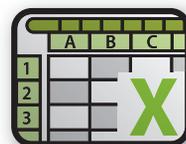


Poutres et dalles continues en béton armé



D'après l'Eurocode 2

> Calcul des continuités par redistribution
limitée ou par analyse plastique



Feuilles de calcul
à télécharger

Guide Eurocode

D'après la norme NF EN 1992-1-1: 2005
(Eurocode 2, partie 1-1)



POUTRES ET DALLES CONTINUES EN BÉTON ARMÉ

**Calcul des continuités par redistribution limitée
ou par analyse plastique**

Directeur de collection : Ménad CHENAF (CSTB)

Auteur : Henry THONIER (Expert consultant)

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.

Feuilles de calcul



Vous pouvez télécharger gratuitement les feuilles de calcul développées sous Excel[®] sur le site : <http://e-cahiers.cstb.fr/>

Rubrique téléchargement, puis Eurocodes

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).

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.	EXTRAITS DE L'EN 1992-1-1 CONCERNANT LE CALCUL DES POUTRES ET DALLES CONTINUES.....	7
3.1	Comportement structural pour le calcul des poutres ou dalles continues.....	7
3.2	Prise en compte des déformations dues à l'effort tranchant.....	7
3.3	Cas de charge et combinaisons.....	7
3.4	Modèles structuraux pour l'analyse globale.....	9
3.5	Distance entre points de moments nuls pour le calcul de la largeur participante des tables de compression (pour tous les états limites)	10
3.6	Largeur participante des tables de compression des poutres en T	11
3.7	Portée utile des poutres et dalles dans les bâtiments.....	11
4.	ANALYSE ÉLASTIQUE LINÉAIRE – ÉQUATION DES TROIS MOMENTS	15
4.1	Calculs des moments et efforts tranchants en travée en fonction des moments sur appuis	16
4.2	Équation des trois moments (Clapeyron).....	17
4.3	Tableaux de calcul des moments de travées de même inertie, même portée et même charge uniforme.....	18
4.4	Prise en compte des déformations d'effort tranchant (cf. le paragraphe 9.1).....	21
4.5	Poutres en T – Prise en compte d'inerties différentes en travée et sur appuis (cf. le paragraphe 9.2)	22
5.	ANALYSE ÉLASTIQUE LINÉAIRE AVEC REDISTRIBUTION LIMITÉE DES MOMENTS	25
5.1	Équation du 2 ^e degré.....	26
5.2	Tableau pour $f_{ck} \leq 50$ MPa.....	27
5.3	Abaque pour $f_{ck} \leq 50$ MPa	28
5.4	Application : poutre de trois travées.....	29
6.	ANALYSE PLASTIQUE – MÉTHODE DES ROTULES PLASTIQUES POUR LE CALCUL DES POUTRES ET DALLES CONTINUES	35
6.1	Analyse plastique sans vérification directe de la capacité de rotation (cf. le paragraphe 5.6.2 (2)).....	35
6.2	Conditions pratiques d'application de la méthode plastique aux poutres et dalles.....	39
6.3	Analyse plastique avec vérification directe de la capacité de rotation	41
6.4	Rotation due aux actions θ_s (cf. le paragraphe 9.3)	43
6.5	Rotation plastique admissible $k_1 \cdot \alpha_{pl,d}$	44
6.6	Exemple	46
6.7	Méthode du professeur Joost Walraven (Université technique de Delft).....	53

7. MOMENTS ET EFFORTS TRANCHANTS EN TRAVÉE
POUR UNE CHARGE UNIFORME ρ 55

8. RÉFÉRENCES 59

9. ANNEXES 61

9.1 Annexe A : incidence des déformations dues à l'effort tranchant
sur le calcul des sollicitations 61

9.2 Annexe B : poutres en T – Prise en compte des inerties différentes
sur appuis et en travées pour le calcul des moments sur appuis 67

9.3 Annexe C : rotation plastique due aux actions 69

9.4 Annexe D : section en T – Moments d'inertie 74

9.5 Annexe E : moments aux nus des appuis 75

9.6 Annexe F : écrêtage des moments sur appuis 79

9.7 Annexe G : fermeture des moments dans une travée 81

9.8 Annexe H : exemple numérique d'application des différentes
méthodes de calcul des moments sur appui 82

1. OBJET

Le présent guide est consacré aux calculs des poutres et des dalles continues. Il s'inscrit dans le programme d'accompagnement de la Directive Produits de Construction (DPC) et a pour objectif de faciliter l'application de la norme **NF EN 1992-1-1** [①] d'octobre 2005 (Eurocode 2 : Calcul des structures en béton. Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments) et de son Annexe Nationale de mars 2007 [②].

Le présent guide s'est fixé comme principal objectif de permettre à l'utilisateur la détermination des moments fléchissants, dans le domaine d'emploi spécifié, par une analyse élastique qui tienne compte de la redistribution ou bien en faisant appel au calcul plastique, avec des exemples d'application détaillés pour les principaux cas rencontrés.

Le présent guide se compose :

- d'une partie explicative reprenant les prescriptions de la norme pour ce qui concerne les divers cas de figures relevant du domaine d'application (cf. le paragraphe 2 ci-après) ;
- d'exemples permettant d'illustrer l'application des prescriptions de la norme ;
- de deux classeurs de calcul Excel® (téléchargement gratuit sur <http://e-cahiers.cstb.fr>) programmés pour permettre un calcul automatique.

Sur un plan pratique, la principale difficulté vient des nombreux coefficients dont il faut tenir compte dans les calculs, ce qui rend ces derniers quelque peu complexes à mener. L'objet du présent guide est notamment de faciliter la démarche calculatoire en en décrivant les principes et en montrant des exemples pratiques d'application de cette démarche.

2. DOMAINE D'APPLICATION

Le présent guide garde les méthodes de calcul telles qu'elles sont proposées par l'EN 1992-1-1, accompagnée de son Annexe Nationale française. Il permet l'évaluation des moments fléchissants par les méthodes données dans la norme. En conséquence, le domaine d'emploi du présent guide est celui de la norme, sans restriction.

Les méthodes développées sont au nombre de trois :

- méthode élastique linéaire ;
- méthode élastique linéaire avec redistribution limitée des moments ;
- analyse plastique (méthode des rotules plastiques).