

Document Technique Unifié

DTU 21.4

Octobre 1977

DTU P 18-203

Prescriptions techniques concernant l'utilisation du chlorure de calcium et des adjuvants contenant des chlorures dans la confection des coulis, mortiers et bétons

Analyse

Ndlr : Ce DTU a été retiré de la liste des DTU et Normes-DTU en vigueur, par décision du 17 mai 2000 de la Commission Générale de Normalisation du Bâtiment-DTU (CGNorBat-DTU) pour qu'il ne soit plus applicable dans les marchés privés de bâtiment se référant aux dispositions de la norme NF P03-001.

Il est classé comme document de référence auquel il peut être fait appel, partiellement ou en totalité dans les conditions particulières des marchés, d'un accord commun entre les parties.

Date de retrait de la liste: septembre 2000.

Sommaire

- 1 Objet
- 2 Domaine d'utilisation
- 3 Compatibilité d'emploi avec les constituants des coulis, mortiers et bétons
 - 3.1 Compatibilité avec les ciments
 - 3.1.1
 - 3.1.2
 - 3.1.3
 - 3.2 Compatibilité avec d'autres adjuvants du béton
 - 3.3 Compatibilité avec les granulats
- 4 Dosages
 - 4.1 Teneur maximale totale en ions-chlore (Cl⁻)
 - 4.2 Dosages maximaux du chlorure de calcium et des adjuvants contenant des chlorures

- 4.2.1
- 4.2.2
- 4.2.3

- 5 Précautions à prendre pour l'utilisation du chlorure de calcium et des adjuvants contenant des chlorures
 - 5.1 Conditionnement
 - 5.2 Dissolution préalable et incorporation
 - 5.3 Malaxage
 - 5.3.1
 - 5.3.2

1 Objet

Les présentes prescriptions ont pour objet de fixer les conditions d'utilisation du chlorure de calcium et des adjuvants contenant des chlorures dans la confection des coulis, mortiers et bétons.

Parmi ces produits figurent notamment ceux des adjuvants du béton répondant à la définition de la norme NF P 18-103 dont la teneur pondérale en ions-chlore (Cl^-) est supérieure à 1‰.

Par extension les produits solubles contenant des chlorures sont assimilés aux adjuvants.

Ces conditions sont destinées à limiter :

- le risque de corrosion des aciers par l'ion-chlore,
- le risque d'une augmentation même faible de la porosité, due à un excès de chlorure ou à la mise en oeuvre, susceptible d'avoir une incidence sur la durabilité des coulis, mortiers ou bétons.

2 Domaine d'utilisation

L'incorporation du chlorure de calcium et des adjuvants contenant des chlorures dans les coulis, mortiers et bétons est autorisée sous les réserves indiquées dans les articles 3 à 5 ci-après. Elle est interdite dans les coulis, mortiers et bétons destinés à la construction ou à la fabrication :

- des ouvrages en béton précontraint par fils adhérents,
- des ouvrages en béton précontraint par post-tension (sauf dispositions spéciales isolant d'une manière complète et durable les armatures de précontrainte et les mortiers ou coulis injectés dans les gaines de tout contact avec le béton traité au chlorure),

La continuité d'une gaine métallique même soudée n'est pas en soi suffisante pour assurer cette protection.

- des cuves et réservoirs,

Les silos, sauf avis contraire mentionné dans les documents particuliers du marché, ne font pas partie de ces ouvrages.

- des planchers dans lesquels les armatures principales ou secondaires des poutrelles sont constituées par des feuillards ou tôles minces,
- des planchers dans lesquels sont incorporés des serpentins de chauffage,
- des scellements et calages au contact des métaux,
- des éléments en béton armé traités par la chaleur lorsque la température de traitement dépasse 65 °C, tolérances comprises.

3 Compatibilité d'emploi avec les constituants des coulis, mortiers et bétons

3.1 Compatibilité avec les ciments

Le chlorure de calcium et les adjuvants contenant des chlorures :

3.1.1

Sont compatibles avec les ciments Portland sans ajout CPA - CEM I. Pour les ciments de haut fourneau (CHF - CEM III/ A ou B et CLK - CEM III/ C), il sera tenu compte de leur propre teneur en chlorure.

Tous ces ciments sont conformes à la norme NF P 15-301 et titulaires de la marque NF - LH.

3.1.2

Peuvent être incompatibles avec les ciments autres que ceux cités en 3.1.1 et 3.1.3, en conséquence leur utilisation avec ces ciments est subordonnée à :

- l'exécution d'épreuves préalables de vérification de compatibilité comportant au moins :
 - un essai de prise

Cet essai permet de vérifier que l'effet escompté du chlorure n'est en particulier pas supprimé par une réaction entraînant la précipitation de sels insolubles.

- un essai de résistance à la compression à 2 jours
- la confection à titre conservatoire d'éprouvettes en vue d'essais éventuels de résistance à 28 et 90 jours.

3.1.3

Sont incompatibles avec les ciments alumineux fondus et leur utilisation avec ces ciments est interdite.

3.2 Compatibilité avec d'autres adjuvants du béton

L'incorporation simultanée dans un coulis, mortier ou béton de chlorure de calcium ou d'un adjuvant contenant des chlorures et d'un autre adjuvant du béton n'est autorisée qu'après épreuve préalable de vérification de compatibilité des deux produits.

L'épreuve de compatibilité doit comporter au minimum :

- un essai de prise,

Cet essai permet de vérifier que l'effet escompté des adjuvants n'est en particulier pas supprimé par une réaction entraînant la précipitation de sels insolubles.

- un essai de résistance à la compression à 2 jours,
- des essais de contrôle de la fonction principale et des effets secondaires de l'adjuvant du béton.

Ces essais permettent de vérifier la fonction principale et les effets secondaires de l'adjuvant en présence de chlorure.

Ces essais doivent être exécutés avec le ciment choisi pour la fabrication du coulis, mortier ou béton,

- la confection, le cas échéant, à titre conservatoire, d'éprouvettes en vue d'essais éventuels de résistance à 28 et 90 jours.

3.3 Compatibilité avec les granulats

L'exécution d'épreuves préalables de compatibilité est également recommandée lorsque l'on a un doute sur la propreté des granulats utilisés ; dans ce cas les épreuves à réaliser sont celles définies à l'article 3.2, exécutées sur le béton, mortier ou coulis.

4 Dosages

4.1 Teneur maximale totale en ions-chlore (Cl^-)

La teneur maximale totale en ions-chlore susceptible d'être solubilisée dans les coulis, mortiers et bétons, est fixée aux valeurs suivantes :

- pour les coulis, mortiers et bétons non armés : 1 % de la masse du ciment,
- pour les bétons armés : 0,65 % de la masse du ciment.

4.2 Dosages maximaux du chlorure de calcium et des adjuvants contenant des chlorures

4.2.1

Le dosage maximal admissible de chlorure de calcium ou d'adjuvants contenant des chlorures dans les coulis, mortiers et bétons se déduit de la différence entre la quantité maximale en ions-chlore autorisée pour la catégorie d'ouvrage considérée (cf. § 4.1) et celle introduite par les constituants : eau de gâchage, granulats, ciment et le cas échéant adjuvants.

Calcul de la teneur globale en ions-chlore d'un béton

La quantité d'ions-chlore q introduite par les constituants dans un coulis, mortier ou béton est donnée par la formule suivante :

$$q = \alpha_1 G_1 + \alpha_2 G_2 + \alpha_3 G_3 + \dots + \beta E + \gamma C + \delta_1 A_1 + \dots$$

α_1 teneur en ion Cl^- du granulat 1 rapportée à la masse G_1 du granulat 1

α_2 teneur en ion Cl^- du granulat 2 rapportée à la masse G_2 du granulat 2

α_3 teneur en ion Cl^- du granulat 3 rapportée à la masse G_3 du granulat 3

etc.

β teneur en ion Cl^- de l'eau rapportée à la masse E de celle-ci

γ teneur en ion Cl^- du ciment rapportée à la masse C de celui-ci

δ_1 teneur en ion Cl^- de l'adjuvant rapportée à la masse A_1 de l'adjuvant 1

etc.

On en déduit la teneur globale x en ion-chlore rapportée à la masse de ciment exprimée en pour-cent par la formule :

Il est rappelé qu'un kilogramme de chlorure de calcium du commerce contient environ 500 g d'ions-chlore. Concernant les adjuvants contenant des chlorures, il est recommandé d'utiliser les adjuvants figurant sur la liste établie par la Commission Permanente des Liants Hydrauliques et des Adjuvants du Béton (COPLA) pour lesquels la teneur maximale en ions-chlore annoncée par le fabricant a été vérifiée et figure sur les notices publiées.

$$x = 100 \times \frac{q}{C}$$

4.2.2

A défaut d'essais préalables de détermination de la teneur en ions-chlore des constituants entrant dans la composition des coulis, mortiers et bétons, les teneurs maximales admissibles en ions-chlore pouvant être ajoutées sont forfaitairement fixées, suivant le cas, aux valeurs ci-après :

Teneurs maximales admissibles susceptibles d'être ajoutées par l'adjuvant (en % par rapport à la masse du ciment)

Nature du liant	Destination du produit	Granulats de carrière Granulats de ballastière pouvant justifier d'une teneur en ions-chlore < 0,1 %		Granulats marins lavés Granulats de ballastière ne pouvant justifier d'une teneur en ions-chlore < 0,1 %	
		Ions chlore (%)	Chlorure de calcium (Cl ₂ Ca, 2H ₂ O) (%)	Ions chlore (%)	Chlorure de calcium (Cl ₂ Ca, 2H ₂ O) (%)
CPA - CEM I	Coulis, mortiers et béton non armé	1	2	0,75	1,5
CPA - CEM I	Béton armé	0,65	1,30	0,35	0,7
CLK - CEM III/C CHF - CEM III/A	Béton non armé	0,5	1	0,3	0,6
Pour les granulats de ballastière, les teneurs en ions-chlore pouvant être inférieures à la valeur forfaitairement prise en compte dans ce cas, il y a tout intérêt à faire des essais en vue de déterminer les teneurs réelles en chlorure.					

4.2.3

L'emploi de chlorure de calcium et d'adjuvants contenant des chlorures dans la confection :

- de bétons pour béton armé constitués à partir de ciments CLK - CEM III/ C et CHF - CEM III/ A ou B.
- de bétons constitués à partir de granulats marins non lavés

n'est autorisé qu'après détermination préalable des teneurs en ions-chlore de tous les constituants.

Le dosage maximal admissible en ions-chlore est déterminé alors par application du (§ 4.2.1).

5 Précautions à prendre pour l'utilisation du chlorure de calcium et des adjuvants contenant des chlorures

5.1 Conditionnement

Le chlorure de calcium et les produits en poudre contenant des chlorures doivent être conservés dans des emballages étanches à l'abri de l'humidité et des changements brusques de température.

5.2 Dissolution préalable et incorporation

Le chlorure de calcium et les produits contenant des chlorures, qu'ils se présentent sous forme de paillettes ou poudres solubles ou de liquide concentré miscible à l'eau, ne doivent jamais être incorporés directement aux coulis, mortiers et bétons, mais doivent toujours être au préalable dilués dans une partie de l'eau de gâchage.

L'introduction directe de ces produits dans le mélangeur conduit à une mauvaise répartition du chlorure de calcium dans le mortier, béton ou coulis, risquant de provoquer des dégâts importants dus à la corrosion.

L'eau de dissolution du produit est considérée (bien entendu) comme faisant partie de l'eau totale nécessaire à la composition du coulis, mortier ou béton.

L'eau de dissolution représente de 10 à 20 % de l'eau totale, selon les cas d'utilisation.

Toutes les dispositions nécessaires doivent être prises pour que la concentration de la solution diluée et l'introduction de cette dernière dans le coulis, mortier ou béton soient aussi uniformes que possibles.

A cet effet un agitateur doit être utilisé pour homogénéiser la solution à tous les stades ; cette solution doit en outre :

- être préparée suffisamment à l'avance,
- être effectuée avec une quantité d'eau suffisante d'au moins le dixième et de préférence le

- cinquième de la quantité d'eau nécessaire à la confection du coulis, mortier ou béton,
- être injectée dans le reste de l'eau de gâchage pendant l'introduction de cette eau dans le malaxeur, étant entendu que ladite injection est déclenchée une seconde après l'ouverture de l'eau et s'achève au moins une seconde avant la fermeture de l'eau, le débit d'injection étant constant.

5.3 Malaxage

Dans tous les cas, le malaxage des coulis, mortiers et bétons doit assurer une diffusion homogène dans la masse du produit contenant des chlorures.

La quasi-totalité des incidents constatés sont dus à une mauvaise répartition de l'adjuvant dans le béton.

5.3.1

L'ajustement de la plasticité par addition d'eau ne doit se faire qu'après une minute au moins de malaxage, afin de tenir compte du retard initial à l'hydratation du ciment constaté avec la présence de chlorure.

Une fois la totalité des ingrédients ainsi mis en présence, le malaxage doit se poursuivre pendant :

- une minute avec les malaxeurs à axe vertical,
- deux minutes dans tous les autres cas.

5.3.2

Dans le cas particulier des bétons armés, le rapport eau/ciment doit être au plus égal à 0,50.

En effet, l'efficacité du chlorure de calcium et des adjuvants contenant des chlorures diminue avec l'augmentation de la teneur en eau du béton.

Afin de donner au béton la plasticité nécessaire, tout en conservant constant le rapport eau/ciment, il peut être utile, le cas échéant :

- d'adapter la granulométrie en particulier pour éviter les excès de sable fin,
- de renforcer le dosage en ciment,
- et éventuellement de recourir à l'utilisation modérée d'un plastifiant dans le cadre de l'article 3.2 ci-avant.

Liste des documents référencés

#1 - NF P03-001 (décembre 2000) : Marchés privés - Cahiers types - Cahier des clauses administratives générales (CCAG) applicable aux travaux de bâtiment faisant l'objet de marchés privés + Amendement A1 (novembre 2009) (Index de classement : P03-001)

Liste des tableaux

Teneurs maximales admissibles susceptibles d'être ajoutées par l'adjuvant (en % par rapport à la masse du ciment)