

liser. — Le général autrichien v. Hübl, en collaboration avec le D^r Pulfride d'Iéna, créa tout un arsenal d'instruments appropriés à la mise en œuvre de cette idée et aiguilla résolument l'Institut géographique militaire autrichien dans la voie de la restitution géométrale des levers de terrain pris avec photographies stéréoscopiques.

Bientôt les réussites furent telles que l'état-major allemand, celui de la Marine allemande, les états-majors italien, japonais, adoptèrent le matériel et les méthodes de v. Hübl avec le succès le plus marqué.

Les levers et leur rédaction se faisaient vite et bien. L'exactitude était bien plus grande qu'on n'avait osé l'espérer tout d'abord ; quant à la rapidité, elle était décuplée, avec un personnel bien moins important que celui qu'exigeait la mise en œuvre des méthodes académiques. Un seul officier, à Vienne, suffisait à lire sur les clichés les cotes et les parallaxes des points, donc à les dicter, et la rédaction de la mappe n'employait pas plus de deux ou trois personnes.

Mais il fallait encore passer par la lecture de nombres, leur inscription dans un carnet, leur traduction graphique ensuite, toutes opérations pouvant motiver des erreurs difficiles à déceler. Il était bien désirable de pouvoir sauter par dessus les intermédiaires et, si faire se pouvait, rédiger la planchette, tout de suite, avec l'œil sur les clichés.

Un lieutenant aux ordres du général v. Hübl, herr von Orel, aujourd'hui capitaine, résolut ce difficile problème de la façon la plus heureuse, et, aujourd'hui, grâce à lui, par le moyen de l'appareil pantographique spécial qu'il a annexé au stéréoscope spécial de v. Hübl et Pulfride, on trace le modelé et les accidents du terrain, cours d'eau, maisons, routes, etc., de façon définitive sur la mappe, dès la première exposition des clichés sous le binocle stéréoscopique.

Sous l'impulsion du général Bourgeois et du colonel Vidal, du Service géographique de l'armée française, notre état-major, qui avait déjà vu un *stéréo-comparateur Pulfride*, a acquis un *stéréo-autogrammètre* (tel est le nom de l'appareil de von Orel) et les résultats commencent à se montrer éminemment probants et encourageants (Voir *La Montagne*, bulletin du C. A. F., de juin 1914 : « La stéréophotogrammétrie dans le Massif des Ecrins »).

Il ne m'est pas possible, dans le cadre étroit de cet article, d'expliquer en détail ce qu'est le stéréo-autogrammètre de v. Orel, mais je suis heureux de pouvoir renvoyer mes lecteurs à une étude, autrement complète que celle que je pourrais faire, parue dans le numéro du 30 mars 1914 de la *Revue générale des Sciences pures et appliquées*. Cette étude due à la plume de M. Paul CORBIN, l'un des fondateurs de l'usine de Chedde, ancien polytechnicien et officier d'artillerie, d'une compétence éprouvée, et qui a expérimenté à plusieurs reprises pendant les dix années qui viennent de s'écouler, les instruments et les méthodes des metteurs en œuvre des idées du regretté colonel Laussedat.

L'exemple de M. Paul CORBIN sera suivi par les industriels avisés. Le prix élevé des appareils de Pulfride et de v. Orel pourrait faire hésiter des particuliers, on ne comprendrait pas qu'il fit hésiter les administrations des grandes sociétés industrielles, qui, au surplus, pourraient se cotiser pour subventionner des bureaux d'études topographiques bien installés, capables de leur donner vite et bien, les descriptions exactes des terrains dont elles ont besoin.

Il y a là un avenir plein de promesses et c'était, à mes yeux, un devoir que de le signaler à nos lecteurs, d'autant plus que l'idée mère est une idée française.

Commandant AUDEBRAND,
Ancien Elève de l'École Polytechnique.

NOTE SUR LA CONDUITE D'EAU SUSPENDUE

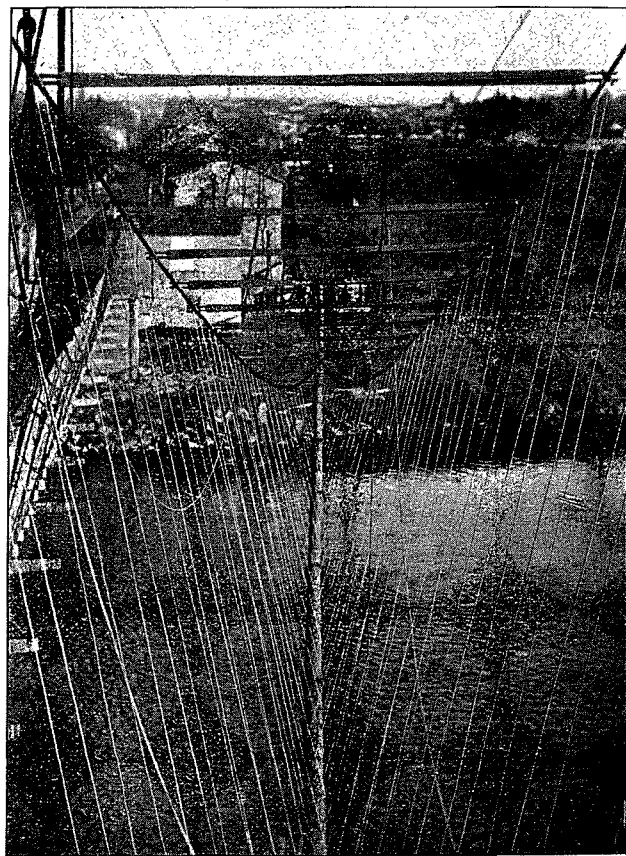
DE FEURS (Loire)

La coquette petite ville de Feurs (*Forum Segusavorum*) est dotée, depuis le 15 mars 1910, d'une distribution d'eau potable, exécutée sous la direction du Service des Ponts et Chaussées du Département de la Loire.

Il nous a paru intéressant de faire connaître le dispositif, assez original, à l'aide duquel le fleuve « La Loire » a été franchi, près de cette ville, par la conduite principale d'alimentation.

Feurs est bâtie sur la rive droite du fleuve ; mais la nappe phréatique de ce côté ne fournit que des eaux de mauvaise qualité et en quantité insuffisante. Au contraire, la nappe de la rive gauche possède une étendue considérable et une alimentation quasi indéfinie, et ses eaux ont été reconnues de très bonne qualité. Malgré la dépense supplémentaire qu'elle entraînait, la traversée de la Loire s'imposait donc, sans hésitation possible.

Mais le problème n'était pas sans difficultés.



CONDUITE D'EAU SUSPENDUE DE FEURS, SUR LA LOIRE.

On ne pouvait, en effet, utiliser le pont actuel de Feurs, pont suspendu d'un type ancien et très flexible, qui eût communiqué à la conduite des oscillations de trop grande amplitude.

D'autre part, la traversée en siphon présentait, dans l'espèce, d'assez sérieuses difficultés, en raison de l'insuffisance du mouillage normal dans cette partie du fleuve, ce qui empêche d'y amener ou d'y installer les engins flottants (dragues ou sonnettes à vapeur) nécessaires pour réaliser une traversée de ce genre.

Quant au fonçage à l'air comprimé, il eût entraîné des dépenses hors de proportion avec l'importance de l'adduction dont il s'agit.

Tels sont les motifs pour lesquels on adopta la traversée aérienne par câbles.

Ce dispositif a été étudié et proposé, puis réalisé, avec un plein succès, par M. L. Backès, ingénieur-constructeur à Lyon, spécialiste en ponts suspendus.

L'ouvrage en question comporte deux travées, chacune de 105^m50 de portée.

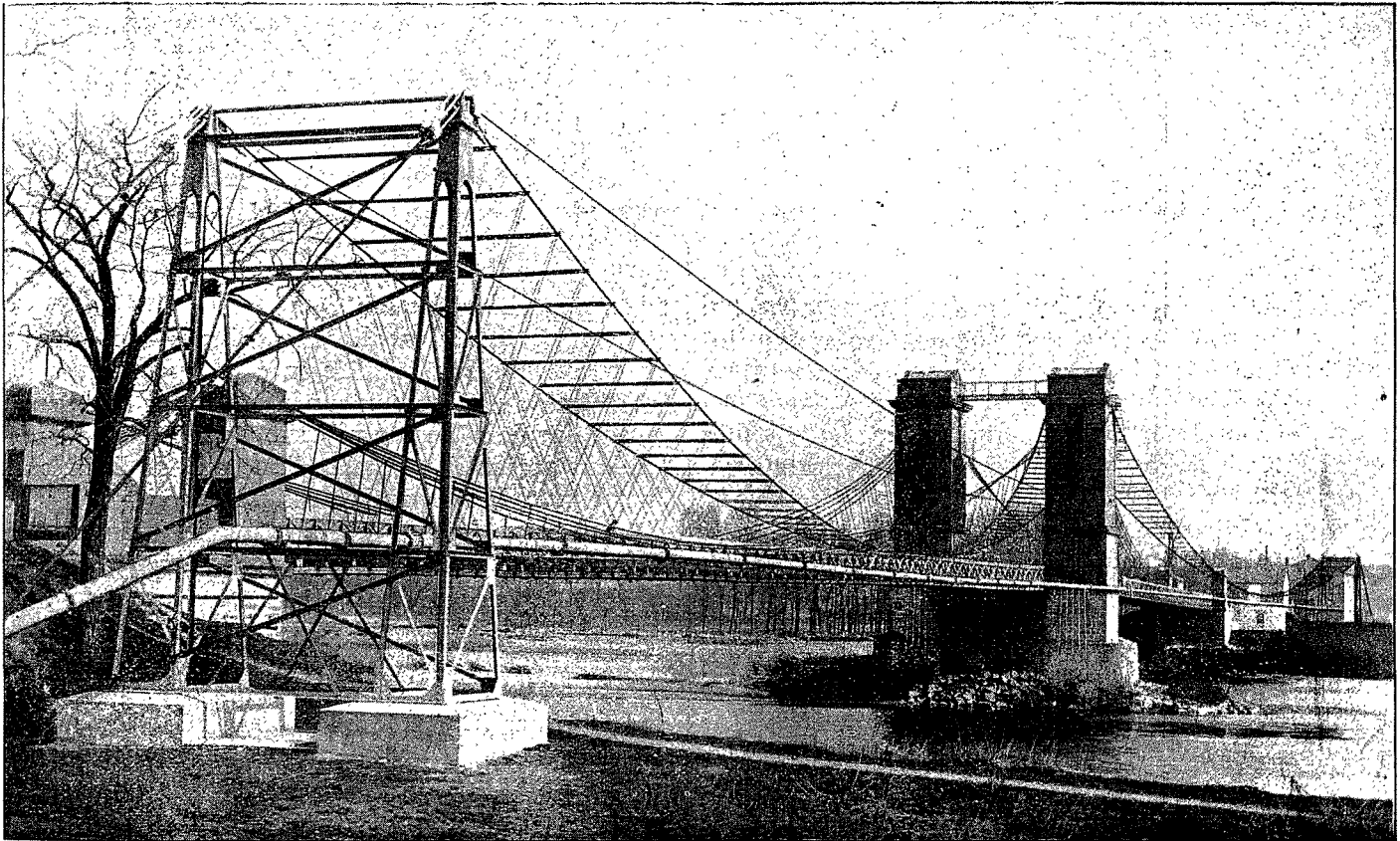
Le support central n'est autre que la pile en maçonnerie du pont de Feurs, au sommet de laquelle on a disposé, sous la nappe des câbles de ce pont, un solide goujon d'amarrage. (L'utilisation de cette pile, autorisée par M. le Ministre des Travaux publics, a permis d'éviter la construction d'un pylône spécial en rivière).

Les supports de rives sont des pylônes métalliques, de 8 mètres de hauteur, scellés dans les massifs de béton de chaux lourde.

Entre deux tronçons de conduite, le joint d'assemblage est rendu étanche par l'interposition, entre les brides, d'une couronne en plomb, à nervures concentriques, et de deux torons de chanvre (ou bitord) enduits de minium. Le serrage est obtenu au moyen de 12 boulons.

Ces joints constituaient une des parties délicates de l'installation, en raison des efforts de flexion et des mouvements vibratoires importants auxquels la conduite est soumise; notamment au moment du remplissage et de la vidange; néanmoins, leur étanchéité est restée, jusqu'à ce jour, absolument parfaite.

Afin de parer aux déplacements de la conduite, dans le sens longitudinal, sous l'influence, soit des variations de température, soit des actions dynamiques diverses, on a ménagé, à chaque extrémité de la conduite, près des pylônes, un manchon souple, genre Gibault, de 0 m. 400 de l.



VUE GÉNÉRALE DE LA CONDUITE D'EAU SUSPENDUE DE FEURS, SUR LA LOIRE

Dans chaque travée, les câbles porteurs se projettent horizontalement suivant une croix de St-André, et ils sont ligaturés à leur point de rencontre vers le sommet commun des paraboles d'équilibre. Ce dispositif a pour but d'augmenter la rigidité de la suspension, dans le sens transversal, qui est celui des vents les plus violents (Sud et Nord).

Les câbles porteurs et de retenue sont composés de fils d'acier à haute résistance (130 kgs par millimètre carré) et à torsions alternatives. Ils supportent la conduite par l'intermédiaire de fermettes en fils d'acier nattés et galvanisés, espacées de 1^m500.

La conduite, d'un diamètre intérieur de 0^m200, est en tôle d'acier rivée de 0^m005 d'épaisseur; elle a été construite dans les ateliers de MM. Bouchayer et Viallet, à Grenoble, par tronçons de 6^m500 de longueur, terminés par des cornières formant brides d'assemblage.

Bien que la pression, en service normal, n'y dépasse pas 4 kilogrammes par centimètre carré, cette conduite a été éprouvée sous une pression de 10 kilogrammes.

Au droit de la pile centrale, que la conduite contourne vers l'extérieur, au moyen de coudes appropriés, on a disposé une soupape de sûreté, qui permet d'évacuer l'air pouvant se cantonner en ce point haut.

La conduite que nous venons de décrire est nécessairement très exposée à la gelée, et aucun des dispositifs calorifuges habituels ne nous a paru assez efficace pour permettre, sans danger d'éclatement, de la laisser pleine d'eau pendant l'arrêt du groupe élévatoire.

Mais, grâce à la disposition des lieux, il est facile de vider ladite conduite, à l'aide de robinets-vannes de décharge, placés de part et d'autre de la traversée de la Loire.

On pourrait encore, moyennant une petite dépense d'eau supplémentaire, laisser la conduite en charge, avec un léger écoulement, qui suffirait pour éviter la congélation.

Le montage de la conduite s'est effectué, sans incident, en décembre 1909 et janvier 1910, par les procédés usités dans la construction des ponts suspendus, c'est-à-dire sans aucun échafaudage en rivière.

Malgré la rigidité des joints, la conduite subit, au moment du remplissage et de la vidange, des oscillations verticales assez importantes, atteignant en certains points 0^m600. Les oscillations horizontales, même sous l'action des plus grands vents, sont presque insensibles, grâce à la présence des triangulations des câbles suspenseurs et des fermettes de suspension. Quoique exposée aux grands froids de l'hiver 1910-1911 et aux grandes chaleurs de l'été 1911, la conduite de Feurs n'a donné aucun mécompte.

La dépense de construction a été réglée à forfait, à la somme de 26 000 francs.

Cette solution, satisfaisante au point de vue esthétique, ne l'est pas moins au point de vue technique et économique, et elle nous paraît, en conséquence, susceptible d'applications nouvelles.

P. BETBEDER-MATIBET,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Extrait du *Bulletin de l'Association des Anciens Elèves de l'Ecole Centrale Lyonnaise*.

ÉTABLISSEMENTS HYDROÉLECTRIQUES DES RAPIDES DE CEDARS

La *Revue Industrielle*, dans son numéro du 20 décembre 1913, publie un article donnant des renseignements détaillés sur la construction et l'installation de l'usine hydroélectrique de Cedars sur le Saint-Laurent.

Nous avons précédemment ⁽¹⁾ donné, dans *La Houille Blanche*, des détails de même ordre se rapportant à la mise en chantier de l'usine de Keokuk (Iowa). La publication de la *Revue Industrielle* est un intéressant complément de notre article. Nous la résumons ci-dessous :

**

La Cedars Rapids Manufacturing and Power Company, de Montréal, vient de faire commencer des travaux pour l'aménagement d'une usine électrique aux rapides de Cedars, à environ 8 milles de Québec, sur le Saint-Laurent. Cette installation, qui sera une des plus considérables du Canada, devait être faite de façon à ne gêner en rien la navigation, ce qui excluait « a priori » l'idée d'une digue à travers le courant. On a donc adopté les dispositions que nous verrons plus loin.

L'installation ne comprend actuellement que 10 moteurs de 10 800 HP et 3 excitatrices de 1 500 HP, sur les 18 moteurs et les 6 excitatrices prévues ; quand l'usine sera complète, elle sera d'une puissance totale de 160 000 HP, dont la plus grande partie sera probablement employée à des usages d'électrochimie, ainsi qu'il ressort des traités déjà passés par la Compagnie créatrice de cet établissement.

À Cedars le Saint-Laurent a une centaine de mètres de large avec une pente moyenne d'environ 0,3 pour 100. Des recherches hydrographiques très complètes ont été faites dans le bassin du Saint-Laurent par le gouvernement canadien et le gouvernement des Etats-Unis, pour déterminer le débit total de la rivière et son bassin hydrographique, qui n'a pas moins de 550 000 kilomètres carrés.

Il y a trois rapides dans le Saint-Laurent, sur une distance de 25 kilomètres : les rapides du Coteau, les rapides de Cedars, les rapides des Cascades. Ces rapides sont fran-

chissables au moyen du canal Soulanges, qui commence au lac de Saint-Francis, et se termine au-dessous du rapide des Cascades, au confluent de l'Ottawa et du Saint-Laurent. Le canal Soulanges fournit une puissance de 10 000 HP environ à la Provincial Light and Power Company.

En face de la ville de Cédars la rivière forme une baie, fermée en partie par l'île aux Vaches ; ce point a été choisi comme point de départ du canal d'aménée, lequel a une longueur de 3 kilomètres. Au-dessus de cette île on a prévu un dispositif pour empêcher les glaces flottantes venues du lac Saint-Francis d'entrer dans le canal.

De l'île aux Vaches on doit construire une digue en terre de 3 kilomètres environ, allant jusqu'à la chambre des turbines, parallèlement à la rive Nord de la rivière ; on y ménagera deux déversoirs, d'une centaine de mètres de longueur chacun, le premier à 1 kilomètre environ de l'île aux Vaches, le deuxième juste avant la chambre des turbines ; des grilles seront chargées d'arrêter les corps flottants, glaces, etc.

La largeur du canal varie de 200 m. à l'entrée à 400 m. environ à la chambre des turbines, et sa profondeur, suivant les époques, sera de 8^m50 à 10 mètres. La vitesse du courant pendant la période des basses eaux sera d'environ 1^m20 par seconde.

Près du premier déversoir un mur de béton, fortement relié au roc, est construit sur la digue, formant éperon pour empêcher l'érosion.

La rive Nord du canal est formée par la rive naturelle de la rivière, qui sera rectifiée en conséquence.

Les travaux nécessitent un mouvement de terres considérable (plus de 2 500 000 m³) ; il sera nécessaire de faire sauter deux presqu'îles, situées, l'une près de l'entrée du canal, l'autre près de la chambre des turbines.

La chambre des turbines aura une longueur de 360 mètres dont 200 sont construits à l'heure actuelle. Sa largeur est de 40 mètres.

Les turbines, à arbre vertical, du type Francis, à simple rotor, peuvent donner une puissance de 10 800 HP. Les turbines construites par la Compagnie I. P. Morris sont faites pour tourner à 55,6 tours par minute et celles construites par la Compagnie Wellman-Seaver-Morgan à 54,3 tours. Le modèle de I. P. Morris qui a été essayé a donné un rendement de 90,05 pour 100.

Le rotor en fonte porte seize augets ; il est formé de quatre parties, portant chacune quatre augets, parties qui sont fondues séparément et assemblées ensuite au moyen de boulons ; ces quatre parties sont ensuite réunies à un disque plat en acier, fondu d'une seule pièce. Ce disque est à son tour boulonné sur le collet d'un arbre de 60 centimètres. Les quatre pièces de fonte sont encore maintenues par une couronne extérieure en acier fondu qui vient en augmenter la rigidité.

L'arbre est maintenu en place par deux paliers-guides, le palier de butée étant placé au-dessus de la génératrice. Le palier-guide le plus bas, placé à la partie supérieure de la turbine, juste au-dessus du rotor, a environ 2^m50 de longueur ; il est revêtu de gaïac et muni d'une lubrification à eau (Voir *La Houille Blanche*, nos précédents).

Le palier-guide supérieur, situé immédiatement en dessous du palier de butée, est garni de métal antifriction et lubrifié par l'huile sous pression.

Le palier de butée porte toute la partie tournante de la machine, dont le poids est d'environ 250 000 kilogs. Au-dessus de ce palier est un bloc de butée en acier fondu de 1 mètre de haut dans lequel l'arbre est maintenu par une

(1) *La Houille Blanche* de janvier 1913 et suivants.