

Renforcements du bâti existant vis-à-vis de l'action sismique



D'après l'Eurocode 8

> Dimensionnement des renforcements et vérifications
des structures renforcées

Guide Eurocode

D'après la norme NF EN 1998-3: 2005
(Eurocode 8, partie 3)



RENFORCEMENTS DU BÂTI EXISTANT VIS-À-VIS DE L'ACTION SISMIQUE

**Dimensionnement des renforcements
et vérifications des structures renforcées**

Directeur de collection : Ménad CHENAF (CSTB)

Auteur : Nicolas TAILLEFER (CSTB)

Acteur public indépendant, au service de l'innovation dans le bâtiment, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) exerce quatre activités clés – recherche, expertise, évaluation, diffusion des connaissances – qui lui permettent de répondre aux objectifs du développement durable pour les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes. Le CSTB contribue de manière essentielle à la qualité et à la sécurité de la construction durable grâce aux compétences de ses 850 collaborateurs, de ses filiales et de ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux.

Avertissement

Le présent guide ne se substitue en aucun cas aux textes de référence qu'ils soient réglementaires, normatifs ou codificatifs.

Le CSTB décline toute responsabilité quant aux conséquences directes ou indirectes de toute nature qui pourraient résulter de toute interprétation erronée du contenu du présent guide.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB juillet 2011

ISBN 978-2-86891-476-7

AVANT-PROPOS

Les autorités publiques ont confié au CSTB l'organisation et la gestion d'un programme d'accompagnement de la mise en œuvre de la directive « produits de construction » (Directive 89/106 du 21 décembre 1988). Ce programme d'accompagnement, appelé « Plan Europe » comporte plusieurs volets, tous concourant à l'intégration des textes techniques européens du domaine de la construction dans les usages français.

Le Plan Europe a été dirigé et organisé par le CSTB, en partenariat avec les acteurs du bâtiment, partenariat formalisé par une convention en date du 1^{er} juin 2004. Les partenaires concernés sont :

- le ministère de l'Équipement, des Transports, de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de la Mer ;
- le Secrétariat d'État au Logement ;
- la Fédération Française du Bâtiment (FFB) ;
- la Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment (CAPEB) ;
- l'Union Sociale pour l'Habitat (USH) ;
- la Fédération française des Promoteurs Constructeurs de France (FPC France) ;
- le Comité professionnel de la Prévention et du Contrôle technique dans la Construction (COPREC) ;
- l'Union Nationale des Syndicats Français d'Architectes (UNSFA) ;
- la Fédération des Professionnels de l'Ingénierie (SYNTEC-Ingénierie) ;
- la Chambre de l'Ingénierie et du Conseil de France (CICF) ;
- l'Association Française de Normalisation (AFNOR) ;
- le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB).

L'un des volets du Plan Europe est dédié spécifiquement aux Eurocodes. Il vise à procurer aux acteurs de la construction, pour les ouvrages courants, des outils pratiques consistant en des guides d'analyse commentés et des programmes de calcul leur permettant d'appliquer les principes et méthodes de dimensionnement proposées dans ces normes. Sont abordés à ce titre tous les matériaux habituels de structure : acier, béton, bois et maçonnerie vis-à-vis des actions normales, climatiques (vent, neige) ou accidentelles (feu, séisme).

Ce guide attire l'attention de l'utilisateur sur le domaine d'application couvert, forcément restreint par rapport à celui de l'Eurocode en question. Le choix délibéré a été de traiter les cas les plus couramment rencontrés, cette restriction s'accompagne d'une simplification de traitement.

Enfin, il est indispensable de souligner que les méthodes proposées dans ce guide sont destinées à réaliser des calculs de structure, et que leur utilisation suppose la connaissance des principes généraux de résistance des matériaux et de la mécanique des structures. Cette connaissance est indispensable pour effectuer les choix judicieux qui incombent au calculateur et apprécier la pertinence des résultats obtenus dans le contexte particulier de l'ouvrage qu'il dimensionne.

SOMMAIRE

1. OBJET 3

2. DOMAINE D'APPLICATION 5

3. DÉFINITIONS 7

4. RAPPEL DE LA MÉTHODOLOGIE DE L'EN 1998-3 9

4.1 Démarche générale 9

4.2 Investigations préalables 11

4.3 Détermination du niveau de renforcement requis 16

4.4 Évaluation de la capacité résistante 18

5. EXEMPLES D'APPLICATION 25

5.1 Renforcement d'éléments de structure 25

5.2 Renforcement du système de contreventement 68

5.3 Renforcement des liaisons 73

5.4 Ductilité locale 85

6. RÉFÉRENCES 91

1. OBJET

La norme **NF EN 1998-3** (Eurocode 8, partie 3) [①] fournit une démarche permettant d'estimer la nécessité de renforcer un bâtiment donné face à l'action sismique puis de dimensionner ce renforcement afin d'atteindre un niveau de sécurité défini par avance. Il s'agit d'une démarche assez innovante à laquelle les acteurs de la construction en France ne sont en général pas encore habitués. Bien sûr la problématique de l'évaluation du niveau de sécurité du bâti existant n'est pas entièrement nouvelle, ni même spécifique au calcul parasismique. Néanmoins, dans son principe, la publication de l'**EN 1998-3** rend publiques des méthodes qui jusque-là n'étaient connues et pratiquées que par les seuls spécialistes. La nécessité d'élaborer un guide d'application de cette norme apparaît donc très légitime.

Le présent guide a pour objet d'illustrer les méthodes de conception des renforcements de bâtiments existants courant situés dans des zones à sismicité non nulle, conformément à l'**EN 1998-3**. Le guide rappelle la démarche générale proposée dans l'**EN 1998-3** et détaille son application pour des éléments de construction simple. Au vu de la complexité des méthodes exposées et du retour d'expérience limité concernant l'application de ces méthodes, que ce soit dans la littérature ou auprès des spécialistes des calculs parasismiques, l'éventualité d'élaborer des méthodes simplifiées, même si elle est très séduisante de prime abord, s'est révélée peu judicieuse. Tout d'abord, la complexité des méthodes s'explique par la difficulté de quantifier les conséquences du séisme sur une structure existante, pour laquelle le niveau d'informations nécessaires au calcul est généralement difficile à obtenir. La démarche diffère logiquement de la conception de structure neuve pour laquelle les leviers d'action sont variés, étant donné que beaucoup de paramètres ne sont pas définitivement fixés. Dans le cas de l'évaluation de l'existant et du renforcement, il faut composer avec ce qui existe et toute modification locale, quand bien même elle a pour but le renforcement d'une zone vulnérable, peut avoir des conséquences sur les zones adjacentes, qui ne sont pas directement concernées par le renforcement. Ainsi, l'élaboration de ce guide s'est concentrée sur l'application des méthodes complètes de l'**EN 1998-3**, en s'attachant à mettre clairement en évidence les données d'entrée nécessaires au calcul, les modes de détermination des paramètres variables et l'incidence des choix opérés localement sur le comportement structure globale.

La première partie du présent guide présente de façon didactique et synthétique la démarche générale d'évaluation et de renforcement de manière à permettre au lecteur de la garder en mémoire lors de l'examen des exemples concrets. En effet, une claire compréhension de cette démarche générale est indispensable pour pouvoir appliquer avec pertinence les méthodes de calcul de la norme. La deuxième partie s'attache ensuite à

détailler les calculs sur des exemples concrets. L'objectif de cette partie est de guider le lecteur dans l'application des différentes méthodes de calcul, en particulier pour ce qui concerne le choix des paramètres de calcul et les références croisées avec d'autres Eurocodes.

Les exemples d'application sont relatifs aux domaines abordés dans les annexes, qui ont un statut informatif. Ces annexes ne visent pas de façon exhaustive tous les renforcements possibles. Elles concernent d'ailleurs uniquement les éléments en béton, les éléments métalliques ou mixtes et les éléments en maçonnerie. Lorsque les annexes font directement référence à d'autres Eurocodes, les méthodes ont été illustrées par des applications détaillées si celles-ci présentent la nécessité d'adapter de façon spécifique les méthodes générales. Pour certains domaines non traités par ces annexes, des exemples de principe sont proposés, le dimensionnement concret pouvant être décrit dans d'autres documents relatifs aux techniques requises : Avis Techniques et Documents Techniques d'Application (DTA), Documents Techniques Unifiés (DTU) et autres règles techniques.