

Choix des classes d'exposition pour travaux maritimes

Janvier 2017

Les textes normatifs relatifs au béton prennent en compte la durabilité en s'appuyant sur la notion de classe d'exposition. Ils imposent au prescripteur de définir les actions dues à l'environnement auxquelles le béton de chaque partie d'ouvrage va être exposé pendant la durée d'utilisation de la structure.

La norme NF EN 206/CN, en conformité avec l'Eurocode 2 (norme NF EN 1992-1-1), définit 18 classes d'exposition regroupées par risque de **corrosion des armatures** (XC, XD, XS) et d'attaques du **béton** (XF, XA) dépendant des actions et conditions environnementales auxquelles le béton est soumis.

Les classes d'exposition de chaque partie d'ouvrage sont une donnée de base du projet.

La norme NF EN 206/CN fixe, pour chaque classe d'exposition, les valeurs limites spécifiées applicables pour la composition et les propriétés du béton :

- Rapport maximal eau efficace/ liant équivalent ;
- Dosage minimal en liant équivalent ;
- Classe de résistance minimale à la compression du béton ;
- Teneur minimale en air dans le béton (le cas échéant) ;
- Type et classe de constituants permis.

Chaque béton d'une partie d'ouvrage peut être soumis simultanément à plusieurs classes d'exposition.

Le béton doit respecter toutes les valeurs limites applicables pour la composition et les propriétés du béton pour chaque classe d'exposition et donc la sélection des plus sévères exigences et spécifications.

Nota : les classes d'exposition relatives à la corrosion des armatures (XC1 à XC4, XD1 à XD3, XS1 à XS3) permettent aussi de dimensionner la valeur de l'enrobage des armatures.

Ouvrages côtiers et autres ouvrages à la mer

	Partie d'ouvrage	Corrosion par carbonation	Corrosion par les chlorures marins	Corrosion induite par les solvants marins	Attaque gel/dégel	Attaque chimique
face terre sol	Epis	XC4	XS3	—	XF1 **	—
	Réforcement de talus (par zones de risques prédisposées)	XC4	XS3	—	XF1 **	—
	Mur chêne mer, poule d'ameublement	XC4	XS3	—	XF1 **	—
	Éscaliers et rampes d'accès	XC4	XS3	—	XF1 **	—
	Parties extrêmes ou en zone de marmage	XC4	XS3	—	XF1 **	—
W: 25 m	Partie immergée entièrement	XC1	XS2	—	—	—
	Partie immergée ou en zone de marmage	XC4	XS3	**	XF1 **	—
	Partie immergée en permanence ⁽¹⁾	XC1	XS2	**	—	—
	Partie complètement immergée	XC2	XS1	**	—	—
int. eau	Parties extrêmes ou en zone de marmage	XC4	XS3	**	XF1 **	—
	Partie immergée en permanence ⁽²⁾	XC1	XS2	**	—	—
	Partie complètement immergée	XC2	XS1	**	—	—
	Parties extrêmes ou en zone de marmage	XC4	XS3	**	XF1 **	—
	Partie immergée en permanence ⁽³⁾	XC1	XS2	**	—	—
se et eaux	OUVRAGES CÔTIERS ET AUTRES OUVRAGES À LA MER					

- (1) - Les parties « immergées en permanence » des ouvrages sont celles dont on peut s'assurer qu'elles sont situées, pour toute la durée d'utilisation prévue de l'ouvrage, en dessous du niveau de la basse mer, de vive eau, sauf dans le cas des bassins à flot où cette limite est déterminée par le mode d'exploitation du plan d'eau.
- (2) - Y compris éventuellement les parties d'ouvrage (ou corps morts d'amarrage) posées au fond.
- (3) - Dans le cas de salage de l'ouvrage, ou d'utilisation de produits chlorés pour son exploitation, classe à choisir le cas échéant entre XD1, XD2 ou XD3.
- (4) - Pour les ouvrages maritimes métropolitains, l'attaque gel/dégel concerne les parties aériennes ou les zones de marmage et correspond à XF1 en zone de gel faible ou modéré, sans salage ou avec salage peu fréquent, ou à XF2 en zone de gel modéré avec salage fréquent (plus de 10 jours par an). Pour le cas particulier de Saint-Pierre-et-Miquelon et des terres Australes et Antarctiques françaises, on retiendra la classe XF4 pour les parties d'ouvrage en zone de marmage ou d'embruns.
- (5) - Classe d'exposition à choisir entre XA1, XA2 ou XA3 en fonction du niveau d'agressivité de l'eau de mer polluée et/ou des eaux souterraines pouvant être en contact avec l'ouvrage.
- (6) - Classe d'exposition à choisir entre XA1, XA2 ou XA3 en fonction du niveau d'agressivité de l'eau de mer polluée, des eaux souterraines, et des marchandises, liquides ou produits pouvant être en contact avec l'ouvrage, en fonction de son utilisation prévue et du risque de pollution accidentelle
- (7) - Classe d'abrasion à choisir entre XM1, XM2 ou XM3 en fonction du niveau d'agressivité du trafic d'engins (cf. norme NF EN 1992-1-1 clause 4.4.1.2 (13)).
- (8) - Risque d'abrasion à apprécier en fonction du niveau d'agressivité de la houle, des courants, des fluides circulant dans et autour de l'ouvrage, de la fréquence des tempêtes, des frottements d'amarrages, des jets d'hélices, de la présence de sédiments, corps flottants ou matériaux abrasifs pouvant être mis en suspension, etc. La prévention du phénomène pourra s'appuyer sur la résistance à l'abrasion du matériau béton (obtenue par exemple par un faible rapport eau/ciment, la qualité des granulats, l'incorporation de fibres...) caractérisée éventuellement par des performances obtenues par des essais d'abrasion spécifiques. Dans le cas du béton armé, ce risque sera exprimé par le choix de la classe d'abrasion XM1, XM2 ou XM3 et la prévention de l'abrasion pourra en outre s'appuyer sur une é
- (9) - Ouvrage particulièrement exposé à l'abrasion induite par les matériaux et sédiments environnants.

Chaque béton d'une partie d'ouvrage peut être soumis simultanément à plusieurs classes d'exposition.

Le béton doit respecter toutes les valeurs limites applicables pour la composition et les propriétés du béton pour chaque classe d'exposition et donc la sélection des plus sévères exigences et spécifications.

Nota : les classes d'exposition relatives à la **corrosion des armatures** (XC1 à XC4, XD1 à XD3, XS1 à XS3) permettent aussi de dimensionner la valeur de l'enrobage des armatures.

Ouvrages portuaires et digues

	Valeurs de risque	XC4	XS3	XC3 **	XC1/XC2 ***	**	**
Parties communes à différentes types d'ouvrages	Opérations industrielles et zones de stockage	XC4	XS3	XC3 **	XF1 **	—	—
	Nécessité locative	XC4	XS3	XC3 **	XF1 **	—	—
	Travaux de construction	XC4	XS3	XC3 **	XF1 **	—	—
	Agrégats	XC1	XS2	—	XF1 **	—	—
Qualité sur place	Habitation permanente ou zone de marmage	XC1	XS2	—	XF1 **	—	—
	Partie immergée en permanence ⁽¹⁾	XC1	XS2	—	—	—	—
	Partie immergée en permanence ⁽²⁾	XC2	XS1	—	—	—	—
	Partie immergée en permanence ⁽³⁾	XC3	XS1	—	—	—	—
	Thermodynamique et météorologique	XC4	XS3	—	XF1 **	—	—
	Théâtre et tablier	XC4	XS3	—	XF1 **	—	—
	Rebords ou renflements	XC2	XS1	—	—	—	—
Déschâble	Partie immergée ou en permanence ⁽¹⁾	XC4	XS3	—	XF1 **	—	—
Qualification pratiquante	Caissons	XC4	XS3	XC3 **	XF1/M2 ***	**	**
	Fondations armées ou non armées	XC1	XS2	—	XF1 **	—	—
	Fondations armées ou non armées	XC2	XS1	—	—	—	—
	Blocs non armés ⁽²⁾ en permanence ⁽¹⁾	—	XS2 **	—	—	—	—
	Blocs non armés ⁽²⁾ en permanence ⁽³⁾	—	XS2 **	—	XF1 **	—	—
Qualités	OUVRAGES PORTUAIRES ET DIGUES						

- (1) - Les parties « immergées en permanence » des ouvrages sont celles dont on peut s'assurer qu'elles sont situées, pour toute la durée d'utilisation prévue de l'ouvrage, en dessous du niveau de la basse mer, de vive eau, sauf dans le cas des bassins à flot où cette limite est déterminée par le mode d'exploitation du plan d'eau.
- (2) - **Béton** non armé et sans pièces métalliques noyées. Pas de corrosion mais attaque chimique par l'eau de mer.
- (3) - Dans le cas de salage fréquent ou très fréquent de l'ouvrage, ou d'utilisation de produits chlorés pour son exploitation.
- (4) - Pour les ouvrages maritimes métropolitains, l'attaque gel/dégel concerne les parties aériennes ou les zones de marmage et correspond à XF1 en zone de gel faible ou modéré, sans salage ou avec salage peu fréquent, ou à XF2 en zone de gel modéré avec salage fréquent (plus de 10 jours par an). Pour le cas particulier de Saint-Pierre-et-Miquelon et des terres Australes et Antarctiques françaises, on retiendra la classe XF4 pour les parties d'ouvrage en zone de marmage ou d'embruns.
- (5) - Classe d'exposition à choisir entre XA1, XA2 ou XA3 en fonction du niveau d'agressivité de l'eau de mer polluée et/ou des eaux souterraines pouvant être en contact avec l'ouvrage.

- (6) - Classe d'exposition à choisir entre XA1, XA2 ou XA3 en fonction du niveau d'agressivité de l'eau de mer polluée, des eaux souterraines, et des marchandises, liquides ou produits pouvant être en contact avec l'ouvrage, en fonction de son utilisation prévue et du risque de pollution accidentelle.
- (7) - Classe d'abrasion à choisir entre XM1, XM2 ou XM3 en fonction du niveau d'agressivité du trafic d'engins (cf. norme NF EN 1992-1 clause 4.4.1.2 (13)). (8) - Risque d'abrasion à apprécier en fonction du niveau d'agressivité de la houle, des courants, des fluides circulant dans et autour de l'ouvrage, de la fréquence des tempêtes, des frottements d'amarrages, des jets d'hélices, de la présence de sédiments, corps flottants ou matériaux abrasifs pouvant être mis en suspension, etc. La prévention du phénomène pourra s'appuyer sur la résistance à l'abrasion du matériau béton (obtenue par exemple par un faible rapport eau/ciment, la qualité des granulats, l'incorporation de fibres...) caractérisée éventuellement par des performances obtenues par des essais d'abrasion spécifiques. Dans le cas du béton armé, ce risque sera exprimé par le choix de la classe d'abrasion XM1, XM2 ou XM3 et la prévention de l'abrasion pourra en outre s'appuyer sur une épaisseur sacrificielle d'enrobage comme prévu par la clause 4.4.1.2 (13) de la norme NF EN 1992-1-1.
- (9) - Pour ce béton non armé susceptible de relever de la classe X0, les spécifications (autres que la résistance minimale liée aux efforts à reprendre) sont données par le FD P 18-011.
- (10) - Béton non armé et sous pièces métalliques noyées. Pas de corrosion mais attaque chimique par l'eau de mer.
- (11) - En France, pour éviter l'attaque chimique du matériau béton dans le cas particulier de l'exposition à l'eau de mer, il est admis par le fascicule FD P 18-011, appelé par la norme NF EN 206/CN, d'appliquer les prescriptions de composition de la classe XS1 (parties exposées à l'air véhiculant du sel marin et, par interprétation de la norme, à l'infiltration des chlorures marins pour les parties enterrées), XS2 (béton immergé en permanence) ou XS3 (béton en zone de marmage et d'exposition aux embruns) des tableaux NAF de la norme NF EN 206/CN, qui l'élément de béton soit armé ou non, et non les prescriptions de composition de la classe XA3 qui résulteraient de l'application du tableau 2 de la norme NF EN 206/CN. Pour le cas d'ouvrages au contact d'eau de mer polluée ou mélangée à d'autres eaux de surface, par exemple, une analyse est à effectuer au cas par cas vis-à-vis des attaques chimiques possibles.

• d'ouvrage	Partie d'ouvrage	Constituante par composition	Constituante par les réactions avec les sols	Constituante isolante par les réactions avec les fluides	Alésage gel/dégel	Alésage chimique	Autre
• par morceau	Pierre molles, brique séisme ou pierre en permanence	XCA	XS3	—	—	—	—
	Pierre molles, brique séisme ou pierre en permanence	XC1	XS2	—	—	—	—
	Pierres molles, brique séisme ou pierre en permanence	XC2	XS1	—	—	—	—
	Rébarberage, éléments d'ancrage	XC3	XS2	—	—	—	—
• eau	—	XC4	XS2	—	—	—	—
• eau de radoub	Murs et fondations	XCA	XS3	—	XF1*	—	—
	Réseau, mur de tête	XC4	XS3	—	XF1*	—	—
• eau	Block béton préfabriqué	—	XS2**	—	—	—	—
	Block béton préfabriqué (partie immergée dans l'eau de radoub)	—	XS3**	—	XF1*	—	—
	Caissons : partie en permanence	XC1	XS2	—	—	—	—
	Caissons : partie en permanence	XC2	XS3	—	XF1*	—	—
	Autre : partie en permanence	XC3	XS3	—	XF1*	—	—
	Autre : couronnement	XC4	XS3	—	XF1*	—	—
	Chaussées et dalles non armées des quais	XC4	XS3	—	XF1*	—	—

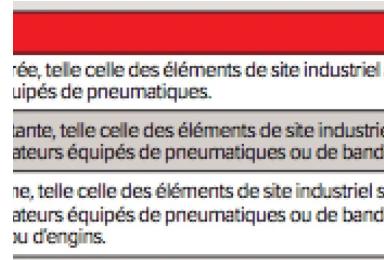
Suite du tableau : OUVRAGES PORTUAIRES ET DIGUES

- (1) - Les parties « immergées en permanence » des ouvrages sont celles dont on peut s'assurer qu'elles sont situées, pour toute la durée d'utilisation prévue de l'ouvrage, en dessous du niveau de la basse mer, de vive eau, sauf dans le cas des bassins à flot où cette limite est déterminée par le mode d'exploitation du plan d'eau.
- (4) - Pour les ouvrages maritimes métropolitains, l'attaque gel/dégel concerne les parties aériennes ou les zones de marmage et correspond à XF1 en zone de gel faible ou modéré, sans salage ou avec salage peu fréquent, ou à XF2 en zone de gel modéré avec salage fréquent (plus de 10 jours par an). Pour le cas particulier de Saint-Pierre-et-Miquelon et des terres Australes et Antarctiques françaises, on retiendra la classe XF4 pour les parties d'ouvrage en zone de marmage ou d'embruns.
- (5) - Classe d'exposition à choisir entre XA1, XA2 ou XA3 en fonction du niveau d'agressivité de l'eau de mer polluée et/ou des eaux souterraines pouvant être en contact avec l'ouvrage.
- (7) - Classe d'abrasion à choisir entre XM1, XM2 ou XM3 en fonction du niveau d'agressivité du trafic d'engins (cf. norme NF EN 1992-1-1 clause 4.4.1.2 (13)).
- (8) - Risque d'abrasion à apprécier en fonction du niveau d'agressivité de la houle, des courants, des fluides circulant dans et autour de l'ouvrage, de la fréquence des tempêtes, des frottements d'amarrages, des jets d'hélices, de la présence de sédiments, corps flottants ou matériaux abrasifs pouvant être mis en suspension, etc. La prévention du phénomène pourra s'appuyer sur la résistance à l'abrasion du matériau béton (obtenue par exemple par un faible rapport eau/ciment, la qualité des granulats, l'incorporation de fibres...) caractérisée éventuellement par des performances obtenues par des essais d'abrasion spécifiques. Dans le cas du béton armé, ce risque sera exprimé par le choix de la classe d'abrasion XM1, XM2 ou XM3 et la prévention de l'abrasion pourra en outre s'appuyer sur une épaisseur sacrificielle d'enrobage comme prévu par la clause 4.4.1.2
- (13) - De la norme NF EN 1992-1-1.
- (10) - Béton non armé et sans pièces métalliques noyées. Pas de corrosion mais attaque chimique par l'eau de mer.
- (11) - En France, pour éviter l'attaque chimique du matériau béton dans le cas particulier de l'exposition à l'eau de mer, il est admis par le fascicule FD P 18-011, appelé par la norme NF EN 206/CN, d'appliquer les prescriptions de composition de la classe XS1 (parties exposées à l'air véhiculant du sel marin et, par interprétation de la norme, à l'infiltration des chlorures marins pour les parties enterrées), XS2 (béton immergé en permanence) ou XS3 (béton en zone de marmage et d'exposition aux embruns) des tableaux NAF de la norme NF EN 206/CN, qui l'élément de béton soit armé ou non, et non les prescriptions de composition de la classe XA3 qui résulteraient de l'application du tableau 2 de la norme NF EN 206/CN. Pour le cas d'ouvrages au contact d'eau de mer polluée ou mélangée à d'autres eaux de surface, par exemple, une analyse est à effectuer au cas par cas vis-à-vis des attaques chimiques possibles.

Description des classes d'abrasion

Classes d'abrasion

Le risque d'abrasion est pris en compte par le choix de la classe d'abrasion XM1, XM2 ou XM3. La prévention de l'abrasion conduit à augmenter l'enrobage minimal Crmind'une valeur ki .



Description des classes d'abrasion

Découvrez l'ensemble de la revue



Cet article est extrait de [Les ouvrages en béton en site](#)

Auteur

maritime

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 25/02/2026 © infociments.fr