Mur des neuf Dragons (Extrait). Cité Impériale. Pékin

Chemins de fer chinois.

Réalisations des entreprises françaises

Ligne Pékin – Hankéou (1905)

Ligne du Yunnan (1910)

Chine : le début des chemins de fer

Réalisations des entreprises françaises

La construction des premières lignes de chemin de fer en Chine se déroule dans un contexte extrêmement mouvementé : guerres de l'opium, guerre sino-japonaise, guerre franco- chinoise et guerre des Boxers, réticences chinoises, interventions des puissances étrangères, concurrence farouche des entreprises.
C'est dans ces conditions que les entreprises françaises se sont vu attribuer les concessions suivantes (d'autres réalisations anglaises, allemandes et belges se déroulant par ailleurs) :

- **la ligne Pékin-Hankéou** (aujourd'hui Wuhan), longue de 1.214 km, épine dorsale nord-sud du réseau ferroviaire chinois, qui relie Pékin à capitale de la province du Hubei (ouverte en 1905). Il s'agit d'une réalisation belgo-française. Cette ligne comporte un « barreau » perpendiculaire **Luoyang-Kaifeng**.
- **la ligne du Yunnan**, longue de 465 km, qui poursuit en Chine la ligne du Tonkin (Haïphong-Hanoï-Laokai, à la frontière avec la Chine), et dessert Yunnan-Fu (aujourd'hui Kunming), capitale de la province du Yunnan. Cette ligne sera ouverte en 1910.
- **la ligne du Chan-Si,** longue de 243 km, relie la ville de Tui Yan (aujourd'hui Taiyuan) capitale de la province du Shanxi, à la ville de Shijiazhuang (aujourd'hui capitale de la province du Hebei) située sur la ligne Pékin-Hankéou.

Fond de carte: Joseph Marchisio

A l'issue des deux guerres de l'opium perdues (1839-1842 et 1856-1860), la Chine se trouve sous le coup de plusieurs traités (Nankin, Tianjin, Pékin) qui laissent le champ libre aux puissances désireuses de s'imposer dans le pays, en particulier l'Angleterre qui exerce alors 85% du commerce extérieur du Céleste Empire.
C'est ainsi que l'Angleterre propose de construire des chemins de fer en Chine : Shanghaï-Suzhou (1863), plan Stephenson (1864), China Railways Company (1864), plan des « consuls anglais » (1867-1875), sans succès. Pendant ce temps, une visite qui aura de l'importance: celle du Roi de Belgique Léopold II, seul monarque à se rendre en Chine. Il émet divers projets (1866-1876) non suivis d'effets.
En fait la première ligne sera une réalisation chinoise : le chemin de fer du Kaiping (1877-1880).

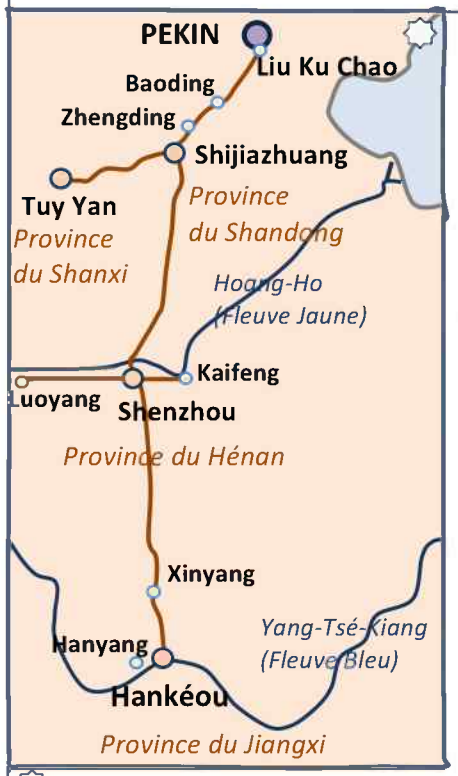
*C'est alors que la conquête française du Tonkin provoque la guerre franco-chinoise (1881-1885) qui s'achève par le traité de Tientsin (1885). Celui-ci ouvre la porte aux Français pour la réalisation du **chemin de fer du Yunnan,** prolongation en Chine de la ligne du Tonkin : Haïphong-Hanoï-Lao kai. Cette opération visait l'exploitation des richesses minières et agricoles de la province du Yunnan et les transits commerciaux vers le port de Haïphong. Toutefois, la guerre franco-chinoise retardera ce projet jusqu'en 1910.*
*Ce projet exacerbe la concurrence internationale, notamment de l'Angleterre et de l'Allemagne, tandis que se déroule la guerre sino-japonaise qui se clôt à l'avantage du Japon. Alors à court de financements, la Chine se décide à emprunter à l'étranger (1896), notamment pour la **ligne Pékin-Hankéou** ouverte à la concurrence internationale, avec une préférence pour la Belgique (présence moins contraignante que d'autres puissances) qui offre des conditions financières plus avantageuses. Le rapprochement des banques belges et françaises conduit à la création de la Société d'Etudes des Chemins de fer en Chine.*
L'accord pour la construction est signé le 17 juillet 1897. La ligne sera ouverte en 1905.
Cela provoque, dès 1898, la ruée des puissances étrangères (Angleterre, Allemagne, Russie, France) arrachant des avantages commerciaux et territoriaux à la Chine. En réaction se produisit la « Révolte des Boxeurs », avec la destruction de lignes déjà engagées, notamment sur Pékin-Hankéou, et le conflit des légations étrangères à Pékin, qui se termine par le « Protocole de 1901 » qui accorde des avantages aux pays étrangers. Les travaux reprirent depuis Pékin et depuis Hankéou et se rejoignirent au 1905 au niveau du Fleuve Jaune sur lequel était construit un viaduc de 3.030 m de long. La ligne sera inaugurée le 13 novembre 1905.

Georges Pilot. Comité génie civil et bâtiment. IESF. Paris. Avril 2012

La ligne de chemin de fer Pékin-Hankéou. 1905

La première gare de Pékin (1901). East Zhengyangmen Station

Chine : la ligne de chemin de fer Pékin-Hankéou



Fond de plan : Augustin Mesnager

Cette ligne de chemin de fer Nord-Sud de 1.214 km de long constituait la section nord de la dorsale ferroviaire Pékin-Canton, d'une importance considérable. Construite par un consortium belgo-français, elle fut mise en service en 1905.

Ce fut une réalisation dont la complexité des situations en Chine a rendu extrêmement difficiles les prises de décisions, les financements, la mise au point du projet ainsi que la construction des voies et des ouvrages d'art.

Les historiens en ont décrit le déroulement par le détail: un bref survol mérite toutefois d'être rapporté.

Dans le grand mouvement des constructions ferroviaires des pays dans le monde, à la fin du 19ème siècle, il n'avait pas échappé aux autorités chinoises que la Chine devait se doter de ces équipements. Une ligne Pékin- Hankéou figurait en priorité, en particulier pour la collecte et le transport des richesses naturelles proches de la ligne.

Décembre 1895: un décret impérial établit le projet de réaliser une ligne Pékin-Hankéou-Canton, sous initiative chinoise.

Il apparu rapidement que les conséquences de la défaite de la Chine face au Japon (Traité de Shimonoseki, avril 1895) privait le pays des ressources financières nécessaires à cette réalisation.

Octobre 1896: un décret impérial conduit à la création de la *Compagnie impériale des chemins de fer chinois* qui reçoit la concession de la ligne Liu Ku Chao (15 km de Pékin)-Hankéou, ainsi que le droit de contracter un emprunt à l'étranger.

Juillet 1897: un contrat préliminaire consacre la proposition financière belge, emportée de haute lutte. Ce contrat débouche sur la création d'un consortium belgo-français. La Compagnie impériale chinoise se lance dans la construction de la section Pékin-Baoding (145 km)… avec des rails produits par l'industrie sidérurgique nationale de Hanyang (près de Hankéou) installée par Cockerill. Ce consortium crée la *Société d'étude des chemins de fer en Chine,* élargie en 1898 aux entreprises de travaux publics, dont Fives-Lille, Schneider et Cie, Cail et la Société de Construction des Batignolles.

Mars 1899: l'emprunt des banques belgo-françaises est mis en place et il est convenu que les voies seront réalisées par les Belges et les ouvrages d'art par les Français, lesquels établissent à cet effet des plans-types de tabliers métalliques.

Jean Jadot, ingénieur de l'université de Louvain prend la direction de l'opération et Georges Bouillard, Ingénieur de l'Ecole Centrale à Fives-Lille devient directeur de l'exploitation.

Les travaux s'engagent au nord, Liu Ku Chao- Zhengding, et au sud, Hankéou-Xinyang. Les premiers ponts sont commandés mais l'industrie française peine à fournir, d'une part à cause d'abondantes commandes en France (métro, exposition de 1900), d'autre part à cause du niveau de rémunération jugé insuffisant. Néanmoins, Schneider et Cie (Chalons) produit l'outillage de montage des ponts, un pont de 240 m (Tsang-Chi-Lo) et sept tabliers métalliques destinés à l'ouvrage de franchissement du Fleuve Jaune, long de 3.030 m.

En 1900, la révolte des Boxers interrompt le chantier et les destructions touchent la voie Pékin-Boading. Au nord les employés se rapatrient à Tientsin et, au sud, Jadot replie les employés à Hankéou. **En 1901,** les entreprises sont dédommagées. Georges Bouillard et l'armée réparent la voie entre Pékin et Baoding.

En 1902, l'Impératrice rentre à Pékin….. par la voie de chemin de fer et les travaux reprennent au rythme de 100-120 km par an. Le Fleuve Jaune est atteint à Shenzhou en 1905. L'ouvrage de franchissement, long de 3.030 m, considéré comme une réalisation remarquable du génie civil y est construit de 1903 à 1905.

Le 13 novembre 1905 l'ensemble de la ligne Pékin-Hankéou est inauguré.

1909: la ligne, très rentable, est rachetée par la Chine.

Georges Pilot. Comité génie civil et bâtiment. IESF. Paris. Mai 2012

Chine. Ligne de chemin de fer Pékin-Hankéou : les ouvrages [1]

La ligne Pékin-Hankéou, nord-sud de la Chine, traverse de nombreux cours d'eau orientés ouest-est provenant des montagnes de l'ouest du pays, en particulier le Fleuve Jaune (Hoang Ho). Elle s'achève au bord du Fleuve Bleu (Yang Tsé Kiang) à Hankéou.

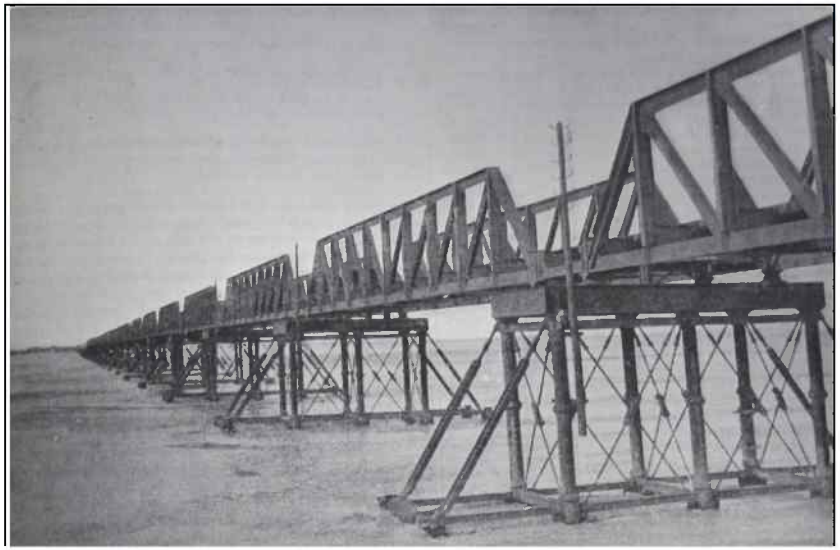
Elle comporte ainsi un millier de ponts, le plus remarquable étant l'ouvrage de 3.030 m sur le Fleuve Jaune, avec quelques autres grands ouvrages ° :

- le pont de Lu-Ko-Kiao sur le Hun-Ho : 468 m
- le pont de Sin-Lo sur le Sha-Ho : 502 m
- le pont de Lu-Siu-Chwang sur le Pu-Ta-Ho : 552 m
- le pont de Chang-Taï-Kwan sur le Huai-Ho : 420 m

Le Fleuve Jaune est un fleuve puissant dont le débit varie de 500 à 15.000 m^3/sec et qui provoque des affouillements évalués à 15 m de profondeur.

Au droit du pont de chemin de fer le fleuve présentait deux courants séparés par une île. L'ouvrage est en alignement droit, long de 3.030 m. Il présente 102 travées isostatiques: les 50 travées au nord et au sud de l'île comportent des poutres latérales type Pratt, de 31,30 m de portée, tandis qu'en partie centrale, sur l'île, les 52 travées comportent des poutres à âme pleine sous plateforme de 27,80 m de portée.

Les piles sont constituées de 6 colonnes reposant sur des pieux en fonte vissés atteignant 13 à 14 m de profondeur sous l'étiage. Les colonnes sont contreventées par des tirants métalliques sur les 4 m supérieurs. Ces piles sont consolidées par 4 pieux arasés plus bas (2 à l'aval et 2 à l'amont), reliés aux têtes de colonnes. La protection des piles est complétée par des massifs d'enrochement.



Vue partielle du pont sur le Fleuve Jaune, avec des travées à poutres Pratt °

Achèvement des piles métalliques (Photographie du 7 juillet 1905)

° *Augustin Mesnager, « Concours pour la construction d'un nouveau pont de chemin de fer sur le Fleuve Jaune (Chine) », Le Génie Civil, 25 mars 1922, p. 265-272*

°° *Collection Marie-José Evert, Forest, Belgique. Emile Evert, son père, était membre de l'équipe de direction Belge de la ligne Pékin-Hankéou*

Chine. Ligne de chemin de fer Pékin-Hankéou : les ouvrages [2]

Le pont sur le Fleuve Jaune

Travées avec poutres à âmes pleines sur appuis

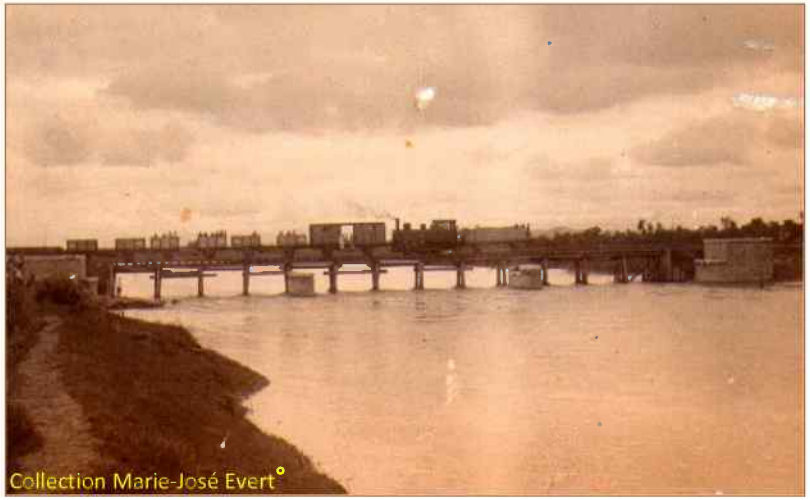
Travées à poutres latérales Pratt sur leurs appuis °

Construction d'une pile, avec probablement mise en place de pieux °

Vue détaillée d'une pile. A noter un batardeau de planches en bois

° *Collection Marie-José Evert, Forest, Belgique. Emile Evert, son père, était membre de l'équipe de direction Belge de la ligne Pékin-Hankéou*

Chine. Ligne de chemin de fer Pékin-Hankéou : les ouvrages [3]



Autres ponts métalliques sur la ligne Pékin-Hankéou

Après la mise en service en 1905 de ce pont sur le Fleuve Jaune, il a été fait état de vibrations avec un déplacement atteignant 15 cm d'amplitude dans les travées de 31 m, jugée dangereuse. Aussi la vitesse des trains a-t-elle été ramenée de 40 km/h à 15 km/h. L'origine du problème fut attribuée à la mise en service du pont avant « *achèvement la consolidation des piles* », probablement les pieux amont et aval. (Nota : la durée de garantie du pont était de 15 ans).

Augustin Mesnager, qui visita l'ouvrage, jugeait qu'il était en excellent état : la peinture était partout bien adhérente, sans aucune tache, aucun rivet n'était ébranlé et la déflection sous charge lui paraissait bien moindre que celle annoncée. Il note que le retard du au ralentissement n'est que de 8 minutes, ce qui ne paraissait pas justifier le remplacement du pont.

Néanmoins, le concours pour la construction d'un autre pont fut ouvert en 1921 (ouvrage de 2.800 m). Un panel de 5 « conseillers » fut mis en place, comprenant un Américain, un Anglais, un Belge, un Japonais et un Français (Augustin Mesnager). Parmi les 36 propositions déposées, le projet lauréat fut celui des entreprises belges, étudié en Grande-Bretagne (Société d'études et de constructions, Société belge de chemins de fer en Chine, Compagnie générale de chemins de fer et de tramways en Chine). La suite de l'histoire du franchissement du Fleuve Jaune reste à établir….

La ligne Pékin-Hankéou comportait 140 km d'embranchements, mais elle reçut aussi la **ligne de chemin de fer du Chan-Si** (243 km). D'importance économique, cette dernière ligne transporterait de l'anthracite et de la houille, de pétrole, des cotonnades, des produits agricoles. Dans un contexte belgo-français favorable, sa préparation est lancée en 1897 par la Banque Russo-chinoise, après expertise favorable de l'ingénieur français Hivonnait. Des Edits impériaux concrétisent l'intérêt des autorités chinoises, mais la révolte des Boxeurs va différer ce projet.

Ultérieurement, une première proposition du groupement Fives-Lille et Société de Construction des Batignolles, jugée trop onéreuse, est récusée.

La construction est finalement attribuée à Vanni et Basso.

° *Collection Marie-José Evert, Bruxelles, Belgique. Emile Evert, son père, était membre de l'équipe de direction Belge de la ligne Pékin-Hankéou*

° °*Augustin Mesnager, « Concours pour la construction d'un nouveau pont de chemin de fer sur le Fleuve Jaune (Chine) », Le Génie Civil, 25 mars 1922, p. 265-272*

La ligne de chemin de fer du Yunnan. 1910

Kunming. Musée du chemin de fer du Yunnan. Collection Yvan Velot

Une Micheline

La mythique automotrice sur la ligne du Yunnan

Chine. Ligne de chemin de fer du Yunnan. Présentation [1]

Fond de plan : Henri Lartilleux

Le chemin de fer, dans le site tourmenté de la boucle du Faux- Namty

Le chemin de fer du Yunnan constitue la ligne la plus longue et la plus difficile construite à l'étranger par une entreprise française au début du 20ème siècle dans son intégralité (terrassements, ouvrages d'art, voies). Chemin de fer réalisé dans un site très accidenté, avec des forêts vierges et de nombreuses rivières, il ne peut être rapproché que du chemin de fer Congo-Océan, y compris pour les conditions climatiques et sanitaires extrêmes rencontrées d'une part dans la basse vallée du Namty (Chine), d'autre part dans la traversée du massif du Mayombé (Congo), ainsi que sur chantier du canal de Panama.

Les solutions mises en œuvre pour faire face aux nombreuses difficultés rencontrées sur cette ligne exceptionnelle méritent d'âtre rapportées. C'est l'objet du présent document qui s'appuie particulièrement sur l'ouvrage remarquable (deux tomes) édité en 1910 par l'Imprimerie G. Goury (Paris):

Compagnie française des chemins de fer de l'Indochine et du Yunnan (France); Société de construction des chemins de fer indo-chinois (France). ***Le chemin de fer du Yunnan.*** *[Cf, par exemple ,Bibliothèque numérique patrimoniale des ponts et chaussées, accessed April 27, 2016,/document/ ENPC 03_OUV_Fol_25244-1 (et -2)°]*

Un exemplaire du tome 2, provenant de M. Louis Roche alors Secrétaire à la direction du chemin de fer du Yunnan, a finalement été transmis à M. Alain Vignau qui l'a communiqué au groupe patrimoine d'IESF : il en est très chaleureusement remercié.°°

° Référence mentionnée ultérieurement : Bibliothèque numérique école des ponts et chaussées

°° Référence mentionnée ultérieurement : Roche-Vignau

Le nouveau tracé, long de 465 km, part de Lao-Kai en empruntant rapidement la vallée de la Nam-Ti, rejoint le col de Mitali, passe au nord de la ville de Mong-tseu (siège de l'entreprise),emprunte les vallées du Pa-Ta Ho et du Tachen-Ho, puis atteint la vallée de Yunnan-fu, en passant par le col de Chouei-Tang à 2.026 m.

Il rencontre un relief très accidenté, souvent instable, d'où le tracé fréquemment tortueux de la ligne.

Aussi, les travaux comportent-ils un nombre considérable d'ouvrages de génie civil :

- dégageant une plateforme de 4,60 m, la construction de la voie nécessitera 16.600.000 m^3 de terrassements, généralement en terrain rocheux, ainsi que le montre la photographie ci-contre. Ces terrassements ont provoqué de multiples glissements de terrains, laborieusement maitrisés, accompagnés de nombreux ouvrages de soutènement,
- 155 tunnels totalisant 17,9 km de longueur en tout,
- 3.422 ponts et aqueducs, parmi lesquels 107 viaducs importants, la plupart étant construits en maçonnerie, avec toutefois 22 ouvrages métalliques. Deux d'entre sont tout à fait remarquables : le pont à arbalétriers et le pont en dentelle.

Les études se sont poursuivies sur ce nouveau tracé (rapport de l'Ingénieur en Chef des Mines Lantenois) :

- de Lao-Kay à Yunnan-Fou, la géologie révèle successivement une zone de terrains primaires fortement métamorphisés (gneiss et schistes lustrés), une zone de terrains secondaires peu métamorphisés, une zone de terrains primaires non métamorphisés.

Chemin de fer du Yunnan. Présentation [2]

- les perspectives d'exploitation minière sont renforcées: « *il s'y cache une incroyable profusion de métaux et l'on a pu prétendre que le Yunnan est la contrée minière par excellence : gisements exceptionnellement étendus d'une houille grasse d'une qualité rare, partout du fer magnétique très riche d'extraction facile, cuivre en quantités illimitées, richesse en pierre précieuses* ».
  Ainsi se trouvait renforcé l'intérêt de la ligne. La réalité démentira cruellement ces perspectives.

Le transport des matériaux pour le chantier, d'importance vitale, fut particulièrement difficile.

- D'abord, la ligne ferroviaire trans-indochinoise Haïphong-Laokai devant transporter les chaux et ciments produits près du port, ainsi que les éléments de ponts métalliques et les équipements de voie importés (etc .) n'atteignit Lao-Kai qu'en 1906. Le transport depuis le port de Haïphong fit longtemps appel aux bateaux du Fleuve rouge. Ainsi, les voyages en jonque chinoise allaient jusqu'à Man-Hoa puis se poursuivaient jusqu'à Mong-Tseu par le « Chemin des 10.000 escaliers ».
- Ensuite, aucune route n'alimentait le chantier. Dès l'origine, la construction d'un chemin de service, large de 1,20m à 1,50 m, fut décidée. Il doublera le tracé, y compris, dans la zone déjà difficile du Namti avec des ouvrages métalliques provisoires type ponts Eiffel démontables pour franchir les brèches importantes.
  La longueur des pièces était limitée à 2,5 m. Le portage se faisait soit à dos d'homme par les coolies, la charge pouvant atteindre 40 kg, soit à dos de mulet, pour des charges pouvant atteindre 80 kg. Ce sont ainsi 12.000 mulets qui furent mobilisés tout le long de la ligne.

Le chemin de service (km 29)

Jonques chinoises de transport sur le Fleuve Rouge entre Laokai et Man-Hoa

Transport à dos de mulet
Au fond, construction d'un viaduc métallique

La cohorte des coolies transportant des matériaux

Chemin de fer du Yunnan. Terrassements [1]

Le profil en long de la ligne, ci-contre, met en évidence le choix de suivre au mieux les vallées des rivières rencontrées.

. de l'origine au km 157 (col de Milati à 1.710 m), le tracé suit la vallée du Namti, sur 130 km.
. du km 157 au km 226 la tracé rejoint la vallée du Pataho,
. du km 226 au km 301, il longe la vallée du Pataho,
. du km 301 au km 404 il utilise la vallée du Tatchenho,
. du km 404 au km 430 il atteint le col de Chouen-Tang
. du km 430 au km 465, il se situe sur la plateau de Yunnanfou.

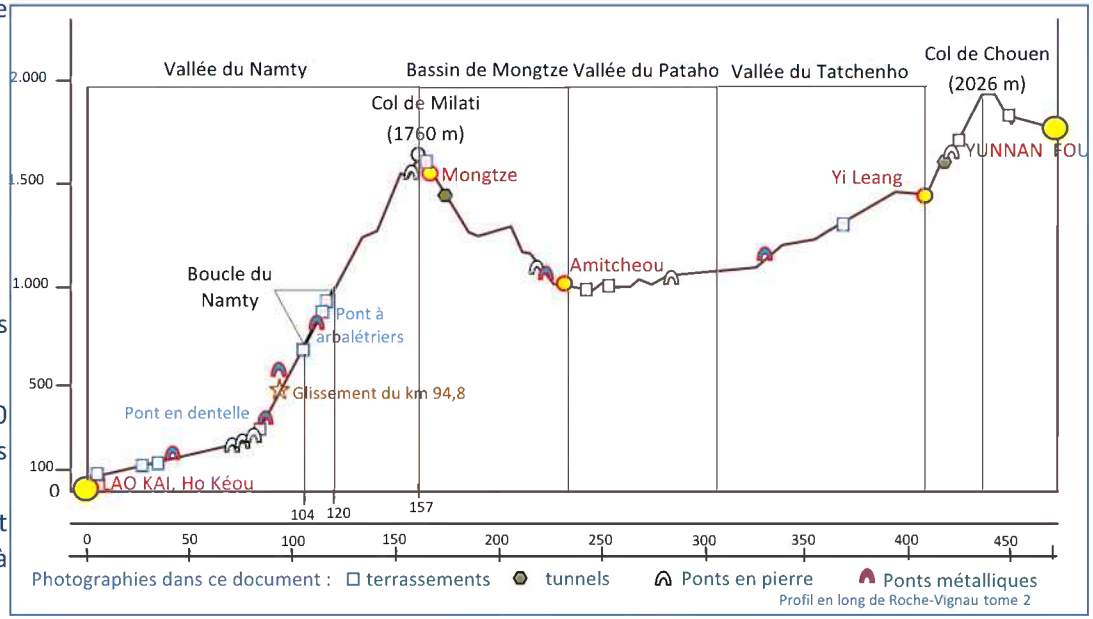
Ce profil en long, associé au tracé en plan, a permis de limiter les pentes de la voie à 25mm/m et le rayon à 100 m seulement.

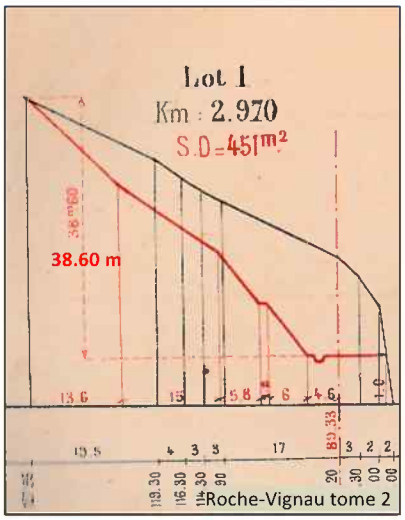
Dans les sections en remblai, la largeur de la plateforme est de 4,40 m. Les pentes des talus sont réglée à 3/2 avec de fréquents recours à des murs de soutènement de pied.
En section de déblais rocheux, la largeur de la plate forme est ramenée à 3,40 m. La pente de base des talus est de 1/1, ajustée à la tenue des sols (3/2 etc.), et elle atteint 10/1 en roche massive.
Le tracé est établi en déblai sur 90% le la ligne, dont 51% en terrain rocheux. Les travaux sont exécutés au pic, à la pioche, à la pelle et à la brouette, avec le recours à l'explosif.

Ainsi, les terrassements de déblais atteindront 16.000.000 m^3, mais seulement 500.000 m^3 de remblais, tandis que les extractions des tunnels représenteront 500.000 m^3
L'exécution de ces terrassements, y compris la correction des glissements représentera la difficulté majeure de réalisation de cette ligne.
L'abondance de la documentation dans l'ouvrage de 1910 permet, exceptionnellement, de détailler les terrassements.

Les travaux le long de la vallée du Namty.

La difficulté des travaux est ainsi décrite ainsi :
« A la vallée du Namty, depuis son origine jusqu'au col de Milati, et surtout jusqu'au km 130, correspond la partie de la ligne du Yunnan dont la construction s'est heurtée aux difficultés de toutes sortes les plus considérables ».



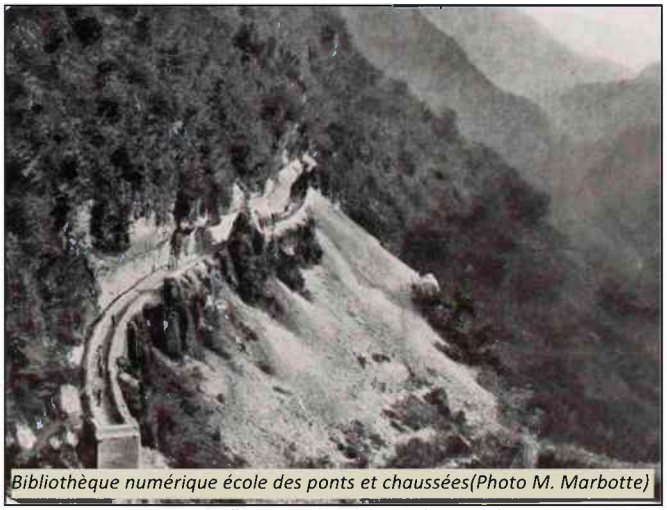


Travaux au début de la ligne (Photographie au km 2). Les sols sont des gneiss plus ou moins décomposés en argiles raides rouges à forte pente naturelle.

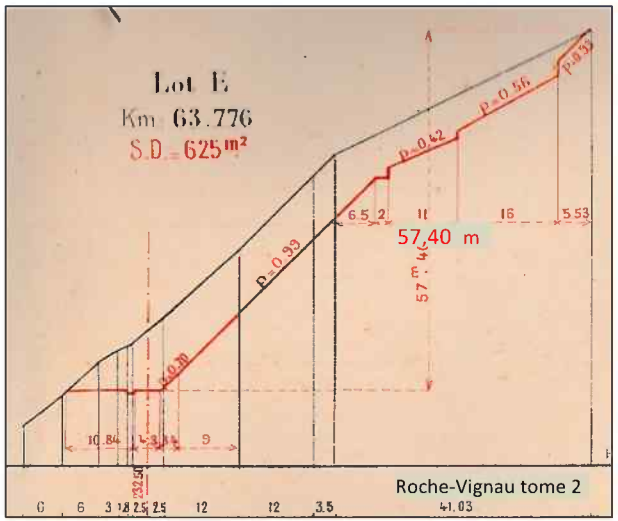
Chemin de fer du Yunnan. Terrassements [2]

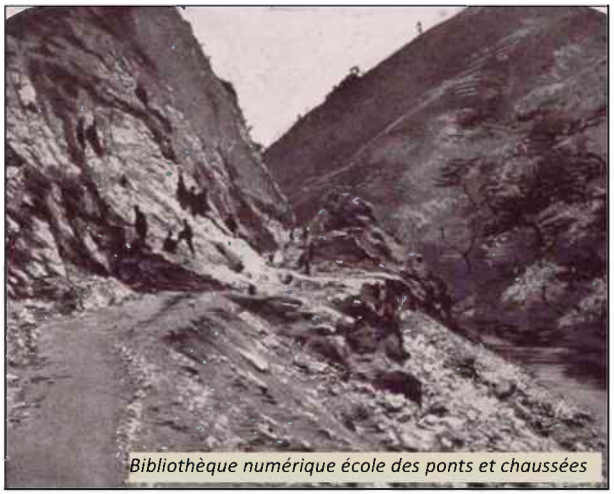
De plus, les conditions climatiques très difficiles affectent ce site: *« tandis que règne dans le haut pays un climat doux et salubre, la vallée du Namty, profondément encaissée, sauvage et déserte, présente les caractéristiques du climat tropical doux dans ce qu'il a de plus pénible et de plus malsain »*. Les travaux y seront particulièrement meurtriers : 10.000 coolies y décèderont, sur les 12.000 victimes le long du chantier, ainsi que 80 cadres de l'entreprise.

Sur les 38 premiers km, les formations sont très diverses : terres rouges de décomposition du gneiss, gneiss compact et roches cristallines dures.
En juin 1907, au km 38,5, le remblai sur mur de soutènement se rompt sous le poids d'une locomotive qui chute d'une hauteur de 15 m dans le Namty.
Une longue tranchée (km 41-42) dans des gneiss schisteux, instable, appelle la mise en place d'un masque drainant (pente de 3/2) et d'éperons drainants, solutions qui sont fréquemment retenues.
Une tranchée longue de 3 km (km 65-68) dans des schistes noirs est taillée à la verticale sur une hauteur de 40 m.
Un glissement important de profil mixte au km 94,8 entraine l'interruption des travaux (cf fiche jointe)
Le franchissement des éperons rocheux et des rivières se fera par des nombreux ouvrages d'art. Par exemple 19 tunnels seront creusés entre les km 95,5 et 104.
A ce km 104 s'amorce la « boucle du Namty » (16 km) sur les deux flancs de la rivière Pei-Ho (Faux Namty), dans un site extrêmement accidenté comportant de nombreux tunnels et viaducs (cf fiche jointe)
Au km 114,4 l'adoucissement de la pente du talus de déblai développe ce talus sur 130 m de haut.
Jusqu'au col de Milati (1760 m,) le terrain est très accidenté et la voie passe parfois en encorbellement.

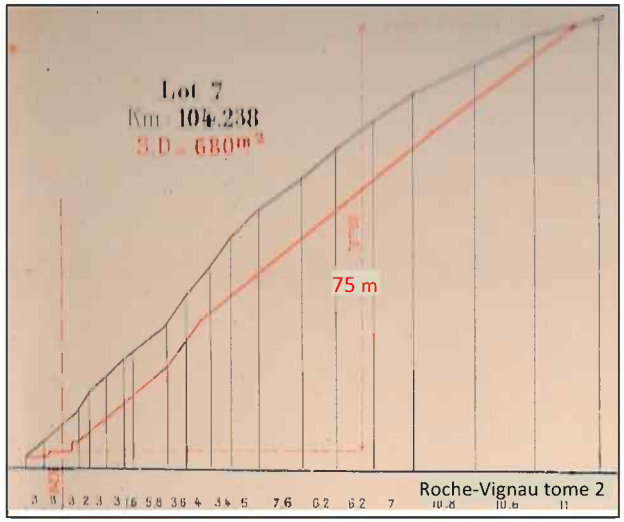


Voie en encorbellement dans des calcaires durs Km 119
Culée d'ouvrage d'art





Tranchée rocheuse eu cours le long du Namty Km 32



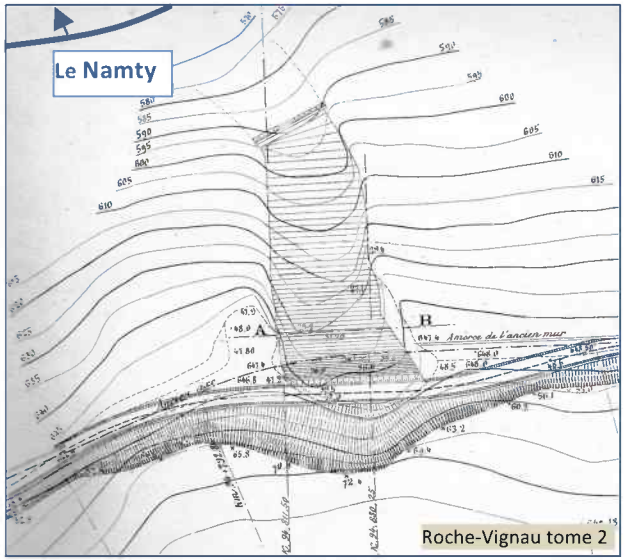
Ligne de chemin de fer du Yunnan. Terrassements [3], glissement au km 94,8

Le glissement du PK 94,8

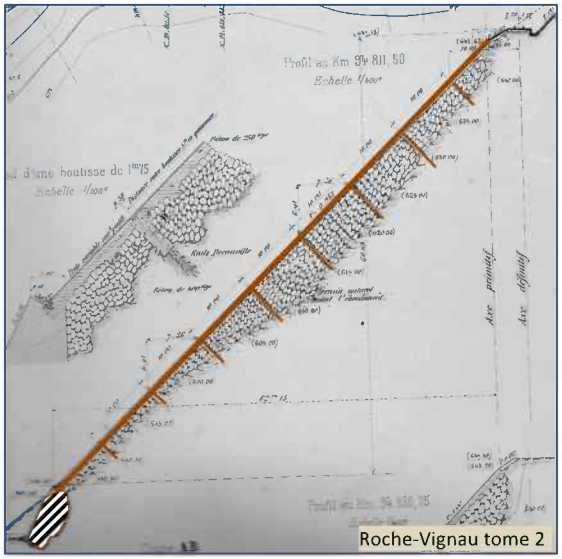
Le long de la ligne, dans la zone du km 94, le terrain comporte de nombreux versants constitués d'éboulis en limite de stabilité : plusieurs mouvements d'ampleur limitée avaient du y être maitrisés.
Au Pk 94,8, la plateforme était en profil mixte avec un mur en soutènement de 10 m de hauteur à l'aval. Le mur avait été construit en 1905 et avait passé sans dommage les saisons des pluies de 1906 et 1907. Avant la saison des pluies de 1908, de légers mouvements dans le mur amenaient à déplacer la ligne davantage en déblai.
C'est alors que se produit un vaste glissement emportant le versant et la plateforme jusqu'à la rivière, 200 m en contrebas, sur 120 m de largeur. Cet incident grave compromettait la pose des voies à 3 km de là.

Une solution de secours consistant à placer la ligne en tunnel fut abandonnée au motif de coûts et de délais.
En attendant de réaliser un confortement définitif la solution provisoire adoptée comprenait la pose d'un pont métallique lancé de 50 m de long, solution risquée à cause de la stabilité douteuse des appuis sur la plateforme endommagée, et du manque de place pour les opérations de lancement. Un glissement secondaire a d'ailleurs endommagé cet ouvrage.

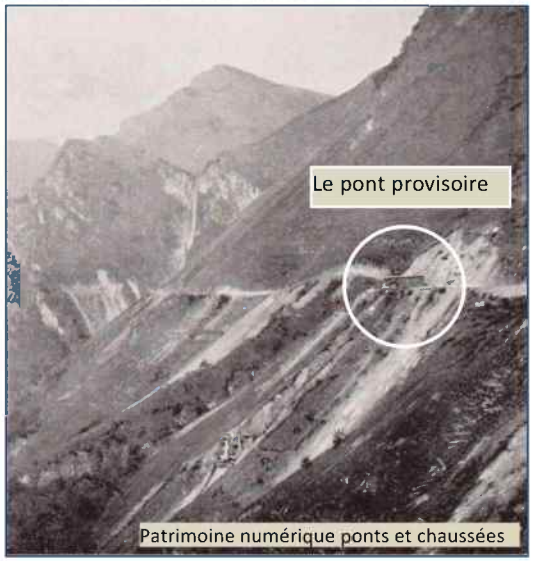
Avec un axe de la voie décalé, le confortement définitif comporte un grand mur de pied à la base du glissement, à partir duquel est monté un talus en pierres à 1/1, de 60,7 m de haut. Il est recouvert d'un perré maçonné de 0,5 m d'épaisseur (et plus), renforcé par des ancrages sous forme de groupes de rails ancrés et bétonnés.



Vue en plan du glissement



Coupe du confortement définitif



Le pont de la solution provisoire.

Chemin de fer du Yunnan. Terrassements [4]. La Boucle du Nam-ty

La ligne longe la vallée du Nam-ty jusqu'au km 104, où elle rencontre la vallée du Pei-Ho (dit aussi le Faux-Nam-ty), à partir de laquelle se déroule la boucle du Nam-ty, jusqu'à rejoindre le tracé de la ligne au km 119,5. Sa gorge, large au confluent, présente des falaises de 200-300 m de haut, mais elle va en se rétrécissant vers l'amont. La ligne emprunte les deux flancs de la vallée, en se retournant au km 111, 85, sur le pont à arbalétriers.
Elle entre dans cette vallée à l'altitude 838 m elle en sort à 1145m. Ainsi la boucle permet de gagner 307m d'altitude sur un tracé de 15,5 km.
Les matériaux rencontrés sont des grès sur le flanc ouest, puis des gneiss, des schistes lustrés, des argiles, ainsi que des pentes d'éboulis sur le flanc est.

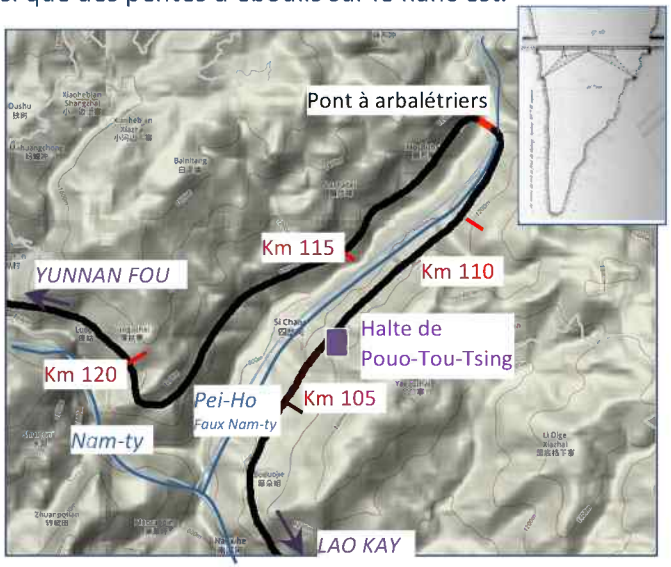
Les tranchées de déblais sont taillées à 3/2 dans des formations peu stables. Cela conduit à de très hauts talus de déblais : au km 104,1, une tranchée de 16 m dans l'axe se développe jusqu'à 120 m au dessus de la plateforme. Au km 114,4, une tranchée de 18 m de haut trouve sa crête à 130 m au dela.

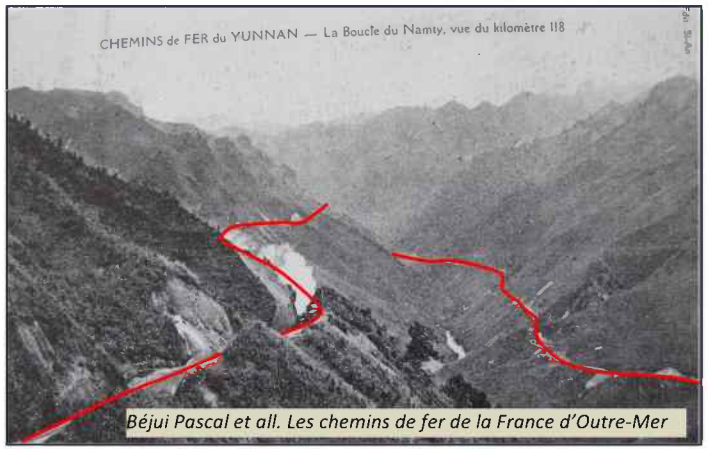
Dans les thalwegs, de hauts murs de soutènement supportant la ligne ont été construits : au km 106,4 l'axe de remblai est entre 24 et 32 m au dessus du terrain naturel.

La ligne passe sur de nombreux ponts et viaducs, soit en pierre (viaduc de 5x5 m au km 117,3 par exemple), soit en métal, avec deux ouvrages modulaires de 8 m de portée élémentaire (3x8 m au km 117,4 et 5x8m au km 119,4), ainsi que le célèbre pont à arbalétriers qui surmonte la rivière de 100 m. Placé juste entre deux tunnels qui percent de hautes falaises de 300 m de haut, il présente une portée de 67,15 m

De nombreux tunnels ont été percés. Sur le versant est, il y a 16 ouvrages sur une longueur de 1.950 m. Sur le versant ouest, il y a 15 tunnels sur une longueur de 7,75 km.

.





La vallée du Faux Namty et la bouche du chemin de fer

Terrassements et mur de soutènement au km 114,5

Terrassements au km 116

Chemin de fer du Yunnan. Terrassements [5]

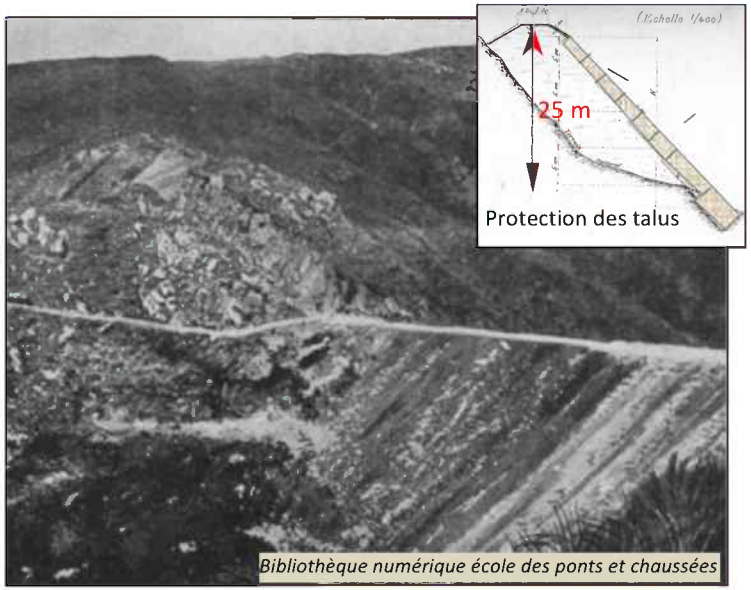
Bassins de Mong-Tsé et d'Amitcheou, Vallée du Pa-Ta-Ho (km 157 à 303)

Nota : les conditions sanitaires sont beaucoup moins défavorables ici que dans la vallée du Namty

A la sortie d'un tunnel de 316 m de long qui franchit le col de Mitali, la ligne rencontre des marnes argileuses qui supportent de hauts remblais (25 m dans l'axe avec un talus aval de 40 m, sur 100 m de long au km 158,6) ; puis de forts risques de glissements en tranchée argileuse ont conduit à adopter un franchissement local en tunnel. Viennent ensuite des formations calcaires dans lesquelles les talus de 15 à17 m de haut sont taillés presque à la verticale.

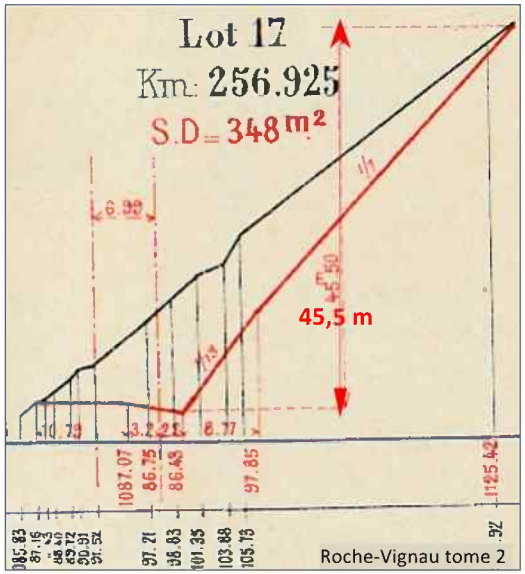
La descente vers le bassin d'Amitcheou se poursuit avec nombre de tunnels (17), de grands viaducs en pierre et en métal et de hauts remblais (15-17 m).

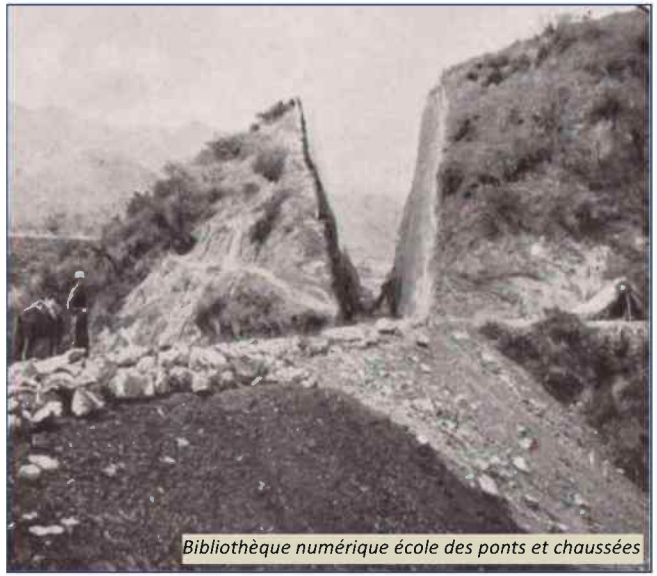
La rivière Pata-Ho présente une déclivité moindre que celle de la rivière Namty, mais elle est très sinueuse. Ainsi, la ligne y est supportée par de hauts remblais (15 m de haut entre les km 205 et 213). Par ailleurs, la rencontre de matériaux rocheux autorise de fortes pentes de talus de déblai (exemple : 1/1 aux km 243,9 et 256,9 , et talus sub-vertical au km 266,8).



Remblai 25 m de haut en cours de construction. Km 158.6

Grande tranchée au km 243,9





Tranchée à talus sub-verticaux au km 266,8.

Chemin de fer du Yunnan. Terrassements [6]

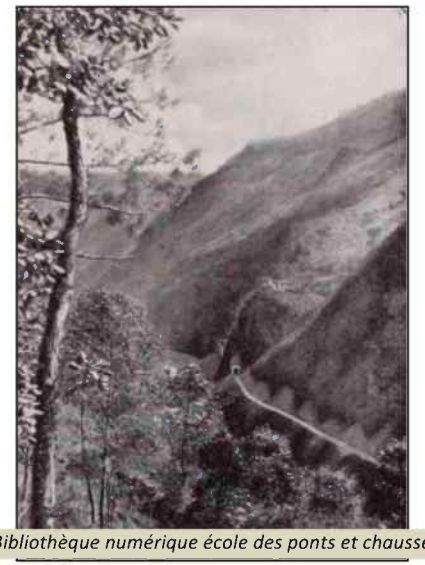
Vallée du Tachen-Ho, accès au col de Chouen-Tang et à la ville de Yunnan-fou (km 303 à 465).

La vallée du Tachen-Ho est sinueuse et ses versants à la stabilité douteuse présentent des schistes, des marnes et des grès sur une dizaine de km : ainsi, à l'origine de cette section, un glissement de 40.000m^3 a nécessité un an de travaux pour être stabilisé.
La proximité érosive de la rivière ainsi que la tenue problématique des pentes appelle de nombreuses adaptations : murs de soutènement de pied, déplacement du tracé, tunnels supplémentaires.
Les zones de matériau rocheux n'ont pas posé de problème, hormis un glissement de dalle structurale.
D'autre part, un tremblement de terre (1909) a sérieusement affecté la région sur 100 km : chute de blocs, aqueducs et murs détruits, bâtiments et tympans d'ouvrages détériorés.

La montée vers Yi-lang à flanc de vallée oblige à d'importants terrassements par exemple au km 368.
A partir de Yi-lang, la montée au col de Chouen Tang a obligé à de grands travaux : tunnels, ripage de l'axe, terrassements rocheux (voir la photographie au km 416, avec les moyens de terrassement du moment).

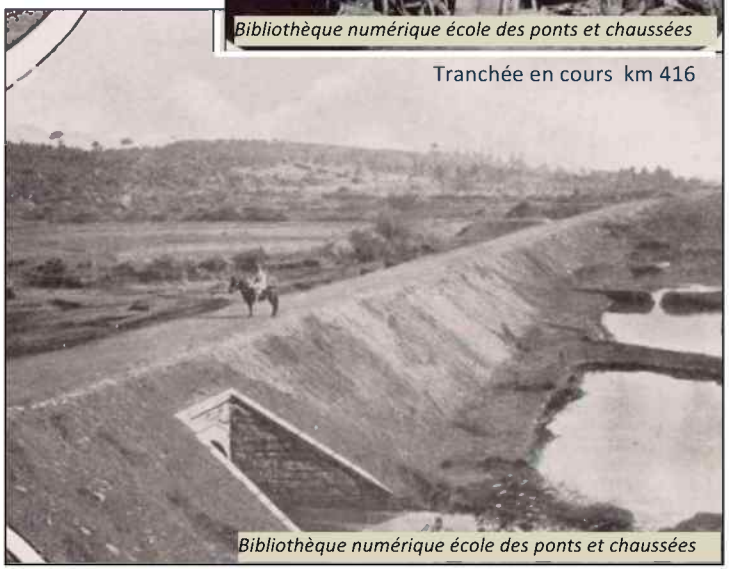
La descente de ce col jusqu'à Yunnan Fou rencontre des zones sensiblement planes qui ont permis la réalisation de longues sections en remblai et l'accès à la station de première classe de Yunnan Fou se déroule sans difficultés.
Nota : en Avril 1908, en raison de difficultés financières, la faillite fut prononcée, mais les travaux se poursuivirent

Tranchée en cours km 416



La vallée du Tachen-Ho

Chantier de terrassement au km 368,4



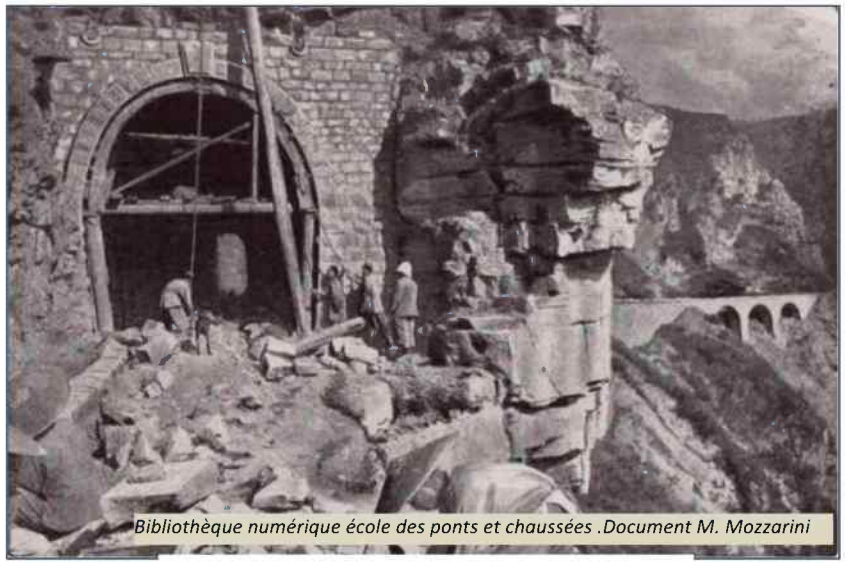
Long remblai km 440

Chemin de fer du Yunnan. Tunnels

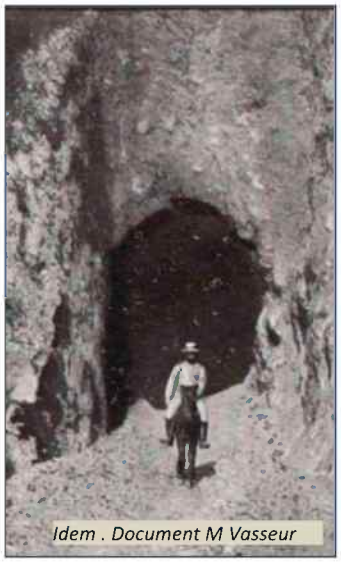
Ce sont 155 tunnels à voie unique qui ont été creusés tout le long de la ligne, tant à cause du relief du terrain (franchissements de contreforts, évitement de glissements de terrain, échappement aux érosions de rivières) que pour respecter les caractéristiques du tracé (rayon minimum de 100 m).
Ils totalisent 17,5 km d'ouvrages, représentant 508.000 m^3 de déblais et 100.700 m^3 de revêtements.

Une typologie des sections a été établie en fonction de la nature des terrains et du type de revêtement. Pour l'une des formes de tunnel (ci-contre) les galeries mesurent 5 m de hauteur et 5 m de largeur en zone non revêtue, 4,20 m en zone revêtue.
Ce sont généralement des tunnels courts, autour de 100 à 200 mètres de long. L'ouvrage le plus long, 391 m, est celui du km 110,5.
Le nombre de tunnels est particulièrement élevé sur la boucle du Faux Namty : 16 entre les km 104 et 111,1 et 15 entre les km 111,8 et 119,5.

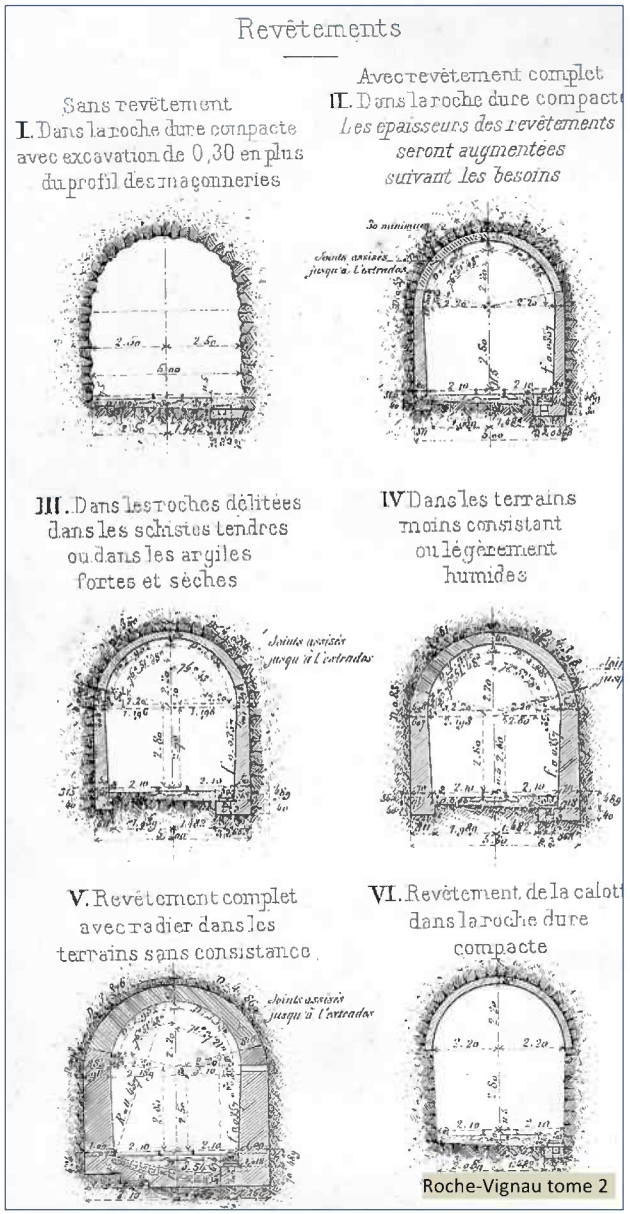
De nombreuses difficultés ont du être surmontées. La construction du tunnel de 113 m de long (km 122,4) dans des schistes décomposés a demandé 3 ans d'efforts. L'exécution du tunnel près du col de Mitali, de 316 m de long, dans des marnes argileuses avec infiltrations d'eau, a demandé 5 ans de travaux. Au km 334,8 une source à grand débit dans du calcaire a inondé le tunnel, et elle n'a été maitrisée que par la réalisation d'une galerie de drainage.



Construction du revêtement du tunnel au km 413



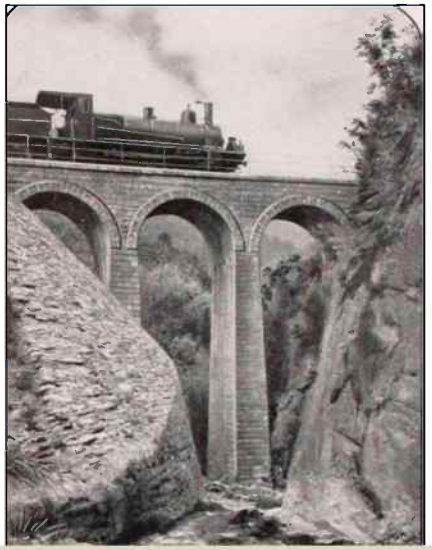
Tunnel non revêtu au km 172



Chemin de fer du Yunnan. Ponts en pierre [1]

La Compagnie fait état de la construction de 3.422 ponts et aqueducs sur toute la ligne.
Elle comprend 129 ouvrages de 3 à 8 m d'ouverture et 96 ouvrages de 10 m et plus d'ouverture.

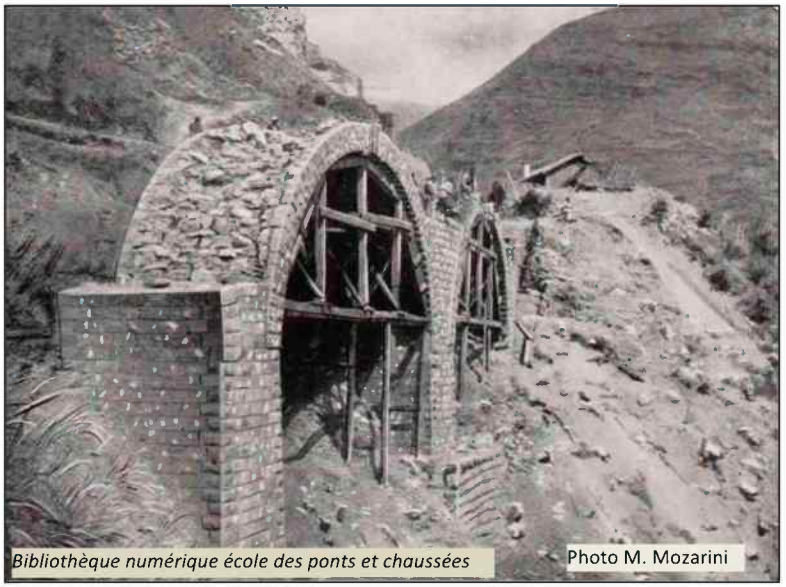
Les **ponts en pierre** sont les plus nombreux, avec 3 principaux types d'ouvrages voûtés, de 5 m, 10 m et 15 m d'ouverture. Les ponts à voûte unique sont nombreux. Par ailleurs, il y a au moins un viaduc à 10 arches de 5m, de nombreux viaducs de 2 à 7 arches de 10 m et plusieurs ouvrages comportent au moins une arche de 15m. Certains viaducs combinent des voûtes de diverses ouvertures : ainsi le franchissement d'un profond affluent du Namty au km 135 a nécessité la construction d'un viaduc comportant 4 voûtes de 5 m et 2 voûtes de 10 m avec des piles mesurant jusqu'à 26 m de haut. La ligne comporte également un pont-canal.
Les projets sont basés sur des plans-types s'appuyant sur des épures correspondantes de stabilité des voûtes et des piles.



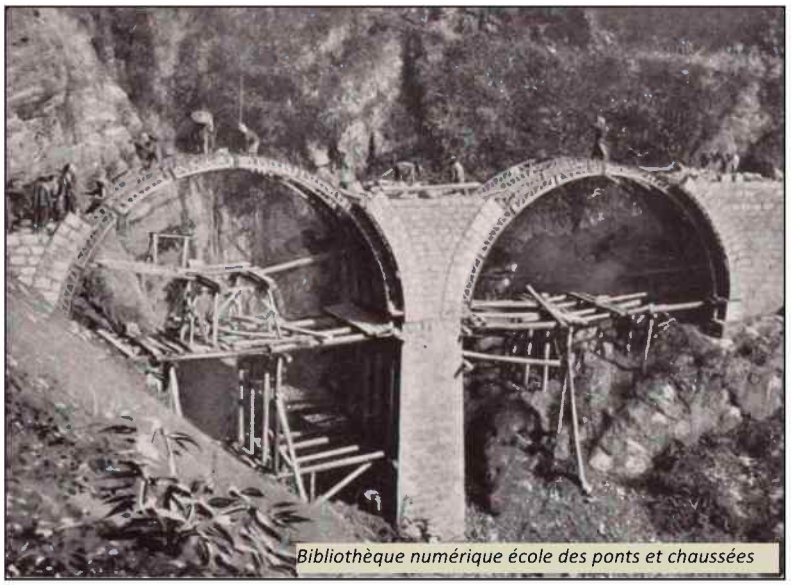
Viaduc en pierre à trois voûtes de 5 m au km 77

Les matériaux employés sont surtout des pierres de bonne qualité rencontrées sur le tracé de la voie ferrée, excepté sur les 71 premiers km où il a fallu réaliser les ouvrages et les murs en béton de ciment (la qualité des briques produites était de médiocre qualité). Les liants utilisés comportent du ciment produit à Haïphong ainsi que de la chaux, également produite sur place, et des tuileaux locaux.

Les ponts et viaducs présentent des élévations en pierre taillée et appareillée, avec un remplissage constitué de maçonnerie de moellons, parfois aussi avec un remplissage à sec.
La construction des voûtes est réalisée sur des cintres métalliques ou des cintres à structure en bois.



Viaduc en pierre à trois voûtes de 10 m en cours de construction au km 400

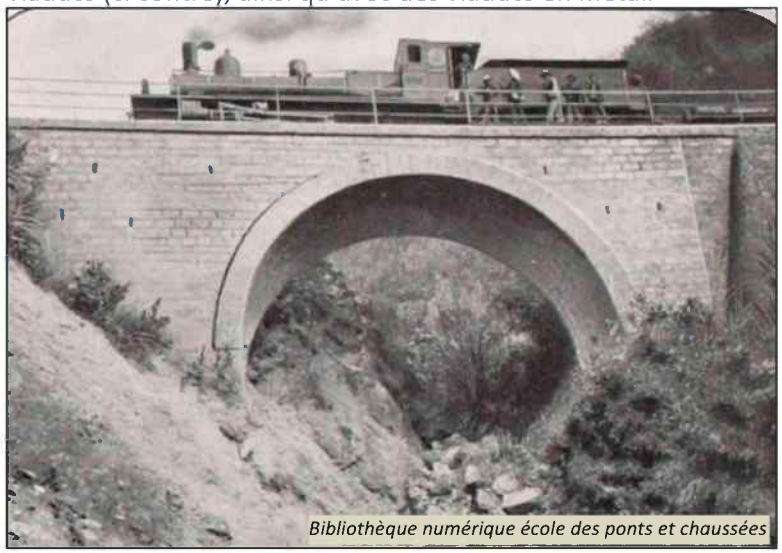


Viaduc en pierre à deux voûtes de 10 m en cours de construction au km 87

Chemin de fer du Yunnan. Ponts en pierre [2]

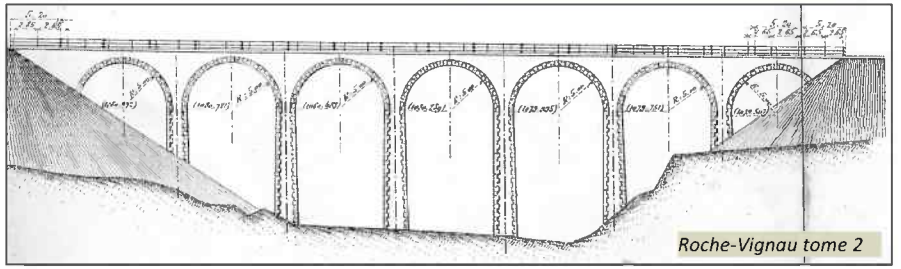
Ponts en pierre de 10 m d'ouverture

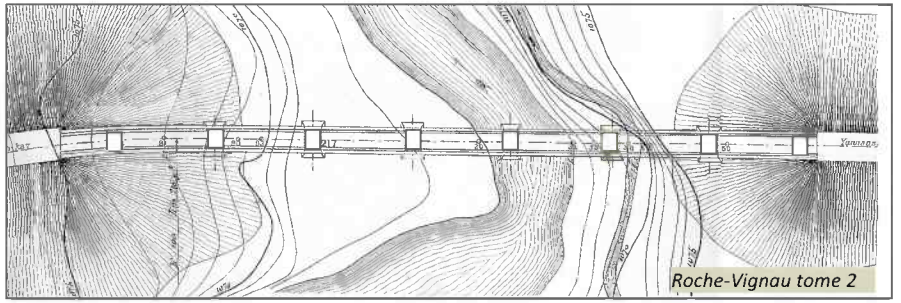
Ces ouvrages sont présent sur près de 50 ouvrages, soit en voûte simple, soit en voûtes multiples (ci-dessous), ou en longs viaducs (ci contre), ainsi qu'avec des viaducs en métal.



Pont voûté de 10 m d'ouverture au km 85

Viaduc en maçonnerie à trois voûtes de 10 m d'ouverture au km 418



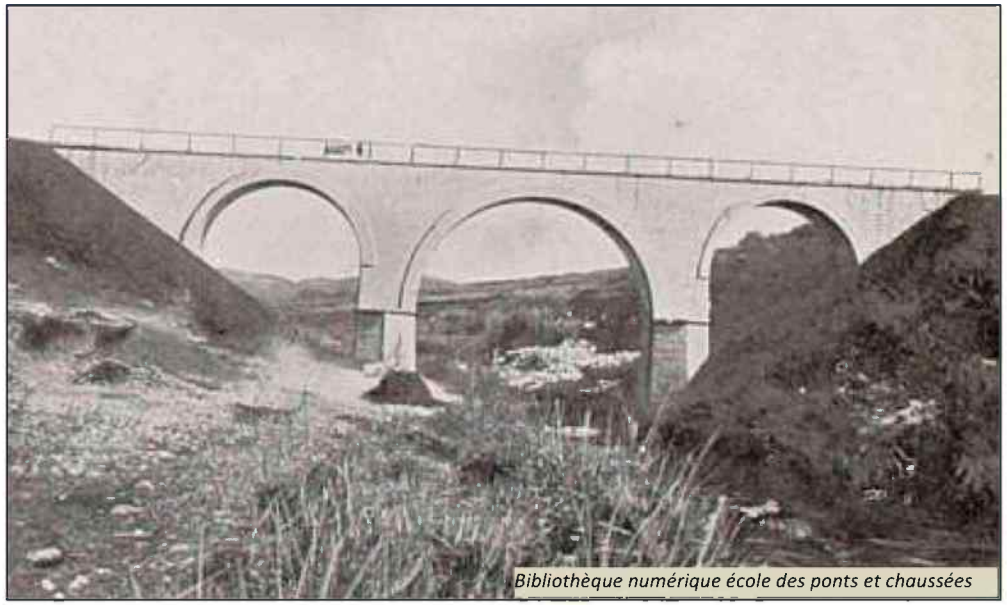


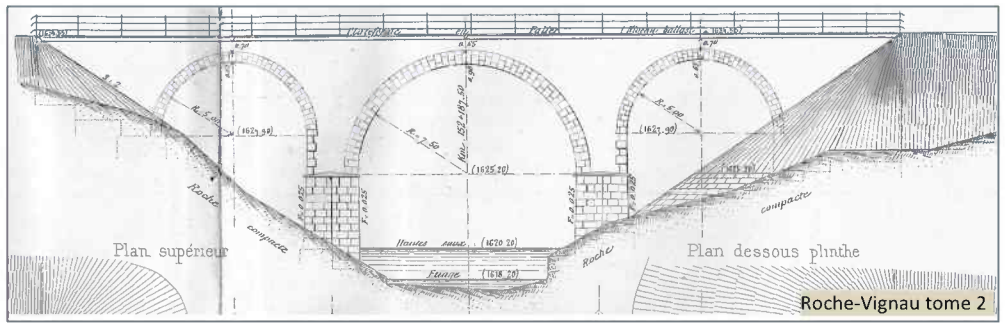
Le plus long pont en maçonnerie de la ligne : 7 voûtes de 10 m au km 218 supportées par des piles mesurant jusqu'à 14 m de haut

Chemin de fer du Yunnan. Ponts en pierre [3]

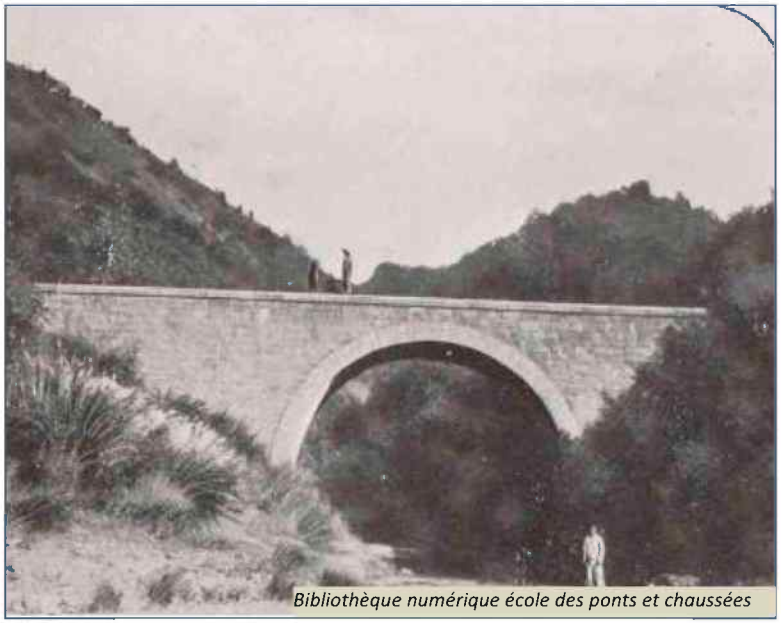
Ponts en pierre voûtés de 15 m d'ouverture.

On trouve plus de 10 de ces ouvrages tout le long de la ligne, en voûte simple, ainsi qu'associés avec d'autres voûtes d'ouvertures différentes, l'ouvrage présentant ou non une symétrie en élévation.





Viaduc en pierre à trois voûtes : 10 m, 15 m et 10 m d'ouverture au km 152



Pont en pierre voûté de 15m d'ouverture au km 284,6

Viaduc en pierre à deux voûtes : 15m et 10 m d'ouverture au km 284,9

Chemin de fer du Yunnan. Ponts et viaducs métalliques [1]

Pour le franchissement de rivières, de brèches aux talus pentus ou encaissées, la ligne emprunte des ouvrages métalliques de plusieurs types :

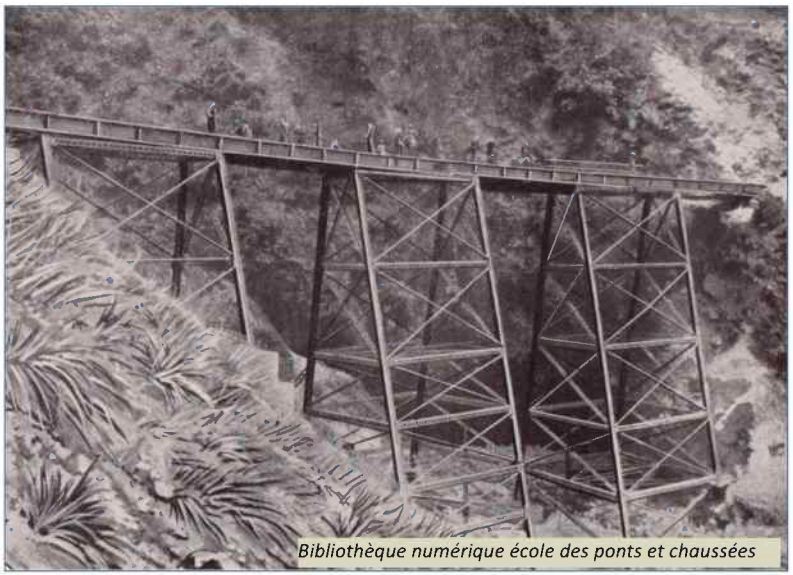
- Ponts à poutres en treillis métallique.
  Deux types d'ouvrages ont été mis en place, pour des ouvertures de 30 m ou de 50 m, particulièrement pour le franchissement des rivières. La ligne comporte 11 ouvrages de ce type.

- Viaducs droits ou courbes à portées modulaire de 8 m de long.
  Ce type de structure se prête particulièrement bien aux longs franchissements de vallées avec des hauteurs de piles variables, ainsi que pour les tracés en courbe. La construction est réalisée en place par montage d'éléments préfabriqués. Ce sont 8 ouvrages qui ont ainsi été réalisés, principalement dans le première partie de tracé

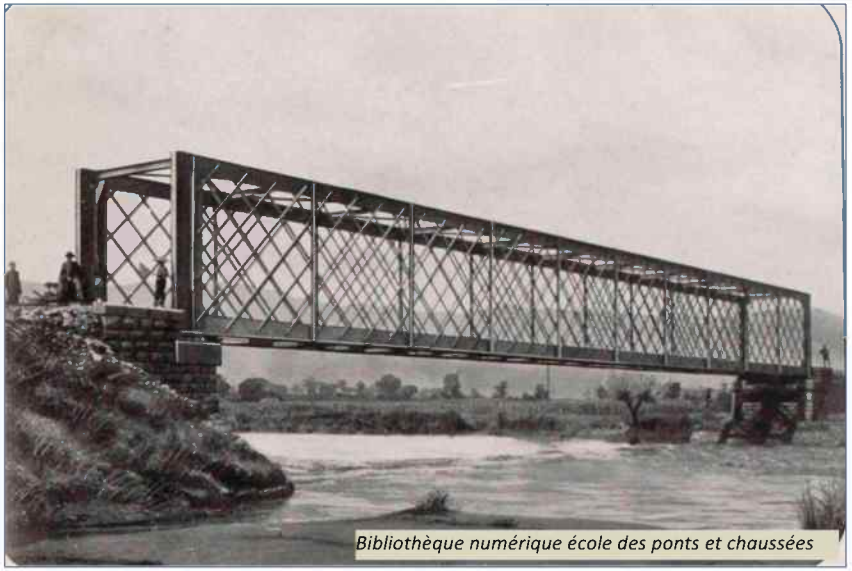
- Le célèbre pont à arbalétriers
  Cet ouvrage unique, long de 67 m, franchit une gorge très étroite surmontant la rivière d'une centaine de mètres. Il est réalisé par l'assemblage sur place de deux poutres (les arbalétriers) formant arc à trois articulations.

- Ponts à poutres pleines continues
  En très petit nombre, ils comportent une ou deux travées droites de 10 m d'ouverture.

Le pont à arbalétriers *Chinopsis*


Bibliothèque numérique école des ponts et chaussées

Viaduc à 6 modules de 8 m au km 95


Bibliothèque numérique école des ponts et chaussées

Pont à poutres latérales en treillis de 50 m de long au km 219,8

Chemin de fer du Yunnan. Ponts et viaducs métalliques [2]

Viaducs à travées au module de 8 m de long.

Ces viaducs originaux sont assemblés sur place à partir de barres métalliques pesant moins de 100 kg transportées par des mulets ou des groupes de coolies. Ils sont montés à l'avancement, le cas échéant en courbe, à l'aide de grues Pâris qui apportent les éléments métalliques aux monteurs de l'ouvrage.

Ils sont conçus pour le franchissement de vallées à versants pentus, avec des hauteurs de piles variables. Leur construction est plus rapide que celle des viaducs en pierre.

Ils comportent, alternativement, des travées de 8 m portées par les piles et des travées de 8 m appuyées sur les piles voisines.

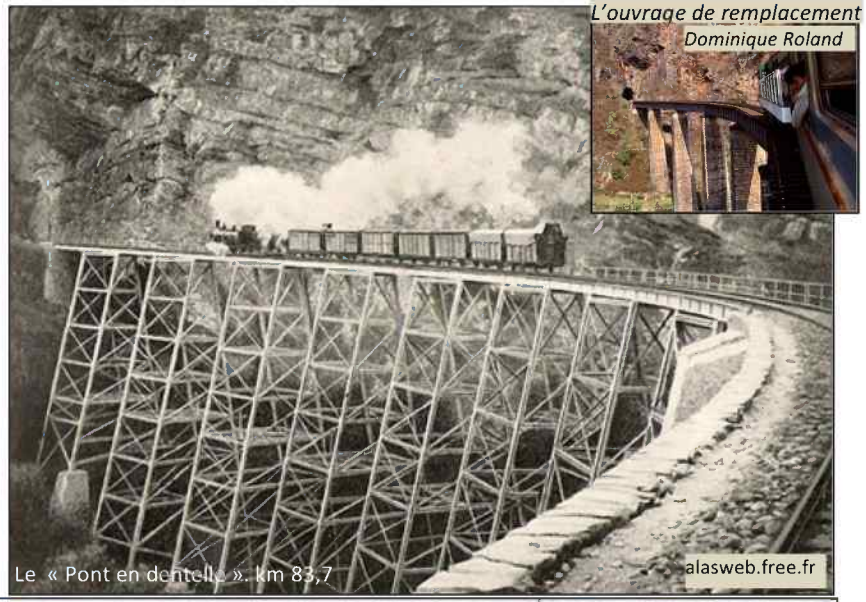
La conception des ouvrages à nx8 m est de Paul Bodin, ingénieur à la Sté des Batignolles.

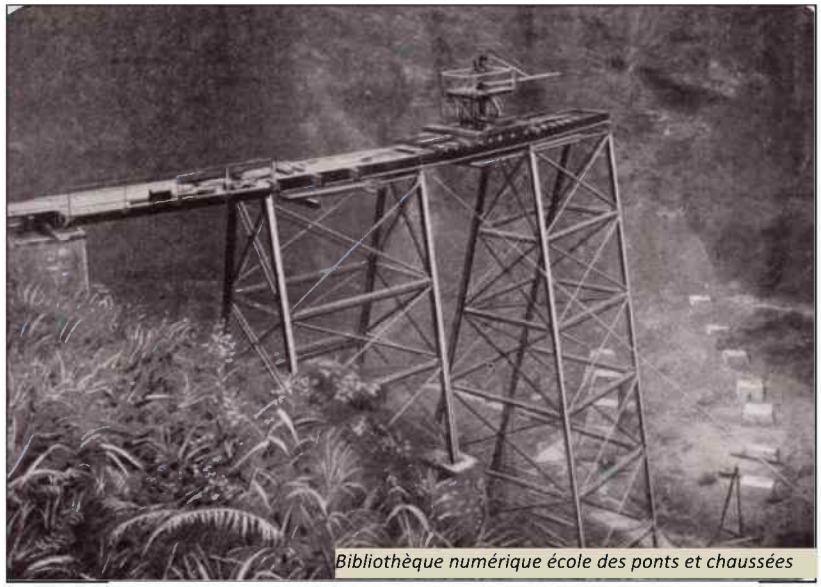
Le « Pont en dentelles ».

C'est l'ouvrage emblématique de cette catégorie de viaduc.

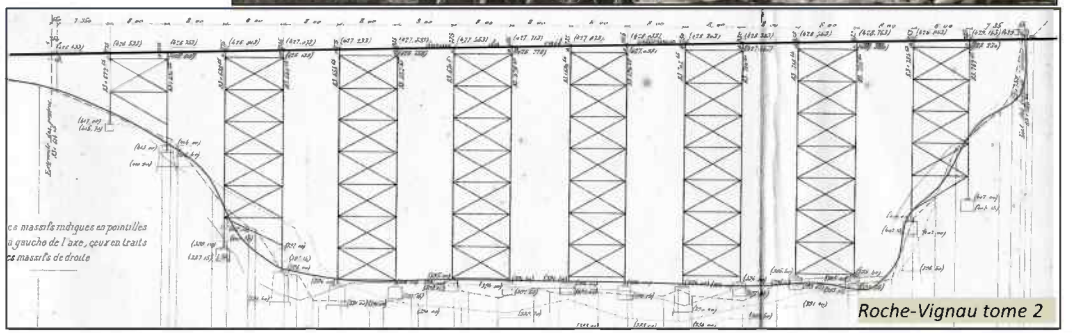
Entièrement en courbe, au km 83,7, il présente 15 travées de 8 m, avec des piles atteignant une hauteur maximale de 34 m. L'empattement transversal des appuis a nécessité l'aménagement de fondations dans le lit et sur les bords de la rivière.

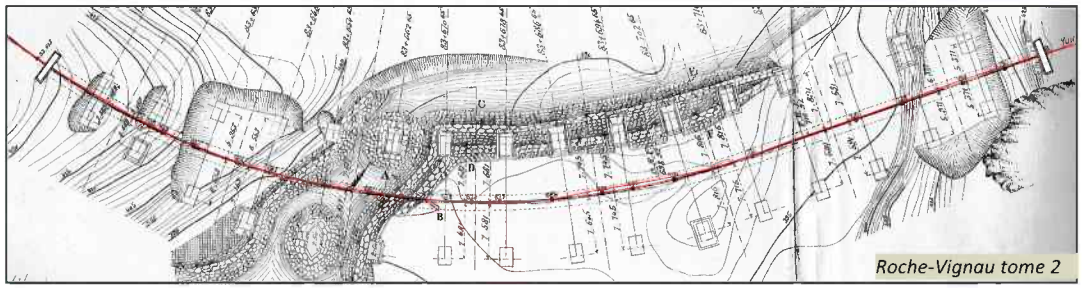
Ce viaduc a été détruit lors de la guerre sino-japonaise, remplacé par un viaduc en béton.





Construction des travées à l'aide de la grue de montage





Chemin de fer du Yunnan. Ponts et viaducs métalliques [3]

Ponts à poutres latérales en treillis.

Le franchissement des principales rivières a fait appel à des ponts droits à poutres latérales en treillis.

Ces ouvrages permettent des ouvertures soit de 30 m soit de 50 m.

Ils offrent un gabarit de section utile de 4,25 m de largeur et 5,12m de hauteur, correspondant aux dimensions des convois ferroviaires.

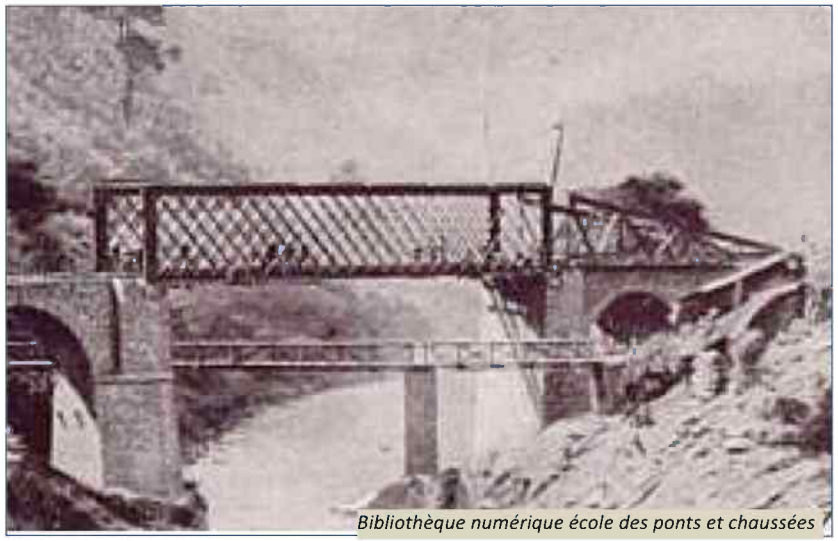
Ils sont parfois associés à des ponts voutés en maçonnerie de 10 m d'ouverture (l'ouvrage ci contre, sur la rivière Ta-Tcheng-Ho, en est le plus bel exemple, avec deux fois 10m de part et d'autre).

L'une des difficultés majeures concerne le montage de ces ponts: en effet le tracé sinueux de la ligne rend problématique le dégagement de la place nécessaire dans l'alignement de l'ouvrage, coté Lao Kay.

Ensuite les ponts sont mis en place par lançage. A cet effet, ils sont équipés, pour les ouvrages de 50 m, d'un avant-bec long de 25 m et d'un arrière-bec de même longueur.

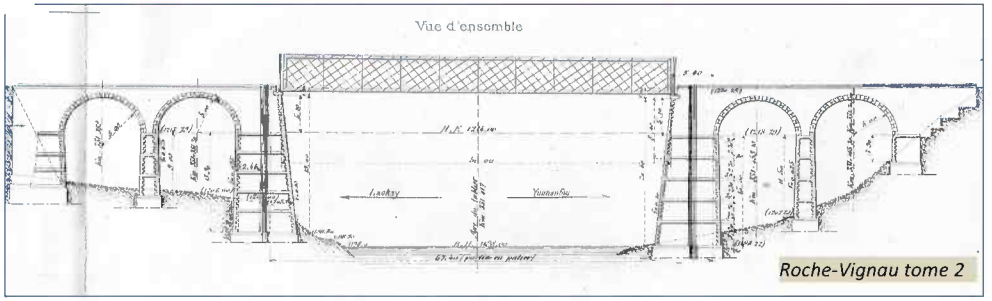
Un tel tablier a été temporairement mis en place au droit du glissement de versant du km 94,8.

Bibliothèque numérique école des ponts et chaussées

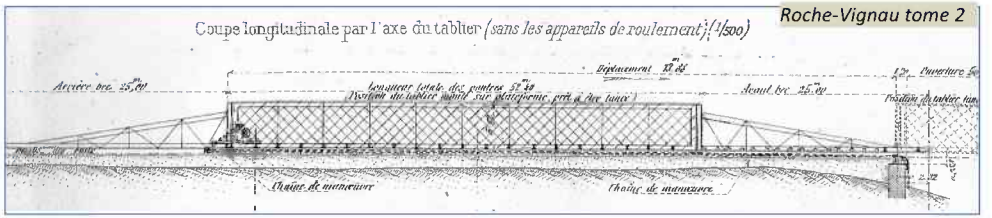


Bibliothèque numérique école des ponts et chaussées

Pont à ouverture de 30 m sur le Namti avec son avant bec de lancement. Km 45



Pont de 50 m d'ouverture, avec 2x2 ouvrages en maçonnerie. Km 331,4



Pont à ouverture de 50 m prêt au lançage, avec l'avant-bec et l'arrière-bec

Chemin de fer du Yunnan. Ponts et viaducs métalliques [4]

Le pont à arbalétriers (1908).

La ligne rencontre un affluent du Namty, le Pei-Ho, dit aussi faux-Namty, sur les versants duquel elle déroule une longue boucle, du km 104 au km 120. En extrémité de la boucle, le tracé est en tunnel des deux cotés de la vallée, avec des falaises à pic sur une centaine de mètres sous la ligne.

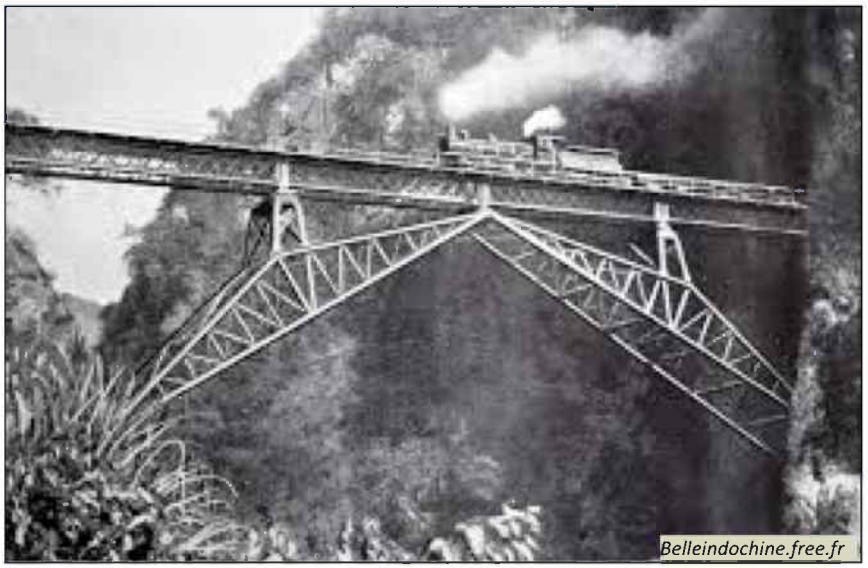
C'est le célèbre pont à arbalétriers qui franchit la rivière Pei-Ho entre ces deux tunnels. Il s'agit d'un ouvrage très exceptionnel du au talent de Paul Bodin, Ingénieur de l'Ecole Centrale, membre éminent de la Société de Construction des Batignolles.

Ce pont a été choisi à cause des gains de temps et d'argent apportés par rapport à d'autres types d'ouvrages.

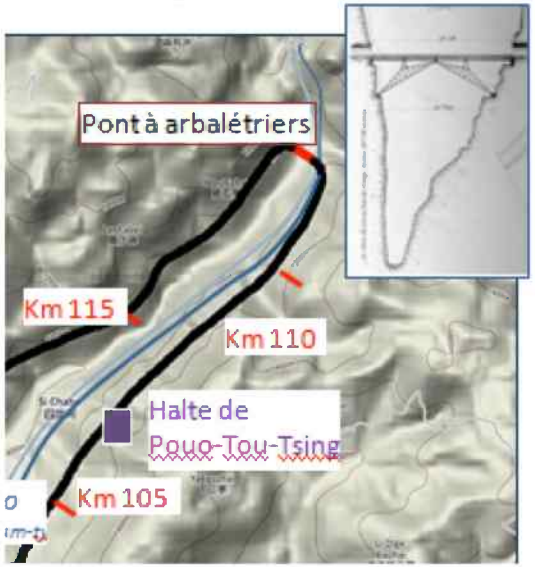
Il présente la particularité de voir son tablier supporté par deux arbalétriers, poutres triangulaires, et deux pylônes en appui sur ces poutres. Les arbalétriers sont équipés de rotules sphériques au contact de la falaise et d'une rotule cylindrique au niveau du tablier. Le tablier mesure 67m de long et la distance entre les rotules est de 55m.

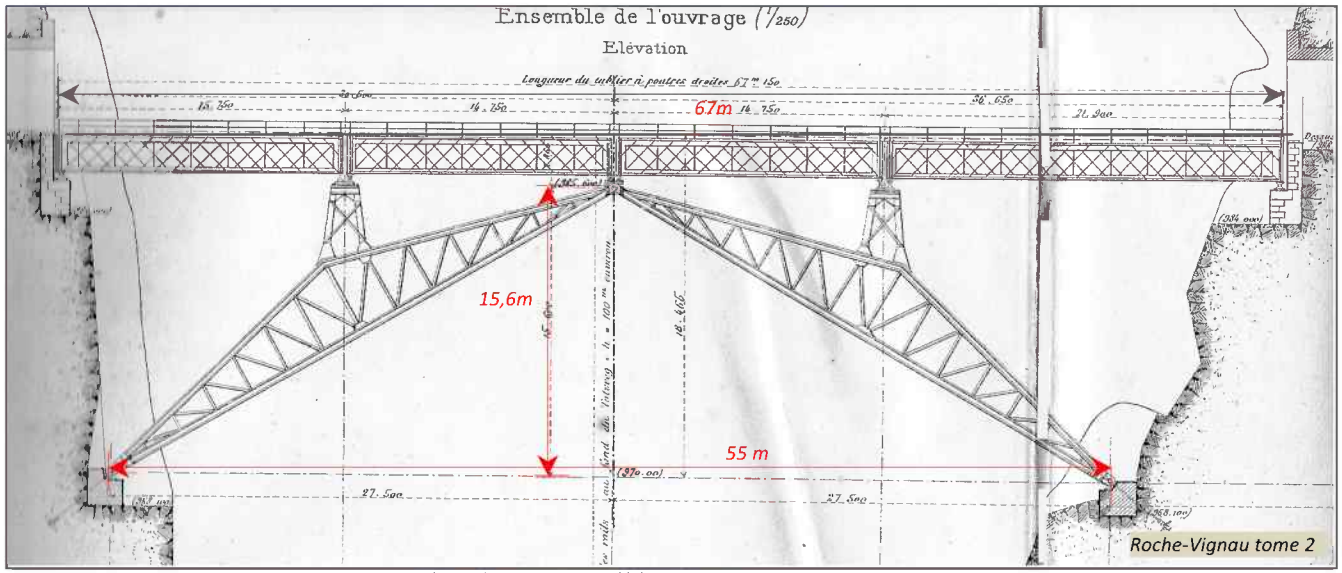
La procédure de construction et de mise en place de cet ouvrage sont à la hauteur de l'originalité de l'ouvrage.

L'ouvrage est inscrit au Patrimoine culturel historique de la Chine.



Vue du pont à arbalétriers sur le Pei-Ho. Km 111,883





Plan du pont en élévation

Chemin de fer du Yunnan. Ponts métalliques [5]

Mise en place du pont à arbalétriers.

Cette opération constitue l'une des actions techniques les plus remarquables du chantier, puisqu'elle consiste à relier deux sections de tunnel distantes de 77 m (Photo 1), au dessus d'un vide d'une centaine de mètres. La première mesure a été de consolider les parois rocheuses au droit de la zone des appuis, d'installer les appareils d'appui et de creuser les niches qui recevront les installations (câbles, treuils) pour la mise en place des arbalétriers. Ceux-ci sont construits sur place, en position verticale (photo 2). Ils sont alors lancés en rotation sur leurs rotules inférieures (photo 3), jusqu'à rencontre des extrémités supérieures et callés sur la rotule centrale (photo 4). Les tabliers sont alors mis en place par lançage à partir des galeries des tunnels, avec appui sur les pylônes intermédiaires (photo 5).

1

Géopolis.francetv.info.fr

2

Bibliothèque num école des ponts et chaussées

3

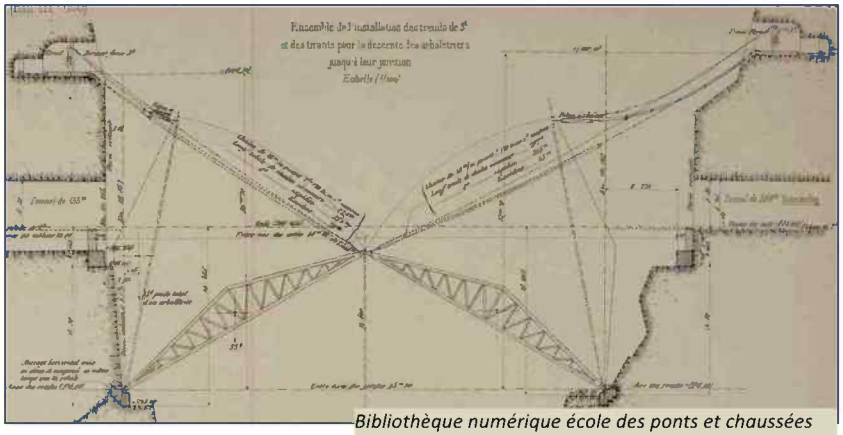
Bibliothèque numérique école des ponts et chaussées

4

Bibliothèque numérique école des ponts et chaussées

5

Bibliothèque numérique école des ponts et chaussées



Bibliothèque numérique école des ponts et chaussées

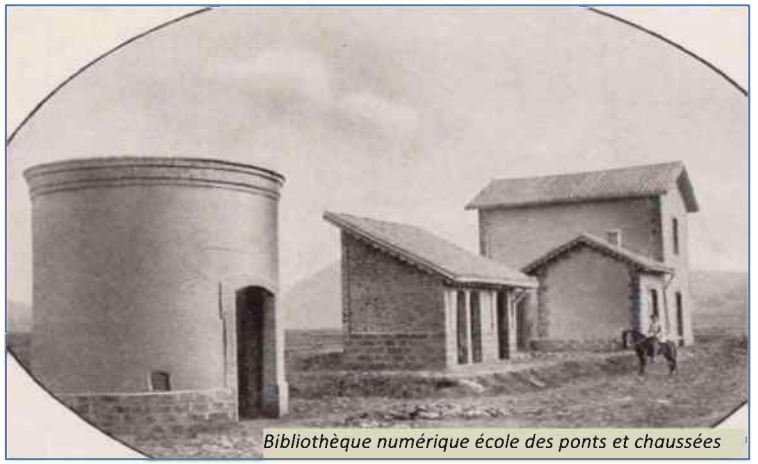
Ligne de chemin de fer du Yunnan. Bâtiments

De Ho-Kéou (début de la ligne en territoire chinois) à Yunnan-Fou, la ligne comporte 34 stations et haltes : la station de 1ère classe, gare terminale de Yunnan-Fou, la station de 2ème classe à Amitchéou, 6 stations de 3ème classe et 24 haltes. L'importance en voies de croisements, installations techniques (y compris en ponts tournants), nombre de bâtiments dépend de la disposition des lieux et des rôles attribués à la station ou halte.

Gare de Yunnan-Fou : arrivée du premier train (30 janvier 1910)

La gare de Mongtzé

La gare de Su-Kia-Tou



La halte de Choueï-Tang

Chine. Ligne de chemin de fer du Yunnan. Portraits [1]

La réalisation de la ligne de chemin de fer du Yunnan a mobilisé un très grand nombre d'intervenants. Diplomates, banquiers, ingénieurs des bureaux d'études et des entreprises, employés et ouvriers du chantier, etc. Ainsi 920 cadres et personnels techniques sont intervenus (400 simultanément), environ 1.000 conducteurs de chantier (généralement italiens), et 75.000 ouvriers et coolies (48.000 simultanément au maximum).

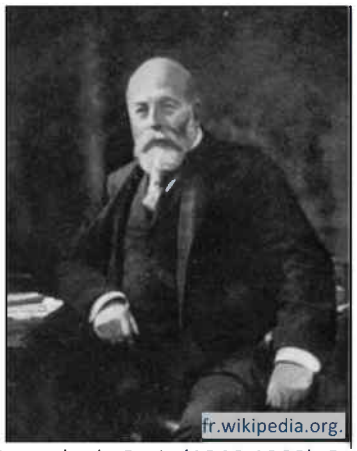
Auguste François
Avec le général Su (1902)

Diplomate français (1857-1935). Entre autres, Consul général de France à Yunnan-Fu. Négociateur de la convention franco-chinoise du chemin de fer du Yunnan

Comte Georges Vitali

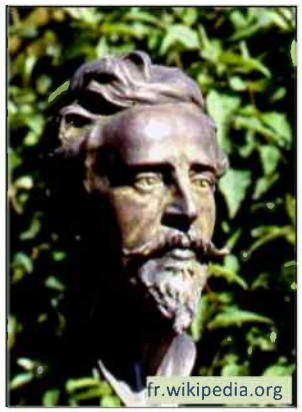
Ingénieur de l'Ecole Centrale de Paris (1830-1909). Créateur de la Régie Générale des Chemins de fer. Président du Conseil d'Administration des Chemins de fer indochinois

Jules Goüin



Ingénieur de l'Ecole Centrale de Paris (1846-1908). Pt de la Société de Construction des Batignolles. Pt de la Compagnie française des chemins de fer de l'Indochine et du Yunnan.

Paul Bodin



Ingénieur de l'Ecole Centrale de Paris (1847-1926). Ingénieur et administrateur à la Société de Construction des Batignolles. Concepteur du pont à arbalétriers. du viaduc du Viaur en France etc.

Albert Marie

Ingénieur à la Société de Construction des Batignolles. Auteur de ponts métalliques du chemin de fer du Yunnan auquel il a contribué.

Georges-Auguste Marbotte

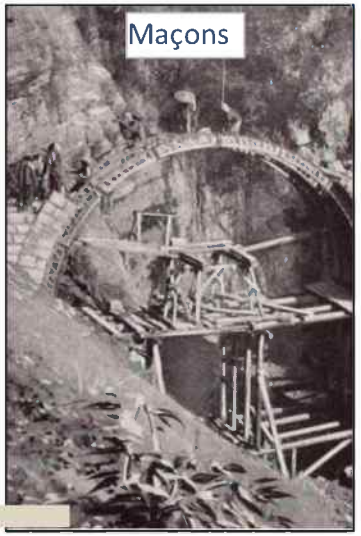
Comptable sur le Chemin de fer du Yunnan, ses talents de photographe le conduisirent à produire une énorme collection de remarquables clichés du chantier

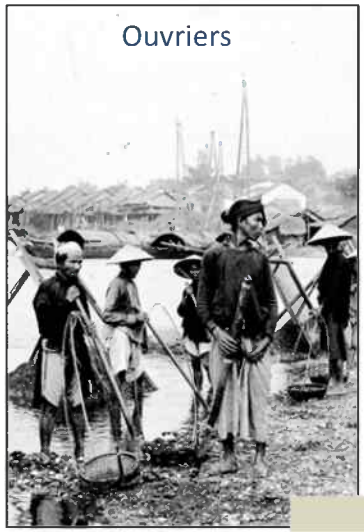
Chine. Ligne de chemin de fer du Yunnan. Portraits [2]

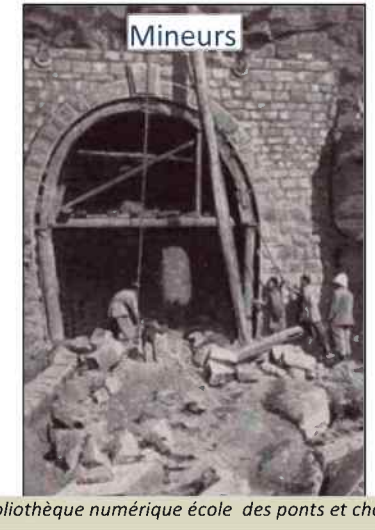
Les travaux de construction de la ligne furent réalisés dans des conditions climatiques et sanitaires particulièrement sévères. 80 cadres et personnels techniques y perdirent la vie. Pais les principales victimes furent les ouvriers et les coolies, provenant de diverses régions de Chine et d'Indochine : porteurs, terrassiers, maçons, mineurs, tailleurs de pierre, monteurs, poseurs de voies, etc.

Ce sont 12.000 ouvriers et coolies qui périrent sur ce chantier (paludisme, dysenterie, affections internes, accidents) dont 10.000 dans le seul Bas-Namty.

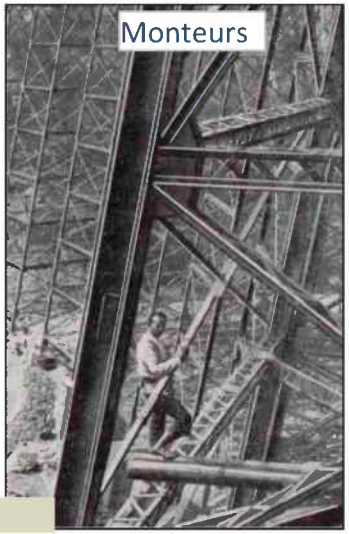
Bibliothèque numérique école des ponts et chaussées

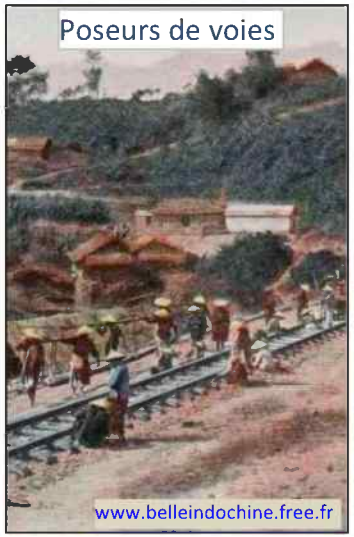






Bibliothèque numérique école des ponts et chaussées





Ligne de chemin de fer du Yunnan. En guise de conclusion…

Le trafic sur la ligne de chemin de fer du Yunnan

A partir de 1910, un trafic régulier de trains de voyageurs et de trains de marchandises s'est installé entre Yunnan-Fu et Haïphong via Lao-Kai à la frontière de l'Indochine. Le succès technique de la réalisation de la ligne en Chine ne connu ni le trafic prévu ni la situation financière escomptée. D'une part, la révolution chinoise apporta des troubles au Yunnan, d'autre part l'exploitation des richesses naturelles repérées par les missions exploratoires se révéla très inférieure aux prévisions : évaluations incertaines, gisements antérieurement exploités et épuisés, qualité du charbon inadaptée. La production et le transport de l'étain constitueront la ressource minière principale : en 1937, à la veille du conflit sino-japonais, 9.500 t pour un transit Yunnan-Haïphong de 13.500 t (le trafic Haïphong-Yunnan s'élevait à 32.000 t). La même année, 214.000 passagers utilisèrent l'ensemble de la ligne, plus de 4 millions effectuant des trajets partiels.

Dès le début du conflit sino-japonais, les troupes du gouvernement nationaliste refluèrent vers le sud : dès 1938, la ligne du Yunnan fut pratiquement leur seule voie d'approvisionnement au départ du port d'Haïphong, se traduisant par la sursaturation de la ligne. La suite du conflit conduisit à l'interruption du trafic, notamment par la destruction d'ouvrages d'art (Le pont en dentelle).

Après 1949, la ligne fut remise en état par les autorités chinoises. Néanmoins, le trafic se réduisit constamment, entrainant la suppression du trafic voyageur, puis une réduction drastique du trafic de marchandises. Aujourd'hui, il ne subsiste qu'un trafic de marchandises partiel.

Mémoire de la ligne ferroviaire du Yunnan

En Chine une forte mémoire demeure attachée à cette ligne, avec ses ouvrages d'art, dont le pont à arbalétriers, et ses gares, reproductions des gares de la même époque en France. De nombreuses restaurations conservent du caractère à cette ligne.

Kunming abrite le **Musée de la ligne ferroviaire du Yunnan**, avec une présentation très scénique, comprenant des motrices et wagons d'origine, des équipements et des expositions.

Le Musée de Kunming a présenté une exposition concernant Albert Marie, ingénieur à la Société des Batignolles, l'un des responsables du chantier.

Le **Musée Guimet**, à Paris, a présenté en 2015 l'exposition « Un train pour le Yunnan », comportant 65 des 1.500 photos du leg de la collection G.A. Marbotte

Kunming. Musée de la ligne ferroviaire du Yunnan

° Extrait de TFI, 4 juin 2016. Reportage. L'incroyable train français du Yunnan

Musée de Kunming. Exposition « Albert Marie »

Ligne de chemin de fer du Yunnan. Références [1]

23

Reportage

L'incroyable train français du Yunnan. Odile Bernard Elisabeth Locard. TF1 4 juin 2016

Livres

1910. Compagnie française des chemins de fer de l'Indochine et du Yunnan (France); Société de construction des chemins de fer indo-chinois (France).
Le chemin de fer du Yunnan. Tome 1. Texte. Tome 2 dessins. Imprimerie G. Goury (Paris).
Les deux tomes sont numérisés et disponibles sur : « Bibliothèque numérique patrimoniale des ponts et chaussées »

Auguste François. ***Le mandarin blanc***. *Souvenirs d'un consul en Extrême-Orient* (1886-1904). 380p. 2006. Editions L'Harmatan. Paris

Pierre Marbotte. ***Un chemin de fer au Yunnan*** *: l'aventure d'une famille française en Chine*. 158p. 2006. Collection Alain Sutton

Désirée Lenoir. ***Le consul qui en savait trop***, *les ambitions secrètes de la France en Chine*. 2011. Editions Nouveau Monde

Odile Bernard, Elisabeth Locard, Pierre Marbotte. *Le chemin de fer du Yunnan, une aventure fran9aise en Chine*. 288 pages 2016. Eltis

Odile Bernard, Elisabeth Locard. *Le chemin de fer du Yunnan. Un jeune ingénieur français en route de Saïgon à Yléang* (1904). Images et mémoires J&M. Bulletin N° 37 (Aussi sur www.imagesetmémoires.com)

Rang-Ri Park-Barjot. *La Société de construction des Batignolles : des origines à la première guerre mondiale -1846-1914*). Paris, Pups, 2005

Sites web

Structurae.
Site majeur pour les images et les données sur les ouvrages.

www.guimet.fr Musée Guimet. *Un train pour le Yunnan. 1500 clichés de la collection Georges Auguste Marbotte*. **2015**

www.belle indochine.fr *Le chemin de fer du Yunnan*

Ligne de chemin de fer du Yunnan. Références [2]

http://cctv.cntv.cn/lm/Lesaviezvous/serie/Le_train_venu_de_1910/ *Le train venu de 1910 4 séries d'images sur le chemin de fer du Yunnan*

http://french.peopledaily.com.cn/VieSociale/n/2015/0408/c31360-8875381-23.html *Série d'images autour du chemin de fer du Yunnan*

https://rhcf.revues.org/418 *la civilisation suit la locomotive : crédo de Paul Doumer.*

http://www.souvenir-francais.asie.com/ *Le nouveau musée du chemin de fer du Yunnan à Kunming (Yvan Velot)*

http://chinopsis.canalblog.com/ *4 séries d'images sur le chemin de fer du Yunnan*

www.fleuverouge.fr *Clichés de Georges Auguste Marbotte.*

www.archives-histoire.centraliens.net *Jean-Louis Bordes . Le chemin de fer du Yunnan et les Centraliens*

augfrancois.chez-alice.fr *Association Auguste François. Films et vidéo*

www.alasweb.free.fr *Le train du Yunnan. Un voyage dans le temps*

www.net1901.org *Association Blanche et Auguste Marbotte*

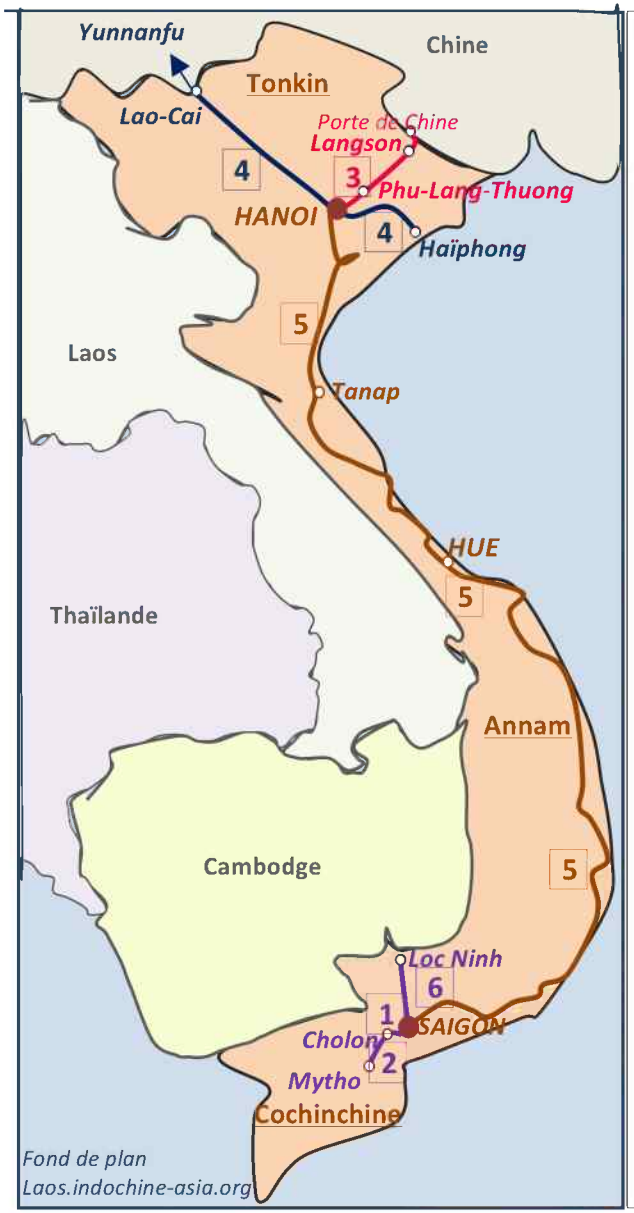
http://jo-association.info*/v2/84410/20070049 -Association* Blanche et Auguste Marbotte.php

www.monnuage.fr *Alex et Gag : le mur des neuf dragons*

// commons.wikimedia.org *La première gare de Pékin*

www.delcampe.net *Cartes postales*

Indochine. Lignes de chemin de fer. 1881-1936



En 1936, le réseau des lignes de chemin de fer du Plan Doumer (1898) s'achevait par le bouclage de la longue ligne Transindochinoise Saïgon-Hanoï. En 1881 avait été construit le tramway Saïgon-Cholon °.

1. **1881: le tramway Saïgon-Cholon** (5 km)

Après diverses péripéties, cette ligne établie en voie métrique, sera construite et exploitée par la *Société générale des tramways à vapeur de Cochinchine*. En 1912, l'exploitation en est confiée à la *Circonscription sud des chemins de fer de l'Indochine.* Cette ligne n'existe plus aujourd'hui.

2. **1885: la ligne Saïgon-Mytho** (70 km)

La construction de la ligne est engagée, à l'initiative de l'ingénieur Joret, par la *Compagnie des chemins de fer garantis des colonies françaises*. Installée en bordure du delta du Mékong, elle comportait plusieurs grands ouvrages d'art sur le grand Vaico à Ben Luc (550 m) et sur le petit Vaico à Tan An (133 m). L'extension vers Cantho et Camau ne sera pas réalisée et la ligne ne survivra pas aux dommages de guerre.

3. **1890-1994: la ligne de Hanoï à la Porte de Chine** (101 km)

L'entreprise des chemins de fer du Tonkin (Georges Soupe) à construit la voie de type Decauville de Phu-Lang-Thuong à Langson pour la desserte de la forteresse de cette ville. Cette ligne a ensuite complétée de Hanoï à Nam-Quam/Porte de Chine, avec le pont mobile (travée tournante) sur le Song Cau.

4. **1900-1906 : la ligne du Tonkin, Haïphong-Hanoï-Lao Cai** , puis Yunnanfu en Chine (398 km)

Un consortium bancaire, la C^{ie} française des chemins de fer de l'Indochine et du Yunnan est constituée à cet effet, laquelle confiera l'exécution des travaux à la Société de Construction des chemins de fer indochinois (Régie générale des chemins de fer et Société de Construction des Batignolles), travaux finalement réalisés en partie sous l'égide des Ponts et Chaussées. Principaux ouvrages d'art : Pont Paul Doumer (1863 m), Pont sur la rivière claire (380 m), Pont sur le Thaï Binh (380 m), pont sur le canal des rapides (225 m).

5. **1902-1936 : la ligne Transindochinoise, Saïgon-Hué-Hanoï** (1736 km)

Cette longue ligne a été construite en régie, selon trois tronçons lancés simultanément : Hanoï-Tanap au nord (1902-1927), Tourane-Tanap au centre (1902-1927?), Saïgon-Tourane au sud (1902-1936). Cette ligne comportait de nombreux ponts et viaducs, dont le pont de Phu-Ly (205m) avec une travée tournante, le bow-string de Than-Hoa (160m), le pont Clémenceau à Hué (402m), le pont de Binh-Loï à Saïgon (275m).

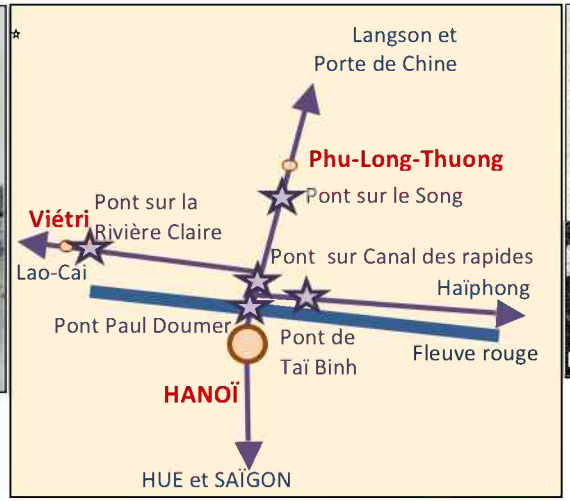
6. **1933 : la ligne du caoutchouc, Saïgon-Loc-Ninh** (100 km), construite en partie en concession.

° Référence. Frédérique Hulot (1990). Les chemins de fer d'outre-mer : l'Indochine et le Yunnan. La Regardane éditions. 188 p

Indochine. Ponts dans la région de Hanoï

Pont sur le Song. 170 m. Schneider et Cie

Le chemin de fer de Hanoï à Langson et la Porte de Chine franchit la rivière Song au nord de Hanoï avec cet ouvrage métallique à poutres droites qui comporte une travée tournante.



1894? Pont sur le canal des rapides. 225 m

Schneider et Cie

Le chemin de fer de Hanoï à Langson franchit le canal des rapides, au nord de Hanoï près des embranchements vers Haïphong et vers Viétri/Lao-Cai

Pont sur la Rivière Claire. 380 m. Schneider et Cie

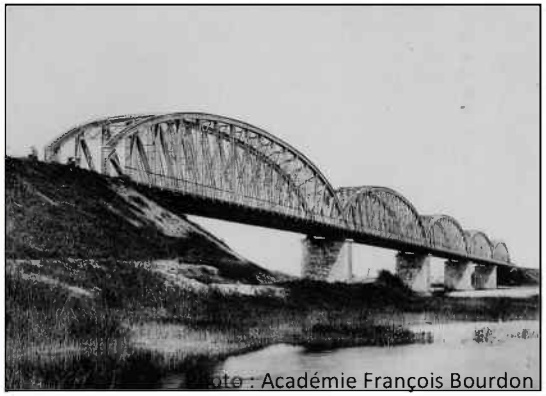
Le chemin de fer Hanoï/Lao-Cai coupe la Rivière Claire à proximité de Vietri.

1903. Pont Paul Doumer, Hanoï. 1683 m. Daydé et Pillé.

Ce viaduc de grande longueur (1682 m) franchit le Fleuve Rouge juste au nord de Hanoï. Il assure la liaison nord-sud complète et il permet de rejoindre la ligne Haïphong/ Lao-Cai.

C'est le seul ouvrage construit par Daydé-Pillé en Indochine.

De part sa situation, il constitue un ouvrage hautement stratégique : objet de multiples bombardements il sera très endommagé en 1972, mais reconstruit et remis en service ultérieurement.

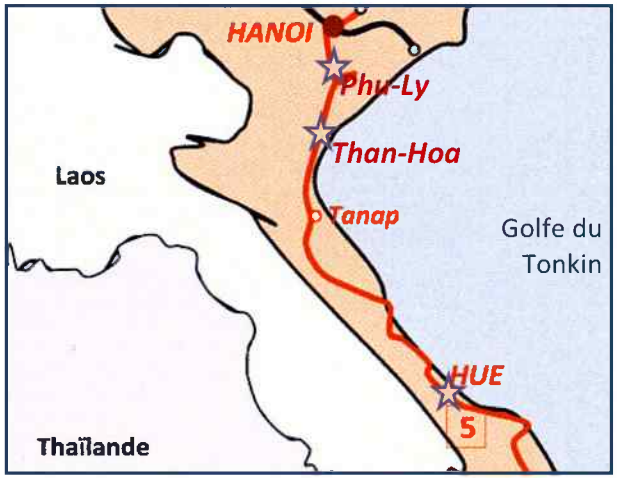


Pont sur le Tai Binh. 380 m. Schneider et Cie°

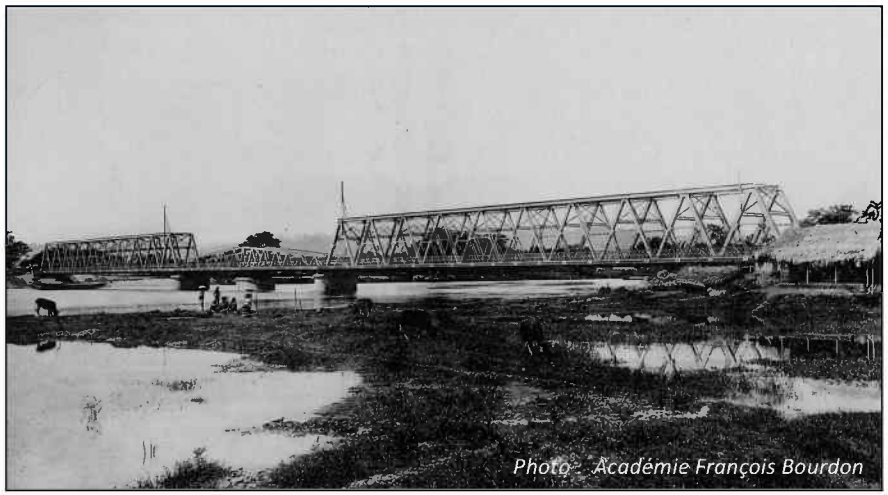
Cet ouvrage se situait sur la ligne de chemin de fer Haïphong- Hanoï.

Il a très vraisemblablement été détruit lors du conflit en 1972

Ponts sur la côte du Golfe du Tonkin



1905. Pont Clémenceau, Hué. 402 m. SCLP (ex G. Eiffel)
Cet ouvrage est construit sur la Rivière des parfums et il est le plus emblématique de la ville de Hué. Détruit pendant la guerre, il a été reconstruit à l'identique.



1905(?). **Pont sur le Phu-Ly.** 200 m. Schneider et Cie
L'ouvrage, situé à 80 km au sud de Hanoï comportait une travée tournante en son centre. Il a été détruit pendant la guerre

1904. Pont Ham Rong sur la rivière Ma à Than Hoa (160 km au sud de Hanoï)
Cet ouvrage bow-string était stratégique durant la guerre dont il fut un symbole de la résistance. Détruit vers 1945, il est remplacé par un pont de deux travées à poutres Warren qui sera également détruit en 1972.

Ponts en Indochine

Les voies de transport, routes coloniales et voies ferrées, ont du franchir de nombreux fleuves et rivières : les deltas du fleuve rouge au nord et du Mékong au sud, les rivières orientées ouest-est en provenance de la cordillière indochinoise. Ainsi de très nombreux ouvrages métalliques ont été construits au cours de cette période 1820-1915, du grand pont Paul Doumer jusqu'aux ponts démontables Eiffel.
Ces ouvrages ont été des cibles militaires prioritaires lors des deux conflits qui ont marqué l'histoire de l'Indochine/Vietnam. Presque tous les ponts et viaducs ont été au moins sévèrement endommagés, plus généralement détruits. Néanmoins, l'importance et la variété de ces ouvrages sont telles qu'il a paru intéressant de montrer certains d'entre eux lors de leur construction.

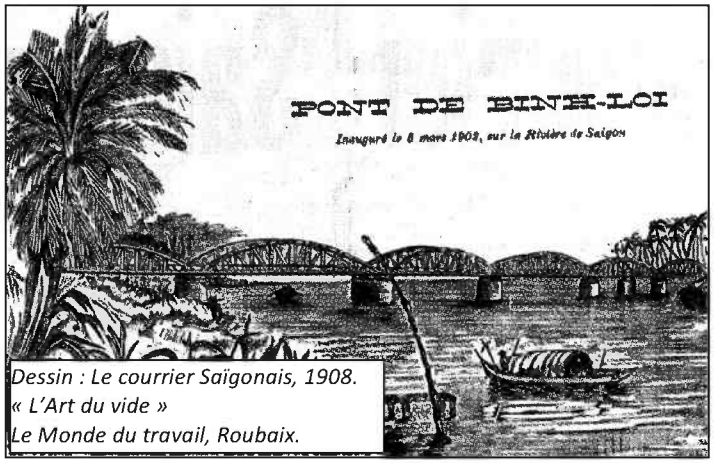
Ponts de la région de Saïgon

La construction des ponts et viaducs en Cochinchine a été marquée par les entreprises de Gustave Eiffel, lequel avait installé une agence à Saïgon dès 1872.
Les « ponts portatifs Gustave Eiffel » se développent dès 1880 et un centaine de ces ouvrages seront construits en Cochinchine.
Par ailleurs, la construction des voies ferrées dès 1881 verra la construction de grands ponts de Eiffel.

1882. Saïgon. Pont des Messageries. Eiffel et Cie
Cet ouvrage en arc est construit sur l'Arroyo chinois et il donne accès au quai des messageries. La Compagnie des Messageries Maritimes avait été créée en 1851 avec la concession du service postal. Cet ouvrage semble toujours en service.

1890. Ben-Luc. Pont sur le Vaico
Eiffel et Cie.
Le Chemin de fer Saïgon Mytho comporte deux grands ponts, respectivement sur le petit et le grand Vaico. Le pont de Ben-Luc a été partiellement détruit et reconstruit

1902. Saïgon. Pont de Binh-Loï, 275 m.
Société de Construction de Levallois-Perret (ex G Eiffel)
Construit sur la rivière de Saïgon, cet ouvrage est le premier ouvrage du tronçon sud réalisé pour la ligne Trans-indochinoise Saïgon-Hanoï.



Dessin : Le courrier Saïgonais, 1908.
« L'Art du vide »
Le Monde du travail, Roubaix.