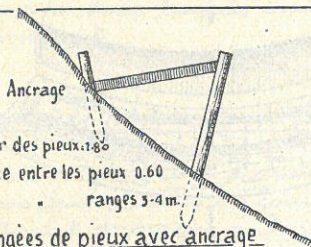
4. Banquettes

Palissades d'arrêt



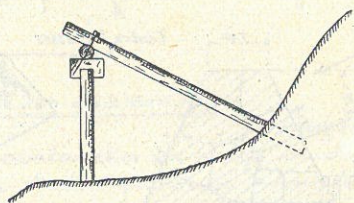
Banquette pente 0-2%

Pont de neige sur forte pente



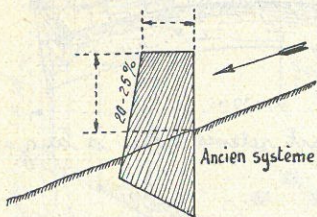
Largueur des pieux 1.80
Distance entre les pieux 0.60
" " ranges 3-4 m.

Rangées de pieux avec ancrage

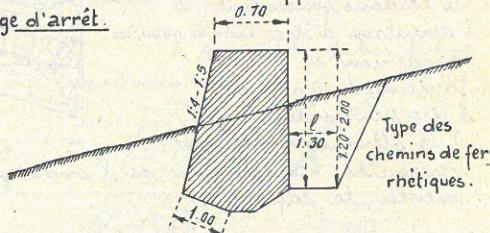


5. Murs d'arrêt. Ces ouvrages s'établissent spécialement dans les ravins et couloirs dont la nature rocheuse de certains points leur assure un solide appui.

Barrage d'arrêt.

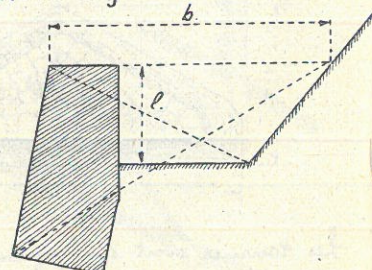
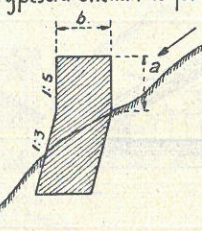
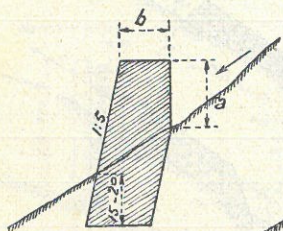


Ancien système



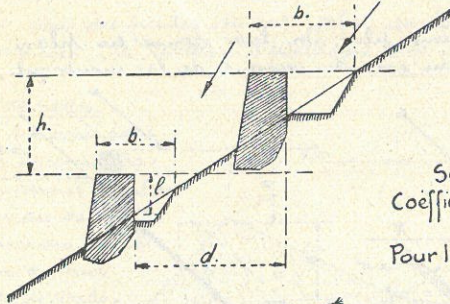
Type des chemins de fer rhétiques.

Types du chemin de fer de l'Aarberg



a - 2.0 - 3.50

b - 0.80 - 1.00

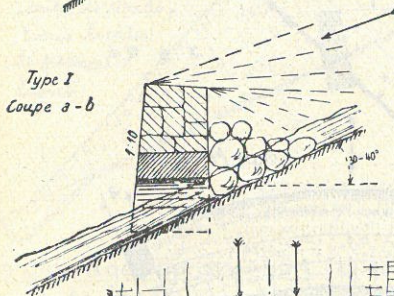


h = 10-15 mètres

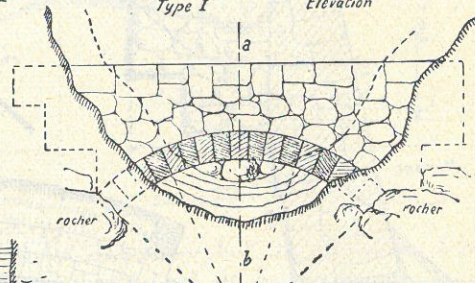
h = 5l - 7l.

Selon Frankhauser
Coefficient d'écartement $\frac{h}{b} = 2-4$
Pour les banquettes $\frac{h}{b} = 2.7$

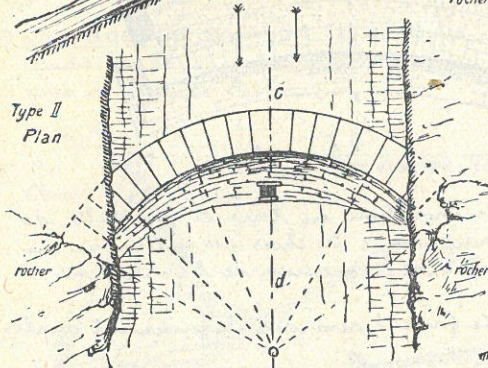
Type I
Coupe a-b



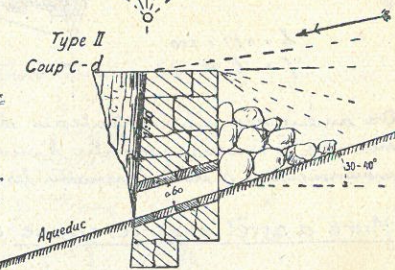
Type I
Élévation



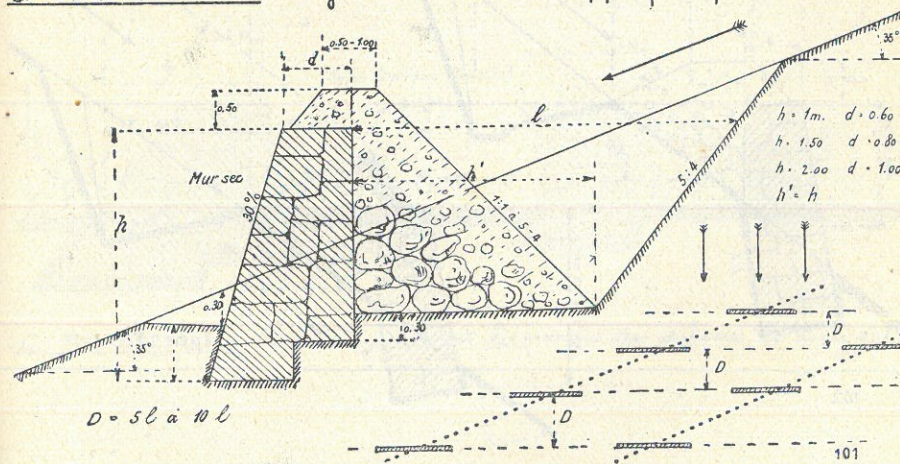
Type II
Plan



Type II
Coup c-d

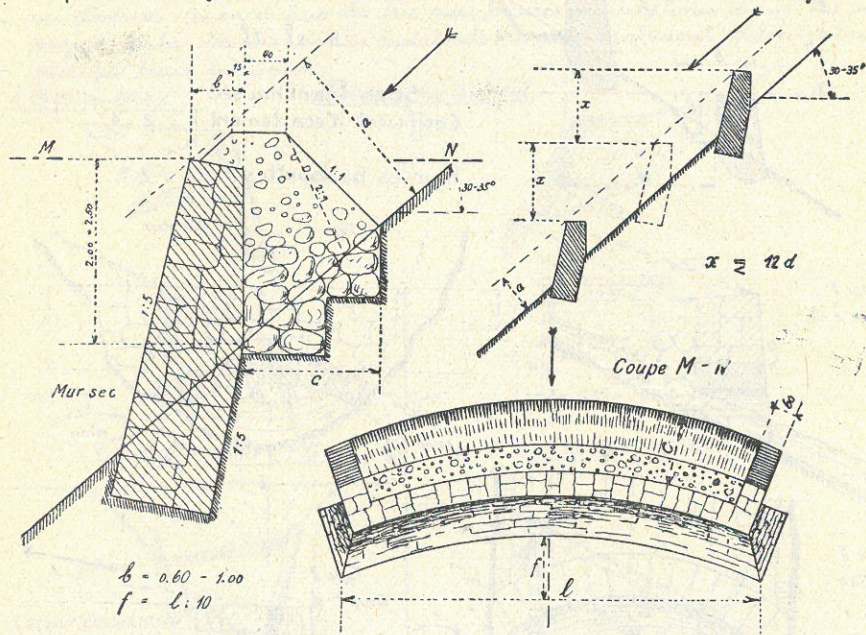


Ces ouvrages peuvent être édifiés sur des pentes dont la déclivité atteint le 40%
6. Murs cavaliers. Ce genre de barrière s'applique pour des



D = 5l à 10 l

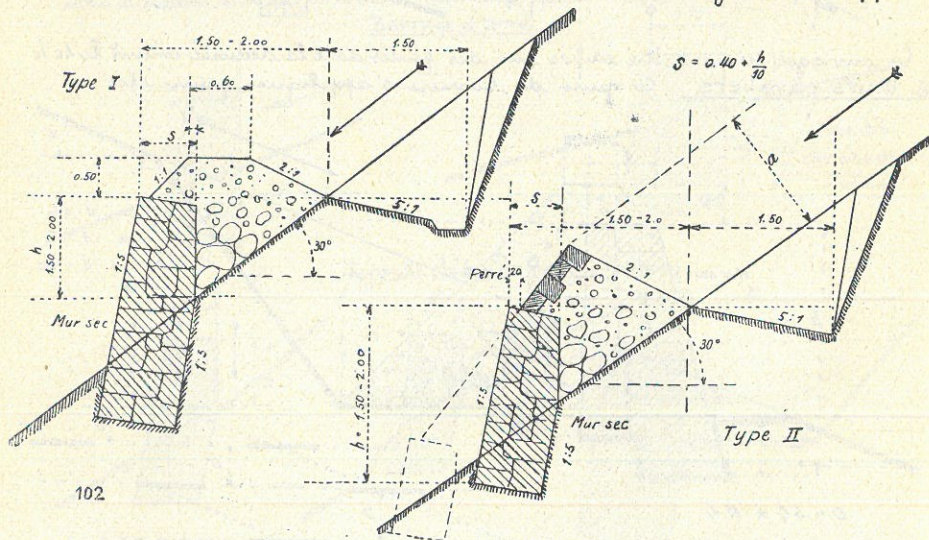
declivités de 30° à 35° et même plus. On leur donne en plan les formes rectiligne ou convexe du côté du versant de la montagne.



$b = 0.60 - 1.00$
 $f = l : 10$

On aménagera un manteau de protection en terre et pierraille de manière à mieux garantir l'ouvrage contre les chocs des matériaux en mouvement et à mieux répartir les effets de la pression de l'avalanche.

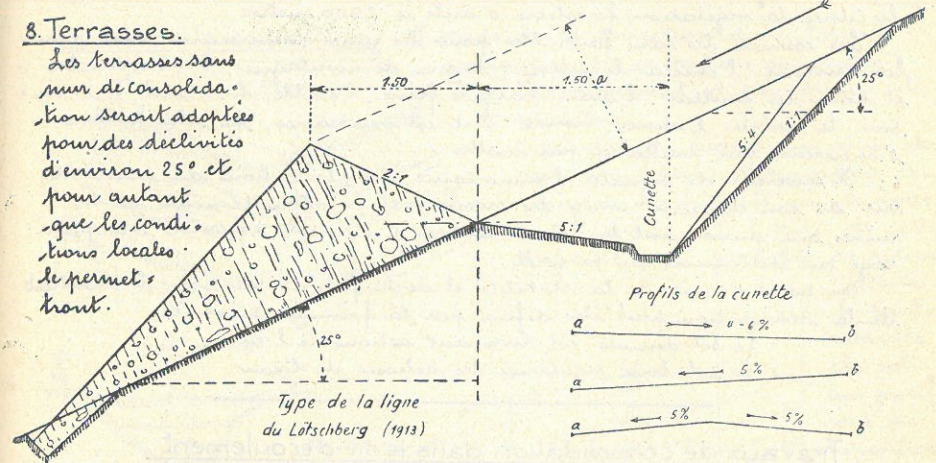
7 Murs d'arrêt avec terrasse. Ce procédé sera avantageusement appliqué



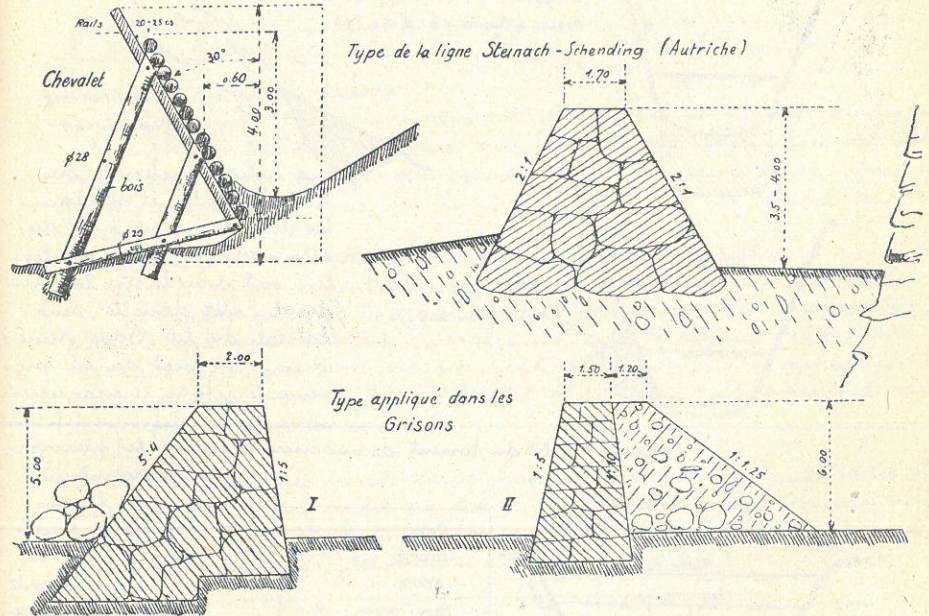
que sur des pentes de 30°. Afin de faciliter la retenue des masses neigeuses, la terrasse s'établira avec une contre pente 5:1 à 2:1.

8. Terrasses.

Les terrasses sans mur de consolidation seront adoptées pour des declivités d'environ 25° et pour autant que les conditions locales le permettent.



9. Ouvrages de déviation. Ces ouvrages ont pour but de détourner l'avalanche ou les masses de pierres qui s'éboulent et de les diriger dans une zone de terrains inoffensive.



C. Reboisement. Le reboisement est le moyen de défense le plus naturel

et le plus efficace mais il n'est pas toujours possible de l'effectuer dans les régions élevées des bassins de réception des torrents car dans les Alpes la végétation forestière s'arrête à 2500 mètres.

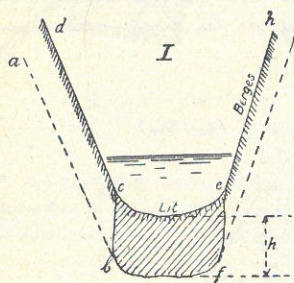
Les essences les plus favorables pour les zones supérieures sont pour les résineux : l'épicéa, le mélèze, le pin de montagne, le pin cembro et pour les feuillus : l'aulne vert, le frêne, l'érable, le tilleul, le merisier, le sorbier, l'alisier, l'orme. S'il est nécessaire, les plantations s'opéreront par touffes et par mottes.

Il convient de signaler l'importance des plantations au point de vue de son efficacité contre les érosions et les affouillements et les ruines que provoquent le déboisement et l'extension excessive du pâturage au détriment de la forêt.

Au point de vue de la stabilité et de la fertilité du sol, le résultat de la dénudation peut être défini par la formule suivante :

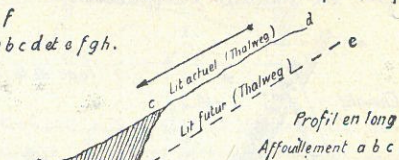
- Le sol dénudé est livré aux actions de l'eau.
- Le sol boisé régularise les actions de l'eau.

Travaux de consolidation dans le lit d'écoulement.

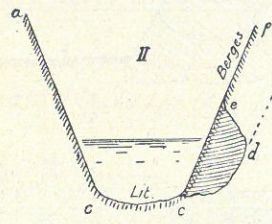


Affouillement longitudinal b c e f
Mosses affouillées a b c d e f g h.

Le lit d'écoulement est la section du torrent, la plus exposée

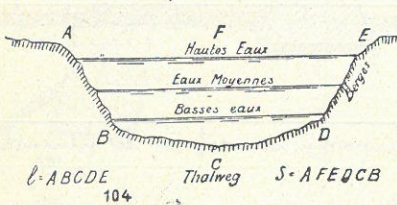


aux actions néfastes des crues violentes et soudaines. Les effets des érosions et des affouillements se manifestent soit dans le sens longitudinal, soit dans le sens latéral du lit. Pour remédier à ce mal on en prévient le retour il sera nécessaire de modifier artificiellement le lit du torrent de manière à réduire le pouvoir propulsif de l'eau dont l'unité est en rapport direct avec la pente et en raison inverse de



Affouillement latéral c d e
Mosses affouillées d g f e

Coupe transversale



Debit $\cdot Q \cdot S \cdot V$
Vitesse $\cdot C \sqrt{R \cdot J}$
Pente $\cdot J$
Rayon moyen $\cdot R \cdot \frac{S}{P}$
Surface mouillée $S \cdot A F E D C B$
Périmètre mouillé $L \cdot A B C D E$
Coefficient de résistance $\cdot C \cdot 75 \text{ à } 80$

propulsif de l'eau dont l'unité est en rapport direct avec la pente et en raison inverse de

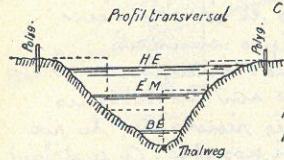
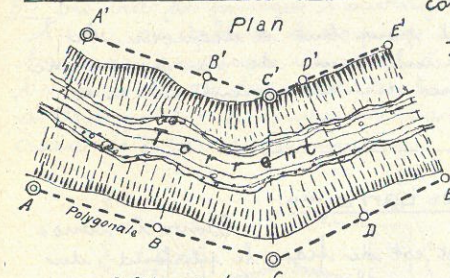
la largeur de la section ainsi que du développement du périmètre mouillé ($v \cdot C \sqrt{R \cdot J}$).

Etude de la correction

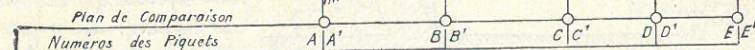
L'étude de la correction d'un torrent comprend les opérations suivantes :

a. Etablissement d'un plan de situation.

A cet effet on fixera sur une des rives une base d'opération au moyen de piquets ou de marques repères. A l'aide de cette ligne il sera possible de relever



Profil en long.



toutes les particularités du sol qui justifient les dispositions des ouvrages projetés.

b. Lever des profils en travers.

Ces profils seront dirigés normalement au réseau polygonal en fixant si possible un point secondaire sur l'autre berge de manière à obtenir une chaîne polygonale sur chacune des deux rives. Sur ces profils seront fixés tous les éléments intéressant le régime du cours d'eau.

L'étiage est la hauteur des basses eaux normales.

Les eaux moyennes sont celles qui correspondent au régime habituel.

Les hautes eaux et les crues modérées provoquent les transports partiels qui ne troublent généralement pas le régime du torrent.

Les crues extraordinaires occasionnent des transports en masse en un temps si court que le lit du torrent n'est plus suffisamment vaste et résistant pour les contenir.

c. Profil en long.

Le nivellement des points de la base d'opération permettra d'obtenir à l'aide des profils en travers, un profil longitudinal suffisamment exact pour la pratique des points du thalweg, ainsi que des basses eaux, des hautes eaux et des crues.

Barrages.

Sur la base des levés effectués sur le terrain, on recherchera à enrayer l'action érosive des eaux et à éteindre les effets des

des affouillements, en brisant la pente et en absorbant la force vive du courant par l'établissement de barrages de retenue et de consolidation dont les dispositions varieront avec la nature du sol, la déclivité du thalweg et toutes autres conditions locales.

Ces travaux auront essentiellement pour but d'acquiescer la permanence du lit et d'obtenir une pente de compensation qui assure l'équilibre entre la force d'entraînement des eaux et la résistance du sol.

Conditions d'établissement des barrages.

Dans la construction des barrages dont le but est de fixer le plafond du cours d'eau, de retenir les matériaux charriés et d'atténuer la vitesse d'écoulement, on suivra les principes suivants:

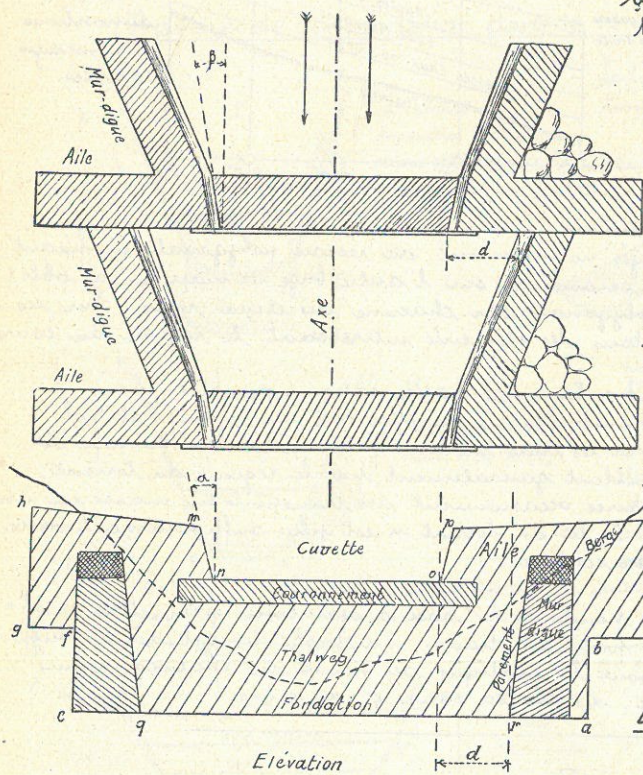
1. Les barrages seront établis sur des terrains

très résistants, le roc si possible. A ce défaut on aménagera un lit de sable ou de béton, un grillage en bois ou encore un système de pilotis. Les lignes de base des fondations seront dressées en redans. (Lignes a. b. c. d et e. f. g. h.)

2. Ils seront exécutés en bois, en pierre, ou en béton suivant le but à atteindre et les ressources locales

3. Le pavement et le couronnement seront aménagés de manière à ce qu'ils offrent la résistance désirable contre le choc et les efforts d'arrachement.

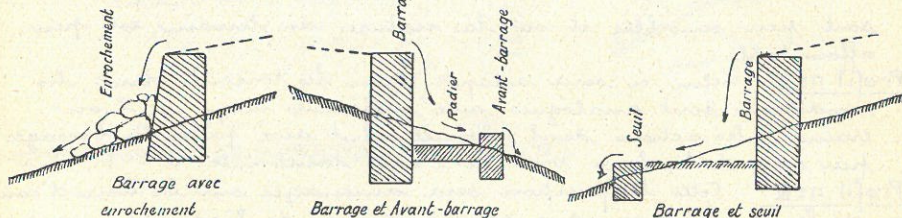
4. La cuvette sera suffisamment large et vaste pour contenir les fortes crues; elle sera délimitée par des parois établies avec appel



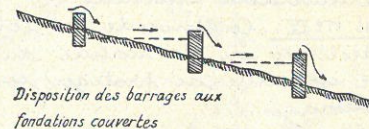
Barrage - Type

et avec fruit de manière à rejeter les eaux vers l'axe du lit et à éviter ainsi l'affouillement des murs longitudinaux établis en aval. (Cuvette: aire m n o p.; d: angle du fruit; β : angle de l'appel.)

5. En vue de protéger l'ouvrage contre l'action affouillante de l'eau, on établira à ses pieds un enrochement, ou un avant-barrage ou encore un seuil transversal. Si les conditions locales l'imposent, on disposera les barrages de manière à ce que la crête de chacun d'eux couvre, en plan horizontal, les fondations du précédent de 70 cms. au minimum.



6. La largeur de la cuvette sera inférieure à celle du fond du radier compris entre les murs-digues. Cela-ci seront donc établis en retrait de la paroi latérale de la cuvette de manière à ne souffrir ni du choc des galets ni de l'action de la lame d'eau déversante. Leurs extrémités aval pourront se raccorder aux ailes de la cuvette suivante (Distance q. r. l. n. o.) (Retrait du mur digue = d.)

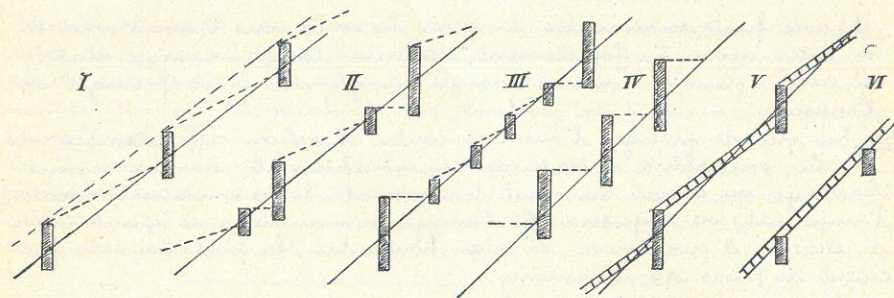


7. Les murs longitudinaux seront suffisamment fondés pour qu'ils ne risquent pas d'être affouillis et ils seront suffisamment hauts pour empêcher toute submersion des côtés du diversoir.
8. Le dernier barrage sis en aval devra rigoureusement être à l'abri de tout affouillement soit par un affleurement de rocher soit par la situation naturelle du profil en long.
9. Sur les pentes très fortes, la distance entre les barrages devra être suffisamment grande pour que la force vive de l'eau soit absorbée et que le plafond ne soit pas simplement déplacé parallèlement à lui-même.
10. Les barrages une fois exécutés, devront être remblayés en amont afin de réduire les effets des chocs des matériaux et de la pression hydrostatique.

Dispositions des barrages dans le sens longitudinal.

Profil n° I:

Ce profil trouvera son application sur les torrents où la pente n'est pas très forte, où les effets de l'érosion



sont peu sensibles et où la nature du terrain est peu affouillable.

Profil n° II. celui-ci sera adapté pour les torrents dont les conditions sont analogues aux précédents mais où l'on craindra les actions de l'affoulement aux pieds des barrages par suite de la force vive de l'eau tombante.

Profil n° III. Cette disposition sera aménagée sur les cours d'eau où le sol est exposé aux actions érosives de l'eau sans que l'on ait à redouter que les fondations des ouvrages soient sérieusement atteintes.

Profil n° IV. Ce procédé est commandé sur les torrents à forte déclivité où la nature du terrain est affouillable et où il est utile de protéger complètement les fondations des ouvrages.

Profils n° V et VI. Ces deux modes de protection du lit seront adoptés en deux cas extrêmes.

1. Sur une section d'un torrent à forte pente où il y a un avantage financier à espacer les barrages et à les relier par un radier continu.
2. Sur une section d'un torrent à faible pente où il est nécessaire d'augmenter la vitesse et portant la force d'entraînement des eaux pour éviter le dépôt des matières charriées.

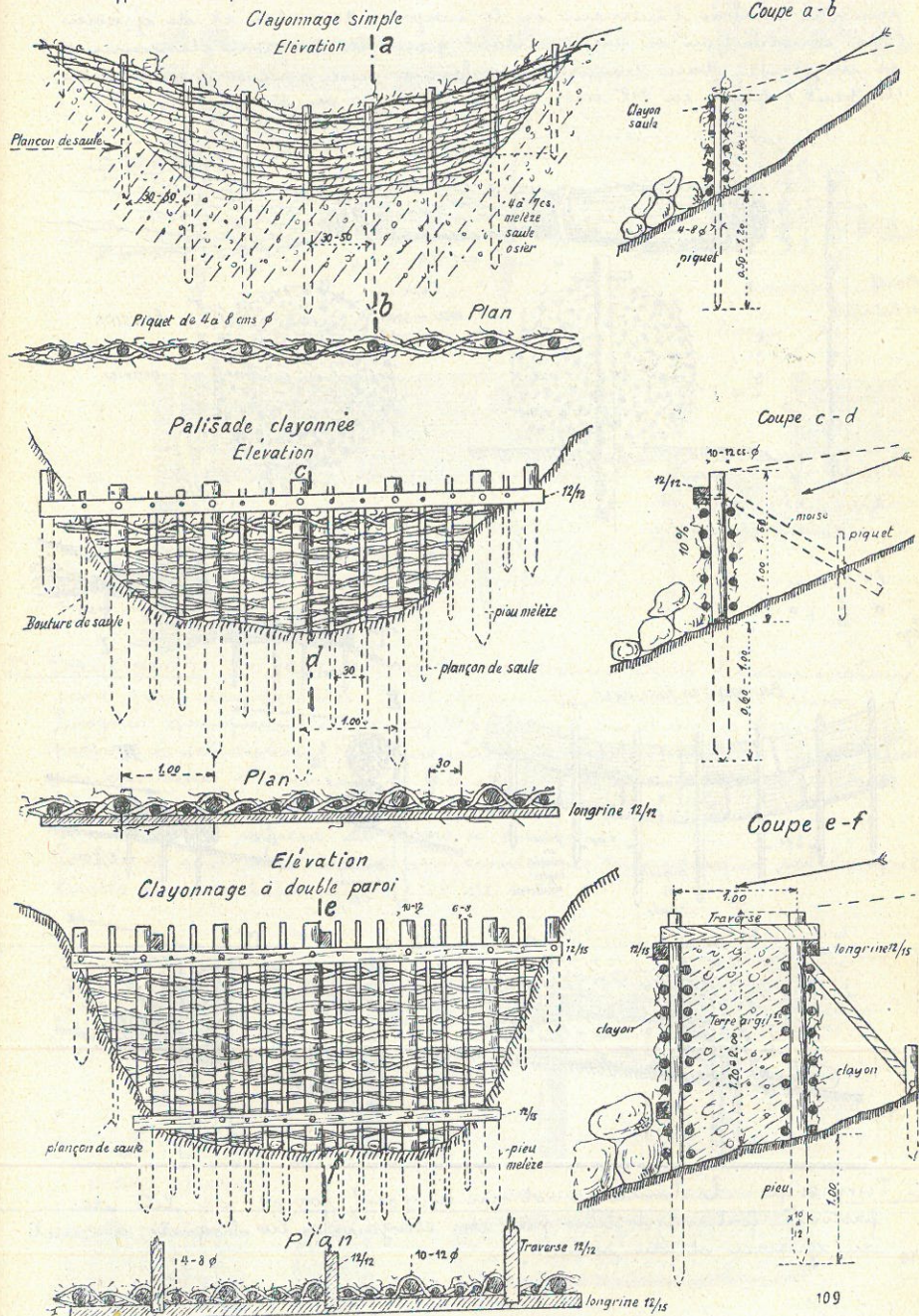
Barrages en bois.

Les barrages en bois offrent l'avantage d'être élastiques, de se plier dans une certaine mesure à la déformation du terrain, d'être souvent peu coûteux et rapidement édifiés mais exposés à la pourriture s'ils sont alternativement au sec et à l'eau. Ils ne peuvent être avantageusement appliqués que dans un but temporaire à moins qu'ils soient constamment baignés dans l'eau ou noyés dans une pâte argileuse.

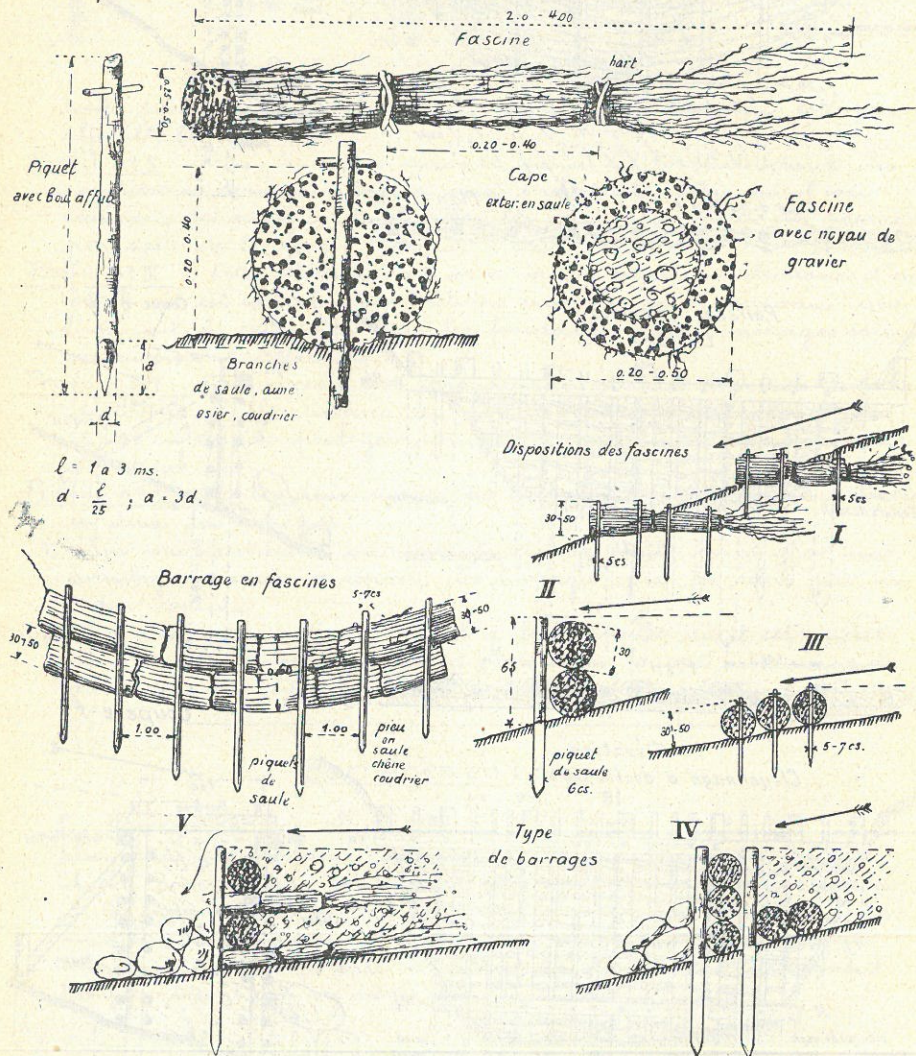
A Clayonnages. Le clayonnage est un ouvrage formé de pieux et de branchages de saule tressés et entrelacés. On l'utilisera spécialement pour l'extinction des rambes et des ravins.

À défaut de saule on emploiera l'aune, le coudrier, l'osier

et au besoin le sapin, l'épicéa et le mélèze. Les piquets seront affûtés à la hache après que leurs bouts auront été rafraîchis par une section nette.

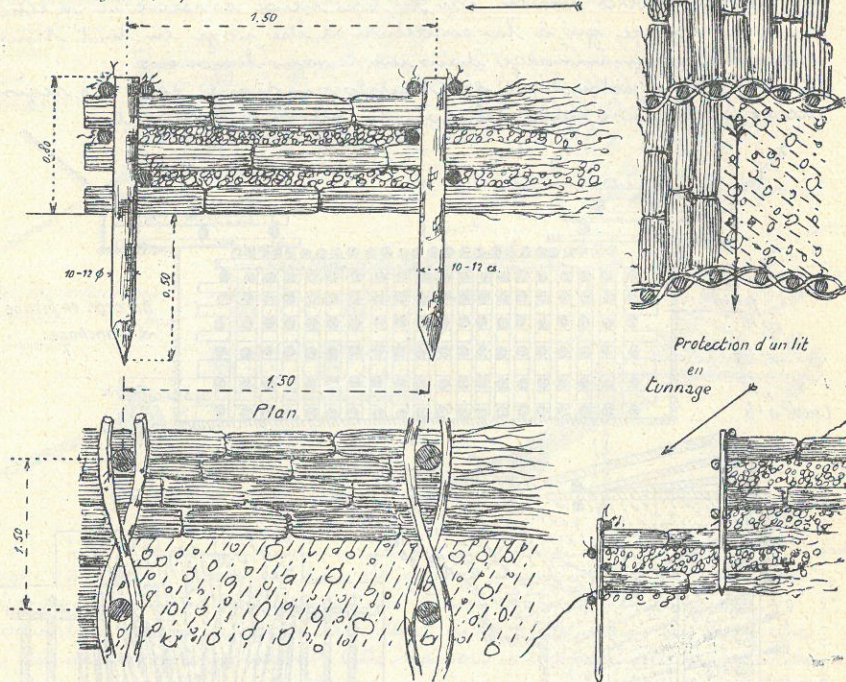


B. Fascinage. Le fascinage s'effectue à l'aide de paquets de longues branches fines, fortes et flexibles serrées et réunies très solidement par des liens ou haets en bois ou en fils de fer. On en remplit parfois l'intérieur ou le noyau de sable et de gravier. Cette construction se prête surtout pour les terrains limoneux et argileux dans lesquels elle forme une masse très durable. On peut évaluer en tel cas, leur durée à 10 ou 12 ans.

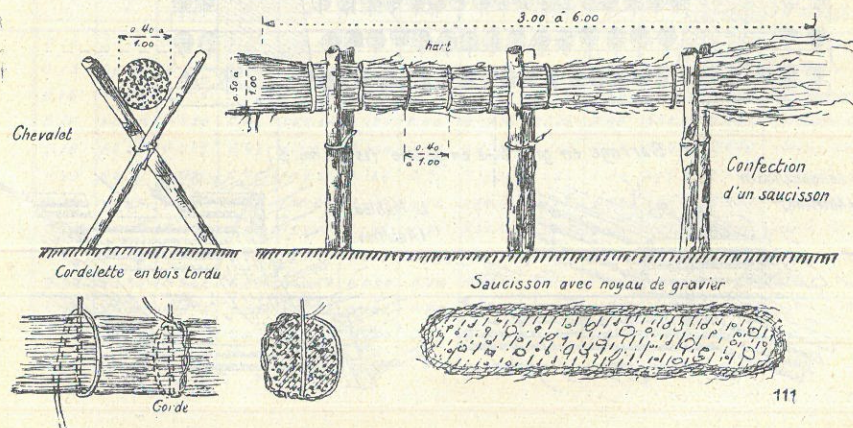


C. Tunnage Le tunnage est un massif formé de lits de fascines fortement liés par des clayons entre lesquels on met du gravier et du sable.

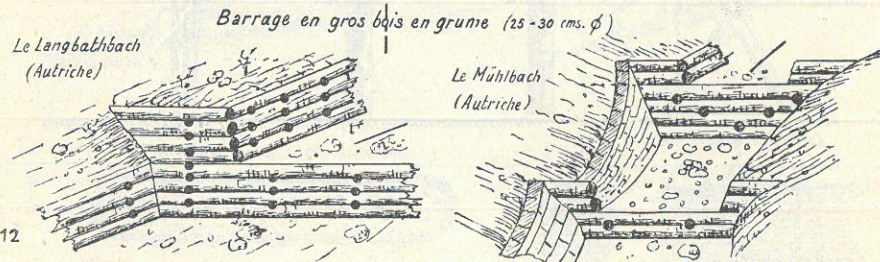
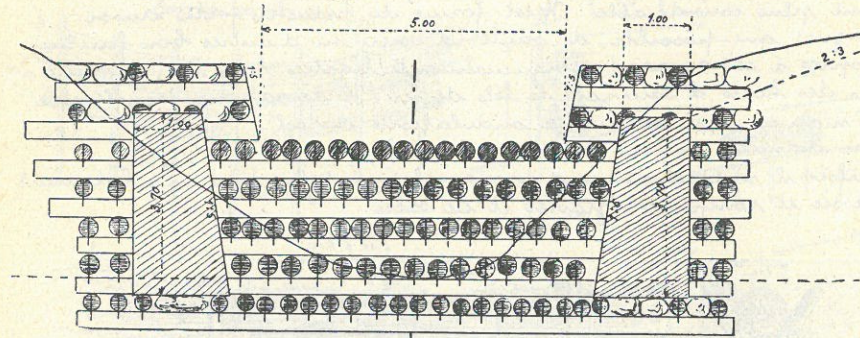
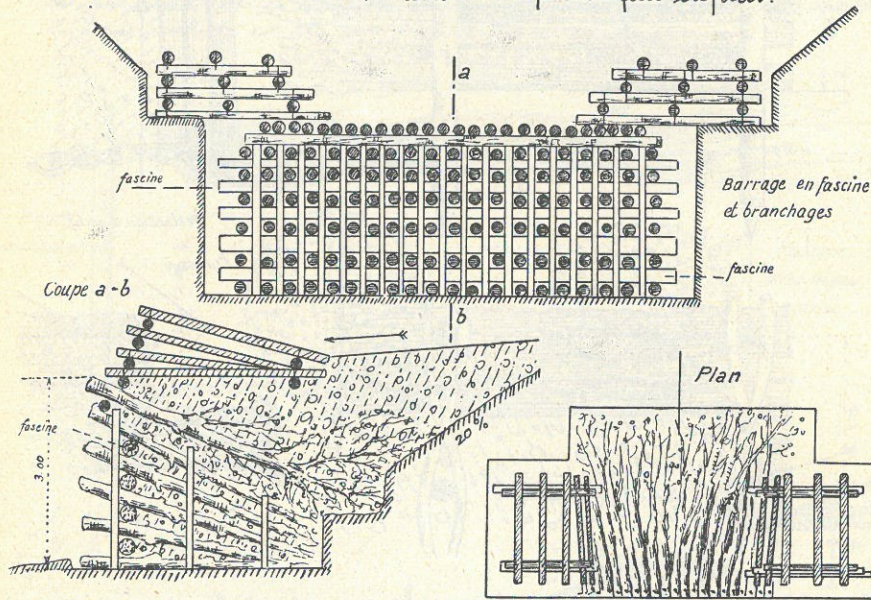
Type de tunnage appliqué à la Durance (France)



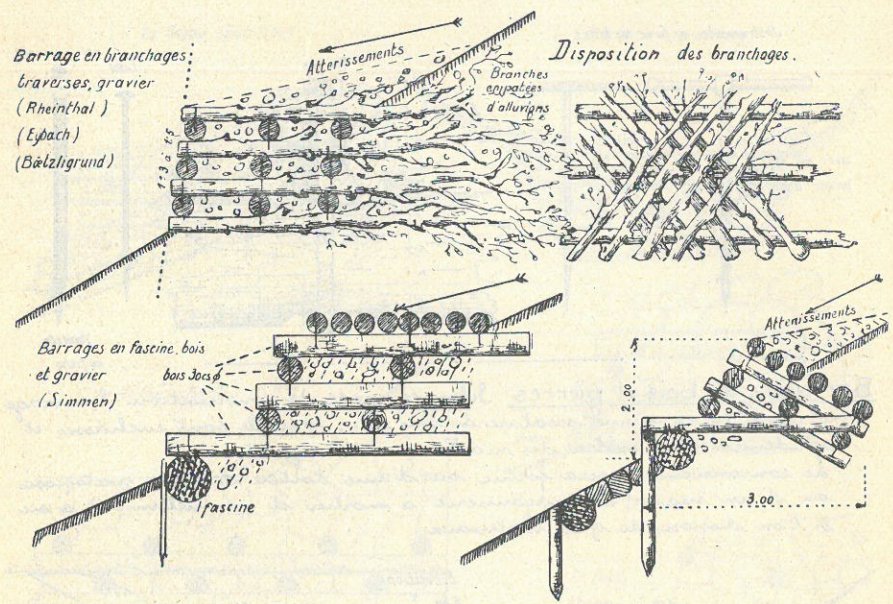
D. Saucisson. Le saucisson est une fascine dont les dimensions sont plus considérables. Il est formé de branches fortes crues longues que possible, de saule, d'osier ou d'autres bois feuillus propres à cet ouvrage, soigneusement ligotés tous les 10 mètres par des haets d'osier ou de fils de fer. Il devra être très flexible de manière à se prêter aux ondulations du sol. Son diamètre variera de 40 cms à 1 mètre. Parfois il sera constitué d'une enveloppe cylindrique solidement tressée et remplie de gravier et de sable.



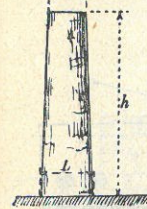
Barrage en bois en grume. L'inconvénient des barrages en bois est leur durée très limitée car le bois ne se conserve et n'échappe à la pourriture qu'à la condition d'être moyé en tout temps dans l'eau ou immergé dans un terrain limoneux. Ce genre de construction est toutefois indiqué dans les régions riches en bois ou dans celles où la pierre fait défaut.



Barrage en branchages:
traverses, gravier
(Rheinthal)
(Espach)
(Bälzgrund)



Observations: Dans les bois de grosses dimensions, les trous des pièces de liaison, s'effectueront à l'aide de rilles ou tarières. L'ouverture aura un diamètre égal au 2/3 de celui de la fiche ou du clou correspondant. Cette liaison s'opérera au moyen de boulons, fiches, clous, chevilles ou pinces.



Métrage des bois en grume

A. Tronc de cône

$$V = \pi (r' + r'') \ell \text{ ou } \left(\frac{c}{\pi}\right)^2 \frac{\ell}{3}$$

B. En assimilant la bille à un cylindre

$$V = \pi r^2 \ell \text{ ou } \left(\frac{c}{\pi}\right)^2 \frac{\ell}{\pi} \text{ ou } c \cdot \text{circonférence moyenne}$$

C. Si l'arbre est sur pied

$$V = \frac{\pi}{4} h (L^2 + L^2 + L \ell)$$

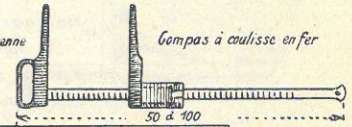
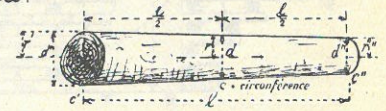
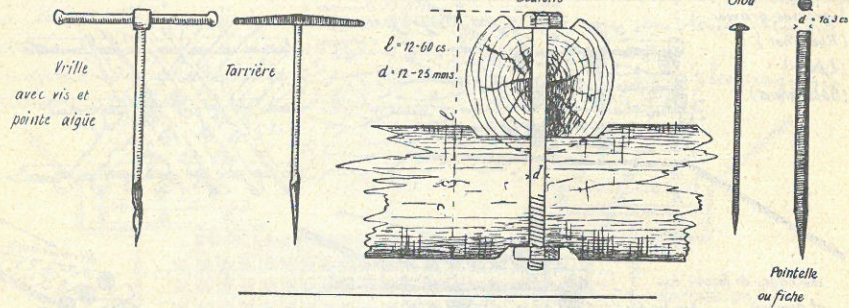


Table de cubage des bois en grume

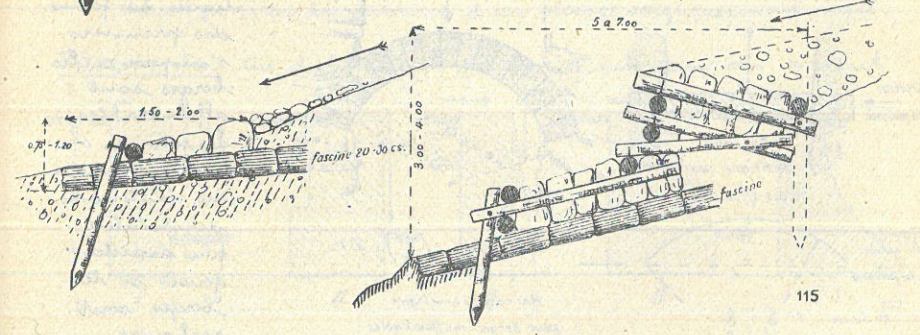
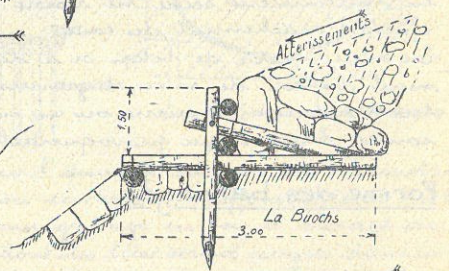
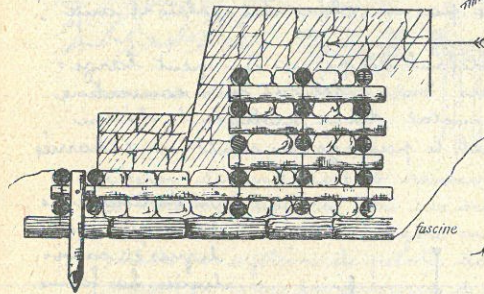
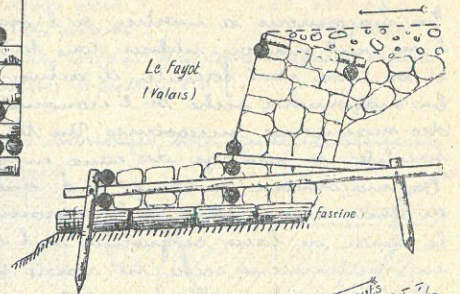
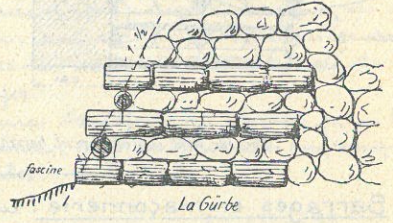
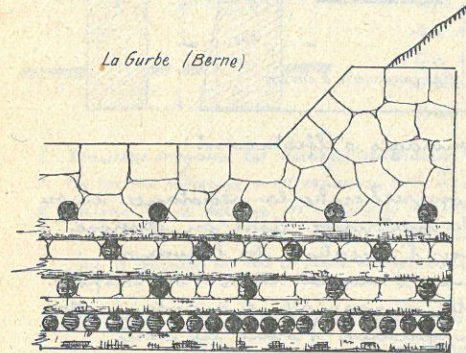
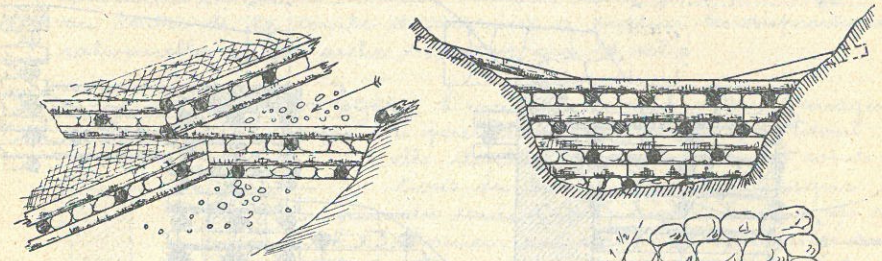
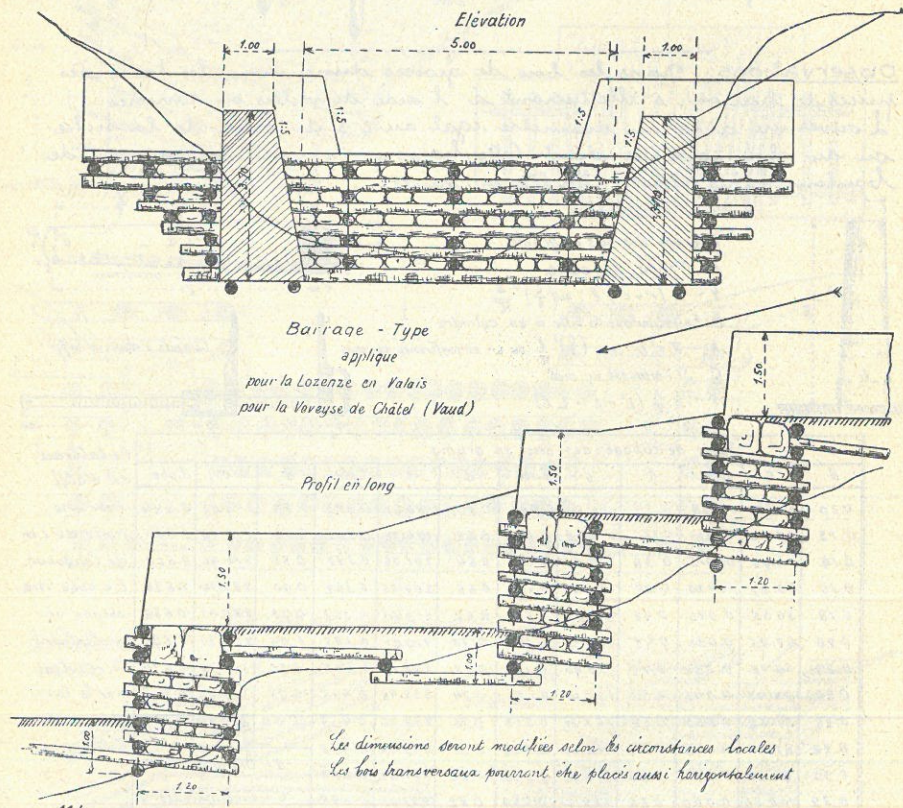
d	c	Cube	d	c	Cube	d	c	Cube	d	c	Cube
0.10	31.42	0.008	0.34	106.81	0.091	0.60	188.50	0.283	0.84	253.89	0.554
0.12	37.70	0.011	0.36	113.10	0.102	0.62	194.78	0.302	0.86	270.18	0.581
0.14	43.98	0.015	0.38	119.38	0.113	0.64	201.06	0.322	0.88	276.46	0.608
0.16	50.27	0.020	0.40	125.66	0.125	0.66	207.35	0.342	0.90	282.74	0.636
0.18	56.55	0.025	0.42	131.95	0.139	0.68	213.63	0.363	0.92	289.03	0.666
0.20	62.83	0.031	0.44	144.51	0.166	0.70	219.91	0.385	0.94	295.31	0.694
0.22	69.12	0.038	0.46	150.80	0.181	0.72	226.19	0.407	0.96	301.59	0.724
0.24	75.40	0.045	0.50	157.08	0.146	0.74	232.48	0.413	0.98	307.88	0.754
0.26	81.68	0.053	0.52	163.36	0.212	0.76	238.76	0.454	1.00	314.16	0.785
0.28	87.96	0.062	0.54	169.65	0.229	0.78	245.04	0.478			
0.30	94.25	0.071	0.56	175.93	0.246	0.80	251.33	0.503			
0.32	100.53	0.080	0.58	182.21	0.264	0.82	257.61	0.528			

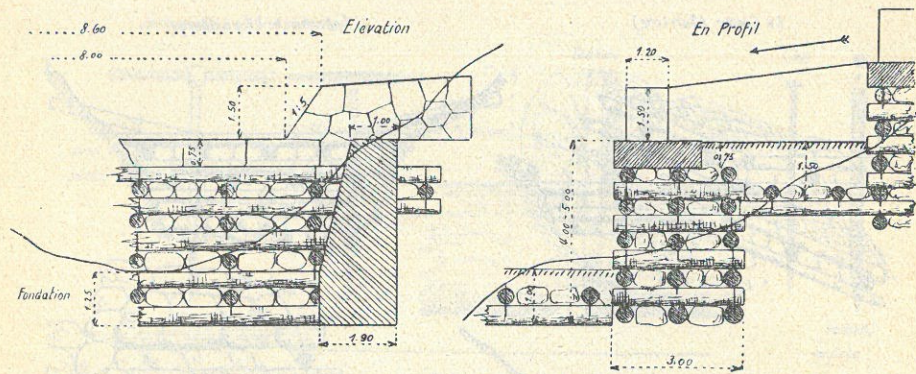
Ce tableau est établi pour une pièce de 1 m de longueur. Le cube sera obtenu en multipliant le résultat par la longueur de la bille.

d = Diamètre
c = Circonférence



Barrages en bois et pierres Selon ce mode de construction l'ouvrage est constitué par une ossature de bois dans laquelle sont enchâssés et solidement enchevêtrés des moellons ou des galets. Le couronnement sera formé ou d'une toiture de bois juxtaposés ou d'un massif de maçonnerie à mortier et éventuellement à sec si l'on dispose de gros matériaux.



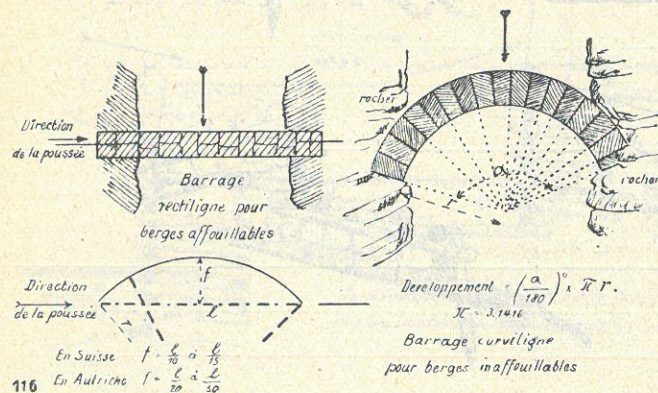


Barrage avec couronnement horizontal et en maçonnerie à mortier

Barrages en maçonnerie. Ces ouvrages s'effectuent :

- a. En maçonnerie à mortier si l'on recherche la résistance et si l'on veut pouvoir utiliser tous les matériaux dont on dispose et si l'on veut faciliter et activer l'exécution des travaux.
- b. En maçonnerie sèche si l'économie s'impose et si l'on dispose des matériaux nécessaires. Un tel ouvrage offre l'avantage de faciliter le passage des eaux en faisant l'office de grille.
- c. En maçonnerie mixte c. à d. que le corps de l'ouvrage est en maçonnerie sèche et le couronnement à mortier. Ce mode de faire se justifie si l'on craint qu'une couverture en maçonnerie sèche ne résiste pas aux chocs des galets et aux efforts d'arrachement des eaux.
- d. En maçonnerie de béton si à défaut de pierres on peut largement disposer de sables et graviers. En un tel cas une couverture très résistante en pierre ou en métal devra protéger le béton contre l'usure que provoquerait le passage des matériaux charriés.

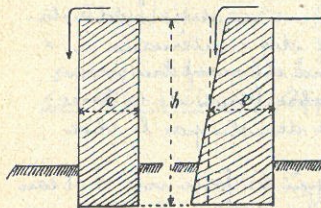
Forme des barrages.



On distingue les barrages rectilignes et curvilignes. La forme des premiers s'impose si les berges sont affouillables. Les seconds offrent par contre des conditions de stabilité plus avantageuses si les berges sont rocheuses.

La forme convexe est tournée vers l'amont. Les matériaux qui constituent cette voûte renversée auront leurs joints convergents au centre de la courbe de manière à réaliser les dispositions rationnelles d'une arche reposant sur le sol.

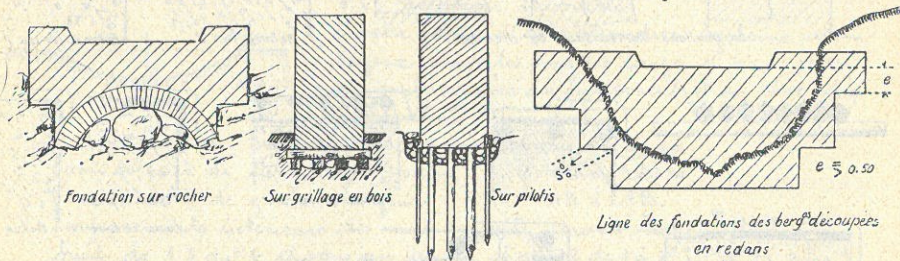
Épaisseurs des barrages. L'épaisseur moyenne des barrages sera fixée dans chaque cas particulier car les facteurs dont elle dépend varient avec les conditions du bassin hydrographique du cours d'eau, avec le régime de ce dernier, son état de torréalité ainsi qu'avec la nature de son lit et de ses berges.



On pourra toutefois se baser pour les déterminer, sur les formules empiriques suivantes :

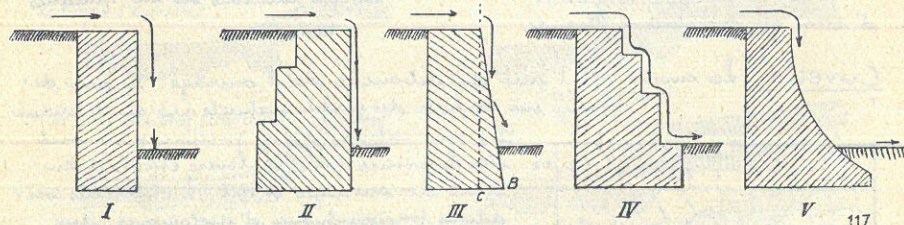
- I. Épaisseur moyenne des barrages ordinaires. $e = 0.25 + 0.40 h$
- II. Au cas où l'ouvrage n'est exposé qu'à de faibles efforts. $e = 0.20 + 0.30 h$
- III. Au cas où le barrage est soumis à de fortes pressions. $e = 0.30 + 0.50 h$
- IV. Pour la maçonnerie sèche on adoptera des dimensions égales au 3/4 des données mentionnées ci-dessus.
- V. Pour le barrage en bois et pierre on appliquera le facteur 0.4

Fondations. L'emplacement des barrages sera judicieusement



choisi de manière à associer l'ouvrage sur un sol très résistant, le rocher si possible. Au cas où ce terrain inaffouillable ne peut être atteint on aménagera un grillage en bois et blocage ou même un système de pilotis dont les têtes seront noyées dans un massif de béton ou entourées d'un blocage soigneusement réglé.

Paréments. On distingue le parement intérieur ou amont

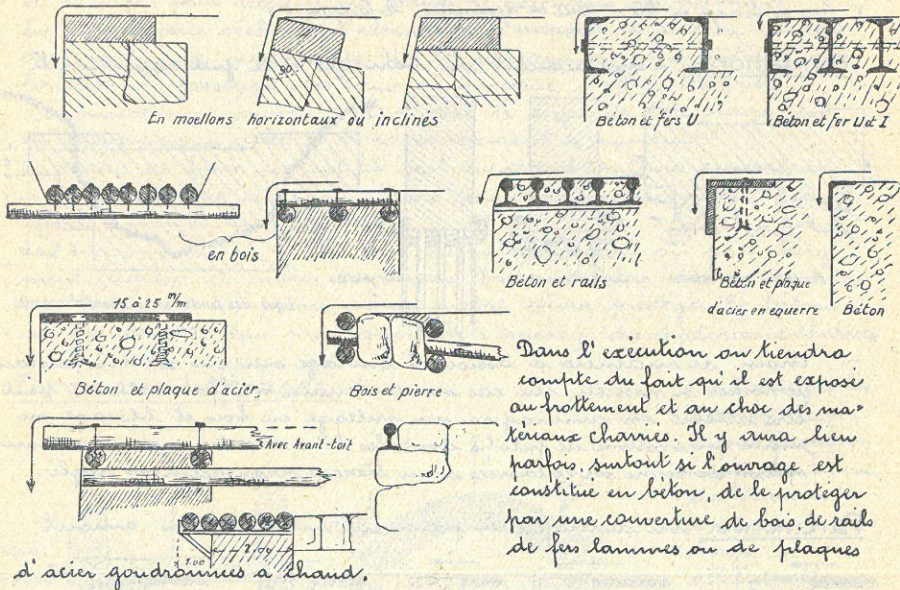


et le parement extérieur en aval.
Le fruit du parement est l'inclinaison de sa surface par rapport à la verticale. Exemple: $\frac{C.B.}{C.A.}$ ou 2°

Formes.

- Profil I: Parement sans fruit. Peu exposé à l'usure et aux chocs des galets. Occasionne grande force d'affaiblissement.
- Profil II: Parement intérieur à gradin. Disposition propre à augmenter la stabilité et la résistance de l'ouvrage.
- Profil III: Parement avec fruit extérieur. Bonne condition de stabilité de l'ouvrage. Danger du choc des matériaux entraînés. Très indiqué dans les torrents qui charrient très peu.
- Profil IV: Parement aval en redans. Provoque l'absorption de la force vive de l'eau. Expose les escaliers à être démolis par le choc des galets.
- Profil V: Parement aval en doucine. Atténue peu la force vive de l'eau. Est exposé à l'usure par le frottement des matières charriées. Exécution plus soignée.

Couronnement. Le couronnement sera constitué en matériaux de choix, durs, résistants et de grandes dimensions.



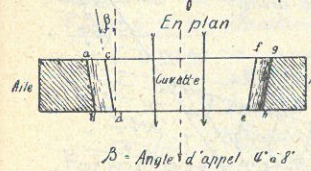
Dans l'exécution on tiendra compte du fait qu'il est exposé au frottement et au choc des matériaux charriés. Il y aura lieu parfois, surtout si l'ouvrage est constitué en béton, de le protéger par une couverture de bois, de rails de fer lames ou de plaques

Cuvette. La cuvette est l'aire du débouché de l'ouvrage. Il sera terminé sur la base des profils naturels pris sur le terrain. Des indications assez précises pourront être fournies par les levés effectués au droit des ouvrages d'art. L'étude des conditions topographiques et géologiques du



118 Cuvette abcda

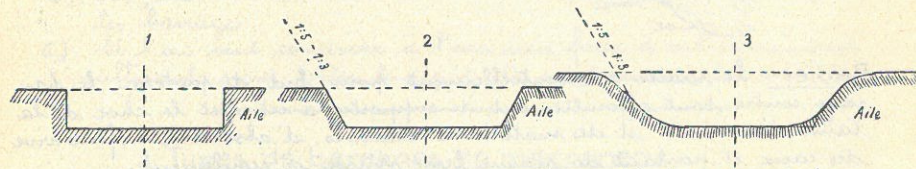
bassin du torrent faciliteront la détermination de ses dimensions. Elle devra livrer passage aux plus hautes crues. On distingue les formes suivantes:



Cuvette plate: Répartit les effets de l'issue et du choc des galets sur le couronnement et le radier. Exposé à l'action érosive des eaux les bords de la cuvette et les fondations des murs. Signes qui courent en aval du barrage.

Cuvette creuse. Concentre les eaux sur une zone centrale. Celle-ci sera plus rapidement endommagée. Les berges seront par contre mieux protégées.

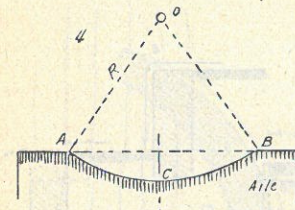
Cuvette inclinée. Applicable si l'une des berges est rocheuse.



1. Cuvette plate à ailes verticales. Celles-ci étant trop offensives, courent le risque d'être endommagées.

2. Cuvette plate à ailes inclinées. Fruit de 1:3 à 1:5. Solution favorable.

3. Cuvette plate à ailes arrondies. Système avantageux pour les cuvettes larges et pour celles qui sont exposées au frottement et au choc des avalanches.



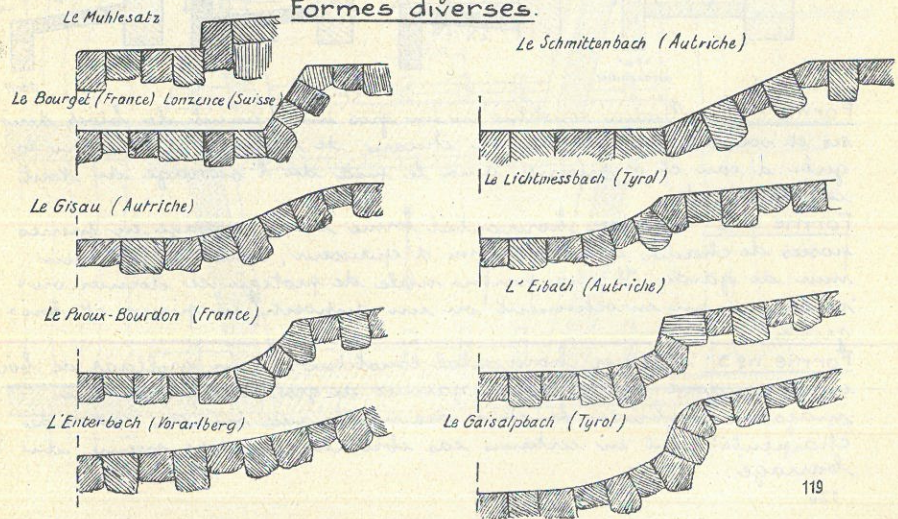
4. Cuvette creuse. Provoque la concentration des eaux.

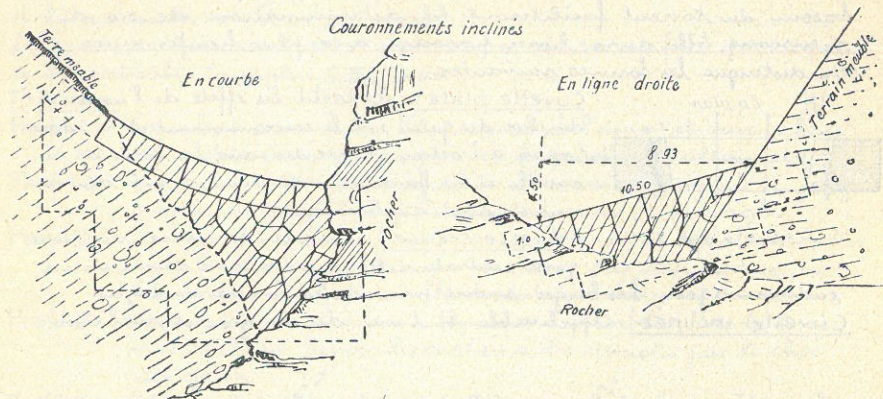
Pour torrents de largeur moyenne $R = \frac{3}{4} AB$ à AB .

Pour torrents de grande largeur $R = \frac{1}{4} AB$ à $2AB$.

Les parements intérieurs des murs en aile seront établis avec un fruit de 1:3 à 1:5 et sous un angle d'appel de 4 à 8°

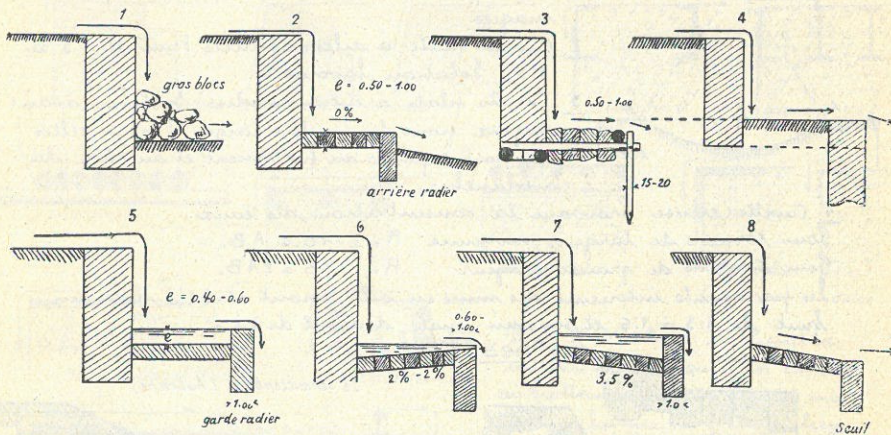
Formes diverses.





Radier. Le radier a essentiellement pour but de protéger le barrage contre tout affouillement et supporter à cet effet le choc de la lame déversante et des matériaux charriés, d'absorber la force vive des eaux et partant de réduire leur vitesse d'écoulement.

Dispositions diverses.



Forme n°1 : Radier constitué en un gros enrochement de blocs denses et volumineux, disposés en échecane de manière à recevoir la gerbe d'eau et à préserver ainsi le pied de l'ouvrage de tout affouillement.

Forme n°2 : Radier horizontal formé d'un pavage en pierres posées de champ de 50 cms. à 1 m. d'épaisseur, soutenu par un mur de garde. Il sera parfois utile de protéger ce dernier ouvrage par un enrochement ou un dispositif en pierre et boue grises.

Forme n°3 : Radier horizontal constitué en un grillage de bois en saillie dont les cases sont garnies de gros blocs ou d'une maçonnerie brute. Le choc des matériaux sur ces cadres de charpente peut en certains cas ébranler le corps même du barrage.

Forme n°4 : Radier horizontal en terrassement appuyé par le barrage vis en aval. Cette disposition s'impose sur les torrents à forte pente qui charrient de gros matériaux.

Formes n°5 : Radiers à sac d'eau. Cette couche liquide servira

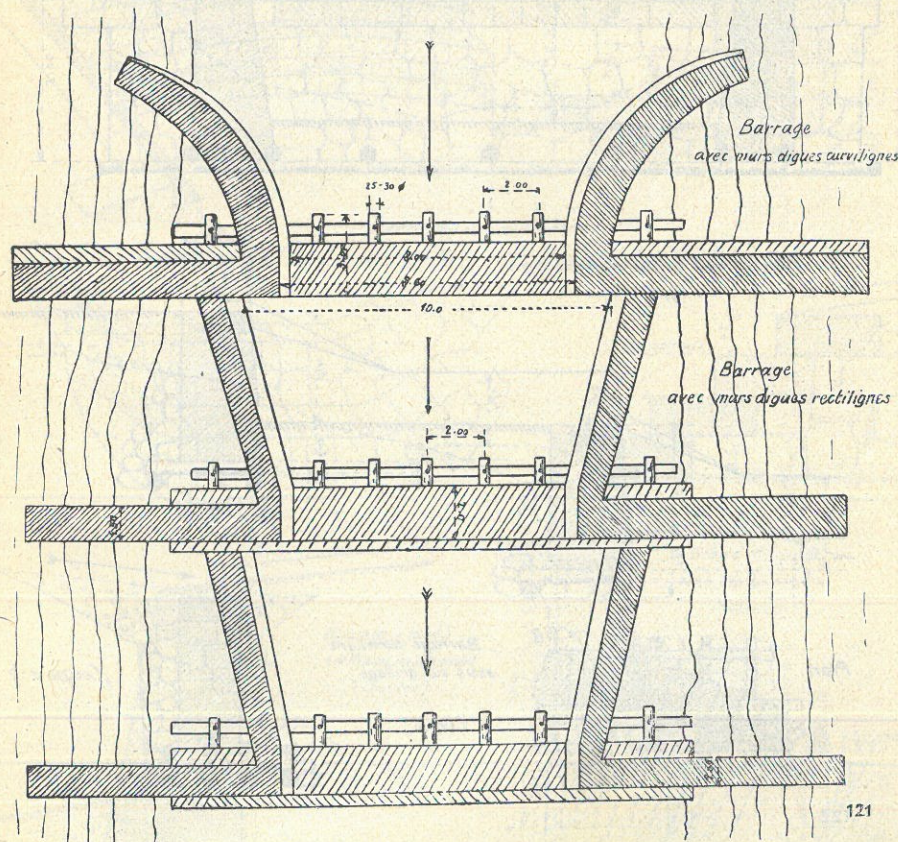
n°6 : à amortir le choc de la gerbe d'eau. Se remplit

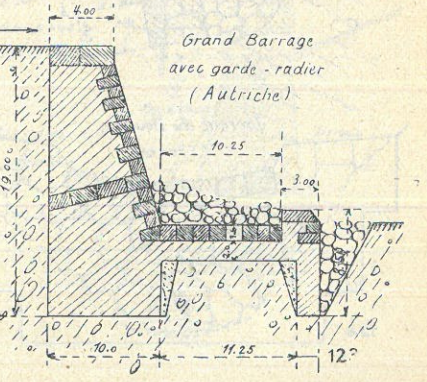
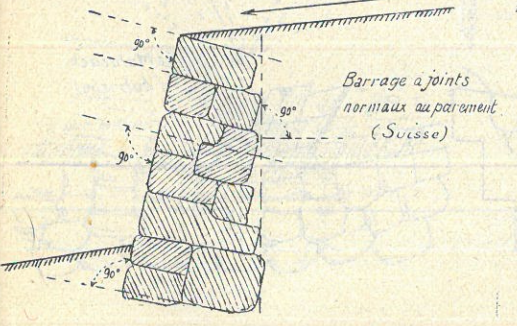
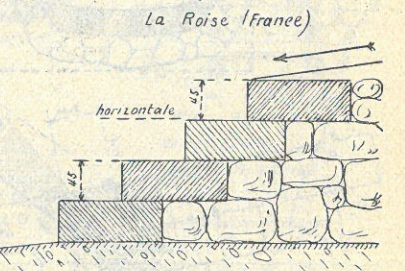
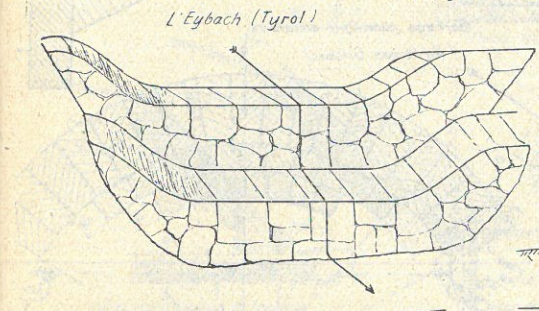
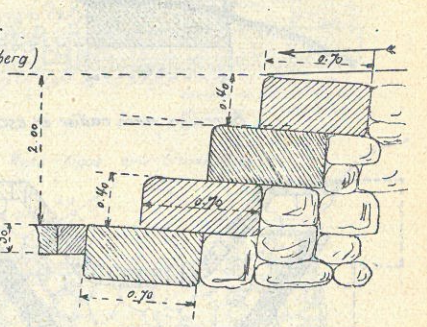
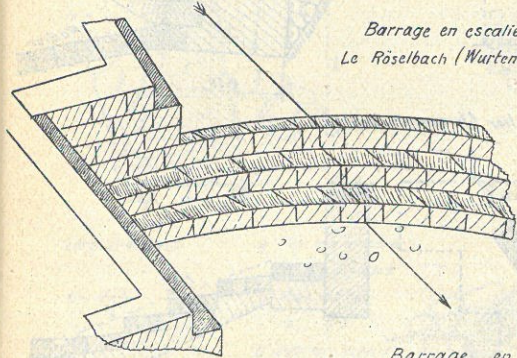
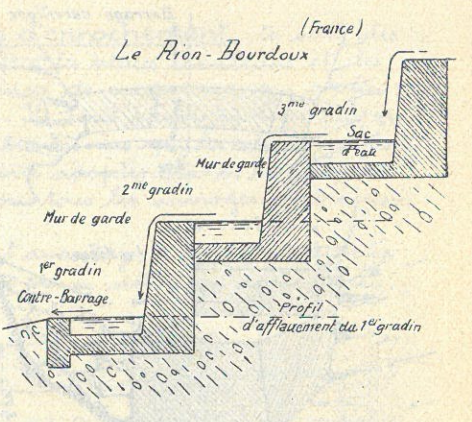
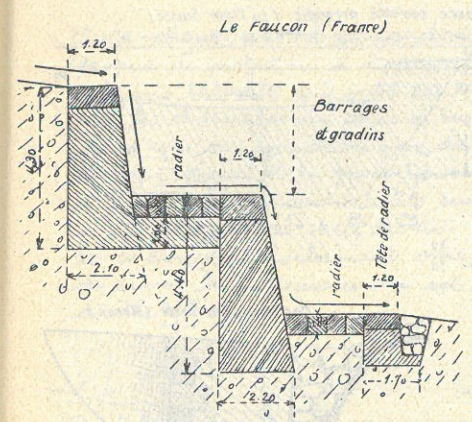
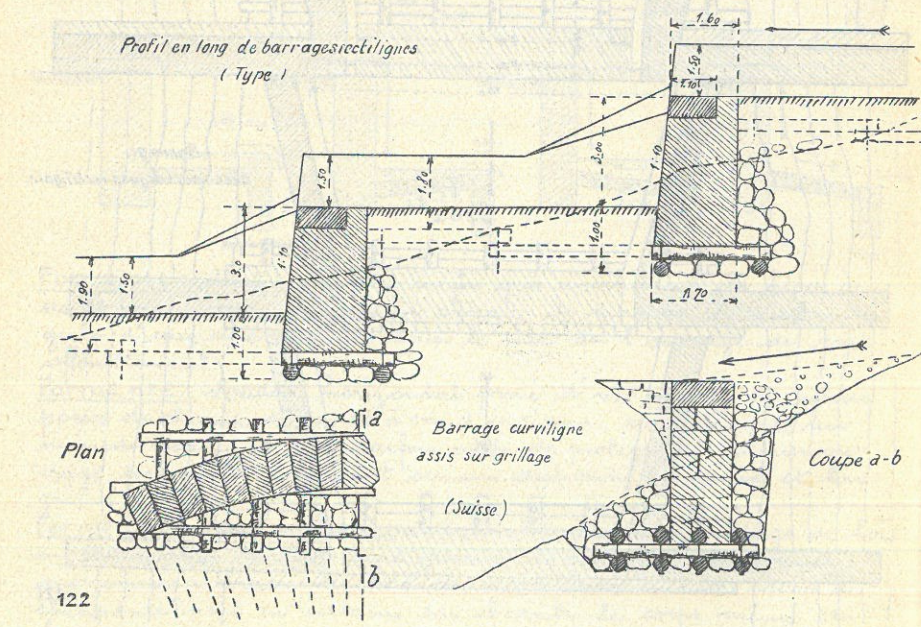
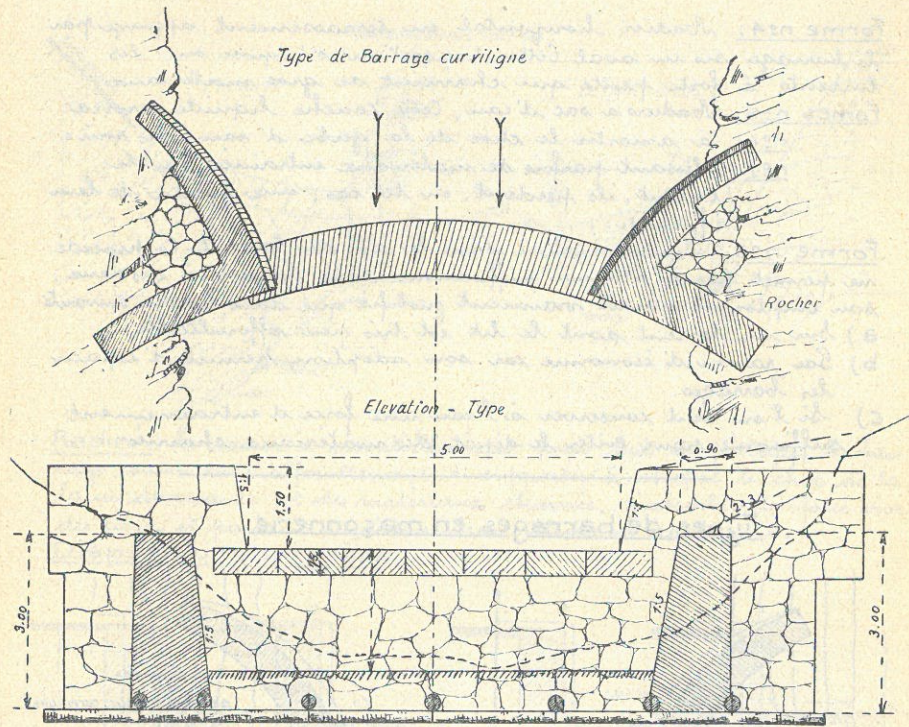
n°7 : plissant parfois de matériaux entraînés par le torrent, ils perdent, en tel cas, une partie de leur efficacité.

Forme n°8 : Radier incliné dans le sens du torrent. Ce procédé ne permet pas d'atténuer suffisamment la force vive des eaux, son emploi ne paraît vraiment justifié que dans les 3 cas suivants :

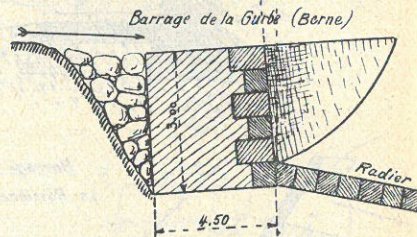
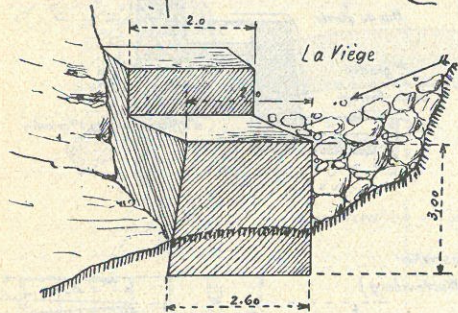
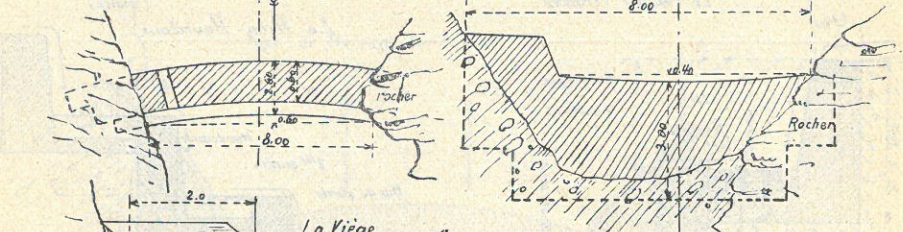
- Sur un torrent dont le lit est très peu affouillable.
- Par raison d'économie car son adoption permet d'espacer les barrages.
- Si l'on veut conserver à l'eau une force d'entraînement suffisante pour éviter le dépôt des matériaux charriés.

Types de barrages en maçonnerie

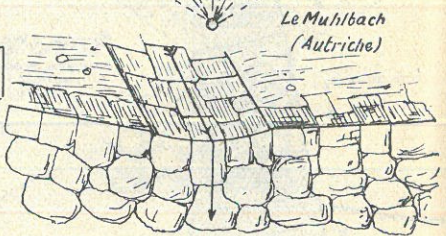
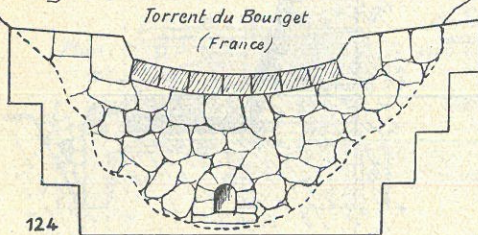
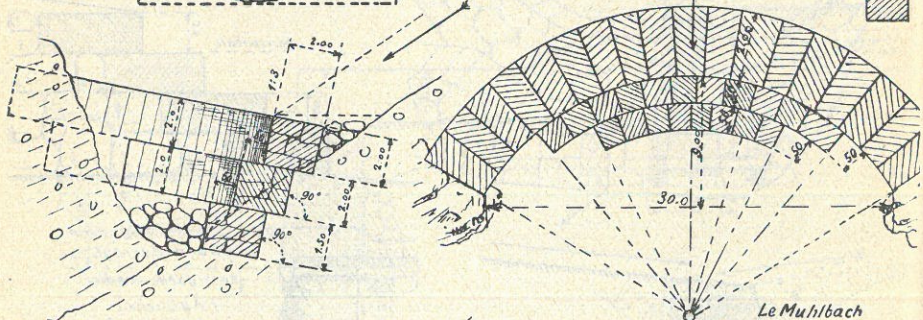
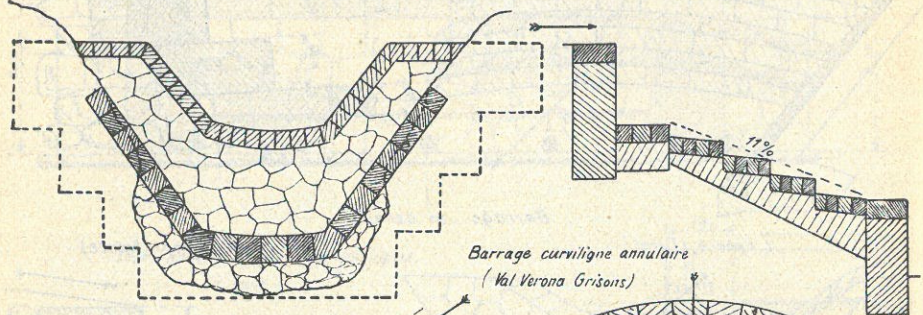




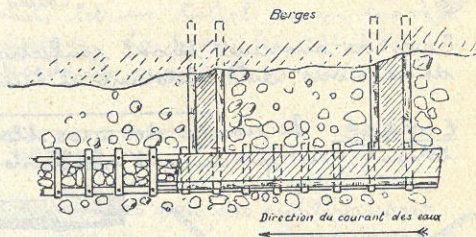
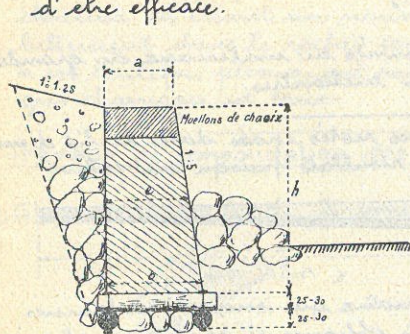
Barrage curviligne avec cuvette arrondie (La Viège Suisse)



Barrage avec radier en escalier (Torrent de Samères France)



Murs-digue, perré et cordons d'enrochement. Ce sont des travaux de protection à établir contre les places ébouleuses et les érosions latérales qui sont des sources de matériaux qui alimentent les charriages du cours d'eau. Ils sont parfois protégés par de courts épis ou consolidés par des traversières qui les relient aux rives. Le mur-digue et le perré ne seront adoptés que si les risques d'affouillement sont écartés sinon tous les ouvrages sont exposés à être avortés à bref délai. Le cordon d'enrochement offre l'avantage d'être peu coûteux de suivre les inflexions du sol et de se déformer sans cesser d'être efficace.



Largeur moyenne

$$e = \frac{a+b}{2}$$

a Pour mur à mortier

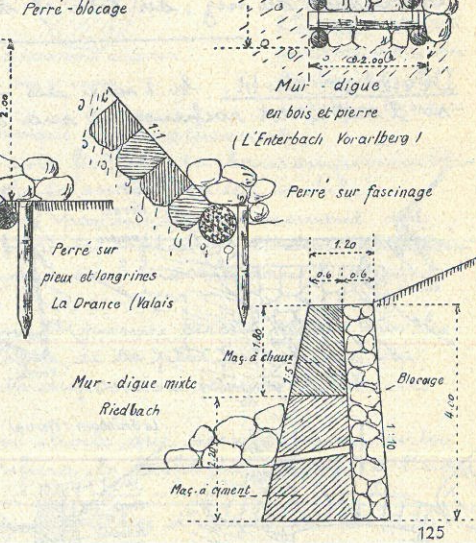
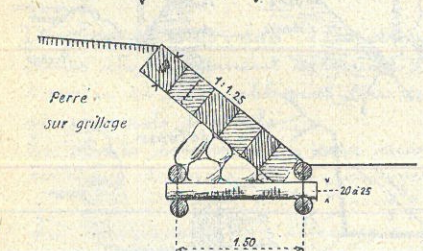
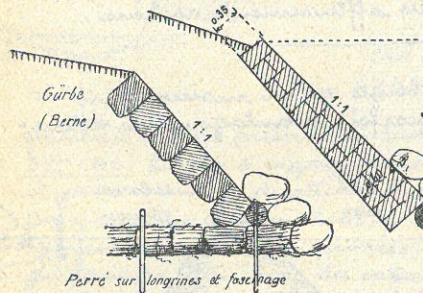
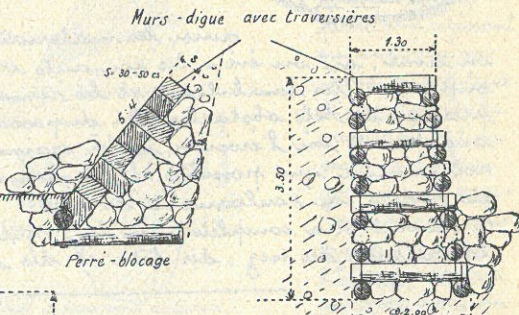
$$e = 0.20 + 0.30 h$$

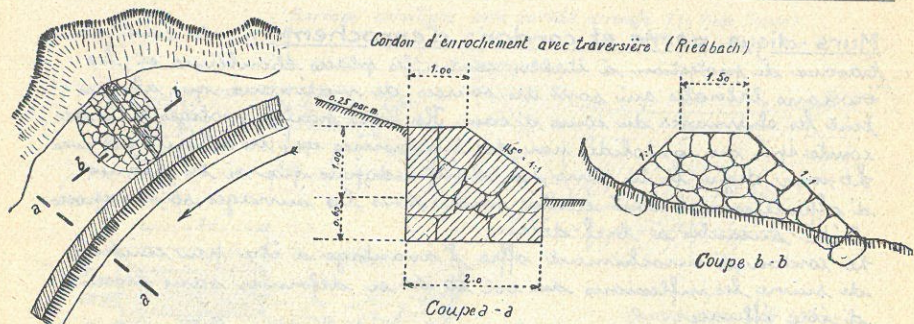
b Pour mur sec

$$e = \frac{5}{4} e$$

c Pour bois et pierre

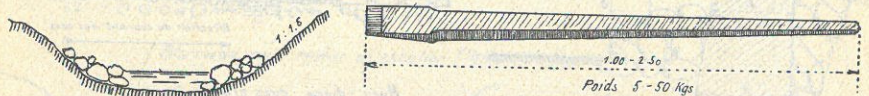
$$e = \frac{6}{4} e$$





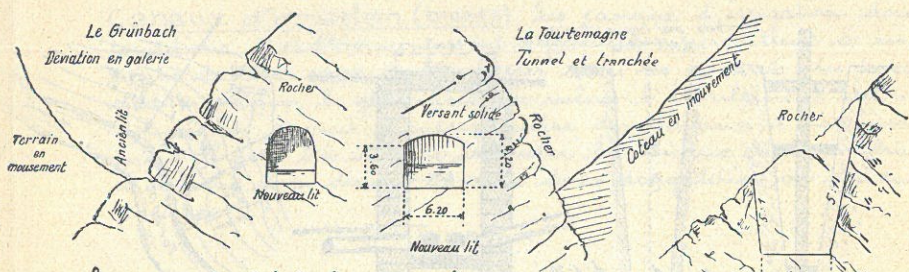
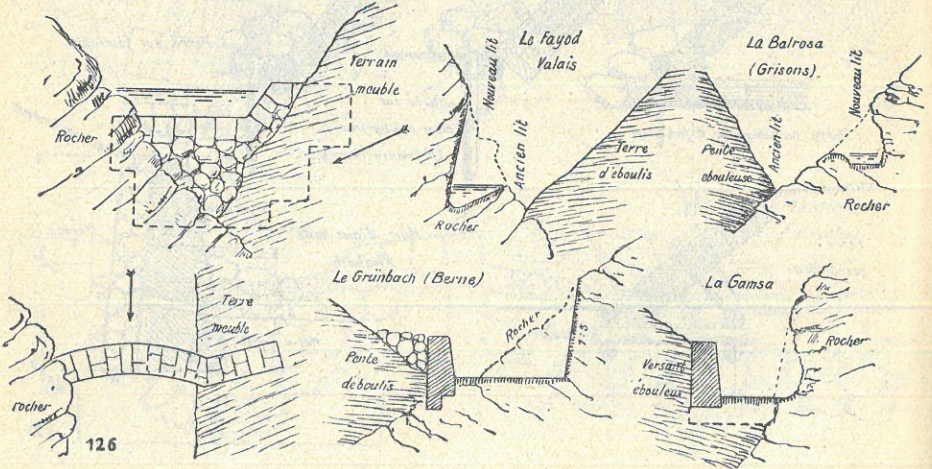
Tous ces ouvrages seront confectionnés en matériaux de grande dimension, durs, résistants et bien enchevêtrés.

Curage. Le curage des gros blocs restés épais dans le lit d'un torrent peut produire d'excellents résultats puisqu'on enlève



ainsi les matériaux qui seraient entraînés en aval, qu'on évite les courants obliques et contraires et qu'on supprime les tourbillons et les remous que provoquerait la présence de tels obstacles. On disposera ces blocs contre les berges aux points où l'érosion est à craindre en les laissant aussi volumineux que possible. Le déplacement s'opérera de pinces, de leviers, de rouleaux et de crics. Ce travail sera complété par la régularisation des berges et par la coupure des nez, des têtes et des affleurements rocheux.

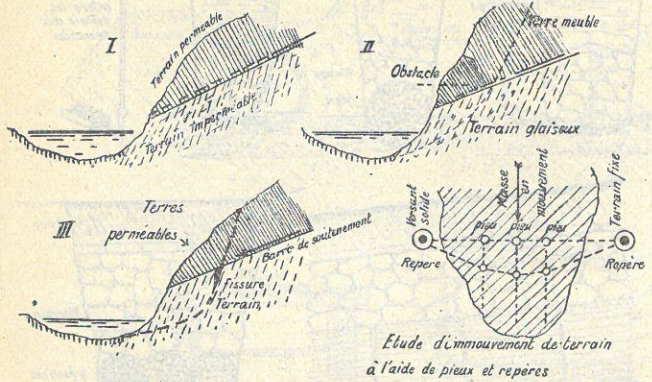
Déviations du lit. Si l'une des berges est en mouvement et si l'autre est rocheuse, il sera parfois avantageux de détourner



mer les eaux du pied des versants éboulés en créant un nouveau lit en tunnel ou en encoche bien dans le rocher compact. La première solution n'est toutefois pleinement rationnelle que si la source des gros charriages est tarie.

Travaux de consolidation des berges.

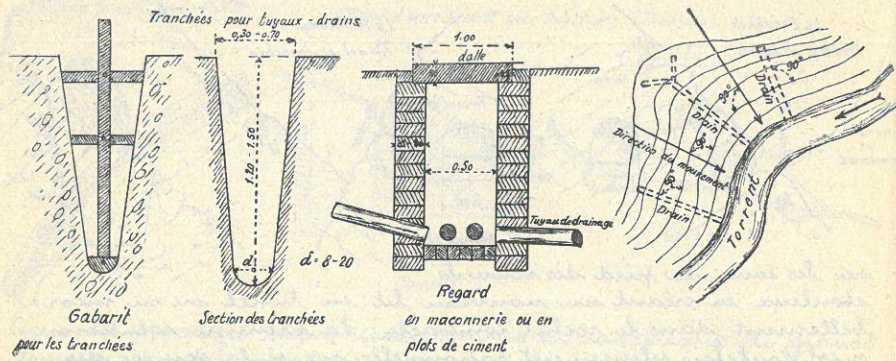
A. Glissements de fond. Ils sont provoqués par des infiltrations



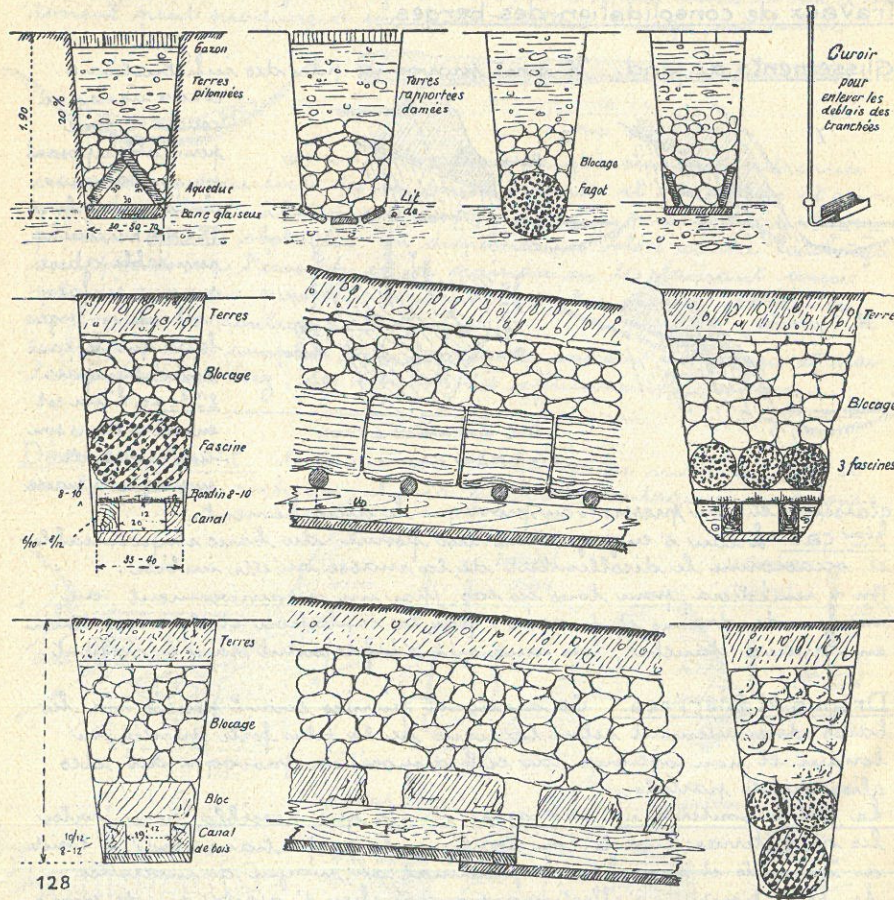
d'eau dans une couche de terre perméable reposant sur un banc rocheux ou argileux. 1^{er} cas. La couche perméable glisse sur une surface rocheuse ou argileuse que les eaux ont détrempée. 2^{ème} cas. L'eau est entravée dans son écoulement, elle imprègne la masse

glaiseuse et par pression en provoque le décrochement. 3^{ème} cas. L'eau s'engage dans une fissure du banc imperméable et occasionne le décollement de la masse qu'elle imbibe. On y remédiera, pour tous ces cas, par un assainissement au moyen de drains et pierres, par la captation et la dérivation en canaux étanches, des eaux qui s'infiltreraient dans le versant.

Drains et pierres. Ces drains et pierres seront placés sur les bancs de soutènement selon la ligne de la plus forte pente du terrain et non obliques car cette disposition provoquerait des glissements partiels. La carti souterraine sera aussi étroite que possible, pour éviter les gros terrassements; on vérifiera le profil transversal à l'aide de gabarits et le profil longitudinal au moyen de nivelettes. Le remplissage s'effectuera par couches d'argile ou de pierres battues et pilonnées.

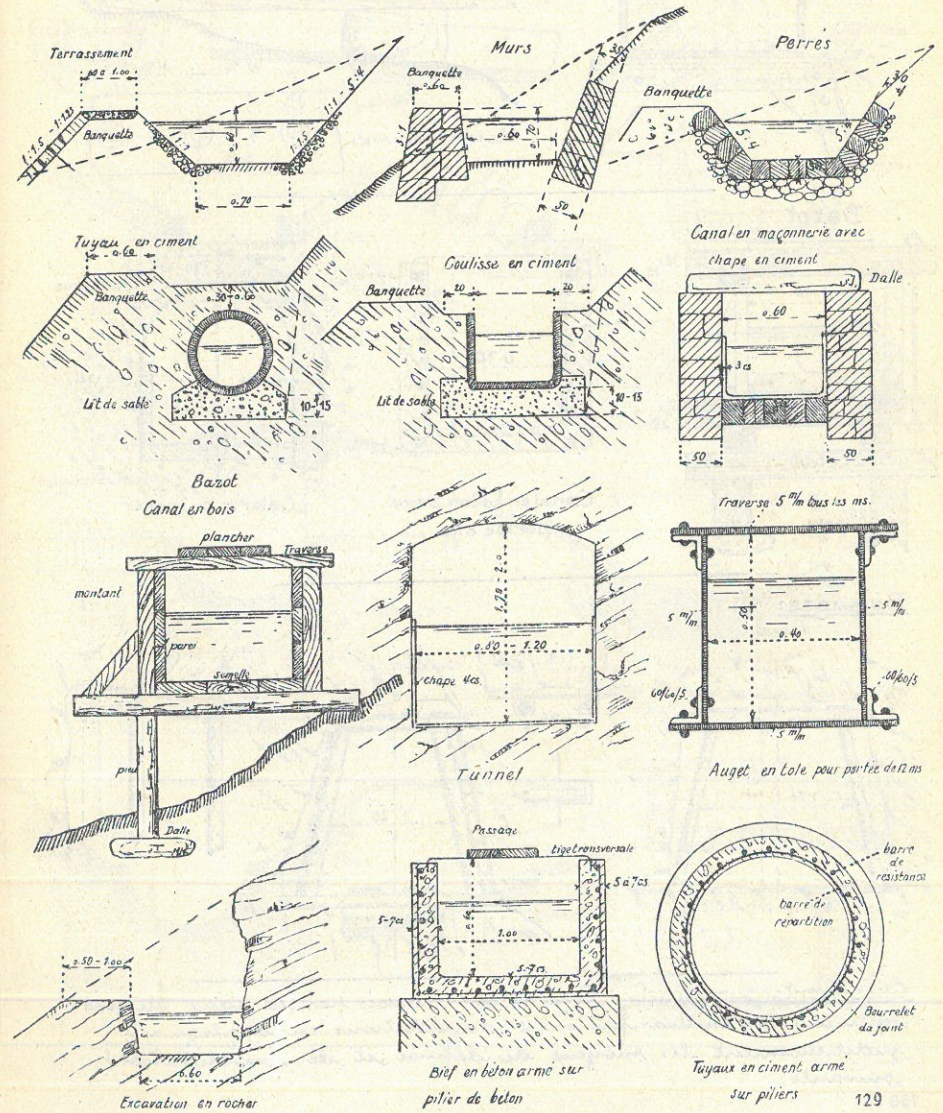


Types de Drains et Pierrées.

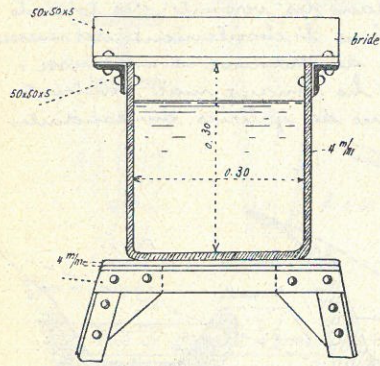


Canaux d'irrigation. (bisses) Les canaux d'irrigation dont les conditions d'établissement sont défectueuses permettent à une partie de leurs eaux de s'infiltrer dans les versants des torrents et de provoquer le glissement ou même l'éboulement des masses détremées. Avant d'entreprendre des travaux d'assainissement il sera très utile de restaurer les canaux mal construits et souvent d'en dériver les eaux dans des galeries ou conduites étanches.

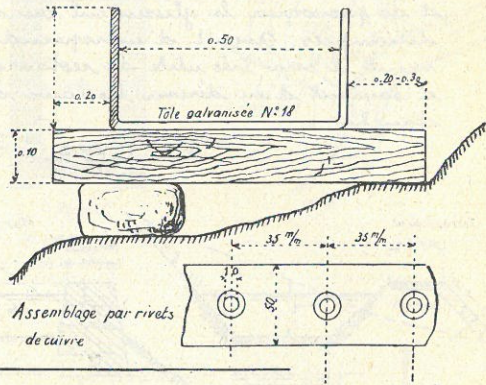
Types.



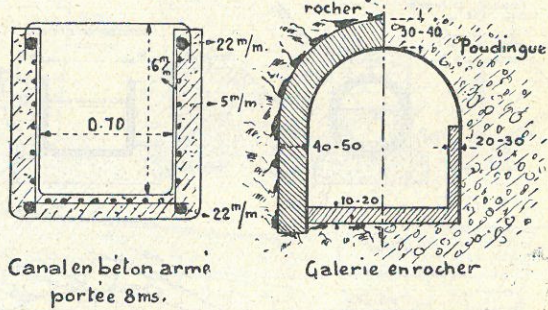
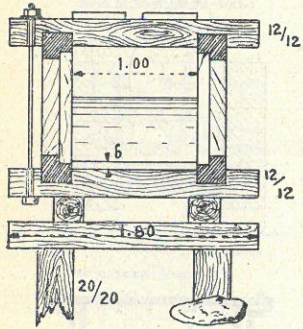
Coulotte métallique



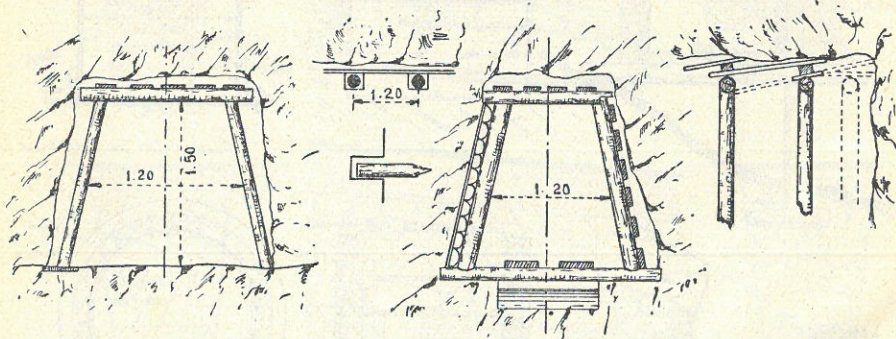
Bache métallique



Bazot.



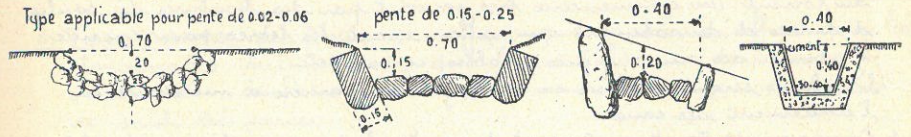
Boisages:



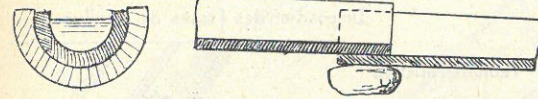
Glissements superficiels. Ceux-ci sont causés par les eaux de ruissellement. On mettra fin à ces dégradations en appliquant judicieusement les moyens de défense et de consolidation suivants:

1. Aqueducs. On détournera les eaux en les recueillant au moyen de canaux ouverts.

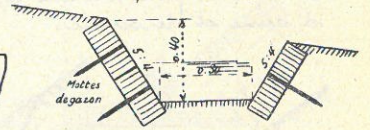
Type applicable pour pente de 0.02-0.06



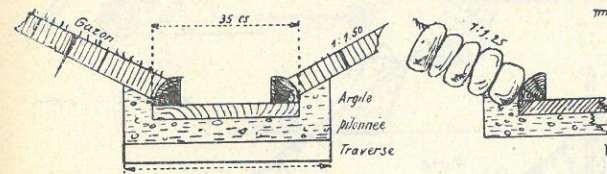
Aqueduc de bois en grume



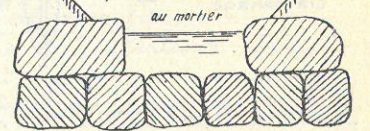
Aqueduc en moëles gazonnées



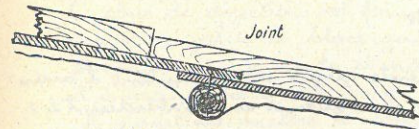
Aqueduc en pierres plates



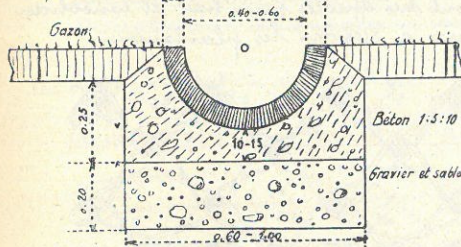
Aqueduc en moëles rejointoigées au mortier



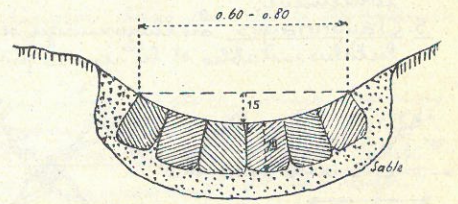
Joint



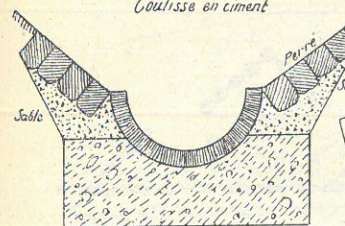
Aqueduc en béton



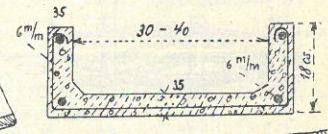
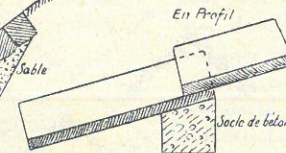
Gondole en pavés bruts pour pente 0.06-0.18



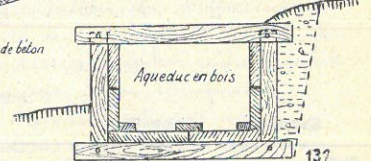
Coulisse en ciment



Coulisse en béton armé

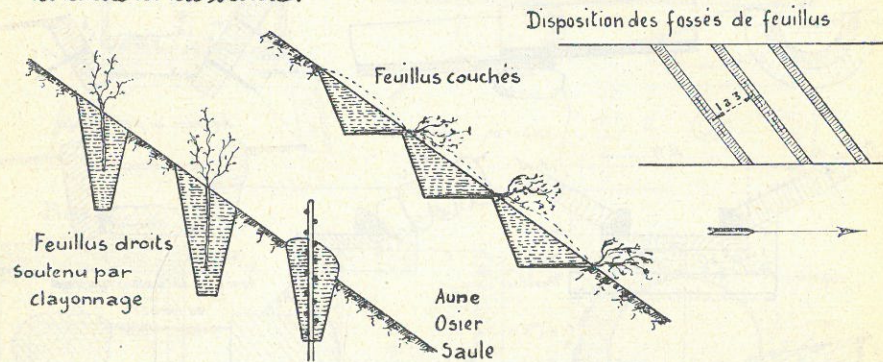


Aqueduc en bois



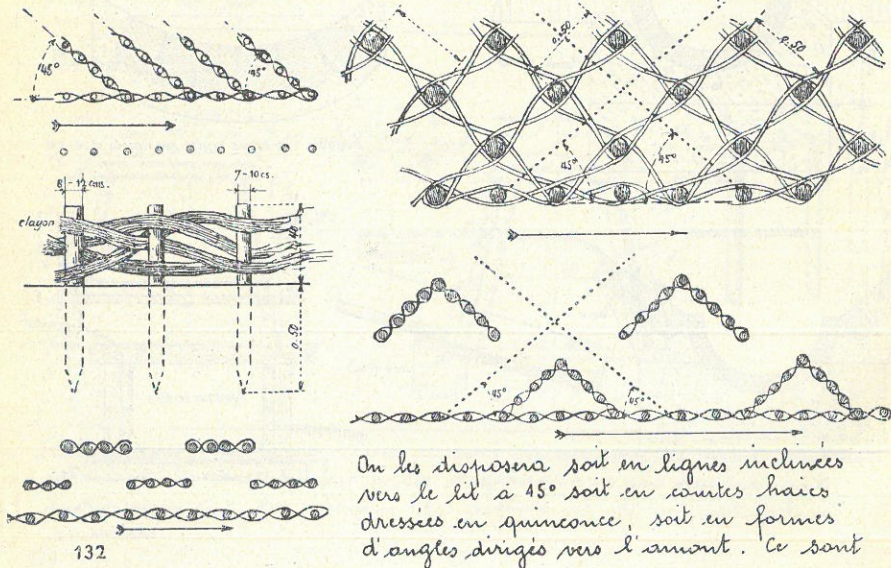
2. Plantations. On choisira les essences aux racines traçantes et drageonnantes qui croissent déjà naturellement dans le bassin du torrent. On commencera très souvent par des boutures de saules, d'aunes et de robiniers qui raffermissent les terres pour ensuite y planter des aunes, frênes, érables, cytises, etc. Les plants seront disposés en échiquier de manière à mieux briser l'écoulement des eaux.

3. Cordons de Feuillus. Ce sont de courtes haies en robinier, érable, aubépine, frêne ou des fossés interrompus et garnis de boutures d'aune et de saule.



4. Semis et Gazonnement. Les revêtements gazonnés présentent l'avantage d'absorber et d'emmagasiner les eaux et d'en retarder l'écoulement.

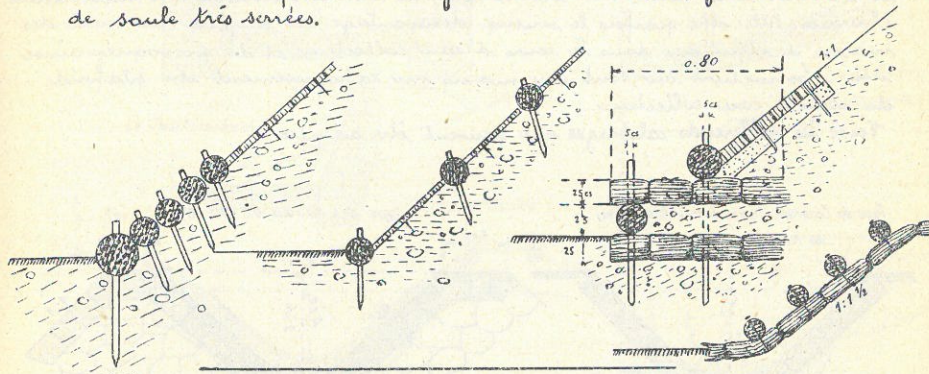
5. Clayonnages. Les clayonnages seront très efficaces pour fixer et consolider les talus instables et les rendre propres à recevoir les plantations.



On les disposera soit en lignes inclinées vers le lit à 45° soit en courtes haies dressées en quinconce, soit en formes d'angles divergés vers l'amont. Ce sont

des piquets de saule frais reliés par des branches flexibles appelées clayons.

6. Fascinages. Les fascinages rempliront le même office que les clayonnages. On emploiera donc la petite fascine de 20 à 40 cms de diamètre, confectionnée régulièrement au moyen de branches de saule très serrées.

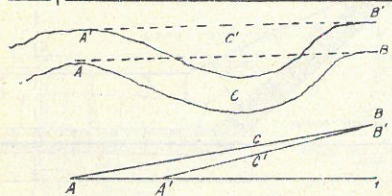


Travaux de protection sur le Cône de déjection.

Le cône de déjection est formé des amas de matériaux, boue, graviers, galets et blocs que le torrent a déposés par suite du changement de pente et partant de la diminution de la force d'entraînement des eaux.

Il s'agit de mettre le cours d'eau en état d'entraîner ses matériaux sinon de les lui faire déposer dans des places de retenue spécialement aménagées à cet effet.

A. L'augmentation de la vitesse d'écoulement des eaux pourra être acquise par les artifices suivants: Coupage et resserrement Curage et canalisation.



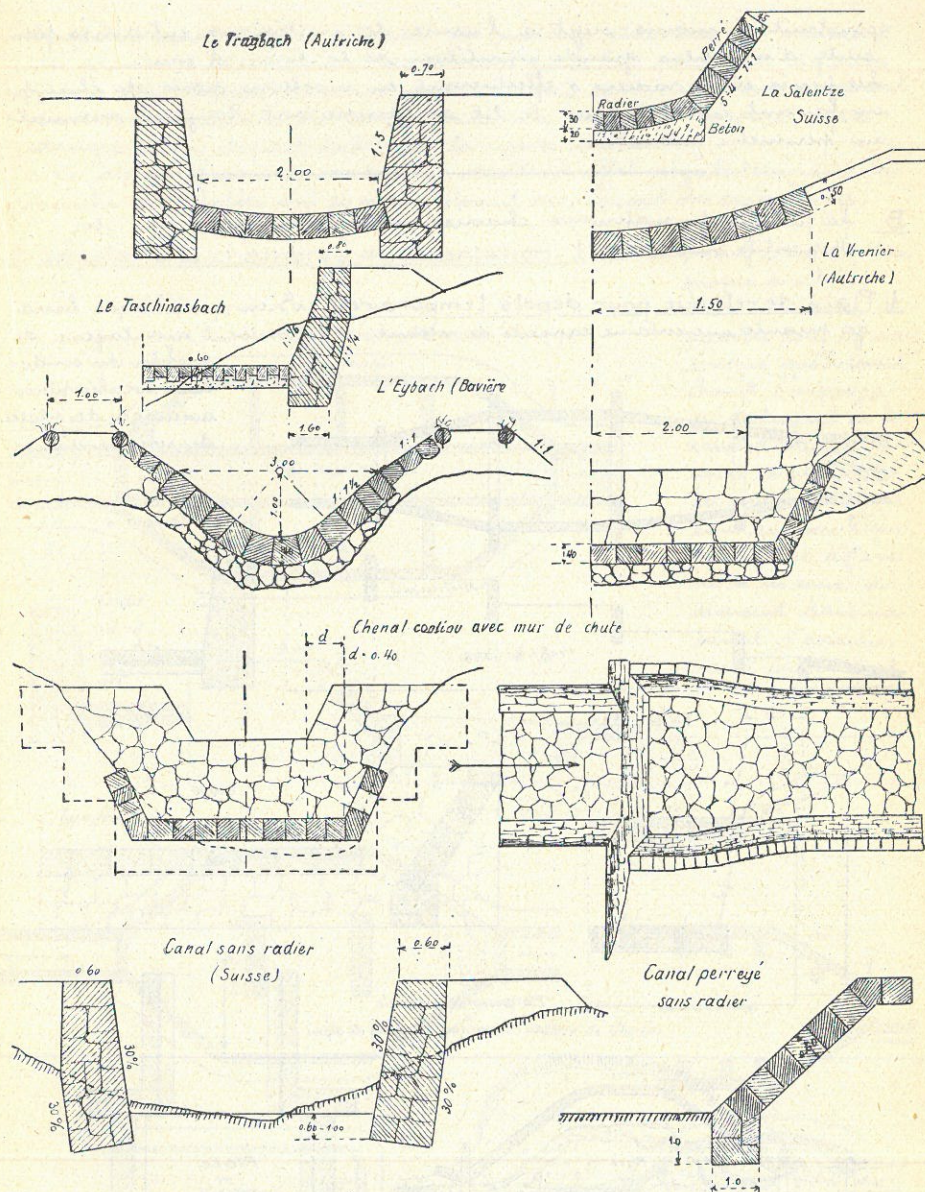
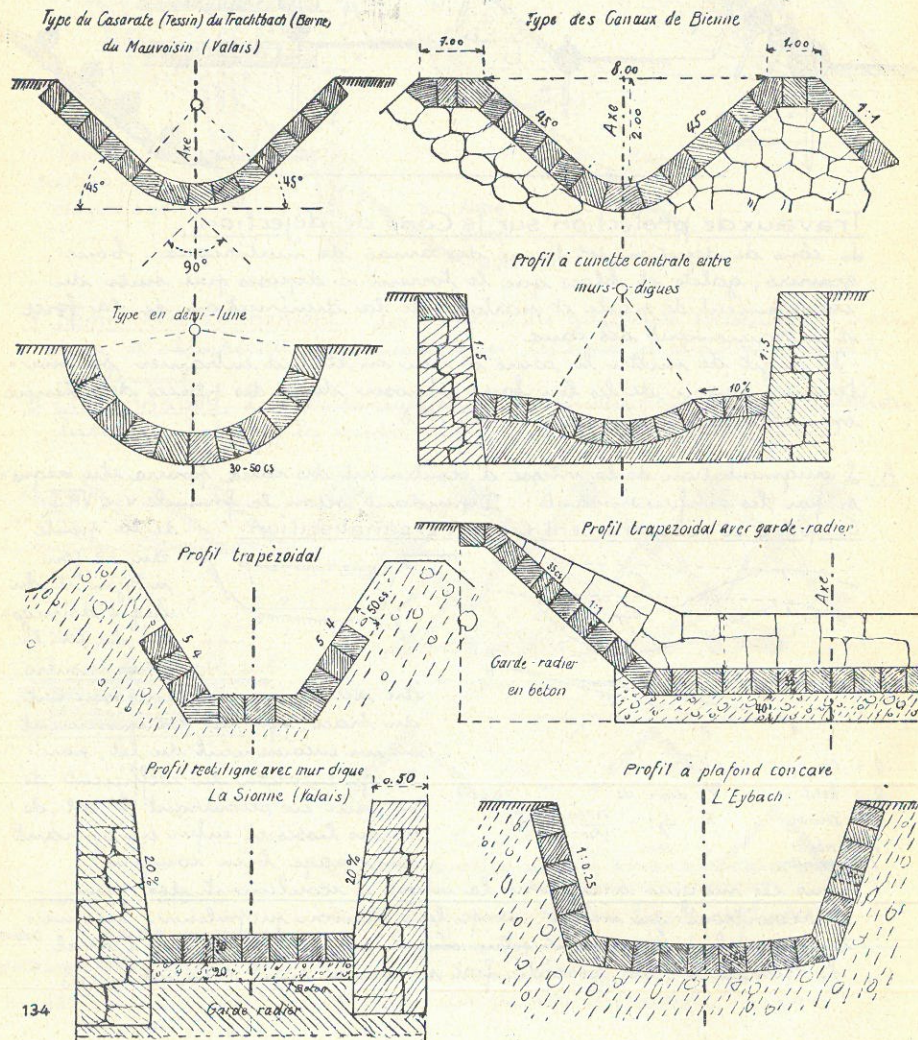
$Q = Fv$ $v = C \sqrt{R.S}$
 Q = Débit C = degré de rugosité (15 à 80)
 F = section $R = \frac{S}{L}$ Surface $abcd$
 v = vitesse J = pente ligne $abcd$
 L = périmètre

de la pente, du rayon moyen et du degré de rugosité du lit la vitesse pourra être accrue par un redressement du tracé, par un rétrécissement ou un encaissement du lit, par l'augmentation du coefficient de rugosité en recouvrant le sol de parois lisses et enfin en opérant un curage bien compris.

Tous ces moyens accélèrent la vitesse d'écoulement des eaux et accroîtront du même coup leur pouvoir propulseur. Les matériaux charriés seront plus sûrement entraînés vers l'aval. Le curage est un procédé fort simple et peu coûteux.

Son effet sera de réduire la résistance du lit, de faciliter l'écoulement des eaux et des matériaux et d'augmenter la force d'entraînement des eaux. On entassera les blocs contre les berges de manière à protéger celles-ci contre l'action érosive du courant. La canalisation en un chenal continu sera le moyen le plus sûr de donner aux eaux la vitesse utile à l'entraînement des matériaux charriés. Elle offre parfois le sérieux désavantage de projeter en aval des masses d'alluvions dans le cours d'eau collecteur et de provoquer ainsi une obstruction, ou tout au moins un exhaussement du plafond du cours d'eau collecteur.

Voici les différents calibrages qui peuvent être adoptés :



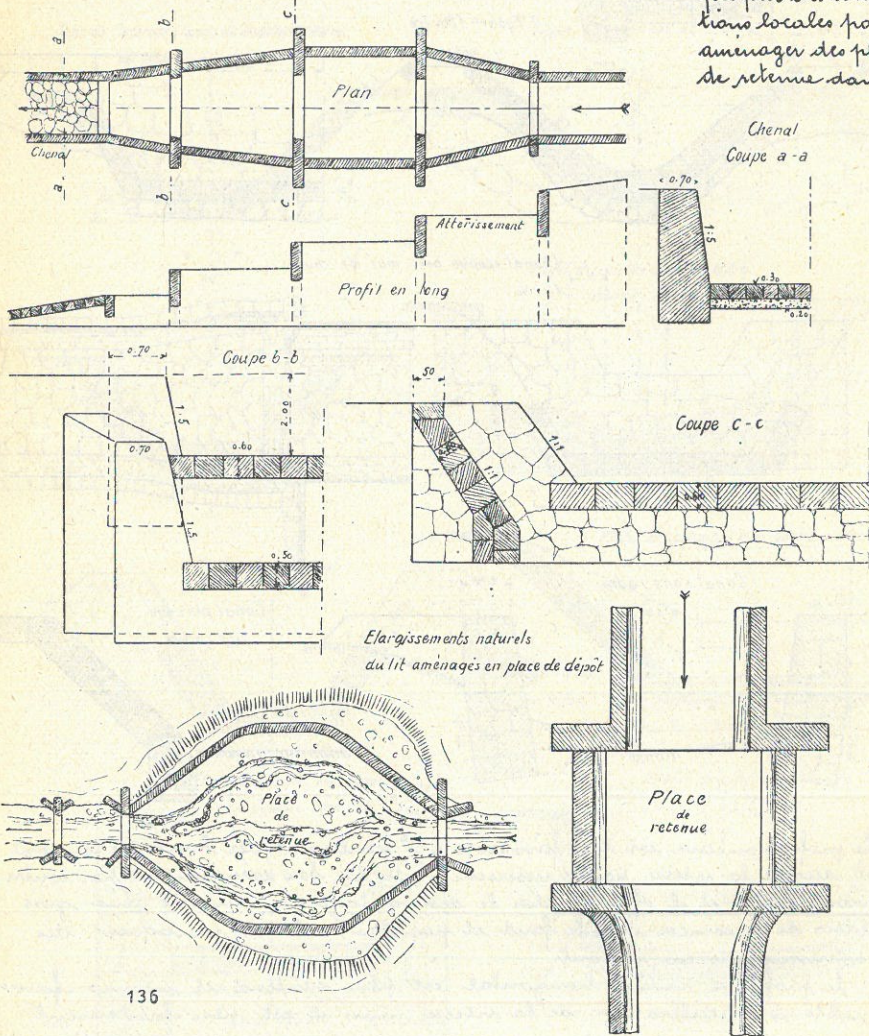
Le profil concave est très favorable à l'écoulement des basses eaux dont il accélère la vitesse par le resserrment du lit. Son exécution est par contre moins facile et il offre de plus le désavantage de permettre aux gros blocs de se souder dans le fond et par leur arrêt de provoquer des atterrissements en amont.

Le profil à radier horizontal est plus coûteux et moins favorable à l'accélération de la vitesse mais il est plus facilement

construit et moins sujet à l'usure des matériaux entraînés par suite d'une plus grande répartition de la lame d'eau.
 Les peris et les radiers s'effectueront en maillons posés de champ en faisant en sorte que le lit de carrière soit toujours normal au périmètre mouille.

B. La retenue des matériaux charriés pourra être opérée par les dispositifs suivants.

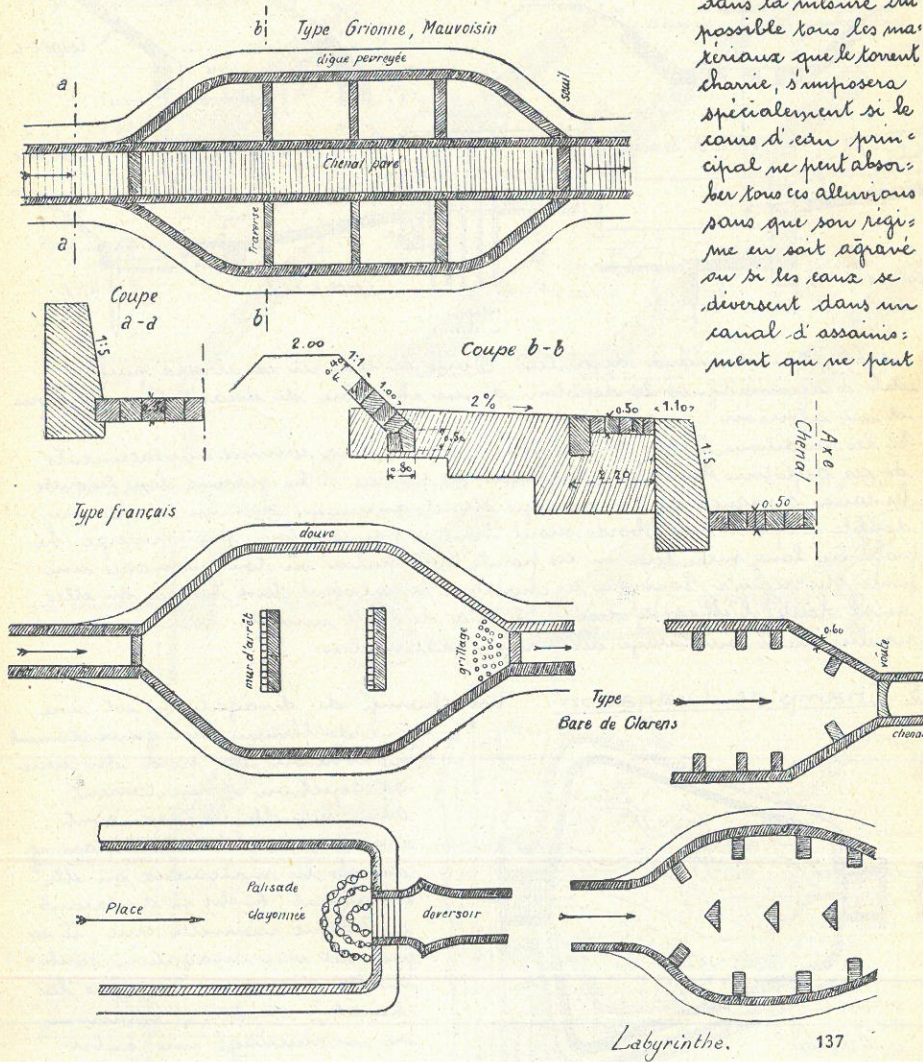
1. Place de retenue pour dépôts temporaires. Bien que chaque barrage présente une certaine capacité de retenue, il est souvent avantageux de profiter des conditions locales pour aménager des places de retenue dans



lesquelles une certaine quantité de matières charriées au moment des grandes crues, pourront se déposer pour être plus tard importées peu à peu lorsque les eaux seront moins saturées. Cet entraînement successif permettra de parer dans une certaine mesure, aux dangers d'un départ subit de la masse coulante.

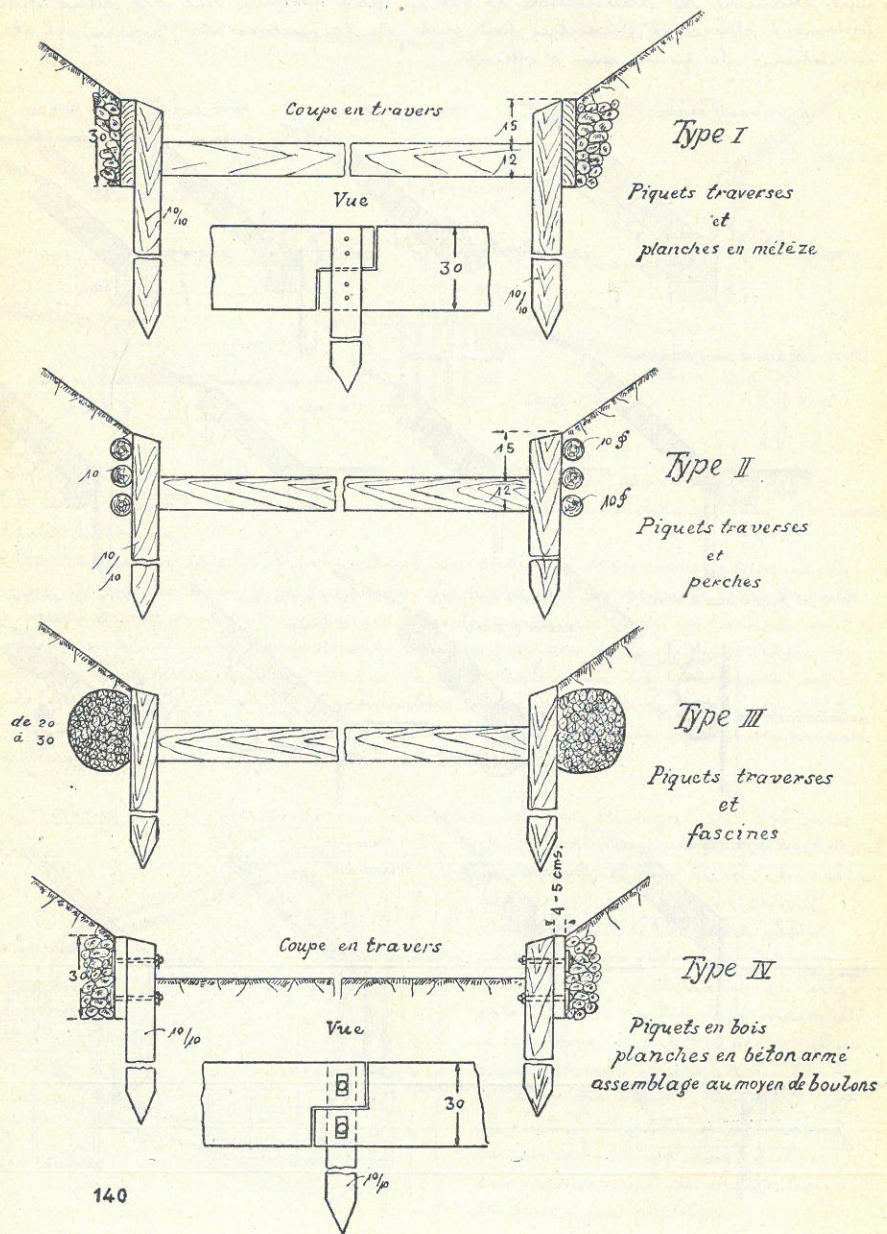
Ce dispositif pourra exercer un excellent effet régulateur sur la marche des sautées qui se manifesteront au moment des crues élevées.

2. Dépotoirs et chambres de décantation. L'établissement d'un dépotoir propre à retenir dans la mesure du possible tous les matériaux que le courant charrié, s'imposera spécialement si le cours d'eau principal ne peut absorber tous ces alluvions sans que son régime en soit aggravé ou si les eaux se divisent dans un canal d'assainissement qui ne peut



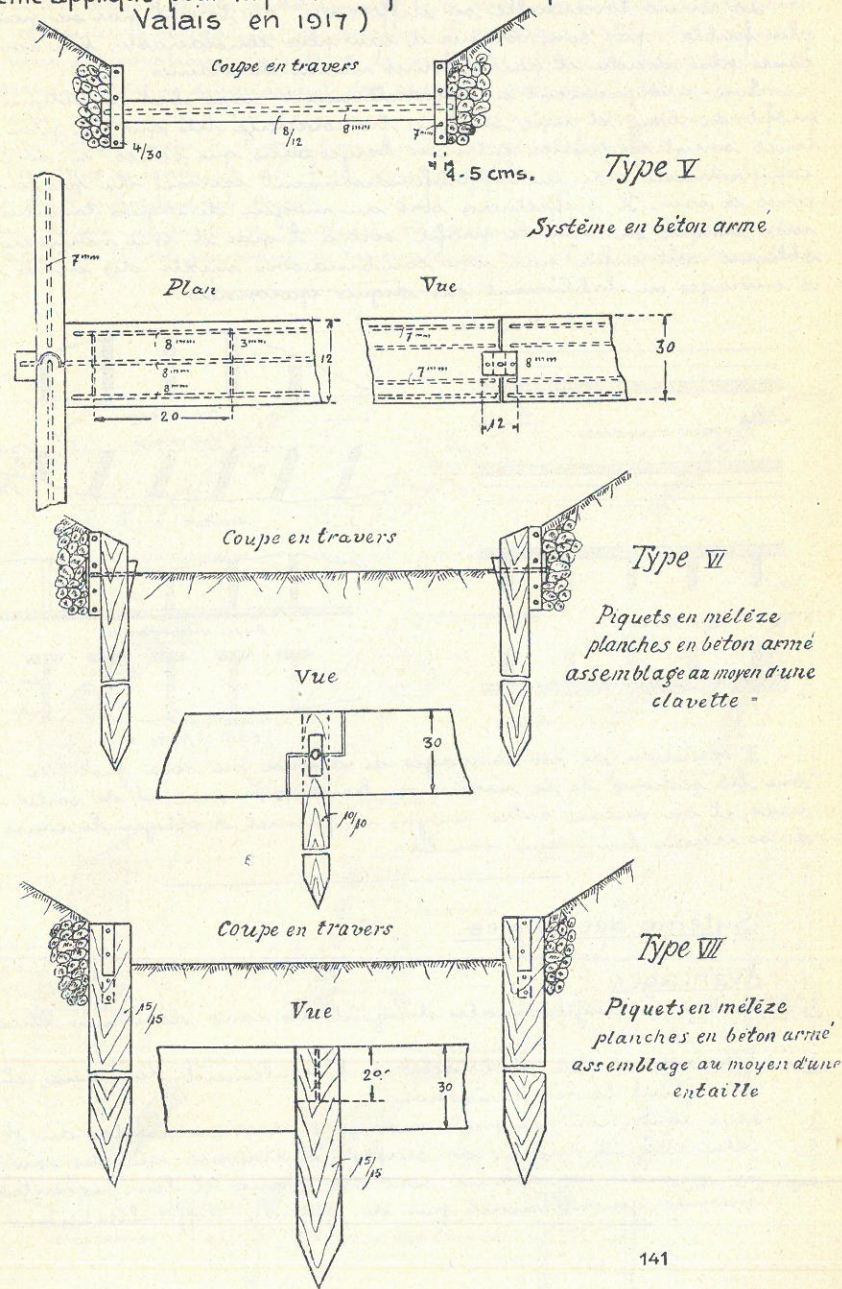
propre à retenir dans la mesure du possible tous les matériaux que le courant charrié, s'imposera spécialement si le cours d'eau principal ne peut absorber tous ces alluvions sans que son régime en soit aggravé ou si les eaux se divisent dans un canal d'assainissement qui ne peut

Protection des pieds des talus des canaux d'assainissement



Dispositions spéciales en béton armé

(Système appliqué pour la première fois dans la plaine du Rhône en Valais en 1917)

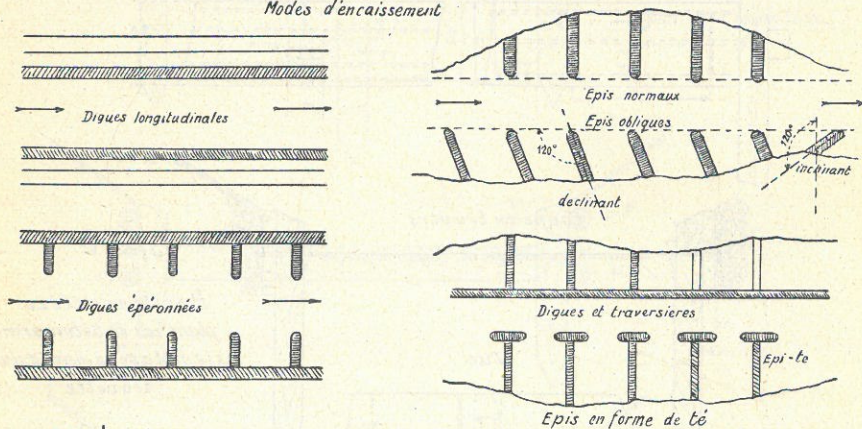


Rivières torrentielles.

La rivière torrentielle se différencie du torrent par sa pente plus faible, par son volume d'eau plus considérable, par son parcours plus étendu et par ses crues moins soudaines.

Son endiguement a essentiellement pour but d'obtenir un profil en long et une section transversale tels que les plus hautes crues soient contenues entre les berges sans que celles-ci soient compromises par un approfondissement excessif du plafond du cours d'eau. Il s'effectuera soit au moyen de digues longitudinales avec simple ou double profil soit à l'aide d'épis normaux ou obliques soit enfin par une combinaison mixte des deux sortes d'ouvrages en établissant des digues éperonnées.

Modes d'encaissement



L'exécution de ces ouvrages de défense ne sera justifiée que sur les sections de la rivière où les eaux menacent de sortir des rives, et où aucun autre moyen ne permet d'obliger le cours d'eau à se creuser lui-même son lit.

Système des Digués.

Avantages

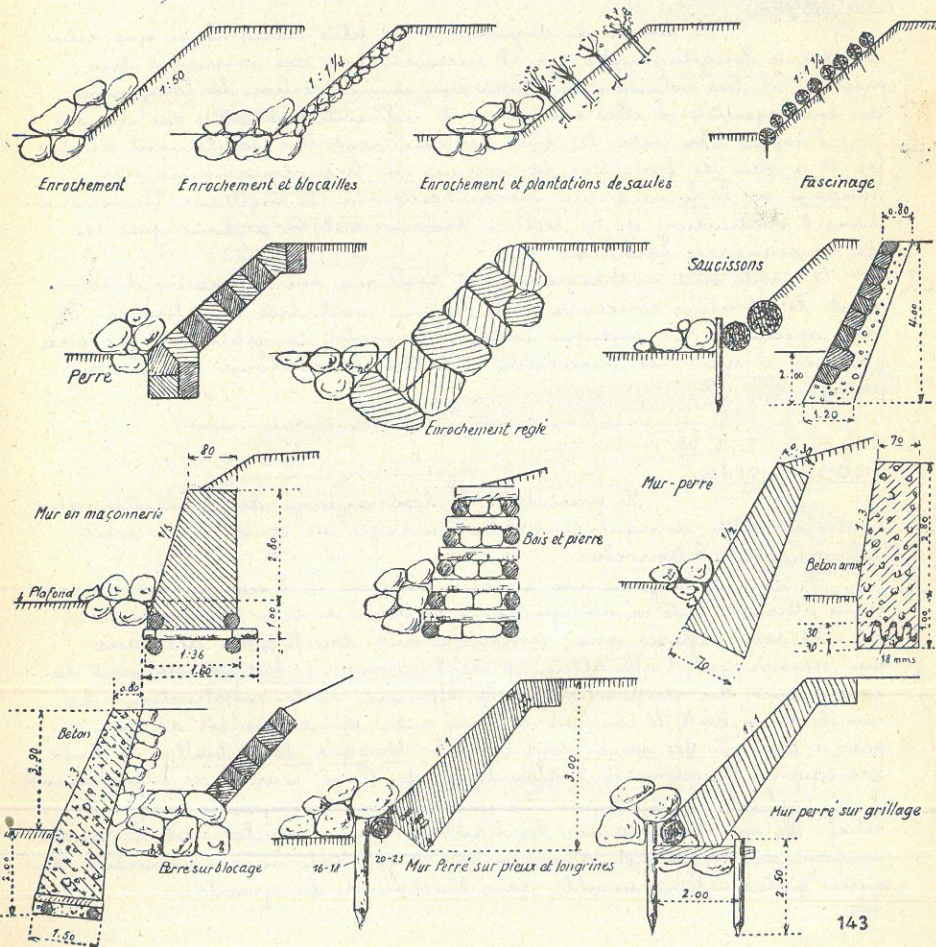
1. Les digues longitudinales dirigent les eaux dans un chenal bien limité.
2. Elles offrent peu d'obstacles à l'écoulement des eaux et en favorisent la régularisation.
3. Leur confection se prête aisément aux sinuosités du tracé.
4. Elles exigent moins de surface d'emprise que les épis.
5. Les procédés de défense sont très variés et leur exécution ne présente généralement pas de grandes difficultés.

142

13.

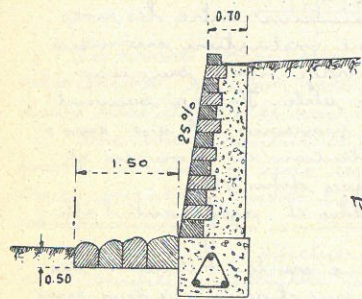
Désavantages.

1. La largeur de la section transversale à maintenir entre les rives est parfois très difficile à déterminer. Or une évaluation erronée peut entraîner l'obligation de détruire l'ouvrage établi sur une rive pour le reconstruire ensuite à la distance utile. Il sera souvent nécessaire d'édifier auparavant des ouvrages provisoires tels que enrochements, fascines et buttées jusqu'à l'obtention des données et procéder après coup à l'exécution des ouvrages définitifs. Ces faits entraînent des frais considérables et ajournent l'efficacité de l'endiguement projeté.
2. D'une façon générale ce procédé est coûteux vu la continuité des ouvrages qu'il est nécessaire de maintenir sur chacune des deux rives.

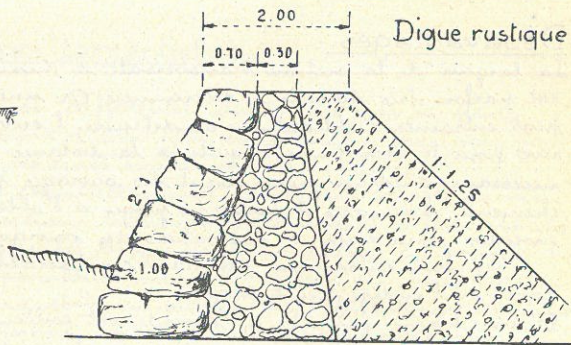


143

Mur en béton et moellons



Digue rustique



Système des Epis.

Avantages.

1. Le mode de diguement est plus économique que celui des digues longitudinales car il nécessite pas des ouvrages très profonds et très volumineux. Pour une même section les longueurs des épis ajoutées à elles mêmes sont inférieures à celles des digues.
2. L'espace libre entre les têtes des épis peut être facilement modifié et à peu de frais par la coupure ou le prolongement des mureaux en le faisant au niveau reconnu le meilleur. Une erreur dans l'évaluation de la section transversale n'a donc pas ici des conséquences fâcheuses.
3. Ce mode sera avantageusement appliqué sur des cours d'eau dont les données concernant le régime sont très incertaines. Il sera spécialement indiqué lorsque le profil longitudinal ne sera pas fixé et que des variations sensibles du plafond seront à présumer.

Inconvénients.

1. Ils présentent le désavantage de permettre aux basses eaux de divaguer entre les ouvrages si ceux-ci ne sont suffisamment rapprochés.
2. Ils offrent toujours un certain obstacle à l'écoulement des eaux si les atterrissements n'atteignent le niveau de leur couronnement.
3. Ils sont exposés aux remous et aux tourbillons des eaux qui occasionnent l'affouillement de l'ouvrage. Ce fait est souvent la conséquence des dispositions trop offensives de la construction. Les épis élevés rejettent le courant vers un autre point qui est dès lors exposé à l'action des eaux; tout obstacle brusque, toute saillie violente provoquent l'érosion et l'affouillement. Pour écarter ces inconvénients il est préférable d'appliquer les épis noyés et plongeants à faible relief. Ils modèrent ainsi les hautes eaux, régularisent le profil uniformisent le lit et d'une manière générale n'occasionnent aucune perturbation sensible dans l'action de la gravité.

4. Ils provoquent des frais d'entretien parfois onéreux surtout si les têtes ne sont pas solidement ancrées et si elles ne sont pas assises sur un terrain relativement inaffouillable.
5. L'exécution des mureaux présentent souvent de sérieuses difficultés si la nature du terrain et les conditions locales ne sont pas favorables.

