

PONTS FORESTIERS EN BOIS⁽¹⁾

(Suite)

par J. ESTÈVE,
Ingénieur de recherches
au Centre Technique Forestier Tropical.

SUMMARY

WOODEN FORESTRY BRIDGES (PART III : CONCLUSION)

In Parts I and II of this article, the author dealt with the technical aspects of the elements constituting a forestry bridge. In this concluding part, he gives some practical suggestions.

RESUMEN

PUNTES FORESTALES DE MADERA (CONTINUACIÓN Y FIN)

Después de haber procedido, en los dos primeros artículos, a un estudio técnico de los distintos elementos componentes de un puente forestal, el autor finaliza por algunas sugerencias prácticas.

SUGGESTIONS PRATIQUES

Ce chapitre traite d'un certain nombre de données relatives à la détermination et à la mise en œuvre des divers éléments d'un ouvrage. Bien suivies, ces données simplifieront la tâche du forestier et amélioreront la tenue de l'ouvrage.

Six points seront successivement examinés :

- Une méthode pratique d'implantation de l'axe du pont et des culées.
- La détermination pratique de la largeur du lit majeur du cours d'eau et de la longueur du pont.
- Le choix des bois, déjà traité au chapitre 1.
- La préparation des bois avant mise en œuvre.
- La mise en œuvre des chevalets et des palées de pilots.
- La protection et la préservation des bois utilisés.

IMPLANTATION DE L'AXE DU PONT ET DES CULÉES.

L'emplacement et le type d'un ouvrage étant déterminés, il est possible de commencer la maté-

rialisation sur le sol de l'axe du pont et des culées. On peut opérer de la façon suivante :

Au point d'affleurement présumé des eaux, on place un liteau dont la verticalité est vérifiée au fil à plomb. La hauteur de ce liteau dépendra de la hauteur qu'on désire ménager entre le bord inférieur de la travure et le niveau des plus hautes eaux connues (au minimum 1 m). S'appuyant sur le sommet de ce liteau, d'une part, et sur le terrain, d'autre part, on place un deuxième liteau dont on vérifie l'horizontalité à l'aide d'un niveau.

Le point B détermine ainsi le sommet de la culée (fig. 20). On place un jalon au point B. La même opération est effectuée sur la rive opposée. On détermine ainsi un point B'.

On vérifie au moyen d'un niveau, que les points B et B' ont bien la même cote.

On place ensuite un nouveau jalon A à 4 m en arrière du précédent, de telle sorte que l'alignement

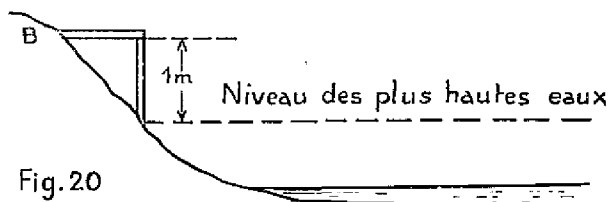
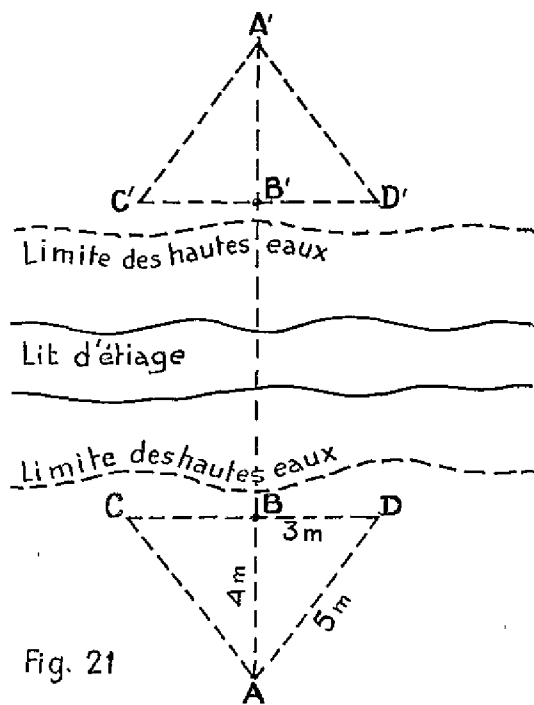


Fig. 20

(1) Le début de cette étude a été publié dans le n° 111, p. 33 et le n° 115 p. 33.



AB B' soit dans l'axe du pont et l'on vérifie cet alignement.

De part et d'autre de B, on place deux autres jalons, de sorte que la distance mesurée horizontalement entre chacun de ces jalons et le point B soit de 3 m, et la distance entre ces jalons et le point A soit de 5 m.

La ligne CBD matérialise le bord extérieur de la culée. Cette ligne est perpendiculaire à l'axe du pont suivant AB. On procède de la même façon sur la rive opposée. Les lignes jalonnées CD et C'D' sont donc parallèles (fig. 21).

Si l'on envisage l'établissement de palées-culées, les pilots de chacune de ces palées sont implantés sur les alignements CD et C'D'. Sur ces alignements on plante des piquets à l'emplacement que doivent occuper, par rapport à l'axe du pont, les pilots de chaque palée. Au moment du battage des pilots, on place la pointe de ceux-ci dans les alvéoles laissées dans le sol par les piquets que l'on aura successivement arrachés.

On peut matérialiser la trace d'une culée en maçonnerie par des groupes de piquets débordant l'alignement CD, reliés par des liteaux sur lesquels on enfonce légèrement des clous à un écartement correspondant aux épaisseurs des maçonneries, de telle sorte que des ficelles tendues d'un clou à l'autre délimitent exactement ces épaisseurs (fig. 22).

Fig. 21

DÉTERMINATION DE LA LARGEUR DU LIT MAJEUR D'UN COURS D'EAU ET DE LA LONGUEUR D'UN PONT.

S'il n'est pas possible de mesurer directement la largeur du lit majeur et la longueur que doit avoir un pont, on peut procéder de la façon suivante :

Après avoir examiné l'axe AA' du pont et matérialisé par les piquets CBD et C'B'D' les bords extérieurs des culées, on place sur la rive de départ un jalon E dans l'alignement CBD et à 50 m, pour fixer les idées, du point B, cette distance étant mesurée horizontalement.

On trace sur le sol une perpendiculaire à BE par la méthode précédemment indiquée pour l'implantation des culées et on place un jalon F sur cette perpendiculaire (à 10 m par exemple).

On fait ensuite tenir un jalon G sur l'alignement BE, de telle sorte que ce jalon soit également situé sur l'alignement B'F. On mesure GE. La longueur BG est donc égale à BE-GE. La similitude des triangles rectangles B'BG et GEF permet d'évaluer directement la longueur du pont BB' (fig. 23).

CHOIX DES BOIS.

Une liste des essences sélectionnées en vue de leur utilisation comme bois de pont a été donnée dans la première partie de cette étude (cf § 1). Il ne faut cependant jamais oublier qu'une sur-

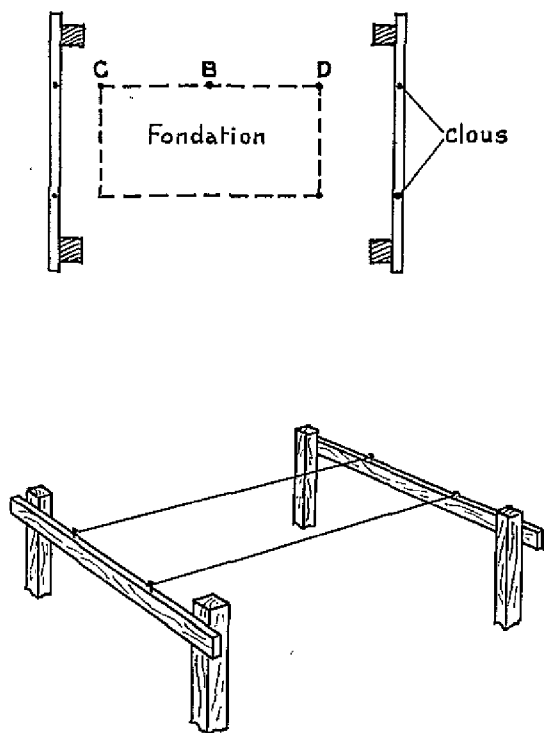


Fig. 22

veillance de la sélection, de la mise en œuvre et de l'assemblage de ces bois, suffit à transformer la durée de vie d'un pont forestier, surtout en ce qui concerne les culées. Les grumes utilisées comme éléments de travure d'une même portée, doivent posséder en principe le même diamètre, le même défilement et les mêmes caractéristiques mécaniques. Elles doivent être droites, saines, sans bourrelets de cicatrisation, roulures, grosses fentes ou tous autres défauts qui peuvent diminuer leur résistance.

Il est préférable par ailleurs, d'abattre les grumes de travure aussi longtemps que possible avant la construction du pont. Pour éviter les fentes dues au retrait, on laissera sécher les grumes avec leur écorce et on ne les écorcera et désaubiérera qu'au moment de l'utilisation.

Lors de la mise en œuvre, ne pas tolérer de mauvais assemblages, ni de surfaces de contact non uniformes.

PRÉPARATION DES BOIS.

Avant de mettre en œuvre toute pièce de bois, il est nécessaire de la ligner ou de la contre-ligner, pour déterminer avec suffisamment de précision l'axe de figure de la pièce et tracer sur les quatre faces de la pièce les projections de cet axe.

S'il s'agit de bois ronds, on les place à peu près horizontalement sur des avivés et on les cale solidement. On scie les deux bouts, puis on applique horizontalement deux règles R et R', à droite et à gauche du bois dans la partie la plus large ; on place au-dessus des règles, un mètre gradué qui permet d'évaluer après tâtonnement le diamètre de la pièce à cette extrémité.

On matérialise le point O, milieu de cette longueur, et en faisant passer le fil à plomb par ce point, on détermine deux points C et D qui permettent de tracer la verticale CD. On répète les mêmes opérations à l'autre extrémité et l'on trace cd. A l'aide du compas, on achève de tracer les traits carrés et l'on joint au cordeau leurs extrémités Cc, Bb, Aa, Dd. Le bois est alors ligné et contre-ligné. (fig. 24).

Pour des bois équarris ou avivés, on opérerait de façon similaire.

MISE EN ŒUVRE DES BOIS

Mise en œuvre des chevalets.

La mise en œuvre des chevalets suppose, au préalable, la reproduction grandeur nature sur une aire plane, en y faisant figurer les axes des pièces de bois, des croquis d'exécution déterminés au bureau. C'est ce qu'on appelle l'épure.

Cette façon de procéder, également utilisée en charpente, a pour but de construire le chevalet au

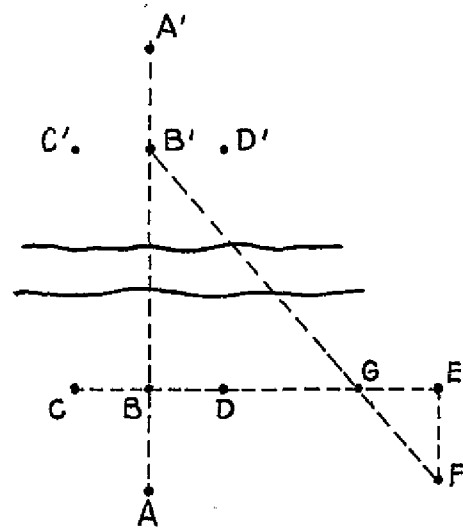


Fig. 23

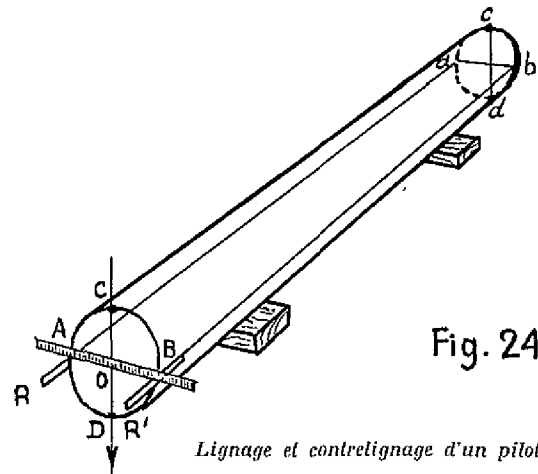


Fig. 24

Lignage et contre-lignage d'un pilot.

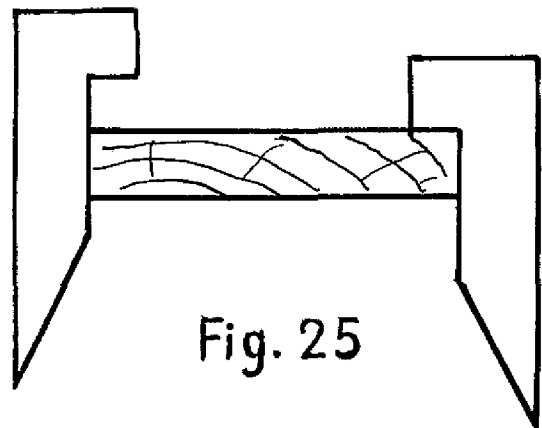


Fig. 25

Fixation des planches de l'épure.

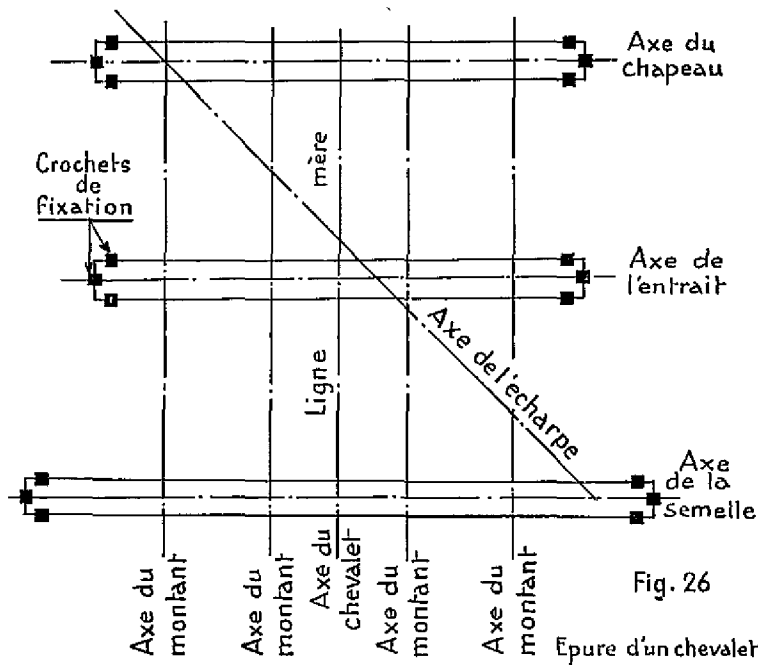


Fig. 26

Epure d'un chevalet

sol afin d'assurer un bon assemblage et la correspondance des trous de boulonnage.

Sur le sol bien damé et bien dressé, on place un certain nombre de planches et de madriers, correspondant aux pièces constituant le chevalet : chapeaux, entrails, semelles, montants, écharpes. La position de ces planches doit être rendue invariable au moyen de piquets à encoche que l'on enfonce deux à deux en frappant alternativement sur l'un et sur l'autre, de façon à ne pas déranger le madrier (fig. 25). Lorsque toutes les planches sont fixées, on trace les lignes de l'épure, en commençant par une ligne de milieu du chevalet appelée ligne-mère. Cette ligne-mère sert de repère à toutes les autres lignes de l'épure (fig. 26).

Lorsque l'épure a été tracée sur le sol, on peut procéder à l'établissement des bois suivant les opérations suivantes :

- choix des bois après lignage et contre-lignage,

- mise sur lignes,
- tracé et coupe des assemblages,
- mise en joint ou essai d'assemblage,
- perçage des trous de boulons et boulonnage.

Lorsque toutes ces opérations sont faites, le chevalet est constitué et l'on peut procéder (après démontage si besoin est) à sa mise en place dans l'ouvrage.

Préparation, mise en fiche et battage des pilots.

FRETTAGE ET SABOTAGE DES PILOTS.

Avant toute mise en œuvre, il importe qu'un pieu soit fretté et saboté.

La frette est un anneau de métal destiné à protéger la tête du pilot pendant le battage ; le sabot est un cône de métal facilitant la pénétration dans le terrain à traverser. Outre l'amélioration de sa solidité en cours de battage, ces opérations éviteront au pilot de tourner ou de se déverser pendant le battage.

Pour cela, il faut que la frette soit concentrique à la base du mouton quand ce dernier repose sur le pilot. Il faut, en outre, que l'axe du sabot et l'axe de la frette soient confondus en un même axe parallèle à celui du pilot. Si la sonnette possède une cale entre les jumelles (montants de la sonnette) et le pilot, on choisit l'épaisseur de cette cale, de façon que l'axe du sabot et de la frette soit aussi peu différent que possible de l'axe du pilot.

Choisir ensuite l'axe de la frette en fonction de la distance des jumelles au centre du mouton ou de l'enclume et de l'épaisseur de la cale (fig. 27).

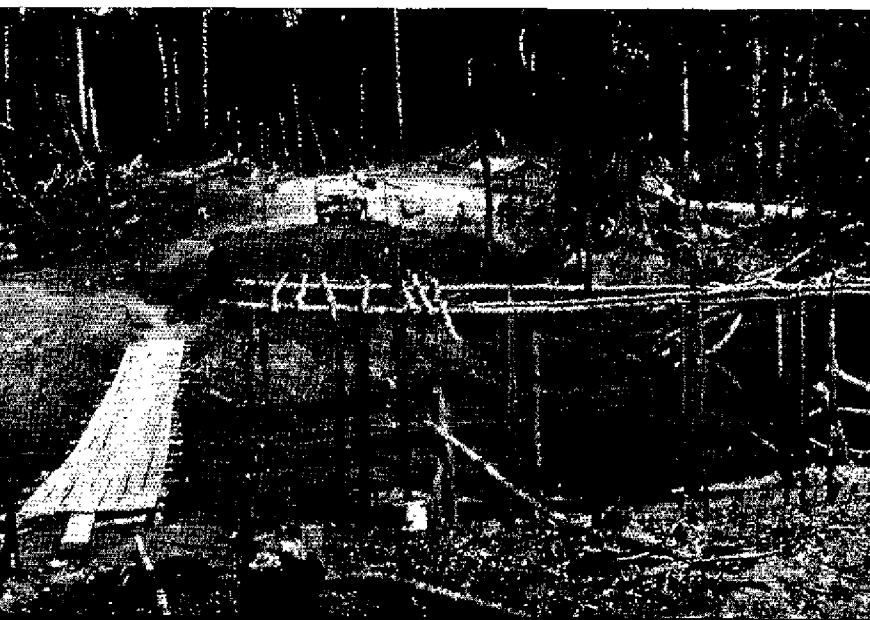
Démaigrir la tête du pilot suivant une surface conique. La frette étant chauffée au rouge sombre, soit à la forge, soit au feu de bois, la présenter et l'enfoncer bien serrée au moyen d'une masse. Arroser la frette pour la refroidir. Scier la partie du pilot qui dépasse pour éviter le champignon-nage.

Le pilot étant fretté, on procède à la mise en place du sabot.

Cette opération exige beaucoup de soin, car il faut faire en sorte qu'il n'existe aucun vide entre l'extrémité du pilot et le fond du sabot, sinon pen-

Armature en rails pour la construction d'une pile en béton.

Photo Estève.



dant le battage, le sabot se déplacerait et provoquerait le déversement du pilot (fig. 28).

Il faut opérer de la façon suivante :

Démaigrir le pilot jusqu'à ce que le sabot l'emboîte bien. Peindre ou carboniser légèrement l'extrémité du pilot avant de l'emboîter définitivement dans le sabot. Mettre ce dernier en place, le fixer au moyen de clous spéciaux à tête ronde et section carrée.

BATTAGE DES PILOTS.

Engins de battage.

Lorsque les pilots sont frettés et sabotés, on peut procéder à leur battage. Ce dernier s'effectue à l'aide d'une sonnette.

Toutes les sonnettes sont constituées par un bâti comprenant :

- une base généralement triangulaire appelée patin ou sole,

- deux pièces verticales appelées jumelles qui servent à guider le mouton ou le pilot, ces jumelles sont reliées à la partie supérieure par un chapeau ; elles sont assemblées avec la sole à une partie inférieure,

- des pièces obliques servant à contreventer les jumelles dans leur plan (bras ou contrefiches) et dans le plan perpendiculaire (rancher).

À la partie supérieure des jumelles est fixée la poulie sur laquelle passe le câble de manœuvre du mouton. Ce câble est actionné, soit à bras (sonnettes à tiraudes) soit au treuil (sonnettes à moteur).

Les caractéristiques des principaux types de sonnettes sont résumées dans le tableau 5.

a) Sonnette à tiraudes (fig. 29).

La sonnette à tiraudes est construite en bois. Le mouton d'un poids de 120 à 300 kg est en métal. Il est muni d'un tenon qui coulisse entre les jumelles, auquel est adapté un morceau de bois dur appelé « galopin » qui l'empêche de s'éloigner de celles-ci. Il est enserré à un câble passant sur la poulie de la sonnette. Au câble sont fixées des cordes de manœuvre ou tiraudes mesurant chacune 5 m de longueur. Le nombre de tiraudes est égal au nombre d'hommes nécessaires pour soulever le mouton. Il

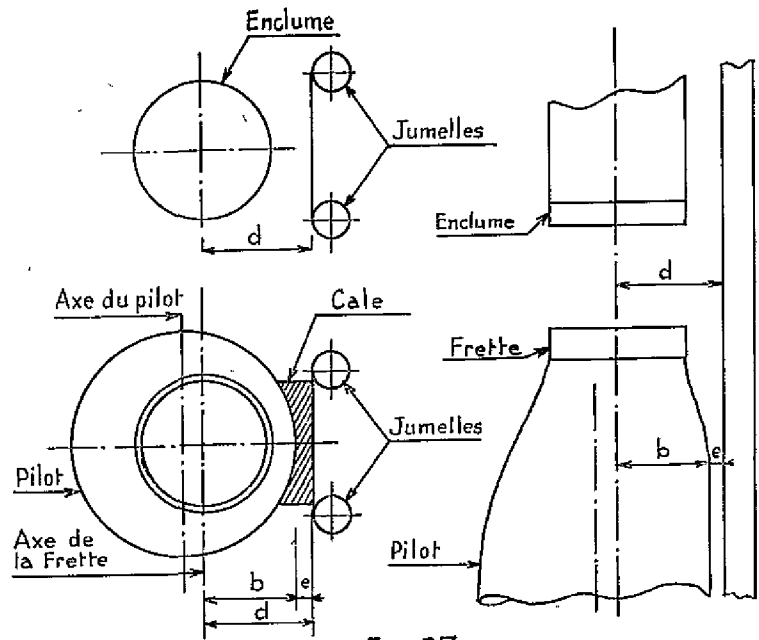
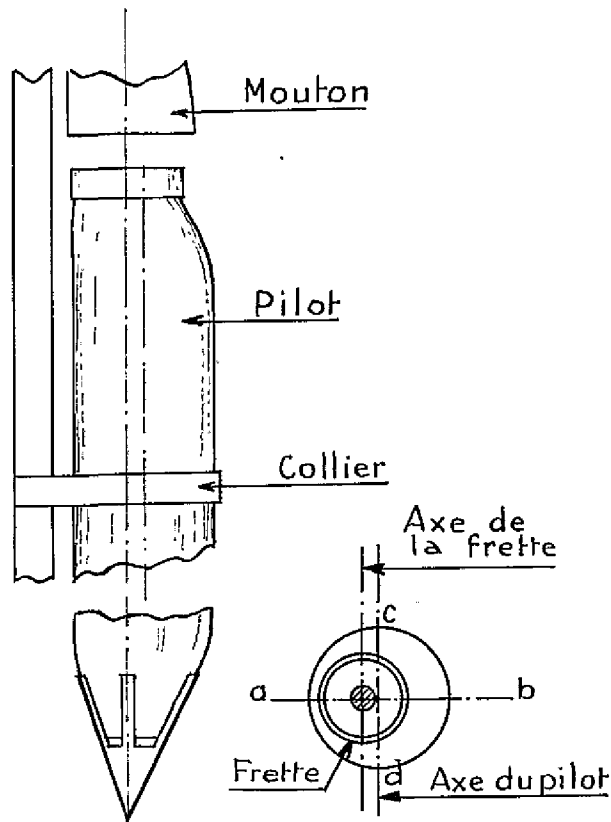


Fig. 27



Frettage et sabotage.

Fig. 28

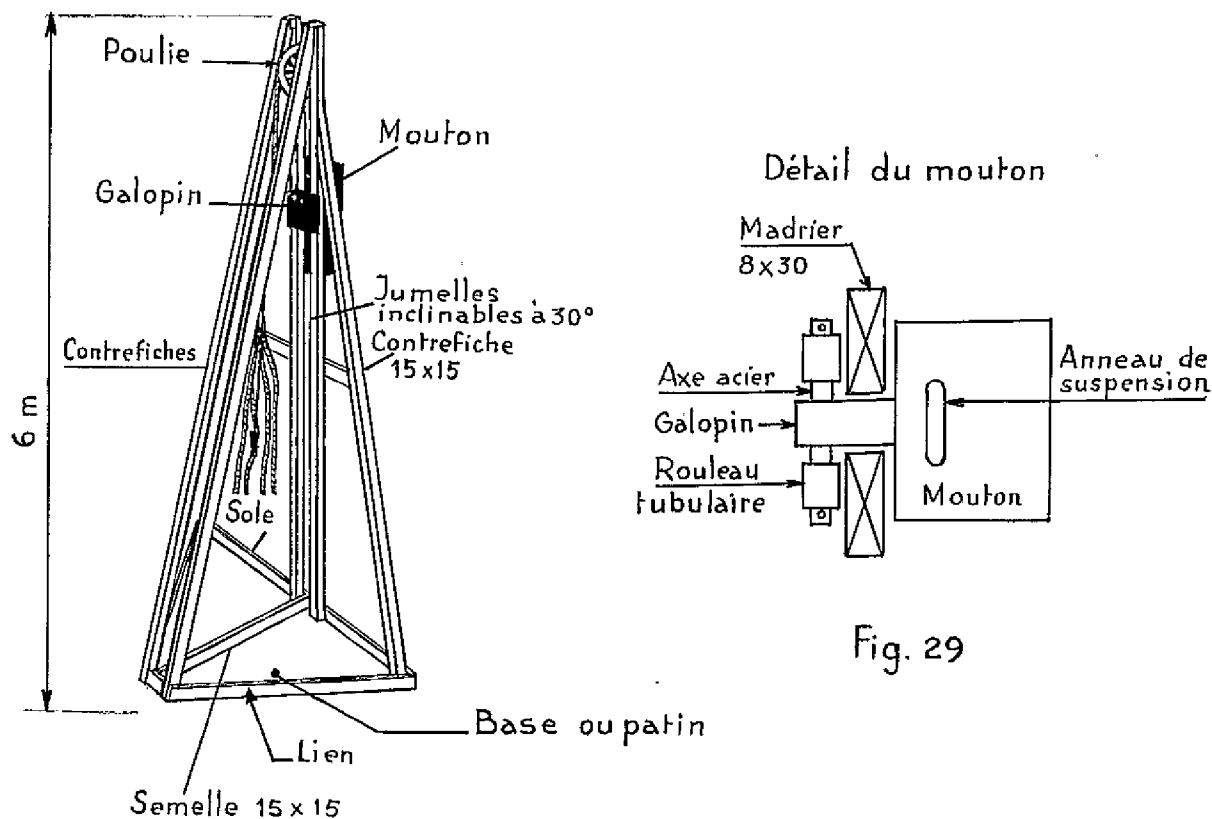


Fig. 29

TABLEAU 5

Caractéristiques des sonnettes

Types d'Engin	Haut. de chute du mouton (m)	Poids du mouton (kg)	Coups à la min.	Utilisation
a) Sonnette à tiraudes	1,5	150-400	5 à 6	Pieux en bois jusqu'à 25 cm de diamètre
b) Sonnette à décliv	4	500-800	4	Pieux en bois jusqu'à 25 cm de diamètre
c) Sonnette hollandaise	0,5 à 1,3	800-900	30 à 50	Pieux bois ou pieux légers en béton
Sonnette à treuil	1,2 à 3,3			

y a généralement 4 à 8 brins selon le poids du mouton.

Le mouton peut être mis à la position de repos « au renard » à différentes hauteurs, au moyen d'une cheville traversant les jumelles.

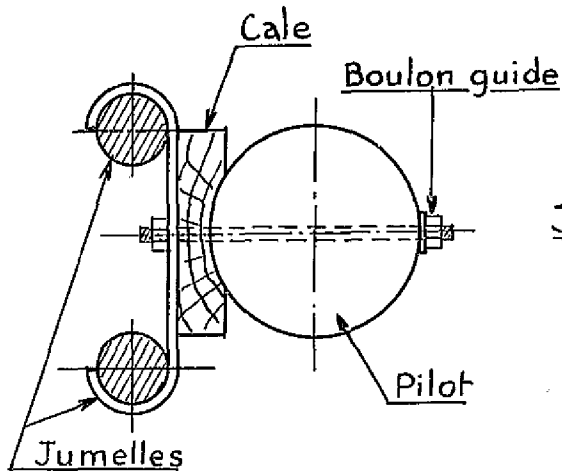
La sonnette à tiraudes mesure environ 6 m de hauteur. On donne aux jumelles une section de 15 x 15 au moins. La base ou patin a 3 à 4 m de longueur.

Lors du battage, il est avantageux de se servir d'un boulon-guide pour maintenir le pilot en direction et l'appliquer contre les jumelles de la sonnette (fig. 30).

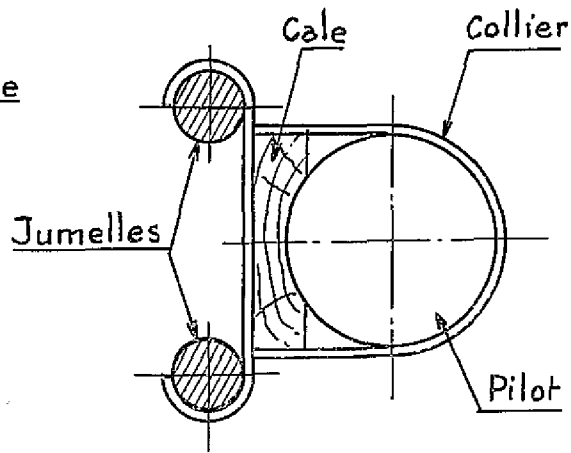
Le boulon-guide consiste en un boulon de longueur suffisante pour traverser tout le pilot et traverser également un galopin qui glisse entre les jumelles. Le trou du boulon-guide est percé à environ 1 m au-dessous de la tête du pilot, exactement dans le plan axial perpendiculaire au plan des jumelles.

Sur les sonnettes plus élaborées, le pilot est maintenu contre les jumelles par une chaîne ou un collier fixé sur le galopin. Ce système moins rigide (le pilot peut tourner sur son axe) supprime toutefois le perçage du trou pour boulon-guide (fig. 31).

Les sonnettes doivent être installées sur des pla-



Boulon guide Fig.30



Collier de serrage Fig.31

teformes dont l'horizontalité est soigneusement vérifiée et réglée à l'aide de cales s'il y a lieu.

Ces sonnettes s'emploient comme engins de fortune pour battre des pieux courts (longueur ≤ 5 m et légers).

b) *Sonnettes à déclic* (fig. 32).

Ces sonnettes sont du même type que les sonnettes à tiraudes, mais un peu plus puissantes.

Le mouton a un poids de 500 à 800 kg et a une chute de 3 à 5 m. Les tiraudes sont remplacées par un câble qui s'enroule sur un treuil à main. Ce câble est accroché au mouton au moyen d'un « déclic » à crochet ou à mâchoires, que l'on actionne à main par une cordelette qui lui est fixée (voir croquis 33).

L'inconvénient de ce type de sonnette est d'être d'une manœuvre lente.

c) *Sonnettes à treuil mécanique — sonnette hollandaise.*

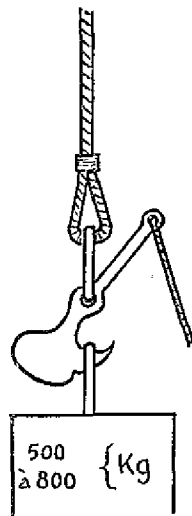
Ces sonnettes sont identiques aux sonnettes à déclic, mais le treuil au lieu d'être à main, est mécanique. Il est mû par un moteur à essence ou gas-oil.

En embrayant le tambour du treuil, le câble fixé au mouton s'enroule autour de ce tambour ; en débrayant le tambour devient fou sur son axe et le mouton tombe en chute libre, en entraînant le câble, et on recommence.

Ces sonnettes permettent une vitesse de coups beaucoup plus grande et l'emploi de moutons atteignant jusqu'à 2.000 kg.

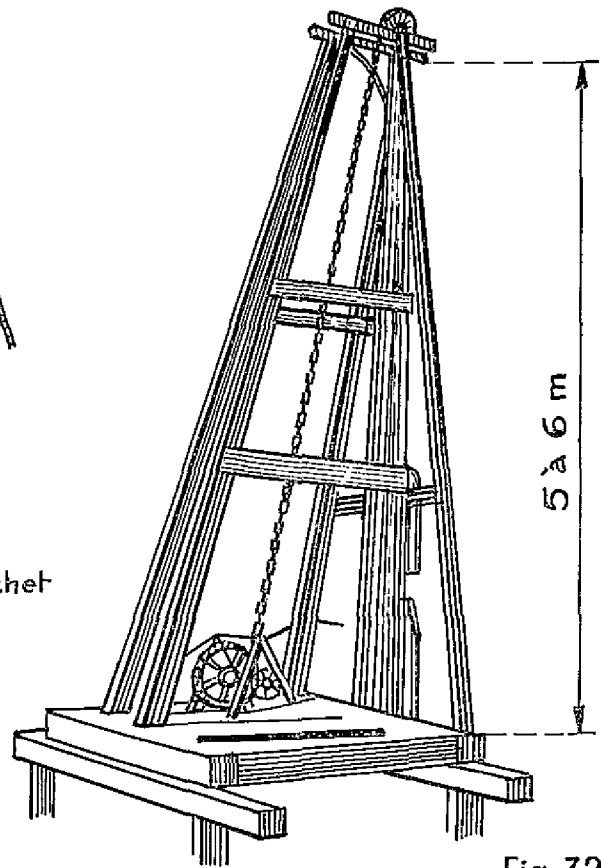
La « sonnette hollandaise » est une variante très légère et très maniable de la sonnette à treuil méca-

nique. Les jumelles, au lieu d'être en bois équarris sont constituées par des perches réunies en tête par une pièce en acier ; elles reposent sur le sol par une pointe métallique, constituant un sabot et sont maintenues par un nombre suffisant de haubans.



Déclic à crochet

Fig. 33



Sonnette à déclic

Fig.32

La poulie est suspendue à deux perches inclinées, de diamètre supérieur à celui des jumelles, s'appuyant à la partie supérieure des jumelles et haubannées.

Le mouton en fonte, généralement de section rectangulaire est maintenu contre les jumelles par deux paires de guides en bois, fixées par des boulons qui le traversent.

Les sonnettes hollandaises peuvent atteindre une hauteur de 25 m et leur mouton un poids de 2.000 kg.

Elles permettent donc d'obtenir une grande hauteur de chute de mouton dont le poids est relativement faible.

La hauteur de chute du mouton et son poids sont limités par les considérations suivantes :

- ne pas détériorer les pieux,
- ne pas trop ébranler le terrain.

Mise en fiche des pilots.

C'est l'opération qui place le pilot dans la position définitive du battage. Le pilot est fixé à la hauteur de son tiers supérieur au câble du treuil de la sonnette et soulevé de telle sorte qu'il se place verticalement contre les jumelles, en présentant sa pointe à l'emplacement fixé pour son battage. A l'aide du boulong-guide ou du collier de serrage, il est ensuite solidement fixé contre les jumelles.

Battage des pilots.

C'est l'opération qui consiste à enfoncer le pilot dans le sol après sa mise en fiche. Pour cela, on descend le mouton sur la tête du pilot, puis on le manœuvre en procédant par volée de 10 coups au début puis ensuite de 30 coups jusqu'à l'obtention du refus.

Le battage d'une palée commence généralement par le battage du pilot amont.

Il est bon de signaler quelques précautions générales à prendre pendant le battage :

— le chef de sonnette doit vérifier constamment la verticalité du pilot. Pour s'opposer au déversement tendant à se produire, l'on peut relier le pilot

à battre à un pilot voisin déjà battu ou bien exercer une traction continue sur la tête du pilot à l'aide d'un palan. Après battage, il est possible de redresser d'une quantité notable, par une traction latérale, un pilot dont la hauteur libre est supérieure à 3 m ;

— en cours de battage, le chef de sonnette doit porter son attention sur l'état de la tête du pilot. Dès l'apparition du champignon, le chef de sonnette arrête le battage, fait couper les fibres écrasées et si nécessaire fait fretter à nouveau le pieu ;

— il est prudent, par ailleurs, de surveiller de très près la préparation des pilots, de prendre des pilots longs pour éviter les entures, c'est-à-dire l'assemblage de deux pièces boulé à bout, de battre à l'avance des pieux d'essai pour apprécier la fiche probable (surtout aux points où la nature du sol paraît se modifier).

Recépage des pilots.

Lorsqu'un pilot a été battu, il faut le « recéper », c'est-à-dire le scier de telle sorte que sa tête soit au niveau des culées ou de la travure.

On peut procéder de la façon suivante (fig. 34) :

On place une mire parlante (mire graduée en cm et m) sur la culée et sur la tête du pilot. A l'aide d'un niveau à lunettes placé sur la rive on fait les deux lectures.

La hauteur à recéper est la différence entre la hauteur lue sur la mire placée à la culée et la hauteur lue sur la mire placée sur le pilot.

PROTECTION DES BOIS.

La durée de vie des ponts forestiers en bois est essentiellement une question de soin apporté dans le choix des bois et la mise en œuvre de ceux-ci.

Il est, en effet, assez illusoire pour le forestier placé dans les conditions d'exploitation tropicales, de songer à apporter une préservation chimique efficace aux éléments d'un ouvrage.

La seule préservation sur laquelle il puisse vraiment compter est la bonne durabilité naturelle des essences choisies et mises en œuvre.

Cependant le respect de quelques principes et la prise de quelques précautions simples permettent de prolonger, parfois de façon sensible la vie d'un ouvrage.

— Les surfaces de bois protégées des intempéries, ou bien drainées et bien ventilées, sont beaucoup moins sujettes à la pourriture.

— Des façonnages simples (tels que le chanfreinage des extrémités de poutres ou de poteaux...) peuvent offrir un certain degré de protection.

— La mise en place de chapeaux ou de couvercles métalliques sur les sections, particulièrement sur les têtes de montants verticaux ou obliques est recommandée.

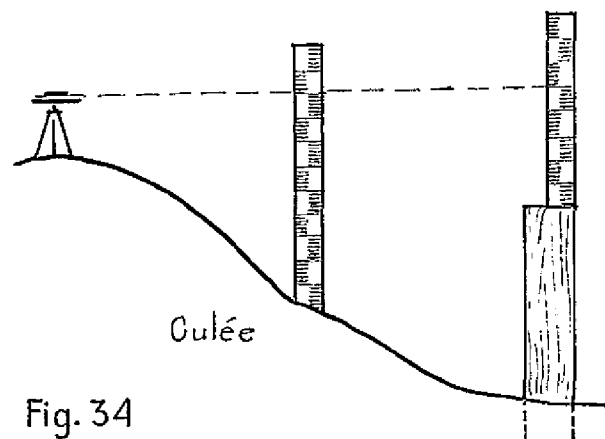


Fig. 34

Le badigeonnage des extrémités par des composés hydrofuges à base de graisse est moins coûteux que la pose de chapeaux métalliques, mais doit être régulièrement inspecté et renouvelé si nécessaire. Il est conseillé d'y incorporer des produits toxiques aux champignons et aux insectes.

— Par ailleurs, la détérioration chimique du bois autour des attaches métalliques telles que les boulons, est souvent importante et peut conduire à des vibrations indésirables et à des déformations des éléments du pont.

Quoique initialement plus coûteux, l'emploi de boulons et ferrures galvanisés, prolongera la vie et évitera la destruction du bois de contact parti-

culièrement s'il est accompagné d'une protection anti-corrosive (produit en solution huileuse) qui remplira le pas du boulon, restreindra l'entrée d'eau et donc réduira le risque de pourriture.

— Une zone habituelle de pourriture des ponts en bois est la zone de contact entre platelage et longrines. Ceci est dû au fait que le bois de la zone de contact reste humide pendant de longues périodes.

L'utilisation de revêtements hydrofuges, ou mieux, d'une bande de feutre, de bois ou de contre-plaqué fortement imprégné de créosote, appliqués sur la partie supérieure des poutres de travure avant fixation du platelage, offre une bonne protection.

CONCLUSION

Le but poursuivi par cette étude n'est pas de donner la solution immédiate à tout problème de pont forestier, mais de présenter un éventail de possibilités simples et pratiques, extraites de bons auteurs, parmi lesquelles le lecteur pourra établir son choix.

La mise en œuvre de chaque ouvrage représente un problème particulier impossible à résoudre par le seul moyen de règles d'ensemble ou de théories générales.

Ce n'est qu'après examen des divers facteurs de terrain, de site, de régime du cours d'eau à franchir et de trafic, que l'exploitant forestier pourra prononcer un choix sur le type d'ouvrage à construire.

Le choix du type de pont étant fixé, la difficulté de calcul et de mise en œuvre ne réside pas dans la

travure de l'ouvrage. Tout le soin et toute l'attention du constructeur de pont *doivent se porter sur la mise en œuvre des culées*. Étant donné une portée et des charges roulantes déterminées, il est aisé de calculer le diamètre des poutres et ce dernier étant obtenu, on est, en principe, à l'abri de toute surprise. Par contre, aussi bien calculés que soient les supports, ils ne servent à rien, s'ils ne correspondent pas au type de terrain et au site ou si leur construction a été négligée. *Un pont forestier ne péril que rarement par sa travure mais presque toujours par ses culées*.

Notre but aura été atteint si cette étude peut permettre au lecteur de mieux comprendre les problèmes que pose la construction des ouvrages sur les routes d'exploitation et aussi de les résoudre plus facilement.

BIBLIOGRAPHIE

- L. BOUDIC. — Manuel de construction des passerelles et ponts provisoires. Dunod 1955.
ECOLE D'APPLICATION DU GÉNIE. — Ponts de circonstance. 1954.
R. D. FORBES. — Forestry handbook. Society of American Foresters 1955.
FOREST PRODUCTS NEWSLETTER n° 318, mai 1965. — Longer life for timber bridges.
J. L. HARRISON. — Forest engineering roads and bridges. Olivier and Boyd 1951.
MAX JACOBSON. — Techniques des travaux. Tomes I et II. Librairie Polytechnique Ch. Beranger. 1963.
J. PRUNET. — Routes et pistes dans les pays neufs Eyrolles 1948.

- JB ROBINSON. — Piles, culées et cintres de pont. Dunod 1958.
P. SALLENAVE. — Propriétés physiques et mécaniques des bois. Tomes I et II. CTFT 1955.
P. SALLENAVE. — Petits ponts forestiers en bois. Bois et Forêts des Tropiques n° 31. septembre-octobre 1953.
C. R. SYLVERSIDES. — Construction and maintenance of forest truck roads. Pulp and Paper Research Institute of Canada 1949.
Fascicule spécial n° 60-17 bis. — Bulletin des Textes Officiels des Travaux Publics.

