

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 105 (1979)  
**Heft:** 4: SIA, no 1, 1979

## **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:** 12.01.2026

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

1. Etude historique et archéologique	Origine } des matériaux dans l'édifice
2. Etude architecturale	Situation } des matériaux dans l'édifice
3. Connaissance de la pierre	Localisation et morphologie des dégradations
	Défauts architecturaux responsables
4. Etude des altérations	Géologie, pétrographie } des matériaux
	Propriétés physiques, } de carrière
	mécaniques et chimiques }
5. Mesures in situ	Pétrographie } des matériaux
	Propriétés physiques, } altérés
	mécaniques et chimiques }
6. Simulation	Nature et quantité des eaux de pluie fouettantes et ruisselantes, durée des périodes de pluie, durée de l'insolation, turbulence, t° extérieure du mur, t° et humidité du mur à des profondeurs croissantes...

Fig. 4. — Méthodologie de la conservation.

d'une étude archéologique, historique et architecturale permettant de qualifier, dans un contexte plus général, sa valeur et sa signification intrinsèques. C'est à partir de telles données que l'on peut établir, notamment pour des raisons économiques, la méthode à adopter. Ce travail de recherches permet en outre d'identifier l'origine des matériaux utilisés lors de la construction, ainsi que toutes les interventions survenues lors de restaurations antérieures [9].

#### 4.1 Connaissance de la pierre

Dans l'éventail des mesures préventives, la connaissance du matériau joue un rôle primordial.

La détermination des caractéristiques pétrographiques, chimiques, mécaniques et physiques des pierres saines (matériaux de carrière) et altérées (pierres prélevées sur les monuments) aide, en effet, à la compréhension des processus d'altération et au choix de nouveaux matériaux plus appropriés.

#### 4.2 Connaissance des facteurs de l'altération

Cette étude est complexe car elle doit tenir compte de la dualité facteurs externes — facteurs internes et n'est donc rentable que si l'on a à la fois une bonne connaissance du matériau et du contexte climatique dans lequel il évolue ou a évolué.

#### 4.3 Mesures in situ (nanoclimat)

Il importe peu en général de connaître le climat d'une région ; il est par contre essentiel de mesurer les caractéristiques précises de l'air (température, humidité, pluies, insolation, turbulence...) au contact des pierres en œuvre ainsi que celles de ces pierres sur une certaine profondeur pour définir l'environnement au contact d'un mur. C'est ce que l'on appelle le nanoclimat [10].

Les mesures nanoclimatiques revêtent un intérêt considérable si l'on veut quantifier le rôle des facteurs d'altération et simuler en laboratoire certains processus d'altération.

#### 4.4 Simulation

La simulation consiste à reproduire en laboratoire des processus naturels, en tenant compte des mesures effectuées in situ. Devant la complexité et le nombre des facteurs de l'altération qui entrent en jeu, la simulation doit faire un choix de facteurs dans le cadre d'une hypothèse et supprimer les périodes inactives. La simulation permet ainsi à la fois de doser les causes de détérioration, de concevoir un vieillissement accéléré et d'évaluer l'efficacité d'un traitement de la pierre [11].

### 5. Conclusions

1. L'altération ou dégradation de la pierre de taille est un processus naturel et irréversible. En raison même de cette irréversibilité, tout édifice est amené à se dégrader plus ou moins rapidement. On doit s'efforcer de retarder cette échéance en prenant un certain nombre de précautions élémentaires en ce qui concerne le choix de la pierre, son utilisation rationnelle et l'entretien régulier des édifices.
2. Dans chaque cas de dégradation étudié, on doit tenir compte des facteurs caractéristiques de l'agressivité afin d'éliminer ceux préjudiciables à la bonne tenue du matériau. Pareille démarche suppose toute une longue étude préalable : étude des propriétés physico-mécaniques des pierres naturelles (et éventuellement traitées), observations et mesures in situ permettant de quantifier les sollicitations auxquelles les roches sont soumises, simulations en laboratoire tenant compte des résultats des mesures

#### Bibliographie sommaire :

- [1] R. J. SCHAFFER : *The weathering of natural building stones*. Building Research, Special Report, n° 18, London 1972, 150 p.
- [2] P. NOEL : *Technologie de la pierre de taille*. Société de Diffusion des Techniques du Bâtiment et des Travaux Publics, Paris 1968, 373 p.
- [3] C. CAMERMAN : *Sur les cas d'altération des pierres de taille par les fumées*. Ann. Inst. Tech. Bât. Trav. Pub., 1948, n° 2, p. 1-20.
- [4] E. M. WINKLER : *Weathering rates of stone in urban atmospheres*. In « The Conservation of Stone », I, Bologne 1976, p. 27-36.
- [5] J. RIEDERER : *No destruction of stone by air pollution*. In « The Conservation of Stone », I, Bologne 1976, p. 119-124.
- [6] J. J. GROSS : *Caractérisation et évolution de l'altération des grès de la Cathédrale de Strasbourg*. Thèse, Université Louis Pasteur, Strasbourg 1978, 102 p.
- [7] G. TORRACA : *L'état actuel des connaissances sur les altérations des pierres. Causes et méthodes de traitement*. Matériaux et Constructions, 1974, 42, p. 375-386.
- [8] P. KERTESZ : *Aspect général de l'étude de la résistance des roches aux intempéries*. Matériaux et Constructions, 1970, 15, p. 197-208.
- [9] L. MARCHESINI : *Facteurs de choix dans les interventions pour la conservation des matériaux pierreux*. In « 1<sup>er</sup> Coll. internat. sur la détérioration des pierres en œuvre », La Rochelle 1972, p. 29-31.
- [10] V. ROMANOVSKY : *Intérêt de l'étude du nanoclimat à proximité des pierres en œuvre*. In « 1<sup>er</sup> Coll. internat. sur la détérioration des pierres en œuvre », La Rochelle 1972, p. 125-128.
- [11] J. P. PAULY : *Les procédés de simulation et leurs rapports avec les phénomènes naturels*. In « 1<sup>er</sup> Coll. internat. sur la détérioration des pierres en œuvre », La Rochelle 1972, p. 131-136.

in situ, et contrôle pendant plusieurs années des expériences d'applications faites in situ.

Ce n'est qu'en prenant conscience de ces nécessités impératives, qui ne doivent plus rien à l'empirisme, que l'on pourra peut-être à l'avenir parler de la science de la conservation.

#### Adresse des auteurs :

Vinicio Furlan et Claude Félix, Lausanne  
Laboratoire des matériaux pierreux  
Ecole polytechnique fédérale de Lausanne  
32, ch. de Bellerive

## Actualité

### INTERCOLOR 79 annulé

L'exposition internationale de la technologie des couleurs INTERCOLOR 79, qui devait se tenir à Bâle du 20 au 24 mars prochains, vient d'être annulée par ses organisateurs.

C'est le manque d'intérêt des spécialistes de cette branche, lié à des difficultés conjoncturelles, qui est invoqué comme motif de cette annulation.

## Actualité

### Nucléaire : un débat de haut niveau

La section genevoise de la SIA avait convié ses membres à assister, le 25 janvier dernier, à un débat sur la controverse nucléaire, animé par une brochure exceptionnelle de personnalités<sup>1</sup>. Dans une première partie, chacune d'entre elles a présenté un aspect de l'exploitation pacifique de l'énergie nucléaire, fournissant ainsi les éléments du débat de la seconde partie.

Les membres de la section ne se sont pas trompés quant à l'intérêt de cette manifestation, puisque ce sont environ 150 personnes qui sont venues assister et participer au débat. On ne résume pas une telle soirée, qui a certainement apporté aux auditeurs nombre d'éléments leur permettant de mieux juger d'un sujet extrêmement complexe, où la passion le dispute trop souvent à l'objectivité. C'est le mérite des orateurs et de M. Claude Ferrero, ingénieur chimiste, qui présidait au débat, d'avoir maintenu à un niveau élevé une discussion qui, en d'autres circonstances, dégènerait facilement en une stérile polémique.

Retenons quelques faits qui conditionnent le débat nucléaire en Suisse :

- En Suisse, plus de trois quarts de notre approvisionnement en énergie est fourni par le pétrole, alors que la moyenne mondiale est de 50 %, et que le peuple suisse, selon des sondages, croit que l'or noir n'intervient chez nous que pour 40 %, l'électricité pour 41 % (en réalité : 16 %) !
- Les efforts en vue d'économiser l'énergie en Suisse ont connu jusqu'ici un échec indiscutable.
- Parmi les substituts du pétrole, seule l'énergie nucléaire est à même de jouer un rôle important aujourd'hui et pour longtemps encore.
- Parmi les facteurs de décision quant à l'énergie nucléaire, ce sont de loin les sentiments qui jouent les rôles prédominants, positifs ou négatifs.
- Sur le plan technique, tous les problèmes liés à l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire sont solubles, les avis divergeant quant au laps de temps jusqu'à des solutions largement acceptables et acceptées.

<sup>1</sup> M<sup>me</sup> Erika Sutter-Pleines, député au Grand Conseil, et M<sup>m</sup>. Eric Choisy, ancien conseiller aux Etats, Yves de Haller, directeur adjoint d'EOS, Lew Kowarski, professeur, Patrice Romain, chargé de recherches à l'Institut économique et juridique de l'énergie à Grenoble et Lionel Taccoen, chef de la division « Information sur l'énergie » de l'EDF.

- Sur le plan civil, l'approche du problème des déchets radioactifs est infiniment plus prudente et responsable que dans le domaine militaire ; ce dernier est hélas déterminant également en ce qui concerne la quantité (quelque 50 000 bombes construites à ce jour, avec tous les déchets que cela comporte...).
- Certains milieux (plus qu'on ne l'imaginerait de prime abord) considèrent que le choix nucléaire constitue un choix de société.

Il nous semble que ce dernier fait est révélateur d'une confusion certaine des esprits. En effet, l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire n'est liée ni à une idéologie, ni même à un mode de vie. Le recours au nucléaire est la conséquence d'un choix économique et social, non un moteur. L'exemple de l'Autriche montre à l'évidence que le renoncement à l'exploitation de centrales nucléaires dans un pays ne signifie en rien l'abandon de l'énergie nucléaire — achetée à l'étranger ! — ni une quelconque évolution dans la demande ou la consommation d'énergie.

Alors que l'initiative soumise en votation le 18 février (ces lignes sont écrites en début du mois) se préoccupe pour l'essentiel de ce qui se passe dans un rayon restreint autour d'une centrale nucléaire et que ses promoteurs visent à ramener dans la sphère cantonale les responsabilités dans le domaine énergétique, le représentant de l'EDF a su esquisser la dimension planétaire du problème de l'énergie et illustrer par quelques exemples le côté dramatique du manque d'énergie :

- La population du Népal est aujourd'hui quatorze fois plus élevée qu'en 1900 ; malgré une consommation d'énergie individuelle à la limite inférieure vitale, l'exploitation forestière est de six fois supérieure à la pousse des forêts. En effet, pour cuire du riz ou du blé, il faut au moins une tonne de bois par personne et par an. C'est dire que l'explosion démographique dans le tiers monde conduit inexorablement à des déboisements catastrophiques.
- Parmi les conséquences, les inondations en Inde lors de la mousson prennent des proportions dramatiques, plus rien ne retenant les eaux de surface sur les hauts plateaux népalais. D'où chaque année des milliers d'hectares de cultures ravagés et des millions de sans-abri, sans parler des milliers de morts.

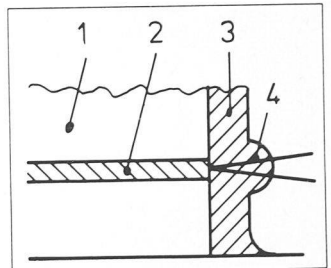
Il faut bien reconnaître le caractère dérisoire de ratiocinations au sujet de l'assurance des cen-

trales nucléaires ou du mode de consultation 30 km à l'entour... Hélas, il s'en faut de longtemps que l'énergie gaspillée dans ces débats de riches n'aille contribuer à résoudre les problèmes vitaux des pauvres, qui seront en majorité pour plusieurs générations encore sur notre planète.

### Lentilles de résine photosensible

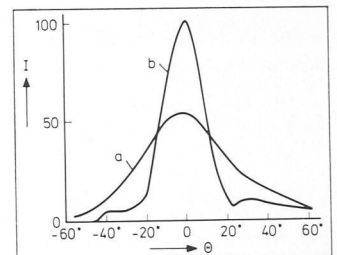
Les lasers à semi-conducteur courants comme ceux utilisés dans les systèmes de télécommunication optique (transmission par fibres optiques) ont une structure stratifiée. La couche active, généralement en arsénure de gallium, est extrêmement mince. Elle émet un faisceau lumineux dont la divergence dépasse 40°. Si l'on couple directement un tel laser à une fibre de verre, la perte d'intensité due à la dispersion de la lumière est considérable. Il faut donc disposer entre le laser et la fibre de verre une lentille qui adapte le faisceau lumineux à l'angle d'ouverture de la fibre.

B. J. Fitzpatrick et P. M. Asbeck des laboratoires de la NAPS ont mis au point une méthode élégante, selon laquelle le laser réalise lui-même la lentille voulue. A cet effet une couche de quelques microns d'épaisseur d'une résine photosensible négative (qui durcit lorsqu'elle est exposée à la lumière) est déposée sur la surface du laser, au point d'émission du faisceau. Puis elle est exposée à un rayonnement ultraviolet. La couche durcit. Une seconde couche de résine est déposée, puis le laser est mis en action. Après quelques heures



Laser et lentille

1. puce du laser
2. couche active
3. première couche de résine photosensible
4. lentille.



Réduction de la divergence du faisceau.

Courbe de l'intensité (I) en fonction de la largeur du faisceau ( $\theta$ ) en degrés pour un laser non traité (a) et pour un laser équipé d'une lentille réalisée à partir d'une couche de résine photosensible.

d'exposition à la lumière du laser, cette seconde couche est développée selon le processus habituel. Les parties non irradiées par le laser sont éliminées et il reste (fig. 1) une petite lentille au point d'émission du laser. La figure 2 montre l'effet du traitement. La divergence du faisceau est réduite à peu près de moitié.

### Des étoiles en explosion donnent-elles leur forme de spirale à la plupart des galaxies ?

Pourquoi la plupart des galaxies observées dans l'univers ont-elles une forme de spirale ? Peut-être bien en raison de réactions en chaîne qui se produisent dans les étoiles en explosion, répondent des chercheurs d'IBM. Des simulations sur ordinateur, figurant l'évolution de ces galaxies au cours de plusieurs milliards d'années et notamment l'effet des supernovae, qui provoquent de façon répétée une redistribution de la matière au sein des galaxies, concordent en effet de manière aussi étonnante qu'inattendue avec des photographies actuelles.

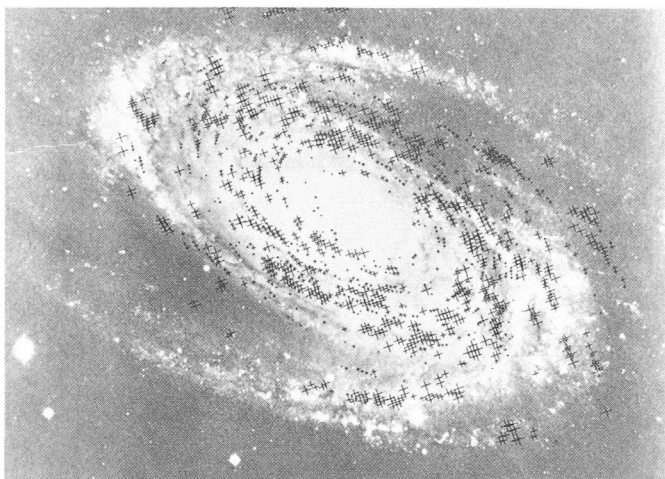
Cette analyse appuie les résultats d'études selon lesquelles il semblerait que notre Soleil est né de l'explosion d'une supernova et il se peut fort bien que la formation d'étoiles au travers de telles explosions soit un phénomène tout à fait commun, tant dans notre propre galaxie que dans d'autres.

La constatation qu'environ 80 % des galaxies qui peuvent être vues au télescope ont une forme de spirale n'est pas nouvelle.

Un peu plus récemment, les astronomes ont découvert d'autre part que ces galaxies étaient constituées de « bras de spirale » en rotation, ceux de l'intérieur tournant plus lentement que ceux de l'extérieur. Quelle peut en être la raison ?

La gravitation est la seule force connue capable d'agir à de telles distances galactiques et durant un temps aussi prolongé. Mais, dans ce cas, les bras de spirale ne pourraient pas être reliés de façon rigide au noyau de la galaxie, sous peine d'être disloqués par les forces exercées par la partie extérieure, en rotation plus rapide, de celle-ci. Aussi, selon la « théorie ondulatoire de la densité des spirales », développée dans les années soixante, la matière coulerait-elle en quelque sorte dans et hors des régions où les bras apparaissent, ce qui permettrait à ceux-ci de se maintenir durant quelques centaines de millions d'années. L'âge de l'univers est toutefois estimé à quelque 15 milliards d'années et tout permet de croire que ces bras sont apparus pour ainsi dire en même temps. Les effets de la gravitation ne suffisent donc pas à expliquer la prédominance des galaxies en forme de spirale.





Superposition d'une photographie récente de la galaxie M81 et des résultats d'une simulation de son évolution à l'aide d'un Système IBM/370, modèle 168. (Photographie de la galaxie tirée de l'«Hubble Atlas of Galaxies», Allan Sandage, Carnegie Institution, Washington, D.C., 1961).

C'est pourquoi les chercheurs d'IBM décidèrent d'aborder le problème d'une façon propre à la physique des solides, à savoir par l'étude des forces « locales ». Des savants, qui se sont intéressés à ce domaine, ont en effet découvert que des interactions

peuvent se produire sur des distances si courtes que seuls quelques rares atomes (ou molécules) voisins ont matériellement la possibilité d'entrer en jeu et que leur influence se fait pourtant sentir dans le matériau tout entier. Tel est le cas, par

exemple, de la force magnétique. Mais ce phénomène peut-il se produire à l'échelle galactique ? Il est possible, estiment les chercheurs d'IBM, que la forme de spirale persiste parce que de nouvelles étoiles naissent constamment de la compression de la matière environnante provoquée par l'onde de choc résultant de l'explosion d'étoiles de masse élevée. Avec le temps, certaines de ces nouvelles étoiles se transforment à leur tour en supernovae, si bien que, dans les régions des bras de spirale, de jeunes étoiles remplacent toujours celles qui en sont expulsées par la gravitation.

Pour vérifier leur théorie, ils construisirent des modèles galactiques bidimensionnels divisés en anneaux, mis séparément en mouvement suivant les rythmes de rotation mesurés pour des galaxies en spirale correspondant à deux types principaux, la M101, dont les bras semblent brisés et éparés, et la M81, dont les bras plus réguliers s'enroulent davantage. Chaque anneau était subdivisé en un nombre de « cellules » tel qu'elles aient toutes la même surface. L'ordinateur fut alors programmé

pour peupler au hasard environ un pour-cent de ces cellules de jeunes étoiles brillantes. Après simulation d'un court laps de temps astronomique de cinq à six millions d'années, ces étoiles explosaient et en produisaient de nouvelles dans des cellules adjacentes. Quelques-unes de celles-ci furent considérées comme denses et brillantes et donc comme susceptibles de subir à leur tour une explosion de supernova afin que le processus de formation d'étoiles encore plus jeunes pût se poursuivre. Grâce à cette simulation, les chercheurs d'IBM ont été en mesure de parcourir le temps afin d'observer l'évolution galactique du début de l'univers à un moment quelconque du futur. A leur grande surprise, ils constatèrent que les galaxies acquièrent leur forme de spirale en quelque 100 millions d'années seulement et que celle-ci persiste au moins 30 milliards d'années. Qui plus est le modèle très simple établi pour cette simulation s'avère correspondre de très près à des photographies actuelles des deux galaxies mentionnées.

## Nécrologie

### François Baatard, ingénieur (1919-1978)

Le 20 novembre 1978 disparaissait le professeur François Baatard, chargé de l'enseignement de la mécanique de la turbulence à l'EPFL. Il enseignait également cette discipline à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich et était ainsi un des rares Romands à occuper en même temps une chaire à Lausanne et à Zurich. Avec lui s'en est allé, encore en pleine force de l'âge, un homme hors de l'ordinaire par sa personnalité très particulière, son caractère original et ses connaissances dans des domaines aussi divers que les mathématiques, la philosophie, l'histoire, la musique moderne et le jazz. De par là même, il laisse un souvenir frappant à ses pairs scientifiques, ses collaborateurs et élèves et à ses nombreux amis. Personnalité très particulière en effet, d'une indépendance farouche, solitaire et pourtant très ouvert à tous les courants de la vie, incapable de se lier en permanence dans le mariage et pourtant homme de nombreuses amitiés profondes. Quant à son caractère, il avait gardé une jeunesse exceptionnelle et une gaieté communicative qui mettaient à l'aise les plus austères et ravissaient les gens de tous bords, car on trouvait en lui la simplicité, la bonhomie et la joie de vivre de notre terroir. Sa façon d'être à la fois indépendant et fantasque n'aurait pas permis à François Baatard de grimper sagement dans l'industrie ou l'admini-



les échelons hiérarchiques habilitation. Les stages passés chez Brown Boveri et dans l'enseignement secondaire n'étaient pas faits pour lui. Il fut d'autant plus louable de la part de quelques hommes du monde des sciences, à la fois éclairés et de poids, de reconnaître en lui des qualités intellectuelles d'exception et de soutenir son ascension jusqu'aux hautes sphères de la recherche pure. Ce furent en France Dedebeant et Wehrli, qui l'initièrent à la mécanique aléatoire et lui en montrèrent les immenses champs d'action, et dans notre pays ses maîtres Lugeon et Ogüey qui surent lui ouvrir les possibilités de créer et canaliser ses efforts dans une liberté d'action quasi totale. Ils lui offrirent ainsi les moyens d'élaborer certaines lois de cette nouvelle mécanique si importante aujourd'hui dans des domaines comme la météorologie, l'aéronautique, l'écologie. Le professeur Baatard put créer des groupes de travail qui allaient mettre en pratique ses théories

et prolonger son action. La maladie d'abord insidieuse puis brutalement fatale a arrêté ses activités créatrices et son enseignement plein de promesses. Le monde scientifique suisse a perdu une personnalité haute en couleur dont l'éclosion a été possible grâce à la compréhension que nous maintenons chez nous pour l'effort créateur. Puisse cette attitude et les moyens mis à sa disposition continuer à prévaloir.

Dr JACQUES PLUS

### Daniel Bonnard

Au moment où nous mettons sous presse, nous apprenons le décès du professeur Daniel Bonnard, ingénieur civil EPFL. Le défunt avait été rédacteur en chef du *Bulletin technique de la Suisse romande* (aujourd'hui *Ingénieurs et architectes suisses*) de 1939 à 1968, puis président du Conseil d'administration jusqu'en 1973. Nous reviendrons sur la personnalité du professeur Bonnard à qui notre revue doit tant. A sa famille et à tous ses amis et collaborateurs, nous présentons l'expression de notre profonde sympathie.

La rédaction

## Bibliographie

**Wasserdurchlässigkeit und Filtereigenschaften fester poröser Körper**, par M. Kany et H. Heinisch. — Un vol. de 61 pages, Editions Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin-München-Düsseldorf, 1977. Prix : Fr. 30.—

De plus en plus, il est fait appel à des éléments poreux solides pour assurer le drainage d'ouvrages enterrés. Dans ce contexte, la question de leur durée de vie, notamment de l'évolution de la perméabilité dans le temps revêt une importance fondamentale.

Afin d'éclaircir ces problèmes, les auteurs ont entrepris une série d'essais en laboratoire sur des plaques filtrantes, composées de sable très uniforme, de dimension variable, lié par de la résine synthétique.

Les perméabilités à l'eau pure, à l'eau aérée et à une suspension de limon et de sable fin et leur variation dans le temps ont été déterminées pour une large gamme de gradients hydrauliques.

Dans le cas des suspensions, les quantités de matière solide passant à travers les plaques filtrantes et celles retenues à leur surface ont été mesurées et la validité de la règle de filtres de Terzaghi a pu être mise en évidence. Pour compléter les expériences en laboratoire, les auteurs se proposent de réaliser des essais in situ, à grande échelle ; leurs résultats seront publiés ultérieurement. P. E.