

2010 - Application des Eurocodes

Recommandations à la maîtrise d'ouvrage

Ouvrages
d'art
31

L'objet de cette note d'information est d'indiquer aux maîtres d'ouvrages les spécifications particulières sur lesquelles ils sont conduits à préciser leurs exigences pour permettre l'application des Eurocodes, pour la conception et la vérification d'un ouvrage d'art.

Les Eurocodes demandent plus spécialement aux maîtres d'ouvrages de définir leurs exigences vis à vis de la sécurité, la durabilité et la qualité de leurs projets.

L'application systématique des Eurocodes est imminente. Dès juillet 2009, le groupe d'étude des marchés « ouvrages – travaux et maîtrise d'œuvre » a recommandé aux maîtres d'ouvrage d'établir leurs spécifications techniques en référence aux normes françaises transposant les normes européennes de conception dites « Eurocodes ». Cette recommandation [2] rappelle les conditions de co-existence avec les anciennes normes pendant la période de transition, période qui s'achève en mars 2010. A partir d'avril 2010, l'emploi des Eurocodes va devenir la règle de base.

Cette note constitue une synthèse du guide Sétra pour l'application des Eurocodes par les maîtres d'ouvrage [1].

Sommaire

1 – Les Eurocodes et les aspects juridiques de la normalisation	2
2 – Le programme de l'ouvrage et les spécifications particulières relatives à l'application des Eurocodes.....	3
3 – Les choix du maître de l'ouvrage.....	11
4 – Lexique	12
5 – Bibliographie.....	13

1 – Les Eurocodes et les aspects juridiques de la normalisation

Le code des marchés publics (d'août 2006) [7] a été rédigé en conformité à la directive du Parlement européen de 2004 relative aux procédures de passation des marchés de travaux, de fournitures et de service [5]. Le principe du marché unique requiert que les spécifications contractuelles d'un marché ne soient pas discriminatoires à l'égard d'un entrepreneur ou d'un fournisseur de l'espace économique européen. L'harmonisation des méthodes de calcul vise à faciliter la libre circulation des prestations de service et des produits de la construction. Les Etats membres doivent donc se référer aux Eurocodes dans leurs réglementations nationales. L'échéance de mars 2010, pour leur transposition en normes nationales et pour le retrait des référentiels nationaux en contradiction, figure en avant-propos de chaque Eurocode,

Contrairement aux règlements antérieurs (CCTG et DTU), les normes sont d'application volontaire. L'article 6 du code des marchés publics [7] stipule que les spécifications techniques doivent être définies soit en référence à des normes ou à d'autres documents équivalents, soit en termes de performances ou d'exigences fonctionnelles. Si le marché fait référence à des normes, l'article 3 de l'arrêté ministériel du 23 août 2006 stipule que les normes nationales, transposant les normes européennes, doivent être choisies préférentiellement.

L'ensemble du corpus normatif européen est aujourd'hui homologué (transposé en normes françaises). Les annexes nationales sont aussi publiées. En conséquence, **il est recommandé aux pouvoirs adjudicateurs de les contractualiser dans tous leurs marchés de travaux d'ouvrages d'art, à compter du 1^{er} janvier 2010**, suivant les recommandations du GEM.OTM [2].

Seuls les décrets et arrêtés nationaux auxquels se réfèrent les annexes nationales de l'Eurocode 8, relatives à la justification des structures vis-à-vis **du risque sismique**, ne sont pas publiés. Dans l'attente de leur publication, il est recommandé aux maîtres d'ouvrage de se conformer aux dispositions transitoires exposées au chapitre 2.2.1 (actions accidentelles) de la présente note.

Les Eurocodes sont des normes de conception. Elles ont été établies pour être **compatibles et homogènes aux produits de la construction** dont la libre circulation, dans l'espace économique européen, est garantie par leur marquage CE. Ces produits doivent répondre aux six exigences essentielles de la directive produits de la construction [4], à savoir :

1. la résistance mécanique et la stabilité des ouvrages ;
2. la sécurité en cas d'incendie ;
3. l'hygiène, la santé et l'environnement ;
4. la sécurité d'utilisation ;
5. la protection contre le bruit ;
6. les économies d'énergie.

L'emploi des Eurocodes assure d'une présomption de satisfaction aux exigences de résistance mécanique, de stabilité des ouvrages et de sécurité d'utilisation (voire aussi en cas d'incendie).

2 – Le programme de l'ouvrage et les spécifications particulières relatives à l'application des Eurocodes

Le **programme** de l'ouvrage est l'élément essentiel de l'expression des attentes du maître d'ouvrage. Il traduit le **besoin** en **exigences de sécurité, de durabilité et de qualité**, et énonce les **données** fonctionnelles et du site.

Le programme est le document, établi sous la responsabilité du maître de l'ouvrage, dans lequel sont exprimés ses choix (ce qu'il veut) et ses connaissances (ce qu'il sait). Doivent également figurer les contraintes du projet (du site, de l'exploitation, de sécurité). Il comprend deux grandes parties :

- les données, indépendantes des Eurocodes ;
- les exigences, qui doivent être exprimées en des termes compatibles avec les Eurocodes.

Les maîtres d'ouvrage (non spécialistes des ouvrages d'art) peuvent solliciter les services d'un assistant à maîtrise d'ouvrage, compte tenu de la complexité de la réglementation et des responsabilités prises, notamment dans le domaine de la sécurité des personnes.

2-1 Les choix fondamentaux de la maîtrise d'ouvrage

Les Eurocodes ont introduit l'analyse des risques comme méthode d'évaluation des choix du maître de l'ouvrage. Elle répond aux principes de précaution et de gestion durable pour les projets d'infrastructures.

Cette méthode consiste à croiser les **aléas** (phénomènes à l'origine d'un risque) avec la **vulnérabilité** (qui dépend généralement de la conception de la structure) et les **conséquences** humaines, socio-économiques, médiatiques des dommages provoqués par l'événement.

Ainsi, le maître de l'ouvrage se doit préalablement de définir la **classe de conséquence** de son projet. A titre d'exemple, l'EC 1990 indique, pour les bâtiments, la classification suivante :

Classes de conséquences	Description	Exemples bâtiments dans l'EN 1990
CC3	Conséquences élevées	Tribunes
CC2	Conséquences moyennes	Bâtiments résidentiels et de bureaux
CC1	Conséquences faibles	Bâtiments agricoles normalement inoccupés

De ce choix découlent la classe de **fiabilité** et les niveaux de **supervision** et de **contrôle du projet**.

La **fiabilité** correspond à la **probabilité de défaillance** de la structure, où les sollicitations dépassent la résistance. En méthode semi-probabiliste, des coefficients de sécurité sont affectés aux actions et à la résistance des matériaux pour couvrir leurs incertitudes.

La fiabilité dépend également des niveaux de supervision et de contrôle (à niveaux élevés, incertitudes plus faibles).

A la classe de conséquences **CC2**, les Eurocodes recommandent une classe de fiabilité **RC2 (Risk Class)** et des niveaux de supervision **DSL 2 (Design Supervision Level)** et de contrôle **IL2.(Inspection Level)**.

Pour les ouvrages d'art (à l'exception des ouvrages exceptionnels), il est recommandé de retenir comme classe de conséquences **CC2**, et de conserver l'organisation traditionnelle française à savoir :

- une classe de fiabilité RC2 : les structures sont justifiées sans modification des facteurs partiels de sécurité prévus dans les Eurocodes et fixés dans les annexes nationales ;
- une supervision élargie, prévoyant un contrôle par tierce partie assuré par un organisme différent de celui qui a réalisé le projet (équivalent au niveau DSL3) ;
- un contrôle étendu, par tierce partie (équivalent au niveau IL3).

Le maître d'ouvrage a la responsabilité de mettre en place l'organisation correspondante et de s'assurer de la compétence des prestataires qu'il retient. On entend par supervision la vérification des calculs et des plans d'exécution qui doit être effectuée par un bureau d'études autre que celui chargé de l'établissement du projet. Le contrôle étendu porte sur l'exécution de l'ouvrage. Il est exercé par le maître d'œuvre dans le cadre du schéma d'organisation du plan qualité du chantier, assisté de laboratoires spécialisés pour certains contrôles d'exécution (fondations, assemblages soudés, fourniture béton, mise en œuvre précontrainte, ...).

2-2 Les exigences de la maîtrise d'ouvrage

Les chapitres, ci-dessous, détaillent les exigences de **sécurité**, de **durabilité** et certaines exigences de **qualité** dont l'expression incombe aux maîtres d'ouvrage pour permettre l'application des Eurocodes lors de la conception et de la vérification de l'ouvrage.

Le maître d'ouvrage peut confier le soin de préparer le programme à un assistant maître d'ouvrage, mais il conserve néanmoins la responsabilité des choix qui lui seront présentés. Le tableau de synthèse du chapitre 3 permet d'avoir une lecture rapide des exigences à spécifier.

Pour la prise en considération des données fonctionnelles et des données de site, les maîtres d'ouvrage pourront se reporter au guide du Sétra [1] pour l'application des Eurocodes, mais aussi aux guides Sétra du projeteur ouvrages d'art (janvier 1999) et des études OA (novembre 1997).

2-2-1 Les exigences vis-à-vis de la sécurité des structures

Un changement de destination des structures est souvent à l'origine d'incidents voire d'accidents. Un ouvrage conçu pour une utilisation provisoire (situation transitoire) peut ne pas être suffisamment résistant pour une exploitation durable.

Les situations exceptionnelles naturelles (séismes, vent...) ou d'exploitation (surcharges, chocs), dont la probabilité et l'intensité n'ont pas été évaluées correctement, sont aussi à l'origine de dégradations ou d'accidents dont les conséquences peuvent être importantes.

Il est de la responsabilité des maîtres d'ouvrage et des gestionnaires de fixer précisément leurs exigences en la matière. Il faut distinguer :

- les situations durables (en exploitation courante et non courante) ;
- les situations exceptionnelles (ou accidentelles).

A - Les situations durables

Exploitation courante

Le maître de l'ouvrage et le gestionnaire doivent indiquer l'**importance du trafic** (choix entre 2 classes), la **probabilité de foule** sur l'ouvrage et les **conditions particulières** d'exploitation :

- **la 1^{ère} classe** est adaptée aux *itinéraires internationaux* ou aux ouvrages supportant un trafic élevé de PL fortement chargés (proximité de zones industrielles, portuaires, forestières). Elle est également recommandée pour les ouvrages larges en site urbain, susceptibles de connaître des engorgements fréquents (périphériques par exemple) ;
- **la 2^{ème} classe** est adaptée aux *itinéraires routiers courants français*. Dans ce cas, une minoration de 10 % est appliquée sur les charges routières concentrées et de 20 à 30 % sur les chargements uniformes.

Les modèles de charge de l'Eurocode 1 ne sont pas directement applicables aux ouvrages de portée supérieure à 200 m.

Le maître d'ouvrage précisera si l'ouvrage est susceptible de supporter **une foule dense** (manifestations par exemple). Dans ce cas, une charge uniformément répartie de 5 kN/m² sera prise en compte indépendamment de toute autre charge.

Le maître d'ouvrage peut également fixer des spécifications particulières, par exemple sur l'accessibilité de charges lourdes sur les trottoirs (si des dispositifs de retenue sont démontables), sur des déformations maximales ou des vibrations admissibles, sur des actions climatiques particulières.

Exploitation non courante (convois exceptionnels)

Le maître de l'ouvrage et le gestionnaire doivent préciser les types de convois susceptibles d'emprunter l'itinéraire. Ils pourront faire référence aux textes français :

- les types de convois exceptionnels sont définis par la lettre/circulaire R/EG 3 du 20 juillet 1983 ;
- les convois militaires sont définis dans le fascicule 61 titre II.

Ils doivent par ailleurs indiquer les conditions de circulation de ces convois. Ils pourront faire référence au guide pour la prise en compte des véhicules spéciaux sur les ponts routiers [3]. Ce guide est joint en annexe à l'annexe nationale de l'Eurocode 1991 1-2 (NF EN 1991-2/NA). Il permet de préciser :

- des convois particuliers (engins de chantier 23 m³ ou 34 m³) ;
- des convois militaires tels que définis au fascicule 61 titre II et définir les conditions de leur circulation :
 - le convoi circule-t-il seul sur ouvrage ou mêlé au trafic courant ?
 - le nombre de convois présents simultanément sur l'ouvrage ;
 - l'espacement entre deux convois si plusieurs convois circulent simultanément ; en général on retiendra 25 mètres ;
 - la vitesse de circulation ; en général, circulation à faible vitesse (inférieure ou égale à 5 km/h) ou à vitesse normale (de l'ordre de 70 km/h) ;
 - si la circulation du convoi est possible sur les bandes d'arrêt d'urgence ou sur les bandes dérasées. Il peut être en effet nécessaire de prévoir le cas d'un convoi en panne garé sur la bande d'arrêt d'urgence ou une modification des voies définitive ou provisoire (phase de travaux par exemple) ;
 - si le convoi doit circuler impérativement selon un axe imposé, ce n'est généralement le cas que pour les convois très lourds et circulant seul sur ouvrage.

Les charges de fatigue

Comme précédemment, les conditions d'exploitation (type de convois et identification des voies lentes) doivent être précisées a priori.

L'Eurocode 1 partie 2 (ponts) définit cinq modèles de charges de fatigue. Le modèle n°3 (FLM3) a été défini pour représenter les effets du trafic total, applicable sur tous les ouvrages, moyennant la prise en compte d'un coefficient d'ajustement. Il est recommandé de retenir ce modèle pour la conception des ouvrages neufs.

La position de ces charges sur l'ouvrage est primordiale. L'implantation des voies lentes doit être définie en fonction du trafic normalement prévisible. Il convient de tenir compte de son évolution et des changements possibles d'affectation des voies. Les choix portent sur « *le nombre de voies devant être considérées comme chargées, leur emplacement sur la chaussée et leur numérotation afin d'obtenir les effets les plus défavorables* ».

Un guide du Sétra (à paraître), traitant des Eurocodes 0 et 1, apportera les précisions nécessaires à ces choix d'exploitation.

Les sollicitations de fatigue étant définies, la justification des structures doit être traitée par nature de matériau en se référant aux Eurocodes correspondants :

- l'EN1992-1-1 Section 6.8 pour les ouvrages en béton ;
- l'EN1993-1-9 pour les structures en acier ;
- l'EN1994-2 Section 6.8 pour les ponts mixtes.

Les actions du vent

Les effets du vent sont évalués à partir de la localisation en France et de la rugosité du sol. L'annexe nationale de l'Eurocode NF EN 1991-1-4 donne la valeur de la vitesse du vent à prendre en compte en fonction de ces deux paramètres.

B - Les situations exceptionnelles (accidentelles)

Les principales actions accidentelles, traitées dans les Eurocodes et intéressant les ponts et les bâtiments, sont **les incendies, les chocs, les explosions** et certains risques naturels (**séismes** et/ou évènements climatiques exceptionnels).

Les incendies

Les ponts et les passerelles piétonnes ne sont pas soumis à la réglementation incendie. Toutefois, une analyse de ce risque est à prévoir pour des ouvrages soumis à un aléa spécifique (proximité d'un dépôt de carburants, fort trafic de transports de produits inflammables) ou particulièrement vulnérables (ouvrages à câbles ou à haubans).

Les chocs sur les appuis, le tablier et les dispositifs de retenue

L'EN 1991-1-7 traite des actions accidentelles dues aux chocs et aux explosions et met l'accent sur la prévention des risques, par réduction de l'aléa (portique de signalisation, réduction des vitesses, limitation des PL) ou de la vulnérabilité (conception, renforcement de la structure).

Pour la justification de la conception, l'EN 1991-1-7 définit les forces statiques équivalentes représentatives d'un choc de poids lourd (de 15T à 19T) sur les appuis et sur le tablier.

Au programme doit figurer la catégorie à laquelle appartient le trafic générateur potentiel des chocs.

Chocs sur les appuis

Valeurs de calcul indicatives des forces statiques équivalentes à l'impact d'un véhicule sur des éléments soutenant des structures situées au-dessus ou à proximité de chaussées

Catégorie de trafic	Force F_{dx}	Force F_{dy}
Autoroutes et assimilées et réseau structurant	1000 kN	500 kN
Autres routes, hors zone urbaine	750 kN	375 kN
Routes en zone urbaine	500 kN	250 kN
*) x = dans la direction de la circulation ; y = perpendiculairement à la direction de la circulation		

Pour la justification des appuis, une méthode d'analyse de risque est exposée dans la pièce 1.3.3. du document P.P.73 (octobre 1976) du Sétra.

Chocs sur le tablier

L'EN 1991-1-7 fixe à 6,00 m la hauteur libre au dessus de laquelle aucun choc n'est à prendre en considération. Sous cette hauteur, l'intensité du choc est fonction de la catégorie du trafic retenu par le maître de l'ouvrage. Les valeurs, données dans le tableau ci-dessous, sont à prendre en totalité si la hauteur libre est inférieure à 5,00 m. Entre ces deux limites, la valeur est linéairement variable.

Valeurs de calcul indicatives des forces statiques équivalentes à l'impact sur le tablier et les superstructures dans la direction de la circulation

Catégorie de trafic	Valeur de calcul de la force statique équivalente F_{dx}
Autoroutes et assimilées et réseau structurant	500 kN
Autres routes, hors zone urbaine	375 kN
Routes en zone urbaine	250 kN

L'EN 1991-1-7 donne également des indications sur les valeurs à prendre en compte pour les ouvrages exposés aux risques de chocs de bateaux et de trains.

Chocs sur les dispositifs de retenue

Le maître d'ouvrage peut fixer les niveaux de performance des dispositifs de retenue (niveau N1, N2, H1, H2, H3 ou H4) à prévoir en rive du tablier ou en protection des appuis. Le niveau de protection à envisager découle d'une analyse de risque.

En rive de tablier, une méthode d'analyse est donnée dans le guide technique GC du Sétra « Choix d'un dispositif de retenue » sur la base d'un calcul d'indice de danger.

Le maître d'ouvrage peut aussi imposer des dispositifs de retenue précis, en cohérence avec ceux prévus aux abords de l'ouvrage.

Les séismes

L'Eurocode 8 définit les règles de justification des structures, basées sur la probabilité du risque de séisme, et renvoie aux Etats membres la responsabilité de qualifier l'action sismique (définition du zonage, des paramètres de sol, de la catégorie d'importance et des spectres).

La carte de l'aléa sismique en France, cohérente avec les normes européennes, a été rendue publique en 2005. Elle est accessible sur le site du plan national de prévention du risque sismique <http://www.planseisme.fr/spip.php?article19>.

Dans l'attente de la publication des textes réglementaires permettant l'application, en France, de l'Eurocode 8, le Sétra recommande (cf. note d'information n° 32) de procéder à une double vérification :

- réglementaire : en appliquant la législation française en vigueur, c'est-à-dire le code de l'environnement (article R563) et l'arrêté du 15 septembre 1995 relatif à la classification et aux règles de construction parasismiques, applicables aux ponts de la catégorie dite « à risque normal » relatif à l'ancien zonage sismique. La justification des structures sera alors conduite avec les règles du guide AFPS 92 et les Eurocodes 2 à 7 ;
- prévisionnelle : en appliquant les projets de décret et d'arrêté relatifs au nouveau zonage de 2005. La justification des structures sera alors conduite avec l'Eurocode 8 et les autres Eurocodes.

La note d'information n°32 propose une méthodologie pour regrouper ces vérifications dans un seul calcul. Ces vérifications ne sont à conduire que si le projet se situe dans une zone de probabilité d'aléa faible à forte, au sens du nouveau zonage de 2005. Les maîtres d'ouvrage devront alors se référer à la note d'information n° 32, au guide Sétra à paraître « Ponts en zone sismique – guide de conception » ou se rapprocher des services techniques spécialisés (Sétra ou CETE) pour la conception de la structure vis-à-vis du risque sismique (réduction de sa vulnérabilité).

En revanche, si le projet se situe dans une zone d'aléa très faible, toujours au sens de la carte sismique de 2005, il n'est pas nécessaire de procéder à la justification de l'ouvrage vis-à-vis du risque de séisme.

2-2-2 Les exigences vis-à-vis de la durabilité

A - Durée de vie des ouvrages

La durée de vie est la période pendant laquelle l'ouvrage doit conserver les performances attendues, sous réserve d'un entretien normal. Ce choix est fondamental. Il conditionne :

- le choix des matériaux, la qualité des bétons et l'enrobage des armatures ;
- la justification à la fatigue des ponts en acier et des structures à câbles ;
- le choix des épaisseurs de certaines pièces métalliques.

L'annexe nationale NF EN 1990/A1/AN de décembre 2007 recommande une durée d'utilisation de projet :

- **de 100 ans** pour les ponts ;
- **de 25 ans** pour les ouvrages provisoires.

Elle définit également des durées indicatives d'utilisation des éléments structuraux « remplaçables ».

Durée d'utilisation de projet de l'ouvrage (années)	Durée indicative d'utilisation attendue du produit pour les éléments structuraux remplaçables (appareils d'appuis) et équipement (barrières de sécurité ou chapes d'étanchéité)		
	Élément facilement réparable ou remplaçable	Élément réparable ou remplaçable avec difficultés	Non réparable ou non remplaçable même avec difficultés
100	10	25	100

Pour les structures en bois, l'annexe A2 de la norme NF EN 1990 recommande pour un pont routier une durée de 100 ans et, pour une passerelle, une durée de 50 ans. Pour les bardages et les platelages, on peut retenir une durée de 25 ans.

Pour les portiques, potences et hauts mâts, il est proposé deux classes de durée de vie : 25 et 50 ans.

B - Durabilité des structures en béton

Le choix des matériaux (composition des bétons) et les dispositions constructives (enrobages) sont fonction des conditions d'exposition des ouvrages. Elles doivent être précisées par les maîtres d'ouvrage vis-à-vis des agressions physico-chimiques extérieures.

La norme NF EN 206-1 prévoit 5 classes d'exposition :

- XC : exposition à la carbonatation ;
- XD : exposition aux chlorures, ayant une origine autre que marine ;
- XS : exposition aux chlorures présents dans l'eau de mer ;
- XF : exposition au gel/dégel avec ou sans sels de déverglaçage ;
- XA : exposition aux attaques chimiques.

Chaque classe comporte 4 niveaux (ou degré) d'exposition.

Plusieurs classes d'exposition concomitantes peuvent être spécifiées. Dans ce cas, le béton doit respecter toutes les exigences définies pour chaque classe :

- vis-à-vis de la carbonatation, les bétons des ouvrages d'art exposés à l'air, situés en atmosphère extérieure, relèvent de la classe d'exposition XC4 ;
- vis-à-vis des attaques par le gel et les sels de déverglaçage, le choix des classes d'exposition pour le béton résulte du tableau ci-après :

	Zones de gel modéré	Zones de gel sévère
Salage peu fréquent	XF1	XF3
Salage fréquent	XD3 + XF2 pour les éléments très exposés	XF4
Salage très fréquent	XF4	XF4

Les maîtres d'ouvrage trouveront des indications sur le choix des niveaux de salage et le classement des zones de gel dans le guide Eurocodes [1] et dans les recommandations (LCPC) [9].

Pour la détermination des enrobages, l'annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA traduit les expositions (XF 1 à 4) en classes XC ou XD (cf. tableau 4.1). Les surfaces protégées par une chape d'étanchéité sont classées en XC3.

Alcali-réaction (également appelée réaction alcali-granulats)

Les principes de prévention de cette réaction sont définis dans les recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction (LCPC, 1994) [10], complétées par le guide de rédaction des pièces écrites (Sétra, 1996) [11].

Le maître d'ouvrage doit imposer l'emploi de ce référentiel par les contractants (maîtres d'œuvre, entreprises), **préciser l'acceptabilité de ce risque** :

- type I : acceptable, à réserver aux éléments non porteurs facilement remplaçables ;
- type II : peu tolérable, pour la plupart des ouvrages de génie civil ;
- type III : inacceptable, pour les ponts exceptionnels, barrages, et tunnels ;

et la classe d'exposition :

- classe 1 : environnement sec ou peu humide (hygrométrie inférieure à 80 %) ;
- classe 2 : environnement avec hygrométrie supérieure à 80 % ou en contact avec l'eau ;
- classe 3 : environnement avec hygrométrie supérieure à 80 % et avec sels de déverglaçage ;
- classe 4 : environnement marin.

De ces deux choix sera définie la catégorie (A, B ou C) de la prévention au risque d'alcali-réaction.

Réaction sulfatique interne

Les principes de prévention de la RSI sont définis dans les recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne (LCPC, août 2007) [12]. Le maître d'ouvrage doit imposer l'emploi de ce référentiel par les contractants (maîtres d'œuvre, entreprises), **indiquer l'acceptabilité du risque** :

- catégorie 1 : acceptable, réservée aux éléments non porteurs facilement remplaçables ;
- catégorie 2 : peu tolérable, pour la plupart des ouvrages de génie civil (dont les ponts courants) ;
- catégorie 3 : inacceptable, pour les ponts exceptionnels, les barrages, les tunnels ;

et préciser la classe d'exposition à l'humidité (notée XH).

Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
XH1	Sec ou humidité modérée	Partie d'ouvrage en béton située à l'extérieur et abritée de la pluie
XH2	Alternance d'humidité et de séchage, humidité élevée	Partie d'ouvrage en béton non protégé par un revêtement et soumis aux intempéries, sans stagnation d'eau à la surface, ou à des condensations fréquentes
XH3	En contact durable avec l'eau : immersion permanente, stagnation d'eau à la surface, zone de marnage	Partie d'ouvrage en béton avec stagnation d'eau en surface ou régulièrement exposée à des projections d'eau (un grand nombre de fondations)

De ces deux choix est déduit le niveau de prévention (As, Bs, Cs, Ds) au risque de réaction sulfatique interne (applicable à chaque partie de l'ouvrage).

Exigences spécifiques sur la fissuration et les variations dimensionnelles (retrait, fluage)

Pour des raisons d'aspect ou pour obtenir des performances particulières (étanchéité), le maître d'ouvrage peut souhaiter limiter la fissuration et les variations dimensionnelles du béton, au-delà des exigences réglementaires résultant de la durabilité du béton. Ces exigences se traduisent par la limitation :

- de l'ouverture et du nombre de fissures par unité de longueur ;
- des retraits thermique, endogène ou de dessiccation ;
- du fluage.

La durabilité des structures en béton conduit à un ensemble d'exigences de performance qui peuvent entraîner des difficultés de mise au point de leur formulation, lors de l'exécution. Dans ce cas, l'attention des maîtres d'ouvrage est attirée sur la nécessité d'engager, **au stade du projet**, une étude de formulation des bétons compatible avec les possibilités locales de fournitures.

C - Durabilité des structures métalliques

La durabilité des structures métalliques dépend de :

- la tenue à la fatigue ; cette vérification va conditionner la qualité des assemblages et l'épaisseur de certaines membrures ; elle est justifiée à partir de la durée de vie et de l'exploitation prévues ;
- la protection contre la corrosion, assurée par des systèmes de peinture, de galvanisation ou de métallisation répondant à des conditions particulières d'exposition. La norme NF EN ISO 12944-2 définit plusieurs classes de corrosivité :
 - C1, corrosivité très faible ;
 - C2, corrosivité faible ;
 - C3, corrosivité moyenne, dans le cas général ;
 - C4, corrosivité élevée, dans les zones proches d'industries polluantes, à moins de 20 km de la mer et dans les sites où les remises en peinture seront délicates (sites au-dessus de voies ferrées ou routières très circulées) ;
 - C5, corrosivité très élevée ;
 - C5-I, corrosivité très élevée (industrie) ;
 - C5-M, corrosivité très élevée (marine) dans les zones côtières, c'est-à-dire situées à moins de 5 km de la mer ;
 - Im1, immergé en eau douce ;
 - Im2, immergé en eau de mer ;
 - Im3, dans le sol.

Pour se garantir sur la tenue du système de protection, de son aspect et de la stabilité des couleurs, le maître de l'ouvrage exigera un système et un applicateur certifiés par un organisme accrédité (ACQPA ou équivalent).

D - Durabilité des ouvrages en bois

Elle dépend de :

- la conception de l'ouvrage ;
- du choix des essences.

(Voir guide méthodologique du Sétra : « Les ponts en bois : comment assurer leur durabilité » de novembre 2006).

Le maître d'ouvrage doit s'assurer de la provenance des bois utilisés et viser les documents éventuels d'importation. Il peut souhaiter que le bois provienne d'une forêt gérée durablement. Des certifications comme le PEFC (*Plan European Forest Council*), le FSC (*Forest Stewardship Council*) ou encore le logo KEURHOUT, permettent d'attester de cette provenance.

La résistance et le fluage sont fonction de l'humidité du bois en service. Le seuil de 20 % dépend de la conception (classe de service) et de l'exposition (environnement climatique) de l'ouvrage ou des éléments de structure.

2-2-3 Autres exigences vis-à-vis de la qualité

La qualité d'un projet est évaluée par le degré de satisfaction au regard des besoins exprimés, dans le respect des coûts et des délais fixés par le maître d'ouvrage. En sus des exigences précédentes, nous attirons l'attention sur les points suivants :

- la qualité architecturale ;
- les conditions d'entretien et de gestion ;
- la prise en compte de l'environnement.

Ces différentes exigences sont développées dans le guide [1]. Nous indiquons, ci-dessous, quelques points essentiels.

A - Aspects architecturaux

Le maître d'ouvrage se doit [13] de définir les modalités de prise en compte de l'environnement et du paysage dans son projet et de consulter préalablement les services chargés de ces domaines (DREAL - DRAC) pour établir l'état des lieux. Il pourra, pour ce faire, s'appuyer sur les spécialistes, architecte, paysagiste, spécialiste en environnement [14]. De plus, si le projet est dans un site protégé (ZPPAUP, sites classés,...) ou aux abords de monuments historiques, il devra consulter au préalable le service départemental de l'architecture chargé de ces protections.

B - Contraintes en cours d'exécution

L'énoncé des contraintes spécifiques du chantier dans le cahier des charges est un préalable à la qualité de l'exécution. Les délais (globaux et partiels), les conditions d'exploitation, les emprises, les protections particulières du site et des réseaux, la concomitance avec d'autres travaux doivent être précisés préalablement par les maîtres d'ouvrage et les gestionnaires. Les épreuves de chargement sont à prévoir par référence au guide Sétra de 2004.

C - Conditions d'entretien et de gestion

Pour la conception de l'ouvrage, il convient de préciser les conditions à respecter pour assurer la faisabilité des opérations d'entretien, la sécurité des personnels d'intervention et le niveau d'exploitation minimal à maintenir pendant ces opérations. Par exemple, ces exigences peuvent parfois conduire à la construction de tabliers séparés ou à la circulation d'engins spécifiques sur des parties habituellement non chargées.

Les maîtres d'ouvrage et les gestionnaires devront rappeler l'importance du dossier d'ouvrage devant leur être remis à la réception.

D - Prise en compte de l'environnement [13]

Les exigences du maître de l'ouvrage en matière d'environnement portent principalement sur le respect :

- des études d'impact préalables et des engagements suite à la DUP ;
- de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, et des conditions assujetties à l'arrêté d'autorisation ;
- des dispositions de la loi sur le bruit (pendant et après les travaux).

3 – Les choix du maître de l'ouvrage

Les exigences du maître d'ouvrage	Niveaux de latitude des choix du maître d'ouvrage		
	faibles	moyens	Forts
Les choix fondamentaux			
Classe de conséquences (CC)	X		
Classe de fiabilité (RC)	X		
Niveau de supervision (DSL)	X		
Niveau de contrôle (IL)	X		
Les exigences de sécurité			
En situations durables			
Importance de trafic (2 classes)	X		
Type de convois exceptionnels			X
Condition de circulation des convois exceptionnels			X
Les charges de fatigue		X	
Actions du vent (rugosité du site)		X	
En situations accidentelles			
Incendies			X
Chocs sur appuis de l'ouvrage		X	
Chocs sur tablier de l'ouvrage		X	
Chocs sur dispositifs de retenue		X	
Séisme	X		
Les exigences de durabilité			
Durée de vie	X		
Exposition des ouvrages		X	
Prévention alcali-réaction		X	
Prévention réaction sulfatique interne		X	
Prévention de la corrosion		X	
Prévention des ouvrages en bois		X	
Les exigences spécifiques			
de performances			X
de qualité			X
de contraintes d'exécution			X
de prise en compte de l'environnement			X

Niveaux faibles : la réglementation impose un choix par défaut, le maître de l'ouvrage ne peut le modifier qu'exceptionnellement à la condition que ses exigences soient plus sécuritaires.

Niveaux moyens : les choix sont guidés par les annexes nationales, les documents techniques ou la situation géographique de l'ouvrage.

Niveaux forts : le maître de l'ouvrage a toutes les latitudes pour spécifier ses choix.

4 – Lexique

Normes homologuées : l'homologation est la procédure officielle d'approbation et de publication prévue par le décret 84-74 du 26 janvier 1984 modifié fixant le statut de la normalisation et par la directive relative à l'établissement des normes du 7 novembre 1994. Le caractère obligatoire des normes homologuées a été abrogé par le décret du 1^{er} août 2006. **Ces normes sont d'application volontaire. Les marchés doivent y faire référence pour qu'elles soient contractuelles.**

Normes obligatoires : certaines normes sont rendues obligatoires par la loi, en application de l'article 12 du décret n° 84-74 modifié par le décret n° 91-283. Elles touchent, en particulier, aux domaines de la sécurité publique, à la vie des personnes, à la protection de la santé et de l'environnement. **Elles s'appliquent même si il n'y est pas fait référence dans le marché.**

Normes harmonisées : parties réglementaires des normes « produits », qui conduit au marquage CE.

Marquage CE : vise la conformité par rapport aux 6 exigences essentielles, mais pas plus. Cela signifie que le produit ne met pas en danger la santé ou la vie des personnes. **Il ne donne aucune assurance quant à son usage** (fonctionnement) ou **quant à ses performances**. Le marquage CE n'est pas un outil de prescription.

Marque NF : marque collective de certification. Elle garantit la qualité et la sécurité des produits et services certifiés. La marque NF garantit non seulement la conformité aux normes en vigueur, mais aussi à des critères de qualité supplémentaires correspondant aux besoins des consommateurs.

Agrément technique européen : appréciation technique favorable de l'aptitude à l'emploi d'un produit pour une fin déterminée, basée sur la satisfaction des exigences essentielles pour la construction, selon les caractéristiques intrinsèques de ce produit et les conditions établies de mise en œuvre et d'utilisation.

Risque: est caractérisé par la combinaison d'une probabilité de danger (occurrence d'un phénomène extérieur et de la vulnérabilité propre à l'ouvrage) avec la magnitude de ses conséquences.

Aléa : phénomène qui est à l'origine du risque. Il est incertain. Il peut être d'origine externe (naturelle, climatique ou humaine) ou d'origine interne (endommagement, défaut de conception).

Vulnérabilité : sensibilité de l'ouvrage vis-à-vis de l'aléa concerné (étudié). Elle dépend de la conception et de l'entretien de l'ouvrage. La sensibilité des structures est variable en fonction des aléas.

Conséquences : somme des dommages (humains, socio-économiques) à la fin de l'événement exceptionnel. Elles concernent la sécurité des usagers, mais aussi l'aptitude au service de l'ouvrage.

5 – Bibliographie

- [1] Application des Eurocodes par le maître d'ouvrage - guide technique (Sétra, février 2010)
- [2] Recommandation sur la référence aux Eurocodes dans les marchés publics relatifs aux ouvrages de construction du groupe d'étude des marchés « Ouvrages - Travaux et Maîtrise d'œuvre » (GEM-OTM)- DAJ - OEAP (juillet 2009)
- [3] Guide pour la prise en compte des véhicules spéciaux sur les ponts routiers (Annexe à l'AN EC 1.2 mars 2008)
- [4] Directive des Produits de Construction (DPC 1989-106)
- [5] Directive européenne sur les procédures de passation de marchés publics de travaux (2004/18/CE)
- [6] Recommandation de la Commission européenne pour la mise en œuvre des Eurocodes (2003/887/CE)
- [7] Code des marchés publics (août 2006)
- [8] Guide Maître d'ouvrages public en Europe (Sétra mars 2006)
- [9] Recommandation pour la durabilité des bétons soumis au gel (LCPC décembre 2003)
- [10] Recommandation pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction (LCPC, 1994)
- [11] Guide de rédaction des pièces écrites pour la prévention alcali-réaction (Sétra, juin 1996)
- [12] Recommandation pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne (LCPC, août 2007)
- [13] Loi constitutionnelle n°2005-205 du 1^{er} mars 2005 relative à la charte de l'environnement
- [14] Loi n°77-2 du 3 janvier 1977 relative à l'intérêt public de l'architecture

Rédacteur

Jean-Claude Hippolyte - Sétra
téléphone : 33 (0)1 46 11 33 57 – télécopie : 33 (0)1 45 36 84 57
mél : Hjean-claude.hippolyte@developpement-durable.gouv.fr

Renseignements techniques

Jean-Claude Hippolyte - Sétra
téléphone : 33 (0)1 46 11 33 57 – télécopie : 33 (0)1 45 36 84 57
mél : Hjean-claude.hippolyte@developpement-durable.gouv.fr

AVERTISSEMENT

La collection des notes d'information du Sétra est destinée à fournir une information rapide. La contre-partie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son rédacteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements

46, avenue Aristide Briand – BP 100 – 92225 Bagneux Cedex – France
téléphone : 33 (0)1 46 11 31 31 – télécopie : 33 (0)1 46 11 31 69

Document consultable et téléchargeable sur les sites web du Sétra :

- Internet : [Hhttp://www.setra.developpement-durable.gouv.fr/H](http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr/H)
- Intranet (Réseau du ministère) : [Hhttp://intra.setra.i2H](http://intra.setra.i2H)

Ce document ne peut être vendu. La reproduction totale du document est libre de droits.
En cas de reproduction partielle, l'accord préalable du Sétra devra être demandé.
Référence : 0965w – ISSN : 1250-8675

Le Sétra appartient
au Réseau Scientifique
et Technique
du MEEDDM

