

**Tableau n°16 : valeurs limites spécifiées applicables en France à la composition et aux propriétés du béton (extrait du tableau NA.F.1 de la norme NF EN 206-1)**

Classes d'exposition		Rapport $E_{eff}/Liant_{eq}$ maximal	Classe de résistance minimale	Teneur minimale en Liant <sub>eq</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	Teneur minimale en air (%)	
Aucun risque de corrosion ou d'attaque		X0	-	150	-	
Carbonatation		XC1	0,65	C20/25	260	
		XC2	0,65	C20/25	260	
		XC3	0,60	C25/30	280	
		XC4	0,60	C25/30	280	
Corrosion induite par les chlorures	Eau de mer	XS1	0,55	C30/37	330	
		XS2	0,55	C30/37	330	
		XS3	0,50	C35/45	350	
	Origine autre que marine	XD1	0,60	C25/30	280	
		XD2	0,55	C30/37	330	
		XD3	0,50	C35/45	350	
Attaques gel/dégel		XF1	0,60	C25/30	280	
		XF2	0,55	C25/30	300	4,0
		XF3	0,55	C30/37	315	4,0
		XF4	0,45	C30/37	340	4,0
Attaques chimiques		XA1	0,55	C30/37	330	
		XA2	0,50	C35/45	350	
		XA3	0,45	C40/50	385	

**Nota :** en France, certaines classes d'exposition correspondent à des spécifications identiques (XC2 et XC1/XC3 et XF1/XC4 et XF1/XS1 et XS2/XD1 et XF1).

### 3.2.9 - Exemple de désignation des bétons

La commande d'un béton coulé en place, BPS ou BCP, doit impérativement comporter les informations spécifiées dans l'article 6 de la norme.

#### > Bétons à Propriétés Spécifiées (BPS)

**BPS NF EN 206-1 C 30/37 XC1 (F) Dmax 22,4 S2 CI 0,65**

Cette désignation reprend dans l'ordre :

- Le type de béton : BPS
- La conformité à la norme : NF EN 206-1
  - La classe de résistance à la compression : C 30/37
  - La classe d'exposition : XC1 (F)

**Tableau n°18 : définition des classes d'exposition en fonction des risques de corrosion et d'attaque**

	Classe d'exposition	Risques de corrosion et d'attaques
	XO	Aucun risque de corrosion ou d'attaque
Risques de corrosion	XC	Corrosion induite par carbonatation
	XD	Corrosion induite par les chlorures ayant une origine autre que marine
	XS	Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer
Attaques	XF	Attaques gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage
	XA	Attaques chimiques

**Nota :** Actions dues à l'environnement = Actions physiques et chimiques auxquelles le béton est exposé, qui entraînent des effets sur le béton et les armatures et qui ne sont pas considérées comme des charges pour la conception de la structure.

A chaque classe d'exposition correspondent des spécifications sur la composition des bétons et la classe de résistance sous forme d'exigences minimales à respecter. Les spécifications concernent en particulier la nature et le dosage minimal en ciment, la valeur maximale du rapport Eau/Liant<sup>équivalent</sup>, la classe de résistance du béton, la teneur maximale en chlorures ainsi que la valeur de l'enrobage des armatures.

La précision des données permettant la détermination des classes d'exposition est fondamentale pour chaque ouvrage. Le marché doit donc préciser toutes les données caractérisant l'environnement dans lequel sont situées les parties de l'ouvrage ainsi que les classes d'exposition.

**Nota :** Les classes d'exposition prennent notamment en compte l'humidité relative du milieu et les éventuels cycles d'humidification séchage.

**Nota :** la classe XO ne concerne que les bétons non armés ou faiblement armés avec un enrobage d'au moins 5 cm, à condition qu'ils ne soient soumis ni au gel, ni à l'abrasion, ni à des attaques chimiques.

**Tableau n°19 : exemples de type de béton concerné pour chaque classe d'exposition**

Classe d'exposition	Béton concerné
XO	Béton non armé ou béton armé en environnement très sec.
XC	Béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées exposé à l'air et à l'humidité.
XD	Béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées soumis au contact d'une eau ayant une origine autre que marine contenant des chlorures, y compris des sels de déverglaçage.
XS	Béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées soumis au contact des chlorures présents dans l'eau de mer ou à l'action de l'air véhiculant du sel marin.
XF	Béton soumis à une attaque significative due à des cycles gel/dégel alors qu'il est mouillé.
XA	Béton exposé aux attaques chimiques se produisant dans les sols naturels, les eaux de surface et/ou les eaux souterraines.

**Tableau n°20 : description de l'environnement correspondant à chaque classe d'exposition**

Classe d'exposition	Description de l'environnement
XC1	Sec ou humide en permanence
XC2	Humide, rarement sec
XC3	Humidité modérée
XC4	Alternance d'humidité et de séchage
XD1	Humidité modérée
XD2	Humide, rarement sec
XD3	Alternance d'humidité et de séchage
XS1	Exposé à l'air véhiculant du sel marin, mais pas en contact direct avec l'eau de mer
XS2	Immergé en permanence
XS3	Zones de marnage, zones soumises à des projections ou à des embruns
XF1	Saturation modérée en eau sans agent de déverglaçage
XF2	Saturation modérée en eau avec agent de déverglaçage
XF3	Forte saturation en eau sans agent de déverglaçage
XF4	Forte saturation en eau avec agent de déverglaçage
XA1	Environnement à faible agressivité chimique
XA2	Environnement d'agressivité chimique modérée
XA3	Environnement à forte agressivité chimique

**Tableau n°21 : exemples informatifs d'ouvrages  
ou de parties d'ouvrages correspondant à chaque classe d'exposition**

Classe d'exposition	Exemples informatifs
<b>X0</b>	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est très faible.
<b>XC1</b>	Béton de structures couvertes, closes ou non, à l'abri de la pluie sans condensation. Béton submergé en permanence dans l'eau.
<b>XC2</b>	Surfaces de béton soumises au contact à long terme de l'eau. Un grand nombre de fondation.
<b>XC3</b>	Béton de structures couvertes, closes ou non, à l'abri de la pluie avec condensation. Béton extérieur abrité de la pluie.
<b>XC4</b>	Béton extérieur exposé à la pluie (y compris les retours de ces parties sur plusieurs dizaines de centimètres). Ponts.
<b>XD1</b>	Surfaces de béton exposées à des chlorures transportés par voie aérienne.
<b>XD2</b>	Piscines. Eléments en béton exposés à des eaux industrielles contenant des chlorures.
<b>XD3</b>	Eléments de ponts exposés à des projections contenant des chlorures. Chaussées. Parties (par exemple, les parties supérieures des dalles et rampes) de parcs de stationnement de véhicules exposées directement aux sels et ne comportant pas de revêtement.
<b>XS1</b>	Eléments de structures exposés aux sels marins et situés de 500 m à 5 km de la côte, sauf topologie particulière.
<b>XS2</b>	Eléments de structures marines immergés.
<b>XS3</b>	Eléments de structures situés de 0 à 500 m de la côte.
<b>XF1</b>	Surfaces verticales de béton exposées à la pluie et au gel.
<b>XF2</b>	Surfaces verticales de béton des ouvrages routiers exposés au gel et à l'air véhiculant des agents de déverglaçage.
<b>XF3</b>	Surfaces horizontales de béton exposées à la pluie et au gel.
<b>XF4</b>	Routes et tabliers de pont exposés aux agents de déverglaçage. Surfaces de béton verticales directement exposées aux projections d'agents de déverglaçage et au gel. Zones des structures marines soumises aux projections et exposées au gel.
<b>XA1</b>	Eléments de structures en contact avec le sol ou un liquide agressif. Ouvrages de génie civil soumis à attaque chimique.
<b>XA2</b>	
<b>XA3</b>	

## - Détermination des classes d'exposition

La détermination rigoureuse des classes d'expositions auxquelles est soumis le béton nécessite une analyse par étapes successives de l'ensemble des actions environnementales potentielles. Cette démarche peut être décomposée en cinq étapes.

Etape 1 : prise en compte des conditions climatiques,

Etape 2 : prise en compte de la localisation géographique de l'ouvrage par rapport à la mer

Etape 3 : prise en compte de l'exposition du béton à l'air et à l'humidité

Etape 4 : prise en compte de l'action des chlorures d'origine autre que marine

Etape 5 : prise en compte du contact avec le sol et des eaux de surface ou souterraines.

### Synoptique pour la détermination des classes d'exposition

