

Notes sur Jean-Rodolphe Perronet à l'occasion du 150me anniversaire de sa mort

Autor(en): **Daxelhofer, J.-P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **70 (1944)**

Heft 23

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-53268>

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.

$$\frac{1}{F} \frac{\partial F}{\partial x} = \frac{2}{r} \frac{\partial r}{\partial x}, \quad \text{où} \quad F = \pi r^2 \quad \text{et posons}$$

$$a = \sqrt{\frac{\frac{1}{\rho}}{\frac{1}{\epsilon_0} + \frac{1}{E} \cdot \frac{D}{e}}};$$

nous obtenons finalement l'équation de continuité suivante :

$$\frac{1}{\rho a^2} \cdot \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{1}{F} \frac{\partial}{\partial x} (Fv) = 0. \quad (11)$$

Les mouvements non permanents d'un liquide dans une conduite forcée à caractéristiques variables le long de l'axe sont donc régis par le système¹ :

$$\frac{1}{\rho a^2} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{1}{F} \frac{\partial}{\partial x} (Fv) = 0 \quad (\text{équation de continuité}) \quad (11)$$

$$\frac{1}{a^2} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{1}{\rho a^2} \frac{\partial p}{\partial x} = 0 \quad (\text{équation dynamique}) \quad (12)$$

où p , v sont des fonctions inconnues des variables indépendantes x , t ; ρ , F , a sont des fonctions données de x .² (A suivre.)

Notes sur

Jean-Rodolphe Perronet

à l'occasion du 150^{me} anniversaire de sa mort,

par J.-P. DAXELHOFER, ingénieur.

I. Un grand constructeur d'origine vaudoise.

Il y a cent cinquante ans, mourait à Paris, à l'âge de quatre-vingt-six ans, *Jean-Rodolphe Perronet*, un des plus grands ingénieurs de tous les temps. Comme il est plutôt rare que l'on rende hommage aux grands constructeurs dont les œuvres défient souvent les siècles mais dont les noms s'estompent vite dans la mémoire des hommes, nous pensons qu'il est juste de rappeler celui de Perronet, qui bouleversa les conceptions de son époque en ce qui concerne la construction des ponts et dont les réalisations firent l'admiration de ses contemporains tant par leur hardiesse que par leurs belles proportions. Ce fut, comme nous le verrons, un novateur dans bien des domaines, un magnifique organisateur et réalisateur. Comme tel, ses écrits demeurent intéressants à plus d'un titre. Mais ce qui doit nous rendre sa mémoire plus chère et ce qui devrait rendre son nom plus familier dans notre pays, c'est qu'il en était originaire.

¹ Pour obtenir l'équation (12), nous avons divisé les deux termes de (11) par a^2 . Ceci est nécessaire pour l'analogie, comme nous le verrons plus loin. C'est dans le même but que nous avons écrit l'équation de continuité avant l'équation dynamique.

² ρ sera en général une constante. Toutefois, pour de très grandes chutes d'eau, la masse spécifique croît légèrement de haut en bas de la conduite.

Le hasard d'une lecture, nous a, en effet, mis sous les yeux un document fort significatif. Voici comment J.-R. Perronet s'exprime lui-même dans une lettre de sa main adressée le 7 août 1783 — il avait alors septante-cinq ans et était au faite des honneurs — à M. Reyter, à Berne (fig. 1) :

Monsieur et bon ami,

.....
Vous trouverez, Monsieur, dans la même caisse, un second exemplaire que je vous prie de vouloir bien présenter de ma part à LL. EE. les Seigneurs du Canton de Berne. Je les supplie de vouloir bien l'accepter pour leur Bibliothèque comme un hommage inspiré par la sagesse de leur gouvernement, et à l'avantage que j'ai d'en être originaire, mon père étant né à Château-d'Ex.

Je suis avec un sincère attachement, Monsieur et bon ami, votre très humble et très obéissant serviteur.

PERRONET.

Ainsi, Perronet, alors Premier Ingénieur des Ponts et Chaussées de France, Chevalier de l'ordre de Saint-Michel Membre des Académies des sciences de Paris et de Stockholm, de la Société Royale de Londres, etc., n'avait pas oublié son pays d'origine et lui faisait hommage d'une magnifique édition de ses œuvres complètes.

Et nous avons effectivement retrouvé que sa famille était bourgeoise de Vevey et d'Aigle depuis le XVI^e siècle et que son père, né à Château-d'Ex, fut officier suisse au service de France¹.

C'est pourquoi nous voulons rappeler brièvement les principales étapes de sa vie :

Il naquit à Suresnes, près de Paris, le 25 octobre 1708. Son père meurt quand il est encore jeune. A quinze ans, un ami de son père, le Maréchal Berchiny, détermine sa mère à le faire

¹ L'Historisches-biographisches Lexikon der Schweiz 1929 ne consacre que huit lignes à sa famille. — Lesage-Notice pour servir à l'éloge de Perronet-1805 indique à tort que sa famille est « originaire de Lauzanne ». — Dans « Männer der Technik » de Matschoss 1925, V. D. I. Verlag, Perronet n'est même pas mentionné !

Bien présentée de ma part à LL. EE. les Seigneurs du Canton de Berne. Je les supplie de vouloir bien l'accepter pour leur Bibliothèque comme un hommage inspiré par la sagesse de leur gouvernement, et à l'avantage que j'ai d'en être originaire, mon père étant né à Château d'Ex. Je suis avec un sincère attachement, Monsieur et bon ami, votre très humble et très obéissant serviteur.

Perronet

Fig. 1. — Fin de la lettre autographe adressée par Perronet à M. Reyter à Berne, en date du 7 août 1783,

entrer au génie militaire. Après examen, il y est admis comme candidat, mais il n'y a que trois places disponibles et comme il est peu fortuné, il se décide à étudier l'architecture. A dix-sept ans, il entre chez M. Debeausire, architecte de la Ville de Paris, qui l'apprécie bien vite et lui confie la direction d'importants travaux ainsi que l'organisation de fêtes publiques. A trente-sept ans, Perronet passe dans le Corps des Ponts et Chaussées, où il est appelé par Trudaine. Il est bientôt Ingénieur en chef à Alençon, Inspecteur général et premier directeur de l'Ecole des Ponts et Chaussées, que Trudaine venait de fonder en 1747. Sa réputation s'affirme rapidement, il construit les ponts d'Orléans, de Mantes, de Trilport ; en 1763, il est nommé Premier ingénieur des Ponts et Chaussées et reçoit des lettres de noblesse. Il construit alors les ouvrages qui le rendront célèbre : le Pont de Neuilly, de Sainte-Maxence, et celui de la Concorde à Paris, pour ne citer que les plus connus. Il mourut à Paris le 27 février 1794.

Il a été l'ami de Diderot, de Buffon, de Bélidor, de Chézy. Il a son buste à Neuilly et à la Société Royale de Londres à côté de celui de Franklin. — Et chez nous ? pas même une petite rue qui porte son nom !¹

Il est surtout connu comme constructeur de ponts ; il en éleva onze et fit le projet de beaucoup d'autres, mais il eut à s'occuper des grands travaux de son temps comme le Canal de Bourgogne (fig. 2), qu'il projeta, des ports du Havre, de Dunkerque, de Cherbourg, de la grande forme de Toulon. Il inventa des machines et écrivit plusieurs mémoires, en particulier sur les pieux et pilotis, sur les éboulements, sur la réduction de l'épaisseur des piles de pont, sur les cintres, sur les arches de 200, 300, 400 et 500 pieds — 160 m déjà d'ouverture.

Lorsqu'on étudie ses projets, on est frappé de la largeur de ses vues. Nous n'en citerons qu'un exemple : la description du Pont de Neuilly comporte celle des avenues qui y mènent depuis la place de la Concorde, alors Place Louis XVI, jusqu'au Rond-Point de la Défense. Il trace la Place de l'Etoile et les avenues qui y convergent, en fixe les dimensions, les rangées d'arbres, etc. Il y a toute une étude à faire sur Perronet « urbaniste » (fig. 3 et 4).

Comme le dit Lesage : « Il s'est constamment occupé pendant sa longue carrière des connaissances théoriques qu'il est possible d'acquérir ; de l'art de concevoir les projets en grand et de les bien rédiger ; enfin de celui des grandes constructions subordonnées aux règles de la statique et aux principes du bon goût et d'une sage économie ».

Nous allons examiner l'œuvre de Perronet d'un point de vue plus particulier mais qui nous est plus familier : celui des fondations.

II. Perronet et les fondations.

L'étude des fondations sur des bases nouvelles a pris un essor remarquable durant ces vingt-cinq dernières années, surtout sous l'impulsion du professeur Terzaghi, du comité des Fondations de la Société américaine des ingénieurs civils et de la Commission géotechnique suédoise. Il faut toutefois reconnaître que cette branche de l'art de l'ingénieur est encore très en retard par rapport à d'autres disciplines, comme l'électrotechnique par exemple. Et pourtant, il y a bien longtemps que l'on enfonce des pilotis, que l'on fonde des constructions et des monuments, que l'on endigue des

¹ Peut-on souhaiter ici que l'on donne le nom de Perronet à l'Avenue de Cour à Lausanne où se trouve maintenant la nouvelle Ecole d'Ingénieurs et l'Ecole d'Architecture ?

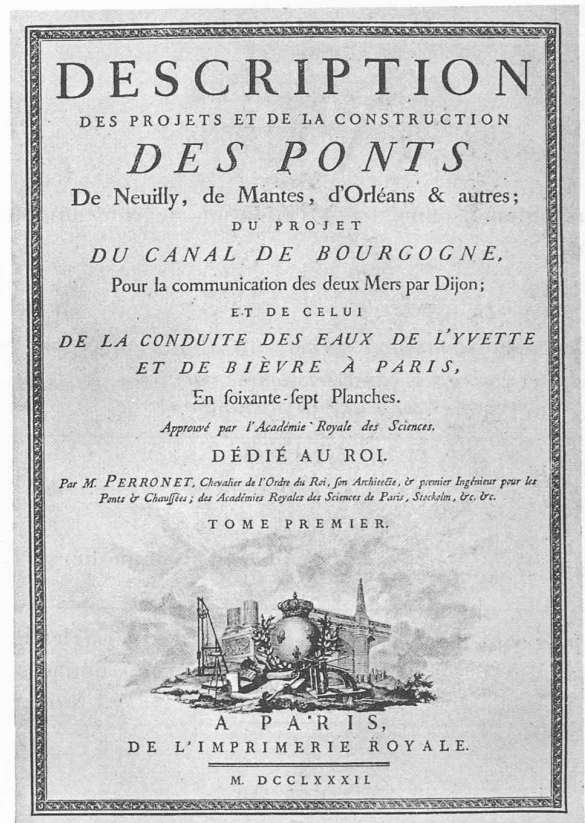


Fig. 2. — Reproduction du titre des œuvres de Perronet en trois volumes in folio.

rièrres, trace des routes et des canaux. C'est que dans ce domaine, il est bien difficile de faire entrer tous les facteurs dans des équations et, les théories, sans un contrôle expérimental permanent, constituent parfois un obstacle, un frein au développement d'une technique ou d'un art. Or, en ce qui concerne les fondations, les essais ou expériences ne sont vraiment concluants qu'à l'échelle naturelle, c'est-à-dire en vraie grandeur. C'est précisément le grand mérite d'un Terzaghi d'avoir replacé l'art des fondations sur le plan expérimental. Comme l'histoire est le seul champ d'expé-

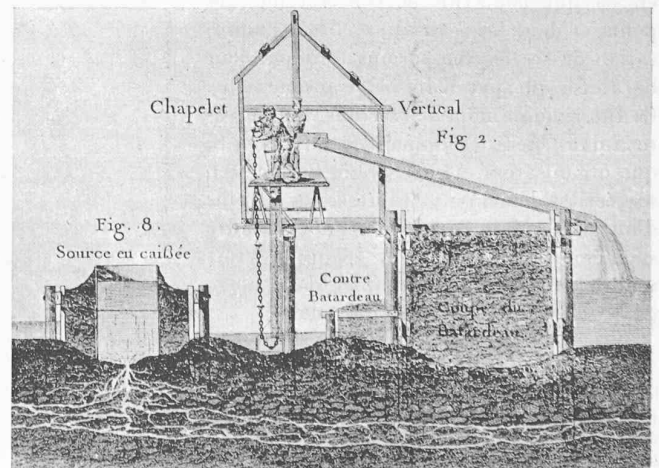


Fig. 5. — Fondations du Pont d'Orléans (1750-1760), Epuisement des infiltrations et lutte contre les « sources ».

rience pour la vie en société, les mémoires anciens sur les grands travaux, et surtout ceux de constructeurs doués d'esprit d'observation constituent une source de renseignements utiles. Ce sont des expériences en grandeur naturelle qui complètent les renseignements des laboratoires spécialisés. On y retrouve parfois certaines règles empiriques, résultat d'expériences séculaires ou la source de formules dont la vogue n'était pas justifiée ou dont les limites d'application étaient très étroites.

A ce sujet, Perronet est vraiment un précurseur ; il est doué d'esprit critique, il applique lui-même la méthode expérimentale et surtout ne craint pas — comme c'est trop souvent le cas de nos jours — de parler des difficultés qu'il a rencontrées.

Nous avons eu l'intention — écrit-il dans son discours préliminaire — de ne point dissimuler les fautes qui ont pu être faites et nous avons indiqué les moyens que l'on a employés pour y remédier.

Voici, tout d'abord, un conseil donné il y a un siècle et demi et qui est toujours d'une brûlante actualité :

Cette considération (possibilité de glissements) doit engager un ingénieur... à commencer par connaître les terrains avant de décider sans retour l'emplacement de ces ouvrages, surtout lorsqu'il y aura lieu de penser qu'il pourrait s'y trouver de la glaise ; pour cet effet, il doit faire faire des sondes et trous de tarière, ou des puits dans les endroits que l'on ne pourrait connaître autrement et ce jusqu'à la profondeur à laquelle les fouilles doivent être faites dans l'emplacement qu'il aura primitivement choisi...

Si l'on a lieu pour lors d'appréhender les inconvénients mentionnés ci-devant, il ne faudra pas hésiter à chercher un emplacement plus convenable et ce travail préliminaire épargnera les frais d'une entreprise qui pourrait devenir trop difficile et même impossible à exécuter.

Nous connaissons de nombreux cas où ce conseil aurait permis d'économiser des millions, en particulier un canal qui a dû être abandonné sur la plus grande partie de son parcours parce qu'il fut impossible de creuser les derniers mètres, qui étaient sous le niveau de la nappe phréatique.

Dans son cahier des charges pour la construction du Pont de la Concorde, il impose :

... Il sera fait des sondes particulières au moyen desquelles on puisse fixer la longueur qu'il faudra leur donner (batardeau pour les piles).

... Il sera plus convenable et plus solide de commencer par déterminer la longueur des pilotis d'après les sondes du terrain qu'il sera nécessaire de faire préalablement pour chaque partie de la fondation.

Lorsqu'il se décide à réduire l'épaisseur des piles du pont de Neuilly, il se base sur les résultats des sondages :

Lorsqu'il a été question de construire le nouveau pont de Neuilly, j'ai beaucoup réfléchi au parti que je devais prendre ; soit de donner aux piles une épaisseur proportionnée à celle qu'elles ont le plus ordinairement aux autres ponts... soit de réduire de beaucoup leur épaisseur comme on vient de voir que cela pouvait avoir lieu. J'avais reconnu, par le moyen de sondes, que le pont serait fondé sur le tuf le plus dur, et j'avais aussi considéré que les matériaux que l'on y emploierait étaient de la meilleure qualité, je n'ai point dès lors hésité de réduire l'épaisseur de ces piles.

Donc, alors comme aujourd'hui, nécessité des sondages préliminaires, importance prépondérante des fondations sur la superstructure, nécessité de faire l'étude des terrains en même temps que le projet.

Au sujet des fondations sur pilotis, Perronet déclare :

Les pieux et les pilotis surtout (il fait en effet la distinction entre pieux et pilotis) doivent être enfoncés jusqu'au roc ou tuf ou autre terrain assez ferme et solide pour porter le poids dont on aura à les charger sans jamais pouvoir s'enfoncer davantage sous le fardeau. Il faut par conséquent pénétrer les sables et les terres de peu de consistance et qui seraient d'ailleurs susceptibles d'être comprimées ou affouillées par le courant d'eau.

Il a donc la vision claire d'une fondation sur pilotis : elle doit reporter les charges sur une couche solide. Il n'aurait guère été partisan des pieux dits flottants et nos conceptions modernes sur cette question se rapprochent beaucoup de cette vieille règle. On sait, par exemple, que si les terrains sont argileux et peu consistants jusqu'à une grande profondeur et que les dimensions de la construction sont importantes, les pieux ne servent souvent à rien du tout et qu'ils peuvent même — si ce sont des pieux battus — donner lieu à des tassements plus forts qu'un radier général.

Toujours dans son mémoire sur les pieux et pilots, il écrit :

L'usage de la tarière peut aussi être très utile pour connaître si sous les bancs de rocher ou autre terrain dur, il ne s'en trouverait pas de trop mous ou caverneux qui pourraient occasionner la rupture et l'enfoncement du roc ou autre terrain supérieur après avoir été chargé d'un grand fardeau, comme cela est déjà arrivé plus d'une fois à de grands ponts faute d'avoir usé de cette précaution.

Il ne se fie donc pas uniquement au refus pour juger de la résistance des fondations et il sait qu'il ne suffit pas de faire des sondages jusqu'au fond de la fouille ou de la fondation mais *au-dessous* pour savoir s'il ne s'y trouverait pas ce que nous appelons aujourd'hui des couches trop compressibles. C'est encore là un de ces principes qui ne sont pas très souvent appliqués, surtout s'il s'agit de fondations sur pieux. Mais il va plus loin encore et rejoint les conceptions actuelles sur la valeur des formules de battage. Il distingue entre le refus absolu et le refus apparent :

... Le terrain est aussi ébranlé circulairement par la secousse et la réaction des fibres du pilot jusqu'à une certaine distance, et cela de plus en plus à mesure que le pilot s'enfonce. On connaît qu'il doit se trouver un terme auquel les résistances et pertes de force, employées pour mettre en mouvement le terrain qui environne le pilot pourront se mettre en équilibre avec la percussion du mouton : le pilot n'entrera plus et au lieu d'un refus absolu, on n'aura qu'un refus apparent.

Perronet, qui a vu battre des milliers de pilotis, a fait l'expérience que si l'on attend quelque temps et qu'on recommence à battre un pilot, il arrive, surtout dans les terrains argileux, qu'il s'enfonce de nouveau, et qu'il en est de même si l'on augmente le poids du mouton. Aussi déclare-t-il :

On a grand intérêt à connaître le refus absolu : pour cet effet, indépendamment de l'expédient précédent (battage après un certain temps)... le moyen le plus certain sera de faire préliminairement les sondes qui ont été proposées ci-devant puisqu'elles feront connaître d'avance la nature du fond et la profondeur à laquelle les pilots doivent s'arrêter.

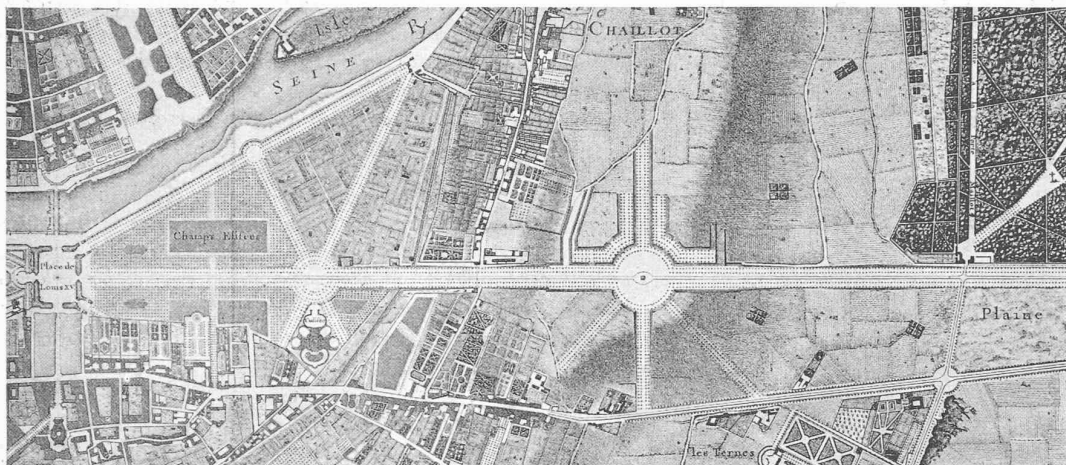


Fig. 3.
Plan partiel des accès
du Pont de Neuilly-
Avenue des Champs
Elysées-Rond Point-
Place de l'Etoile-
Avenue de Neuilly.

Il ne renonce cependant pas à l'indication utile du refus.

... On aura pour lors une sûreté de plus, vu l'incertitude où l'on peut quelquefois se trouver d'avoir atteint le roc ou autre terrain ferme.

Il se demande pourquoi on a l'habitude d'enfoncer les pilotis le petit bout le premier et il fait des essais :

... Des expériences faites avec soin, nous ont fait connaître que les pilots ferrés et battus, le gros bout en bas, comparés avec ceux de même longueur et grosseur, battus de sens contraire dans le même terrain et avec le même équipage, étaient d'abord entrés avec plus de difficulté, mais toujours assez également et qu'ils sont parvenus plus tôt d'environ un quart du temps au refus d'un mouton de 510 livres de pesanteur à la même profondeur de 19 et 20 pieds. Cela paraît provenir de ce que le frottement qu'éprouvent ces derniers pilots est à peu près uniforme, tandis qu'il augmente toujours pour ceux qui sont chassés le petit bout en bas et d'ailleurs de ce que le mouton perd une partie de sa force de percussion en communiquant le mouvement sur une plus grande étendue au terrain qui environne et touche immédiatement le pilot sur toute sa hauteur quand il est ainsi chassé la pointe en bas.

Perronet recommande de s'en tenir toutefois à la pratique courante sauf lorsqu'il faut recéper les pieux sous l'eau. De nos jours, cette pratique n'est pas appliquée. Pourtant chaque fois qu'il s'agit d'atteindre une couche solide située sous un sol de consistance médiocre, c'est la résistance de la base du pilot qui joue un rôle prépondérant et il y aurait

intérêt à battre les pieux le gros bout le premier, tout comme il y a intérêt à créer une base élargie aux pieux en béton.

Dans son mémoire : *Sur l'éboulement qui arrive quelquefois à des portions de montagnes et autres terrains élevés, et sur les moyens de prévenir ces éboulements et de s'en garantir dans plusieurs circonstances*, Perronet pose clairement le problème :

Des événements de cette nature doivent être attribués à des tremblements de terre, des volcans, ou des causes qui dépendent plus particulièrement de la disposition ou de la qualité du terrain; celles-ci seulement sont plus à portée d'être observées et prévues; il est intéressant d'en faire la recherche pour connaître les terrains qui sont les plus exposés à s'ébouler, afin de n'y pas faire d'édifices publics, ni d'habitations, et pour garantir, s'il y avait moyen, les ouvrages qui s'y trouveraient établis.

Il constate :

... Une certaine portion de terrain un peu considérable, qui aura existé un nombre de siècles dans le même état de repos, y restera toujours, s'il ne survient quelque changement à son état naturel.

Ces modifications peuvent être de deux sortes : un changement dans la masse du corps ou dans les parties qui la composent. Et parmi les causes qui provoquent un changement de poids, il n'oublie pas l'eau :

La pesanteur de l'eau qui se sera introduite dans la terre en chargera aussi la partie supérieure. L'équilibre pourra

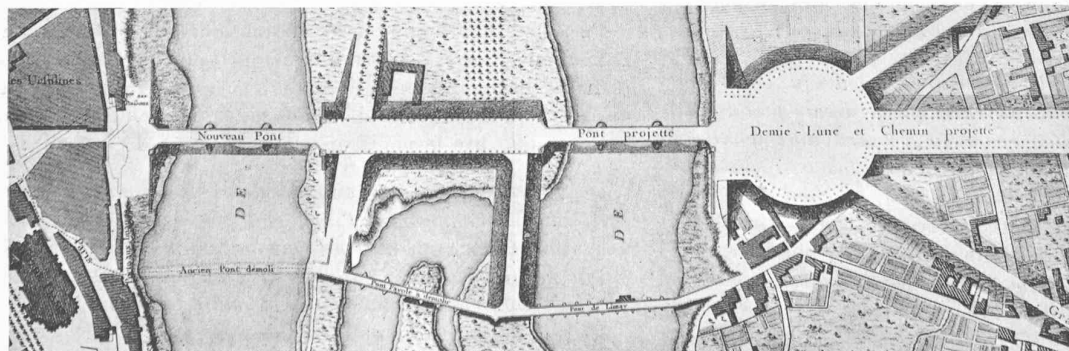


Fig. 4.
Plan partiel des accès
du Pont de Mantes
(1757-1765).
(Comparer ceux de
l'ancien pont).

être rompu et cette cause se trouvant réunie avec la diminution de la cohésion, il en résultera un plus grand et plus prompt éboulement du terrain.

Cette dernière observation fera sans doute plaisir à ceux qui connaissent les dégâts causés par les nombreuses adductions d'eau potable construites sans que l'on ait prévu et exécuté en même temps un réseau d'évacuation des eaux usées. Des villages entiers sont menacés en Sicile et dans le sud de l'Italie pour n'avoir pas tenu compte de ce danger.

Nous citerons la description qu'il fait d'un cas de glissement :

C'est à pareille cause, infiltrations d'eau, que je crois devoir attribuer les fractions qui se sont faites en 1758 aux maisons des ouvriers de la machine de Marli, dans une portion de la butte qui se trouve située immédiatement au delà de cette machine, du côté de Saint-Germain. Cette partie de terrain commençait à se fendre et à prendre un peu de mouvement vers la rivière, ainsi que la partie de la grande route de Saint-Germain qui se trouvait établie au pied de cette butte, et on eut lieu de concevoir les plus grandes inquiétudes. Par la visite et les sondes que M. Gabriel, premier architecte du Roi, feu M. Hupeau, premier ingénieur des Ponts et Chaussées, mon prédécesseur et moi, avons faite de ce terrain, on a reconnu qu'il s'y trouvait à peu de profondeur, un banc de glaise incliné; on s'aperçut aussi que l'eau qui s'était échappée des tuyaux de la machine dans la partie supérieure, était descendue jusqu'au banc de glaise: on a travaillé aussitôt à empêcher que l'eau de la perte de ces tuyaux n'arrivât jusqu'au banc de terre glaise, et depuis ce temps on n'a plus remarqué qu'il se soit fait aucun mouvement dans ce terrain.

En ce qui concerne le talus d'équilibre des terres, il a bien observé que les grands éboulements ont un talus ou glacis peu incliné sur l'horizontale et que ce fait contredisait les expériences d'Armontons — 1699 — citées par Parent et selon lesquelles le plus faible angle de frottement était 18 degrés 26'. C'est vrai, dit-il, pour des pièces qui ne sont pas trop grandes, comme les pièces des machines et en proportion avec les essais; ce n'est plus vrai pour de grandes masses. Et Perronet de prendre comme exemple, à l'appui de sa thèse, l'inclinaison des cales de lancement des bateaux, qui est comprise entre 3 degrés 58' et 5 degrés 9'. Il appelle la moyenne, soit 4 degrés 33', l'angle de frottement pour les grandes masses. Ce point de vue est conforme à l'observation¹. On sait que certains éboulements donnent lieu à une sorte de liquéfaction; sous l'influence d'efforts de cisaillement il y a tendance au tassement qui, en libérant une partie de l'eau interstitielle permet de vrais écoulements inclinés de quelques degrés sur l'horizon.

On le voit, il se méfie des généralisations basées sur une série d'essais exécutés dans des conditions bien déterminées.

Il constate aussi qu'il n'est pas vrai que le glacis d'équilibre d'un remblai soit toujours un plan. Il a pu voir, lors de la construction d'un remblai de 45,50 m de hauteur, « ouvrage vraiment digne des Romains », que les terres prennent une certaine courbure et que la plus grande flèche, d'environ 5 m, se trouve aux deux tiers depuis le sommet du talus. Perronet signale ce fait pour qu'on en tienne compte dans les toisés et parce qu'il en est résulté souvent que les ponts établis sous de grands remblais furent trop courts.

Il attire encore l'attention sur certaines glaises qui s'alèrent à l'air; il conseille de les protéger avant qu'elles aient

eu le temps de trop se gercer et, dans ce but, un mur construit en moellons, le mortier ne fût-il même que de terre, pourra suffire. Cette pratique a été redécouverte de nos jours. En Algérie, par exemple, il est de la plus haute importance de protéger certaines marnes du contact avec l'air, et on les recouvre d'un enduit au ciment-gun de mortier ou de bitume.

Pour terminer, nous dirons quelques mots des difficultés rencontrées pendant les travaux de fondation du Pont d'Orléans et qu'il décrit longuement. Ces travaux durèrent quatre années. Il y eut des « renards » à l'intérieur de chaque batardeau. Perronet, comme bien des ingénieurs contemporains, ignorait les conditions de formation des « renards », mais il les décrit, ainsi que les différents remèdes qu'il emploie, du reste sans beaucoup de succès (fig. 5). La deuxième pile fut la plus difficile à fonder. La dépense des travaux imprévus que l'on a été obligé de faire à cette pile est devenue si considérable qu'elle a été nommée « la pile d'or ».

La septième pile, qui présenta le moins de difficultés, s'affaissa pendant la construction des voûtes. Perronet la fit alors charger de 2 400 000 livres et, sous ce poids, elle s'enfonça encore de 18 pouces. Pour diminuer le poids mort, Perronet ménagea des élégissements.

On a eu d'autant plus lieu d'être surpris de l'affaissement de la septième pile du Pont d'Orléans qu'on n'avait rien remarqué en la fondant qui pût y donner lieu: on a pensé qu'il s'était trouvé un terrain de peu de consistance sous le banc de tuf où la pointe des pilots s'était arrêtée...

On a vu précédemment que cette première leçon lui avait profité. Il cite d'autres exemples de cas analogues, en particulier le pont de Westminster, à Londres, ainsi que des cas de ponts détruits par affouillement des piles, comme celui de Moulins-sur-Allier. Construit d'après les dessins d'Hardouin Mansard, il s'est écroulé entièrement en 1710 juste en fin de travaux. Et Perronet de conclure: *Ce n'est donc pas encore tant de la grande épaisseur des piles que doit dépendre la solidité des ponts que de l'attention que l'on doit avoir pour les bien fonder.*

Citons encore, pour sa fraîcheur, ce dernier passage; il examine s'il convient d'écorcer les pieux de bois et poursuit :

Lorsque l'écorce recouvre l'aubier, elle garantit l'œuf que la mouche y a déposé et le ver qui en provient, jusqu'à ce qu'il ait acquis assez de force pour abandonner l'aubier, dont la substance, encore abreuvée de la sève, peut mieux convenir à la délicatesse de son premier âge que le bois où il ne pourrait ni s'introduire ni vivre d'abord.

Nous espérons que ces notes inciteront d'autres ingénieurs plus qualifiés que l'auteur de ces lignes à nous dire quel fut l'apport de Perronet dans la construction des voûtes de ponts, des cintres, des machines de chantier, en ce qui concerne la forme des piles de ponts, la poussée de la glace, etc.

Nous insistons pour terminer sur le fait qu'en rendant hommage à notre compatriote Jean-Rodolphe Perronet, nous n'avons eu nullement l'intention, comme le font parfois certains de nos collègues, de défendre l'empirisme et démontrer par là qu'on avait bâti de grands ouvrages sans connaître la géotechnique et sans faire des essais de laboratoire. Nous avons voulu, au contraire, faire ressortir le caractère « moderne » et actuel de Perronet qui, s'il avait eu des laboratoires à sa disposition, n'aurait pas manqué de les consulter.

¹ Voir « Bergsturz und Menschenleben » de A. Heim. Zurich 1932.

En outre, il est bon de rappeler qu'autrefois, dans des ouvrages imprimés par ordre du Roi, on exposait sincèrement les faits sans rien dissimuler. La discussion était ouverte et Perronet eut à répondre à des critiques publiques. Aujourd'hui... est-ce peur des responsabilités ? est-ce que les mémoires techniques ne sont plus imprimés ornés de belles gravures aux frais des gouvernements ? ou est-ce qu'on se moque de faire profiter les générations futures d'expériences souvent très coûteuses ?

N'est-ce pas manque de courage et vanité personnelle ?

Avouons qu'il est difficile de croire qu'il n'y a plus aujourd'hui de « piles d'or ».

Avril 1944.

BIBLIOGRAPHIE

La mobilité de la main-d'œuvre et les problèmes du chômage et de la pénurie de travailleurs, par M. Jaccard, docteur ès sciences sociales. Ed. Librairie de l'Université, F. Rouge & C^{ie} S. A., Lausanne.

Il s'agit de l'édition de librairie d'une thèse remarquable, présentée à l'École des sciences sociales et politiques de l'Université de Lausanne, sur un sujet d'actualité : l'aménagement du marché du travail. L'idée défendue est celle-ci : Les circonstances économiques impriment à la demande de main-d'œuvre, qui émane des employeurs, de fortes variations. C'est tantôt dans une région, tantôt dans une autre que la main-d'œuvre est requise, c'est tantôt dans une catégorie professionnelle, tantôt dans une autre qu'il existe des possibilités d'emploi. En présence de cette variabilité de la demande, les travailleurs doivent, dans une certaine mesure, faire acte de mobilité, mais dans cette opération de déplacement régional ou professionnel ils doivent recevoir aide et conseil. Avant de présenter ses propositions personnelles, l'auteur de cet ouvrage a étudié les déplacements régionaux et professionnels de main-d'œuvre tels qu'ils se sont présentés dans l'économie classique et dans les régimes autoritaires (problème des transferts de main-d'œuvre). Toute l'étude critique et constructive s'appuie sur de solides connaissances économiques et sociologiques et un sens psychologique averti. La démonstration se présente avec tant d'ordre et de clarté et s'exprime dans un style si clair que l'ouvrage attirera et retiendra l'attention du public le plus vaste, c'est-à-dire celle de quiconque s'intéresse aux problèmes économiques et sociaux de l'heure présente.

Cet ouvrage retient l'attention à un autre titre encore : il est le premier d'une collection mise sous l'égide de la Nouvelle École de Lausanne. On sait que les économistes et sociologues Walras et Pareto avaient jeté un grand lustre sur la chaire d'économie politique de l'Université de Lausanne. Le professeur Oulès, titulaire actuel de cette chaire, a déjà su grouper autour de lui un certain nombre de jeunes économistes. La liste de leurs travaux en préparation fait bien augurer du renouveau de l'École de Lausanne, dont les tendances et les buts seront d'ailleurs précisés dans un « Manifeste » signé par le professeur Oulès. En fait, le « Manifeste » aurait dû paraître en guise de préface à l'ouvrage de M^{lle} Jaccard, mais l'extension qu'il a prise en cours de rédaction a imposé la scission entre les deux ouvrages.

Nouvelle carte des communes de la Suisse.

Intendance des cartes du Service topographique fédéral, Wabern/Berne. Prix : la feuille isolée, 4 fr. ; les 4 feuilles, 12 fr.

Le Service topographique fédéral a établi une nouvelle carte, *Les communes de la Suisse*, 1 : 200 000, en 4 feuilles et une seule couleur. Elle comporte les limites des cantons, des districts et des communes dressées d'après les sources les plus récentes et donne les noms des communes selon l'orthographe officielle. Les communes étrangères avoisinantes y figurent également.

Cette carte se prête admirablement aux annotations statistiques de tout genre.

En plus de l'édition normale (à plat et en une seule couleur), il existe des éditions portant la division des feuilles de la carte Siegfried ou de la nouvelle carte nationale.

Erratum.

Dans la dernière partie de l'article « L'essai des locomotives électriques en course »¹ s'est malheureusement glissée, à la figure 26, page 292, une légère erreur d'écriture.

La barre de jonction entre la suscription « Rendement » et la courbe correspondante indique à tort la courbe des « Ampères aux prises de courant » qui croise à cet endroit la courbe des rendements.

Les lecteurs du *Bulletin* auront sans doute rectifié d'eux-mêmes cette erreur, facilement reconnaissable à la différence des traits (trait mixtiligne pour la courbe des rendements, trait interrompu simple pour la courbe des ampères), concordants pour les courbes de même signification dans les trois figures 25, 26 et 27. De plus, la suscription anglaise « Efficiency » de la figure 26 est correcte.

Nous prions les lecteurs du *Bulletin* de bien vouloir excuser cette inexactitude.

FR. DUBOIS.

¹ *Bulletin technique* du 28 octobre 1944.



ZURICH 2, Beethovenstr. 1 - Tél. 3 54 26 - Télégr. : STSINGENIEUR ZURICH

Emplois vacants :

Section mécanique.

- 755. Jeune *ingénieur électricien*. Fabrication, vente, travaux de laboratoire. Haute et basse fréquence. Suisse centrale.
 - 757. *Constructeur*. Mécanique générale. Environs de Zurich.
 - 759. *Technicien*. Projets, construction, calculs, correspondance. Suisse centrale.
 - 761. *Technicien mécanicien* ou *dessinateur mécanicien*. Construction et dessin. Petites machines pour l'industrie horlogère. Suisse centrale.
 - 763. Jeune *technicien mécanicien*. Construction de petites machines. Petite fabrique. Suisse orientale.
 - 765. *Radiotechnicien*. Canton de Berne.
 - 767. *Technicien en chauffage*. Administration communale de Suisse orientale.
 - 769. *Technicien*. Construction. Fabrique d'articles métalliques de Suisse orientale.
 - 771. *Technicien électricien*. Soudure électrique, banc d'essais. Fabrique de machines de Suisse orientale.
 - 773. *Ingénieur électricien* ou *technicien électricien*. Interrupteurs, tableaux de distribution, etc. Fabrique de machines de Suisse orientale.
 - 775. *Dessinateur mécanicien*. Compresseurs, pompes centrifuges ou machines à piston. Fabrique de machines du nord-ouest de la Suisse.
 - 777. *Dessinateur*. Appareils électriques. Zurich.
- Sont pourvus les numéros, de 1944 : 39, 77, 79, 81, 83, 241, 267, 319, 367, 379, 541, 601, 689, 721, 729, 733.*

Section du bâtiment et du génie civil.

- 1552. *Technicien en bâtiment*. Plans et détails d'exécution, direction des travaux. Bureau d'architecture de Suisse romande.
- 1558. Jeune *technicien en bâtiment*. Travaux de construction. devis, éventuellement jeune *dessinateur en bâtiment* pour l'élaboration des plans et détails d'exécution. Suisse centrale.
- 1560. *Technicien en bâtiment*. Bureau et chantier. Entreprise du nord-ouest de la Suisse.
- 1562. *Ingénieur civil, technicien géomètre* ou *technicien en génie civil*, mensurations, constructions de routes. Bureau d'ingénieur de Zurich.
- 1564. *Dessinateur en bâtiment*. Direction de travaux, décomptes. Bureau d'architecte du nord-ouest de la Suisse.
- 1566 a. Jeune *ingénieur civil* ou *technicien en génie civil*. Génie civil en général. De même :
 - b. *Technicien géomètre*. Administration du nord-est de la Suisse.
- 1568. *Architecte*. Bureau et chantier. Suisse orientale.

(Suite page 6 des annonces.)

Rédaction : D. BONNARD, ingénieur.