

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 48 (1922)  
**Heft:** 20

## 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:** 18.02.2026

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

## DIVERS

Le revêtement des chaussées au brai  
(Weichpechverfahren).

Le numéro du *Bulletin technique* du 2 septembre ayant consacré quelques lignes au revêtement des chaussées par le « Monolastic » il paraît opportun, dans le même ordre d'idées, d'attirer l'attention des lecteurs du *Bulletin* sur l'emploi du béton au brai dont le prix de revient est bien moins élevé que le « Monolastic ». Des expériences concluantes viennent d'être faites notamment à Lucerne où dans une seule année une surface de plus de 30 000 mètres carrés a été revêtue au brai. L'inspectorat des routes de cette ville a pu renoncer complètement soit au goudronnage superficiel dont l'insuffisance est de plus en plus manifeste sous l'action d'une circulation intense, soit au coûteux asphaltage ou goudronnage interne. Le procédé au brai s'applique à tous les genres de chaussées ; anciens pavages devenus défectueux, macadam ordinaire, etc. Les opérations à effectuer comportent d'abord l'application d'une première pellicule de brai, la fondation ayant été au préalable soigneusement nettoyée pour assurer l'adhérence du revêtement, lequel ne pénètre pas comme le goudron dans le macadam. Puis viennent successivement deux couches respectivement composées de gravier et sable bitumés et enfin le sablage superficiel, soit dans la règle quatre opérations. Le tout est dammé et cylindré au rouleau de deux tonnes. L'épaisseur totale ainsi obtenue varie entre deux et quatre centimètres et le coût entre quatre et six francs le mètre carré.

Le béton au brai est amené et mis en œuvre à chaud. A Lucerne le chantier de fabrication est propriété de la Ville qui a obtenu une licence, le brevet principal étant en mains de la Société de construction de routes à Lucerne dont l'ingénieur M. Pletscher a étudié la machine à la fois mélangeuse et chauffeuse du béton bitumé. Cette machine du type « à débit continu » sort des ateliers Ammann à Langenthal et comporte deux cylindres. Le brai est préalablement mélangé à une certaine proportion d'huile d'anthracène avant de passer dans les cylindres où a lieu l'incorporation du gravier et du sable.

Parmi les avantages du nouveau revêtement signalons, outre son coût relativement peu élevé, l'absence de trépidations même sous l'action des plus lourds véhicules, ce qui est très apprécié par la population. De plus le béton au brai pourra s'appliquer à des altitudes et sous des climats où le goudronnage superficiel ne donne lieu qu'à des mécomptes. L'activité déployée par la Ville de Lucerne pour développer le revêtement au brai fait grand honneur à cette localité et plus spécialement à M. Bossard, inspecteur des routes de la Ville.

A. A.

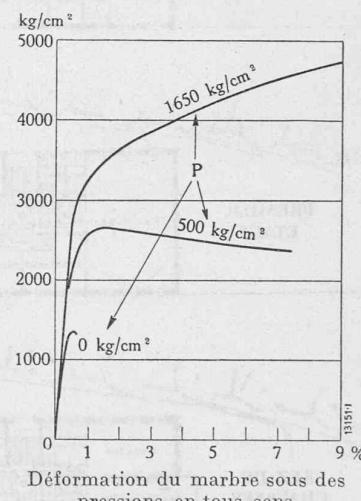
## Déformation et rupture des solides.

Ayant discuté, dans un premier article dont nous avons déjà rendu compte<sup>1</sup>, les théories qui ont pour but de soumettre au calcul les conditions de la rupture d'équilibre, à la limite d'élasticité, des métaux ductiles tels que l'acier doux et le cuivre, M. Mesnager examine, dans un second article de la *Revue de Métallurgie* le mécanisme de la rupture des solides fragiles (tels que le verre) que, suivant le Dr A. Leon, il assimile à des corps continus contenant des bulles. Cette hypothèse, convenablement traitée par l'analyse mathématique, conduit à des équations qui sont en bon accord avec les résultats expérimentaux.

*Bulletin technique* du 22 juillet 1922, page 179.

M. Mesnager expose ensuite les recherches du Dr Karman portant sur des cylindres de marbre soumis à trois pressions principales simultanées  $\pi_1$ ,  $\pi_2$ ,  $\pi_3$ , telles que  $\pi_1 > \pi_2 = \pi_3$ . Les résultats de ces expériences sont représentés par le diagramme ci-dessous dont le cliché nous a été obligamment prêté par la *Revue B. B. C*<sup>1</sup>. Les cylindres de marbre étaient soumis à une pression hydrostatique latérale, ou *étreinte*,  $\pi_2 = \pi_3$  et à une pression  $\pi_1$  suivant leur axe. Sur le diagramme les raccourcissements centésimaux sont figurés en fonction de l'excès ( $\pi_1 - \pi_2$ ) de la pression axiale sur l'étreinte. On voit que la charge de rupture croît avec  $\pi_2$ , que le marbre, de fragile qu'il est normalement, devient plastique sous l'étreinte et qu'à partir d'une certaine valeur de cette dernière les courbes affectent l'allure caractéristique des métaux tels que le cuivre.

La discussion de ces résultats conduit M. Mesnager à commenter la fragilité des métaux soumis à des sollicitations alternatives et il en donne l'explication suivante qu'il est intéressant de comparer à celle qu'ont proposée MM. Rittershausen et Fischer<sup>2</sup> dans les « Krupsche Monatshefte ».



Déformation du marbre sous des pressions en tous sens.

Ordonnées :  $\pi_1 - \pi_2$ .

$P$  = pression d'étreinte  $\pi_2 = \pi_3$ .

Abscisses : raccourcissement centésimal.

« Les phénomènes précédents, dit M. Mesnager, rapprochés de quelques faits expérimentaux observés sur du verre, paraissent permettre d'entrevoir ce qui peut se passer dans la rupture des métaux soumis à des efforts alternatifs.

« Dans ce dernier cas, la surface n'a pas l'apparence, dite fibreuse, des ruptures d'acier par traction dans le cas où des glissements importants se sont produits avant séparation. La cassure dite fibreuse devrait être, semble-t-il, plutôt qualifiée par glissement, comme l'ont observé quelques auteurs.

» L'apparence est toute différente ; à la suite d'application d'efforts alternatifs, on a l'apparence dite cristalline et la surface est à facettes brillantes, ce qui semble être l'indice de séparation suivant des plans de clivage.

» Puisque la déformation permanente consiste surtout en glissements suivant des plans de clivage, une fois ces glissements produits, la matière doit être dans un état peu stable. Les glissements commencés ont été arrêtés par les grains voisins qui sont en partie en état de déformation élastique s'opposant au mouvement. Il ne doit donc pas être nécessaire de

<sup>1</sup> Le numéro de février 1922 de cette *Revue* contient une étude très bien documentée que, d'ailleurs, nous avons déjà signalée, sur la « Résistance des métaux aux efforts mécaniques ».

<sup>2</sup> Un résumé de leur mémoire a paru dans le numéro du 14 mai 1921, du *Bulletin technique*.

produire en sens inverse un effort égal à celui qui a causé la première déformation permanente pour provoquer des glissements en sens inverse dans les plans de clivage. C'est bien ce qu'on constate.

» On peut essayer de reproduire à une échelle plus grande ces phénomènes en employant des morceaux de verre épais dressés avec soin. Si la taille est faite avec une précision telle que l'on ait deux plans parfaits, à une petite fraction de micron près, en appliquant ces surfaces l'une contre l'autre, il se produit une adhérence qui, avec des produits moyens de la fabrication de haute précision, peut atteindre  $11 \text{ kg/cm}^2$ . Cette adhérence n'a rien de surprenant, puisqu'avec les calibres Johnson, on atteint couramment une adhérence de  $30 \text{ kg/cm}^2$ . Si l'on n'a pas pris la peine d'essuyer avec grand soin les surfaces de verre, on n'arrive pas à obtenir d'adhérence appréciable. L'attraction des deux pièces l'une pour l'autre diminue avec une très grande rapidité avec la distance, les moindres poussières la réduisent à une valeur insignifiante. Mais deux pièces ainsi serrées l'une contre l'autre par une forte attraction se rayent peu à peu quand on les fait glisser l'une contre l'autre ; des débris provenant de ces rayures s'introduisent entre elles et les écartent. On voit passer les couleurs successives des anneaux de Newton et l'adhérence tombe progressivement à une valeur très faible ou même nulle.

» Il est probable qu'il en est de même quand des métaux sont soumis à des efforts alternatifs. Des rayures se forment à la longue dans les plans de clivage et les débris provoquent la séparation des surfaces, puis la rupture quand le nombre des surfaces séparées est suffisant.

» On s'explique ainsi assez bien les lois, assez surprenantes a priori, des ruptures sous des répétitions prolongées d'efforts de sens contraire. »

M. Mesnager termine son étude par l'énoncé des « conclusions » suivantes :

« Il résulte des expériences citées plus haut :

» 1<sup>o</sup> Qu'il faut renoncer aux théories admises jusqu'ici en France pour déterminer la limite d'élasticité de l'acier doux et du cuivre. Cette limite paraît uniquement fonction du cisaillement principal et celui-ci est égal au demi-écart des tensions principales extrêmes au point considéré.

» 2<sup>o</sup> Que les conditions de la rupture des corps fragiles paraissent dépendre de la plus grande tension positive et s'expliquent en considérant le solide comme un corps continu contenant des bulles.

» 3<sup>o</sup> Qu'il est de première importance de distinguer les ruptures d'équilibre se traduisant par la déformation permanente de celles causant la rupture. Les fonctions des efforts principaux à considérer ne sont pas les mêmes.

» 4<sup>o</sup> Que le corps peut être fragile ou plastique suivant les efforts principaux auxquels il est soumis.

» 5<sup>o</sup> Que les lois de déformation des métaux ont les plus grandes analogies avec celles de matériaux très différents en apparence.

» 6<sup>o</sup> Que les effets des efforts de sens alternés sur les métaux paraissent pouvoir s'expliquer de façon simple en tenant compte de leur structure. »

### Le ciment alumineux.

Alumineux, tout court, et non plus alumineux fondu, car, de l'aveu de M. J. Bied, l'inventeur de ce liant, la fusion n'a pas grand'chose à voir à l'affaire : « Si la fusion est avantageuse pratiquement, dit-il dans un rapport fait au Congrès scientifique de l'Association des ingénieurs sortis de l'Ecole de

Liège, si elle permet d'avoir un produit sûrement plus homogène, si, dans le cas qui nous occupe, elle est presque indispensable parce que les aluminate de chaux n'ont pas de palier de ramollissement et que la clinkérisation est difficile, ce n'est pas à la fusion elle-même que ces produits hydrauliques doivent leurs propriétés spéciales. C'est donc une grande erreur de les appeler d'une façon générale « ciments fondus » ou « ciments obtenus par fusion » ; on devrait les appeler « ciments à haute teneur en alumine », laissant aux mots « fondu », « électrique », le soin de désigner des modes de fabrication ».

Après avoir narré la genèse de sa découverte et résumé les travaux du chimiste P. A. Bates qui a préparé à l'état de pureté et étudié les 4 aluminate de chaux ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $5\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $3\text{CaO} \cdot 0.5\text{Al}_2\text{O}_3$ ), M. Bied décrit les deux méthodes usuelles de fabrication du ciment alumineux à savoir : 1<sup>o</sup> au moyen du *water-jacket*<sup>1</sup>, à partir d'un mélange de bauxite (hydrate d'alumine ferrugineux) et de calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ), et, 2<sup>o</sup> au moyen du *four électrique*, à partir d'un mélange de bauxite et de chaux ( $\text{CaO}$ ).

« Chacune de ces fabrications, dit M. Bied, a ses avantages et ses inconvénients. Dans la fabrication au *water-jacket*, l'oxyde de fer de la bauxite est à peu près complètement réduit ; on produit donc une certaine quantité de fonte ; mais cette fonte est soumise en dessous de la zone de fusion à un véritable affinage et c'est de l'acier et non de la fonte qui se réunit au fond du creuset. On est alors obligé pour pouvoir couler cet acier, dont le point de fusion est supérieur à celui du ciment, de marcher en coulée continue, avec un excédent de combustible ; les morceaux de coke en excès se brûlent alors dans le creuset, grâce à l'air qui sort par le trou de coulée et maintiennent celui-ci à une température suffisante pour la coulée de l'acier. Cet inconvénient serait probablement évité si l'on disposait de vent très chaud, mais les frais d'installation d'un cowper sont vraiment trop élevés et peu en rapport avec une fabrication de ciment.

» Dans la fabrication au four électrique, les difficultés viennent de la faible conductibilité électrique des aluminate de chaux. La résistivité de ces sels atteint 2 millions de microhms/cm, tandis que celle des silicates ne paraît pas dépasser 500 000. Il en résulte que la marche du four en résistance est presque impossible et que seule, la marche à l'arc peut être réalisée. Tous les techniciens savent ce que signifie comme consommation de courant et comme usure d'électrodes une pareille marche.

» Dernièrement, des brevets ont été pris pour la fabrication des ciments alumineux par fusion, toujours avec les mélanges bauxite-calcaire, au *four rotatif*. En modifiant ces fours d'une façon appropriée, on obtient, paraît-il, la coulée continue des produits fondus. Si ce procédé peut être mis au point et s'il ne se heurte pas à des difficultés insurmontables, comme l'usure des revêtements réfractaires, pour n'en citer qu'une parmi les nombreuses à prévoir, il n'y a aucun doute que cette nouvelle méthode conduise à un abaissement sensible du prix de revient du ciment alumineux, abaissement qui favorisera le développement de ses applications.

» La fabrication au four électrique paraît donner un ciment d'une prise un peu plus lente, quoique de durcissement aussi rapide, que la fabrication au *water-jacket*, ce qui a de nombreux avantages en certains cas, car cela permet de manier le liant plus commodément et, d'autre part, le retrait étant généralement proportionnel à la rapidité de la prise, les ciments du four électrique prennent généralement moins de retrait.

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 27 mai 1922, page 126.

que les autres. Leur teneur en chaux peut également être légèrement abaissée, ce qui agit dans le même sens au point de vue des propriétés du ciment et ce qui augmente encore les propriétés d'indécomposabilité dudit produit. »

M. Bied passe ensuite en revue quelques-unes des applications les plus remarquables du ciment alumineux<sup>1</sup> et termine par l'énumération des précautions à prendre pour son emploi et que nous avons déjà mentionnées dans notre numéro du 19 août dernier, page 203.

Citons enfin un dernier passage de ce mémoire publié in extenso dans la *Revue universelle des mines* du 15 juillet 1922 : « Le ciment alumineux, contrairement aux autres ciments, commence son durcissement par l'intérieur et ce durcissement se propage de l'intérieur à l'extérieur, en sorte que la surface peut être légèrement tendre, alors que tout le corps du massif a fait son durcissement. Il ne faut donc pas attacher d'importance au temps que met à durcir complètement une petite couche extérieure de quelques millimètres d'épaisseur. »

### L'effet de la vapeur surchauffée sur les métaux non ferreux employés à la construction des locomotives du Midland Railway.

Dans une note présentée le 20 septembre à l'*Institute of Metals*, sir Henry Fowler étudie cet effet et cite, notamment, le cas d'un alliage pour bague de guidage de tige de piston, en bronze de la composition suivante : cuivre 87 %, étain 9 %, zinc 2 %, plomb 2 % qui se brisa sous l'action de la vapeur surchauffée vers 340°. On tenta de substituer à ce bronze de la fonte mais on constata qu'elle rayait les tiges, après quoi on recourut à un bronze phosphoreux composé de : cuivre 88 %, étain 11 %, phosphore 1 % qui, depuis six ans, est en service sur plusieurs locomotives où il donne toute satisfaction.

Les presse-étoupe de tiges de piston sont munis d'anneaux dits de *Mc Namee* destinés à protéger la garniture antifriction du contact avec la tige et dont la composition est : cuivre 75,5 %, étain 8,5 %, zinc 0,33 %, nickel 0,5 %, plomb 15 %, phosphore, traces. Le métal blanc de la garniture, composé de plomb 70 %, antimoine 30 %, est préférable au métal usuel à 80 % de plomb et 20 % d'antimoine. Cet alliage, employé depuis douze ans, s'est parfaitement comporté même à des températures de 340 à 370° C.

Les soupapes de *by-pass* furent d'abord construites en fonte de bonne qualité, mais leurs ailes étaient fragiles ; on essaya le bronze à canon et le bronze phosphoreux, mais sans succès et finalement, lorsqu'on eut trouvé un alliage satisfaisant, on constata qu'il coûtait trop cher et on y substitua la fonte malléable ou l'acier moulé. La composition de cet alliage était : cuivre 53,86 %, étain 0,88 %, plomb 0,43 %, aluminium 0,38 %, fer 2,31 %, manganèse 0,84 %, nickel 3,33 %, zinc 38,05 %.

### BIBLIOGRAPHIE

**Die Tragfähigkeit der Pfähle**, von Dr Ing. H. Dörr. — Berlin 1922, Wilhelm Ernst und Sohn (61 figures dans le texte).  
Prix : 270 marks.

Dans sa brochure de 68 pages, le Dr ing. H. Dörr, qui a dirigé de nombreuses fondations sur pieux pour le compte de

la maison *Dyckerhoff et Widmann, A. G.*, à Karlsruhe, établit de nouvelles formules pour le calcul de la force portante des pieux. Ses considérations sont basées sur la théorie de la poussée des terres qu'Engesser a exposée page 78 de la *Zeitschrift für Architektur u. Ingenieurwesen*, 1908.

M. Dörr, après avoir résumé cette théorie, calcule la force portante d'un pieu et sa résistance à l'arrachage. Il cherche la longueur maxima à lui donner pour que, dans des conditions déterminées, sa force portante soit entièrement utilisée. Après quelques pages consacrées à la détermination des constantes, dépendant de la nature du sol, qui interviennent dans ses formules, il étudie encore le mode de pénétration du pieu sous sa charge, ses risques de flambement et recherche quel est l'espacement le plus favorable à donner aux pilotis.

Une trentaine d'exemples numériques, tous tirés de la pratique permettent de juger de la valeur des formules de M. Dörr. Des indications bibliographiques terminent l'ouvrage. Seules les sources allemandes sont citées. Il semble que M. Dörr ignore toutes les autres, en particulier les beaux travaux que M. Benabenq a publiés aux *Annales des Ponts et Chaussées*.

M. P.

### CARNET DES CONCOURS D'ARCHITECTURE

#### Concours de constructions rurales à l'occasion du III<sup>me</sup> Comptoir suisse, à Lausanne.

Le jury du Concours de constructions rurales organisé par le Comptoir suisse de Lausanne (Groupe XV), a siégé à Lausanne les 28 et 29 août 1922. — 91 envois sont parvenus dans le délai prescrit, avec 104 projets (74 dans la catégorie A et 30 dans la catégorie B.)

Le jury a décerné les prix suivants :

CATÉGORIE A. — (Ferme pour un domaine de 10 ha. sise sur le plateau suisse.)

Deux premiers prix ex-æquo de 800 fr. aux projets :

« Sommer », *Fritz Neuhaus, Bauzeichner, Effingen* (Argovie) et « Bösi Zyt », *F. Keller et Rutishauser*, architectes à Brougg.

Deux deuxièmes prix, ex-æquo de 600 fr. aux projets :

« Zuribiet », *A. Arter*, architecte à Zurich, et « Aargauerbauernhaus », *Hans Schmid*, architecte à Wildegg.

Un troisième prix de 400 fr. au projet « Liebe zu Schölle », *Emile Schlaginhaufen*, architecte à Lucerne.

Un quatrième prix de 300 fr. au projet « Windstill », de *Johann Lietha*, architecte à Küssnacht.

Mentions honorables : Projets « Luzernergrut », « Agricol » et « Am Hang ».

CATÉGORIE B. — (Habitation de l'ouvrier de campagne, avec petit rural.)

Premier prix 800 fr. au projet « Cincinnatus », *Maurice Braillard*, architecte à Genève.

Trois deuxièmes prix ex-æquo de 400 fr. aux projets : « Luzernertyp », *Otto Sidler*, architecte, Sursee. — « Blés d'Or », *Léon Hertling*, architecte à Fribourg. — « Kniestock », *E. Kreis*, architecte, Bâle.

Mentions honorables : Projets « Droll », « Mein Heim » et « Bernbiet ».

Le jury a recommandé en outre 21 projets pour être exposés gratuitement au Comptoir suisse de 1922.

Nous publierons prochainement une reproduction des projets primés.

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 5 mars 1921, page 57 ; du 27 mai 1922, page 126 ; du 8 juillet 1922, page 167.