

**Zeitschrift:** Bulletin du ciment  
**Herausgeber:** Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)  
**Band:** 54-55 (1986-1987)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Mesure de la résistance du béton au gel avec ou sans sels de déverglaçage  
**Autor:** B.M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-146148>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

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

# BULLETIN DU CIMENT

OCTOBRE 1986

54e ANNÉE

NUMÉRO 10

---

## Mesure de la résistance du béton au gel avec ou sans sels de déverglaçage

Méthode simple et rapide. Cycles gel-dégel sur des échantillons saturés.  
Résultat positif ou négatif.

Dans son laboratoire de Vernier, le TFB a mis au point au cours des deux dernières années une nouvelle méthode permettant d'évaluer d'une façon simple la résistance du béton au gel, avec ou sans sels de déverglaçage. La durée de l'essai est de 4 jours et l'âge minimum des échantillons de 14 jours. L'apparition de fissures est un critère direct de la résistance au gel.

### Pourquoi une nouvelle méthode?

Un béton résistant au gel doit pouvoir pendant toute sa durée de vie subir sans dommage les températures hivernales. Cette propriété ne peut être mesurée sur l'objet lui-même, car il faudrait attendre de nombreux cycles annuels avant de pouvoir se prononcer. Le fabricant ne l'ignore pas. Ce qu'il veut, c'est une méthode qui simule le phénomène naturel et lui donne dans le plus bref délai une appréciation fiable.

La généralisation du salage des routes goudronnées en hiver fait que les ouvrages annexes en béton doivent également résister au gel en présence des sels de déverglaçage. Cette exigence va plus loin que la résistance au gel pur et elle nécessite donc une méthode



2 différente d'appréciation. De nombreuses méthodes d'examen ont été développées à ce jour. Elles se basent toutes sur le fait que le béton est un matériau poreux qui contient de l'eau. Cette eau gèle dans les capillaires et fait éclater plus ou moins fortement la structure. Le même processus se déroule en présence des sels de déverglaçage: la neige et la glace, en fondant, tirent du béton la chaleur de fusion nécessaire, ce qui provoque le gel de l'eau dans les capillaires. La différence avec le gel naturel, c'est que ce refroidissement est brutal. C'est le choc thermique.

Dans la plupart des méthodes, les éprouvettes sont soumises à un certain nombre de cycles gel-dégel dans un intervalle de températures défini. La résistance est ensuite estimée sur la base de mesures ou d'observations: dégradation superficielle (p.ex. fissuration), perte de poids, diminution du module d'élasticité, baisse des résistances, aspect final, etc... Certaines méthodes, basées sur le modèle des pores susceptibles d'être remplis ou non par l'eau, se limitent à des mesures de porosité ou de saturation. La résistance au gel est définie par la quantité et la répartition de l'air occlus, ou par le degré de saturation en eau. Toutes ces méthodes nécessitent un équipement coûteux et des délais d'exécution souvent très longs, notamment si les échantillons ont une résistance au gel élevée. Ces considérations ont conduit le TFB à rechercher une méthode simple et rapide qui permette une appréciation sans ambiguïté: résistance «suffisante» ou «insuffisante.».

## Déroulement de l'essai

**Prélèvement des échantillons:** L'essai a lieu sur le béton durci. Pour les ouvrages en cours de construction, l'âge des échantillons sera au minimum de 14 jours. Pour les constructions existantes, le nombre de prélèvements sera défini de cas en cas sur les éléments en bon état ou partiellement dégradés. La forme de l'éprouvette est en principe quelconque. En général, on utilise des carottes de 50 mm de diamètre. Les pièces plus volumineuses peuvent être débitées à des dimensions analogues sur le chantier ou au laboratoire. Les surfaces obtenues correspondent à l'extérieur ou à la structure interne de l'élément considéré.

**Programme standard:** Avant d'être soumis au gel, les échantillons sont saturés à 100% par l'eau. On ne se contente pas en l'occurrence d'une immersion, mais on utilise un récipient rempli d'eau auquel on applique pendant 30 minutes une pression de 100 bars. Les échantillons ainsi saturés sont soumis en trois jours à dix cycles



### 3 Tableau 1 Programme des cycles gel-dégel

Cycle No	Jour	Gel* −25 °C Durée (Horaire)	Dégel +20 °C Durée (Horaire)
1.	1er jour	11.30–13.30	13.30–14.30
2.	1er jour	14.30–16.30	16.30–17.30
3.	1er/2ème jour	17.30–07.30	07.30–08.30
4.	2ème jour	08.30–10.30	10.30–11.30
5.	2ème jour	11.30–13.30	13.30–14.30
6.	2ème jour	14.30–16.30	16.30–17.30
7.	2ème/3ème jour	17.30–07.30	07.30–08.30
8.	3ème jour	08.30–10.30	10.30–11.30
9.	3ème jour	11.30–13.30	13.30–14.30
10.	3ème jour	14.30–16.30	16.30–17.30

\* Résistance au gel: bain d'éthylène-glycol

Résistance au gel en présence des sels de déverglaçage: solution de chlorure de calcium

gel-dégel. Pour l'essai de gel sans sel on utilise un bain d'éthylène-glycol à  $-25^{\circ}$  et pour les essais en présence de sel une solution de chlorure de calcium à  $-25^{\circ}$  (concentration: 35% en poids). La phase de dégel se fait dans un récipient avec de l'eau à  $+20^{\circ}$  C (thermostat). Le programme (tableau 1) est adapté à l'horaire de travail normal du personnel. A la suite du dernier cycle, les échantillons sont laissés pendant douze heures à l'air dans le laboratoire, puis séchés 24 heures à  $80^{\circ}$  C. On détermine finalement la présence de fissures à la loupe. Afin de mettre en évidence les fissures les plus fines, on imprègne l'échantillon avec une résine époxy contenant un colorant fluorescent. Après durcissement, l'éprouvette est tronçonnée. La surface polie est examinée en éclairage UV au moyen d'un filtre jaune et peut être photographiée (figures 1 à 4). Les résultats sont disponibles quatre à cinq jours après réception de l'échantillon.

**Critères d'appréciation:** Les éprouvettes qui, après dix cycles dans l'éthylène-glycol, ne présentent pas de fissures sont réputées résistantes au gel. Celles qui se comportent de la même manière dans la solution de chlorure de calcium sont considérées comme résistant au gel en présence de sels de déverglaçage. Des différenciations



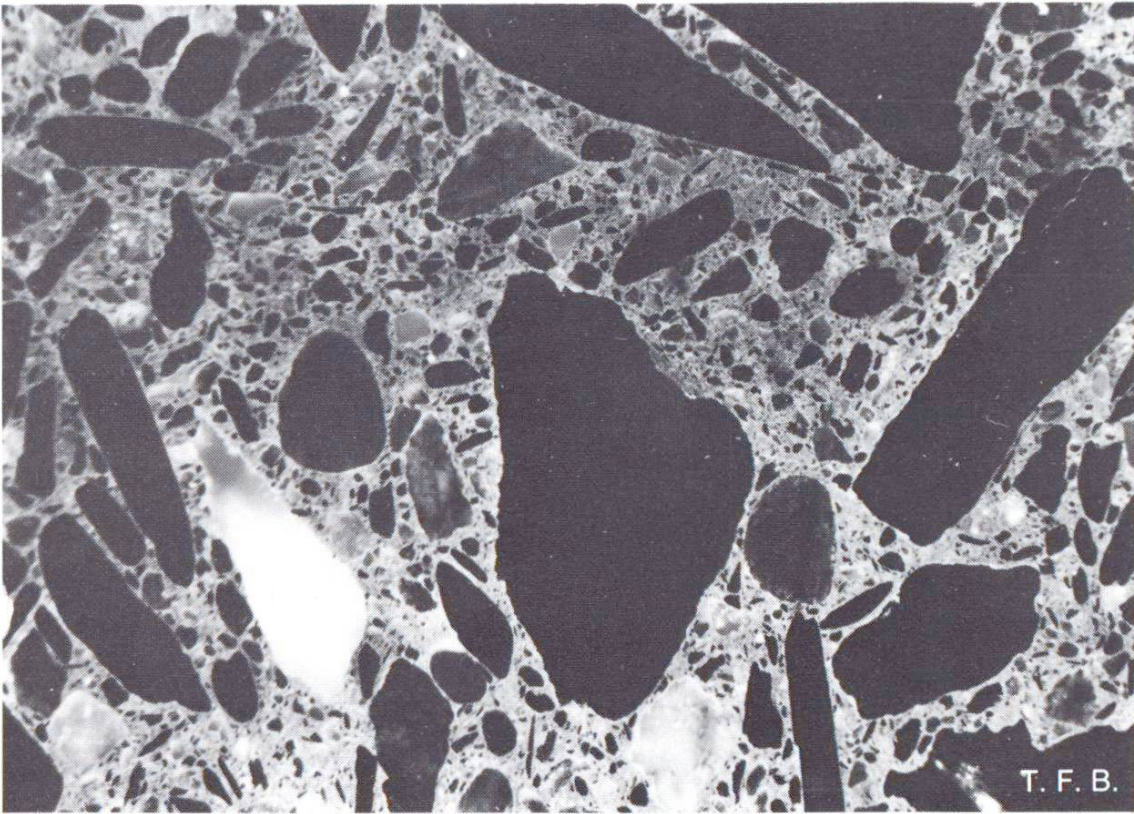
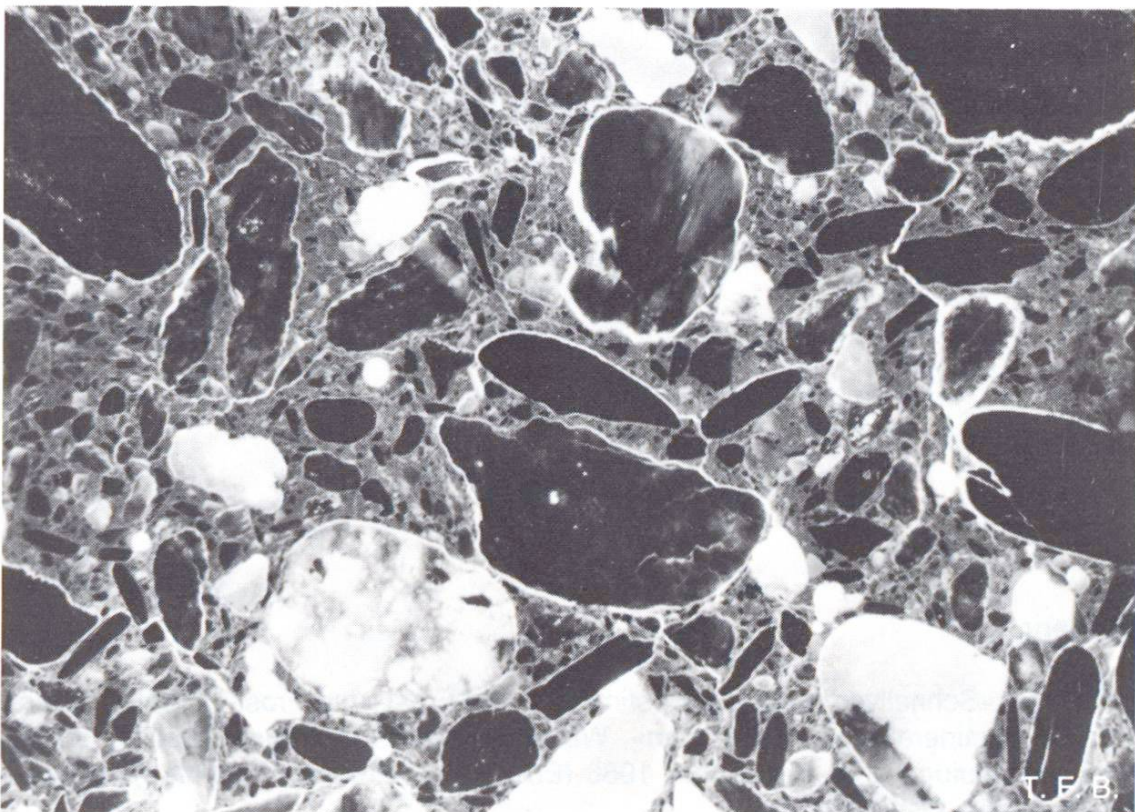


Fig. 1 Echantillon après l'essai de gel (sans sel). Aucune fissure visible. Pas de modification de la structure. Résultat: le béton examiné est résistant au gel.

Fig. 2 Echantillon du même béton que celui de la fig. 1, après l'essai au gel en présence de sel. Les surfaces de contact entre granulats et pâte de ciment sont décollées, et la pâte elle-même comporte des fissures. Résultat: le béton examiné ne résiste pas au gel en présence de sels de déverglaçage.





5

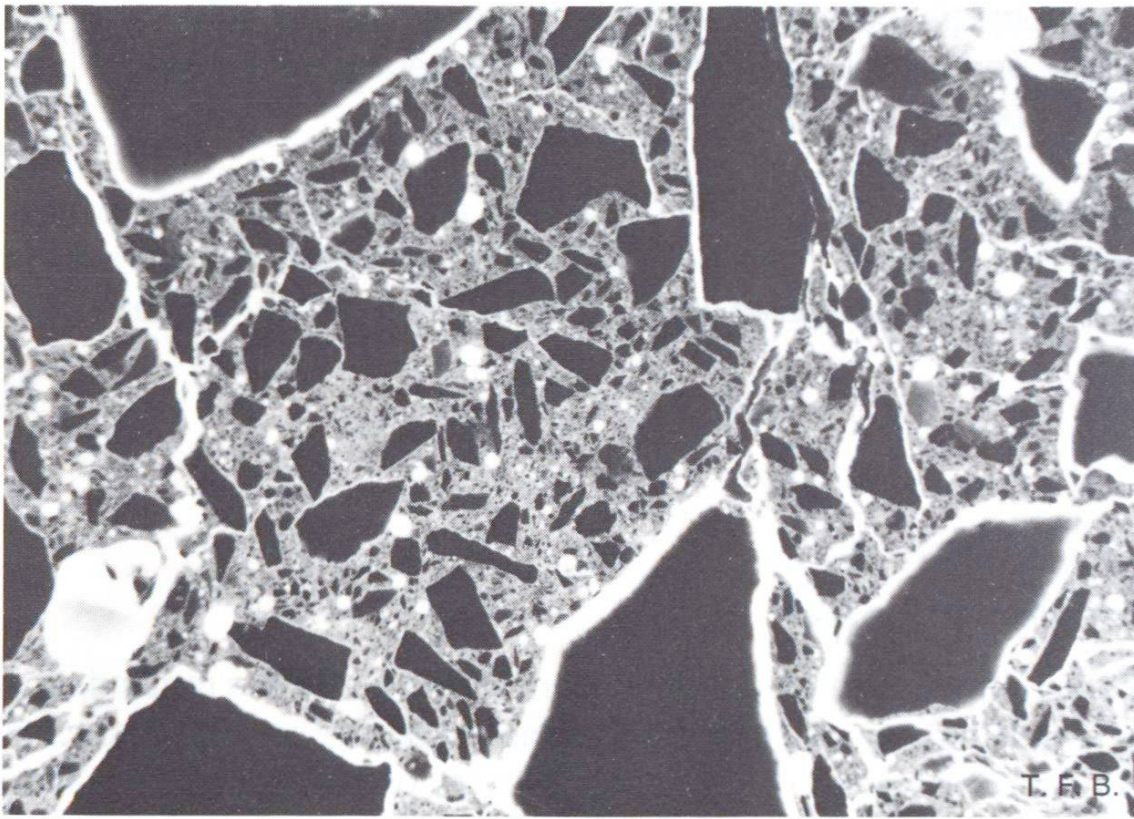
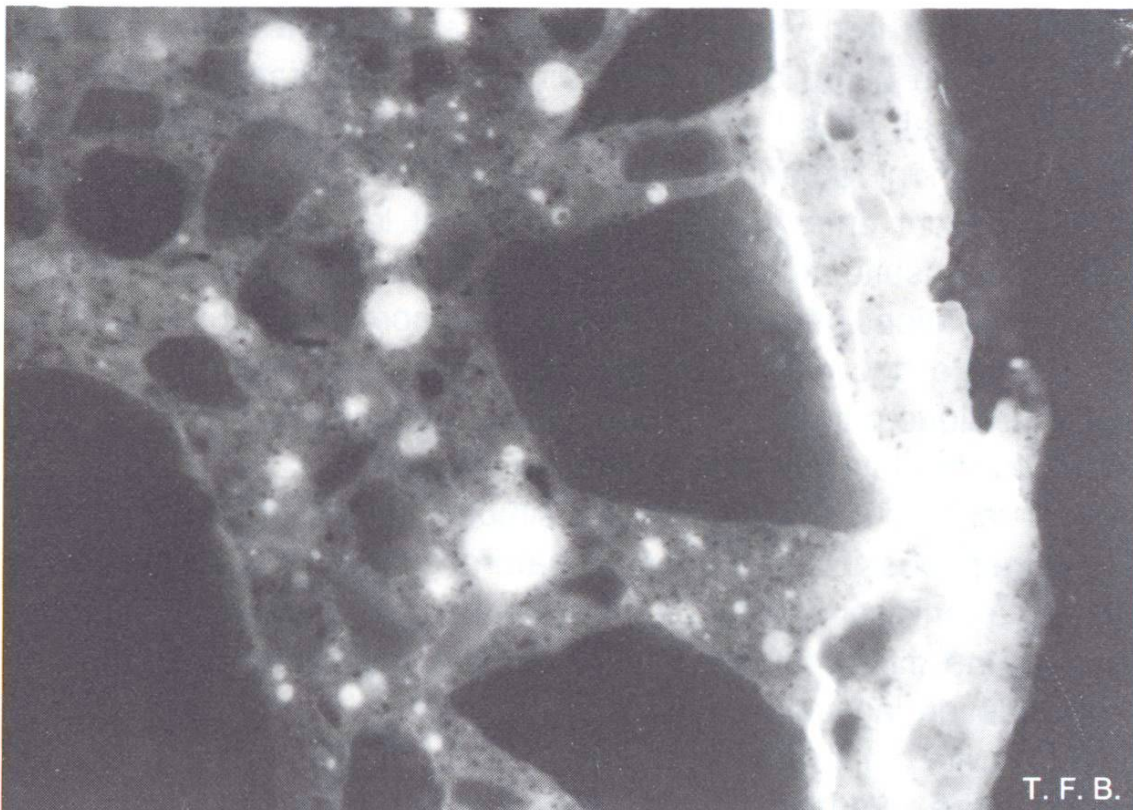


Fig. 3 Echantillon d'un béton avec trop peu d'air occlus. Après deux cycles seulement, en présence de sel, il est gravement fissuré. L'image obtenue permet une appréciation différenciée: les échantillons des fig. 2 et 3 sont tous deux insuffisants dans l'essai en présence de sel, mais celui de la fig. 3 est nettement plus mauvais que celui de la fig. 2.

Fig. 4 Section d'un échantillon perpendiculaire à la surface (à droite). La partie proche de la surface présente des fissures. La structure est intacte en profondeur. Résultat: le béton examiné est dégradé par le gel jusqu'à environ 3-4 mm de profondeur. Au-delà, il résiste au gel.





6 sont toujours possibles, lorsque par exemple un échantillon est détruit après quelques cycles, ou si les dégâts sont limités à l'extrême surface.

**Equipement:** L'équipement nécessaire est simple et son coût n'excède pas fr. 3000.— environ. La conduite de l'essai n'exige pas de connaissances spéciales et peut être confiée à un seul laborant.

### **Expérience à ce jour**

Cette nouvelle méthode a été expérimentée en Suisse romande sur différents ouvrages d'art des autoroutes et pour le contrôle de qualité d'éléments préfabriqués. Environ 200 cas portant sur 600 échantillons ont été traités à ce jour. Des comparaisons avec les autres méthodes connues ont donné des résultats concordants.

La nouveauté de la méthode réside dans la saturation à 100%. Cette condition rend le test extrêmement sévère, le béton ne se trouvant jamais saturé à ce degré dans la réalité. Il est fort possible qu'un béton considéré comme insuffisant dans l'essai soit capable de passer plusieurs hivers sans dommage. Cela correspond à l'inévitable marge de sécurité qu'implique le concept même de la méthode. Les fabricants, de leur côté, ont besoin de disposer d'un test sévère pour pouvoir donner une garantie valable. Une «résistance moyenne» est trop vague et ne sert pratiquement à rien. L'expérience montre qu'un béton sans air occlus peut dans certains cas résister au gel, mais l'entraînement d'air a toujours un effet positif. On a également remarqué que les fissures ont toujours pour origine le décollement entre la pâte de ciment et les granulats. Elles se propagent ensuite de proche en proche à travers la pâte de ciment. Ces observations ne sont toutefois pas primordiales dans la conception de cette nouvelle méthode. L'essentiel était de traiter un problème pratique par une méthode simple, qui fournisse dans un délai court des résultats immédiatement applicables.

Le but recherché n'était pas de simuler scientifiquement le plus exactement possible le processus naturel du gel. On s'est par contre attaché à tenir compte du phénomène du choc thermique, en introduisant une différenciation qualitative des conditions avec et sans sels de déverglaçage.

La possibilité d'apprécier localement l'effet du gel dans l'échantillon est un autre avantage (fig. 4). On peut par exemple caractériser

7 différemment la surface et la zone plus profonde sur une carotte de béton. Ces informations sont notamment très utiles pour le choix d'une méthode de réfection. Le fait d'exprimer le résultat par des images facilement compréhensibles est en général très apprécié. Une interprétation basée sur des données numériques ou microscopiques n'est pas nécessaire.

Cette nouvelle méthode n'apporte peut-être pas une contribution importante sur le plan scientifique. Mais, de par sa simplicité, elle est un précieux instrument pour la pratique. *B. M.*

#### **Référence**

Piguet, A.: «Schnellverfahren zur Bestimmung der Frost- und Frost-Tausalz-Beständigkeit von mineralischen Baustoffen», Werkstoffwissenschaften und Bausanierung: 2. Int. Kolloquium, 2.-4. September 1986 (Ed.: F.H. Wittmann). Technische Akademie Esslingen, Ostfildern.



