

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION

SESSION 2022

DOSSIER RESSOURCES

Contenu du dossier

Ressource 1 : <i>Extrait de la charte « Chantier Apaisé »</i>	page 2
Ressource 2 : <i>Extrait EN 1990 / « Manuel de construction métallique » éditions Eyrolles APK sous la direction de J.P. Muzeau – Combinaisons.</i>	page 5
Ressource 3 : <i>Extrait EN 1991-1-3 / « Manuel de construction métallique » éditions Eyrolles APK sous la direction de J.P. Muzeau – Actions de la neige sur les structures</i>	page 5
Ressource 4 : <i>Extrait EN 1991-1-4 / « Manuel de construction métallique » éditions Eyrolles APK sous la direction de J.P. Muzeau – Actions du vent sur les structures</i>	page 7
Ressource 5 : <i>Extrait du guide « La nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments » du Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.</i>	page 9
Ressource 6 : <i>Extraits EN 1993-1-1 et EN 1993-1-8 / « Manuel de construction métallique » éditions Eyrolles APK sous la direction de J.P. Muzeau</i>	page 11
Ressource 7 : <i>Documentation planchers collaborants ArcelorMittal Cofraplus® 60</i>	page 18
Ressource 8 : <i>Poutrelles IPE</i>	page 19
Ressource 9 : <i>Profils carrés de construction finis à chaud – NF EN 10210</i>	page 19

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2022		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER RESSOURCES			Page : 1 sur 19

Ressource 1 : Extrait charte « Chantier Apaisé »

Article 1 - Préambule

Le Projet de Renouvellement Urbain – PRU – du quartier de Chamiers est une opération de grande envergure qui vise une exemplarité et une performance globale pour répondre à une ambition politique locale très forte : produire au service de l’Humain.

Aussi, grâce au soutien de l’Agence Régionale en Santé, une Évaluation des Impacts en Santé du PRU a permis d’éclairer les acteurs sur les outils à mettre en œuvre pour tendre vers cette aspiration. La Charte Chantier Apaisé en est l’une des concrétisations. Elle est le fruit d’un travail transversal qui a réuni autour d’elle les habitants et représentants associatifs pour leur expertise d’usage, les maîtres d’ouvrage du PRU pour leur expertise opérationnelle et les financeurs du PRU.

Ce travail a permis l’expression de craintes quant au déroulé de chantiers en site occupé (bruit, circulations complexifiées, trafics d’engins...) et la traduction d’attentes fortes pour que les chantiers puissent se dérouler dans les meilleures conditions pour l’ensemble des acteurs concernés (entreprises, maîtres d’ouvrages, habitants, usagers des services et commerces du quartier...).

La charte Chantier Apaisé du PRU de Chamiers est une action d’accompagnement au changement inscrite à la convention pluriannuelle de renouvellement urbain du quartier de Chamiers signée le 24 Juin 2019 par l’ensemble des partenaires.

Qu’est-ce qu’un Chantier « apaisé » ?

Il s’agit d’un chantier qui prévoit de nombreuses dispositions permettant d’éviter, d’atténuer ou de contenir les nuisances habituellement produites. Le premier objectif est l’information des riverains et des usagers des équipements proches du chantier, pour la raison « qu’une nuisance expliquée est mieux acceptée qu’une nuisance subie sans explication. ». Cet objectif d’information et d’explication doit être maintenu depuis l’installation et le démarrage du chantier jusqu’à son complet achèvement.

La démarche se double de l’organisation de chantiers dans sa phase initiale. Elle passe par la sensibilisation, l’information et la formation du personnel (cadres et ouvriers), l’adaptation du matériel et le choix qualitatif des matériaux à utiliser. La charte ne doit pas exclusivement mobiliser le personnel de l’entreprise qui en est le premier garant, mais elle doit largement impliquer ses commanditaires (maîtres d’ouvrage) et ses partenaires tant en amont (maîtres d’œuvre, bureau d’études, de méthodes...) qu’en aval (sous-traitants, fournisseurs, exploitants). Cet objectif de bonne organisation et coordination doit continuer tout au long du chantier, en adaptant ou en renouvelant les dispositifs développés afin de gérer ses aléas. .../...

La présente charte présente les engagements des parties prenantes des chantiers pour limiter les impacts des chantiers sur les habitants et sur l’environnement en général. Elle tient compte des attentes et des contraintes de chacun pour que cette charte s’applique facilement et constitue un Guide de mise en œuvre.

CADRE DE LA CHARTE CHANTIER APAISÉ

Article 2 - OBJET DE LA CHARTE

La Charte Chantier Apaisé décline concrètement les objectifs partagés de réduction des impacts des chantiers sur les habitants dans la préparation et l’exécution des chantiers. Elle décrit les engagements généraux et les engagements respectifs de chaque partie prenante signataire (Maîtres d’ouvrage, équipes de Maîtrise d’œuvre, entreprises) et guide les parties prenantes dans la mise en œuvre de leurs engagements.

Article 3 - OBJECTIFS DE LA CHARTE

Tout chantier de construction, d’aménagement, de démolition ou de réhabilitation génère des nuisances sur l’environnement proche. .../...

Article 4 - STATUT ET PORTÉE JURIDIQUE DE LA CHARTE

La présente charte fait partie intégrant des pièces contractuelles relatives aux marchés de maîtrise d’œuvre, aux marchés de travaux et autres marchés (coordination SPS, OPC...) conclus dans le cadre du projet de renouvellement urbain de Chamiers. Elle s’applique en tant que telle à toutes les sociétés et les entreprises intervenant sur le chantier : titulaires, cotraitants et sous-traitants. Elle s’applique également aux personnels en régie des collectivités territoriales amenés à intervenir.

Les sociétés et les entreprises se doivent d’en prendre connaissance et de mettre en place l’organisation technique, financière et logistique propre à répondre à ces exigences, et doivent tenir compte de cette charte dans leur offre : toute disposition relevant de l’application directe des exigences de la Charte ne pourra en aucun cas faire l’objet d’un devis complémentaire.

Cette charte ne se substitue en rien à la réglementation qui prévaut en tout état de cause (environnement, santé des personnes, règlement sanitaire départemental, etc.).

Article 5 - ENGAGEMENTS DES INTERVENANTS

L’implication des partenaires à la Charte Chantier apaisé se matérialise impérativement par la signature de l’engagement. L’ensemble des signataires de la présente charte, qu’il soit maître d’ouvrage, maître d’œuvre, CSPS, OPC, entreprise ou encore OPC-U, s’engage à la respecter et en faire appliquer la totalité de ses chapitres, chacun pour ce qui le concerne, qu’ils soient en relation contractuelle directe ou indirecte avec le maître d’ouvrage. L’ensemble de ces engagements est décrit ci-après et synthétisé en annexe 1 de la présente charte.

Chaque signataire s’engage à sensibiliser et informer leurs équipes de l’existence et de la mise en œuvre de la présente charte.

Chaque signataire désigne un « référent chantier apaisé » (RCA) qui sera chargé d’en effectuer le relais au sein de son organisation. Ce.tte référent.e opérationnel.le et technique, chargé.e d’opération et de suivi de chantier aura pour rôle de :

— Communiquer au nom de sa structure sur tous les sujets qui concernent l’application de la charte chantier apaisé (îlots de tranquillité, grille des sensibilités ...)

— Relayer au sein de sa structure les informations, engagements, actions à mettre en place relatives à l’application de la charte

— Tenir à jour un registre des incidents faisant état de toutes les plaintes et nuisances signalées et en reporter au comité de suivi-évaluation

— Participer aux réunions du comité de suivi-évaluation

— Être un relais de communication clairement identifié entre habitants et acteurs du projet (identification des coordonnées dans la lettre d’information aux riverains)

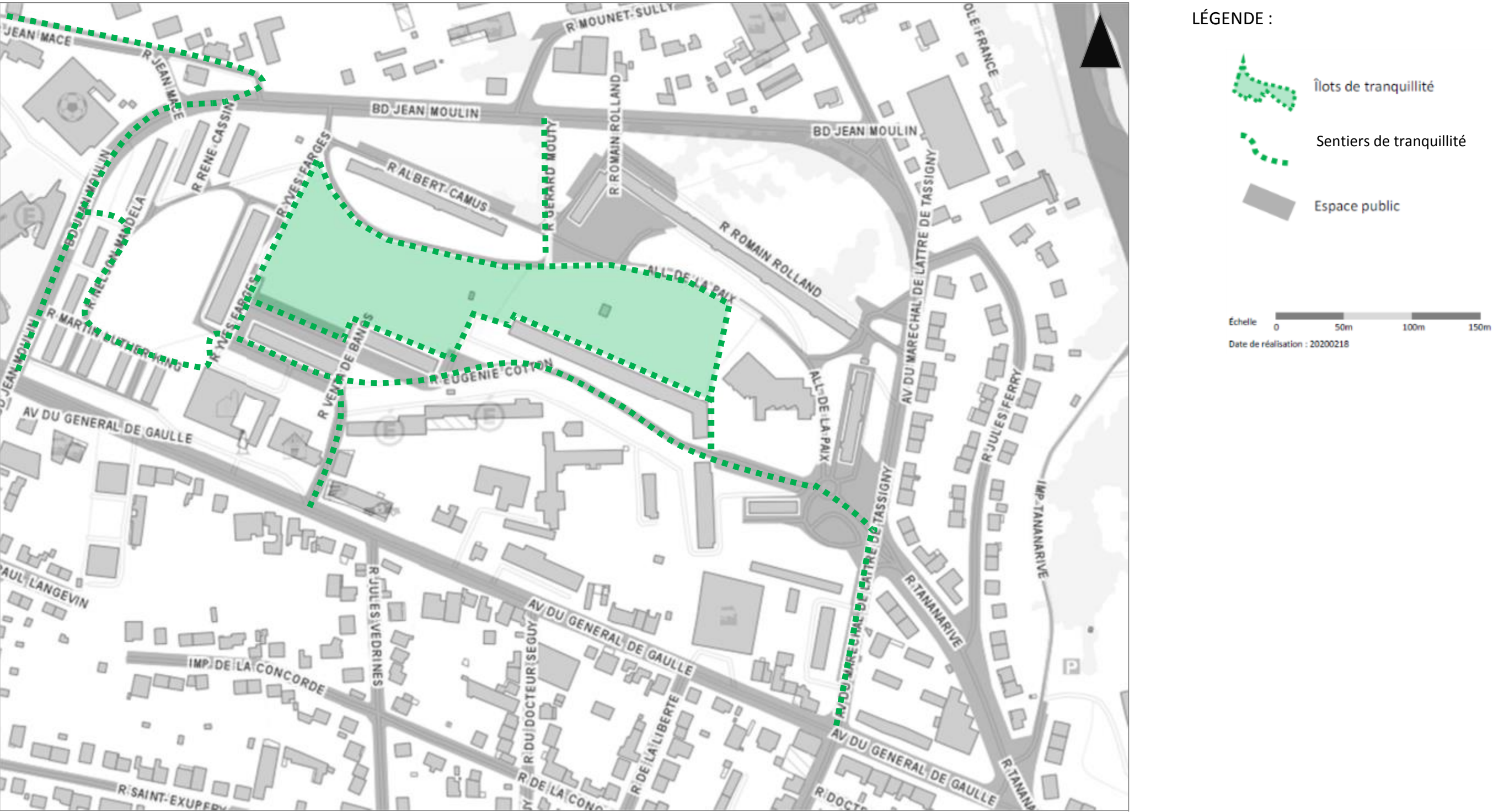
— Participer aux réunions d’information des riverains autant que de besoin.

.../...

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2022		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER RESSOURCES			Page : 2 sur 19

Annexe 1 – Synthèse des engagements par profil

Entreprises et sous-traitants	En amont du chantier	→ Désigner un représentant au sein de l'entreprise → Appliquer sur leur(s) chantier(s) l'intégralité des dispositions de la charte	→ Sensibiliser le personnel sur l'existence de la Charte et ses enjeux		→ Sensibiliser le personnel sur l'existence des îlots de tranquillité et de leur fonction		→ Sensibiliser le personnel de terrain à la limitation autant que possible des bruits et vibrations sur le chantier → Réaliser les contrôles de conformité des engins		→ Rechercher en lien avec le maître d'ouvrage les filières de valorisation des déchets les plus satisfaisantes sur un plan environnemental et économique → S'assurer de la bonne classification et du bon traitement des déchets inhérents aux chantiers → Minimiser la production de déchets avec des choix constructifs et de mise en œuvre optimisés et par le choix de techniques et par le recours à des matériaux adéquats et durables		
	Pendant et après le chantier	→ Appliquer sur leurs chantiers l'intégralité des dispositions de la charte	→ Sensibiliser le personnel sur l'existence de la Charte et ses enjeux (1/4h environnement en plus du 1/4h sécurité lors des réunions de chantiers)	→ Signaler tout incident ou nuisance ayant porté atteinte au bon déroulement du chantier au maître d'ouvrage	→ Respecter le plan d'installation de chantier respectueux des îlots de tranquillité et spécifiant les installations de chantier → Éviter les éclairages parasites vers les habitations riveraines	→ Respect les règles d'accessibilité pour les commerces et services, les cheminements, la signalisation horizontale et verticale → Prendre toutes les dispositions nécessaires pour protéger le mobilier urbain, la voirie et les trottoirs → Supprimer toute souillure occasionnée sur les voiries et trottoirs → Limiter la circulation des engins en période de pluie sur des voies non bitumées → Proscrire le nettoyage à l'eau sur le domaine public lors de températures inférieures à 0C° → Utiliser exclusivement les zones de stationnement affectées au chantier et validées dans le plan d'installation	→ Organiser les activités bruyantes liées aux travaux et à l'exploitation sur la tranche horaire 8h-18h hors spécifiques climatiques et/ou nécessités de chantier préalablement convenues avec le maître d'ouvrage → Regrouper et éloigner les travaux et actions générateurs de bruit → Employer des engins et du matériel à faible émission sonore → Arrêter le moteur des véhicules en attente → Utiliser des techniques de brumisation pour les travaux et actions générateurs de poussière → Couvrir les bennes de déchets pour éviter la diffusion des poussières → Interdire le brûlage de matériaux sur site (sauf cas bien spécifiques)	→ Garantir la parfaite sécurisation des abords des chantiers → Assurer la bonne mise en place des protections de chantiers selon les caractéristiques définies dans la Charte → Stocker les matériaux et matériels dans les zones prévues à cet effet → Maintenir le bon état de la clôture de chantier	→ Mettre en place des poubelles et bennes sur le site du chantier pour permettre une démarche de tri (cf. dispositions de la Charte) → S'assurer de la propreté du chantier et des abords → Assurer le fléchage des déchets vers les filières de valorisation → S'assurer de l'extinction du chantier la nuit (sauf dispositions sécuritaires)	→ Prendre toutes les dispositions nécessaires pour préserver la végétation existante → Éviter tout déversement polluant qui par infiltration pourrait polluer les sols → S'obliger une consommation raisonnable en eau et en énergie → Limiter les émanations de gaz à effet de serre et la pollution de l'air (ex. dans la Charte)	→ Retirer tous les déchets, gravats, signalétique → Remettre le site en état
	Intérêts de la démarche	<ul style="list-style-type: none"> Se prémunir contre d'éventuelles dégradations du chantier Prévenir les risques d'arrêt des chantiers Limitier les risques professionnels des salariés 									



Ressource 2 : Extrait EN 1990 / « Manuel de construction métallique » éditions Eyrolles APK sous la direction de J.P. Muzeau – Combinaisons

	ELU		ELS
	Combinaisons fondamentales	Combinaisons accidentelles	Combinaisons caractéristiques
G + 1 action variable	1,35 G + 1,5 I 1,35 G + 1,5 S 1,35 G + 1,5 W G + 1,5 W (soulèvement)	G + S _A	G + I G + S G + W
G + 2 actions variables	1,35 G + 1,5 I + 1,5 Ψ_{0S} S 1,35 G + 1,5 I + 1,5 Ψ_{0W} W 1,35 G + 1,5 S + 1,5 Ψ_{0I} I 1,35 G + 1,5 S + 1,5 Ψ_{0W} W 1,35 G + 1,5 W + 1,5 Ψ_{0I} I 1,35 G + 1,5 W + 1,5 Ψ_{0S} S	G + S _A + Ψ_{2I} I G + S _A + Ψ_{2W} W (mais $\Psi_{2W} = 0$)	G + I + Ψ_{0S} S G + I + Ψ_{0W} W G + S + Ψ_{0I} I G + S + Ψ_{0W} W G + W + Ψ_{0I} I G + W + Ψ_{0S} S

ACTION	Ψ_0	Ψ_2
Charges d'exploitation		
Catégorie A : habitation, zones résidentielles	0.7	0.3
Catégorie B : bureaux	0.7	0.3
Catégorie C : lieux de réunion	0.7	0.6
Catégorie D : commerces	0.7	0.6
Catégorie E : stockage	1.0	0.8
Catégorie H : toits	0	0
Charges dues à la neige		
Altitude > 1000 m	0.7	0.2
Altitude ≤ 1000 m	0.5	0
Charges dues au vent	0.6	0

Ressource 3 : Extrait EN 1991-1-3 / « Manuel de construction métallique » éditions Eyrolles APK sous la direction de J.P. Muzeau – Actions de la neige sur les structures

4. CHARGES DE NEIGE SUR LE SOL

4.1 Valeurs caractéristiques

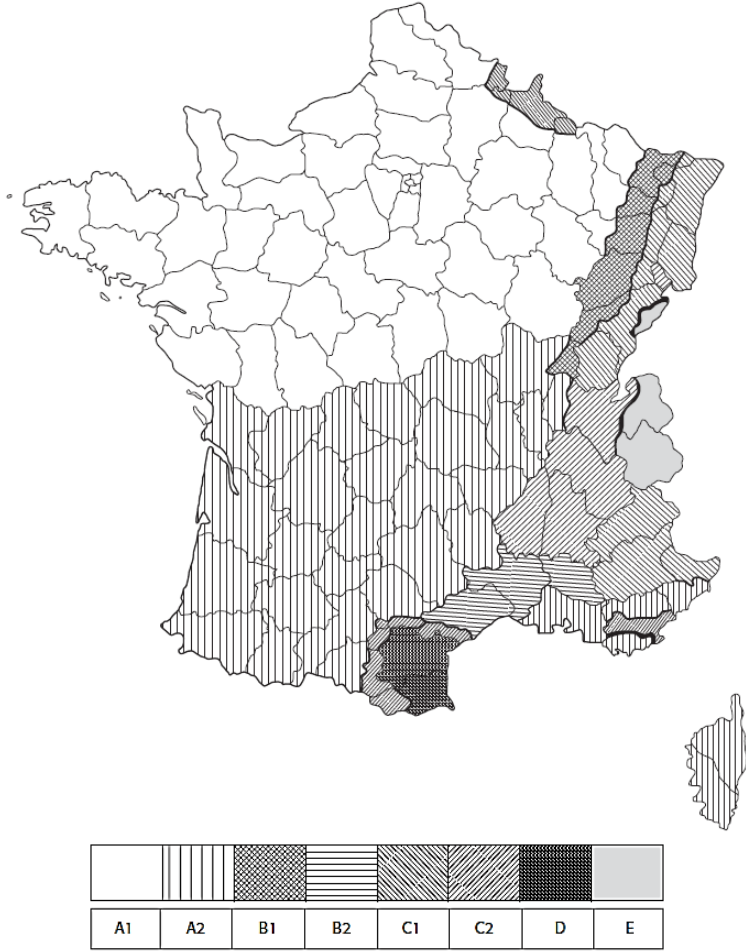
L'Annexe Nationale spécifie les valeurs caractéristiques à utiliser.
L'Annexe C donne la carte européenne de charge de neige au sol.
La France métropolitaine est divisée en régions climatiques définies ci-après et, plus précisément, selon les limites administratives départementales et cantonales.
La charge de neige sur le sol s_k par unité de surface est fonction de la localisation géographique et de l'altitude du lieu considéré : $s_k = s_{k,0} + \Delta s_i$
 Δs_i (i = 1 ou 2) est la valeur caractérisant l'influence de l'altitude.
 Δs_2 s'applique à la seule zone E, Δs_1 s'applique à toutes les autres zones.
La charge exceptionnelle s_{Ad} n'est pas modifiée par l'altitude.
La carte « Neige » et les tableaux des départements et cantons figurent dans les pages suivantes.

Régions	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Charges de neige sur le sol $s_{k,0}$ (kN / m²)	0,45	0,45	0,55	0,55	0,65	0,65	0,90	1,40
Charges de neige exceptionnelles s_{Ad} (kN / m²)	–	1,00	1,00	1,35	–	1,35	1,80	–

Altitude du lieu A en m	Influence de l'altitude Δs_1	Influence de l'altitude Δs_2
A ≤ 200 m	0	0
200 m < A ≤ 500 m	(0,10A – 20) / 100	(0,15A – 30) / 100
500 m < A ≤ 1 000 m	(0,15A – 45) / 100	(0,35A – 130) / 100
1 000 m < A ≤ 2 000 m	(0,35A – 245) / 100	(0,70A – 480) / 100

4.5 Autres valeurs représentatives

CARTE DE NEIGE



Département	Région(s)								
01 Ain	A2 / C2	22 Côtes-d'Armor	A1	45 Loiret	A1	67 Bas-Rhin	B1 / C1	90 Territoire-de-Belfort	C2
02 Aisne	A1 / C1	23 Creuse	A2	46 Lot	A2	68 Haut-Rhin	C1	91 Essonne	A1
03 Allier	A2	24 Dordogne	A2	47 Lot-et-Garonne	A2	69 Rhône	A2	92 Hauts-de-Seine	A1
04 Alpes-de-Haute-Provence	C1	25 Doubs	B1 / C1 / E	48 Lozère	A2	70 Haute-Saône	B1 / C1	93 Seine-Saint-Denis	A1
05 Hautes-Alpes	C1	26 Drôme	C2	49 Maine-et-Loire	A1	71 Saône-et-Loire	A2 / B1	94 Val-de-Marne	A1
06 Alpes-Maritimes	A2 / C1	27 Eure	A1	50 Manche	A1	72 Sarthe	A1	95 Val-d'Oise	A1
07 Ardèche	C2	28 Eure-et-Loir	A1	51 Marne	A1	73 Savoie	C2 / E		
08 Ardennes	A1 / C1	29 Finistère	A1	52 Haute-Marne	A1	74 Haute-Savoie	C2 / E		
09 Ariège	A2 / C2	30 Gard	B2	53 Mayenne	A1	75 Paris	A1		
10 Aube	A1	31 Haute-Garonne	A2 / C2	54 Meurthe-et-Moselle	A1 / B1 / C1	76 Seine-Maritime	A1		
11 Aude	C2 / D	32 Gers	A2	55 Meuse	A1 / C1	77 Seine-et-Marne	A1		
12 Aveyron	A2	33 Gironde	A2	56 Morbihan	A1	78 Yvelines	A1		
13 Bouches-du-Rhône	A2	34 Hérault	B2 / C2	57 Moselle	A1 / B1 / C1	79 Deux-Sèvres	A1		
14 Calvados	A1	35 Ille-et-Vilaine	A1	58 Nièvre	A1	80 Somme	A1		
15 Cantal	A2	36 Indre	A1	59 Nord	A1 / C1	81 Tarn	A2 / C2		
16 Charente	A2	37 Indre-et-Loire	A1	60 Oise	A1	82 Tarn-et-Garonne	A2		
17 Charente-Maritime	A2	38 Isère	C2	61 Orne	A1	83 Var	A2 / C2		
18 Cher	A1	39 Jura	B1 / C1	62 Pas-de-Calais	A1	84 Vaucluse	B2 / C2		
19 Corrèze	A2	40 Landes	A2	63 Puy-de-Dôme	A2	85 Vendée	A1		
2B Haute-Corse	A2	41 Loir-et-Cher	A1	64 Pyrénées-Atlantiques	A2	86 Vienne	A1		
2A Corse-du-Sud	A2	42 Loire	A2	65 Hautes-Pyrénées	A2	87 Haute-Vienne	A2		
21 Côte-d'Or	A1	43 Haute-Loire	A2	66 Pyrénées-Orientales	C2 / D	88 Vosges	A1 / B1 / C1		
		44 Loire-Atlantique	A1			89 Yonne	A1		

Les valeurs représentatives pour la charge de neige de toiture sont les suivantes :

- valeur de combinaison $\psi_{0s} \cdot S$
- valeur fréquente $\psi_{1s} \cdot S$ s charge de neige sur la toiture définie au §5
- valeur quasi permanente $\psi_{2s} \cdot S$

Tableau 4.1 – Valeurs des coefficients ψ pour les bâtiments

Sites	ψ_{0s}	ψ_{1s}	ψ_{2s}
Pour tous les sites dont l'altitude A est supérieure à 1 000 m et pour Saint-Pierre-et-Miquelon.	0,70	0,50	0,20
Pour tous les sites dont l'altitude A est inférieure à 1 000 m sauf Saint-Pierre-et-Miquelon.	0,50	0,20	0,00

5. CHARGES DE NEIGE SUR LES TOITURES

5.1 Nature de la charge

Le calcul doit tenir compte du fait que la neige peut être distribuée de nombreuses manières différentes sur une toiture.

Parmi les facteurs qui influencent ces différentes distributions, il y a :

- La forme de la toiture μ_i
- Ses propriétés thermiques C_t
- L rugosité de la surface
- La quantité de chaleur générée en dessous C_t
- La proximité d'autres bâtiments C_e
- Le terrain environnant C_e
- Les conditions météorologiques locales, en particulier l'importance des vents, les variations de température et la fréquence des précipitations (de pluie ou de neige).

5.1 Dispositions de charge

On doit prendre en compte les deux dispositions de charge fondamentales suivantes :

- La charge de neige sans redistribution et/ou accumulation (cas (i) ou cas S_A)
- La charge de neige avec redistribution et/ou accumulation (cas (ii) et éventuellement (iii))

Les charges de neige sur les toitures doivent être déterminées comme suit :

- Pour les situations de projet durables et transitoires : $S = \mu_i C_e C_t S_k$
- pour les situations de projet accidentelles dans lesquelles l'action exceptionnelle est la charge de neige accidentelle : $S = \mu_i C_e C_t S_{Ad}$

il convient de considérer la charge comme s'exerçant verticalement, et de rapporter à une projection horizontale de la surface de la toiture.

Si un enlèvement ou une redistribution artificielle de la neige est prévu, la toiture devra être calculée pour des dispositions de charge adaptées.

Dans les régions où les pluies sur la neige peuvent provoquer des fontes suivies de gel, il convient d'augmenter les charges de neige sur les toitures, en particulier si la neige et la glace peuvent bloquer le système de drainage de la toiture.

Tableau 5.1

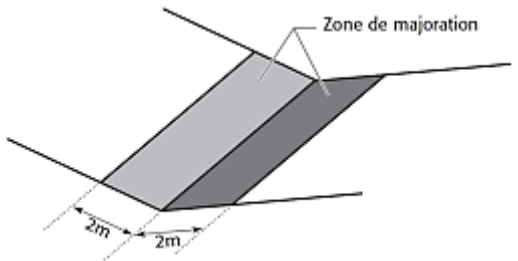
Topographie	C_e
Lorsque les conditions d'abri quasi permanentes de la toiture, dues aux bâtiments voisins, conduisent à empêcher pratiquement le déplacement de la neige par le vent.	1,25
Dans tous les autres cas	1,0

Les bâtiments normalement chauffés étant systématiquement isolés, il convient de prendre $C_t = 1$ sauf spécifications particulières dûment justifiées du projet individuel.

Lorsque la toiture comporte des zones dont la pente vis-à-vis de l'écoulement de l'eau est inférieure à 3%, il y a lieu de tenir compte de l'augmentation en cas de pluie de la densité de la neige résultant des difficultés d'évacuation de l'eau, de majorer la charge de neige sur ces zones de 0,2 kN/m².

La majoration doit être appliquée non seulement à la zone à faible pente considérée, mais également sur une distance de 2 mètres dans toutes les directions au-delà de ses limites.

La figure ci-dessous montre les surfaces où appliquer la majoration dans le cas particulier d'une noue, lorsque la pente du fil d'eau à l'intersection est faible (inférieure à 3%) et celle de chacun des deux versants supérieure ou égale à 3%. La zone à pente faible d'écoulement est en effet, dans ce cas, réduite à la ligne d'intersection, et les surfaces où appliquer la majoration sont uniquement celles correspondant à la distance des 2 mètres indiquée plus haut.



5.3 Coefficients de forme pour les toitures

5.3.1 Généralités

Cet article donne les coefficients de forme des toitures pour les dispositions de charge de neige sans accumulation pour tous les types de toitures considérés dans l'Eurocode.

Tableau 5.2 – Coefficients de forme

α (angle du toit avec l'horizontale)	$0^\circ < \alpha < 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha > 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha / 30$	1,6	–

5.3.2 Toitures à un seul versant

Le coefficient de forme μ_1 à utiliser pour les toitures à un seul versant est donné par le tab leau 5.2 et par la figure 5.2. les valeurs données dans le tableau 5.2 s'appliquent lorsque la neige n'est pas emp^échée de glisser de la toiture. Lorsqu'il y a des barres ou autres obstacles au déplacement de la neige, ou encore lorsqu'il y a un acrotère en rive basse de la toiture, il convient de ne pas prendre pour le coefficient de forme μ_1 de valeur inférieure à 0,8.

Il convient d'utiliser la disposition de charge de la figure 5.2, aussi bien pour les cas de charge avec accumulation (cas 'ii)) que sans accumulation (cas 'i) et S_A).

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2022		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER RESSOURCES			Page : 6 sur 19

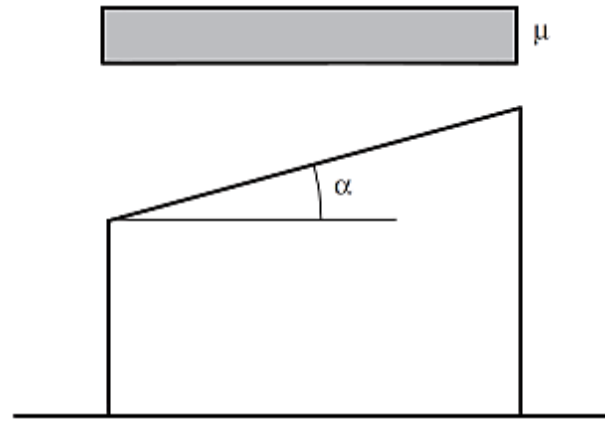


Figure 5.2 - Coefficient de forme pour une toiture à versant unique

5.3.3 Toitures à deux versants

Les coefficients de forme à utiliser sont donnés sur la figure 5.3, μ_1 étant indiqué dans le tableau 5.2 s'appliquent lorsque la neige n'est pas empêchée de glisser de la toiture. Lorsqu'il y a des barres ou d'autres obstacles au déplacement de la neige, ou encore lorsqu'il y a un acrotère en rive basse de la toiture, il convient de ne pas prendre pour coefficient de forme μ_1 de valeur inférieure à 0,8.

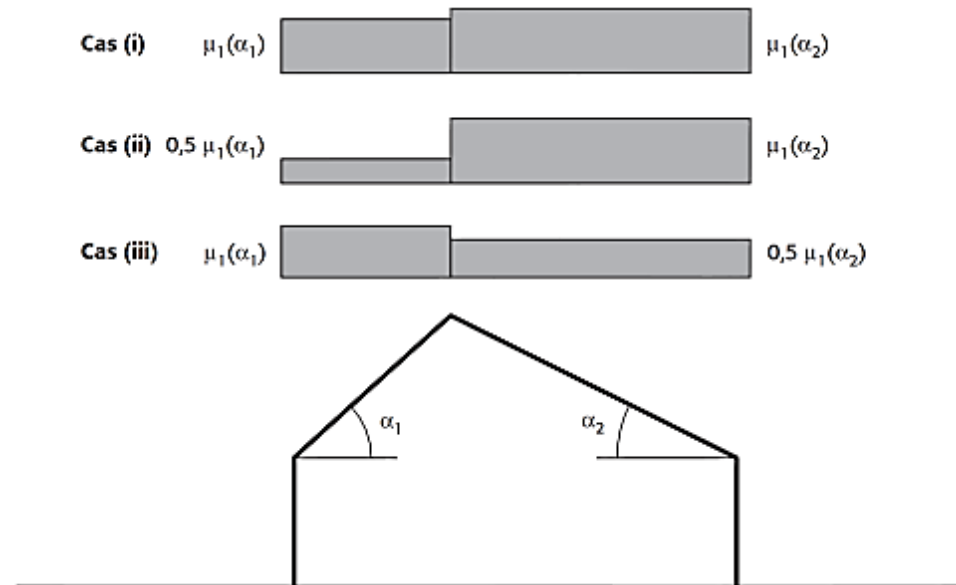


Figure 5.3 - Coefficient de forme pour une toiture à deux versants

La disposition de charge sans accumulation à considérer est représentée par le cas (i).

Les deux dispositions de charge avec accumulation à considérer sont représentées par les cas (ii) ou (iii).

Ressource 4 : Extrait EN 1991-1-4 / « Manuel de construction métallique » éditions Eyrolles APK sous la direction de J.P. Muzeau – Actions du vent sur les structures

4. VITESSE DU VENT ET PRESSION DYNAMIQUE

4.1 Base de calcul

(1) La vitesse du vent et la pression dynamique comprennent une composante moyenne et une composante fluctuante.

Il convient de déterminer la vitesse moyenne du vent v_m à partir de la vitesse de référence du vent v_b qui dépend du climat du lieu, telle que décrite en 4.2, ainsi que de la variation du vent en fonction de la hauteur déterminée à partir de la rugosité du terrain et de l'orographie telles que décrit en 4.3. La pression dynamique de pointe est déterminée en 4.5. a composante fluctuante du vent est caractérisée par l'intensité de turbulence définie en 4.4.

Note : L'Annexe nationale peut fournir des informations climatiques nationales à partir desquelles il est possible d'obtenir directement, pour les catégories de terrain considérées, la vitesse moyenne du vent v_m , la pression dynamique de pointe q_p , et d'autres valeurs supplémentaires.

4.2 Valeurs de référence

(1)P La valeur de base de la vitesses de référence du vent, $v_{b,0}$, est la vitesse moyenne sur 10 min caractéristique, indépendamment de la direction du vent et de la période de l'année, à une hauteur de 10 m au-dessus du sol en terrain dégagé, de type « rase campagne », à végétation basse telle que de l'herbe et des obstacles isolés séparés les uns des autres d'au moins vingt fois leur hauteur.

Note 1 : Ce terrain correspond à une catégorie de terrain II dans le tableau 4.1.

Note 2 : La valeur de base de la vitesse de référence du vent $v_{b,0}$, pour un pays donné, est donnée dans l'Annexe nationale.

(2)P La vitesse de référence du vent doit être calculée à partir de l'expression (4.1) :

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \quad (4.1)$$

où

v_b est la vitesse de référence du vent, définie en fonction de la direction de ce dernier et de la période de l'année à une hauteur de 0 m au-dessus d'un sol relevant de la catégorie de terrain II ;

$v_{b,0}$ est la valeur de base de la vitesse de référence du vent (voir (1)P) ;

c_{dir} est le coefficient de direction (voir note 2) ;

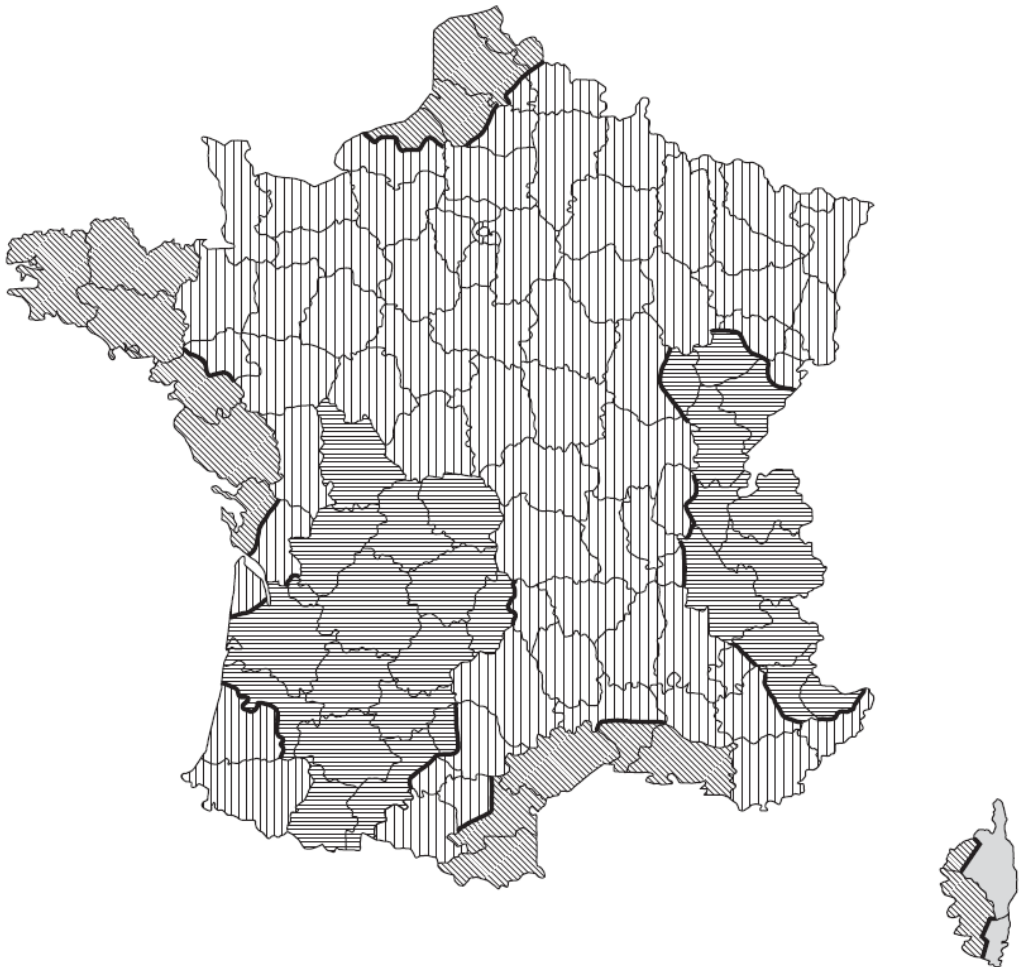
c_{season} est le coefficient de saison (voir note 3).

Note 1 : Il n'y a pas lieu de tenir compte de l'influence de l'altitude sur la vitesse de référence du vent v_b .

Note 2 : Le coefficient de direction c_{dir} sera pris égal à 1,0.

Note 3 : La valeur du coefficient de saison, c_{season} , sera prise égale à 1,0.

4.2(1) Annexe Nationale – Vitesses de référence et régions climatiques en France



Régions : Valeur de base de la vitesse de référence du vent $v_{b,0}$ [m/s]				
1	2	3	4	
22	24	26	28	
Départements d'Outre-Mer	Guadeloupe	Guyane	Martinique	Réunion
Vitesse de référence $v_{b,0}$ [m/s]	36	17	32	34

Tableau 4.3 Annexe nationale – Définition des régions climatiques selon les départements

Département	Région(s)								
01 Ain	1 ; 2	22 Côtes-d'Armor	3	44 Loire-Atlantique	2 ; 3	66 Pyrénées-Orientales	3	87 Haute-Vienne	1
02 Aisne	2	23 Creuse	1	45 Loiret	2	88 Vosges		88 Vosges	2
03 Allier	2	24 Dordogne	1	46 Lot	1	87 Bas-Rhin	2	89 Yonne	2
04 Alpes-de-Haute-Provence	1 ; 2	25 Doubs	1 ; 2	47 Lot-et-Garonne	1	68 Haut-Rhin	2	90 Territoire-de-Belfort	2
05 Hautes-Alpes	1 ; 2	26 Drôme	2	48 Lozère	2	69 Rhône	2	91 Essonne	
06 Alpes-Maritimes	1 ; 2	27 Eure	2	49 Maine-et-Loire	2	70 Haute-Saône	1 ; 2	92 Hauts-de-Seine	2
07 Ardèche	2	28 Eure-et-Loir	2	50 Manche	2	71 Saône-et-Loire	2	93 Seine-Saint-Denis	2
08 Ardennes	2	29 Finistère	3	51 Marne	2	72 Sarthe	2	94 Val-de-Marne	2
09 Ariège	2	30 Gard	2 ; 3	52 Haute-Marne	2	73 Savoie	1	95 Val-d'Oise	2
10 Aube	2	31 Haute-Garonne	1 ; 2	53 Mayenne	2	74 Haute-Savoie	1		
11 Aude	2 ; 3	32 Gers	1	54 Meurthe-et-Moselle	2	75 Paris	2		
12 Aveyron	2	33 Gironde	1 ; 2	55 Meuse	2	76 Seine-Maritime	2 ; 3		
13 Bouches-du-Rhône	3	34 Hérault	3	56 Morbihan	3	77 Seine-et-Marne	2		
14 Calvados	2	35 Ille-et-Vilaine	2	57 Moselle	2	78 Yvelines	2		
15 Cantal	1 ; 2	36 Indre	2	58 Nièvre	2	79 Deux-Sèvres	2		
16 Charente	1	37 Indre-et-Loire	2	59 Nord	2 ; 3	80 Somme	2 ; 3		
17 Charente-Maritime	1 ; 2 ; 3	38 Isère	1 ; 2	60 Oise	2	81 Tarn	1 ; 2		
18 Cher	2	39 Jura	1	61 Orne	2	82 Tarn-et-Garonne	1		
19 Corrèze	1	40 Landes	1 ; 2	62 Pas-de-Calais	2 ; 3	83 Var	2		
2B Haute-Corse	3 ; 4	41 Loir-et-Cher	2	63 Puy-de-Dôme	2	84 Vaucluse	2		
2A Corse-du-Sud	3 ; 4	42 Loire	2	64 Pyrénées-Atlantiques	2	85 Vendée	3		
21 Côte-d'Or	1 ; 2	43 Haute-Loire	2	65 Hautes-Pyrénées	1	86 Vienne	1		

4.3 Vent moyen

4.3.1 Variation avec la hauteur

(1) La vitesse moyenne du vent $v_m(z)$ à une hauteur z au-dessus du sol dépend de la rugosité du terrain et de l’orographie, ainsi que de la vitesse de référence du vent v_b . Il convient de la déterminer à l’aide de l’expression (4.3) :

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$
 (4.3)

où

- $c_r(z)$ coefficient de rugosité, indiqué en 4.3.2 ;
- $c_o(z)$ coefficient d’orographie = 1,0, sauf spécification contraire : cas d’orographie marquée ou complexe (voir Annexe nationale, 4.3.3 (1)).

4.3.2 Rugosité du terrain

(1) Le coefficient de rugosité du terrain, $c_r(z)$, tient compte de la variabilité de la vitesse moyenne du vent sur le site de la construction due à :

- la hauteur au-dessus du niveau du sol ;
- la rugosité du terrain en amont de la construction dans la direction du vent considérée.

Note : La procédure permettant de calculer $c_r(z)$ peut être donnée dans l’Annexe nationale.

La procédure recommandée pour calculer le coefficient de rugosité à la hauteur z est donnée par l’expression (4.4) et est fondée sur un profil logarithmique de la vitesse :

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \quad \text{pour} \quad z_{\min} < z < z_{\max}$$
$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) \quad \text{pour} \quad z < z_{\min}$$
 (4.4)

où

- z_0 est la longueur de rugosité ;
- k_r est le facteur de terrain dépendant de la longueur de rugosité z_0 ;

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07}$$
 (4.5)

z_0 et z_{\min} dépendent de la catégorie du terrain, valeurs données dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1 – Catégories et paramètres de terrain NF P06-114-1

Catégories de terrain ou de rugosité		z_0 (m)	z_{\min} (m)
0	Mer ou zones côtières exposées aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km.	0,005	1
II	Rase campagne, avec ou sans quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments...) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur.	0,05	2
IIIa	Campagne avec des haies, vignobles, bocage, habitat dispersé...	0,20	5
IIIb	Zones urbanisées ou industrielles, bocage dense, vergers...	0,50	9
IV	Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouverts de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m, forêts	1,0	15

4.4 Pression dynamique de pointe

Il y a lieu de déterminer la pression dynamique de pointe $q_p(z)$ à la hauteur z , qui est induite par la hauteur moyenne et les fluctuations rapides de vitesse :

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$$
 (4.8)

où

- q_b pression dynamique de référence du vent donnée : $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$;
- ρ masse volumique de l’air, les valeurs de ρ peuvent être données dans l’Annexe nationale. La valeur recommandée est de 1,225 kg/m³ ;
- $c_e(z)$ coefficient d'exposition.

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2022		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER RESSOURCES			Page : 8 sur 19

Dans le cas d'un terrain plat, le coefficient d'exposition $c_e(z)$ est représenté sur la figure 4.2 en fonction de la hauteur au-dessus du sol et de la catégorie de terrain telle que définie dans le tableau 4.1.

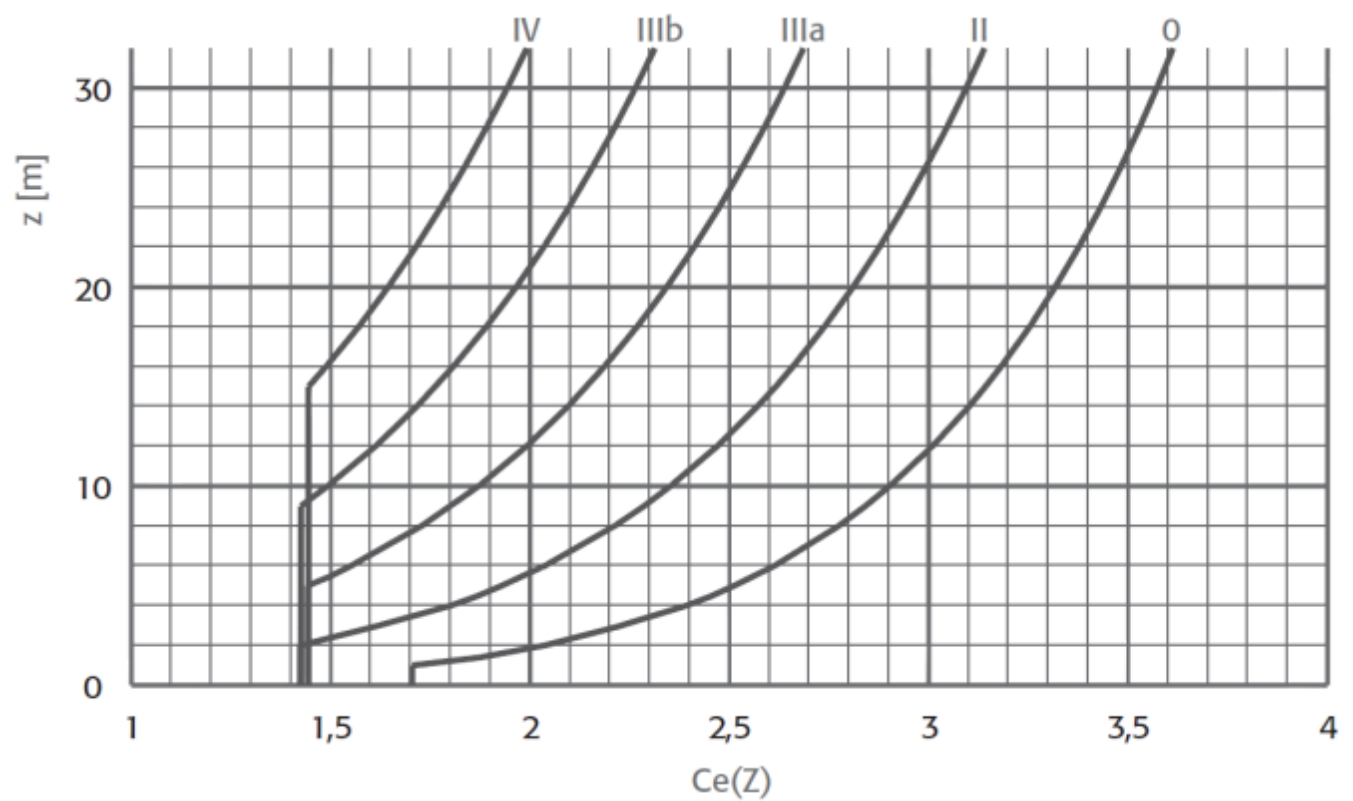


Figure 4.2 – Représentation du coefficient d'exposition $c_e(z)$ pour $c_0 = 1$ et $k_1 = 1$

k_1 , le coefficient de turbulence est défini en 4.4 (non repris ici).

$c_e(z)$ peut se calculer par la formule :

$$c_e(z) = c_r(z)^2 \left[1 + 7 \frac{k_r}{c_r(z)} \right] = k_r^2 \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \left[7 + \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \right]$$

avec

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{0,05} \right)^{0,07}$$

Ressource 5 : Extrait du guide « La nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments » du Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.

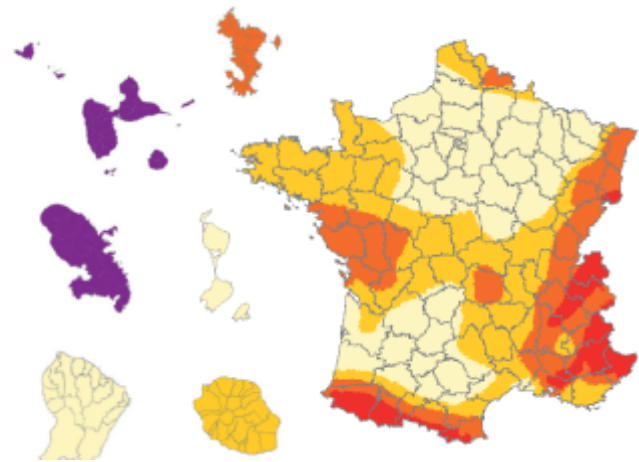
Le phénomène sismique

Les ondes sismiques se propagent à travers le sol à partir d'une source sismique et peuvent être localement amplifiées par les dernières couches de sol et la topographie du terrain. Un séisme possède ainsi de multiples caractéristiques : durée de la secousse, contenu fréquentiel, déplacement du sol... La réglementation retient certains paramètres simples pour le dimensionnement des bâtiments.

Le zonage réglementaire

Le paramètre retenu pour décrire l'aléa sismique au niveau national est une accélération a_{gr} , accélération du sol « au rocher » (le sol rocheux est pris comme référence).
Le zonage réglementaire définit cinq zones de sismicité croissante basées sur un découpage communal. La zone 5, regroupant les îles antillaises, correspond au niveau d'aléa le plus élevé du territoire national. La métropole et les autres DOM présentent quatre zones sismiques, de la zone 1 de très faible sismicité (bassin aquitain, bassin parisien...) à la zone 4 de sismicité moyenne (fossé rhénan, massif alpin et pyrénéen).

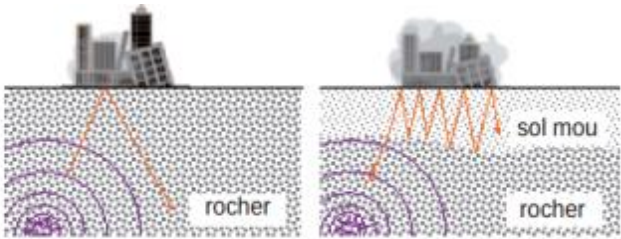
Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_{gr} (m/s ²)
Zone 1	Très faible	0,4
Zone 2	Faible	0,7
Zone 3	Modéré	1,1
Zone 4	Moyen	1,6
Zone 5	Fort	3



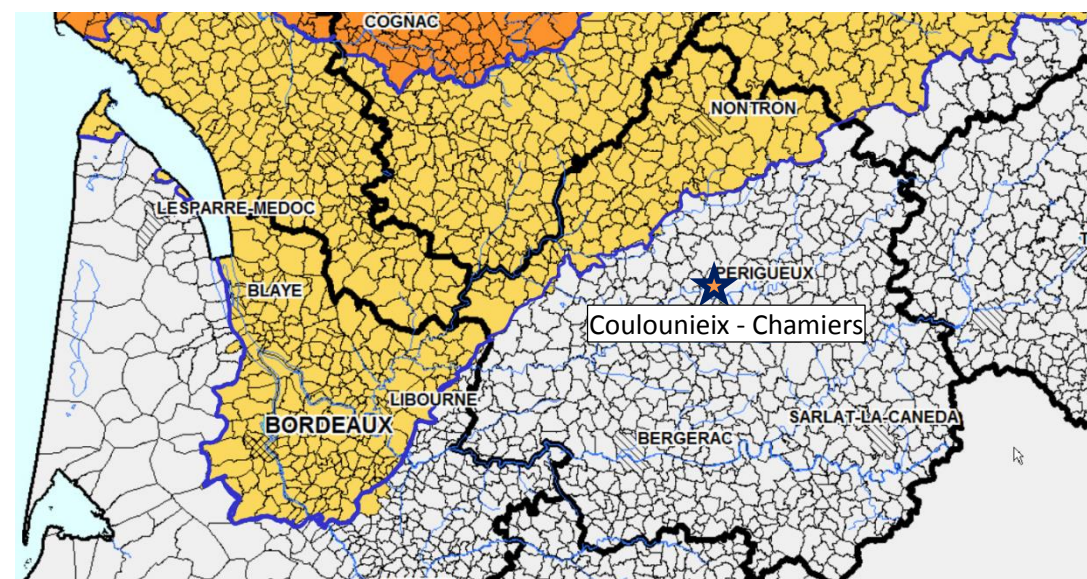
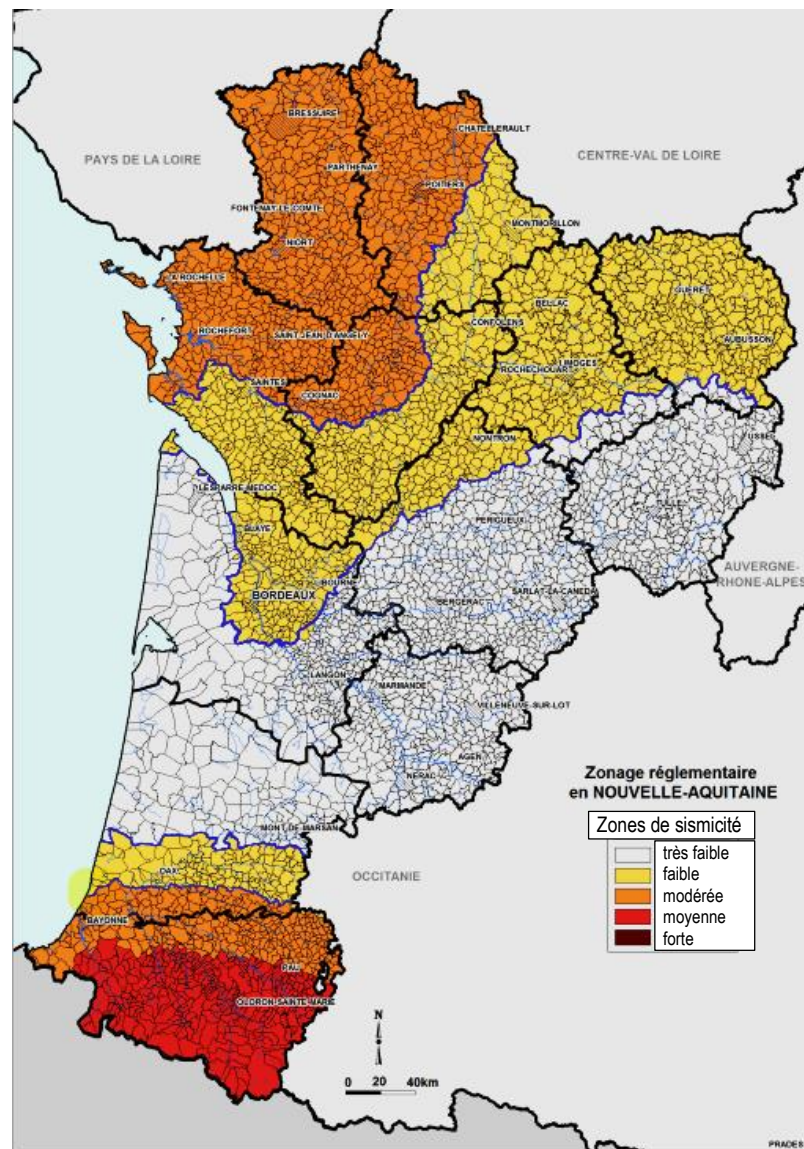
Influence du sol

La nature locale du sol (dizaine de mètres les plus proches de la surface) influence fortement la sollicitation ressentie au niveau des bâtiments. L'Eurocode 8 distingue cinq catégories principales de sols (de la classe A pour un sol de type rocheux à la classe E pour un sol mou) pour lesquelles est défini un coefficient de sol S. Le paramètre S permet de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par certains sols.

Classes de sol	S (zones 1 à 4)	S (zone 5)
A	1	1
B	1,35	1,2
C	1,5	1,15
D	1,6	1,35
E	1,8	1,4




Amplification du signal sismique suivant la nature du sol







Catégories de bâtiments

Les bâtiments à risque normal sont classés en quatre catégories d'importance croissante, de la catégorie I à faible enjeu à la catégorie IV qui regroupe les structures stratégiques et indispensables) la gestion de crise.

Catégorie d'importance	Description
I	 <ul style="list-style-type: none"> Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	 <ul style="list-style-type: none"> Habitations individuelles. Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. Parcs de stationnement ouverts au public.
III	 <ul style="list-style-type: none"> ERP de catégories 1, 2 et 3. Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. Établissements sanitaires et sociaux. Centres de production collective d'énergie. Établissements scolaires.
IV	 <ul style="list-style-type: none"> Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. Centres météorologiques.

Exigences sur le bâti neuf

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité.

	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 2				
Zone 3		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5		CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2022		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER RESSOURCES			Page : 10 sur 19

$$\gamma_{m0} = 1 \quad \gamma_{m1} = 1 \quad \gamma_{m2} = 1,25$$

3.2 Acier de construction

3.2.1 Propriétés des matériaux

Normes et nuances d'acier	Épaisseur nominale t de l'élément (mm)			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _y (MPa)	f _u (MPa)	f _y (MPa)	f _u (MPa)
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550

Tableau 3.1 : Valeurs nominales de limite d'élasticité f_y et de résistance à la traction f_u pour les aciers de construction laminés à chaud

...

6. ÉTATS LIMITES ULTIMES

...

6.2.3 Traction

- (1) Il convient que la valeur de calcul de l'effort de traction N_{Ed} dans chaque section transversale satisfasse la condition suivante :

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.5)$$

- (2) Pour les sections comportant des trous, il convient de prendre la valeur de calcul N_{t,Rd} de la résistance à la traction égale à la plus petite des valeurs suivantes :

- a) la valeur de calcul de la résistance plastique de la section transversale brute

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.6)$$

- b) la valeur de calcul de la résistance ultime de la section transversale nette au droit des trous de fixation

$$N_{u,Rd} = 0,9 \frac{A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (6.7)$$

- (4) Dans les assemblages de catégorie C (voir l'EN 1993-1-8, 3.4.2 (1)), il convient que la valeur de calcul N_{t,Rd} de la résistance à la traction de la section nette au droit des trous de fixation telle que définie en 6.2.3 (1) soit prise égale à N_{net,Rd} où :

$$N_{net,Rd} = \frac{A_{net} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.8)$$

- (5) Pour les cornières assemblées par une seule aile, voir également l'EN 1993-1-8, 3.10.3. Il convient de traiter de façon similaire les autres types de sections assemblées par des parois en console.

6.2.4 Compression

- (1) Il convient que la valeur de calcul de l'effort de compression N_{Ed} dans chaque section transversale satisfasse la condition suivante :

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.9)$$

- (2) Il convient de déterminer la valeur de calcul N_{c,Rd} de la résistance de la section transversale à la compression uniforme de la façon suivante :

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pour les sections transversales de Classe 1, 2 ou 3} \quad (6.10)$$

- (3) Excepté dans le cas de trous oblongs et surdimensionnés tels que définis dans l'EN 1090, il n'est pas nécessaire de prendre en compte les trous de fixation dans les barres comprimées, sous réserve qu'ils soient remplis par les fixations.

6.2.5 Moment fléchissant

- (1) Il convient que la valeur de calcul M_{Ed} du moment fléchissant dans chaque section transversale satisfasse :

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.12)$$

où M_{c,Rd} est déterminé en prenant en compte les trous de fixation (voir (4) à (6)).

- (2) La valeur de calcul de la résistance d'une section transversale à la flexion par rapport à l'un de ses axes principaux est déterminée de la façon suivante :

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pour les sections transversales de Classe 1 ou 2} \quad (6.13)$$

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pour les sections transversales de Classe 3} \quad (6.14)$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{pour les sections transversales de Classe 4} \quad (6.15)$$

où W_{el,min} et W_{eff,min} correspondent à la fibre subissant la contrainte élastique maximale.

...

6.3.1 Barres uniformes comprimées

6.3.1.1 Résistance au flambement

Il convient de vérifier une barre comprimée vis-à-vis du flambement de la façon suivante :

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.46)$$

où

N_{Ed} : valeur de calcul de l'effort de compression

$N_{b,Rd}$: est la résistance de la barre comprimée au flambement.

L'expression de $N_{b,Rd}$ est donnée par :

- sections de Classe 1, 2 ou 3 $N_{b,Rd} = \chi \frac{A f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.47)$

- sections de Classe 4 $N_{b,Rd} = \chi \frac{A_{eff} f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.48)$

χ est le coefficient de réduction du mode de flambement approprié. Il n'est pas nécessaire de prendre en compte les trous de fixation aux extrémités de la poutre pour la détermination de A ou A_{eff} .

6.3.1.2 Courbes de flambement

Pour les barres axialement comprimées, on détermine le coefficient χ à partir des courbes de flambement en appliquant :

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad (\text{avec } \chi \leq 1,0) \quad (6.49)$$

où $\phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$.

Les expressions de $\bar{\lambda}$, α , sont :

- sections de Classe 1, 2 ou 3 $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}}$
- sections de Classe 4 $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr}}}$

N_{cr} est l'effort normal critique de flambement élastique approprié, basé sur les propriétés de la section transversale brute (force critique d'Euler : $N_{cr} = \pi^2 \frac{EI}{L_{cr}^2}$ avec L_{cr} longueur de flambement de l'élément).

Tableau 6.2 - Choix de la courbe de flambement pour une section transversale

Section transversale		Limites	Flamb ^t selon l'axe	Courbe de flamb ^t	
				S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
Sections en I laminées		h/b > 1,2	t_f ≤ 40 mm	y-y z-z	a a ₀
			40 mm < t_f ≤ 100 mm	y-y z-z	b c
		h/b ≤ 1,2	t_f ≤ 100 mm	y-y z-z	b c
			t_f > 100 mm	y-y z-z	d c
Sections creuses		Finies à chaud	Quelconque	a	a ₀
		Formées à froid	Quelconque	c	c

α est un facteur d'imperfection donné par le tableau suivant :

Courbe de flambement	a ₀	a	b	c	d
Facteur d'imperfection α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

(4) Pour un élancement $\bar{\lambda} \leq 0,2$ ou pour $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$, les effets du flambement peuvent être négligés et seules les vérifications de sections transversales s'appliquent.

6.3.1.3 Élancement pour le flambement par flexion

L'élancement réduit $\bar{\lambda}$ est donné par les expressions suivantes :

- sections de Classe 1, 2 ou 3 $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} = \frac{\lambda}{\lambda_1}$
- sections de Classe 4 $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr}}} = \frac{\lambda}{\lambda_1} \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}$

avec :

λ : élancement de la barre défini par L_{cr}/i

L_{cr} : longueur de flambement dans le plan de flambement considéré et qui peut être calculée avec l'annexe 3 du présent document ;

A : section transversale de l'élément considéré ;

$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$: rayon de giration par rapport à l'axe approprié, déterminé en utilisant les propriétés de la section transversale brute ;

$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ est constant et dépend uniquement du matériau.

En pratique, on a :

Acier	S 235	S 275	S 355	S 420	S 460
λ_1	93,9	86,8	76,4	70,2	66,2

.../...

Valeurs du coefficient de réduction χ de flambement

Valeurs de χ pour la courbe de flambement a₀ (pour $\alpha = 0,13$)

$\bar{\lambda}$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,2	1,0000	0,9986	0,9973	0,9959	0,9945	0,9931	0,9917	0,9903	0,9889	0,9874
0,3	0,9859	0,9845	0,9829	0,9814	0,9799	0,9783	0,9767	0,9751	0,9735	0,9718
0,4	0,9701	0,9684	0,9667	0,9649	0,9631	0,9612	0,9593	0,9574	0,9554	0,9534
0,5	0,9513	0,9492	0,9470	0,9448	0,9425	0,9402	0,9378	0,9354	0,9328	0,9302
0,6	0,9276	0,9248	0,9220	0,9191	0,9161	0,9130	0,9099	0,9066	0,9032	0,8997
0,7	0,8961	0,8924	0,8886	0,8847	0,8806	0,8764	0,8721	0,8676	0,8630	0,8582
0,8	0,8533	0,8483	0,8431	0,8377	0,8322	0,8266	0,8208	0,8148	0,8087	0,8025
0,9	0,7961	0,7895	0,7828	0,7760	0,7691	0,7620	0,7549	0,7476	0,7403	0,7329
1	0,7253	0,7178	0,7101	0,7025	0,6948	0,6870	0,6793	0,6715	0,6637	0,6560
1,1	0,6482	0,6405	0,6329	0,6252	0,6176	0,6101	0,6026	0,5951	0,5877	0,5804
1,2	0,5732	0,5660	0,5590	0,5520	0,5450	0,5382	0,5314	0,5248	0,5182	0,5117
1,3	0,5053	0,4990	0,4927	0,4866	0,4806	0,4746	0,4687	0,4629	0,4572	0,4516
1,4	0,4461	0,4407	0,4353	0,4300	0,4248	0,4197	0,4147	0,4097	0,4049	0,4001

1,5	0,3953	0,3907	0,3861	0,3816	0,3772	0,3728	0,3685	0,3643	0,3601	0,3560
1,6	0,3520	0,3480	0,3441	0,3403	0,3365	0,3328	0,3291	0,3255	0,3219	0,3184
1,7	0,3150	0,3116	0,3083	0,3050	0,3017	0,2985	0,2954	0,2923	0,2892	0,2862
1,8	0,2833	0,2804	0,2775	0,2746	0,2719	0,2691	0,2664	0,2637	0,2611	0,2585
1,9	0,2559	0,2534	0,2509	0,2485	0,2461	0,2437	0,2414	0,2390	0,2368	0,2345
2	0,2323	0,2301	0,2280	0,2258	0,2237	0,2217	0,2196	0,2176	0,2156	0,2136
2,1	0,2117	0,2098	0,2079	0,2061	0,2042	0,2024	0,2006	0,1989	0,1971	0,1954
2,2	0,1937	0,1920	0,1904	0,1887	0,1871	0,1855	0,1840	0,1824	0,1809	0,1794
2,3	0,1779	0,1764	0,1749	0,1735	0,1721	0,1707	0,1693	0,1679	0,1665	0,1652
2,4	0,1639	0,1626	0,1613	0,1600	0,1587	0,1575	0,1563	0,1550	0,1538	0,1526
2,5	0,1515	0,1503	0,1491	0,1480	0,1469	0,1458	0,1447	0,1436	0,1425	0,1414
2,6	0,1404	0,1394	0,1383	0,1373	0,1363	0,1353	0,1343	0,1333	0,1324	0,1314

Valeurs de χ pour la courbe de flambement a (pour $\alpha = 0,21$)

$\bar{\lambda}$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,2	1,0000	0,9978	0,9956	0,9934	0,9912	0,9889	0,9867	0,9844	0,9821	0,9798
0,3	0,9775	0,9751	0,9728	0,9704	0,9680	0,9655	0,9630	0,9605	0,9580	0,9554
0,4	0,9528	0,9501	0,9474	0,9447	0,9419	0,9391	0,9363	0,9333	0,9304	0,9273
0,5	0,9243	0,9211	0,9179	0,9147	0,9114	0,9080	0,9045	0,9010	0,8974	0,8937
0,6	0,8900	0,8862	0,8823	0,8783	0,8742	0,8700	0,8657	0,8614	0,8569	0,8524
0,7	0,8477	0,8430	0,8382	0,8332	0,8282	0,8230	0,8178	0,8124	0,8069	0,8014
0,8	0,7957	0,7899	0,7841	0,7781	0,7721	0,7659	0,7597	0,7534	0,7470	0,7405
0,9	0,7339	0,7273	0,7206	0,7139	0,7071	0,7003	0,6934	0,6865	0,6796	0,6726
1	0,6656	0,6586	0,6516	0,6446	0,6376	0,6306	0,6236	0,6167	0,6098	0,6029
1,1	0,5960	0,5892	0,5824	0,5757	0,5690	0,5623	0,5557	0,5492	0,5427	0,5363
1,2	0,5300	0,5237	0,5175	0,5114	0,5053	0,4993	0,4934	0,4875	0,4817	0,4760

Valeurs de χ pour la courbe de flambement a (pour $\alpha = 0,21$)

$\bar{\lambda}$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1,3	0,4703	0,4648	0,4593	0,4538	0,4485	0,4432	0,4380	0,4329	0,4278	0,4228
1,4	0,4179	0,4130	0,4083	0,4036	0,3989	0,3943	0,3898	0,3854	0,3810	0,3767
1,5	0,3724	0,3682	0,3641	0,3601	0,3561	0,3521	0,3482	0,3444	0,3406	0,3369
1,6	0,3332	0,3296	0,3261	0,3226	0,3191	0,3157	0,3124	0,3091	0,3058	0,3026
1,7	0,2994	0,2963	0,2933	0,2902	0,2872	0,2843	0,2814	0,2786	0,2757	0,2730
1,8	0,2702	0,2675	0,2649	0,2623	0,2597	0,2571	0,2546	0,2522	0,2497	0,2473
1,9	0,2449	0,2426	0,2403	0,2380	0,2358	0,2335	0,2314	0,2292	0,2271	0,2250
2	0,2229	0,2209	0,2188	0,2168	0,2149	0,2129	0,2110	0,2091	0,2073	0,2054
2,1	0,2036	0,2018	0,2001	0,1983	0,1966	0,1949	0,1932	0,1915	0,1899	0,1883
2,2	0,1867	0,1851	0,1836	0,1820	0,1805	0,1790	0,1775	0,1760	0,1746	0,1732
2,3	0,1717	0,1704	0,1690	0,1676	0,1663	0,1649	0,1636	0,1623	0,1610	0,1598
2,4	0,1585	0,1573	0,1560	0,1548	0,1536	0,1524	0,1513	0,1501	0,1490	0,1478
2,5	0,1467	0,1456	0,1445	0,1434	0,1424	0,1413	0,1403	0,1392	0,1382	0,1372
2,6	0,1362	0,1352	0,1342	0,1332	0,1323	0,1313	0,1304	0,1295	0,1285	0,1276

Valeurs de χ pour la courbe de flambement c (pour $\alpha = 0,49$)

$\bar{\lambda}$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,2	1,0000	0,9949	0,9898	0,9847	0,9797	0,9746	0,9695	0,9644	0,9593	0,9542
0,3	0,9491	0,9440	0,9389	0,9338	0,9286	0,9235	0,9183	0,9131	0,9078	0,9026
0,4	0,8973	0,8920	0,8867	0,8813	0,8760	0,8705	0,8651	0,8596	0,8541	0,8486
0,5	0,8430	0,8374	0,8317	0,8261	0,8204	0,8146	0,8088	0,8030	0,7972	0,7913
0,6	0,7854	0,7794	0,7735	0,7675	0,7614	0,7554	0,7493	0,7432	0,7370	0,7309
0,7	0,7247	0,7185	0,7123	0,7060	0,6998	0,6935	0,6873	0,6810	0,6747	0,6684
0,8	0,6622	0,6559	0,6496	0,6433	0,6371	0,6308	0,6246	0,6184	0,6122	0,6060
0,9	0,5998	0,5937	0,5876	0,5815	0,5755	0,5695	0,5635	0,5575	0,5516	0,5458

Valeurs de χ pour la courbe de flambement c (pour $\alpha = 0,49$)

$\bar{\lambda}$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1	0,5399	0,5342	0,5284	0,5227	0,5171	0,5115	0,5059	0,5004	0,4950	0,4896
1,1	0,4842	0,4790	0,4737	0,4685	0,4634	0,4583	0,4533	0,4483	0,4434	0,4386
1,2	0,4338	0,4290	0,4243	0,4197	0,4151	0,4106	0,4061	0,4017	0,3974	0,3931
1,3	0,3888	0,3846	0,3805	0,3764	0,3724	0,3684	0,3644	0,3606	0,3567	0,3529
1,4	0,3492	0,3455	0,3419	0,3383	0,3348	0,3313	0,3279	0,3245	0,3211	0,3178
1,5	0,3145	0,3113	0,3081	0,3050	0,3019	0,2989	0,2959	0,2929	0,2900	0,2871
1,6	0,2842	0,2814	0,2786	0,2759	0,2732	0,2705	0,2679	0,2653	0,2627	0,2602
1,7	0,2577	0,2553	0,2528	0,2504	0,2481	0,2457	0,2434	0,2412	0,2389	0,2367
1,8	0,2345	0,2324	0,2302	0,2281	0,2260	0,2240	0,2220	0,2200	0,2180	0,2161
1,9	0,2141	0,2122	0,2104	0,2085	0,2067	0,2049	0,2031	0,2013	0,1996	0,1979
2	0,1962	0,1945	0,1929	0,1912	0,1896	0,1880	0,1864	0,1849	0,1833	0,1818
2,1	0,1803	0,1788	0,1774	0,1759	0,1745	0,1731	0,1717	0,1703	0,1689	0,1676
2,2	0,1662	0,1649	0,1636	0,1623	0,1611	0,1598	0,1585	0,1573	0,1561	0,1549
2,3	0,1537	0,1525	0,1514	0,1502	0,1491	0,1480	0,1468	0,1457	0,1446	0,1436
2,4	0,1425	0,1415	0,1404	0,1394	0,1384	0,1374	0,1364	0,1354	0,1344	0,1334
2,5	0,1325	0,1315	0,1306	0,1297	0,1287	0,1278	0,1269	0,1260	0,1252	0,1243
2,6	0,1234	0,1226	0,1217	0,1209	0,1201	0,1193	0,1184	0,1176	0,1168	0,1161

7. ÉTATS LIMITES DE SERVICE

../..

7.2 - Etats limites de service pour les bâtiments

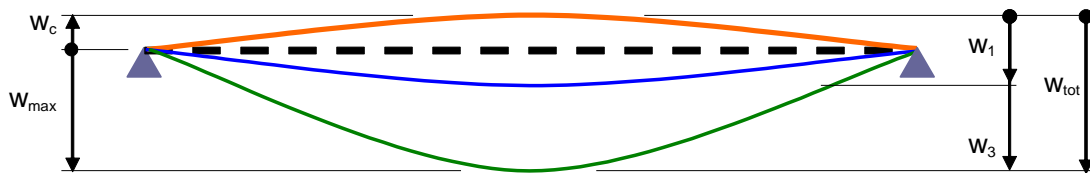
7.2.1 - Flèches verticales

(1)B En référence à l'EN 1990 – Annexe A1.4, il convient que les limites pour les flèches verticales définies à la figure A1.1 soient spécifiées pour chaque projet et convenues avec le client.

NOTE B : L'Annexe Nationale peut spécifier ces limites – voir clause 7.2.1(1)B suivante.

Clause 7.2.1 (1)B – flèches verticales :

(1) Les notations des valeurs limites de flèches indiquées ci-après sont représentées sur la figure 1 dans le cas de la poutre simplement appuyée.



w₁ : Flèche due aux charges permanentes ;

w₃ : Flèche due aux actions variables ;

w_c : Contreflèche dans l'élément structural non chargé.

Ces flèches permettent de déterminer :

La flèche totale

$W_{tot} = w_1 + w_3$

La flèche résiduelle totale w_{max} incluant la contreflèche w_c

$W_{max} = w_1 + w_3 - w_c$

(2) Les valeurs limites recommandées de flèches verticales pour les poutres de bâtiments sont données au tableau 1, où L est la portée de la poutre. Pour les poutres en porte-à-faux, la longueur L à considérer est égale à 2 fois la longueur du porte-à-faux.

Tableau 1 - Valeurs limites recommandées pour les flèches verticales

Conditions	Limites (voir figure 1)	
	W_{max}	w_3
Toitures en général	$L / 200$	$L / 250$
Toitures supportant fréquemment du personnel autre que le personnel d'entretien	$L / 200$	$L / 300$
Planchers en général	$L / 200$	$L / 300$
Planchers et toitures supportant des cloisons en plâtre ou en autres matériaux fragiles ou rigides	$L / 250$	$L / 350$
Planchers supportant des poteaux	$L / 400$	$L / 500$
Cas où w_{max} peut nuire à l'aspect du bâtiment	$L / 250$	-

../..

Annexe E (informative)

Longueur de flambement d'un élément comprimé

Structures à nœuds fixes	Structures à nœuds déplaçables

3. ATTACHES PAR BOULONS OU AXES D'ARTICULATION

Tableau 3.1 - Valeurs nominales de la limite d'élasticité f_{yb} et de la résistance ultime à la traction f_{ub} pour les boulons

Classe de boulons	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (MPa)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (MPa)	400	400	500	500	600	800	1000

Principales caractéristiques géométriques des boulons
Caractéristiques géométriques (mm, mm²)

Désignations	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
d	12	14	16	18	20	22	24	27	30
d ₀ trou normal	13	15	18	20	22	24	26	30	33
A	113	154	201	254	314	380	452	573	707
A _s	84,3	115	157	192	245	303	353	459	561
Ø rondelle	24	27	30	34	37	40	44	50	52
d _m	19,39	22,63	25,86	29,09	32,32	36,63	38,79	44,17	49,56

d diamètre nominal du boulon (celui de la partie non filetée)

d₀ diamètre du trou normal

A aire de la section de la tige lisse du boulon

A_s section résistante de la partie filetée

d_m moyenne entre surangle et surplat pour le calcul de B_{p,Rd} (valeurs pour les boulons HM uniquement).

Tableau 3.3 - Pincés longitudinales et transversales, entraxes minimum et maximum

Distances et entraxes	Minimum	Maximum ^{1) 2) 3)}	
Voir figure 3.1		Structures réalisées en aciers conformes à l'EN 10025 à l'exception des aciers conformes à l'EN 10025-5	
		Acier exposé aux intempéries ou autres influences corrosives	Acier non exposé aux intempéries ou autres influences corrosives
Pince longitudinale e ₁	1,2 d ₀	4 t + 40 mm	
Pince transversale e ₂	1,2 d ₀	4 t + 40 mm	
Distance e ₃ pour les trous oblongs	1,5 d ₀ ⁴⁾		
Distance e ₄ pour les trous oblongs	1,5 d ₀ ⁴⁾		
Entraxe p ₁	2,2 d ₀	Minimum de 14 t ou 200 mm	Minimum de 14 t ou 200 mm
Entraxe p _{1,0}		Minimum de 14 t ou 200 mm	
Entraxe p _{1,i}		Minimum de 28 t ou 400 mm	
Entraxe p ₂ ⁵⁾	2,4 d ₀	Minimum de 14 t ou 200 mm	Minimum de 14 t ou 200 mm

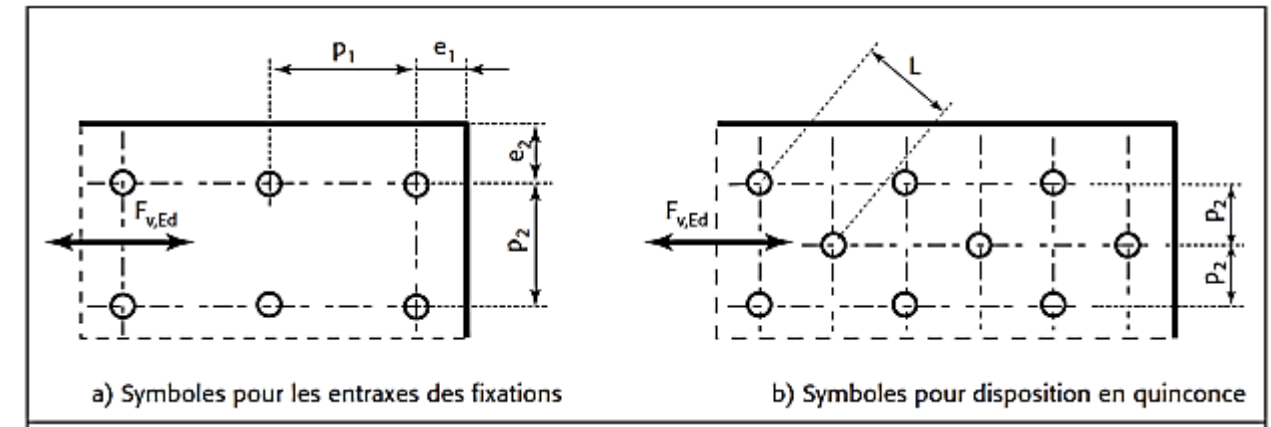


Tableau 10 - Valeurs nominales des jeux pour les boulons (mm)

Diamètre nominal des boulons (mm)	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27 et +
Trous ronds normaux ^(a)	1 ^{(b)(c)}		2					3
Trous ronds surdimensionnés	3		4				6	8
Trous oblongs courts (sur la longueur) ^(d)	4		6				8	10
Trous oblongs longs (sur la longueur) ^(d)	1,5 d							

Tableau 3.4 - Résistance de calcul individuelle pour les fixations sollicitées au cisaillement et/ou à la traction

Mode de ruine	Boulons
Résistance au cisaillement par plan de cisaillement	$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$ <ul style="list-style-type: none"> lorsque le plan de cisaillement passe par la partie filetée du boulon (A est l'aire de la section résistante en traction du boulon A_s) : <ul style="list-style-type: none"> pour les classes 4.6, 5.6 et 8.8 : $\alpha_v = 0,6$ pour les classes 4.8, 5.8, 6.8 et 10.9 : $\alpha_v = 0,5$ lorsque le plan de cisaillement passe par la partie non filetée du boulon (A est l'aire de la section brute du boulon) : $\alpha_v = 0,6$

Résistance en pression diamétrale 1), 2), 3)	$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$ <p>où α_b est la plus petite des 3 valeurs de $\alpha_d : \frac{f_{ub}}{f_u}$ ou 1,0</p> <p>Situation du boulon dans la direction des efforts :</p> <ul style="list-style-type: none"> Boulons de rive : $\alpha_d = \frac{e_1}{3 d_0}$ Boulons intérieurs : $\alpha_d = \frac{p_1}{3 d_0} - \frac{1}{4}$ <p>Situation du boulon perpendiculairement à la direction des efforts :</p> <ul style="list-style-type: none"> Boulons de rive : k_1 est la plus petite des valeurs : $\left(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7\right)$ et 2,5 Boulons intérieurs : k_1 est la plus petite des valeurs : $\left(1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7\right)$ et 2,5
Résistance à la traction 2)	$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ <p>où $k_2 = 0,63$ pour un boulon à tête fraisée, sinon $k_2 = 0,9$</p>
Résistance au poinçonnement	$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m r_p f_u / \gamma_{M2}$
Cisaillement et traction combinés	Vérifier $\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1,0$ et $F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$

- (6) La résistance des boulons pleins-trous peut être calculée de la même façon que celle des boulons utilisés dans des trous avec un jeu normal.
- (7) Il convient d'exclure la partie filetée d'un boulon plein-trou du plan de cisaillement.
- (8) Il convient que la longueur de la partie filetée d'un boulon plein-trou située vis-à-vis de la plaque sollicitée en pression diamétrale n'excède pas 1/3 de l'épaisseur de la plaque.
- (9) Il convient que la tolérance pour les trous de boulons pleins-trous soit conforme aux dispositions données en 2.8, « Normes de référence : Groupe 7 ».
- (10) Dans les assemblages à simple recouvrement ne comportant qu'une seule rangée de boulons (voir figure 3.3), il convient que les boulons soient munis de rondelles sous la tête et sous l'écrou. Il convient que la résistance en pression diamétrale $F_{b,Rd}$ pour chaque boulon soit limitée à :

$$F_{b,Rd} = 1,5 f_u d t / \gamma_{M2} \quad (3.2)$$

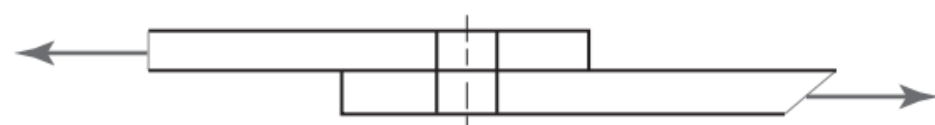


Figure 3.3 - Assemblage à simple recouvrement avec une seule rangée de boulons

3.10.2 Calcul du cisaillement de bloc

- (1) Le cisaillement de bloc consiste en une ruine par cisaillement au niveau de la rangée de boulons le long de la partie cisailée du contour du groupe de trous, accompagnée d'une rupture par traction le long de la file de trous de boulons sur la partie tendue du contour du groupe de boulons. La figure 3.8 donne un exemple de cisaillement de bloc.
- (2) Pour un groupe de boulons symétriques soumis à un chargement centré, la résistance de calcul au cisaillement de bloc, $V_{eff,1,Rd}$ est donnée par :

$$V_{eff,1,Rd} = f_u A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) f_y A_{nv} / \gamma_{M0} \quad (3.9)$$

où

A_{nt} aire nette soumise à la traction ;

A_{nv} aire nette soumise au cisaillement.

- (3) Pour un groupe de boulons soumis à un chargement excentré, la résistance de calcul au cisaillement de bloc $V_{eff,2,Rd}$ est donnée par :

$$V_{eff,2,Rd} = 0,5 f_u A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) f_y A_{nv} / \gamma_{M0} \quad (3.10)$$

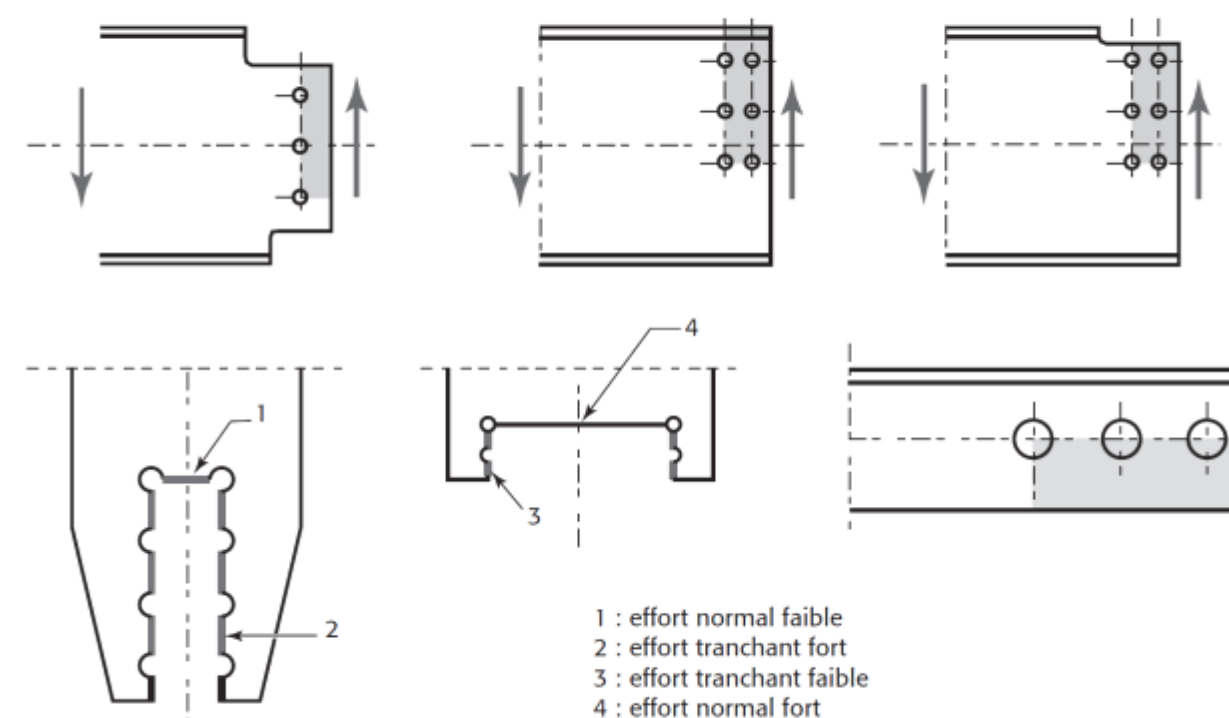


Figure 3.8 - Cisaillement de bloc

Ressource 7 : Documentation planchers collaborants ArcelorMittal Cofraplus® 60

Planchers collaborants
Cofraplus® 60



ArcelorMittal



▲ Face prélaquée



▲ Face prélaquée

Suivant DTA N° 3/15-800

Caractéristiques du matériau de base		Normes
Nuance d'acier	S 350 GD	NF EN 10346
Type de protection	Acier galvanisé ZM 175	NF P 34-310 ETPM ZM Evolution
	Acier galvanisé ZM 175 prélaqué	NF P 34-301 NF EN 10169+A1
Revêtement organique		Normes
Hairplus 25 µ	Catégorie IIIa	NF P 34-301
	Catégorie CPi3	NF EN 10169+A1
Autres revêtements		Sur consultation

Caractéristiques du profil	Epaisseur nominale du profil (mm)		
	0,75	0,88	1,00
Poids (daN/m²)	8,53	10,00	11,37
Section Ap : (cm²/ml)	10,29	12,17	13,91
Inertie efficace Ieff (cm⁴/ml)	44,37	52,64	60,08
Position fibre neutre vi (cm)	3,37	3,37	3,37
Module d'inertie I/vi (cm³/ml)	13,16	15,62	17,83

Cofraplus® 60 C :

Lorsque les connecteurs sont cloués sur le profil, la version Cofraplus® 60 C est nécessaire. L'espacement laissé permet alors de loger les connecteurs entre deux nervures.



Cofraplus® 60 P :

Version préperçée adaptée pour des connecteurs de type NELSON préalablement soudés sur des poutres mixtes.



Consommation nominale de béton

	Epaisseur d de la dalle (cm)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Litrage (l/m²)	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165
Poids théorique du plancher daN/m²	188	213	238	263	288	313	338	363	388	413
Poids volumique du béton 2 500 daN/m³										
Epaisseur maximale admissible d = 28 cm										

Le logiciel de calcul Cofra® 5

donnera l'ensemble des renforts d'armatures à prévoir suivant les hypothèses retenues.



www.arcelmittal.com/cofra5

Planchers collaborants
Cofraplus® 60



Résistance au feu

	REI (min)			
	30	60	90	120
Epaisseur d de la dalle (cm)	11	12	14	16

REI : degré coupe-feu du plancher brut
L'épaisseur minimale est requise pour respecter le critère (I) de température sur la face non exposée.

Isolation acoustique

Le comportement acoustique d'un plancher collaborant brut suit la logique de la loi de masse.
Valeurs calculées par modélisations – rapport d'étude CSTB N° AC15-26054708

	Epaisseur d de la dalle (cm)								
	11	12	13	14	15	16	17	18	20
Rw (dB)	46	47	48	48	49	50	51	52	53
(C;Ctr) (dB)	(-2;-6)	(-2;-6)	(-2;-6)	(-1;-6)	(-1;-6)	(-2;-6)	(-2;-7)	(-2;-7)	(-2;-7)

Performances mécaniques en version standard

Valeurs Q admissibles non pondérées avec G' = 0 en daN/m²
Un calcul via Cofra 5 permet d'optimiser ces valeurs selon les hypothèses du projet

Travée simple

Epaisseur d de la dalle (cm)	Portée (m)																				
	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0
20	1622	1615	1481	1257	1155	1063	980	906	838	777	721	670	623	580	540	503	469	437	407	380	354
19	1577	1572	1442	1444	1120	1031	950	878	812	752	698	648	603	561	522	486	453	422	394	367	342
18	1531	1400	1403	1409	1086	998	920	849	786	728	675	627	582	542	504	469	437	407	380	354	329
17	1486	1358	1364	1254	1265	966	890	821	759	703	652	605	562	522	486	453	421	393	366	341	317
16	1440	1316	1206	1217	1230	934	860	793	733	678	628	583	541	503	468	436	406	378	352	328	305
15	1395	1273	1167	1180	1088	1105	830	765	706	653	605	561	521	484	450	419	390	363	338	315	293
14	1349	1231	1128	1036	1053	973	993	737	680	628	582	539	500	465	432	402	374	348	324	302	281
13	1304	1189	1088	999	1018	941	963	894	833	780	733	690	650	612	577	545	515	487	461	436	412
12	1258	1147	1049	963	880	911	840	864	807	759	715	675	639	605	574	545	517	490	464	439	415
11	1213	1104	1009	926	845	773	805	751	777	727	685	646	611	579	549	521	494	468	443	418	394
	Sans étais										Avec étais										

Travées multiples

Epaisseur d de la dalle (cm)	Portée (m)																				
	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0
20	2350	2219	2100	1990	1891	1799	1714	1635	1562	1298	1219	1148	1082	1020	964	911	862	817	774	734	697
19	2207	2083	1971	1869	1775	1688	1609	1535	1466	1402	1177	1107	1043	984	929	878	831	786	745	707	670
18	2064	1948	1843	1747	1659	1578	1503	1434	1370	1310	1134	1066	1004	947	894	844	799	756	716	679	644
17	1920	1812	1715	1625	1543	1468	1398	1334	1274	1218	1166	1026	965	910	859	811	767	726	687	651	617
16	1830	1711	1577	1459	1346	1371	1278	1223	1227	1139	1082	985	927	873	823	777	735	695	658	623	590
15	1686	1593	1510	1406	1296	1225	1233	1152	1130	1082	1034	994	888	836	788	744	703	665	622	576	533
14	1541	1457	1380	1310	1246	1150	1131	1081	1033	992	948	910	871	795	753	705	651	602	556	514	475
13	1396	1320	1250	1187	1129	1075	1025	981	936	898	865	824	792	761	725	683	635	581	531	490	453
12	1251	1183	1121	1064	1012	964	919	879	839	804	773	738	706	675	644	614	581	541	501	461	421
11	1107	1046	991	941	895	852	813	777	741	710	681	646	615	585	553	520	490	460	430	399	369
	Sans étais										Avec étais										

Hypothèses

- Béton C25/30 (Poids volumique 2 500 daN/m³)
- Stabilité au feu REI30
- Flèche au coulage L / 180
- Flèche en service L (cm) / 350 si L < 3,5 m ou (0,5 cm + L / 700) si L > 3,5 m

Légende

Epaisseur (mm)

Pose sans étais

0,75

0,88

1,00

Avec étalement

0,75

Planchers collaborants ArcelorMittal Construction France I15

EXAMEN :
BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

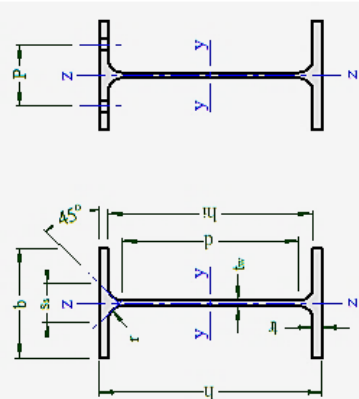
SESSION 2022

SPÉCIALITÉ :
ARCHITECTURES EN MÉTAL :
CONCEPTION ET RÉALISATION

E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet

DOSSIER RESSOURCES

Page : 18 sur 19

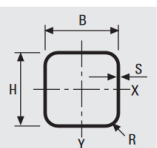


Ressource 8 : Poutrelles IPE

Désignation	Masse M kg/m	Dimensions				Aire		Dimensions de construction					Surfaces à peindre				Valeurs statiques									
		h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm	A cm ²	h _i mm	d mm	Ø mm	P _{min} mm	P _{max} mm	A _L m ² /m	A _{we} m ² /t	I _y cm ⁴	W _{el,y} cm ³	W _{pl,y} cm ³	i _y cm	A _{we} cm ²	I _x cm ⁴	W _{el,x} cm ³	W _{pl,x} cm ³	i _x cm	s _x mm	I _x cm ⁴	I _w × 10 ⁻³ cm ⁶
IPE 80	6,0	80	46	3,8	5,2	5,0	7,64	69,6	59,6	-	-	-	0,328	54,64	80,14	20,03	23,22	3,24	3,58	8,49	3,69	5,82	1,05	20,06	0,70	0,118
IPE100	8,1	100	55	4,1	5,7	7,0	10,3	88,6	74,6	-	-	-	0,400	49,33	171,0	34,20	39,41	4,07	5,08	15,92	5,79	9,15	1,24	23,70	1,20	0,351
IPE 120	10,4	120	64	4,4	6,3	7,0	13,2	107,4	93,4	-	-	-	0,475	45,82	317,8	52,96	60,73	4,90	6,31	27,67	8,65	13,58	1,45	25,20	1,74	0,890
IPE 140	12,9	140	73	4,7	6,9	7,0	16,4	126,2	112,2	-	-	-	0,551	42,70	541,2	77,32	88,34	5,74	7,64	44,92	12,3	19,25	1,65	26,70	2,45	1,981
IPE 160	15,8	160	82	5,0	7,4	9,0	20,1	145,2	127,2	-	-	-	0,623	39,47	889,3	108,7	123,9	6,58	9,66	68,31	16,7	26,10	1,84	30,34	3,60	3,959
IPE 180	18,8	180	91	5,3	8,0	9,0	23,9	164,0	146,0	M10	48	48	0,698	37,13	1317	146,3	166,4	7,42	11,25	100,9	22,2	34,60	2,05	31,84	4,79	7,431
IPE 200	22,4	200	100	5,6	8,5	12,0	28,5	183,0	159,0	M10	54	58	0,768	34,36	1943	194,3	220,6	8,26	14,00	142,4	28,5	44,61	2,24	36,66	6,98	12,99
IPE 220	26,2	220	110	5,9	9,2	12,0	33,4	201,6	177,6	M12	60	62	0,848	32,36	2772	252,0	285,4	9,11	15,88	204,9	37,3	58,11	2,48	38,36	9,07	22,67
IPE 240	30,7	240	120	6,2	9,8	15,0	39,1	220,4	190,4	M12	66	68	0,922	30,02	3882	324,3	366,6	9,97	19,14	283,6	47,3	73,92	2,69	43,37	12,9	37,39
IPE 270	36,1	270	135	6,6	10,2	15,0	45,9	249,6	219,6	M16	72	72	1,041	28,86	5790	428,9	484,0	11,23	22,14	419,9	62,2	96,95	3,02	44,57	15,9	70,58
IPE 300	42,2	300	150	7,1	10,7	15,0	53,8	278,6	248,6	M16	72	86	1,160	27,46	8356	557,1	628,4	12,46	25,68	603,8	80,5	125,2	3,35	46,07	20,1	125,9
IPE 330	49,1	330	160	7,5	11,5	18,0	62,6	307,0	271,0	M16	78	96	1,254	25,52	11767	713,1	804,3	13,71	30,81	788,1	98,5	153,7	3,55	51,59	28,1	199,1
IPE 360	57,1	360	170	8,0	12,7	18,0	72,7	334,6	298,6	M22	88	88	1,353	23,70	16286	903,6	1019	14,95	35,14	1043	122,8	191,1	3,79	54,49	37,3	313,6
IPE 400	66,3	400	180	8,6	13,5	21,0	84,5	373,0	331,0	M22	96	98	1,467	22,12	23128	1156	1307	16,55	42,69	1318	146,4	229,0	3,95	60,20	51,1	490,0
IPE 450	77,6	450	190	9,4	14,6	21,0	98,8	420,8	378,8	M24	100	102	1,605	20,69	33743	1500	1702	18,48	50,85	1676	176	276,4	4,12	63,20	66,9	791,0
IPE 500	90,7	500	200	10,2	16,0	21,0	116	468,0	426,0	M24	102	112	1,744	19,23	48199	1928	2194	20,43	59,87	2142	214	335,9	4,31	66,80	89,3	1249

Ressource 9 : Profils carrés de construction finis à chaud – NF EN 10210

Note: les propriétés techniques ont été obtenues en tenant compte d'un rayon de courbure aux angles de:
R externe = 1,25 x s
R interne = 1,00 x s



TUBES STRUCTURELS À SECTION CARRÉE FORMÉS À CHAUD												
Dimensions H x B (mm)	Épaisseur S (mm)	Masse M (kg/m)	Zone en sec. A (cm ²)	Mom. inertie J (cm ⁴)	Ray. inertie I (cm)	Mod. élasticité W (cm ³)	Mod. plasticité Wp (cm ³)	Constantes de torsion Jv (cm ⁴) Wv (cm ³)		Zone sup. par ml m ² / m	Longueur (°) / m approx. pour t (m)	
20x20	2,0	1,12	1,42	0,76	0,73	0,76	0,95	1,22	1,07	0,076	893	
	2,5	1,32	1,72	0,87	0,71	0,88	1,12	1,41	1,21	0,075	741	
25x25	2,0	1,41	1,82	1,59	0,94	1,27	1,56	2,52	1,81	0,096	700	
	2,5	1,71	2,22	1,85	0,91	1,48	1,86	2,97	2,09	0,095	574	
	3,0	2,04	2,60	2,06	0,89	1,65	2,12	3,36	2,31	0,094	490	
	3,2	2,15	2,74	2,14	0,88	1,71	2,21	3,49	2,38	0,093	466	
30x30	2,5	2,11	2,72	3,40	1,12	2,27	2,79	5,40	3,22	0,115	469	
	3,0	2,47	3,20	3,84	1,10	2,56	3,21	6,17	3,61	0,114	399	
	3,2	2,61	3,38	4,00	1,09	2,67	3,37	6,45	3,75	0,113	378	
40x40	2,5	2,89	3,72	8,67	1,53	4,33	5,21	13,6	6,23	0,155	343	
	3,0	3,41	4,40	9,96	1,51	4,98	6,07	15,7	7,11	0,154	290	
	3,2	3,61	4,66	10,4	1,50	5,22	6,40	16,5	7,43	0,153	274	
	4,0	4,39	5,68	12,1	1,46	6,07	7,61	19,5	8,56	0,151	225	
	5,0	5,28	6,88	13,8	1,42	6,92	8,92	22,6	9,65	0,149	185	
50x50	2,5	3,68	4,72	17,7	1,94	7,07	8,38	27,4	10,2	0,195	270	
	3,0	4,35	5,60	20,5	1,91	8,20	9,83	32,0	11,8	0,194	228	
	3,2	4,62	5,94	21,6	1,91	8,62	10,4	33,8	12,4	0,193	215	
	4,0	5,64	7,28	25,5	1,87	10,2	12,5	40,4	14,5	0,191	175	
	5,0	6,85	8,88	29,6	1,83	11,9	14,9	47,6	16,7	0,189	144	
	6,3	8,31	10,8	33,9	1,77	13,6	17,5	55,3	18,9	0,186	118	
60x60	3,0	5,29	6,80	36,6	2,32	12,2	14,5	56,9	17,7	0,234	188	
	3,2	5,62	7,22	38,7	2,31	12,9	15,3	60,1	18,6	0,233	177	
	4,0	6,97	8,88	46,1	2,28	15,4	18,6	72,4	22,1	0,231	144	
	5,0	8,42	10,9	54,4	2,24	18,1	22,3	86,3	25,8	0,229	118	
	6,3	10,3	13,3	63,4	2,18	21,1	26,6	102	29,7	0,226	95,3	
	7,1	11,4	14,5	65,8	2,13	21,9	28,2	110	31,6	0,222	—	
	8,0	12,5	16,3	72,4	2,11	24,1	31,4	119	33,5	0,223	78,1	
	8,8	13,5	17,2	72,5	2,05	24,2	32,2	124	34,6	0,217	—	
	10,0	14,9	18,9	75,5	2,00	25,2	34,4	131	36,0	0,214	—	
	11,0	15,9	20,3	77,1	1,95	25,7	35,9	136	36,7	0,212	—	
	12,5	17,3	22,1	78,0	1,88	26,0	37,5	139	37,0	0,208	—	
	70x70	3,0	6,24	8,00	59,6	2,73	17,0	20,0	92,1	24,8	0,274	160
		3,6	7,46	9,50	69,5	2,70	19,9	23,6	108	28,7	0,272	135
5,0		9,99	12,9	90,1	2,64	25,7	31,2	142	36,8	0,269	99,1	
6,3		12,3	15,9	106	2,59	30,4	37,6	169	43,0	0,266	80,0	
7,1		13,6	17,3	112	2,54	32,0	40,3	185	46,1	0,262	—	
8,0		15	19,5	123	2,51	35,3	45,0	200	49,4	0,263	65,4	
8,8		16,3	20,7	126	2,46	35,9	46,6	212	51,6	0,257	—	
10,0		18,0	22,9	133	2,41	38,0	50,3	227	54,4	0,254	—	
11,0		19,4	24,7	138	2,36	39,3	53,0	238	56,2	0,252	—	
12,5		21,3	27,1	142	2,29	40,6	56,3	249	58,0	0,248	—	
80x80		3,0	7,18	9,20	90,6	3,14	22,7	26,5	139	33,1	0,314	139
		3,6	8,53	10,9	106	3,11	26,5	31,3	164	38,5	0,312	117
		5,0	11,6	14,9	139	3,05	34,7	41,7	217	49,8	0,309	85,5
	6,3	14,2	18,4	165	3,00	41,3	50,5	261	58,8	0,306	69,5	
	7,1	15,8	20,2	176	2,95	43,9	54,5	286	63,5	0,302	—	
	8,0	17,5	22,7	194	2,92	48,6	60,9	312	68,5	0,303	56,2	
	8,8	19,0	24,2	200	2,87	50,0	63,7	332	72,0	0,297	—	
	10,0	21,1	26,9	214	2,82	53,5	69,3	360	76,8	0,294	—	
	11,0	22,8	29,1	223	2,77	55,8	73,5	380	80,1	0,292	—	
	12,5	25,2	32,1	234	2,70	58,6	78,9	404	83,8	0,288	—	
	90x90	3,6	9,66	12,4	154	3,52	34,1	40,0	237	49,7	0,352	103
		5,0	13,1	16,9	202	3,46	45,0	53,6	315	64,9	0,349	75,2
		6,3	16,2	20,9	242	3,41	53,9	65,3	381	77,1	0,346	61,0
7,1		18,1	23,0	260	3,36	57,7	70,8	419	83,7	0,342	—	
8,0		20,1	25,9	288	3,33	64,0	79,2	459	90,7	0,343	49,0	
8,8		21,8	27,8	299	3,28	66,5	83,4	492	96,0	0,337	—	
10,0		24,3	30,9	322	3,23	71,6	91,3	536	103	0,334	—	
11,0		26,3	33,5	339	3,18	75,3	97,3	569	108	0,332	—	
12,5		29,1	37,1	359	3,11	79,8	105	612	114	0,328	—	
100x100		4,0	11,9	15,3	234	3,91	46,8	54,9	361	68,2	0,391	83,4
		5,0	14,7	18,9	283	3,87	56,6	67,1	439	81,9	0,389	67,6
		6,3	18,2	23,4	341	3,81	68,2	82,0	533	97,9	0,386	54,4
		7,1	20,3	25,8	367	3,77	73,4	89,2	589	107	0,382	—
	8,0	22,6	29,1	408	3,74	81,5	99,9	646	116	0,383	43,7	
	8,8	24,5	31,3	426	3,69	85,2	106	694	123	0,377	—	
	10,0	27,4	35,5	474	3,65	94,9	119	761	134	0,379	35,9	
	11,0	29,7	37,9	488	3,59	97,7	124	812	141	0,372	—	
	12,5	33,0	42,1	522	3,52	104	135	879	150	0,368	—	
110x110	14,2	36,6	46,6	553	3,44	111	146	943	158	0,363	—	
	8,0	25,1	32,0	547	4,14	99,4	121	878	144	0,419	—	
	10,0	30,6	38,9	637	4,05	116	144	1040	168	0,414	—	
120x120	12,5	37,0	47,1	728	3,93	132	169	1210	191	0,408	—	
	5,0	17,8	22,9	503	4,69	83,8	98,4	775	122	0,469	55,6	
	6,3	22,2	28,5	610	4,63	102	121	949	147	0,466	44,9	
	7,1	24,7	31,5	663	4,59	110	120	950	147	0,464	—	
	8,0	27,6	35,5	738	4,56	123	149	1159	176	0,463	35,9	
	8,8	30,1	38,3	779	4,51	130	158	1250	189	0,457	—	
	10,0	33,7	43,5	870	4,47	145	178	1381	206	0,459	29,3	
	11,0	36,6	46,7	908	4,41	151	188	1480	219	0,452	—	
	12,5	40,9	53,0	1009	4,36	168	212	1624	237	0,453	24,0	
	14,2	45,5	57,9	1050	4,26	176	226	1760	253	0,443	—	
	16,0	50,1	63,8	1120	4,18	186	243	1890	267	0,439	—	