Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 98 (1972)
Heft: 2

Artikel: Routes en béton et ouvrages d'art résistant aux sels de dégel
Autor: Vittoz, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-71529

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: 12.07.2025

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

Routes en béton et ouvrages d'art résistant aux sels de dégel

par A. VITTOZ, ingénieur

On sait que les fondants chimiques utilisés actuellement d'une façon massive pour l'entretien hivernal des routes attaquent les revêtements. Pour les revêtements souples, l'attaque est sournoise et se manifeste après coup par une usure accélérée. Pour les revêtements rigides, si le béton n'a pas certaines qualités particulières, l'attaque peut être visible et conduire à un écaillage de la surface.

Des observations in situ et des expériences de laboratoire ont montré, aux Etats-Unis premièrement, que pour qu'un béton de bonne qualité, au sens traditionnel du terme, soit en plus résistant aux sels de dégel, il faut qu'il contienne une certaine quantité d'air de 5 à 6 % sous forme de pores sphériques. C'était déjà un pas important vers la connaissance du phénomène. Il suffisait encore, semblait-il, de développer des adjuvants dits « entraîneurs d'air » et d'imaginer un instrument de mesure à pression basé sur le fait que dans le béton frais l'air est le seul composant compressible.

Mais on s'est vite aperçu que cela ne suffisait pas ! A quantités égales d'air mesuré, certains bétons résistaient aux sels, d'autres pas. Il fallait donc chercher plus loin et déterminer la grosseur des pores efficaces et comment ils devaient être répartis dans le béton. Cette étude a été faite par différents chercheurs.

En Suisse, MM. Dobrolubov (Routes en Béton S.A.) et Romer (Laboratoire LPM) ont mis au point une méthode qui a fait l'objet d'une communication au récent Congrès international de la route à Prague. Elle est originale en plusieurs de ses aspects, notamment : Elle tient compte du dégré de saturation possible du béton et du rapport entre le volume des pores d'air et le volume d'eau contenue dans le béton ; elle utilise des coupes minces de béton pour un examen microscopique à la lumière ultraviolette, ce qui permet de mieux distinguer les pores d'air, la capillarité, les grains de sable et les éventuelles fissures et zones poreuses ; enfin elle permet de classer les bétons quant à leur degré de résistance aux sels, ceci en fonction de différents facteurs qui ont tous une influence.

Ce classement se fait au moyen du diagramme de la figure 1. Les unités reportées en ordonnée sont les différents facteurs caractéristiques obtenus par l'examen microscopique ou calculés à partir du résultat de cet examen. Les courbes limites ont été tracées en étudiant un très grand nombre d'anciennes routes dont on avait pu constater le comportement effectif à l'égard des sels et dont on avait déterminé en laboratoire les différents facteurs caractéristiques.

Cette méthode de la mesure indirecte de la résistance au sel est complétée par un essai rapide de répétition de cycles gel-dégel en présence de sel et par un procédé permettant d'imprégner un béton dont la résistance aux sels serait insuffisante.

La marche à suivre est la suivante :

— Prélever 3 carottes de 5 cm de diamètre dans la couche supérieure du revêtement en béton. Cela peut se faire dans un béton très jeune, âgé de 24 heures seulement. Ces carottes nos 1 à 3 sont utilisées de la façon suivante :
  - N° 1 sert à préparer 2 coupes minces par un procédé spécial.
  - N° 2 est séchée, puis plongée dans l'eau pendant 5 jours, pour qu'elle se sature.
  - N° 3 est séchée, placée sous vide, puis saturée d'eau.

— Examiner les coupes minces à la lumière ultraviolette. Ceci permet de recenser les pores d'air des différentes grosseurs, ainsi que les parties poreuses et les fissures éventuelles de la pâte de ciment ou des grains de sable.

— Comparer les quantités d'eau de saturation des éprouvettes nos 2 et 3.

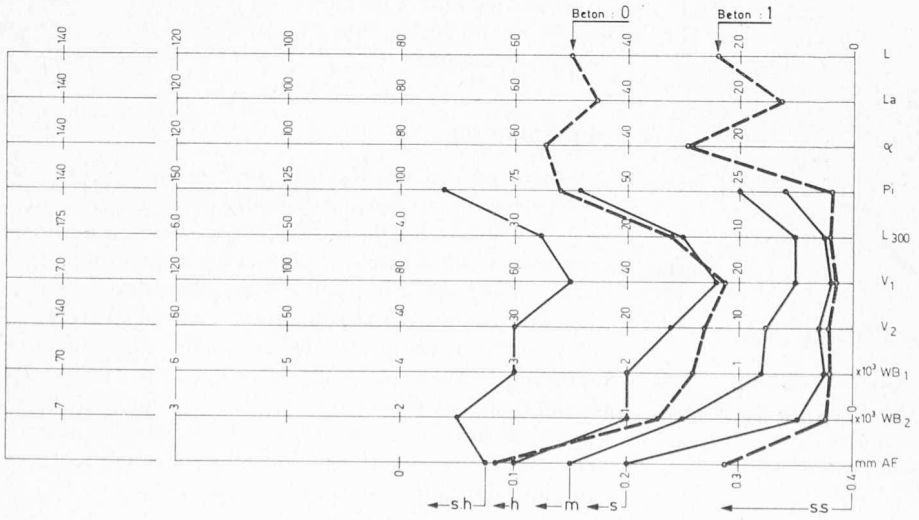

Fig. 1. — Diagramme de classement du béton en ce qui concerne sa résistance au gel en présence de sel.

Le béton dont la ligne représentative est située :
- à gauche de la ligne *sh* est très bon ;
- entre les lignes *sh* et *h* est bon
- entre les lignes *h* et *m* est moyen
- entre les lignes *m* et *s* est mauvais
- à droite de la ligne *s* est très mauvais

Béton 0 : moyen
Béton 1 : très mauvais

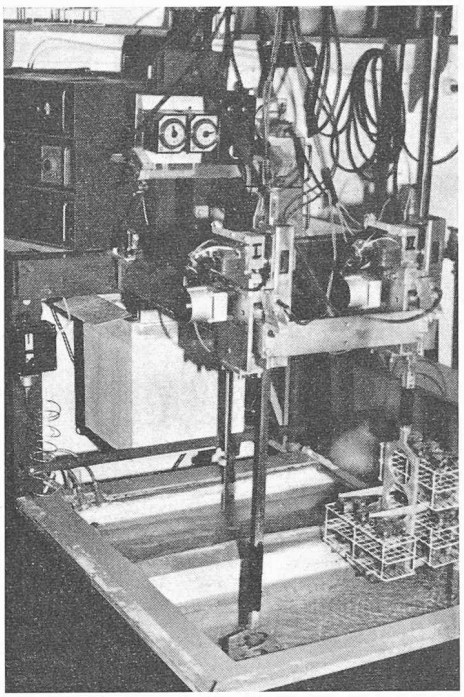

Fig. 2. — Appareil automatique permettant de soumettre des éprouvettes 3×3×6 cm à 46 cycles par jour de gel-dégel en présence de sel.

— Déterminer les facteurs placés en ordonnée de la figure 1, à partir de l'examen microscopique et de l'étude de la saturation.

— Dessiner dans le diagramme la ligne représentative du béton examiné et le classer suivant la position de cette ligne par rapport aux limites.

Cette étude permet de constater soit que le béton est résistant au gel en présence de sel, soit qu'il ne l'est pas ou pas assez. S'il s'agit d'un béton d'essai préliminaire ou de

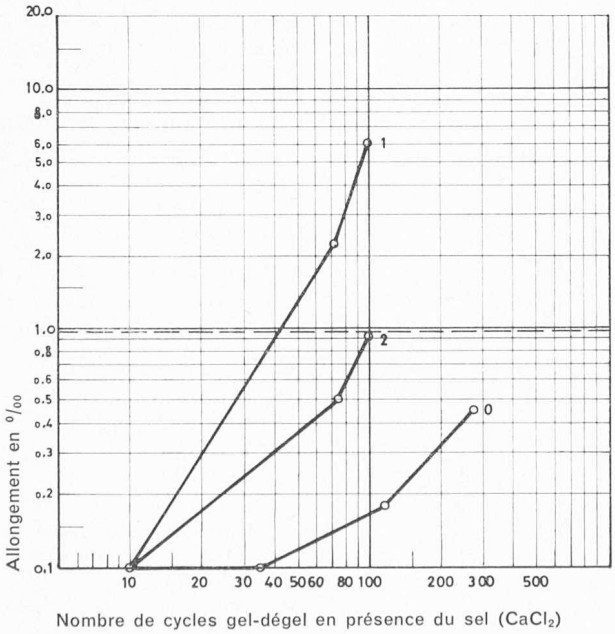

Fig. 3. — Exemple de l'effet de l'imprégnation au R 3 000 sur un béton non résistant au sel avant le traitement.

Courbe 0. Béton témoin résistant au sel sans imprégnation
Courbe 1. Béton étudié avant imprégnation
Courbe 2. Béton étudié après imprégnation

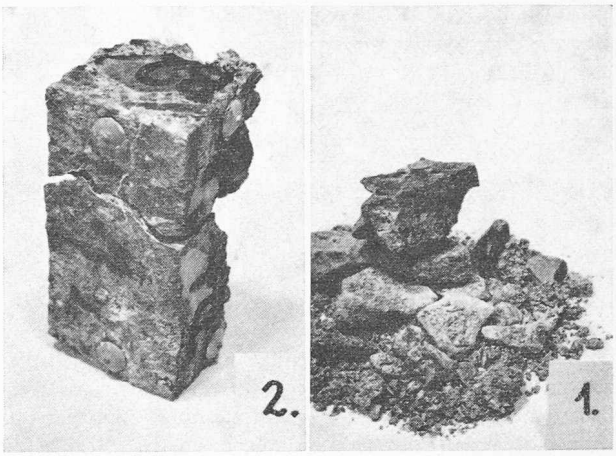

Fig. 4. — Photos d'éprouvettes des bétons 1 et 2 soumis à 225 cycles de gel-dégel en présence de sel.

à gauche béton 2
à droite béton 1

celui du début d'un chantier, on corrigera la teneur en air des livraisons suivantes en modifiant le dosage de l'adjuvant ou même en changeant d'adjuvant ou en modifiant éventuellement la proportion des granulats dans les fractions fines notamment.

Comme le contrôle se fait sur béton durci, il peut arriver que, pour certaines surfaces de route déjà posées, les observations microscopiques laissent prévoir que la résistance au sel n'est pas acquise ! C'est alors qu'on aura recours aux compléments de la méthode, à savoir l'essai rapide de gel-dégel et, le cas échéant, l'imprégnation.

Essai rapide gel-dégel en présence de sel

Partant de l'idée que le phénomène de dégradation par le gel en présence de sel a sa cause dans une dislocation de la pâte de ciment durcie, on a admis que l'essai pouvait se faire sur de petites éprouvettes (3×3×6 cm) prélevées dans l'ouvrage. Ceci permet d'une part de réduire la durée des cycles et d'autre part d'examiner simultanément un plus grand nombre d'éprouvettes. L'essai se fait à l'aide d'un appareil automatique qui plonge alternativement les éprouvettes dans une saumure à −20° C et dans l'eau à +20° C (fig. 2). La durée d'un cycle est de 31 min., en sorte qu'on peut en faire 46 par jour de 24 heures. Après un certain nombre de cycles, on mesure l'allongement L des éprouvettes.

On apprécie la résistance d'un béton au gel en présence de sel par le nombre de cycles qui produit un allongement de 1 %, ce qui correspond à une réduction de 50 % de son module d'élasticité.

Imprégnation

Il existe un produit, R 3 000, qui a des propriétés telles, qu'il permet d'imprégner le béton et de le rendre résistant aux sels ! Il est en effet hydrophile, c'est-à-dire qu'il peut pénétrer un béton même si celui-ci est un peu humide ; il est très fluide, en sorte qu'il pénètre les pores ouverts les plus fins ; enfin il durcit sous forme d'un gel et il est alors stable et insensible au gel. De nombreux essais de cycles rapides ont montré que l'imprégnation au R 3 000 rendait résistants au sel des bétons qui ne l'étaient pas avant le traitement (fig. 3). On a constaté que l'imprégnation pouvait atteindre 2 cm de profondeur, ce qui est largement suffisant pour le but poursuivi.

Ainsi cette méthode nouvelle permet désormais de fabriquer un béton routier absolument résistant aux fondants chimiques, si on veut bien se donner la peine de l'appliquer correctement. La S.A. des Routes en béton l'applique systématiquement sur les chantiers d'une certaine importance dont elle a le contrôle et où l'épandage de sels est à craindre.

Il est probable que cette méthode mise au point pour le béton routier aura aussi des applications pour les bétons de certaines parties d'ouvrages d'art qui elles aussi sont parfois soumises à l'agression des sels de déneigement.

Adresse de l'auteur :
A. Vittoz, c/o Routes en béton, av. du Théâtre 7, Lausanne

La nouvelle unité de production d'eau potable de la commune de Lausanne, à Saint-Sulpice

par JEAN ROSSIER, ingénieur, chef du Service des eaux, WILLIAM BERGER, ingénieur adjoint et PAUL FALQUET, chef des usines

Bref historique

Jusqu'au milieu du siècle passé, la ville de Lausanne était alimentée par les eaux dites du « Chalet-à-Gobet », par celles du « Mont » et de « Penau » ainsi que par quelques sources privées et jusqu'en 1868, la distribution n'était assurée que par des fontaines publiques.

La construction, à cette époque, du réservoir du Calvaire de 3500 m³ (voir fig. 6) situé à une altitude suffisante pour obtenir de l'eau sous pression permit la création d'un service communal de distribution. C'est à ce moment-là qu'apparurent les premières bouches à incendie. Mais la rapide augmentation de la population obligea la Municipalité à étudier les moyens d'augmenter la quantité d'eau amenée à Lausanne. De nombreuses offres lui avaient été faites, mais, à court d'argent, elle décida de confier à l'initiative privée le soin d'alimenter la ville en eau potable et en eau industrielle.

En 1876, la Commune de Lausanne afferma son service de distribution à la Société des eaux de Lausanne. En même temps, la Société des eaux de Pierre-Ozaire amenait les eaux de plusieurs sources situées dans la région comprise entre Epalinges et La Claie-aux-Moines et alimentait la partie sud-est de la ville ainsi qu'un certain nombre d'immeubles à Pully et Paudex.

De son côté, la Compagnie du chemin de fer Lausanne-Ouchy avait obtenu en 1871 l'autorisation d'amener à Lausanne de l'eau du lac de Bret utilisée comme force motrice pour les besoins du funiculaire. Elle était autorisée en outre à vendre les excédents à des particuliers à titre d'eau motrice, industrielle ou agricole, à l'exclusion des usages alimentaires ou ménagers. Il est amusant de noter que la majeure partie de l'eau du lac de Bret lui est amenée par une dérivation en tunnel prise au ruisseau « Le Grenet » situé dans le bassin de la mer du Nord. La capacité du lac a été augmentée à deux reprises par la construction de deux barrages successifs qui ont relevé le niveau de 2,50 m en 1875 et de 3 m en 1916. Le volume du lac a ainsi atteint 5 millions de mètres cubes et la prise d'eau immergée à 13 m au-dessous du niveau maximal permet l'utilisation d'une tranche d'eau de 8,50 m d'épaisseur, ce qui représente une réserve saisonnière de 3 millions de mètres cubes.

A part quelques améliorations de captages et l'aménagement de plusieurs petites sources, la situation resta stationnaire jusqu'en 1901. A cette date, la ville disposait d'un total d'eau potable de 5600 litres/minute, ce qui faisait, pour une population de 45 500 habitants, 180 litres par personne et par jour.

Mais devant l'extension rapide de la ville et les fréquentes disettes d'eau, la discussion du problème fut reprise dès 1897 à propos de l'offre de la Société électrique Vevey-Montreux qui proposait de fournir une moyenne annuelle de 10 000 l/min d'eau provenant de sources du Pays-d'Enhaut. Le rachat des eaux de Bret fut envisagé et, pour la première fois, on vit surgir un projet de pompage de l'eau du lac Léman.

Vu la prévention que l'on avait contre l'eau du lac, l'offre de la Société électrique Vevey-Montreux fut acceptée en 1899. L'eau dite du « Pays-d'Enhaut » provient de sources captées dans la région de l'Etivaz, à 45 km de Lausanne. Elle est amenée par une canalisation passant sous la Dent de Corjon et sous le col de Jaman et arrivant, par les Avants, au Cubly. De là, une conduite forcée l'amène dans les turbines de l'usine hydroélectrique de Sonzier au sortir de laquelle elle est prise par la Commune de Lausanne dont la canalisation passe au-dessus des villages de Blonay, Chardonne, Chexbres, Grandvaux et Belmont. Cette importante installation fut exécutée par la Commune elle-même qui reprit à son compte, en 1901, l'alimentation de la ville en eau potable par le rachat de la Société des eaux de Lausanne suivi, en 1907, de celui de la Société des eaux de Pierre-Ozaire.

En 1911, la Municipalité décidait l'achat des sources de Thierrens et, par la suite, de diverses sources moins importantes.

De 1910 à 1930, la population alimentée a passé de 68 000 à 84 000 habitants et la consommation, par une journée de plein été, de 24 000 à 36 000 m³. Il fallait donc trouver de nouvelles sources. Toutes les sources du Jura furent examinées, ainsi que les nappes souterraines de l'Orbe, de la Broye et de la plaine du Rhône. Cependant, la seule solution pratique et capable de régler le problème à long terme consistait dans le pompage de l'eau du lac.

Une première station de pompage a été construite en 1932 à la sortie est de Lutry ; elle comprenait deux pompes de 8000 l/min entraînées par des moteurs électriques. Cette station a été agrandie en 1953 et sa capacité a été portée à 48 000 l/min, soit 70 000 m³ par jour.

Dès 1957, la Commune de Lausanne a racheté le réseau de Bret où des installations de filtrage et de désinfection avaient été construites en 1927 pour rendre l'eau propre à la consommation.

Le réseau du Service des eaux alimente, outre Lausanne, la population des 14 communes suivantes : Epalinges, Prilly, Saint-Sulpice, Chavannes, Ecublens, Denges, Echan-