

Vues d'ouvrages d'art: réparations de viaducs en maçonnerie, perfectionnement des poutres métalliques, baches de ponts-canaux, élargissement du grand pont de Lausanne

Autor(en): **Gaudard, Jules**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes**

Band (Jahr): **21 (1895)**

Heft 1

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-18758>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

tier une petite quantité de ciment portland à prise demi-lente, moulu très fin, ou, à défaut, de ciment de laitier.

b) *Béton de ciment.*

Faire usage de pierres non poreuses et surtout pas gélives. Ciment moulu très fin. Le ciment portland est préférable au ciment de laitier et au ciment romain. Préparer le mortier et confectionner le béton par petites quantités à la fois. Proportions du mortier de 1 : 2 1/2 à 3. Composition du béton de 1 : 2 : 4 à 1 : 2 : 6. Le mortier doit être gâché aussi sec que possible et à chaud (40° à 60°) et présenter une consistance juste suffisante pour que, appliqué à la truelle, il adhère aux surfaces.

Si la température est inférieure à - 10° (notamment si le froid est intense pendant la nuit) on combattra les effets de la gelée par l'addition d'éléments propres à abaisser le point de congélation de l'eau et à accélérer la prise de la masse, tels que le sel de cuisine, l'alun, la soude ou la chaux vive. Ces éléments peuvent être employés concurremment ou à l'exclusion l'un de l'autre, soit dissous dans l'eau destinée à la confection du mortier, soit en poudre fine liée au mortier. La proportion varie avec la température.

En tout état de cause, qu'il s'agisse de maçonneries à la chaux ou au ciment, les ouvrages frais en contact avec l'air extérieur exposés à l'effet de la gelée doivent être recouverts de nattes protectrices la nuit. Quant aux ouvrages construits dans un espace clos, le chauffage de l'enceinte au moyen de foyers à coke, constitue le préservatif par excellence.

VUES D'OUVRAGES D'ART

RÉPARATIONS DE VIADUCS EN MAÇONNERIE,
PERFECTIONNEMENT DES POUTRES MÉTALLIQUES,

BACHES DE PONTS-CANAU, X,

ÉLARGISSEMENT DU GRAND PONT DE LAUSANNE

PAR JULES GAUDARD

professeur à l'école d'ingénieurs de Lausanne.

Auteur de *Notes sur quelques ponts suisses et suédois* insérées dans le tome XXIV du *Génie Civil*, nous avons obtenu de l'Administration de ce journal l'usage des clichés se référant à des ouvrages suisses, afin d'en offrir un tirage au *Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes*. Quant au texte concernant, en particulier, les résultats d'épreuves récentes et les réparations de ponts métalliques, les flexions anormales de celui de la Paudèze, l'aggravation de charge mobile inhérente à l'adoption d'encorbellements, etc., nous renvoyons le lecteur à l'article du *Génie Civil*; nous nous bornons ici au rappel de quelques chiffres, mais nous ajouterons, par contre, des détails inédits sur la réparation de divers viaducs en pierre, sur certains perfectionnements réalisables dans la constitution des poutres en métal, et enfin sur l'utilité qu'il pourrait y avoir, contrairement aux errements en cours, à donner à la bache des ponts-canaux métalliques une paroi indépendante de celles des poutres maîtresses.

Vues d'ouvrages d'art.

Fig. 1, 2, 3 : *Viaduc de Vallorbe*, exécuté en 1867-1869. Longueur totale 161 m.; hauteur 59 m. au-dessus du lit de l'Orbe; piles de 43 et 41 m. de hauteur; travée centrale de 56 m. entre axes des piles, et travées de rive de 36^m50 et 23^m50 de l'axe de la pile au parement de la culée; 343 tonnes de fers; projet de Gustave Bridel, exécuté, pour 440 000 francs environ, par l'entreprise Alazard et l'usine de Hautmont (Nord), sous la direction de MM. Tourneux et Delarageaz.

Fig. 4, 5, 6 : *Viaduc en tôle sur la Paudèze*, ligne Lausanne-Villeneuve; 180 m. de longueur, en quatre travées, les centrales de 48 m., les autres de 36^m60. Les fers pèsent 570 tonnes, et le décompte de l'entreprise Bonzon et Bridel s'est monté à 447 640 francs. Avec la maçonnerie, la dépense totale s'est élevée à 558 000 francs; achevé en 1860; Aug. Arnoux, ingénieur en chef; projet Gust. Bridel; MM. Mongeot et Lochmann chefs de section pour les maçonneries, Gaudard pour la pose du tablier, Friderich agent réceptionnaire.

Fig. 7 : *Viaduc en pierre de la Conversion*, sur la Paudèze, ligne Lausanne-Berne. Longueur 199 m.; courbe de 500 m. de rayon; rampe de 0,018; douze arches de 12 m.; hauteur maximale 47 m. Construit de 1858 à 1862 par les entrepreneurs Ladet et Alphaise, sous la direction de M. Houël et la surveillance de M. Gein, il renferme 24 000 m³ de maçonnerie et a coûté près de 800 000 francs, soit 141 francs par m² en élévation.

Fig. 8 : *Pont du Chandelar*; arche en fer de 57 m. de corde et 10^m60 de flèche; longueur 70 m.; largeur 5^m20, pour la route de Lausanne à Belmont; 120 tonnes; 63 000 francs; entreprise Duvillard et Michaud; ingénieur en chef, M. L. Gonin.

Fig. 9 : *Viaduc de Boudry, sur la Reuse*; 224^m80 de longueur sur 38^m70 de hauteur centrale; onze arches de 15 m. et une de 20 m.; dépense 706 000 francs, soit 120 francs par mètre carré en élévation. Exécuté en 1857-1859, sous la direction de MM. Ruelle et Chavannes, par l'entreprise Klein et Pippo. Il est rendu compte plus loin des travaux de réparation.

Fig. 10 : *Pont provisoire en charpente sur le Rhône, près Saint-Maurice*, en 1860. Six travées système Howe; longueur totale 132 m; coût 91 000 francs; dans le mètre courant, palées comprises, mais sans leurs pieux de fondation, il entraînerait 4^m356 de bois et 200 kg. de fers. Projet étudié par M. Gaudard, sous la direction de feu A. Arnoux; entrepreneur Ch. Thouvenot.

Les bois verts mis en œuvre dans une construction hâtive se sont promptement altérés et ont exigé un renouvellement déjà quatre ans après. Or, une semblable opération donne toujours lieu à des tassements perceptibles, qui devaient faire réclamer à courte échéance la substitution d'un ouvrage permanent. Oter une pièce fondamentale ne se fait pas sans provoquer un peu d'affaissement; remettre la nouvelle en place ne s'obtient guère avec tout le serrage qu'il faudrait pour récupérer l'état antérieur. Il est vrai que le système Howe présente sous ce rapport un avantage qui lui est propre; il comporte, à côté de tirants en fer, des croisillons en bois deux fois plus forts dans une branche que dans l'autre; les pièces doubles sont essentiel-

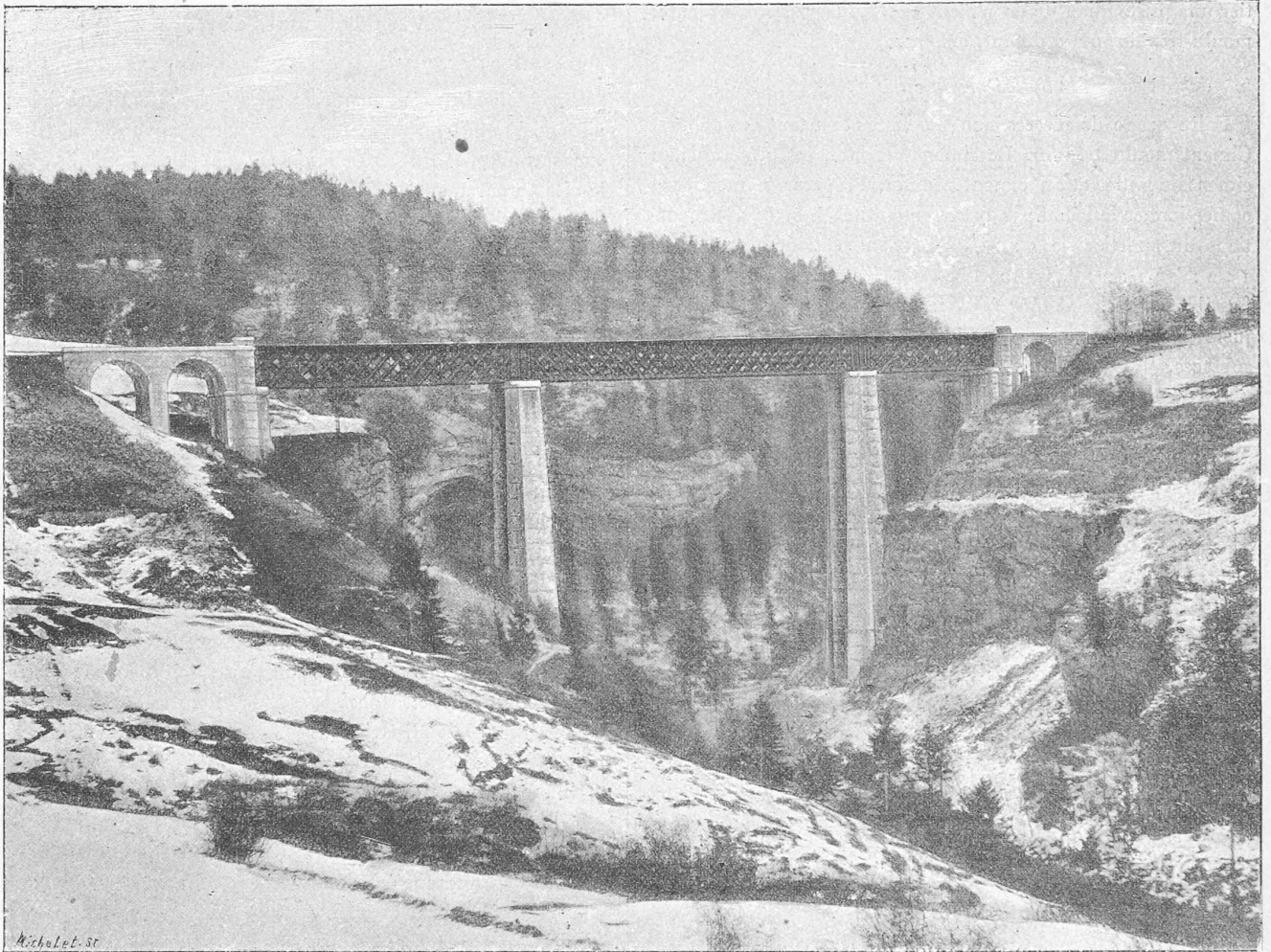


Fig. 1. — Viaduc de Vallorbes.

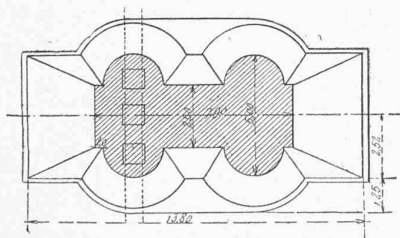


Fig. 2. — Section horizontale d'une pile du viaduc de Vallorbes.

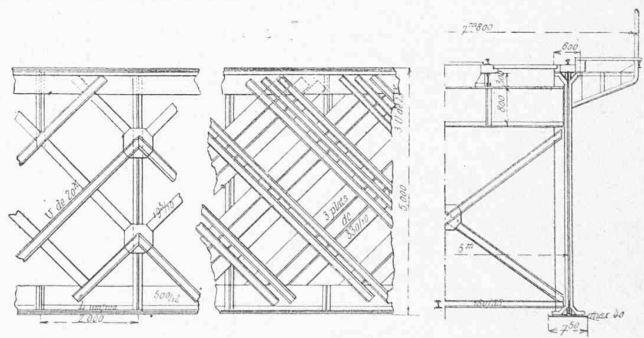


Fig. 3. — Elévation et coupe du viaduc de Vallorbes.

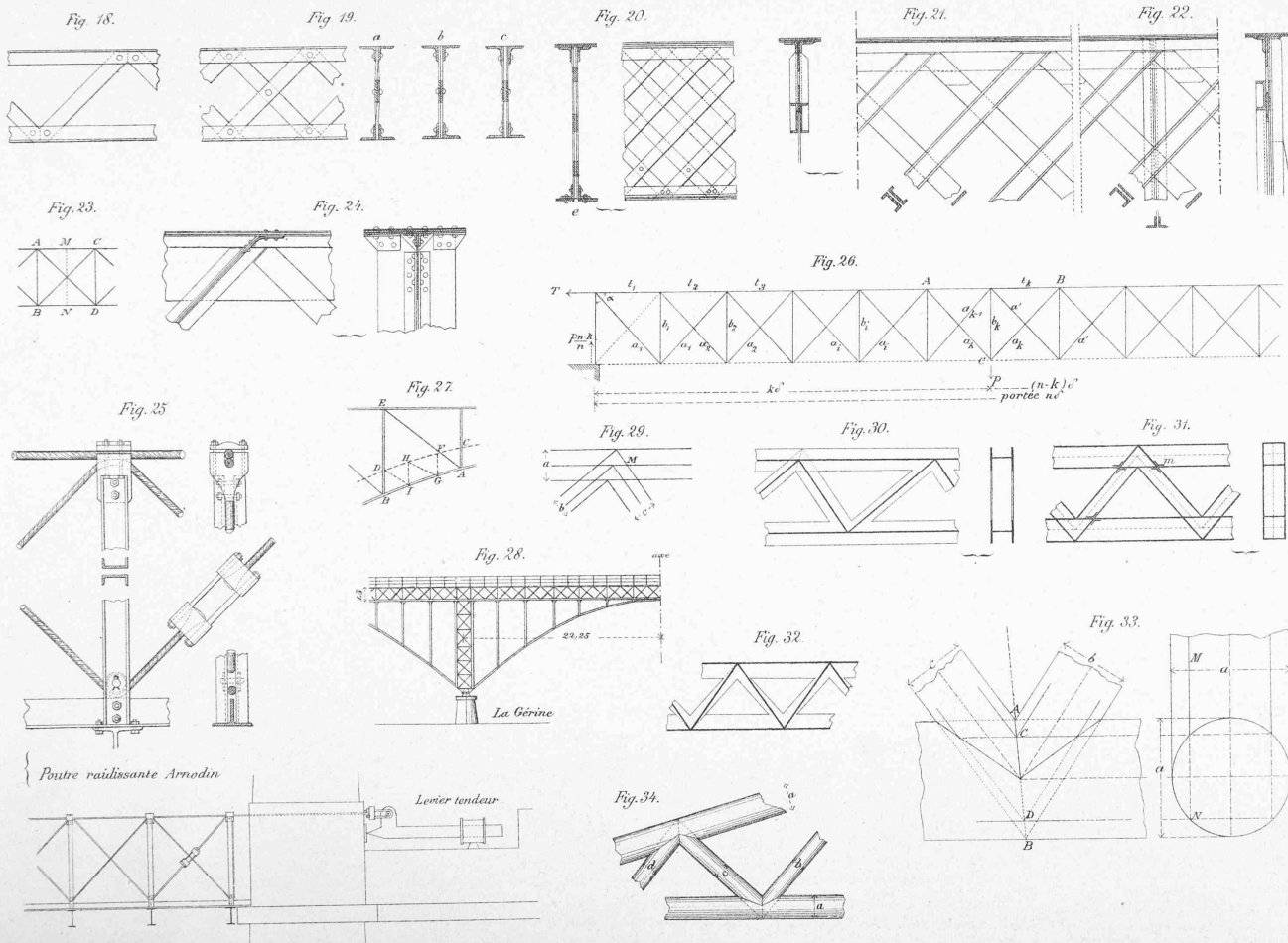
lement travaillantes, les simples ne sont qu'un remplissage exposé au relâchement ; or, le resserrement des écrous des tirants, comprimant davantage les faibles branches, tendra à redresser, à rehausser même la poutre fléchie, puisqu'ainsi la déformation qu'il engendre est inverse de celle que produisent les charges ; mais, en pratique, il en faut rabattre, sous peine d'exposer les pièces à des sur-tensions inadmissibles.

Fig. 11 et 12 : *Pont définitif en fer sur le Rhône, près Saint-Maurice*. En raison du biais de $69^{\circ} 25'$, le débouché normal de 60 m. entre les maçonneries donne une longueur de

$64^{\text{m}}09$ parallèlement à la voie ; la portée de centre en centre des tours atteint $68^{\text{m}}47$; entre les culées, et y compris les petits passages de rives, la longueur est de $84^{\text{m}}70$. Dépense 207 230 francs, arrondie à près de 250 000 francs par les travaux de remaniement aux abords et la consolidation des berges. Projet dressé par M. Gaudard à la demande de M. l'administrateur Aubert, et exécuté en 1871 par les entreprises Pillichody et R. Gaulis, pour la maçonnerie, Ott et Probst pour les fers, sous la direction de M. E. Cuénod.

Les renforcements à faire subir prochainement à l'ouvrage,

POUTRES MÉTALLIQUES.



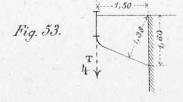
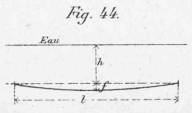
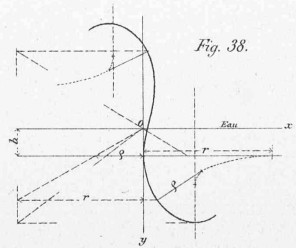
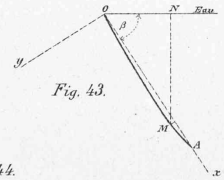
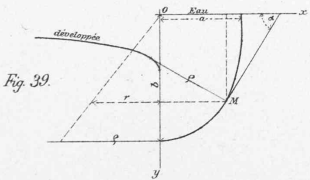
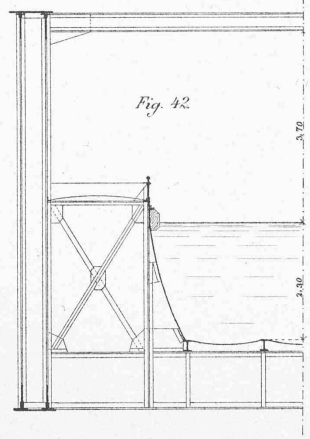
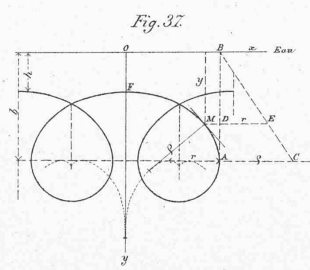
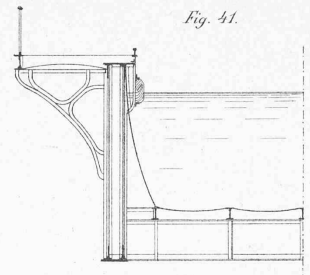
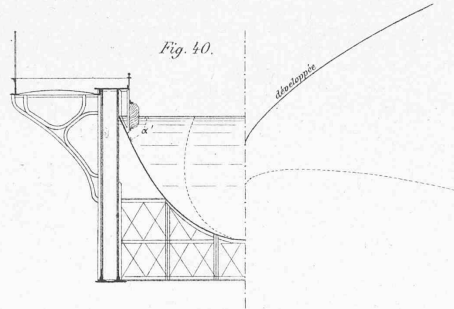
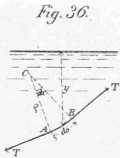
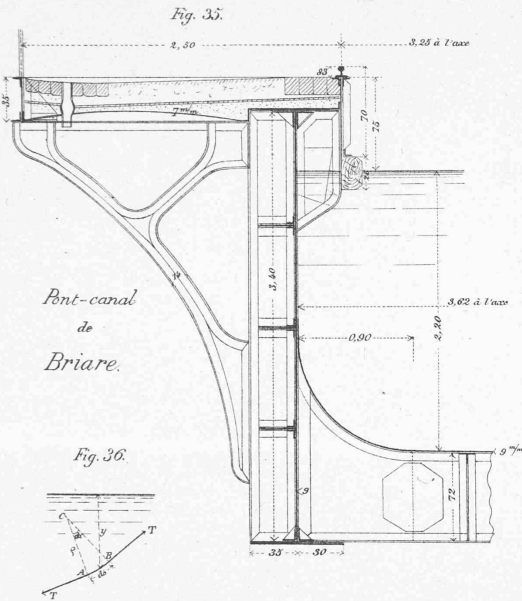
LITH. V. GARNIER, LAURENCE

Seite / page

192(3)

leer / vide /
blank

PONTS-CANAUX



LITH. J. CHAPUIS, LANSLEVILLE

Seite / page

192(5)

leer / vide /
blank

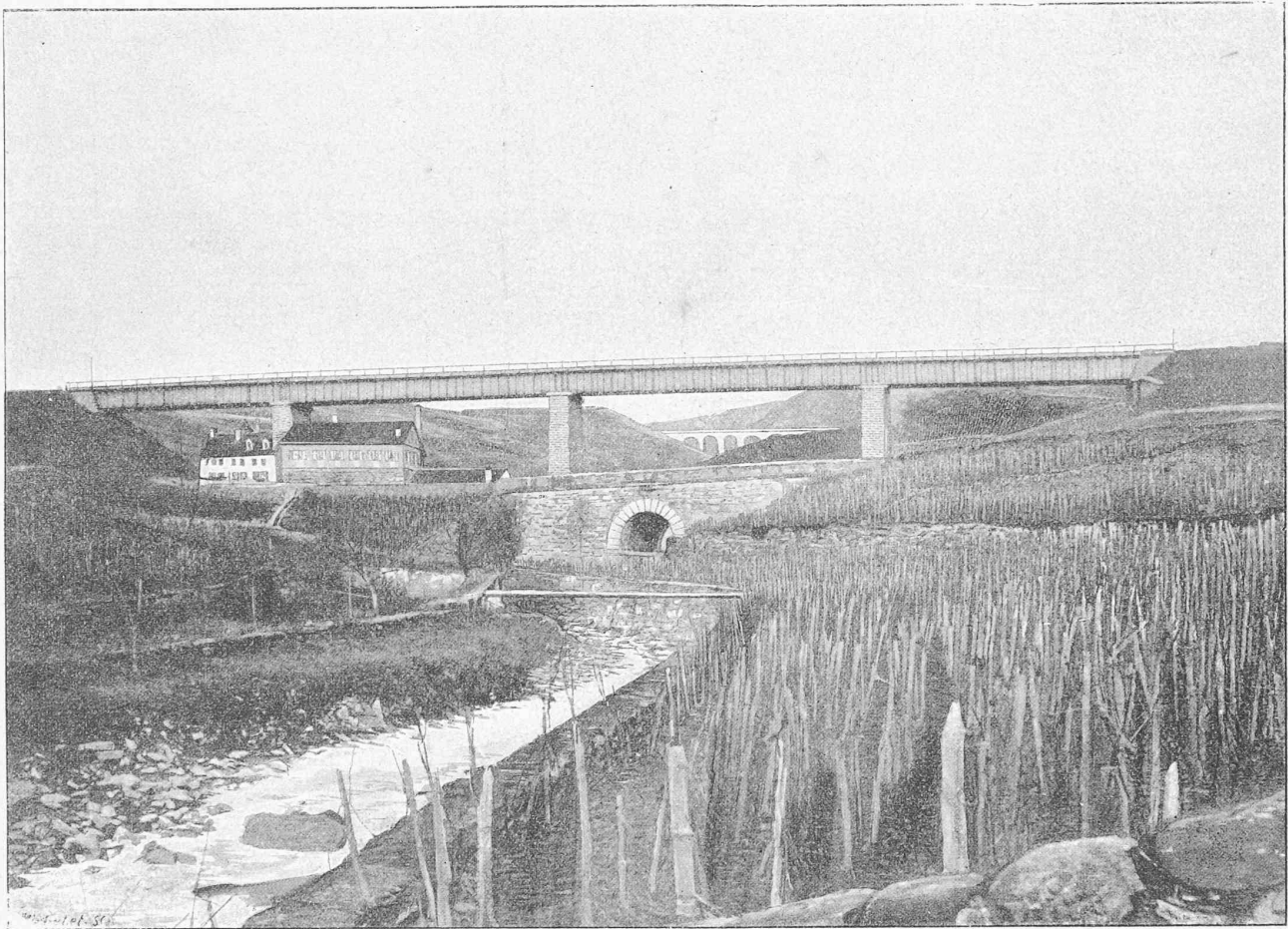


Fig. 4. — Viaduc en tôle sur la Paudèze.

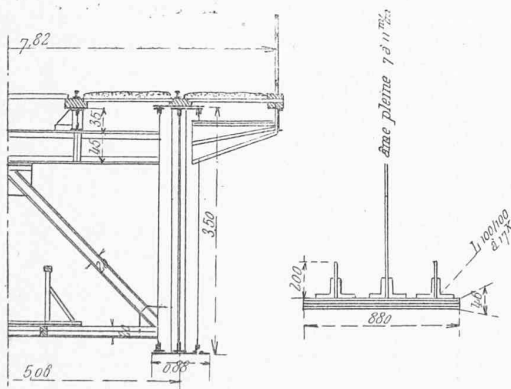


Fig. 5. — Coupe transversale du viaduc de la Paudèze et détail de la membrure supérieure.

en vertu des nouvelles prescriptions de l'ordonnance fédérale du 19 août 1892, viennent d'être arrêtées par MM. les ingénieurs de la Compagnie du Jura-Simplon, qui ont bien voulu nous en donner communication. Elles se résument principalement en ceci :

Pour les entretoises et longerons, ainsi que pour les poutres des petites travées de rives, au lieu d'ajouter des tôles supplémentaires aux semelles, ce qui eût nécessité l'enlèvement de nombreux rivets, on a trouvé plus pratique de fixer en dessous

de la pièce des armatures triangulaires, composées de cornières coudées et d'une contrefiche. Celle-ci, par son sommet, soutient solidement le milieu de la poutrelle à consolider ; par son pied, elle repose elle-même sur le coude du tirant, dont les branches inclinées viennent, par d'autres goussets rivés, saisir les extrémités de la poutrelle. M. Elskes paraît renoncer à l'idée de donner une tension initiale à l'armature : elle entrera en jeu après que la poutre ancienne aura commencé à fléchir sous les roues.

Toutefois, cette partie du projet de consolidation est combattue au point de vue esthétique par M. Gonin, ingénieur-chef de l'Etat de Vaud. On peut dès lors prévoir que, au moins dans les travées de rives, où le ressemelage serait particulièrement apparent, on s'arrangera à le faire par de simples plaques additionnelles.

Les contrefiches ou jambes de force qui, dans la vue transversale du pont fig. 12, se présentent comme soutiens du centre des entretoises, tout en faisant fonction de contreventement vertical, sont des fers en U. Sur la face plate de ces fers, l'adjonction de cornières augmentera tout à la fois la section et le raidissement. Dans l'intérieur même des grandes poutres maîtresses, le pied des dites contrefiches recevra comme une sorte de prolongement venant arc-bouter les lames verticales de la membrure horizontale inférieure : cela, en vue de remédier à un certain froutement, dû à ce que le contreventement hori-

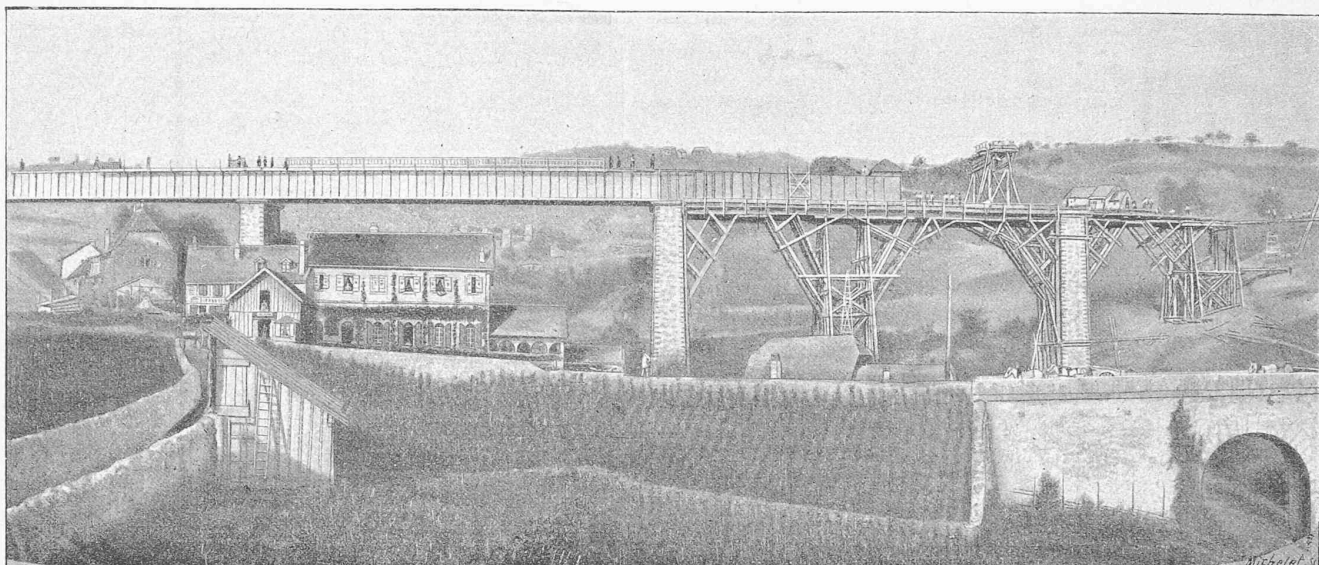


Fig. 6. — Echafaudage du viaduc de la Paudèze.

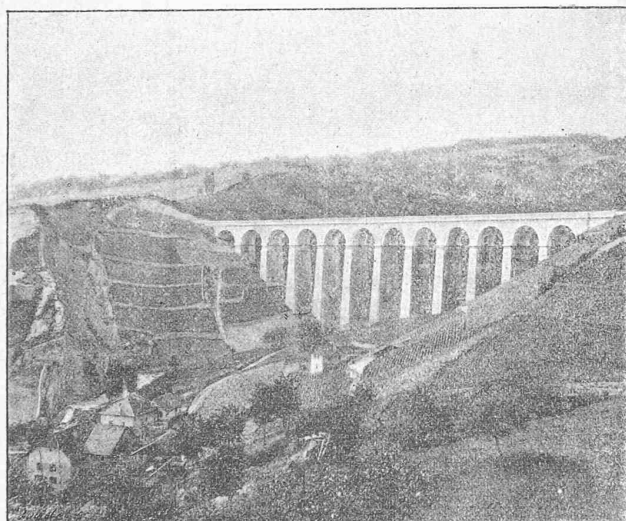


Fig. 7. — Viaduc de la Conversion.

zontal inférieur du pont se trouve surélevé par rapport à la membrure.

Dans le lattice des poutres principales figurent des barres en pièces doubles que de simples plaquettes d'entretoisement relient l'une à l'autre, pour les solidariser contre le flambage. Les lames de ce genre ayant été reconnues faibles dans la rupture expérimentale de l'ancien pont de Wolhusen, on prend le parti, au pont du Rhône, d'ajouter, tout du long des barres jumelées, de petits treillages donnant un raidissement absolu.

Enfin, le contrôle fédéral ayant jugé que la disposition des derniers croisillons terminaux pouvait prêter à un léger effort de flexion secondaire sur l'angle supérieur de la poutre, une barre d'épaulement supplémentaire sera intercalée en cet endroit.

Fig. 13 : Lucerne, *See-Brücke* ; 14 : *Reuss-Brücke* ; 15 : *Sankt-Karli-Brücke*. Les projets de ces trois ponts ont été dressés pour la ville de Lucerne par MM. E. Cuénod et J. Gaudard. Le premier a été construit en 1869-1870 par MM. Ed.

Naeff et R. Mohr (entreprise Schmidlin) ; longueur entre culées 145 m., en sept travées de 22 m. et de 17^m50 ; largeur 14^m85 ; fers 323 403 kg., plus 66 000 kg. de zorès, et 35 812 kg. de fonte et plomb. Coût total 609 660 francs, soit 282 francs par m² en plan. Nous en avons donné aux *Annales des Ponts et Chaussées* de 1873 des dessins, reproduits en partie dans le *Traité des ponts* par Morandière. Une belle vue partielle se voit aussi dans le *Festschrift der Section Vierwaldstätt*, Société suisse des ingénieurs et des architectes, 1893, p. 126.

Les deuxième et troisième ponts reposent sur palées métalliques légères, et ont été exécutés par la maison Bell, de Kriens, en 1878 et 1890. Celui du milieu ou de la Reuss, de 10 m. de large, présente trois travées : la centrale de 19^m80, les autres de 15^m51 et 16^m42 en raison d'une certaine obliquité des murs de quais. Coût 79 702 francs, soit 150 francs par mètre carré en plan, dont 95 francs pour le tablier, qui pèse 155 kg. de fers par mètre carré, non compris le garde-corps ni les palées. Au total, le pont a absorbé une centaine de tonnes de métal.

Enfin le pont de Saint-Karli, de 62^m86 de longueur en cinq travées, et de 8 m. de largeur, a 145 kg. de fers par mètre carré de tablier, zorès compris, mais non le garde-corps ni les palées. Avec celles-ci, mais toujours sans les garde-corps, le poids total s'élève à 87 244 kg. et a été payé 43 750 francs, ce qui fait 87 francs par mètre carré en plan.

Fig. 16 et 17 : *Pont sur le Kapftobel, Südostbahn*. Ouverture libre 80 m. ; pente 46 pour mille ; 320 tonnes, simple voie. Une copie des dessins de cette travée à croisillons rigides, exécutée en 1891, nous a été obligeamment communiquée par le constructeur M. Probst.

Réparations de viaducs en maçonnerie.

Bien que, certainement, les ponts en pierre aient, sur ceux en métal l'avantage de faire beaucoup moins parler d'eux, une fois achevés, il ne faudrait pas croire cependant que leur entretien puisse être négligé, et n'occasionne même parfois des réparations d'une certaine importance. A preuve le viaduc de



Fig. 8. — Pont du Chandeland.

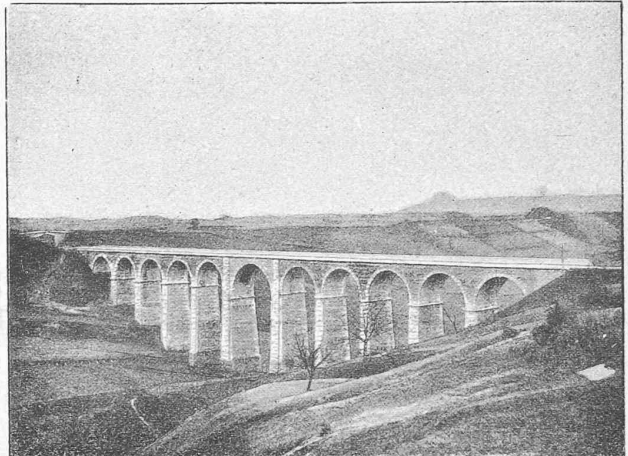


Fig. 9. — Viaduc de la Reuse, à Boudry.

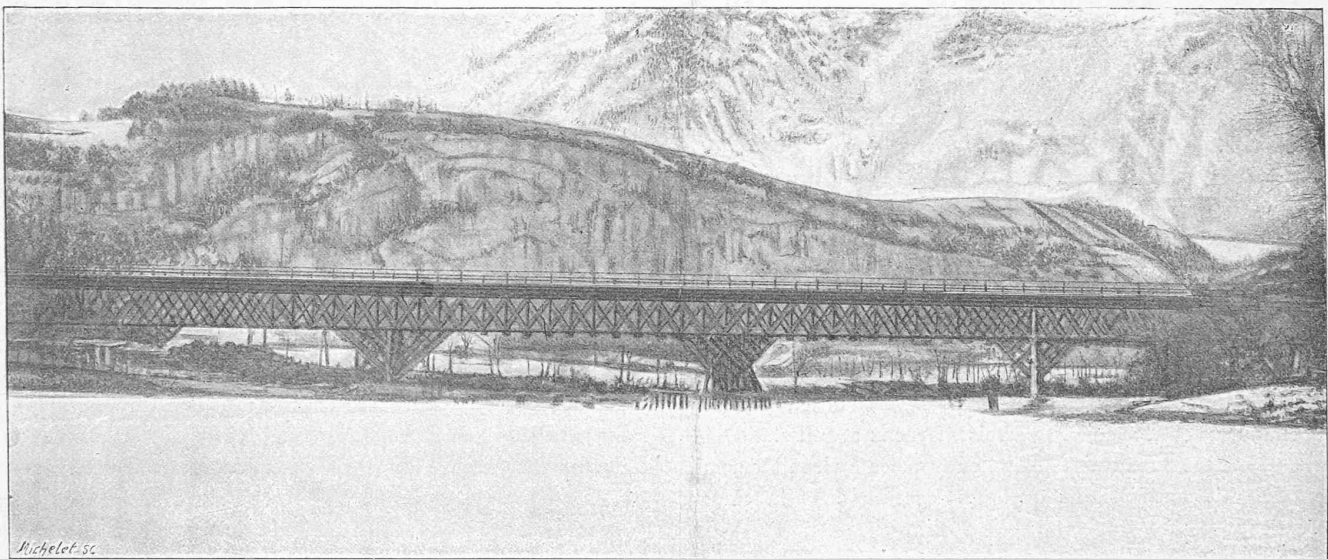


Fig. 10. — Pont provisoire en charpente sur le Rhône, près Saint-Maurice.

Boudry (fig. 9), qui, ainsi que quelques autres dans la région jurassique, a nécessité une reprise récente dans les parements, faits d'un calcaire néocomien délitable. Sur ces travaux, M. A. Perey, ingénieur de la Compagnie du Jura-Simplon, a bien voulu nous donner les détails qui suivent.

Les maçonneries du viaduc de Boudry ont subi des dislocations qui ont exigé la réfection presque complète des parements et des chapes au bout d'une trentaine d'années. Comme le même fait s'est produit, avec plus ou moins d'intensité, sur tous les autres viaducs des lignes de Vaumarcus à Landeron et d'Auvernier aux Verrières, il ne sera pas sans intérêt de s'y arrêter un instant.

Les dégradations consistaient en détachement des pierres de parements sur les piles et culées, en boursoufflements et fissures, en ruptures d'un grand nombre de moellons dans deux sens perpendiculaires, et en fendillements de la chape. Les premiers symptômes alarmants ont apparu au viaduc de l'Huguenaz, ouvrage de quatre arches de 15 m., situé entre Boveresse et les

Verrières ; en 1878 et déjà antérieurement, des fissures se montraient dans les tympans, et surtout au droit des piles, là où ces tympans avaient le plus de hauteur. De là, le mouvement se propageait sur les voussoirs de tête en pierre de taille, qui se séparaient du reste de la douelle. Celle-ci n'échappait pas à la désagrégation ; un grand nombre de ses moellons étaient brisés.

Ces effets furent d'abord attribués soit à la force centrifuge, l'ouvrage étant en courbe de 350 m. de rayon, soit au tassement du sol et au gel ; mais, comme on les vit se produire sur des viaducs en ligne droite, en terrain solide et en plaine, il fallut chercher d'autres explications et, les réparations une fois faites, il fut établi que les dégradations tenaient aux causes suivantes :

1^o Emploi de moellons piqués d'une longueur de queue insuffisante (0^m25 à 0^m35) et trop régulière, en sorte que le parement, mal relié au corps de la maçonnerie, s'en détachait sous les différences de tassement.

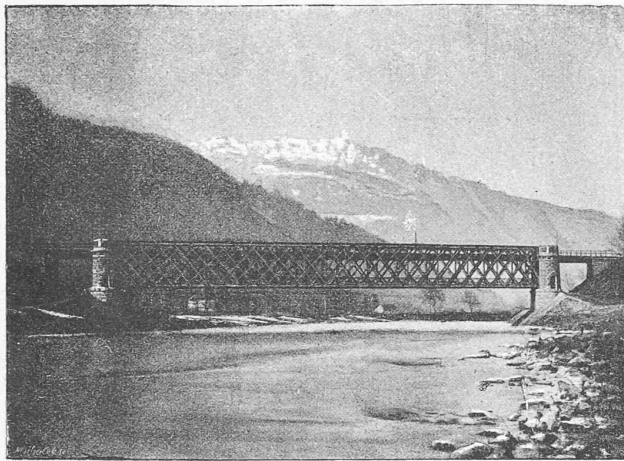


Fig. 11. — Pont définitif en fer sur le Rhône, près Saint-Maurice.

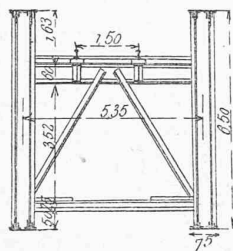


Fig. 12. — Coupe transversale du pont sur le Rhône, près Saint-Maurice.

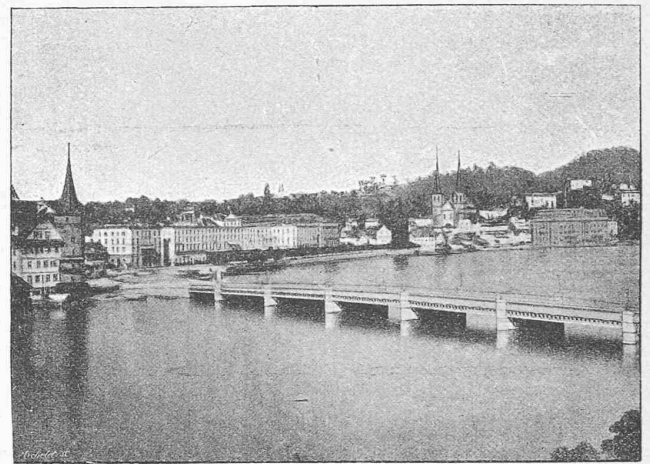


Fig. 13. — See-Brücke, à Lucerne.

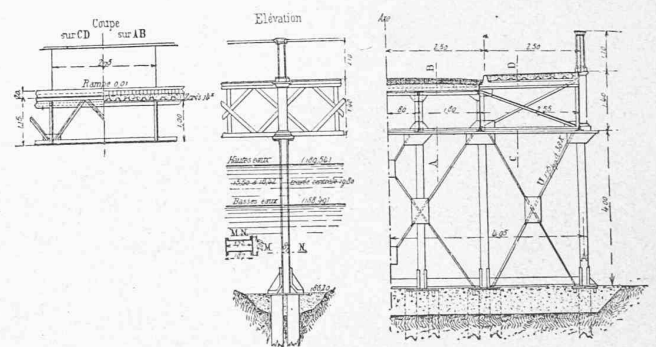


Fig. 14. — Elévation et coupes du pont sur la Reuss, à Lucerne.

2° Nature défectueuse de ces pierres, consistant en calcaires portlandiens et néocomiens, parfois marneux et gélifs.

3° Mortier de mauvaise qualité ou trop peu hydraulique, qui se délavait aussitôt que quelques lézardes dans la chape livraient accès à l'eau.

4° Chapes en ciment défectueuses.

Sur la partie suisse de la ligne de Jougne, bien que les matériaux et les conditions climatologiques fussent analogues, rien de semblable ne s'est produit jusqu'à ce jour ; mais aussi avait-on veillé à assurer une liaison soignée des parements par l'insertion d'une boutisse à forte queue de 0^m70 à chaque mètre carré, et par le refus sévère de tout moëllon démaigri ou de mauvaise qualité.

Les viaducs où des dislocations se sont produites sont ceux de l'Huguenaz (4 arches de 15 m.), de la Prise-Mylord (4 arches de 12 m.), de Couvet (6 arches de 12 m.), de Boudry (11 arches de 15 m. et 1 de 20 m.), de Serrières (3 arches de 20 m.), et divers ouvrages de moindre importance. Comme on en a constaté pareillement sur les lignes Verrières-Pontarlier (pont sur le Doubs) et Vallorbes-Pontarlier (tunnel de Jougne, deux passages sous voie reconstruits en 1893, etc.), qui, de même que les voies du Franco-Suisse, ont été construites par la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, on peut en inférer que le mode de construction était défectueux et que la préoccupation d'obtenir de beaux parements peut être au détriment de la solidité.

La dépense occasionnée par les réparations est très considérable ; elle atteindra 100 000 francs au seul viaduc de Boudry ; celle des autres ouvrages, pris ensemble, a certainement dépassé cette somme.

Les travaux se sont faits en régie, la Compagnie fournissant tous les matériaux. Les moëllons étaient remplacés successivement, sans emploi de cintres pour les douelles ; on se bornait à étayer les brèches au fur et à mesure de la démolition. Commencées à l'Huguenaz en 1878, les réparations se sont poursuivies presque sans interruption jusqu'en 1894, année où l'on compte achever le viaduc de Boudry ; celui de Serrières, moins endommagé, sera attaqué ultérieurement.

(A suivre.)

DU COUT DE LA FORCE MOTRICE

Quelle est la dépense à prévoir suivant la nature de l'application ?

Deux cas limites à envisager :

1^{er} cas : Conditions comparables à un moteur qui attaque à pleine charge une pompe élevant, nuit et jour, toute l'année, l'eau dans un réservoir. La machine travaille 90 % du temps total, soit environ 8000 heures par an. Prévoir 25 % en plus pour la réserve.

2^d cas : Conditions comparables à celles d'un moteur de station centrale d'électricité travaillant toute l'année, mais avec