

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 32 (1906)  
**Heft:** 18

## **Sonstiges**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

au téléphot par M. Auguste Vautier. Cette fenêtre moitié neuve, moitié ancienne, garnie de vitraux, éclaire aujourd'hui une salle de l'école primaire (fig. 1 et 2).

On a de la sorte, et c'est là-dessus qu'il convient d'insister, résolu un intéressant problème : d'un côté la ville a gagné une belle salle dont elle avait grand besoin, et, d'autre part, on a restitué toute la face Est du Château, en laissant voir tout ce que les siècles antérieurs y avaient construit. *On a concilié dans un monument historique les exigences de l'utilité publique avec le respect dû à ce monument.*

Un travail d'ensemble sur les découvertes faites au cours des travaux sera prochainement publié, faisant connaître les transformations du Château depuis sa fondation en 1260 par le duc de Savoie. Il intéressera ceux qui, toujours plus nombreux, aiment à s'occuper des choses du passé.

Yverdon, 10 août 1906.

JOHN LANDRY.

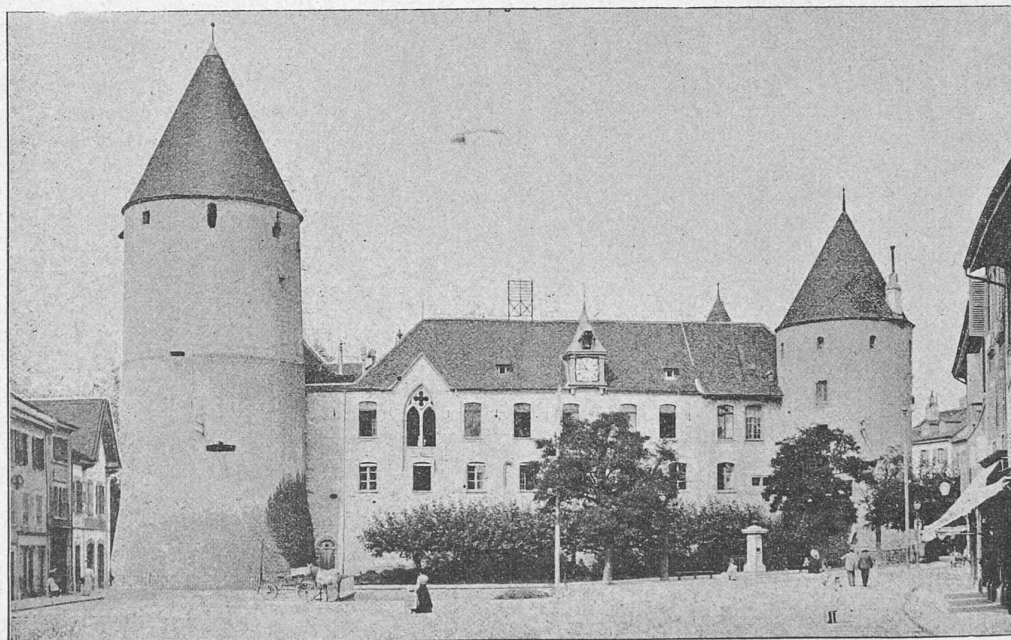


Fig. 1. — Château d'Yverdon. — Face à l'Orient.

## Divers.

### Tunnel du Simplon.

*Extrait du XXXI<sup>me</sup> rapport trimestriel sur l'état des travaux au 30 juin 1906.*

Les installations à Brigue et à Iselle, appartenant à l'entreprise, ont été remises aux Chemins de fer fédéraux dans le courant d'avril. Les installations électriques à l'extérieur et dans le tunnel ont été poussées par la maison Brown, Boveri & C<sup>ie</sup> de façon que le premier essai de traction électrique ait pu avoir lieu le 29 avril jusqu'au km. 7,000 dès le portail Nord.

Pour empêcher une élévation de température de l'air dans le tunnel par suite de la circulation des eaux des sources chaudes, le canal du côté Sud a été couvert sur une longueur de 4630 m.

Le 10-11 mai a eu lieu la collaudation par les autorités italiennes de la partie du tunnel qui se trouve sur leur territoire, et le 22 mai a eu lieu la collaudation sur le territoire suisse ; l'autorisation d'ouvrir à l'exploitation a été accordée avec la réserve que la traction électrique n'était permise que pour les trains de marchandises et mixtes.

La ventilation a toujours fonctionné dans la direction Nord-Sud. Les ventilateurs Nord marchant à une vitesse de 280 tours à la minute et à une pression initiale de 60 mm. d'eau ont refoulé 5 370 000 m<sup>3</sup> d'air, que les ventilateurs Sud aspiraient.

Pour ventiler la galerie parallèle un certain nombre de galeries transversales ont été laissées ouvertes ; ce système ne suffisait pas pour le côté Sud, les ventilateurs de ce côté refoulent pendant la nuit dans la galerie parallèle de l'air, qui au km. 9,38 passe dans le tunnel I et ressort par le portail Sud.

La réfrigération fonctionne dès le mois de juin ; elle consiste à asperger aux km. 8,210-8,40 et 9,830-10,230 les piédroits au moyen de conduites de 50 mm. percées de petits trous ; l'eau est fournie par les pompes centrifuges du côté Nord.

### Température de la roche dans la galerie parallèle.

km. 0,500. . . . .	12 <sup>o</sup> ,8	km. 8,000. . . . .	35 <sup>o</sup> ,9
» 2 . . . . .	19 <sup>o</sup> ,2	» 7 . . . . .	34 <sup>o</sup> ,2
» 3 . . . . .	21 <sup>o</sup> ,7	» 6 . . . . .	34 <sup>o</sup> ,2
» 4 . . . . .	24 <sup>o</sup> ,4	» 5 . . . . .	31 <sup>o</sup> ,6
» 6 . . . . .	29 <sup>o</sup> ,5	» 4 . . . . .	21 <sup>o</sup> ,0
» 7 . . . . .	21 <sup>o</sup> ,3	» 3 . . . . .	21 <sup>o</sup> ,0
» 8 . . . . .	33 <sup>o</sup> ,2	» 2 . . . . .	19 <sup>o</sup> ,5
» 9 . . . . .	31 <sup>o</sup> ,7	» 1,800. . . . .	18 <sup>o</sup> ,5
» 10 . . . . .	36 <sup>o</sup> ,0	» 0,500. . . . .	15 <sup>o</sup> ,2
» 9,300. . . . .	36 <sup>o</sup> ,9		

Les températures de l'air observées dans les niches kilométriques sont les suivantes :

Niches.	Km.	Degrés cent.
10	9,600	27,0
11	10,380	28,0
12	11,380	29,0
13	12,380	29,3

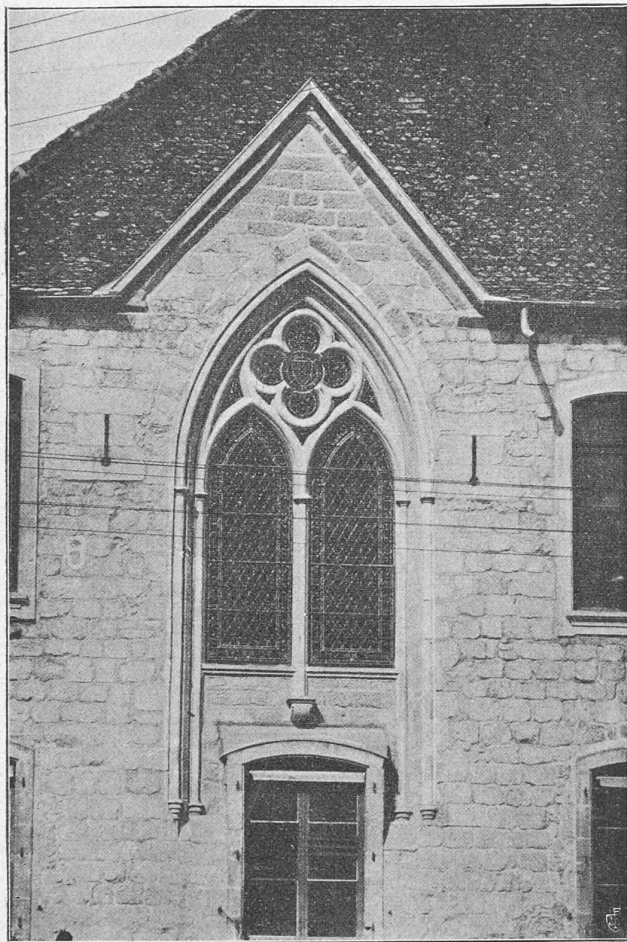


Fig. 2. — Château d'Yverdon. — Fenêtre restituée dans la face orientale.  
(Vue prise au « téléphot »).

Niches.	Km.	Degrés cent.
14	13,370	29,4
15	14,370	29,5
16	15,390	28,0
17	16,370	28,0
18	17,370	27,9
19	18,380	27,2
20	19,380	27,0

A la station du tunnel, on prévoyait pour l'été une température de 30°.

Les sources froides au km. 4,400 Sud ont eu leur phase de crue vers la fin de mai ; leur débit a passé de 644 l. par sec. en avril à 883 l. par sec. en juin.

Les eaux s'écoulant du côté Nord comportent 60 l. par sec. et du côté Sud 939 l. par sec. ; elles comportaient 1195 l. par sec. en juin, dont 312 provenaient des sources chaudes aux km. 9,400-10,100.

Dès l'ouverture du tunnel à l'exploitation, soit dès le 1<sup>er</sup> juin, le service d'entretien et de surveillance de la voie est assuré par la VI<sup>e</sup> section, à Sion.

### Tunnel du Ricken.

Bulletin mensuel des travaux. (Extrait). — Août 1906.

Galerie de base.		Côté Sud Côté Nord		
		Kaltbrunn	Wattwil	Total
Longueur à fin juillet 1906	m.	3004,0	3620,8	6624,8
Progrès mensuel à la main	»	107,0	38,4	145,4

Longueur à fin août 1906. . . . m. 3114,0 3659,2 6770,2  
% de la longueur du tunnel. . . . 36,2 42,5 78,7  
Perforation à la main :

Progrès moyen par jour . . . m. 3,69 3,49 —  
Progrès maximum par jour . . . » 7,80 7,10 —

**Températures** (maxima,  
mesurées pendant la ventilation).  
De la roche, à l'avancement (Degrés C.) 22,5 18,5 —  
De l'air, » 22,8 23,0 —

### Renseignements divers.

**Côté Sud.** — Des 107 m. percés, 79 l'ont été dans la marne et 28 dans le grès calcaire, avec 3 alternances de ces roches. Cube total excavé : 97 200 m<sup>3</sup>, soit le 32,4 %.

**Côté Nord.** — Des 38 m. percés, 32 l'ont été dans la marne et 6 dans le grès, avec une seule alternance de ces roches. Du 10-27 août les travaux ont été complètement suspendus dans la galerie d'avancement à la suite de dégâts causés au transport de force électrique par de forts orages, et qui arrêterent la marche des pompes et des ventilateurs. Cube total excavé : 86 850 m<sup>3</sup>, soit le 29,9 %.

### Expériences sur l'emploi des condensateurs électriques à haute tension pour la protection des réseaux.

Lors de la XIII<sup>e</sup> assemblée générale de l'Association suisse des Electriciens, le 24 septembre 1905 à Fribourg, les membres de cette Société furent aimablement conviés par M. le professeur Moscicki à assister, dans le beau laboratoire de physique de l'Université, à une série d'expériences fort instructives sur le rôle des condensateurs électriques vis-à-vis des décharges à haute tension et à fréquence très élevée. Ces expériences, pour n'être pas inconnues des spécialistes, ni nouvelles dans les laboratoires, tiraient néanmoins un intérêt très actuel de l'usage qui y était fait de condensateurs nouveaux, construits par la Fabrique suisse de condensateurs, à Fribourg, et illustraient d'une clarté spéciale les services que peuvent rendre ces appareils sur les réseaux électriques, pour parer aux accidents dus aux décharges atmosphériques.

Les condensateurs construits par la Fabrique suisse de condensateurs de Fribourg ont été décrits ici-même précédemment<sup>1</sup> ; nous donnons ci-dessous un compte-rendu des expériences présentées par M. le professeur Moscicki, d'après le résumé et les schémas qui avaient été obligeamment distribués aux assistants.

La figure 1 représente le schéma du dispositif pour la production de courants à haute tension d'une fréquence très élevée :

Le transformateur  $T_1$  élève la tension de 150 volts (50 périodes par seconde) à 9000 volts ; des bornes à 9000 volts du transformateur  $T_1$  dérive une connection au transformateur  $T_2$ , qui transforme les 9000 volts en 60,000 volts. Les 60,000 volts sont employés à l'alimentation du circuit oscillant, qui est formé par une série de distances explosives  $e$ , les condensateurs  $C_1$  et une résistance à air  $f$ . Entre les bornes du transformateur  $T_2$  et le circuit oscillant est intercalé un dispositif formé par les bobines de self  $L$  et deux groupes de condensateurs reliant les deux conduites à terre. Ces dispositifs empêchent les courants de haute fréquence de se propager dans le transformateur  $T_2$ .

<sup>1</sup> Voir N° du 10 novembre 1905, page 264.



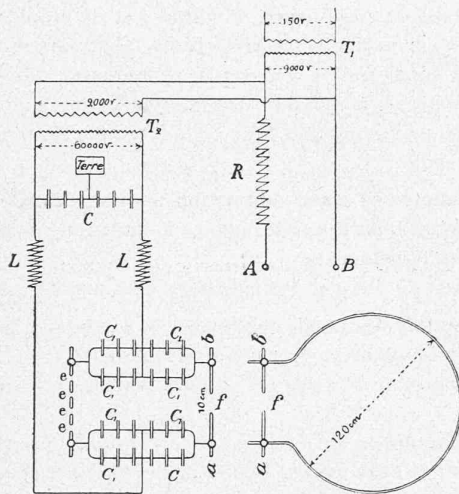


Fig. 1.

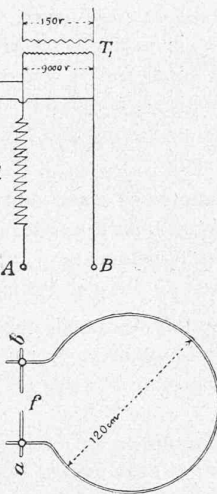


Fig. 2.

Les figures 2, 3, 4 et 5 sont les schémas d'expériences greffées en  $a b$  sur le dispositif ci-dessus et destinées à rendre visibles les effets des courants à haute fréquence.

Dans la figure 2, un fil de cuivre de 5 mm. formant un cercle de 1200 mm. de diamètre est connecté en parallèle avec la distance explosive  $f$ . Les décharges disruptives qui se produisent en  $f$  démontrent la chute de tension du courant à haute fréquence sur le court-circuit ohmique, résultant de la selfinduction du cercle.

Dans l'expérience 3, malgré que 12 lampes de 150 volts et 10 bougies, disposées en série et accouplées sur  $a$  et  $b$  n'éclairaient que faiblement, il est mis en évidence par la présence de décharges en  $f$  que la tension est plus élevée que nécessaire pour faire éclairer les lampes.

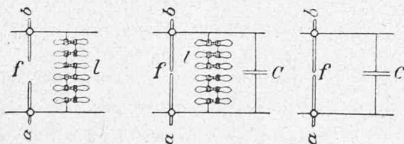


Fig. 3.

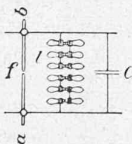


Fig. 4.

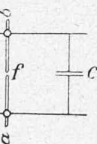


Fig. 5.

Si l'on met (fig. 4) un condensateur  $C$  en parallèle avec les lampes, elles ne s'allument plus. La distance explosive  $f$  peut donc être réduite comme le montre la figure 5; le condensateur  $C$  a donc beaucoup diminué la différence de tension entre  $a$  et  $b$ .

Suivant le schéma de la figure 6, le courant alternatif à 60,000 volts et à très haute fréquence est lancé en  $a$  et  $b$  sur le circuit  $A$  et  $B$  à 9000 volts (50 périodes par seconde). La haute tension, qui se manifeste par des décharges en  $f$ , doit être empêchée de se propager vers  $A$  et  $B$  par le dispositif protecteur formé par les deux bobines de self  $L$  et les condensateurs  $C$ . La petite résistance à air  $e$ , qui n'est cependant franchie par aucune décharge, met en effet en évidence que la haute fréquence n'a pas d'influence en ce point.

Pour démontrer les effets d'induction produits sur les réseaux par des décharges atmosphériques d'une fréquence très élevée, le dispositif de la figure 7 est employé. Le courant à très haute fréquence pris aux bornes  $a$  et  $b$  traverse 15 spires  $L_1$ , en fil de cuivre grossier, et induit, dans 30 spires doubles  $L_2$ , une tension qui produit la décharge  $e_1$ . Les deux enroulements

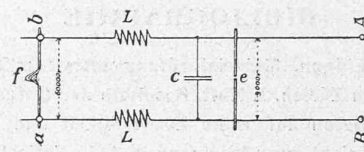


Fig. 6.

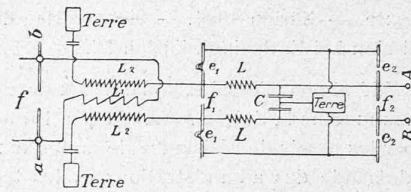


Fig. 7.

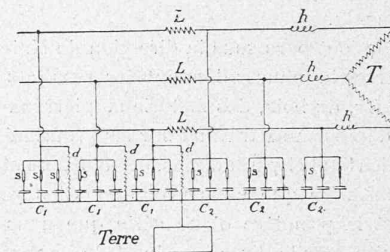


Fig. 8.

$L_2$  sont accouplés sur le transformateur  $T_1$  aux points  $A$  et  $B$ , comme cela est indiqué sur la figure 6. Les bobines de self  $L$  sont intercalées sur chacun des deux conducteurs, qui sont en outre reliés à la terre par un condensateur  $C$ . Comme le courant ne s'amorce pas en  $e_2$ , il est évident que le dispositif protecteur, bobines de self  $L$  et condensateurs  $C$ , a complètement suffi pour maintenir en ce point la tension normale envers la terre.

Les expériences ci-dessus pourraient être résumées dans un seul dispositif, représenté schématiquement dans la figure 8. Les trois conducteurs d'un réseau triphasé aboutissant à une station  $T$  (transformateurs, machines, etc.), qui est à protéger, sont munis en  $L$  de bobines de self appropriées. Entre  $L$  et  $T$  chacun des trois conducteurs est mis à la terre par une batterie de condensateur  $C_2$ . Les bobines  $L$  et les condensateurs  $C_2$  sont destinés à protéger la station  $T$  contre les perturbations atmosphériques les plus fréquemment induites dans le réseau par les effets électro-dynamiques. Comme protection des surélévations de tension d'une extrême violence, le condensateur  $C_1$  est intercalé entre réseau et terre. Une forte surélévation de tension perforera plutôt un élément de ce condensateur  $C_1$ , pour rétablir l'équilibre avec la terre, que d'entrer par les bobines  $L$  dans la station  $T$ . Chaque élément condensateur étant muni d'un fusible à haute tension, qui interrompt instantanément le court-circuit à la terre, le reste de la batterie  $C_1$  continue d'être prêt à agir sans occasionner le moindre dérangement dans le réseau. Enfin les bobines de self-induction  $d$ , qui opposent une assez grande résistance au courant alternatif, sont destinées à conduire à la terre les charges statiques qui pourraient se produire.

## BIBLIOGRAPHIE

Mitteilung der Eidgen. Materialprüfungsanstalt am Schweiz. Polytechnicum, in Zürich. X Heft. Resultate der Untersuchung von armiertem Beton auf reine Zugfestigkeit und auf Biegung unter Berücksichtigung der Vorgänge beim Entlasten, bearbeitet von F. Schüle, Ingenieur, Professor am Schweizer. Polytechnicum, Direktor der Eidgen. Materialprüfungsanstalt. — 1 vol. in-4° de 142 pages et 7 planches en phototypie, avec 70 figures dans le texte. — Zürich 1906. — Selbstverlag der Anstalt. In Kommission bei E. Speidel. Zürich IV.

L'Institut fédéral pour l'essai des matériaux de construction est surtout connu dans la Suisse romande par les nombreuses analyses et par les essais de résistance de matériaux qu'il exécute sur la demande des administrations et des techniciens; mais ce rôle, hautement apprécié, n'est pas le seul qu'il remplit; l'Institut s'occupe aussi de recherches scientifiques de longue haleine, qui font l'objet de *communications* très riches en renseignements.

C'est ainsi qu'ont paru sous la direction de M. le Professeur Tetmajer diverses brochures donnant les résultats d'essais de résistance du fer, du bois, des matériaux pierreux naturels ou artificiels, et d'importants travaux sur les propriétés physiques et chimiques des liants hydrauliques, des mortiers et des bétons.

La *communication* que nous avons sous les yeux porte le N° 10, elle est la première d'une série que nous souhaitons nombreuse, faite sous la direction de M. le Professeur Schüle.

Elle forme un in-quarto de 140 pages illustrées de nombreux dessins.

Entièrement consacrée aux résultats d'essais faits pendant plusieurs années sur la résistance du béton armé, cette brochure constitue une contribution importante à la science expérimentale, soit par les dimensions des pièces éprouvées, soit par les soins particuliers que l'expérimentateur a mis à observer et mesurer les déformations locales.

En appelant sur ce beau travail l'attention des lecteurs du *Bulletin*, nous ressentons le regret que la plupart des communications de l'Institut fédéral ne soient pas traduites en français. Ces travaux forment un patrimoine national dont beaucoup de techniciens romands sont privés.

Dans une introduction où il expose d'une manière générale la question du béton armé, l'auteur démontre combien il est improbable que l'on puisse jamais obtenir des méthodes scientifiques incontestables pour la détermination des dimensions des ouvrages de cette nature, mais que l'impossibilité où l'on se trouve de calculer d'avance les tensions que produira une charge donnée dans un corps hétérogène ne doit pas détourner l'ingénieur de se servir de telle ou telle méthode de calcul, à la condition de se prémunir contre le danger de rupture par un coefficient de sécurité suffisamment élevé.

Le savant expérimentateur s'est donc dégagé de toute idée préconçue sur la répartition des efforts moléculaires, il interprète les faits que lui dévoilent de nombreux essais exécutés au moyen des puissantes machines que l'Institut possède.

Ses recherches ont porté non seulement sur les points généralement observés dans ces sortes d'expériences, mais sur divers sujets peu ou point explorés.

Citons, entre autres, ses essais de traction simple d'éprouvettes en béton armé, destinés à surprendre la répartition des tensions entre le métal et le béton.

Citons aussi l'étude méthodique des effets des chargements et déchargements et des déplacements de l'axe neutre.

Un document aussi nourri de chiffres et de graphiques que celui qui nous occupe ne se prête pas à l'analyse, car il est lui-même une condensation d'un travail volumineux. Nous devons donc nous borner à indiquer sommairement les sujets traités et à donner une traduction des conclusions que l'auteur a tirées de son travail.

I. Résultats des essais de traction simple d'éprouvettes en béton armé et répartition des allongements et des tensions entre le fer et le béton.

Influence du dosage. Allongements permanents.

II. Résultats des essais de flexion de poutres en béton non armé et en béton armé de section rectangulaire.

Degré de sécurité contre la rupture pour les poutres éprouvées.

Déformations du fer en-dessous de la limite d'élasticité.

Position de l'axe neutre. Efforts du béton dans la partie comprimée et efforts du fer.

Comparaison, avec les faits observés, des procédés usuels de calcul.

Tensions permanentes, influence du déchargement, succession des flexions pendant le chargement et le déchargement.

III. Résultats des essais de flexion de poutres en béton armé en forme de T soumises à des charges réparties.

Efforts tranchants et tensions transversales.

Position de l'axe neutre. Rapport entre les variations de longueur et les compressions du béton.

Marche des variations de longueur et des flèches produites par des charges répétées.

Les praticiens du béton armé s'intéresseront particulièrement aux tableaux qui donnent les tensions observées et celles qu'annonçaient les formules les plus employées en Suisse et en Allemagne; les résultats sont décevants et justifient les procédés simplifiés que propose l'auteur dans ses conclusions.

## CONCLUSIONS

Il résulte de la discussion des essais quelques conclusions importantes, qui méritent d'être prises en considération pour l'élaboration des projets et pour l'exécution des ouvrages en béton armé.

Les coefficients admissibles pour le fer doivent être déterminés par rapport à la limite d'élasticité apparente<sup>1</sup> et en tenant compte du degré de sécurité que l'on veut obtenir. En admettant pour le fer coulé les coefficients de travail de 1000 à 1200 k. par cm<sup>2</sup> et pour la limite d'élasticité apparente 2,7 à 3,2 t. par cm<sup>2</sup>, le coefficient de sécurité est au maximum de 2,2 à 3,2 pour la charge totale.

Si, par exemple, le poids mort constitue la moitié de cette charge, la charge utile pourrait être de 3,4 à 5,4 fois plus forte avant de produire la rupture.

Ces proportions supposent que le travail a été exécuté dans les conditions les plus favorables. Elles seraient particulièrement altérées par un chargement imposé avant que le durcissement fut suffisant, ou par un dosage moins riche en ciment, ou par des chargements souvent répétés, ou bien encore par un ancrage insuffisant des armatures.

Dans ce dernier cas ce ne sont pas les moments fléchissants au milieu de la poutre qui ont l'influence prépondérante dans

<sup>1</sup> Nous traduisons par *limite d'élasticité apparente* le mot *Streckgrenze*. Cette limite est marquée par le commencement des grands allongements permanents.



la rupture finale de la poutre et de ses organes, mais bien les efforts tranchants.

Le coefficient de sécurité par rapport aux effets de la charge totale peut, dans ce cas, descendre à 2 et même au-dessous.

Les taux de compression du béton pendant le chargement ne concordent aucunement avec ceux calculés au moyen des procédés habituels. Ils sont, dans les conditions normales, notablement plus élevés.

Si l'accroissement des charges provoque dans le fer des efforts dépassant la limite d'élasticité apparente, la compression du béton augmente très rapidement, en même temps que se produisent des fissures au milieu de la portée, et la partie résistante du béton à la compression n'a aucune influence perceptible pour retarder la destruction de la poutre.

Il est très nécessaire de pouvoir compter sur une grande résistance du béton; toutefois il résulte des expériences précitées que cette condition est moins importante pour la partie médiane de la poutre que pour fournir un point d'appui à l'ancrage des armatures.

Les déformations permanentes observées après déchargement ont, même après la formation des premières fissures, les conséquences suivantes: la tension des armatures est diminuée et cela aussi longtemps que la limite d'élasticité apparente du fer n'est pas atteinte. Par contre, le béton de la membrure comprimée est soumis, du fait des déformations permanentes, à une augmentation de compression qui jusqu'ici était restée insoupçonnée. La répétition fréquente des chargements augmente les déformations, le nombre et l'ouverture des fissures dans la membrure tendue et les compressions dans la membrure comprimée.

Ces répétitions ont une action destructive sur l'adhérence entre le fer et le béton.

Les procédés usuels de calcul des tensions intérieures ne donnent, pas même d'une manière approchée, une idée des véritables efforts dans le béton.

Une simplification des procédés employés pour déterminer les dimensions de la partie médiane de la poutre est donc fondée. Cette simplification serait par exemple la suivante: pour les dalles et les poutres de sections rectangulaires, l'axe neutre sera placé au milieu de la hauteur utile de la section; pour les poutres en T cet axe neutre serait supposé à la hauteur du point d'attache de la dalle et de la nervure.

En regard de cette simplification, les conditions de l'ancrage et l'évaluation des efforts tranchants devraient être examinés avec beaucoup de soin.

Il est très important que le béton ait fait une prise suffisante; le délai pour le décoffrage devrait être allongé autant que possible et le chargement ne devrait être imposé qu'après quelques mois.

*Remarque.* — Ces conclusions conseillent des modifications et des adjonctions importantes à la rédaction du chapitre 2 des prescriptions dressées en 1904 par la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. Or celles-ci sont suivies par un grand nombre de praticiens auxquels il importera sans doute que cette revision soit faite à bref délai.

La Bibliothèque de l'Ecole d'Ingénieurs a reçu, à titre gracieux, un exemplaire de la brochure que nous venons de présenter aux lecteurs du *Bulletin*. Nos collègues feront sans doute plus ample connaissance avec ce beau travail.

Lausanne, 17 septembre 1906.

Alph. VAUTIER, ing.

**Statistique du matériel roulant des chemins de fer suisses. Etat fin 1905.** — Publié par le Département fédéral des postes et des chemins de fer. — Berne, juin 1906. — Une brochure in-4° de 162 pages.

Cette statistique résume l'état des locomotives, des voitures à voyageurs, des fourgons, des wagons à marchandises et des wagons spéciaux, avec toutes les données numériques et spécifiques qui caractérisent chaque type de véhicule. Nous y relevons les chiffres suivants:

Les locomotives à vapeur les plus rapides sont, comme l'année précédente, celles de la série A <sup>3</sup>/<sub>15</sub>, avec tender à quatre essieux, des Chemins de fer fédéraux (vitesse maximum: 100 kilomètres à l'heure). Rappelons, à titre de comparaison, qu'elles pèsent 103,60 t. avec approvisionnement complet, dont 46 tonnes de poids adhérent. Les Chemins de fer fédéraux possèdent également les machines les plus lourdes, du type C <sup>4</sup>/<sub>5</sub>, avec tender à quatre essieux. Poids maximum avec approvisionnement complet: 105,50 t.; poids adhérent: 57,60 t.; vitesse maximum: 65 km. à l'heure. C'est par contre la Compagnie du Gothard qui utilise les machines les plus puissantes, soit des locomotives-tender du type E<sup>d</sup> 2 × <sup>3</sup>/<sub>3</sub>, pesant 87,16 t. avec approvisionnement complet, dont 77,36 t. de poids adhérent, et capables d'une vitesse maximum de 45 km. à l'heure.

Dans un supplément est résumé l'état des véhicules-automoteurs.

Etat des locomotives des lignes à voie normale.

PROPRIÉTAIRES	Longueur des lignes exploitées en kilom.	Nombre.			Nombre total des essieux.				Année de la mise en service des:	Age moyen, en années.			Poids moyen des machines et tender, en tonnes.				
		Locomotives.		Types.	Essieux moteurs.			Essieux porteurs et de tender		Locomotives	Chaudières	Foyers	Locomotives	Chaudières	Foyers	Total.	Par machine
		Total	Par kilom.		Total.	Par machine	Par km.										
Chemins de f. fédér.	2468	861	0,349	52	2349	2,73	0,951	2236	1855-05	1870-05	1875-05	14,09	8,82	6,54	49404,5	57,4	
Gothard . . . . .	291	156	0,536	16	492	3,15	1,690	350	1874-05	1874-05	1874-05	16,80	15,81	10,44	10168,0	65,1	
Berne-Neuchâtel . .	43	8	0,186	1	24	3,00	0,558	8	1900-05	1900-05	1900-05	3,88	3,88	3,88	371,1	46,4	
Jura-Neuchâtelois .	40	12	0,300	3	38	3,17	0,950	14	1874-04	1875-04	1875-04	14,64	10,05	6,78	588,6	49,0	
Lignes secondaires :																	
à voie normale (tot.).	507	98	0,193	—	283	2,89	0,553	33	1872-05	1870-05	1874-05	13,51	9,41	7,13	2953,4	30,1	
à voie étroite (tot.).	801	153	0,191	—	438	2,87	0,547	57	1873-05	1873-05	1874-05	12,56	11,80	9,38	3568,8	23,3	

## Etat du matériel roulant des chemins de fer suisses.

Propriétaires.	Locomotives.	Voitures.	Fourgons et ambulants.	Wagons à march.
Chemins de fer fédéraux . . . . .	861	2179	438	10747
Gothard . . . . .	156	306	51	1729
Berne-Neuchâtel (Directe) . . . . .	8	23	4	60
Jura-Neuchâtelois. . . . .	12	54	9	85
Lignes secondaires à voie normale (total) . . . . .	98	270	52	827
Entreprises privées . . . . .	—	—	—	362
Administration fédérale des Postes . . . . .	—	—	263	—
Lignes à voie norm. (total)	1135	2832	817	13810
Lignes indépendantes à voie étroite . . . . .	112	419	65	805
Lignes sur route à voie étroite . . . . .	41	1000	38	290
Lignes funiculaires . . . . .	—	73	—	23
» à crémaillère. . . . .	91	122	3	37
Total général . . . . .	1379	4446	923	14965

## Etat des locomotives résumé par catégories.

Catégories.	Vitesse en km. par heure	Nombre total loco- motives	essieux moteurs	en % du parc loco- motives	essieux moteurs
Locomotives avec tender. . . . .	plus de 75	149	357	10,8	9,4
» . . . . .	70-75	250	718	18,1	19,0
» . . . . .	60-65	119	340	8,6	9,0
» . . . . .	45-55	191	623	13,9	16,5
Locomotives sans tender . . . . .	plus de 75	3	6	0,2	0,2
» . . . . .	70-75	92	195	6,7	5,1
» . . . . .	60-65	87	243	6,3	6,4
» . . . . .	45-55	56	191	4,1	5,1
Locomot. pr lignes secondai- res et manœuvres. . . . .	—	184	507	13,3	13,4
Locomotives électriques . . . . .	—	4	6	0,3	0,1
Total pour voies normales . . . . .	—	1135	3186	82,3	84,2
Locomot. pr voies étroites:					
à vapeur . . . . .	—	111	346	8,0	9,2
électriques . . . . .	—	4	8	0,3	0,2
Locomotives pr lignes à cré- maillère avec adhérence:					
à vapeur . . . . .	—	34	76	2,4	1,9
électriques . . . . .	—	4	8	0,3	0,2
Locomotives pour lignes à crémaillère seule:					
à vapeur . . . . .	—	72	122	5,5	3,4
électriques . . . . .	—	19	35	1,2	0,9
Total général . . . . .	—	1379	3781	100,0	100,0

Société suisse de propriétaires de chaudières  
à vapeur<sup>1</sup>.

Rapport sur l'exercice 1905 (Extrait).

(Suite et fin).

Des 4767 chaudières inspectées, ont été construites:

En Suisse . . . . .	3533 chaudières, soit 74,12 %
» Allemagne . . . . .	879 » » 18,45 »
» France . . . . .	133 » » 2,79 »
» Angleterre . . . . .	151 » » 3,16 »
» Italie. . . . .	21 » » 0,44 »
» Belgique . . . . .	5 » » 0,10 »
» Autriche . . . . .	3 » » 0,06 »
» Amérique . . . . .	2 » » 0,04 »
Origine inconnue . . . . .	40 » » 0,84 »

<sup>1</sup> Voir n° du 10 septembre 1906, page 203.

Il a été procédé à 11 429 inspections, tant extérieures qu'intérieures; les premières ont fait constater 3744 chaudières en bon état, soit le 87 %, contre le 81,3 % en 1904; les secondes ont donné un résultat satisfaisant pour 2866 chaudières, soit le 62 %.

La Société a fait examiner par l'Etablissement d'essais chimico physique du Grand-Duché de Bade le désincrustant « Baryhydrat » (baryte caustique), fabriqué dans l'usine de produits chimiques de Walther Feld, à Hœnningen sur le Rhin.

Ce produit se présente comme une masse blanchâtre, de structure cristalline, réduite en morceaux de la grosseur d'un pois environ et se composant de baryte caustique fondu, avec une teneur de 56 % à peu près de B O (Oxyde de barium). Il est destiné à prévenir la formation d'incrustations par la purification chimique de l'eau d'alimentation des chaudières, telle qu'elle est obtenue aussi par l'adjonction de chaux, de soude ou d'hydrate de soude. Ce produit agit d'une manière semblable à l'hydrate de soude, ayant sur celui-ci l'avantage de former avec la chaux sulfatée, dissoute déjà dans l'eau, du baryte sulfaté insoluble, tandis que la soude sulfatée produite par l'hydrate de soude reste en solution dans l'eau de la chaudière. Le prix élevé de ce désincrustant s'oppose à son emploi général, mais son usage sera toutefois avantageux lorsqu'il s'agit de la purification d'eaux contenant de la chaux sulfatée ou du gypse.

L'essai calorimétrique de 83 échantillons de combustibles a donné les résultats suivants:

	Pouvoir calorifique moyen Calories
13 échantillons de houille de la Sarre . . . . .	6727
8 » » Ruhr . . . . .	7575
6 » » belge. . . . .	7611
1 » » anglaise . . . . .	6596
9 » de briquettes de la Ruhr . . . . .	7444
1 » de briquettes de houille du Haut-Rhin . . . . .	6791
5 » de briquettes de houille belge. . . . .	7181
15 » » » française. . . . .	7564
1 » » » hollandaise. . . . .	7535
4 » de houille belge dite anthracite . . . . .	7778
1 » » de provenance inconnue . . . . .	8115
2 » de briquettes de lignites du Rhin. . . . .	4883
13 » de coke de gaz. . . . .	6575
1 » de coke breveté . . . . .	7011
1 » de semoule de coke . . . . .	6105
1 » de résidus de goudron . . . . .	7843
1 » de sciure . . . . .	3333

## Température du sol.

La température du sol à différentes profondeurs a déjà été l'objet de plusieurs séries d'observations, qui ont fait admettre un accroissement de 1° C. par 30 m. d'approfondissement. Signalons toutefois les observations faites par M. le Professeur Agassiz aux mines de Calumet et Hécla, aux Etats-Unis<sup>1</sup>, qui ont donné en moyenne 1° C. pour 144 m. d'approfondissement en rocher, et celles faites pendant les travaux du percement du Gothard, qui ont fait constater 1° C. par 33<sup>m</sup>,40 d'approfondissement.

<sup>1</sup> Voir Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France, janvier 1896, page 126.



M. le Professeur Heinrich, de Wiesbaden, a publié dans la *Zeitschrift für Prakt. Geologie* les résultats qu'il a obtenus dans un sondage fait à Paruschowitz, dans la Haute-Silésie. Cette série d'observations présente un intérêt spécial, non seulement à cause de la profondeur de 2003 m. à laquelle le sondage a été poussé, mais encore du fait des précautions particulières qui ont été prises pour éliminer les causes d'erreurs.

Une des principales difficultés que présente le relevé des températures dans des sondages profonds, provient des courants qui se déterminent dans l'eau remplissant le sondage et tendent à amener l'eau chaude à la surface et la froide au fond. Des divers moyens que l'on peut employer pour s'opposer à ces courants, le plus simple paraît être celui dont s'est servi M. Heinrich, qui consiste à injecter de l'argile en poudre fine dans le trou de sonde. Les courants ne se produisent du reste pas pendant le sondage lui-même, l'outil remplissant le trou assez exactement.

Pour faire les relevés de température, M. Heinrich a utilisé six thermomètres disposés dans une gaine en acier, éprouvée sous une pression de 250 kg. par cm<sup>2</sup>; cette gaine est à son tour placée dans une tige creuse. A chaque point d'observation le thermomètre fut laissé 3 heures. Les observations ont été poussées jusqu'à 1959 m. de profondeur, en faisant 64 relevés à des intervalles de 31 minutes à partir du niveau de 6 m.

Le tableau ci-dessous donne la moyenne des diverses observations :

Nombre d'observations.	Profondeurs.	Températures.
1	6 m.	12,1
10	285 »	18,9
20	595 »	28,8
30	905 »	35,8
40	1215 »	46,4
50	1525 »	53,8
60	1835 »	65,0
64	1959 »	69,3

L'augmentation de la température est donc en moyenne de 1° par 31<sup>m</sup>,82 d'approfondissement, cette augmentation ne suivant toutefois pas une marche régulière.

Ce sondage était dirigé par l'administration fiscale prussienne et avait pour but la recherche de houille; il fut exécuté en 399 jours, soit avec un avancement moyen de 5<sup>m</sup>,05 par jour. La dépense a été de 94 000 fr., ce qui correspond à 47 fr. par mètre courant.

### Tunnel sous la Manche.

L'idée d'un tunnel sous la Manche a depuis longtemps hanté les imaginations en Angleterre et surtout en France. Rappelons qu'en 1875 une Société se constitua pour l'étude de cette question et reçut de l'Etat français la concession de ce chemin de fer pour une durée de 99 ans; en Angleterre, une société similaire, la « Channel Tunnel Co », fut bien fondée, mais elle ne réussit pas jusqu'à aujourd'hui à intéresser le gouvernement à ses travaux. L'amélioration des rapports politiques anglo-français pendant ces dernières années et l'expérience acquise dans le percement des grands tunnels font actuellement entrevoir à la Société française d'études la possibilité d'atteindre son but; son directeur, M. Breton, a fait une nouvelle étude de ce projet, à laquelle nous empruntons, d'après le *Génie civil*<sup>1</sup>, les renseignements qui suivent :

<sup>1</sup> Voir N° du 8 septembre 1906, page 294.

La ligne se détacherait près de Marquise de celle de Boulogne à Calais, pour atteindre Wissant dans une gare de rebroussement; de là, elle longerait la côte vers le Nord, en entrant en tunnel près d'Escalles, puis s'infléchirait à l'Ouest à la hauteur de Sangatte, pour se diriger sur Douvres, où elle sortirait de terre après avoir décrit une boucle le long de la côte.

La nature géologique du sous-sol a été depuis plusieurs années l'objet d'investigations, et des milliers de sondages ont été faits entre Douvres, Folkestone et la côte française; ces travaux de prospection comportèrent entre autres le fonçage de deux puits à Sangatte, dont l'un de 5<sup>m</sup>,40 de diamètre et de 87<sup>m</sup>,50 de profondeur, et le percement de deux galeries partant de ce puits, l'une à 42 m., l'autre à 55 m. de profondeur, dans la craie. Cette dernière atteignit la longueur de 1839<sup>m</sup>,65. De même, sur la côte anglaise, une galerie de 1800 m. fut percée, dont 1400 sous la mer, et cela avec une réussite satisfaisante. Ces travaux furent exécutés avec la perforatrice du colonel Beaumont, constituée par une tarière de 2<sup>m</sup>,15 de diamètre, à axe horizontal, découpant un cylindre dans la craie par une rotation de 2 à 3 tours par minute, avec un avancement de 7 mm. par tour. Cette perforatrice était commandée à l'air comprimé et donnait un avancement de 400 m. par mois.

Le sous-sol est formé de couches crétacées reposant sur une roche jurassique; elles s'enfoncent régulièrement à partir de la côte française pour se relever doucement vers le rivage de l'Angleterre, non sans s'être toutefois soulevées en dos d'âne vers le milieu du détroit; la plus profonde de ces couches crétacées est une couche de gault, par conséquent aquifère; celle qui la recouvre est une assise du cénonien, argileuse et imperméable sur environ 42 m. d'épaisseur, dans laquelle serait percée le tunnel.

Le tunnel serait constitué par deux galeries cylindriques de 5 à 6 m. de diamètre, distantes de 15 m. d'axe en axe. Son profil en long comporterait une série de pentes et de contre-pentes, formant au centre du détroit un dos d'âne nécessaire pour le maintenir dans la région médiane de la couche de cénonien; son point le plus bas serait à environ 100 m. au-dessous de la mer. L'écoulement des eaux serait assuré par une galerie spéciale, de 3 m. de diamètre, en pente continue vers chaque tête du tunnel.

Par suite du plongement des couches vers le Nord, la galerie d'écoulement ne pourrait être en plan parallèle aux galeries principales, mais elle s'écarterait de celles-ci vers le Nord en s'approchant des côtes et en s'enfonçant progressivement dans le sol, pour aboutir aux têtes à deux puits d'exhaure de 125 m. de profondeur. Cette galerie servirait aussi pendant la construction à l'évacuation des déblais; elle permettrait en outre d'attaquer en plusieurs points la perforation des deux tunnels principaux, et cela au moyen de transversales plus ou moins inclinées, suivant leur éloignement des côtes.

La Société estime qu'après cinq ans de travaux au plus la galerie d'écoulement atteindrait le km. 26, son point de soudure avec les tunnels principaux, et après six ans le milieu du tunnel, qui aurait environ 52 km. de longueur.

### Fendillement des surfaces de béton.

Les bétons préparés humides présentent plus souvent, après dessiccation, des petites fentes superficielles que les bétons secs. Cette fissuration est expliquée parce que dans un béton humide de très fines particules de ciment sont entraînées à la surface par l'eau en excès que l'atmosphère absorbe; ces par-



ticules forment une couche extérieure d'un mortier plus riche que celui de la masse, et dont le retrait est également plus grand.

Les *Annales des Ponts et Chaussées*<sup>1</sup> rendent compte, d'après l'*Engineering Record*, d'expériences faites à ce sujet par MM. les professeurs Swain et Bauschinger. Il en résulte que, pendant la prise, la contraction d'un mortier composé d'une partie de ciment Portland et trois de sable est moindre que celle du ciment pur; que le ciment pur éprouve une légère expansion en durcissant sous l'eau et que, dans ces conditions, un mortier composé comme ci-dessus se dilate également, mais dans une moindre proportion.

Voici les résultats numériques fournis par ces essais :

Le ciment Portland pur, durcissant à l'air, subit à la fin de la 16<sup>me</sup> semaine une contraction de 0,15 pour cent.

Le mortier de proportion 1 à 3, durcissant à l'air, subit à la fin de la 16<sup>me</sup> semaine une contraction de 0,05 pour cent.

Le ciment Portland pur, durcissant sous l'eau, subit à la fin de la 16<sup>me</sup> semaine une expansion de 0,05 pour cent.

Le mortier de proportion 1 à 3, durcissant sous l'eau, subit à la fin de la 16<sup>me</sup> semaine une expansion de 0,015 pour cent.

Les expansions et contractions continuent toutefois au delà de la 16<sup>me</sup> semaine et augmentent pendant 6 mois ou un an.

Ces expériences montrent que le remède contre le fendillement consiste à enlever autant que possible l'excès de ciment pur déposé à la surface du béton, dès que le démoulage est terminé, et à maintenir celle-ci humide, par exemple par l'application de sable mouillé de temps à autre. Cette opération doit être poursuivie pendant un temps assez long pour que le ciment arrive à la cristallisation définitive.

Les surfaces ainsi traitées subissent une légère expansion, mais qui n'est cependant pas plus grande que celle de la masse de béton déjà humide.

### Meunerie ancienne et moderne.

*Communication présentée par M. Michel, dans la séance du 6 avril 1906 de la Société fribourgeoise des ingénieurs et architectes.*

**Meunerie ancienne.** — La mouture était autrefois pratiquée au moyen de meules de granit, dont on pouvait difficilement obtenir une farine blanche; celle-ci était en effet tachée par l'usure des meules, qui produisait une poussière grise et malsaine. Cette mouture a été ainsi pratiquée jusqu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, époque à laquelle on a vu apparaître les meules françaises en silex, qui ont complètement réformé la meunerie. Avec les meules françaises sont apparus les appareils de nettoyage et les bluteries garnies de soie, qui ont fait disparaître les bluteaux.

Jusqu'à cette époque on ne pratiquait que la mouture basse, consistant à réduire le plus rapidement possible le grain en farine, sans s'occuper des soins précieux à donner aux gruaux.

**Mouture mixte.** — C'est vers l'année 1850 qu'on a commencé à pratiquer la mouture mixte, à l'apparition des moulins à cylindres (Walz). Les premiers moulins à cylindres étaient cannelés (broyeurs), ils servaient à réduire le blé en la plus grande quantité possible de gruaux, qui étaient désagregés sur des meules rhabillées spécialement pour ce genre de travail.

**Mouture haute ou moderne.** — La mouture haute, appelée avec raison mouture d'avenir, a vu le jour dans le courant du XIX<sup>e</sup> siècle. C'est alors que sont apparus les cylindres lisses, construits d'abord en porcelaine, puis en fonte, et que l'on a dénommé comprimeurs ou désagregateurs. Ces cylindres ne travaillaient que les gruaux dits « gros gruaux » et « fins gruaux » ou « finots ». C'est avec ce système de mouture qu'on est parvenu à obtenir du blé les meilleurs rendements, tant en farines panifiables qu'en issues, farines fourragères et sons. Ce système de mouture s'est encore perfectionné par l'utilisation de puissants appareils de nettoyage, triage et lavage du blé. Le nettoyage du blé est la base d'une bonne mouture, car il a pour effet de sortir du blé tous les corps étrangers tels que nielles, ail, vesces, ivraie, terre, poussières, qui contribuent à tacher les farines et à en rendre la panification malsaine. On a souvent fait des moutures de blés étrangers qui ont donné plus de 5 % de déchet.

La meunerie automatique n'a pas donné encore tous les résultats qu'on en attendait. Beaucoup de minotiers en sont revenus à conserver des meules pour achever les moutures et ce système a été reconnu le meilleur jusqu'ici, car l'on n'a pas réussi jusqu'à aujourd'hui à installer un moulin automatique avec des meules.

On peut donc dire actuellement, sans crainte d'être démenti, que l'avenir de la meunerie est dans la mouture haute, consistant en un nettoyage énergique du blé, un broyage soigné, quatre à six passages sur des moulins à cylindres de cannelures différentes, afin d'obtenir la plus grande quantité de gruaux possible, puis en une compression et désagregation de ceux-ci sur des cylindres en fonte lisse ou en porcelaine, enfin en une mouture des finots sur une bonne paire de meules.

Les machines de blutage reconnues les meilleures aujourd'hui sont le « Plansichter » et la bluterie ronde (Rundsichter).

### CONCOURS

#### Hôtel du Pont et Terminus, à Vevey.

La Société de l'Hôtel du Pont et Terminus, à Vevey, ouvre entre les architectes suisses ou domiciliés en Suisse un concours d'idées pour l'établissement des plans d'un hôtel. S'adresser, pour programme et plan de situation, au bureau de M. H. Lavanchy et fils, architectes, à Vevey. Terme pour la présentation des projets : 10 décembre 1906.

#### Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne.

##### Offre d'emploi.

On demande de suite un *jeune ingénieur* ayant quelques années de pratique dans l'étude et la construction des chemins de fer, ainsi qu'éventuellement un *jeune ingénieur-construteur* n'ayant que peu ou point de pratique.

##### Demande d'emploi.

*Ingénieur-mécanicien*, ayant dépassé la trentaine, suisse, parlant plusieurs langues, ayant de la pratique de bureau, occupé depuis plusieurs années dans une fabrique, cherche position stable.

Adresser les offres au Secrétaire de la Rédaction, M. Fr. Gilliard, ingénieur, Valentin, 2, Lausanne.

<sup>1</sup> 1906, II<sup>e</sup> trimestre, page 290.