Recommandations pour la durabilité des bétons soumis au gel : environnements hivernaux rigoureux

Janvier 2022

Ces nouvelles recommandations (de novembre 2021, révision du guide technique publié par l'IFSTTAR en décembre 2003) définissent des dispositions destinées à prévenir les phénomènes de dégradation du béton par des cycles de gel-dégel avec ou sans sels de déverglaçage.

Nouvelles recommandations : applications

Ces nouvelles recommandations s'appliquent en complément des dispositions normatives visant à assurer la durabilité du béton dans les ouvrages, en particulier celles de lanorme NF EN 206/CN ou celles des normes de produits préfabriqués en béton.

Elles couvrent les bétons destinés aux structures coulées en place, aux structures constituées de produits préfabriqués, ainsi qu'aux bétons destinés aux produits préfabriqués.

Elles concernent les bâtiments non courants et les ouvrages de Génie Civil (ouvrages d'art, murs de soutènement, structures de génie civil des remontées mécaniques, parkings…) soumis à du gel modéré avec emploi de sels de déverglaçage ou à du gel sévère, pour lesquels s'applique le fascicule 65 du CCTG Travaux.

Elles sont adaptées à une durée d'utilisation de projet de 100 ans.

Pour être applicables, elles doivent être explicitement spécifiées dans les documents particuliers du marché. Il est de la responsabilité du maître d'ouvrage d'ajuster les niveaux d'exigences à l'importance de leurs ouvrages et à la durée d'utilisation de projet.

La démarche est fondée sur la définition de deux niveaux de prévention (G et G + S) conduisant :

- à la définition de dispositions relatives aux règles de formulation des bétons,
- à l'organisation des épreuves d'étude, de convenance et de contrôle,
- aux modalités de mise en œuvre.

Principales évolutions des recommandations

Les principales évolutions concernent la mise à jour des modalités de prescription des niveaux de prévention, l'intégration de nouveaux constituants ou méthodologies de formulation sur une base performantielle et la clarification du contenu des épreuves.

Les régions classées en gel sévère sont concernées, celles classées en gel modéré le sont uniquement lorsque les itinéraires sont traités avec des sels de déverglaçage.

Pour un ouvrage neuf, construit dans les règles de l'art, le principe de prévention retenu repose sur le fait que le béton doit résister par ses seules performances (et non via une protection externe) aux dégradations dues au gel avec ou sans sels.

Le document est structuré de la manière suivante :

- Domaine d'application des recommandations,
- Chapitre 1 expose les bases phénoménologiques utiles pour la compréhension et les moyens de prévention des mécanismes de dégradation par gel avec ou sans sels,
- Chapitres 2 à 10 présentent la méthode de validation utilisable dans le cas général,
- Annexe A présente des méthodes de validations associées à des formulation alternatives,
- Annexe B apporte des compléments méthodologiques ou bibliographiques.

Ce qu'il faut retenir : une approche globale hybride

La démarche proposée constitue une approche globale, prenant en compte des spécifications renforcées sur :

- le choix des constituants (granulats non gélifs, types de ciments, d'additions, recours à un agent entraîneur d'air),
- les limites de composition des bétons (dosage en liant équivalent minimal, rapport maximal Eeff / liant eq, taux de substitution maximal en addition, quantité d'air occlus minimale),
- les propriétés des bétons (résistance mécanique de la pâte suffisante, structure du réseau poreux),
- le contenu des épreuves d'étude, de convenance et de contrôle,
- les essais de caractérisation et les valeurs associées pour prononcer la conformité.

Elle n'est donc pas purement performantielle, mais constitue un exemple d'approche «hybride» ou mixte, basée à la fois sur :

- des exigences prescriptives : exclusions de certains constituants incompatibles avec une bonne résistance au gel, renforcement des limites de composition des bétons,
- des résultats d'essais : essais de performance servant de référence, indicateurs de substitution.

Formulation des bétons : 3 stratégies possibles

1. Formuler des bétons **avec une porosité suffisamment faible**, de manière à limiter la quantité d'eau gelable. Dans ce cas, il n'est pas toujours nécessaire d'incorporer de l'air entraîné pour garantir la résistance au gel, ce qui facilite l'obtention des résistances en compression et limite le risque de corrosion des armatures,
2. Formuler des bétons **en utilisant un adjuvant entraîneur d'air**, de manière à générer un réseau definesbulles d'air uniformément réparties dans la pâte cimentaire, permettant ainsi une meilleure répartition des pressions hydrauliques,
3. Formuler des bétons **en utilisant des billes plastiques déformables**à la place d'un adjuvant entraineur d'air.

Pour chacune de ces stratégies, la méthodologie de validation est déclinée en tenant compte du niveau de sécurité qu'offre la formulation du point de vue de la résistance au gel avec ou sans sels.

Les documents du marché doivent préciser en plus du niveau de prévention G ou G + S associé aux parties d'ouvrages concernées, les données caractérisant l'**environnement** dans lequel sont situées les différentes parties de l'ouvrage (niveau de gel, de salage et de saturation en eau) ainsi que les classes d'exposition qui leur sont associées.

Le béton relevant des recommandations peut être :

- lourd ou de masse volumique normale au sens de la norme NF EN 206/CN,
- fabriqué sur chantier, prêt à l'emploi ou produit dans une usine de fabrication de produits préfabriqués,
- formulé avec ou sans air entraîné,
- pompable,
- vibré, autoplaçant ou projeté.

Exigences spécifiques des recommandations

- les constituants du béton,
- les propriétés dubéton frais et du béton durci et leur contrôle,
- les limitations imposées à la composition du béton,
- la livraison du béton frais,
- les procédures de contrôle de production et à la mise en œuvre,
- les critères de conformité et l'évaluation de la conformité.

Les recommandations ne s'appliquent pas à

Au mortier, au béton aéré, au béton mousse, au bétondrainant, au béton léger, au béton de masse volumique inférieure à 800 kg/m3, au béton réfractaire, au béton de bois, au béton fibré à ultra hautes performances (BFUP), au béton de chaussée routière et aéroportuaire, au béton soumis à des fondants non ioniques, aux bétons formulés avec des granulats récupérés ou recyclés.

Sommaire

Introduction
Domaine d'application

Chapitre 1. Les dégradations par le gel, avec ou sans sels de déverglaçage

- 1.1 Types de pathologies
- 1.2 Gel interne
- 1.3 Ecaillage
- 1.4 Facteurs d'influence
- 1.4.1 Réseau de bulles d'air et rapport Eeff / Liant eq
- 1.4.2 Constituants du béton
- 1.4.3 Mise en œuvre et maturation

Chapitre 2. Démarche préventive et détermination du niveau de prévention

- 2.1 Démarche préventive
- 2.2 Catégories d'ouvrage
- 2.3 Classes d'exposition vis-à-vis des risques de désordres dus au gel avec ou sans sels de déverglaçage
- 2.3.1 Définition des zones d'intensité de gel d'un site
- 2.3.2 Définition des fréquences de salage d'une chaussée routière
- 2.3.3 Notion d'exposition d'une partie d'ouvrage
- 2.3.4 Classe d'exposition des parties d'ouvrages XF1 à XF4
- 2.4 Niveaux de prévention vis-à-vis de la durabilité aux effets du gel avec ou sans sels

Chapitre 3. Démarche d'assurance qualité

- 3.1 Management de la qualité
- 3.2 Les acteurs
- 3.2.1 Le maître d'ouvrage
- 3.2.2 Le maître d'œuvre
- 3.2.3 L'entreprise
- 3.2.4 Le prescripteur
- 3.2.5 Le producteur
- 3.2.6 Les laboratoires d'essais
- 3.3 Les épreuves d'étude, de convenance et de contrôle

Chapitre 4. Spécifications des constituants

- 4.1 Granulats
- 4.2 Ciments
- 4.3 Additions
- 4.4 Eau de gâchage
- 4.5 Adjuvants
- 4.6 Fibres
- 4.7 Ajouts

Chapitre 5. Exigences relatives à la formulation des bétons

- 5.1 Bétons coulés ou extrudés
- 5.2 Utilisation d'adjuvants entraîneurs d'air

Chapitre 6. Méthodes d'essais

- 6.1 Représentativité des prélèvements
- 6.2 Essais sur béton frais
- 6.2.1 Consistance
- 6.2.2 Teneur en air occlus
- 6.3 Résistances en compression
- 6.4 Essais de durabilité
- 6.4.1 Généralités
- 6.4.2 Description sommaire des essais de durabilité
- 6.4.3 Échéances de mise en enceinte climatique pour la réalisation des essais de performance

Chapitre 7. Critères de conformité

- 7.1 Consistance
- 7.2 Teneur en air occlus des bétons formulés avec un adjuvant entraîneur d'air
- 7.2.1 Épreuves d'étude et de convenance
- 7.2.2 Épreuves de contrôle
- 7.3 Résistance en compression
- 7.4 Essais de performance et facteur d'espacement

Chapitre 8. Epreuves

- 8.1 Études et références
- 8.1.1 Épreuve d'étude
- 8.1.2 Références probantes d'utilisation au sens de la durabilité au gel avec ou sans sels
- 8.1.3 Références probantes partielles d'utilisation au sens de la durabilité aux gels avec ou sans sels.
- 8.2 Épreuve de convenance
- 8.2.1 Conduite de l'épreuve de convenance
- 8.2.2 Ajustement de la quantité des constituants pendant l'épreuve de convenance
- 8.2.3 Convenances simplifiées complémentaires
- 8.2.4 Critères de conformité des épreuves de convenance
- 8.3 Contrôle intérieur
- 8.3.1 Contrôle de production
- 8.3.2 Contrôle à la mise en œuvre

Chapitre 9. Fabrication

Chapitre 10. Mise en œuvre

Annexe A Autres formulations utilisables
Annexe B Compléments techniques
Références
Termes et définitions Bibliographie
Fiche bibliographique

Auteur

Patrick Guiraud

Retrouvez toutes nos publications sur les ciments et bétons sur infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet

Article imprimé le 23/11/2026 © infociments.fr