

# Projet de Norme Marocaine

PNM EN 1991-1-6

IC 10.0.061

2021

ICS : 91.010.30

Eurocode 1 : Actions sur les structures

**Partie 1-6 : Actions générales**

**Actions en cours d'exécution**

## Norme Marocaine homologuée

Par décision du Directeur de l'Institut Marocain de Normalisation N°.....du ..... 2019,  
publiée au B.O. N° ..... du ..... 2020.

## Correspondance

La présente norme nationale est identique à l'EN 1991-1-6:2005+AC:2013+NA:2009  
est reproduite avec la permission du CEN, Avenue Marnix 17, B-1000  
Bruxelles.

Tous droits d'exploitation des Normes Européennes sous quelque forme que ce soit et par tous  
moyens sont réservés dans le monde entier au CEN et à ses Membres Nationaux, et aucune  
reproduction ne peut être engagée sans permission explicite et par écrit du CEN par l'IMANOR.

## Droits d'auteur

Droit de reproduction réservés sauf prescription différente aucune partie de cette publication ne peut  
être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé électronique ou  
mécanique y compris la photocopie et les microfilms sans accord formel. Ce document est à usage  
exclusif et non collectif des clients de l'IMANOR, Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous  
quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

## Avant-Propos National

L'Institut Marocain de Normalisation (IMANOR) est l'Organisme National de Normalisation. Il a été créé par la Loi N° 12-06 relative à la normalisation, à la certification et à l'accréditation sous forme d'un Etablissement Public sous tutelle du Ministère chargé de l'Industrie et du Commerce.

Les normes marocaines sont élaborées et homologuées conformément aux dispositions de la Loi N° 12-06 susmentionnée.

La présente norme marocaine a été reprise de la norme européenne EN conformément à l'accord régissant l'affiliation de l'Institut Marocain de Normalisation (IMANOR) au Comité Européen de Normalisation (CEN).

Tout au long du texte du présent document, lire « ... la présente norme européenne ... » avec le sens de « ... la présente norme marocaine... ».

Toutes les dispositions citées dans la présente norme, relevant du dispositif réglementaire européen (textes réglementaires européens, directives européennes, étiquetage et marquage CE, ...) sont remplacés par les dispositions réglementaires ou normatives correspondantes en vigueur au niveau national, le cas échéant.

La présente norme marocaine NM EN 1991-1-6 a été examinée et adoptée par la Commission de Normalisation des bases de calcul des constructions (077).

**NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD**

**EN 1991-1-6**

Jun 2005

**+AC**

Juillet 2008

Novembre 2012

ICS : 91.010.30

Remplace ENV 1991-2-6:1997

**Version française**

**Eurocode 1 — Actions sur les structures —  
Partie 1-6 : Actions générales —  
Actions en cours d'exécution**

Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke —  
Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen —  
Einwirkungen während der Bauausführung

Eurocode 1 — Actions on structures —  
Part 1-6: General actions —  
Actions during execution

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 13 janvier 2005.

Les corrigenda ont pris effet respectivement le 30 juillet 2008 et le 21 novembre 2012, pour incorporation dans les trois versions linguistiques officielles de l'EN.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

**CEN**

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung  
European Committee for Standardization

**Centre de Gestion : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles**

## Sommaire

	Page
<b>Avant-propos</b> .....	3
<b>Section 1 Généralités</b> .....	7
1.1 Domaine d'application .....	7
1.2 Références normatives .....	7
1.3 Hypothèses de travail .....	8
1.4 Distinction entre principes et règles d'application .....	8
1.5 Termes et définitions .....	8
1.5.1 Généralités .....	8
1.5.2 Termes et définitions supplémentaires spécifiques à la présente norme .....	8
1.6 Symboles .....	9
<b>Section 2 Classification des actions</b> .....	10
2.1 Généralités .....	10
2.2 Charges de construction .....	11
<b>Section 3 situations de projet et états limites</b> .....	12
3.1 Généralités — Identification des situations de projet .....	12
3.2 États limites ultimes .....	13
3.3 États limites de service .....	14
<b>Section 4 Représentation des actions</b> .....	15
4.1 Généralités .....	15
4.2 Actions sur les éléments structuraux et non structuraux lors de la manutention .....	15
4.3 Actions géotechniques .....	15
4.4 Actions dues à la précontrainte .....	16
4.5 Pré-déformations .....	16
4.6 Température, retrait, effets de l'hydratation .....	16
4.7 Actions du vent .....	17
4.8 Charges de neige .....	17
4.9 Actions dues à l'eau .....	17
4.10 Actions dues au givre .....	19
4.11 Charges de construction .....	19
4.11.1 Généralités .....	19
4.11.2 Charges de construction lors du coulage du béton .....	21
4.12 Actions accidentelles .....	22
4.13 Actions sismiques .....	23
<b>Annexe A1 (normative) Règles complémentaires pour les bâtiments</b> .....	24
A 1.1 États limites ultimes .....	24
A 1.2 États limites de service .....	24
A 1.3 Actions horizontales .....	24
<b>Annexe A2 (normative) Règles complémentaires pour les ponts</b> .....	25
A 2.1 États limites ultimes .....	25
A 2.2 États limites de service .....	25
A 2.3 Valeurs de calcul des déformations .....	25
A 2.4 Charges de neige .....	26
A 2.5 Charges de construction .....	26
<b>Annexe B (informative) Actions sur les structures en cours de modification, de reconstruction ou de démolition</b> .....	27
<b>Bibliographie</b> .....	28

## Avant-propos

Le présent document (EN 1991-1-6:2005) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 250 «Eurocodes structuraux», dont le secrétariat est tenu par BSI.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en décembre 2005, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en mars 2010.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Le CEN et/ou le CENELEC ne saurait [sauraient] être tenu[s] pour responsable[s] de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Le présent document remplace l'ENV 1991-2-6:1996.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

Le Comité CEN/TC 250 est responsable pour tous les Eurocodes structuraux.

Les Annexes A1 et A2 sont normatives et l'Annexe B est informative. La présente norme inclut une Bibliographie.

### Fondement du programme des Eurocodes

En 1975, la Commission des Communautés européennes arrêta un programme d'actions dans le domaine de la construction, sur la base de l'Article 95 du Traité. L'objectif du programme était l'élimination des obstacles techniques au commerce et l'harmonisation des spécifications techniques.

Dans le cadre de ce programme d'action, la Commission prit l'initiative d'établir un ensemble de règles techniques harmonisées pour le dimensionnement des ouvrages ; ces règles, en premier stade, serviraient d'alternative aux règles nationales en vigueur dans les États Membres et, finalement, les remplaceraient.

Pendant quinze ans, la Commission, avec l'aide d'un Comité directeur comportant des représentants des États Membres, pilota le développement du programme Eurocodes, ce qui conduisit au cours des années 1980 à la première génération de codes européens.

En 1989, la Commission et les États membres de l'Union européenne et de l'AELE décidèrent, sur la base d'un accord <sup>1)</sup> entre la Commission et le CEN, de transférer à ce dernier, par une série de Mandats, la préparation et la publication des Eurocodes, afin de leur donner par la suite le statut de Norme européenne (EN). Ceci établit de facto un lien entre les Eurocodes et les dispositions de toutes les Directives du Conseil et/ou Décisions de la Commission traitant de Normes européennes (par exemple, la Directive du Conseil 89/106/CEE sur les produits de construction — CPD — et les Directives du Conseil 93/37/CEE, 92/50/CEE et 89/440/CEE sur les travaux et les services publics, ainsi que les Directives équivalentes de l'AELE destinées à la mise en place du marché intérieur).

Le programme des Eurocodes structuraux comprend les normes suivantes, chacune étant en général constituée d'un certain nombre de parties :

EN 1990, *Eurocode : Base de calcul des structures*

EN 1991, *Eurocode 1 : Actions sur les structures*

EN 1992, *Eurocode 2 : Calcul des structures en béton*

EN 1993, *Eurocode 3 : Calcul des structures en acier*

---

1) Accord entre la Commission des Communautés européennes et le Comité européen de normalisation (CEN) concernant le travail sur les EUROCODES pour le dimensionnement des ouvrages de bâtiment et de génie civil (BC/CEN/03/89).

EN 1994, *Eurocode 4 : Calcul des structures mixtes acier-béton*

EN 1995, *Eurocode 5 : Calcul des structures en bois*

EN 1996, *Eurocode 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie*

EN 1997, *Eurocode 7 : Calcul géotechnique*

EN 1998, *Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes*

EN 1999, *Eurocode 9 : Calcul des structures en aluminium.*

Les normes Eurocodes reconnaissent la responsabilité des organismes de réglementation de chaque État membre et ont sauvegardé le droit de ceux-ci de déterminer, au niveau national, des valeurs relatives aux questions relevant de la réglementation en matière de sécurité, là où ces valeurs continuent à différer d'un État à l'autre.

### **Statut et domaine d'application des Eurocodes**

Les États Membres de l'UE et de l'AELE reconnaissent que les Eurocodes servent de documents de référence pour les usages suivants :

- comme moyen de prouver la conformité des bâtiments et des ouvrages de génie civil aux exigences essentielles de la Directive du Conseil 89/106/CEE, en particulier à l'Exigence Essentielle N° 1 — Stabilité et résistance mécanique — et à l'Exigence Essentielle N° 2 — Sécurité en cas d'incendie ;
- comme base de spécification des contrats pour les travaux de construction et les services techniques associés ;
- comme cadre d'établissement de spécifications techniques harmonisées pour les produits de construction (EN et ATE).

Les Eurocodes, dans la mesure où ils concernent les ouvrages eux-mêmes, ont une relation directe avec les Documents Interprétatifs <sup>2)</sup> visés à l'Article 12 de la DPC, bien qu'ils soient d'une nature différente de celle des normes harmonisées de produits <sup>3)</sup>. En conséquence, les aspects techniques résultant des travaux effectués pour les Eurocodes nécessitent d'être pris en considération de façon adéquate par les Comités techniques du CEN et/ou les groupes de travail de l'EOTA travaillant sur les normes de produits en vue de parvenir à une complète compatibilité de ces spécifications techniques avec les Eurocodes.

NOTE Les normes Eurocodes fournissent des règles de conception structurale communes d'usage quotidien pour le calcul de structures entières et des produits composants de nature traditionnelle ou innovatrice. Les formes de construction ou les conceptions inhabituelles ne sont pas spécifiquement couvertes, et il appartiendra en ce cas au concepteur de se procurer des bases spécialisées supplémentaires.

2) Selon l'Article 3.3 de la DPC, les exigences essentielles (EE) doivent recevoir une forme concrète dans des Documents interprétatifs pour assurer les liens nécessaires entre les exigences essentielles et les mandats pour Normes européennes (EN) harmonisées et guides pour les agréments techniques européens (ATE), et ces agréments eux-mêmes.

3) Selon l'Article 12 de la DPC, les documents interprétatifs doivent :

- a) donner une forme concrète aux exigences essentielles en harmonisant la terminologie et les bases techniques et en indiquant, lorsque c'est nécessaire, des classes ou niveaux pour chaque exigence ;
- b) indiquer des méthodes pour relier ces classes ou niveaux de prescriptions avec les spécifications techniques, par exemple méthodes de calcul et d'essai, règles techniques pour la conception, etc. ;
- c) servir de référence pour l'établissement de normes harmonisées et de guides pour agréments techniques européens.

Les Eurocodes, de facto, jouent un rôle similaire pour l'E.E 1 et une partie de l'E.E 2.

### Normes nationales transposant les Eurocodes

Les normes nationales transposant les Eurocodes comprendront la totalité du texte de l'Eurocode (toutes annexes incluses), tel que publié par le CEN ; ce texte peut être précédé d'une page nationale de titre et d'un avant-propos national, et peut être suivi d'une Annexe nationale.

L'Annexe nationale peut uniquement contenir des informations sur les paramètres laissés en attente dans l'Eurocode pour choix national, sous la désignation de Paramètres déterminés au niveau national, à utiliser pour les projets de bâtiments et ouvrages de génie civil à construire dans le pays concerné ; il s'agit :

- de valeurs et/ou classes là où des alternatives figurent dans l'Eurocode ;
- de valeurs à utiliser là où un seul symbole est donné dans l'Eurocode ;
- de données propres à un pays (géographiques, climatiques, etc.), par exemple carte des vents ;
- de la procédure à utiliser là où des procédures alternatives sont données dans l'Eurocode.

Elle peut également contenir :

- des décisions sur l'usage des annexes informatives ;
- des références à des informations complémentaires non contradictoires pour aider l'utilisateur à appliquer l'Eurocode.

### Liens entre les Eurocodes et les spécifications techniques harmonisées (EN et ATE) pour les produits

La cohérence est nécessaire entre les spécifications techniques harmonisées pour les produits de construction et les règles techniques pour les ouvrages <sup>4)</sup>. En outre, toutes les informations accompagnant le marquage CE des produits de construction, se référant aux Eurocodes, doivent clairement faire apparaître quels Paramètres Déterminés au niveau national ont été pris en compte.

### Informations additionnelles spécifiques à l'EN 1991-1-6

L'EN 1991-1-6 décrit les principes et les règles d'application pour la détermination des actions à prendre en compte au cours de l'exécution des bâtiments et des ouvrages de génie civil, incluant les aspects suivants :

- actions sur les éléments structuraux et non structuraux lors de la manutention ;
- actions géotechniques ;
- actions dues aux effets de la précontrainte ;
- pré-déformations ;
- température, retrait, effets de l'hydratation ;
- actions dues au vent ;
- charges de neige ;
- actions dues à l'eau ;
- actions dues au givre ;
- charges de construction ;
- actions accidentelles ;
- actions sismiques.

L'EN 1991-1-6 est destinée à être utilisée par :

- les clients (par exemple pour formuler leurs exigences spécifiques) ;
- les concepteurs et les constructeurs ;
- les autorités compétentes.

L'EN 1991-1-6 est destinée à être utilisée avec l'EN 1990, les autres parties de l'EN 1991 et les normes EN 1992 à EN 1999 pour le dimensionnement de structures.

---

4) Voir le paragraphe 3.3 et l'Article 12 de la DPC, ainsi que les paragraphes 4.2, 4.3.1, 4.3.2 et 5.2 du DI 1.

## Annexe Nationale

### Annexe NA

La présente partie de l'EN 1991 donne des procédures alternatives et des valeurs, et recommande des classes, avec des notes indiquant où des choix nationaux peuvent devoir être faits. C'est pourquoi il convient de doter la Norme nationale mettant en application l'EN 1991-1-6 d'une Annexe nationale contenant tous les paramètres déterminés au niveau national à utiliser pour le dimensionnement de bâtiments et d'ouvrages de génie civil à construire dans le pays concerné.

Un choix national est autorisé dans l'EN 1991-1-6 aux clauses suivantes :

Paragraphe	Élément
1.1(3)	Règles de calcul pour les ouvrages de construction auxiliaires
2.2 (4) NOTE 1	Positionnement des charges de construction classes comme libres
3.1(1)P	Situation de projet correspondant à des conditions de tempête
3.1(5) NOTE 1	Périodes de retour pour la détermination des valeurs caractéristiques des actions variables en cours d'exécution
3.1(5) NOTE 2	Vitesse minimale du vent en cours d'exécution
3.1(7)	Règles pour la combinaison des charges de neige et des actions du vent avec les charges de construction
3.1(8) NOTE 1	Règles concernant les imperfections géométriques de la structure
3.3(2)	Critères associés aux états limites de service en cours d'exécution
3.3(6)	Prescriptions de service relatives aux ouvrages auxiliaires
4.9(6) NOTE 2	Charges et niveaux d'eau pour la glace flottante
4.10(1)P	Définition des actions dues au givre
4.11.1 (1)	Valeurs caractéristiques recommandées des charges de construction $Q_{ca}$ , $Q_{cb}$ et $Q_{cc}$
4.11.2 (1) NOTE 2	Charges de construction lors du coulage du béton
4.12(1)P NOTE 2	Effets dynamiques dus aux actions accidentelles
4.12(2)	Effets dynamiques dus à des chutes d'équipement
4.12 (3)	Valeurs de calcul de forces d'impact d'origine humaine
4.13(2)	Actions sismiques
Annexe A1 A1.1(1)	Valeurs représentatives des actions variables dues aux charges de construction
Annexe A1 A1.3(2)	Valeurs caractéristiques des forces horizontales équivalentes
Annexe A2 A2.3 (1) NOTE 1	Valeurs de calcul des déformations verticales pour le poussage des ponts.
Annexe A2 A2.4(2)	Réduction de la valeur caractéristique des charges de neige
Annexe A2 A2.4(3)	Valeurs réduites des charges de neige caractéristiques applicables à la vérification de l'équilibre statique
Annexe A2 A2.5(2)	Valeurs de calcul des forces horizontales de frottement
Annexe A2 A2.5(3)	Détermination des coefficients de frottement $\mu_{min}$ et $\mu_{max}$



## Section 1 Généralités

### 1.1 Domaine d'application

(1) L'EN 1991-1-6 fournit des principes et des règles générales pour la détermination des actions qu'il convient de prendre en compte au cours de l'exécution des bâtiments et des ouvrages de génie civil.

NOTE 1 La présente partie de l'EN 1991 peut être utilisée comme un guide pour la détermination des actions à prendre en compte pour différents types de constructions, y compris les modifications de structure telles que la rénovation et/ou la démolition partielle ou complète. Des règles et indications supplémentaires sont données dans les Annexes A1, A2 et B.

NOTE 2 Pour des raisons qui ne relèvent pas du domaine d'application de la présente Norme européenne, les règles concernant la sécurité des personnes sur et autour du chantier de construction peuvent être définies pour le projet individuel».

(2) Les sujets suivants sont traités dans cette partie de l'EN 1991.

Section 1 : Généralités

Section 2 : Classification des actions

Section 3 : Situations de projet et états limites

Section 4 : Représentation des actions

Annexe A1 : Règles complémentaires pour les bâtiments (normative)

Annexe A2 : Règles complémentaires pour les ponts (normative)

Annexe B : Actions sur les structures en cours de modification, de reconstruction ou de démolition (informative)

(3) L'EN 1991-1-6 fournit également des règles pour la détermination des actions qui peuvent être utilisées pour le calcul des ouvrages auxiliaires tels que définis en 1.5, nécessaires à l'exécution de bâtiments et d'ouvrages de génie civil.

NOTE Les règles de calcul applicables aux ouvrages auxiliaires peuvent être définies dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel. Des indications peuvent être trouvées dans les Normes européennes concernées. Par exemple, des règles de calcul applicables aux coffrages et aux cintres sont données dans l'EN 12812.

### 1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

NOTE Les Eurocodes ont été publiés jusqu'à présent en tant que Normes européennes expérimentales. Les Normes européennes énumérées ci-après sont citées dans les clauses normatives ou dans les NOTES des dites clauses, qu'elles soient déjà publiées ou encore en préparation.

EN 1990, *Eurocode : Bases de calcul des structures.*

EN 1991-1-1, *Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 1-1 : Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments.*

EN 1991-1-2, *Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 1-2 : Actions sur les structures exposées au feu.*

EN 1991-1-3, *Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 1-3 : Actions générales : charges de neige.*

EN 1991-1-4, *Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 1-4 : Actions générales : actions du vent.*

EN 1991-1-5, *Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 1-5 : Actions générales : actions thermiques.*

EN 1991-1-7, *Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 1-7 : Actions accidentelles.*

EN 1991-2, *Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 2 : Actions sur les ponts, dues au trafic.*

EN 1991-3, *Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 3 : Actions induites par les ponts roulants et autres machines.*

EN 1991-4, *Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 4 : silos et réservoirs.*

EN 1992, *Eurocode 2 : Calcul des structures en béton.*

EN 1993, *Eurocode 3 : Calcul des structures en acier.*

EN 1994, *Eurocode 4 : Calcul des structures mixtes acier-béton.*

EN 1995, *Eurocode 5 : Calcul des structures en bois.*

EN 1996, *Eurocode 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie.*

EN 1997, *Eurocode 7 : Calcul géotechnique.*

EN 1998, *Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes.*

EN 1999, *Eurocode 9 : Calcul des structures en aluminium.*

### 1.3 Hypothèses de travail

(1)P Les hypothèses générales données dans l'EN 1990:2002, 1.3 s'appliquent.

### 1.4 Distinction entre principes et règles d'application

(1) Les règles données dans l'EN 1990:2002, 1.4 s'appliquent.

### 1.5 Termes et définitions

#### 1.5.1 Généralités

(1) Les termes et définitions donnés dans l'EN 1990:2002, 1.5 s'appliquent.

#### 1.5.2 Termes et définitions supplémentaires spécifiques à la présente norme

##### 1.5.2.1

##### **ouvrage auxiliaire**

tout ouvrage associé aux processus de construction, qui n'est plus nécessaire après utilisation lorsque les activités d'exécution connexes sont achevées, et qui peut être enlevé (par exemple cintre, échafaudage, systèmes d'étalement, batardeau, contreventement, avant-bec de poussage)

NOTE Les structures achevées destinées à un usage provisoire (par exemple un pont pour la déviation provisoire du trafic routier) ne sont pas considérées comme des ouvrages auxiliaires.

##### 1.5.2.2

##### **charge de construction**

charge pouvant être présente du fait des activités d'exécution, mais qui est inexistante une fois terminées lesdites activités

##### 1.5.2.3

##### **profondeur d'affouillement général**

profondeur d'affouillement due au courant de la rivière, indépendamment de la présence d'un obstacle (la profondeur d'affouillement dépend de l'intensité de la crue)

##### 1.5.2.4

##### **profondeur d'affouillement local**

profondeur d'affouillement due aux tourbillons de l'eau au voisinage d'un obstacle comme une pile de pont

## 1.6 Symboles

Pour les besoins de la présente Norme européenne, les symboles suivants s'appliquent (se reporter également à l'EN 1990).

### Majuscules latines

- $A_{deb}$  aire d'obstruction (accumulation de débris)
- $F_{deb}$  forces horizontales exercées par l'accumulation de débris
- $F_{cb,k}$  valeurs caractéristiques des charges de construction concentrées  $Q_{cb}$
- $F_{hn}$  forces horizontales nominales
- $F_{wa}$  forces horizontales dues aux courants sur les obstacles en site aquatique
- $Q_c$  charges de construction (symbole général)
- $Q_{ca}$  charges de construction dues au personnel d'exécution, au personnel d'encadrement et aux visiteurs, le cas échéant avec petit outillage ou autre équipement léger de chantier
- $Q_{cb}$  charges de construction dues au stockage d'éléments déplaçables (par exemple matériaux de construction, éléments préfabriqués et équipements)
- $Q_{cc}$  charges de construction dues aux équipements non permanents en position d'utilisation en cours d'exécution, soit en position fixe (par exemple panneaux de coffrage, échafaudages, cintre, machines, conteneurs) soit pendant leur déplacement (par exemple équipages mobiles, poutres de lancement et avant-bec de poussage, contrepoids)
- $Q_{cd}$  charges de construction dues aux machines et équipements lourds déplaçables, généralement à roues ou à chenilles (par exemple, grues, ascenseurs, véhicules, chariots élévateurs, générateurs électriques, vérins, dispositifs de contrôle lourds)
- $Q_{ce}$  charges de construction dues à l'accumulation de matériaux de rebut (par exemple excédent de matériaux de construction, déblais ou matériaux de démolition)
- $Q_{cf}$  charges de construction dues à des parties d'une structure en phases provisoires (en cours d'exécution) avant que les actions de calcul finales ne développent leurs effets.
- $Q_w$  actions du vent
- $Q_{wa}$  actions dues à l'eau

### Minuscules latines

- $b$  largeur d'un objet immergé
- $c_{pe}$  coefficient de pression extérieure du vent applicables aux murs isolés
- $h$  profondeur d'eau
- $k$  coefficient de forme d'un obstacle immergé
- $k_{deb}$  paramètre de masse volumique de débris
- $p$  pression de l'eau libre, qui peut être de l'eau courante
- $q_{ca,k}$  valeurs caractéristiques des charges uniformément réparties représentant les charges de construction  $Q_{ca}$
- $q_{cb,k}$  valeurs caractéristiques des charges uniformément réparties représentant les charges de construction  $Q_{cb}$
- $q_{cc,k}$  valeurs caractéristiques des charges uniformément réparties représentant les charges de construction  $Q_{cc}$
- $v_{wa}$  vitesse moyenne de l'eau rapportée à sa hauteur, en m/s

### Minuscules grecques

- $\rho_{wa}$  masse volumique de l'eau

## Section 2 Classification des actions

### 2.1 Généralités

(1)P Les actions à prendre en compte en cours d'exécution, incluant lorsqu'il y a lieu des charges de construction et des charges autres que celles de construction, doivent être classées conformément à l'EN 1990:2002, 4.1.1.

NOTE Le Tableau 2.1 donne la classification des actions (autres que les charges de construction).

**Tableau 2.1 — Classification des actions (autres que les charges de construction) au cours des phases d'exécution**

Clause de la présente norme	Action	Classification				Remarques	Source
		Variation dans le temps	Classification/ Origine	Variation dans l'espace	Nature (statique/ dynamique)		
4.2	Poids propre	Permanente	Directe	Fixe avec tolérance/ Libre	Statique	Libre lors du transport/ stockage. Dynamique en cas de chute.	EN 1991-1-1
4.3	Mouvement du sol	Permanente	Indirecte	Libre	Statique		EN 1997
4.3	Pression des terres	Permanente/ variable	Directe	Libre	Statique		EN 1997
4.4	Précontrainte	Permanente/ variable	Directe	Fixe	Statique	Variable pour un calcul local (ancrage).	EN 1990, EN 1992 à EN 1999
4.5	Pré-déformations	Permanente/ variable	Indirecte	Libre	Statique		EN 1990
4.6	Température	Variable	Indirecte	Libre	Statique		EN 1991-1.5
4.6	Retrait/Effets de l'hydratation	Permanente/ variable	Indirecte	Libre	Statique		EN 1992, EN 1993, EN 1994
4.7	Actions du vent	Variable/ accidentelle	Directe	Fixe/libre	Statique/ dynamique	(*)	EN 1991-1-4
4.8	Charges de neige	Variable/ accidentelle	Directe	Fixe/libre	Statique/ dynamique	(*)	EN 1991-1-3
4.9	Actions dues à l'eau	Permanente/ variable/ accidentelle	Directe	Fixe/libre	Statique/ dynamique	Permanente/ Variable selon les spécifications du projet. Dynamique dans le cas des courants d'eau, le cas échéant	EN 1990
4.10	Charges dues au givre	Variable	Directe	Libre	Statique/ dynamique	(*)	ISO 12494
4.12	Accidentelle	Accidentelle	Directe/ indirecte	Libre	Statique/ dynamique	(*)	EN 1990, EN 1991-1-7
4.13	Sismique	Variable/ accidentelle	Directe	Libre	Dynamique	(*)	EN 1990 (4.1), EN 1998

(\*) Les documents source doivent être examinés avec les Annexes nationales qui peuvent fournir des informations supplémentaires appropriées.

## 2.2 Charges de construction

(1) Il convient de classer les charges de construction (voir également 4.11) comme des actions variables ( $Q_c$ ).

NOTE 1 Le Tableau 2.2 donne la classification des charges de construction.

**Tableau 2.2 — Classification des charges de construction**

Clause de la présente norme	Action (Description succincte)	Classification				Remarques	Source
		Variation dans le temps	Classification/ Origine	Variation dans l'espace	Nature (Statique/ Dynamique)		
4.11	Personnel et petit outillage	Variable	Directe	Libre	Statique		
4.11	Stockage d'éléments déplaçables	Variable	Directe	Libre	Statique/ dynamique	Dynamique en cas de chute de charges	EN 1991-1-1
4.11	Équipements non permanents	Variable	Directe	Fixe/libre	Statique/ dynamique		EN 1991-3
4.11	Machines et équipements lourds déplaçables	Variable	Directe	Libre	Statique/ dynamique		EN 1991-2, EN 1991-3
4.11	Accumulation de matériaux de rebut	Variable	Directe	Libre	Statique/ dynamique	Peut imposer des charges par exemple également sur des surfaces verticales	EN 1991-1-1
4.11	Charges dues à des parties de la structure dans des phases provisoires	Variable	Directe	Libre	Statique	Exclusion des effets dynamiques	EN 1991-1-1

NOTE 2 Le Tableau 4.1 donne la description et la classification complètes des charges de construction.

NOTE 3 Les charges de construction dues à des grues, équipements, ouvrages/structures auxiliaires peuvent être classées comme des actions fixes ou libres selon la (les) position(s) d'utilisation possible(s).

(3) Lorsque les charges de construction sont classées comme fixes, il convient alors de définir des tolérances pour les écarts possibles par rapport à la position théorique.

NOTE Les écarts peuvent être définis pour le projet individuel.

(4) Lorsque les charges de construction sont classées comme libres, il est alors recommandé de déterminer les limites de l'aire potentielle de leur déplacement ou de leur localisation.

NOTE 1 Les limites peuvent être définies dans l'Annexe nationale et pour le projet individuel.

NOTE 2 Conformément à l'EN 1990:2002, 1.3(2), il peut se révéler nécessaire d'adopter des mesures de contrôle afin de vérifier la conformité de la localisation et du déplacement des charges de construction avec les hypothèses de calcul.

## Section 3 situations de projet et états limites

### 3.1 Généralités — Identification des situations de projet

(1)P Les situations de projet transitoires, accidentelles et sismiques doivent être identifiées et prises en compte selon le cas pour le dimensionnement en cours d'exécution.

NOTE Dans le cas des actions du vent dans des conditions de tempête (par exemple cyclone, ouragan), l'Annexe nationale peut choisir la situation de projet à utiliser. La situation de projet accidentelle est la situation de projet recommandée.

(2) Il convient, selon le cas, de choisir les situations de projet pour la structure dans son ensemble, les éléments structuraux, la structure partiellement achevée, ainsi que pour les ouvrages auxiliaires et les équipements.

(3)P Les situations de projet choisies doivent tenir compte des conditions qui s'appliquent d'une phase d'exécution à l'autre conformément à l'EN 1990:2002, 3.2(3)P.

(4)P Les situations de projet choisies doivent être conformes aux processus d'exécution prévus dans le projet. Les situations de projet doivent tenir compte de toutes révisions des processus d'exécution.

(5) Il convient d'associer toute situation de projet transitoire choisie à une durée nominale supérieure ou égale à la durée prévue de la phase d'exécution considérée. Il y a lieu que les situations de projet tiennent compte de la vraisemblance des périodes de retour correspondantes des actions variables (par exemple actions climatiques).

NOTE 1 Les périodes de retour relatives à la détermination des valeurs caractéristiques des actions variables en cours d'exécution peuvent être définies dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel. Les périodes de retour recommandées pour les actions climatiques sont indiquées dans le Tableau 3.1, selon la durée nominale de la situation de projet considérée.

**Tableau 3.1 — Périodes de retour recommandées pour la détermination des valeurs caractéristiques des actions climatiques**

Durée	Période de retour (années)
≤ 3 jours	2 <sup>a)</sup>
≤ 3 mois (mais > 3 jours)	5 <sup>b)</sup>
≤ 1 an (mais > 3 mois)	10
> 1 an	50

*a) Le choix d'une durée nominale de trois jours, pour des phases d'exécution de courte durée, correspond à l'intervalle de temps de prévisions météorologiques fiables là où se trouve le chantier. Ce choix peut aussi s'appliquer à une phase d'exécution un peu plus longue, si des mesures d'organisation appropriées sont prises. Le concept de période de retour moyenne n'est généralement pas adapté à une courte durée.*

*b) Pour une durée nominale pouvant atteindre trois mois, les actions peuvent être déterminées en tenant compte, selon le cas, de variations climatiques et météorologiques saisonnières et de plus courte durée. Par exemple, l'importance de la crue d'un fleuve dépend de la période de l'année considérée.*

NOTE 2 L'Annexe Nationale ou le projet individuel peut définir une vitesse moyenne du vent en cours d'exécution. La valeur de base recommandée pour des durées maximales de 3 mois est de 20 m/s conformément à l'EN 1991-1-4.

NOTE 3 Les relations entre les valeurs caractéristiques et la période de retour pour les actions climatiques sont indiquées dans les Parties appropriées de l'EN 1991.

(6) Lorsque le calcul d'une phase d'exécution prescrit des conditions climatiques limites, ou une fenêtre météorologique, il convient de déterminer les actions climatiques caractéristiques en tenant compte :

- de la durée prévue de la phase d'exécution ;
- de la fiabilité des prévisions météorologiques ;
- du temps nécessaire pour mettre en place des mesures de protection.

(7) Il convient de définir les règles de combinaison des charges de neige et des actions du vent avec les charges de construction  $Q_c$  (voir 4.11.1).

NOTE Ces règles peuvent être définies dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel.

(8) Il y a lieu de définir les imperfections géométriques de la structure et des éléments structuraux pour les situations de projet choisies en cours d'exécution.

NOTE 1 Ces imperfections peuvent être définies dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel. Se reporter également à l'Annexe A2 et à l'EN 1990:2002, 3.5 (3) et (7).

NOTE 2 Pour les structures en béton, se reporter également aux normes CEN appropriées, comprenant celles relatives aux «Produits en béton préfabriqués», élaborées par le CEN/TC229.

(9) Il convient de prendre en compte les actions dues à l'excitation par le vent (y compris les effets aérodynamiques dus au passage des véhicules, y compris les trains) pouvant engendrer de la fatigue dans les éléments structuraux.

NOTE Voir les EN 1991-1-4 et EN 1991-2.

(10) Lorsque la structure ou certaines de ses parties constitutives sont soumises à des accélérations susceptibles d'entraîner des effets dynamiques ou d'inertie, il y a lieu de tenir compte de ces effets.

NOTE Des accélérations significatives peuvent être exclues lorsque les mouvements possibles sont contrôlés de manière rigoureuse par des dispositifs appropriés.

(11) Il est recommandé de déterminer les actions dues à l'eau, y compris par exemple un soulèvement dû aux eaux souterraines, en fonction des niveaux d'eau correspondant aux situations de projet spécifiées ou identifiées, selon le cas.

NOTE Ces actions peuvent communément être déterminées de manière identique à celle spécifiée en (5) ci-dessus.

(12) Le cas échéant, il est recommandé de définir les situations de projet en tenant compte des effets d'affouillement dus à l'eau courante.

NOTE Pour des phases de construction de longue durée, il peut se révéler nécessaire de prendre en compte les niveaux d'affouillement pour le calcul des phases d'exécution des ouvrages permanents ou auxiliaires implantés dans l'eau libre, pouvant être le siège de courants. Ces niveaux peuvent être définis pour le projet individuel, voir 4.9(4).

(13) Il convient, lorsqu'il y a lieu, de déterminer les actions dues au fluage et au retrait pour les ouvrages en béton à partir des dates et des durées associées aux situations de projet.

### 3.2 États limites ultimes

(1)P Les états limites ultimes doivent faire l'objet d'une vérification, lorsqu'il y a lieu, pour toutes les situations de projet transitoires, accidentelles et sismiques en cours d'exécution conformément à l'EN 1990:2002.

NOTE 1 Les combinaisons d'actions pour les situations de projet accidentelles peuvent soit inclure l'action accidentelle de manière explicite, soit faire référence à une situation consécutive à un événement accidentel. Voir l'EN 1990:2002, Section 6.

NOTE 2 En règle générale, les situations de projet accidentelles se rapportent à des conditions exceptionnelles applicables à la structure ou à son exposition, telles que choc, défaillance locale et effondrement progressif ultérieur, chute de parties structurales ou non structurales, et, dans le cas des bâtiments, concentrations anormales d'équipements et/ou de matériaux de construction, accumulation d'eau sur des toitures en acier, incendie, etc.

NOTE 3 Se reporter également à l'EN 1991-1-7.

(2) Il convient que les vérifications de la structure tiennent compte de la géométrie et de la résistance appropriées de la structure partiellement achevée correspondant aux situations de projet choisies.

### 3.3 États limites de service

(1)P Les états limites de service applicables aux situations de projet choisies en cours d'exécution doivent faire l'objet d'une vérification, lorsqu'il y a lieu, conformément à l'EN 1990.

(2) Il convient que les critères associés aux états limites de service en cours d'exécution tiennent compte des exigences pour la structure achevée.

NOTE Les critères associés aux états limites de service peuvent être définis dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel. Voir les EN 1992 à EN 1999.

(3)P Les opérations en cours d'exécution pouvant entraîner une fissuration excessive et/ou des déformations prématurées qui peuvent nuire à la durabilité, à l'aptitude au service et/ou à l'aspect en phase définitive doivent être évitées.

(4) Il convient de prendre en compte pour le dimensionnement les effets de charge dus au retrait et à la température et de les réduire par des dispositions constructives appropriées.

(5) Il convient d'établir les combinaisons d'actions conformément à l'EN 1990:2002, 6.5.3 (2). Les combinaisons d'actions adaptées aux situations de projet transitoires en cours d'exécution sont généralement les suivantes :

- la combinaison caractéristique ;
- la combinaison quasi permanente.

NOTE Lorsqu'il est nécessaire de prendre en compte les valeurs fréquentes d'actions particulières, lesdites valeurs peuvent être définies pour le projet individuel.

(6) Il y a lieu de définir les exigences d'aptitude au service relatives aux ouvrages auxiliaires afin d'éviter les déformations et les déplacements intempestifs qui nuisent à l'aspect ou à l'utilisation effective de la structure ou provoquent des dommages aux finitions ou aux éléments non structuraux.

NOTE Ces exigences peuvent être définies dans l'Annexe Nationale ou pour le projet individuel.



## Section 4 Représentation des actions

### 4.1 Généralités

(1)P Les valeurs caractéristiques et autres valeurs représentatives des actions doivent être déterminées conformément aux EN 1990, EN 1991, EN 1997 et EN 1998.

NOTE 1 Les valeurs représentatives des actions en cours d'exécution peuvent être différentes de celles utilisées dans le calcul de la structure achevée. Les actions usuelles en cours d'exécution, les charges de construction et les méthodes spécifiques permettant d'établir leurs valeurs sont indiquées dans la présente section.

NOTE 2 Voir également la Section 2 pour la classification des actions et la Section 3 pour la durée nominale des situations de projet transitoires.

NOTE 3 Les effets des actions peuvent être réduits ou éliminés par des dispositions constructives appropriées, par la mise en œuvre d'ouvrages auxiliaires ou à l'aide de dispositifs de protection/sécurité.

(2) Il convient de déterminer les valeurs représentatives des charges de construction ( $Q_c$ ) en tenant compte de leurs variations dans le temps.

(3) Il y a lieu de prendre en compte les effets d'interaction entre les structures et les parties des structures en cours d'exécution. Il convient d'associer à ces structures celles qui appartiennent aux ouvrages auxiliaires.

(4)P Lorsque les parties d'une structure sont contreventées ou soutenues par d'autres parties d'une structure (par exemple par étayage de solives pour le bétonnage), les actions exercées sur ces parties du fait du contreventement ou de l'appui doivent être prises en compte.

NOTE 1 Selon les méthodes de construction, les parties porteuses de la structure peuvent être soumises à des charges supérieures aux charges imposées pour lesquelles elles sont dimensionnées vis-à-vis de la situation de projet durable. Il se peut, par ailleurs, que les dalles porteuses ne présentent pas leurs capacités maximales de résistance.

NOTE 2 Voir également 4.11 «Charges de construction».

(5) Il convient de déterminer et de fonder les actions horizontales issues d'effets de frottement sur l'utilisation de valeurs appropriées de coefficients de frottement.

NOTE Il peut se révéler nécessaire de tenir compte de limites inférieure et supérieure des coefficients de frottement. Les coefficients de frottement peuvent être définis pour le projet individuel.

### 4.2 Actions sur les éléments structuraux et non structuraux lors de la manutention

(1) Il convient de déterminer le poids propre des éléments structuraux et non structuraux lors de la manutention conformément à l'EN 1991-1-1.

(2) Il convient de tenir compte des effets dynamiques ou d'inertie liés au poids propre des éléments structuraux et non structuraux.

(3) Il y a lieu de déterminer les actions sur les fixations des éléments et des matériels de levage selon l'EN 1991-3.

(4) Il convient que les actions sur les éléments structuraux et non structuraux dues aux emplacements et conditions d'appui lors des opérations de levage, transport ou stockage, tiennent compte, le cas échéant, des conditions d'appui réelles ainsi que des effets dynamiques ou d'inertie dus aux accélérations verticales et horizontales.

NOTE Voir l'EN 1991-3 pour la détermination des actions verticales et horizontales induites par les palans et les appareils de levage sur poutres de roulement.

### 4.3 Actions géotechniques

(1)P Les valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques, des pressions du sol et des terres, ainsi que les valeurs limites des déplacements des fondations doivent être déterminées selon l'EN 1997.

(2) Il convient d'évaluer les déplacements du sol des fondations de la structure et des ouvrages auxiliaires, par exemple les appuis provisoires en cours d'exécution, à partir des résultats de la reconnaissance géotechnique. Il y a lieu d'organiser cette reconnaissance pour obtenir des informations à la fois sur les valeurs absolues et relatives des déplacements, leur évolution dans le temps et leur dispersion probable.

NOTE Les déplacements des ouvrages auxiliaires peuvent provoquer des déplacements et des contraintes supplémentaires.

(3) Il y a lieu d'utiliser les valeurs caractéristiques des déplacements du sol, estimés à partir de la reconnaissance géotechnique en utilisant les méthodes statistiques, comme valeurs nominales pour les déformations imposées de la structure.

NOTE Il peut être possible d'affiner les déformations imposées calculées en tenant compte de l'interaction complète sol-structure.

#### 4.4 Actions dues à la précontrainte

(1) Il convient de tenir compte des actions dues à la précontrainte, y compris les effets d'interactions entre la structure et les ouvrages auxiliaires (par exemple cintre) lorsqu'il y a lieu.

NOTE Les forces de précontrainte en cours d'exécution peuvent être déterminées selon les exigences des normes EN 1992 à EN 1999 ainsi que selon de possibles exigences spécifiques définies pour le projet individuel.

(2) Il convient de classer les charges exercées sur la structure, dues aux vérins de mise en tension, comme des actions variables pour le dimensionnement de la zone d'ancrage.

(3) Il y a lieu de prendre en compte les forces de précontrainte lors de la phase d'exécution en tant qu'actions permanentes.

NOTE Voir également Section 3.

#### 4.5 Pré-déformations

(1)P Le traitement des pré-déformations doit être conforme à l'Eurocode de projet approprié (de l'EN 1992 à l'EN 1999).

NOTE Les pré-déformations peuvent être dues, par exemple, aux déplacements d'appuis (tels que la détension de câbles, y compris les suspentes, et les déplacements d'appareils d'appui).

(2) Il y a lieu de prendre en compte les effets d'actions dus aux processus d'exécution, notamment lorsque les pré-déformations s'appliquent à une structure particulière pour engendrer des effets d'actions visant à l'amélioration de son comportement définitif, en particulier pour les exigences relatives à la sécurité structurale et à l'aptitude au service.

(3) Il convient de vérifier les effets d'actions dus aux pré-déformations par rapport aux critères de dimensionnement, en mesurant les forces et les déformations en cours d'exécution.

#### 4.6 Température, retrait, effets de l'hydratation

(1)P Il convient de tenir compte, lorsqu'il y a lieu, des effets de la température, du retrait et de l'hydratation pour chaque phase de construction.

NOTE 1 En général, dans le cas des bâtiments, les actions dues à la température et au retrait ne sont pas significatives lorsque des dispositions constructives appropriées ont été adoptées pour la situation de projet durable.

NOTE 2 Il peut être nécessaire de prendre en compte les entraves dues aux effets de frottement des appareils d'appui (voir également 4.1 (5)).

(2) Il y a lieu de déterminer les actions thermiques climatiques selon l'EN 1991-1-5.

(3) Il convient de déterminer les actions thermiques dues à l'hydratation lorsqu'il y a lieu.

NOTE 1 La température d'une structure massive en béton peut augmenter de manière significative après coulage, provoquant des effets thermiques importants.

NOTE 2 Les valeurs extrêmes des températures minimale et maximale à prendre en compte dans le projet peuvent être différentes du fait de variations saisonnières.

(4) Il convient de déterminer les effets du retrait des matériaux de construction structuraux selon les Eurocodes concernés EN 1992 à EN 1999.

(5) Dans le cas des ponts, pour la détermination des entraves aux effets de la température du fait du frottement au droit des appareils d'appui qui assurent la liberté de mouvements, il convient de tenir compte de ces effets à partir de valeurs représentatives appropriées.

NOTE Voir l'EN 1337.

(6) Il convient, le cas échéant, de tenir compte des effets de second ordre et de combiner les effets des déformations, dues à la température et au retrait, aux imperfections initiales.

#### 4.7 Actions du vent

(1) Il convient d'identifier la nécessité de recourir, pour les actions du vent, à une procédure de calcul de réponse dynamique aux diverses phases d'exécution, en tenant compte du degré d'achèvement et de stabilité de la structure et de ses divers éléments.

NOTE Les critères et les procédures peuvent être définis pour le projet individuel.

(2) Lorsqu'une procédure de réponse dynamique n'est pas nécessaire, il convient de déterminer les valeurs caractéristiques des forces statiques dues au vent  $Q_w$  selon l'EN 1991-1-4 pour la période de retour appropriée.

NOTE Voir 3.1 pour les périodes de retour recommandées.

(3) Il convient de spécifier la vitesse maximale acceptable du vent pour les opérations de levage et de déplacement ou d'autres phases de construction de courte durée.

NOTE La vitesse maximale du vent peut être définie pour le projet individuel. Voir également 3.1(6).

(4) Il y a lieu de prendre en compte les effets des vibrations dues au vent telles que les vibrations transversales au vent dues à l'échappement tourbillonnaire, le phénomène de galop, le flottement et l'action combinée de la pluie et du vent, y compris la fatigue possible, par exemple, pour des éléments élancés.

(5) Il y a lieu de tenir compte dans les processus d'exécution des actions du vent sur les parties de la structure destinées à être des parties internes de cette dernière une fois sa réalisation achevée (par exemple des murs).

NOTE Dans de tels cas, il peut se révéler nécessaire d'appliquer les coefficients de pression extérieure  $c_{pe}$  (par exemple aux murs isolés).

(6) Pour la détermination des forces du vent, il convient de tenir compte des aires des équipements, des cintres et d'autres ouvrages auxiliaires susceptibles de subir de telles forces.

#### 4.8 Charges de neige

(1)P Les charges de neige doivent être déterminées selon l'EN 1991-1-3 en fonction de l'environnement du chantier et de la période de retour requise.

NOTE 1 Pour les ponts, se reporter également à l'Annexe A2.

NOTE 2 Voir 3.1 pour les périodes de retour recommandées.

#### 4.9 Actions dues à l'eau

(1) En règle générale, il convient de représenter les actions dues à l'eau, y compris les eaux souterraines, ( $Q_{wa}$ ), en termes de pressions statiques et/ou d'effets hydrodynamiques, selon les effets les plus défavorables produits.

NOTE Généralement, les phénomènes couverts par les effets hydrodynamiques sont les suivants :

- la force hydrodynamique due aux courants au niveau des obstacles immergés ;
- les forces dues aux actions des vagues ;
- les effets de l'eau dus à un tremblement de terre (tsunamis).

(2) Les actions dues à l'eau peuvent être prises en compte dans des combinaisons, en tant qu'actions permanentes ou variables.

NOTE La classification des actions dues à l'eau en tant qu'actions permanentes ou variables peut être définie pour le projet individuel, en tenant compte des conditions environnementales spécifiques.

(3) Il y a lieu d'appliquer les actions engendrées par l'eau, y compris les effets dynamiques le cas échéant, exercées par les courants sur les structures immergées, perpendiculairement aux surfaces de contact. Il convient de les déterminer pour la vitesse, la profondeur d'eau et la forme de la structure, en prenant en compte le dimensionnement pour les phases de construction.

(4) Il convient de déterminer l'intensité de la force horizontale totale  $F_{wa}$  (N) exercée par les courants sur la surface verticale à l'aide de l'expression 4.1. Voir également la Figure 4.1.

$$F_{wa} = \frac{1}{2} k \rho_{wa} h b v_{wa}^2 \dots (4.1)$$

où :

$v_{wa}$  est la vitesse moyenne de l'eau rapportée à sa profondeur, exprimée en m/s ;

$\rho_{wa}$  est la masse volumique de l'eau, exprimée en kg/m<sup>3</sup> ;

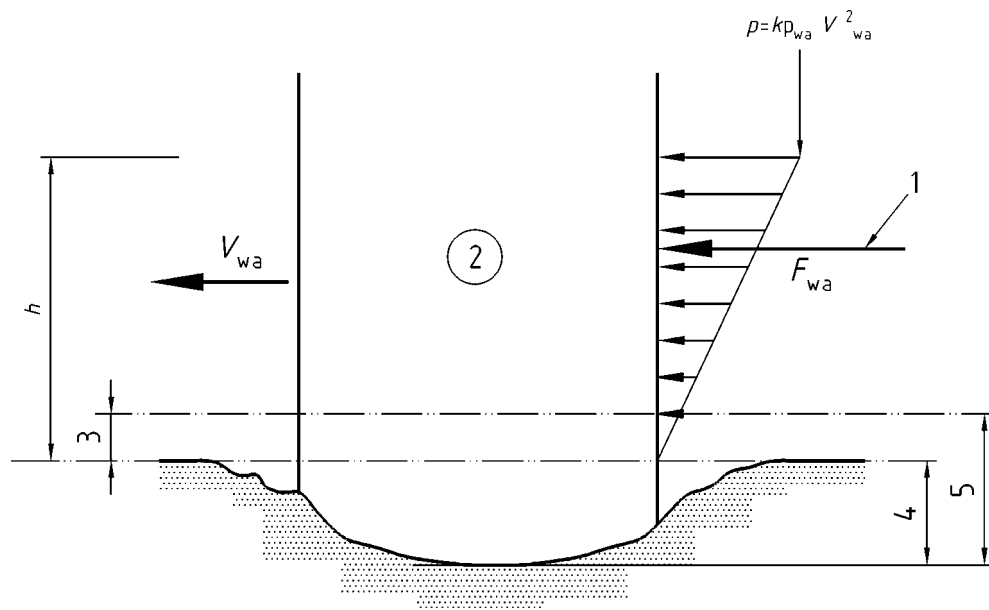
$h$  est la profondeur de l'eau, sans prendre en compte la profondeur d'affouillement local, exprimée en mètres ;

$b$  est la largeur de l'obstacle, exprimée en m ;

$k$  est le coefficient de forme où

$k = 1,44$  pour un obstacle de section carrée ou rectangulaire en plan ; et

$k = 0,70$  pour un obstacle de section circulaire en plan.



**Légende**

- 1 Pression due au courant ( $p$ )
- 2 Obstacle
- 3 Profondeur d'affouillement général
- 4 Profondeur d'affouillement local
- 5 Profondeur totale d'affouillement

**Figure 4.1 — Pression et force dues aux courants**

NOTE 1  $F_{wa}$  peut être utilisée pour vérifier la stabilité des piles de ponts et des batardeaux, etc. Une formulation plus précise peut être utilisée pour  $F_{wa}$  pour le projet individuel.

NOTE 2 L'effet de l'affouillement peut être pris en compte dans le calcul lorsqu'il y a lieu. Voir 3.1(12), 1.5.2.3 et 1.5.2.4.

(5) Le cas échéant, il convient de représenter l'accumulation potentielle de débris par une force  $F_{\text{deb}}$  (N) et de la calculer pour un obstacle de forme rectangulaire (par exemple un batardeau), par exemple, à partir de l'expression suivante :

$$F_{\text{deb}} = k_{\text{deb}} A_{\text{deb}} v_{\text{wa}}^2 \quad \dots (1)$$

où :

$k_{\text{deb}}$  est un paramètre de masse volumique des débris, exprimé en  $\text{kg/m}^3$  ;

$v_{\text{wa}}$  est la vitesse moyenne du débit d'eau, exprimée en  $\text{m/s}$  ;

$A_{\text{deb}}$  est l'aire d'obstruction créée par les débris piégés et le cintre, exprimée en  $\text{m}^2$ .

NOTE 1 L'expression (4.2) peut être adaptée pour le projet individuel, en tenant compte de ses conditions environnementales spécifiques.

NOTE 2 La valeur recommandée de  $k_{\text{deb}}$  est égale à  $666 \text{ kg/m}^3$ .

(6) Il convient de tenir compte des actions dues à la glace, y compris la glace flottante, le cas échéant.

NOTE 1 Les actions peuvent être considérées comme une charge répartie et comme agissant dans le sens du courant à son plus haut ou son plus bas niveau, de manière à obtenir les effets les plus défavorables.

NOTE 2 Les efforts et les niveaux d'eau peuvent être définis dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel.

(7) Il y a lieu de prendre en compte les actions dues à l'eau de pluie lorsqu'elle peut s'accumuler et produire des effets d'engorgement dus, par exemple, à un drainage mal conçu, des imperfections de surface, des déformations verticales et/ou à une défaillance des dispositifs d'évacuation.

#### 4.10 Actions dues au givre

(1)P Les actions dues au givre doivent être prises en compte le cas échéant.

NOTE Les valeurs représentatives de ces actions peuvent être définies dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel. Les normes EN 1993-3 et ISO 12494 fournissent des indications à cet égard.

#### 4.11 Charges de construction

##### 4.11.1 Généralités

(1) Les charges de construction ( $Q_c$ ) peuvent être représentées dans les situations de projet appropriées (voir l'EN 1990), soit par une seule action variable, soit, le cas échéant, par différents types de charges de construction pouvant être regroupés et appliqués en tant qu'action variable unique. Il convient de considérer une seule action et/ou un groupe de charges de construction comme agissant de manière simultanée avec des charges autres que des charges de construction le cas échéant.

NOTE 1 Se reporter à l'EN 1990 et à l'EN 1991 pour des recommandations concernant la simultanéité des charges autres que les charges de construction et les charges de construction proprement dites.

NOTE 2 Les groupes de charges à prendre en compte dépendent du projet individuel.

NOTE 3 Voir également le Tableau 2.2.

(2) Les charges de construction à prendre en considération sont données dans le Tableau 4.1.

**Tableau 4.1 — Représentation des charges de construction ( $Q_c$ )**

Charges de construction ( $Q_c$ )				
Actions			Représentation	Notes et remarques
Type	Symbole	Description		
Personnel, et petit outillage	$Q_{ca}$	Personnel d'exécution, personnel d'encadrement et visiteurs, le cas échéant avec petit outillage ou autre équipement léger de chantier	Modélisées sous forme d'une charge uniformément répartie $q_{ca}$ et appliquée de manière à obtenir les effets les plus défavorables.	NOTE 1 La valeur caractéristique $q_{ca,k}$ de la charge uniformément répartie peut être définie dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel.  NOTE 2 La valeur recommandée est de $1,0 \text{ kN/m}^2$ . Voir également 4.11.2.
Stockage d'éléments déplaçables	$Q_{cb}$	Stockage d'éléments déplaçables, par exemple : — matériaux de construction, éléments préfabriqués ; et — équipements	Modélisées en tant qu'actions libres et qu'il convient de représenter de manière appropriée, par : — une charge uniformément répartie $q_{cb}$ ; — une charge concentrée $F_{cb}$	NOTE 3 Les valeurs caractéristiques de la charge uniformément répartie et de la charge concentrée peuvent être définies dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel.  Dans le cas des ponts, les valeurs minimales recommandées sont les valeurs suivantes : — $q_{cb,k} = 0,2 \text{ kN/m}^2$ ; — $F_{cb,k} = 100 \text{ kN}$  où $F_{cb,k}$ peut être appliquée sur une surface nominale pour un projet détaillé.  Pour les masses volumiques des matériaux de construction, voir l'EN1991-1-1.
Équipements non permanents	$Q_{cc}$	Équipements non permanents en position d'utilisation en cours d'exécution, soit : — fixes (par exemple panneaux de coffrage, échafaudage, cintre, machines, conteneurs) ; ou — déplaçables (par exemple équipages mobiles, poutres de lancement et avant-bec de poussage, contrepoids)	Modélisées en tant qu'actions libres, il y a lieu de les représenter de manière appropriée, par : — une charge uniformément répartie $q_{cc}$ ;	NOTE 4 Ces charges peuvent être définies pour le projet individuel en utilisant les informations du fournisseur. Si des informations plus précises ne sont pas disponibles, les charges peuvent être modélisées par une charge uniformément répartie avec une valeur caractéristique minimale recommandée de $q_{cc,k} = 0,5 \text{ kN/m}^2$ .  Une gamme de codes CEN de projet est disponible, voir, par exemple, l'EN 12811 et, pour le calcul de coffrages et de cintres, l'EN 12812.
Machines et équipements lourds déplaçables	$Q_{cd}$	Machines et équipements lourds déplaçables, généralement à roues ou à chenilles (par exemple grues, ascenseurs, véhicules, chariots élévateurs, générateurs électriques, vérins, dispositifs de levage lourds)	En l'absence de spécification, il y a lieu de les modéliser à partir des informations fournies dans les parties concernées de l'EN 1991.	Les informations pour la détermination des actions dues aux véhicules, lorsqu'elles ne sont pas définies dans les spécifications du projet, figurent, par exemple, dans l'EN 1991-2.  Les informations pour la détermination des actions dues aux grues sont données dans l'EN 1991-3.

(à suivre)

Tableau 4.1 — Représentation des charges de construction ( $Q_C$ ) (fin)

Charges de construction ( $Q_C$ )				
Actions			Représentation	Notes et remarques
Type	Symbole	Description		
Accumulation de matériaux de rebut	$Q_{ce}$	Accumulation de matériaux de rebut (par exemple excédent de matériaux de construction, déblais ou matériaux de démolition)	Prise en compte en prenant en considération les effets d'origine pondérale potentiels sur les éléments horizontaux, inclinés et verticaux (tels que les murs),	NOTE 5 Ces charges peuvent varier de manière significative, et sur de courtes périodes de temps, selon les types de matériaux, les conditions climatiques, les taux d'éléments montés et des dégagements, par exemple.
Charges dues à des parties d'une structure dans des phases provisoires	$Q_{cf}$	Charges dues à des parties d'une structure dans une phase provisoire (en cours d'exécution) avant que les actions de calcul finales ne développent leurs effets (par exemple les charges dues aux opérations de levage)	À prendre en compte et à modéliser selon les séquences d'exécution prévues, y compris les conséquences de ces séquences (par exemple, les charges et les effets des charges inversées dus à des processus particuliers de construction, tels que l'assemblage)	Voir également 4.11.2 pour les charges supplémentaires dues au béton frais

(3)P Les valeurs caractéristiques des charges de construction, comportant le cas échéant des composantes verticales et horizontales, doivent être déterminées selon les exigences techniques relatives à l'exécution des ouvrages et les exigences de l'EN 1990.

NOTE 1 Les valeurs recommandées des coefficients  $\psi$  applicables aux charges de construction sont données dans l'Annexe A1 de la présente norme pour les bâtiments, et dans l'Annexe A2 de l'EN 1990 pour les ponts.

NOTE 2 Il peut se révéler nécessaire de prendre en compte d'autres types de charges de construction. Ces charges peuvent être définies pour le projet individuel.

(4)P Les actions horizontales résultant des effets des charges de construction doivent être déterminées et prises en compte aussi bien dans le calcul structural d'une structure partiellement achevée que dans celui de la structure achevée.

(5)P Lorsque les charges de construction provoquent des effets dynamiques, ces effets doivent être pris en compte.

NOTE Voir également 3.1 (10) et l'EN 1990, Annexes A1 et A2.

#### 4.11.2 Charges de construction lors du coulage du béton

(1) Les actions à prendre en compte de manière simultanée lors du coulage du béton peuvent inclure le personnel d'exécution utilisant des équipements légers de chantier ( $Q_{ca}$ ), les coffrages et les éléments porteurs ( $Q_{cc}$ ), ainsi que le poids du béton frais (qui constitue un exemple de valeur  $Q_{cf}$ ), selon le cas.

NOTE 1 Pour la masse volumique du béton frais, voir l'EN 1991-1-1:2002 Tableau A.1.

NOTE 2  $Q_{ca}$ ,  $Q_{cc}$  et  $Q_{cf}$  peuvent être données dans l'Annexe nationale.

NOTE 3 Des valeurs recommandées des actions dues aux charges de construction en cours de coulage du béton ( $Q_{cf}$ ) sont fournies par le Tableau 4.2 et, pour le béton frais, par l'EN 1991-1-1:2002, Tableau A.1. Il peut être nécessaire de définir d'autres valeurs, par exemple, lors de l'utilisation de béton auto-nivelant ou de produits préfabriqués.

NOTE 4 Les charges telles que définies en (1), (2) et (3) dans le Tableau 4.2, sont destinées à être placées de manière à provoquer les effets maximum, qui peuvent ou non être symétriques.

**Tableau 4.2 — Valeurs caractéristiques recommandées des actions dues aux charges de construction lors du coulage du béton**

Action	Surface soumise à une charge	Charge en kN/m <sup>2</sup>
(1)	À l'extérieur de l'aire de travail	0,75 correspondant à $Q_{ca}$
(2)	À l'intérieur de l'aire de travail 3 m × 3 m (ou la portée de la travée si elle est inférieure)	10 % du poids propre du béton mais au moins 0,75 et au plus 1,5. Inclut les charges $Q_{ca}$ et $Q_{cf}$
(3)	Aire réelle	Poids propre du coffrage, de l'élément porteur ( $Q_{cc}$ ) et poids du béton frais pour l'épaisseur de calcul ( $Q_{cf}$ )

(2) Il convient de tenir compte des actions horizontales du béton frais.

NOTE Voir également A1.3(2).

#### 4.12 Actions accidentelles

(1)P Les actions accidentelles telles que les chocs dus à des véhicules de construction, grues, équipements ou matériaux de construction en cours de déplacement (par exemple benne de béton frais), et/ou la défaillance locale d'appuis définitifs ou provisoires, y compris les effets dynamiques, pouvant entraîner l'effondrement des éléments structuraux porteurs, doivent être prises en compte lorsqu'il y a lieu.

NOTE 1 Les concentrations anormales d'équipements et/ou de matériaux de construction sur les éléments structuraux porteurs ne sont pas considérées comme des actions accidentelles.

NOTE 2 Les effets dynamiques peuvent être définis dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel. La valeur recommandée du coefficient de majoration dynamique est égale à 2. Dans des cas spécifiques, une analyse dynamique est nécessaire.

NOTE 3 Les actions accidentelles dues aux grues peuvent être définies pour le projet individuel. Voir également l'EN 1991-3.

(2) Il est recommandé de définir et de prendre en compte, le cas échéant, l'action due aux chutes d'équipements sur ou à partir d'une structure, y compris les effets dynamiques.

NOTE Les effets dynamiques dus à de telles chutes d'équipements peuvent être spécifiés dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel.

(3) Il convient, le cas échéant, de prendre en compte un choc d'origine humaine en tant qu'action accidentelle, représenté par une force verticale quasi-statique.

NOTE La valeur de calcul du choc d'origine humaine peut être définie dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel. Exemples de valeurs :

a) 2,5 kN appliqués sur une aire de 200 mm × 200 mm, pour tenir compte des effets de trébuchement ;

b) 6,0 kN appliqués sur une aire de 300 mm × 300 mm, pour tenir compte des effets de chute.



(4) Il y a lieu d'évaluer les effets des actions décrites dans les paragraphes (1), (2) et (3) ci-dessus afin de déterminer la possibilité de déclencher un mouvement de la structure ; il y a lieu, aussi, de déterminer l'ampleur et l'effet de tout mouvement de ce genre, et d'évaluer la possibilité d'un effondrement progressif.

NOTE Voir également l'EN 1991-1-7.

(5) Il convient de prendre en compte les actions accidentelles utilisées pour les situations de projet dans le cas de toute modification. Afin de s'assurer de l'application permanente des critères de dimensionnement appropriés, il convient de prendre des mesures correctives qui accompagnent l'avancement des travaux.

(6) Il convient, le cas échéant, de tenir compte des actions du feu.

#### 4.13 Actions sismiques

(1) Il est recommandé de déterminer les actions sismiques selon l'EN 1998, compte tenu de la période de référence de la situation transitoire considérée.

(2) Il convient de définir les valeurs de calcul de l'accélération au sol ainsi que du coefficient d'importance  $\chi$ .

NOTE Les valeurs de calcul de l'accélération au sol ainsi que du coefficient d'importance  $\chi$  peuvent être définies dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel.

PROJET DE NORME MAROCAINE

**Annexe A1**  
(normative)  
**Règles complémentaires pour les bâtiments**

**A1.1 États limites ultimes**

(1) Dans le cas des situations de projet transitoires, accidentelles et sismiques, il est recommandé de fonder les vérifications des états limites ultimes sur les combinaisons d'actions appliquées avec les coefficients partiels pour actions  $\gamma_F$  et les coefficients  $\psi$  appropriés.

NOTE 1 Pour les valeurs des coefficients  $\gamma_F$  et  $\psi$ , voir l'EN 1990, Annexe A1.

NOTE 2 Les valeurs représentatives de l'action variable due aux charges de construction peuvent être fixées par l'Annexe Nationale dans une plage recommandée allant de  $\psi_0 = 0,6$  à  $1,0$ . La valeur recommandée de  $\psi_0$  est  $1,0$ . La valeur minimale recommandée de  $\psi_2$  est  $0,2$  et il est par ailleurs conseillé de ne pas retenir les valeurs inférieures à  $0,2$ .

NOTE 3  $\psi_1$  ne s'applique pas aux charges de construction en cours d'exécution.

**A1.2 États limites de service**

(1) Pour la vérification des états limites de service, il y a lieu de prendre en compte les combinaisons d'actions caractéristique et quasi-permanente telles que définies dans l'EN 1990.

NOTE Pour les valeurs recommandées des coefficients  $\psi$ , voir A1.1 NOTES 1 et 2.

**A1.3 Actions horizontales**

(1)P Outre le paragraphe 4.11.1 (3), les actions horizontales résultant, par exemple, des forces du vent et des effets des imperfections et des déformations liées à un déplacement horizontal, doivent être prises en compte.

NOTE Voir également 4.7 et l'EN 1990:2002, 3.5(7).

(2) Les forces horizontales nominales ( $F_{hn}$ ) ne peuvent être appliquées que lorsqu'une méthode de cette nature peut être justifiée de manière appropriée et raisonnable pour un cas particulier. Dans de tels cas, il y a lieu d'appliquer les forces horizontales nominales en des emplacements permettant de produire les effets les plus défavorables ; lesdites forces peuvent ne pas toujours correspondre à celles des charges verticales.

NOTE Les valeurs caractéristiques de ces forces horizontales équivalentes peuvent être définies dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel. La valeur recommandée représente 3 % des charges verticales dues à la combinaison d'actions la plus défavorable.

**Annexe A2**

(normative)

**Règles complémentaires pour les ponts****A2.1 États limites ultimes**

(1) Il convient de vérifier les états limites ultimes pour les situations de projet transitoires, accidentelles et sismiques.

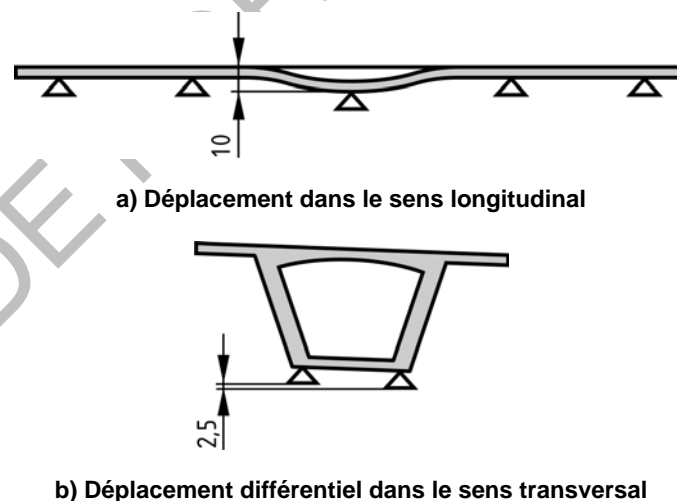
NOTE Pour les valeurs des coefficients  $\gamma_F$  et  $\psi$ , voir l'EN 1990, Annexe A2.

**A2.2 États limites de service**

(1) Dans le cas des états limites de service, il y a lieu de prendre les coefficients partiels relatifs aux actions  $\gamma_F$  égaux à 1,0 sauf spécification différente dans les normes EN 1991 à EN 1999. Il convient de prendre les coefficients  $\psi$  tels que spécifiés dans l'EN 1990, Annexe A2.

**A2.3 Valeurs de calcul des déformations**

(1) Il convient de définir les valeurs de calcul des déplacements verticaux (voir Figure A2.1) pour les ponts construits par poussage.



**Figure A2.1 — Déplacements des appuis en cours d'exécution pour les ponts construits par poussage**

NOTE 1 Les valeurs de calcul des déplacements verticaux peuvent être définies dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel. Les valeurs recommandées sont les suivantes :

- $\pm 10$  mm dans la direction longitudinale pour un appui, les autres appuis étant supposés se trouver au niveau théorique (Figure A2.1 a) ;
- $\pm 2,5$  mm dans la direction transversale pour un appui, les autres appuis étant supposés se trouver au niveau théorique (Figure A2.1 b).

NOTE 2 Les déplacements dans les directions longitudinale et transversale sont considérés séparément.

## A2.4 Charges de neige

(1) Il y a lieu de fonder les charges de neige exercées sur les ponts en cours d'exécution sur les valeurs spécifiées dans l'EN 1991-1-3 compte tenu de la période de retour requise (voir Section 3).

(2) Lorsqu'un déblaiement quotidien de la neige est requis (y compris pendant les week-ends et les vacances) au stade du projet et que des mesures de sécurité sont prévues à cette fin, il convient de réduire la charge de neige caractéristique par rapport à la valeur spécifiée dans l'EN 1991-1-3 pour la phase finale.

NOTE La réduction peut être définie dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel. La valeur caractéristique recommandée est égale à 30 % de la valeur caractéristique applicable aux situations de projet durables.

(3) Pour la vérification de l'équilibre statique (EQU), et lorsque les conditions climatiques et la durée prévue de la phase de construction le justifient, il convient de supposer que la charge de neige caractéristique est uniformément répartie sur les zones produisant des effets d'actions défavorables et qu'elle est égale à x % de la valeur caractéristique applicable aux situations de projet durables définies dans l'EN 1991-1-3.

NOTE Les conditions d'application de cette règle et de la valeur réduite du pourcentage (x %) peuvent être définies dans l'Annexe nationale. La valeur recommandée pour x est 75 %.

## A2.5 Charges de construction

(1) Il convient de déterminer, pour les ponts construits par poussage, les forces horizontales dues aux effets de frottement et de les appliquer entre la structure du pont, les appuis et la structure porteuse, en tenant compte d'effets d'actions dynamiques le cas échéant.

(2) Il convient d'évaluer la valeur de calcul des forces horizontales totales de frottement, sans qu'elle soit inférieure à x % de celle des charges verticales, et de manière à produire les effets les plus défavorables.

NOTE La valeur de x % peut être spécifiée dans l'Annexe nationale. La valeur recommandée est 10 %.

(3) Il convient de déterminer les forces de frottement horizontales au niveau de chaque pile avec les coefficients de frottement appropriés,  $\mu_{\min}$  et  $\mu_{\max}$ .

NOTE 1 Les coefficients de frottement,  $\mu_{\min}$  et  $\mu_{\max}$ , peuvent être définis dans l'Annexe nationale ou pour le projet individuel.

NOTE 2 À moins de disposer de valeurs plus précises obtenues à partir d'essais relatifs aux mouvements sur des surfaces à très faible frottement (par exemple, PTFE — polytétrafluoroéthylène), les valeurs recommandées sont les suivantes :

$$\mu_{\min} = 0$$

$$\mu_{\max} = 0,04$$

## Annexe B (informative)

### Actions sur les structures en cours de modification, de reconstruction ou de démolition

- (1) Il convient de déterminer les valeurs caractéristiques et autres valeurs représentatives des actions conformément à l'EN 1990.
- (2) Il y a lieu de tenir compte des performances réelles des structures détériorées lors de la vérification des phases de reconstruction ou de démolition. Il y a lieu d'entreprendre une étude des conditions structurales permettant l'évaluation de la capacité portante de la structure et d'empêcher tout comportement imprévisible lors de la reconstruction ou de la démolition.
- (3) Des indications relatives aux actions les plus courantes et à leurs méthodes de détermination sont données en Section 4. Certaines charges de construction peuvent, toutefois, lors des phases de reconstruction ou de démolition, être différentes en termes de caractéristiques et de représentation, de celles indiquées dans les Tableaux 2.2 et 4.1. Il convient de vérifier et de prendre en compte les effets de telles charges sur toutes les structures concernées dans les situations de projet transitoires pertinentes.
- (4) Les combinaisons d'actions applicables à diverses situations de calcul sont telles qu'indiquées dans l'EN 1990 et ses Annexes A1 et A2.
- (5) À moins de disposer d'informations plus spécifiques, les valeurs des coefficients  $\psi$  recommandées pour les bâtiments dans l'Annexe A1 de la présente norme et dans l'Annexe A1 de l'EN 1990, ainsi que pour les ponts dans l'Annexe A2 de l'EN 1990, peuvent être prises en compte dans le calcul des situations de projet transitoires.
- (6) Il est recommandé de prendre en considération toutes les charges imposées, y compris les charges dues au trafic, si une partie de la structure demeure en service lors de sa reconstruction ou de sa démolition partielle. Ces charges peuvent varier à différentes phases transitoires. Il convient que les charges dues au trafic incluent, par exemple, les chocs et les forces horizontales dus aux véhicules, les actions du vent sur ces mêmes véhicules ainsi que les effets aérodynamiques dus au passage des véhicules et des trains le cas échéant.
- (7) Il convient de ne pas réduire les valeurs de calcul définitives des charges dues au trafic sauf si la structure est mise sous surveillance et régulièrement contrôlée à un niveau approprié.
- (8) Il y a lieu d'assurer à la structure restante ou aux parties de la structure en cours de reconstruction ou de démolition partielle ou totale, une fiabilité conforme à celle considérée dans les Eurocodes pour les structures achevées ou les parties de structures.
- (9) Il y a lieu que les actions dues aux travaux ne portent pas préjudice aux structures voisines, par exemple, en supprimant ou en imposant des charges pouvant entraîner l'instabilité.
- (10) Il convient de déterminer les charges de construction spécifiques aux opérations de reconstruction ou de démolition en tenant compte, par exemple, des méthodes et de la disposition des matériaux stockés, des techniques de reconstruction ou de démolition employées, du système d'exécution, ainsi que des phases particulières d'avancement des travaux. Les charges de construction appliquées lors des opérations de reconstruction ou de démolition peuvent également inclure les effets de stockage de matériels démolis ou déplacés et/ou d'éléments démantelés, y compris les actions horizontales.
- (11) Il convient de prendre en considération les effets dynamiques lorsqu'il est prévu que les activités lors des opérations de reconstruction ou de démolition entraînent de tels effets.

## Bibliographie

- [1] EN 1337, *Appareils d'appui structuraux.*
- [2] EN 12811, *Équipements temporaires de chantiers.*
- [3] EN 12812, *Étaisements — Exigences de performance et conception générale.*
- [4] ISO 12494, *Structures soumises au givre.*

PROJET DE NORME MAROCAINE

---

**Bases de calcul des structures****BNTEC P06A**

---

**Membres de la commission de normalisation**

Président : M LARAVOIRE

Secrétariat : M PINÇON — BNTEC

M	ANTROPIUS	
M	BALOCHE	CSTB
M	BIETRY	
M	BITAR	CTICM
M	CALGARO	Conseil Général des Ponts et Chaussées
M	CAUDE	CETMEF
M	CHABROLIN	CTICM
M	CHOLLET-MEIRIEU	AFNOR
M	DAUBILLY	FNTF
M	DURAND	UMGO
M	FAVRIN	SOFRESID ENGINEERING SUD-EST
M	FUSO	SSBAIF
M	GAUDIN	EGF.BTP
M	HORVATH	CIM-BETON
M	IMBERTY	SETRA
M	IZABEL	SNPPA
M	JACOB	LCPC
M	KOVARIK	PORT AUTONOME DE ROUEN
M	LAMADON	BUREAU VERITAS
M	LARAVOIRE	
M	LARUE	RBS
M	Le CHAFFOTEC	CTICM
M	LECOINTRE	
M	LEFEVRE	BSI
M	LEMOINE	UMGO
M	LIGOT	
M	MAITRE	SOCOTEC
M	MARTIN	SNCF
M	MEBARKI	UNIVERSITÉ DE MARNE LA VALLÉE
M	MILLEREUX	FIBC
M	MUZEAU	CUST
M	NGUYEN TRI THIEN	MEEDDAT — DAEI
MME	OSMANI	EIFFAGE Construction
M	PAMIES	INRS
M	PINÇON	BNTEC
M	PRAT	SETRA
M	RAGNEAU	INSA de RENNES
M	RAMONDENC	SNCF
M	RAOUL	SETRA
MME	ROGER	MEEDDAT
M	SAUVAGE	FFB-CMP
M	SCAIN	CERIB
M	TEPHANY	Ministère de l'Intérieur — DDSC
M	TRINH	
M	VION	SETRA

**Avant-propos à l'Annexe Nationale de la NF EN 1991-1-6:2005**

(1) La présente Annexe Nationale définit les conditions de l'application sur le territoire français de la norme NF EN 1991-1-6:2005, laquelle reproduit la norme européenne EN 1991-1-6:2005 — Eurocode 1 — Actions sur les structures — Partie 1-6 : Actions générales — Actions en cours d'exécution, ratifiée par le Comité Européen de Normalisation le 13 janvier 2005 et mise à disposition le 8 juin 2005.

(2) La présente Annexe Nationale a été préparée par la commission de normalisation BNTEC P 06 A «Bases de calcul des structures».

(3) La présente Annexe Nationale :

— fournit des «paramètres déterminés au plan national» (NDP) pour les clauses suivantes de la norme européenne EN 1991-1-6:2005 autorisant un choix national :

Section 1 : Généralités

- 1.1(3) Règles de calcul pour les ouvrages de construction auxiliaires

Section 2 : Classification des actions

- 2(4) Positionnement des charges de construction classées comme libres

Section 3 : Situations de projets et états limites

- 3.1(1)P
- 3.1(5) NOTE 1
- 3.1(5) NOTE 2
- 3.1(7)
- 3.1(8) NOTE 1
- 3.3(2)
- 3.3(6)

Section 4 : Représentation des actions

- 4.9(6) NOTE 2
- 4.10(1)P
- 4.11.1(1) Tableau 4.1
- 4.11.2(1)
- 4.12.1(1)P NOTE 2
- 4.12(2)
- 4.12(3)
- 4.13(2)

Annexe A1

- A1.1(1)
- A1.3(2)

Annexe A2

- A2.3(1)
- A2.4(2)
- A2.4(3)
- A2.5(2)
- A2.5(3)

— fixe les conditions d'emploi de l'annexe informative B de la norme NF EN 1991-1-6:2005 ;

— fournit des indications complémentaires, non contradictoires, pour faciliter l'application de la norme NF EN 1991-1-6:2005.



(4) Les clauses citées sont celles de la norme européenne NF EN 1991-1-6:2005.

(5) La présente Annexe Nationale est prévue pour être utilisée avec la norme NF EN 1991-1-6:2005 pour le calcul de bâtiments et ouvrages de génie civil neufs, associée aux normes NF EN 1990 à EN 1999 complétées par leurs Annexes Nationales. En attendant la publication de l'ensemble des Annexes nationales aux Eurocodes, les «paramètres déterminés au plan national» sont, lorsqu'il y a lieu, définis pour chaque projet individuel.

(6) Quand la norme NF EN 1991-1-6:2005 est rendue applicable dans un marché public ou privé, l'Annexe Nationale est également applicable, sauf mention contraire dans les documents contractuels.

(7) Dans un but de clarification, les «paramètres déterminés au plan national» sont encadrés. Le reste du texte consiste en des compléments à caractère non contradictoire pour l'application sur le territoire français de la norme européenne.

PROJET DE NORME MAROCAINE

## Annexe nationale

### AN 1 Application nationale des clauses de la norme européenne

NOTE La numérotation des clauses est celle de la norme européenne EN 1991-1-6:2005.

#### Clause 1.1(3)

Pour les règles de calcul applicables aux coffrages et aux cintres, des indications sont données dans l'EN 12812 Étaisements — Exigences de performances et méthodes de conception et calcul.

Pour les bâtiments, les règles de calcul applicables aux ouvrages auxiliaires sont à définir pour chaque projet individuel.

#### Clause 2(4)

Pour les charges de construction classées comme libres, il est recommandé de déterminer les limites de l'aire potentielle de leur déplacement ou de leur localisation.

Pour les bâtiments, les limites de l'aire potentielle de déplacement ou de localisation des charges de construction sont à définir pour chaque projet individuel.

#### Clause 3.1(1)P

Pour les actions du vent dans des conditions de tempête (par exemple cyclone, ouragan) il convient d'utiliser la situation de projet accidentelle, les exigences sont définies pour le projet individuel.

Pour les bâtiments, la situation de projet correspondant aux actions du vent dans des conditions de tempête (par exemple cyclone, ouragan) est à définir pour chaque projet individuel.

#### Clause 3.1(5) NOTE 1

Les périodes de retour relatives à la détermination des valeurs caractéristiques des actions variables en cours d'exécution peuvent être définies pour le projet individuel. Les périodes de retour recommandées pour les actions climatiques sont indiquées dans le tableau 3.1 de l'EN 1991-1-6, selon la durée nominale de la situation de projet considérée.

Pour les bâtiments, les périodes de retour relatives à la détermination des valeurs caractéristiques des actions variables en cours d'exécution sont à définir pour chaque projet individuel.

#### Clause 3.1(5) NOTE 2

Le projet individuel peut spécifier une vitesse moyenne de vent en cours d'exécution. La valeur de base recommandée pour les durées maximales de 3 mois est de 20 m/s conformément à l'EN 1991-1-4.

Pour les bâtiments, la vitesse moyenne de vent en cours d'exécution est à définir pour chaque projet individuel.

**Clause 3.1(7)**

Pour les ouvrages de génie civil, les règles de combinaison des charges de neige et des actions du vent avec les charges de construction sont définies de la façon suivante.

NOTE Pour les ponts, les charges de neige ne sont à considérer que si cela est spécifié pour le projet individuel.

— pour les situations d'équilibre (par exemple lorsqu'il y a un même nombre de voussoirs de part et d'autre de la pile pour un ouvrage construit par encorbellements successifs) il convient d'appliquer les combinaisons de l'annexe A2 avec les précisions suivantes : lorsque l'action dominante est celle des effets du vent, on prend  $\psi_0 = 1,0$  pour les charges de stockage  $Q_{cb}$  et les charges d'équipements non permanents  $Q_{cc}$ , et une valeur réduite pour les charges de personnels  $Q_{ca}$  avec  $\psi_0 = 0,2$  ; et on ne prend pas en considération la neige ( $\gamma_{Qs} = 0$ ) sauf spécifications particulières.

— pour les situations transitoires de courte durée (par exemple lors du lancement d'une charpente métallique, ou lors du déséquilibre entre les deux fléaux pour un ouvrage construit par encorbellements successifs) il convient d'appliquer les combinaisons de l'annexe A2 avec les précisions suivantes : lorsque l'action dominante est celle des charges de construction, on prend un vent d'accompagnement réduit avec  $\psi_0 = 0,2$  et on ne prend pas en considération la neige ( $\gamma_{Qs} = 0$ ) sauf spécifications particulières.

NOTE On ne prend pas en considération une situation de déséquilibre avec le vent maximum.

Pour les bâtiments, les règles de combinaison des charges de neige et des actions du vent avec les charges de construction sont à définir pour chaque projet individuel.

**Clause 3.1(8) NOTE 1**

Les imperfections géométriques de la structure et des éléments structuraux peuvent être spécifiées pour le projet individuel.

Pour les bâtiments, les imperfections géométriques de la structure et des éléments structuraux pour les situations de projet choisies en cours d'exécution sont à définir pour chaque projet individuel.

**Clause 3.3(2)**

Pour les bâtiments, les critères associés aux états limites de service en cours d'exécution sont à définir pour chaque projet individuel.

**Clause 3.3(6)**

Pour les bâtiments, les exigences d'aptitude au service relatives aux ouvrages auxiliaires seront, si nécessaire, définies pour le projet individuel.

**Section 4 : Représentation des actions****Clause 4.9(6) NOTE 2**

Pour les actions de la glace, les efforts et les niveaux d'eau à utiliser peuvent être spécifiés pour le projet individuel.

Pour les bâtiments, les efforts et les niveaux d'eau pour les situations de projet choisies en cours d'exécution sont à définir pour chaque projet individuel.

**Clause 4.10(1)P**

Pour les actions dues au givre, les valeurs représentatives peuvent être spécifiées pour le projet individuel.

Pour les bâtiments, les valeurs représentatives des actions dues au givre seront, si nécessaire, définies pour le projet individuel.

**Clause 4.11.1(1) Tableau 4.1**

Pour les ouvrages de génie civil, les valeurs caractéristiques des charges de construction à prendre en compte sont les valeurs du tableau AN4.1(NF) ci-après, qui remplace le tableau 4.1 de la norme NF EN 1991-1-6.

Pour les bâtiments, les valeurs  $q_{ca,k}$ ,  $q_{cb,k}$  et  $Q_{cb,k}$  sont à définir pour chaque projet individuel. Pour les bâtiments courants,  $q_{ca,k}$  est pris égal à  $0,5 \text{ kN/m}^2$  à défaut de prescription particulière différente.

**Tableau AN4.1(NF) — Charges de construction**

Type de charges de construction	Symbole	Valeur
Personnel et petit outillage	$q_{ca,k}$	$1,0 \text{ kN/m}^2$
Stockages d'éléments déplaçables	$q_{cb,k}$ $F_{cb,k}$	$0,2 \text{ kN/m}^2$ $100 \text{ kN}$
Équipements non permanents	$Q_{cc,k}$	À spécifier pour le projet individuel.  Ces charges peuvent être modélisées par une charge uniformément répartie de :  $q_{cc,k} = 0,5 \text{ kN/m}^2$

**Clause 4.11.2(1)**

Les actions à prendre en compte de manière simultanée lors du coulage du béton sont à définir pour le projet individuel.

Pour les bâtiments,  $Q_{ca}$ ,  $Q_{cc}$  et  $Q_{cf}$  seront, si nécessaire, définies pour le projet individuel.

**Clause 4.12(1)P NOTE 2**

Les effets dynamiques peuvent être spécifiés pour le projet individuel. La valeur du coefficient dynamique est égale à 2 sauf spécifications particulières nécessitant une analyse dynamique.

**Clause 4.12(2)**

Pour l'action due aux chutes d'équipements sur ou à partir d'une structure (chute d'un équipage mobile pour un ouvrage construit par encorbellements successifs), les effets dynamiques peuvent être spécifiés pour le projet individuel. La valeur du coefficient dynamique est égale à 2 sauf spécifications particulières.

Pour les bâtiments, les effets dynamiques dus aux chutes d'équipements seront, si nécessaire, définis pour le projet individuel.

**Clause 4.12(3)**

Pour le choc d'origine humaine en tant qu'action accidentelle, les valeurs de calcul de la force d'impact peuvent être spécifiées pour le projet individuel.

Pour les bâtiments, les valeurs de calcul du choc d'origine humaine seront, si nécessaire, définies pour le projet individuel.

**Clause 4.13(2)**

Pour les actions sismiques, les valeurs de calcul de l'accélération au sol ainsi que le coefficient d'importance  $\gamma$  peuvent être spécifiés pour le projet individuel.

Pour les bâtiments, il est d'usage de ne pas considérer de situation sismique transitoire ; néanmoins, si nécessaire, les valeurs de calcul de l'accélération au sol et du coefficient d'importance seront définies pour le projet individuel.

**Annexe A1 (normative) Règles complémentaires pour les bâtiments****Clause A1.1(1) NOTE 2**

Les valeurs de  $\psi_0$  et  $\psi_2$  sont à définir pour chaque projet individuel ; à défaut  $\psi_0 = 0,6$  et  $\psi_2 = 0,2$  seront retenues.

**Clause A1.3(2)**

Les valeurs caractéristiques des forces horizontales équivalentes seront, si nécessaire, définies pour le projet individuel.

**Annexe A2 (normative) Règles complémentaires pour les ponts****Clause A2.3(1)**

Les valeurs de calcul des déplacements verticaux en cours d'exécution pour les ponts construits par poussage peuvent être spécifiées pour le projet individuel. Les valeurs recommandées sont  $\pm 10$  mm dans la direction longitudinale, et  $\pm 2,5$  mm dans la direction transversale.

**Clause A2.4(2)**

Sans objet.

**Clause A2.4(3)**

Sans objet.

**Clause A2.5(2)**

La valeur de calcul des forces horizontales totales de frottement pour les ponts construits par poussage peut être spécifiée pour le projet individuel. La valeur recommandée est 10 % des charges verticales.

**Clause A2.5(3)**

Les coefficients de frottement  $\mu_{\min}$  et  $\mu_{\max}$  pour les ponts construits par poussage peuvent être spécifiés pour le projet individuel. Les valeurs recommandées sont les suivantes, à moins de disposer de valeurs plus précises obtenues à partir d'essais :  $\mu_{\min} = 0$  et  $\mu_{\max} 0,4$ .

**Annexe B (informative) Actions sur les structures en cours de modification, de reconstruction ou de démolition**

L'annexe B ne s'applique pas au cas des bâtiments.

PROJET DE NORME MAROCAINE

EUROPEAN STANDARD

**EN 1991-1-6:2005/AC**

NORME EUROPÉENNE

February 2013

EUROPÄISCHE NORM

Février 2013

Februar 2013

ICS 91.010.30

English version  
Version Française  
Deutsche Fassung

Eurocode 1 - Actions on structures Part 1-6: General actions - Actions during execution

Eurocode 1 - Actions sur les structures -  
Partie 1-6: Actions générales - Actions en  
cours d'exécution

Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke -  
Teil 1-6 : Allgemeine Einwirkungen -  
Einwirkungen während der Bauausführung

This corrigendum becomes effective on 6 February 2013 for incorporation in the three official language versions of the EN.

Ce corrigendum prendra effet le 6 février 2013 pour incorporation dans les trois versions linguistiques officielles de la EN.

Die Berichtigung tritt am 6. Februar 2013 zur Einarbeitung in die drei offiziellen Sprachfassungen der EN in Kraft.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

© 2013 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national Members.  
Tous droits d'exploitation sous quelque forme et de quelque manière que ce soit réservés dans le monde entier aux membres nationaux du CEN.  
Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den nationalen Mitgliedern von CEN vorbehalten.

Ref. No.: EN 1991-1-6:2005/AC:2013 D/E/F

**Modifications dues à l'EN 1991-1-6:2005/AC:2008:**

Page 7

**Annexe nationale**

Supprimer les références de paragraphe suivantes : "

Paragraphe	Élément
2 (4)	Positionnement des charges de construction classes comme libres
4.11.1(1)	Valeurs caractéristiques recommandées des charges de construction $Q_{ca}$ , $Q_{cb}$ et $Q_{cc}$
4.11.2(1)	Charges de construction lors du coulage du béton
Annexe A2	Valeurs de calcul des déformations verticales pour le poussage des ponts.
A2.3(1)	

"

et remplacer par : "

Paragraphe	Élément
2.2 (4) NOTE 1	Positionnement des charges de construction classes comme libres
4.11.1 (1)	Valeurs caractéristiques recommandées des charges de construction $Q_{ca}$ , $Q_{cb}$ et $Q_{cc}$
4.11.2 (1) NOTE 2	Charges de construction lors du coulage du béton
Annexe A2	Valeurs de calcul des déformations verticales pour le poussage des ponts.
A2.3 (1) NOTE 1	

".

Page 8

**1.1 (1) Scope**

Supprimer la NOTE 2 et la remplacer par la suivante :

“NOTE 2 Pour des raisons qui ne relèvent pas du domaine d'application de la présente Norme européenne, les règles concernant la sécurité des personnes sur et autour du chantier de construction peuvent être définies pour le projet individuel”.

**Modifications dues à l'EN 1991-1-6:2005/AC:2012:****1 Modification de 4.2**

Remplacer la NOTE de l'alinéa (4) par la suivante :

« NOTE Voir l'EN 1991-3 pour la détermination des actions verticales et horizontales induites par les palans et les appareils de levage sur poutres de roulement. »

**2 Modification de 4.6**

Remplacer l'alinéa (3) par le suivant :



« (3) Il convient de déterminer les actions thermiques dues à l'hydratation, lorsqu'il y a lieu. ».

### **3 Modification de A.2.4**

Ne concerne pas la version française.

PROJET DE NORME MAROCAINE