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) d'exposition regroupées par risque de corrosion des armatures (XC, XD, XS) et d'atta 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 ;
- Rapport maximal eau entrace; i intre cupraient, posage minimal en liant équivalent; Classe de résistance minimale à la compression du bétt Teneur minimale en air dans le béton (le cas échéant); Type et classe de constituants permis. rossion du béton ;

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) ensionner la valeur de l'enrobage des armatures

Ouvrages côtiers et autres ouvrages à la mer

	Partie d'ouvrage	Corrosion par carbonatation	Corresion par les chlorures marins	Corrosion indulte per les chlorures autres que marins	Attaques gel/dégel	Attect
	Épis	XC4	XS3	-	XF1**	0
fense toral	Revêtement de talus (par dalles ou éléments préfabriqués)	XC4	XS3	-	XF1 **	
	Mur chasse-mer, poutre de tête, couronnement	XC4	XS3	-	XF1 **	
	Escaliers et rampes d'accès	XC4	XS3	-	XF1 **	- 10
w:	Parties aériennes ou en zone de mamage	XC4	XS3	-	XF1 **	*
rsi, t	Partie immergée en permanence ^{mo}	XC1	XS2	-		10
	Partie complètement enterrée	XC2	XS1	-	-	0
ntes, are	Parties aériennes ou en zone de mamage	XC4	XS3	9	XF1 **	
	Partie immergée en permanence ****	XC1	XS2	9	-	
se et saires	Partie complètement enterrée	XC2	XS1	9		
	Parties aériennes ou en zone de mamage	XC4	XS3	0	XF1 **	
	Partie immergée en permanence (192)	XC1	XS2	9	-	

- (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 cones de marnage et correspond à XF1 en zone de gel faible ou modéré, sans salage ou avec salage peu fréquent, ou à XF2 en zone de qel 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 marnage ou d'embruns.
- (5) Classe d'exposition à choisir entre XA1, XA2 ou XA3 en fonction du niveau d'agressivité de l'eau de m 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'amarres, 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'appuver 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 b é, 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
- paisseur sacrificielle d'enrobage comme prévu par la clause 4.4.1.2 (13) de la norme NF EN 1992-1-1. (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 diques

	Voies de grues	XC4	XS3	X03 °	XF1, XF2 sisalage fréquent **		- OR
	Datios et revêtements armés de tous quais	XC4	XS3	XD3 °	XF1, XF2 si salage fréquent "	0	- 3
Parties communes à différents types d'ouvrages	Massifs bollards	XC4	XS3	X03 °	XF1, XF2 si salage fréquent **	۰	
	Poutres de couronnement	XC4	XS3	X03 °	XF1, XF2 si salage fréquent **		°et
	Aqueducs	XC4	XS3	-	XF1 **		
	Pleux ipartie aérienne ou en zone de marragei	XC4	XS3	-	X61 **	0	-
	Partie des pieux immergée en permanence "	XC1	XS2	-	-	۰	-
Qual sur pieux	Partie-complétement enternée des pleux	XC2	351	-	-		-
	Remplissage tubes metaliques **	-		-	-		-
	Tétes de pieux	XC4	XS3	-	XF1 **		-
	Poutres et béton de clavetage	XC4	XS3	-	XF1 **		-
	Rideaux ou massifs d'ancrage	XC2	XS2	-	-		-
Duc-d'Albe	Portie aérienne ou en zone de mamage	XC4	XS3	-	XF1 **	0	
Qual calssons préfabriqués	Calssons	XC4	XS3	X03 °	XF1, XF2 si salage fréquent "		*
	Fondations armées (partie immergée en permanence ")	XIC1	XS2	-	-		-
	Fondations années (parties triblement entendes)	XC2	XS1	-	-	0	-
Qualities	Blocs non armés *** (sarse immergée en permanence **)	-	XS2 =	-	-		-
	Biocs non armés ¹⁷	-	X53 =	-	XF1 **		-

- (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
- (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 marnage 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 marnage 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'amarres, 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 épais sacrificielle d'enrobage comme prévu par la clause 4.4.1.2 (13) de la norme NF FN 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
- (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 marnage et d'exposition aux embruns) des tableaux NAF de la norme NF EN 206/CN, que 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.

e d'ouvrages	Partie d'ouvrage	Corrosion per cerbonatetion	Corrosion per les chlorures marins	Corrosion incluite per les chlorures autres que marins	Attaques gel/dégel	Attaques chimiques	fision d'abre
ai paroi moulée	Parois-moulées spartie aérienne ou en zone de mamagel	XC4	XS3	-	XF1 **	۰	
	Parois moulées bartie immergée en permanence "7	XCI	XS2	-	-		
	Parois moulées (parties complétement enternées)	XCS	XS1	-	-		-
	Rideaux ou messifs d'ancrage	XC2	XS2	-	-		-
use	Rader	302	XS2	-			
use	Mars et bajoyers	XC4	XS3	-	X0"1 **	- 0	
me de radoub	Radier, mur de tête et bajoyers	XC4	XS3		30°1 °		° et
	Blocs beton préfabriqués de carapace "1" (partie immergée en permanence "1"	-	XS2**	-		*	۰
	Blocs béton prélabriqués de carapace ¹⁰ (partie aérienne ou en zone de marrage)	-	XS3 ***	-	XF1 =	-	-
poes	Calssons : partie immergée en permanence "	XC1	XS2	-			
	Caissons : partie aérienne ou en zone de mamage	XC4	XS3	-	30'1"		
	Mur de couronnement/ mur chasse-mer	XD4	XS3	-	30'1"	9	
	Chaussées et dalles non-armées des quais	XIC4	XS3	-	30'1"		a

- (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 marnage 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 marnage 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'amarres, 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 bé né, 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
- (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 marnage et d'exposition aux embruns) des tableaux NAF de la norme NF EN 206/CN, que 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 Cmind'une valeur ki .

> rée, telle celle des éléments de site industriel so uipés de pneumatiques.

> ante, telle celle des éléments de site industriel ateurs équipés de pneumatiques ou de banda

> ne, telle celle des éléments de site industriel so ateurs équipés de pneumatiques ou de bandaç ou d'engins.

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

Article imprimé le 28/10/2025 © infociments.fr