



Recommandations CNC2M pour l'application des NF EN 1090-4 et NF EN 1993-1-3

Recommandations

Recommandations pour l'exécution des éléments et structures en acier formés à froid
pour applications en toiture, plafond, paroi verticale et plancher

Membres de la commission de normalisation CNC2M

- | | |
|---|--|
| M. Adamakos, <i>Asqpe</i> | M. Krieger, <i>Nextensia Sas</i> |
| Mme Algranti, <i>Soprema</i> | M. Lamadon, <i>Bureau Veritas construction</i> |
| M. Balgiu, <i>Qualiconsult</i> | M. Lamy, <i>Union des métalliers</i> |
| M. Barrault, <i>Alfi Technologies</i> | M. Larue, <i>Rbs</i> |
| M. Barreau, <i>Union des métalliers</i> | M. Lauretta, <i>Leon Grosse</i> |
| Mme Bartera, <i>Vp & Green</i> | M. Le Bitouze, <i>Albyr</i> |
| M. Berthelley, <i>Cerema Dtitm</i> | Mme Le Nouy, <i>SCMF</i> |
| M. Bitar, <i>Cticm</i> | M. Le Pense, <i>ArcelorMittal Construction France</i> |
| M. Bonaud, <i>Cticm</i> | M. Leleux, <i>Geoxia</i> |
| M. Bonnet, <i>Technip</i> | Mme Lemaire, <i>Bncm/Cticm</i> |
| Mme Bourquencier, <i>Cerema</i> | M. Lequien, <i>Apave</i> |
| M. Bureau, <i>Cticm</i> | M. Leray, <i>Charier Gc</i> |
| M. Cardouat, <i>SMB SA</i> | Mme Lucas, <i>Unm</i> |
| M. Causse, <i>Vinci construction grands projets</i> | M. Lukic, <i>Cticm</i> |
| M. Charton, <i>ArcelorMittal Europe Construction</i> | M. Maitre, <i>Maitre Pierre</i> |
| M. Couchaux, <i>Insa de Rennes</i> | M. Martin, <i>Cticm</i> |
| M. Cougnaud, <i>Yves Cougnaud</i> | M. Moheissen, <i>Moheissen Julien</i> |
| Mme Davaine, <i>Ingerop expertise et structures</i> | M. Montel, <i>Sarl Ideal</i> |
| M. Demarque, <i>Bureau Veritas construction</i> | M. Paitier, <i>Yves Cougnaud</i> |
| M. Denys, <i>Cian Entreprise</i> | Mme Palisson, <i>Enveloppe métallique du bâtiment</i> |
| M. Dervin, <i>Afnor</i> | M. Pauvert, <i>Baudin Châteauneuf</i> |
| Mme Descos, <i>ArcelorMittal construction France</i> | Mme Pechenard, <i>Artema</i> |
| M. Diacu, <i>Omega Structure</i> | M. Pernier, <i>Pernier Michel</i> |
| M. Etienne, <i>Sadef France</i> | M. Potron, <i>Capeb</i> |
| M. Fehrenbacher, <i>Isocab France</i> | M. Queiros, <i>Geoxia</i> |
| M. Feray, <i>Sherwin Williams</i> | M. Renaux, <i>Joris Ide Groupe</i> |
| Mme Fernandez, <i>Bureau Veritas construction</i> | M. Rodier, <i>Cticm</i> |
| M. Fouche Baylion, <i>Castel & Fromaget</i> | M. Roosefid, <i>IRSM</i> |
| M. Fourment, <i>Vinci construction grands projets</i> | Mme Salmon, <i>Saretec France</i> |
| M. Gagliardi, <i>Is Certification</i> | M. Semin, <i>Semin Dominique</i> |
| M. Genereux, <i>Cerema</i> | M. Sifferlin, <i>Edf</i> |
| M. Gineys, <i>Sofast Technologie</i> | M. Sokol, <i>Sokol Consultants</i> |
| M. Gourmelon, <i>Gourmelon Jean-Paul</i> | M. Somja, <i>Insa de Rennes</i> |
| M. Gratier, <i>ArcelorMittal Gandrange</i> | M. Staniul, <i>Sfece</i> |
| M. Henriques, <i>CSTB</i> | M. Taffard, <i>Circet Pylone</i> |
| M. Herve, <i>Socotec</i> | M. Thollard, <i>Setec</i> |
| M. Hoorpah, <i>MIO</i> | M. Thonier, <i>EGF BTP</i> |
| M. Hostalery, <i>Cticm</i> | M. Triquet, <i>Sncf</i> |
| M. Izabel, <i>Enveloppe métallique du bâtiment</i> | M. Verbeurgt, <i>ArcelorMittal Europe Construction</i> |
| M. Jacquety, <i>Institut de soudure</i> | M. Zhao, <i>Cticm</i> |

Membres du groupe de rédaction

- | | |
|--|--|
| Mme Descos, <i>ArcelorMittal construction France</i> | M. Lamadon, <i>Bureau Veritas construction</i> |
| M. Etienne, <i>Sadef France</i> | M. Lambert, <i>Faynot</i> |
| Mme Fernandez, <i>Bureau Veritas Construction</i> | Mme Lemaire, <i>Bncm/Cticm</i> |
| M. Gagliardi, <i>Is Certification</i> | Mme Palisson, <i>Enveloppe métallique du bâtiment</i> |
| M. Herve, <i>Socotec</i> | Mme Pechenard, <i>Artema</i> |
| M. Hostalery, <i>Cticm</i> | M. Potron, <i>Capeb</i> |
| M. Izabel, <i>Enveloppe métallique du bâtiment</i> | M. Semin, <i>Semin Dominique</i> |
| M. Jacquety, <i>Institut de soudure</i> | M. Verbeurgt, <i>ArcelorMittal Europe Construction</i> |



1 | Introduction

La norme NF EN 1090-4 a comme particularité de traiter à la fois :

- Des spécifications relatives aux produits structuraux en acier formés à froid ;
- Des dispositions de conception des éléments et parties d'ouvrages réalisés en profilés longs et plaques nervurées ou ondulées, formés à froid en acier ;
- De dispositions complémentaires à la NF EN 1993-1-3.

Dans l'attente de la publication par l'AFNOR d'un complément national à la NF EN 1090-4, la commission de normalisation CNC2M a décidé de publier les présentes recommandations afin de venir en appui de la norme NF EN 1090-4 et de faciliter sa mise en œuvre.

Le présent document fournit des recommandations sur des spécifications de la NF EN 1090-4 nécessitant des dispositions complémentaires, telles que :

- Des règles complémentaires de dimensionnement et d'exécution des éléments structuraux d'ossature et d'enveloppe dans un ouvrage ou partie d'ouvrage de classes de construction I et II au sens de la NF EN 1993-1-3 ;
- Des informations relatives aux documents particuliers du marché entre les parties ;
- Des règles complémentaires de dimensionnement et d'exécution des dalles mixtes et planchers à bac collaborant de classes de construction I et II ;
- Des dispositions complémentaires relatives à la phase de coulage des planchers à bac collaborant ou mixtes ;
- Des règles complémentaires de dimensionnement et d'exécution des planchers secs de classes de construction I et II.

Le présent document ne fournit pas de recommandation sur les sujets suivants :

- Le dimensionnement et l'exécution d'ouvrages réalisés à partir de bacs à joints debout sertis/clipsés/enclenchés, cintrés ou non ;
- Les couvertures à joint debout ;
- Les phases provisoires d'exécution de l'enveloppe structurale.

Note 1 : Les ouvrages de couverture, de toiture et de bardage réalisés en bacs non structuraux de classe de construction III au sens de la NF EN 1993-1-3 :2006 relèvent des NF DTU de la série 40.3, 43.3 et des Recommandations professionnelles RAGÉ relatives aux « bardages » de juillet 2014 [8].

Note 2 : Les ouvrages de classe de construction I sont innovants en France et peuvent relever de Document Technique d'Application.

Note 3 : Certaines figures publiées dans les présentes recommandations sont issues des documents référencés ci-après (voir chapitre 2 et bibliographie).

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).

2.1 | NORMES D'EXÉCUTION

NF EN 1090-1, *Exécution des structures en acier et en aluminium - Partie 1 : exigence pour l'évaluation de la conformité des éléments structuraux*

NF EN 1090-4, *Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 4 : exigences techniques pour éléments et structures en acier formés à froids pour applications en toiture, murs, plafond et plancher*

NF EN 62305-3, *Protection contre la foudre - Partie 3 : dommages physiques sur les structures et risques humains (Indice de classement C17-100-3)*

NF DTU 32.1, *Travaux de bâtiment - Charpente en acier - Partie 1 : cahier des clauses techniques types (CCT) - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types (CCS)*

NF DTU 32.3, *Travaux de bâtiment - Construction d'ossatures en acier pour maisons et bâtiments résidentiels*

NF DTU 40.35, *Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues*

NF DTU 43.3, *Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité*

NF DTU 51.3, *Planchers en bois ou en panneaux à base de bois - Partie 1-1: cahier des clauses techniques - Partie 1-2: Critères Généraux de choix des Matériaux (CGM) - Partie 2: cahier des clauses administratives spéciales – (Indice de classement P 63-203)*

NF DTU 53.2 P1-1, *Travaux de bâtiment - Revêtements de sol PVC collés - Partie 1-1: cahier des clauses techniques (Indice de classement P 62-203-1-1)*

NF EN ISO 12944-1, *Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture - Partie 1: Introduction générale*

NF EN ISO/IEC 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

2.2 | RÈGLES DE CALCUL

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

NF EN 1991-1-5, *Eurocode 1: Actions sur les structures - Partie 1-5: Actions générales - Actions thermiques et son annexe nationale*

NF EN 1993-1-1, *Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments et son annexe nationale*

NF EN 1993-1-3, *Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-3: Règles générales - Règles supplémentaires pour les profilés et plaques formés à froid et son annexe nationale*

NF EN 1998-1, *Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1: Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments et son annexe nationale*

2.3 | NORMES DE PRODUITS

NF EN 10143, *Tôles et bandes en acier revêtues en continu par immersion à chaud – Tolérances sur les dimensions et sur la forme*

NF EN 10162, *Profilés en acier formés à froid - Conditions techniques de livraison - Tolérances dimensionnelles et sur sections transversales*

NF EN 10169, *Produits plats en acier revêtu en continu de matières organiques (prélaqués) – Conditions techniques de livraison*

NF EN 10346, *Produits plats en acier à bas carbone revêtus en continu par immersion à chaud – Conditions techniques de livraison*

NF P 34-301, *Tôles et bandes en acier prélaquées ou revêtues en continu d'un film organique contrecollé ou colaminé destinées au bâtiment - Conditions techniques de livraison*

NF P 34-310, *Tôles et bandes en acier de construction galvanisées à chaud en continu destinées au bâtiment - Classification et essais*

NF EN ISO 6892-1, *Matériaux métalliques - Essai de traction - Partie 1: méthode d'essai à température ambiante*

2.4 | NORMES D'ISOLATION ET D'ABSORPTION ACOUSTIQUE

NF EN ISO 354, *Acoustique - Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante*

NF EN ISO 717-1, *Acoustique - Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 1 : isolement aux bruits aériens*

NF EN ISO 10140 (toutes parties), *Acoustique - Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction*

NF EN ISO 11654, *Acoustique - Absorbants pour l'utilisation dans les bâtiments - Évaluation de l'absorption acoustique*

2.5 | FIXATIONS

NF EN ISO 1461, *Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier – Spécifications et méthodes d'essai*

NF P 30-316, *Travaux de couverture - Éléments de fixation - Détermination de la résistance caractéristique d'assemblage - Méthode d'essai de cisaillement par traction transversale*

3 | Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la norme NF EN 1090 ainsi que les termes et définitions suivants s'appliquent.

Note: Les définitions s'entendent indépendamment de la nature des supports. Ces derniers peuvent être des profils formés à froid, des laminés, du bois ou du béton.

3.1 | CLASSE DE CONSTRUCTION I

construction dans laquelle des profilés et plaques nervurées formés à froid sont calculés pour contribuer à la résistance et à la stabilité globales d'une structure

Note 1: En France les classes de construction I s'appliquent aux bacs et plateaux structuraux étant considérés comme plaques nervurées au sens de la NF EN 1993-1-3.

Note 2: Dans cet usage, les bacs et plateaux structuraux en tant que produit structural de construction relèvent d'un marquage CE au titre de l'annexe ZA de la NF EN 1090-1.

3.2 | CLASSE DE CONSTRUCTION II

construction dans laquelle des profilés et plaques nervurées formés à froid sont calculés pour contribuer à la résistance et à la stabilité d'éléments structuraux individuels

Note 1: En France les classes de construction II s'appliquent aux bacs et plateaux structuraux étant considérés comme plaques nervurées au sens de la NF EN 1993-1-3.

Note 2: Dans cet usage, les bacs et plateaux structuraux en tant que produit structural de construction relèvent d'un marquage CE au titre de l'annexe ZA de la NF EN 1090-1.

3.3 | CLASSE DE CONSTRUCTION III

construction dans laquelle les plaques nervurées formées à froid sont utilisées comme élément assurant uniquement un transfert de charges à la structure (classe de construction non visée dans le cadre du présent document)

Note 1: En France les classes de construction III s'appliquent aux bacs et plateaux non structuraux étant considérés comme plaques nervurées au sens de la NF EN 1993-1-3.

Note 2 : Les produits-systèmes-ouvrages non structuraux en France sont définis ainsi :

élément, système ou composant architectural qui n'est pas une partie identifiable de la structure (poutre, plancher, poteau, voile, fondation, contreventement, diaphragme...), qui par son dimensionnement, la façon dont il est relié à la structure, sa durée de vie de référence, sa classe de construction, ne participe ni à la stabilité générale des bâtiments ni au maintien local des éléments de structure principale (poteaux, poutres) ou secondaire (pannes, lisses) et dont le rôle est uniquement de transmettre à la structure les charges qui lui sont appliquées. S'il est retiré, l'élément non structural n'influe pas sur la solidité et la capacité de stabilité de la structure ou d'une partie de la structure (ex : cloisons, éléments de façade, bardages, éléments de couverture ou de toiture, plafonds suspendus, coffrages perdus...) sous réserve de ne pas modifier les hypothèses de perméabilité du bâtiment (ouvert/fermé).

3.4 | OUVRAGE

le terme ouvrage désigne le bâtiment dans son ensemble

3.5 | PARTIE D'OUVRAGE

elle comprend les ouvrages de toiture, de bardage, de couverture, de plancher, etc...

3.6 | ÉLÉMENT D'OUVRAGE

élément composant des ouvrages ou parties d'ouvrage (bac, fixation, panne, lisse, solive, ...)

3.7 | LARGEUR DE REPOS

la largeur de repos « a » est la largeur effective sur laquelle prend appui le bac sur son support

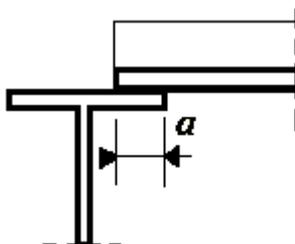


Figure 1 - Largeur de repos du bac

3.8 | BACS ET PLATEAUX STRUCTURAUX

dans le cadre de ce document, le terme « bac structural » vise uniquement les éléments plats (plaques nervurées ou ondulées structurales de bardage, plaques nervurées ou ondulées structurales de couverture, profil de plancher à bac collaborant, profils de plancher sec, plaques nervurées structurales de toiture) de formes trapézoïdales ou ondulées de classe de construction I ou II. Le terme « plateau structural » vise uniquement les éléments plats formés à froid pour constituer des plateaux de couverture, toiture ou bardage structuraux de classe I ou II

Note : Les plateaux n'assurent pas le plan d'étanchéité ; ils sont systématiquement associés à une peau extérieure dont c'est la fonction.

3.9 | PROFILÉ

dans le cadre de ce document, le terme « profilé » vise uniquement les éléments longs (pannes, lisses, solives et accessoires, poteaux) formés à froid

Note: Il convient de ne pas confondre avec les profilés tels que définis dans les NF DTU de la série 40.3 et 43.3 qui concernent les bacs tels que définis dans le présent document. Dans d'autres publications, le terme « profilé » est couramment employé pour désigner les profils laminés à chaud, non couverts par le présent document.

3.10 | TAN

Tôle d'Acier Nervurée

3.11 | SYSTÈMES OUVERTS

les éléments (pannes ou lisses, fixations, bacs et plateaux structuraux) sont produits et distribués par différents industriels et assemblés par les entreprises sur l'ouvrage (lots séparés ou séparables)

3.12 | SYSTÈMES FERMÉS

les éléments (pannes ou lisse, fixations, bac et plateaux structuraux) sont dimensionnés et distribués par un même industriel et assemblés par l'entreprise responsable de la pose de ce lot dans l'ouvrage (lot unique)

3.13 | BARDAGE STRUCTURAL

dans le cadre de ce document, le terme « bardage » vise les bacs structuraux et plateaux structuraux destinés à des parties d'ouvrages dont l'étanchéité relève des recommandations RAGE « bardages » [8]

3.14 | TOITURE STRUCTURALE

dans le cadre de ce document, le terme « toiture » vise les bacs structuraux (quelques soient leurs largeurs de vallée) destinés à des parties d'ouvrages dont l'étanchéité relève du NF DTU 43.3

dans le présent document, le terme « toiture » signifie « toiture comprenant un bac structural, un isolant support et un revêtement d'étanchéité »

3.15 | COUVERTURE STRUCTURALE

dans le cadre de ce document, le terme « couverture » vise les bacs structuraux et plateaux structuraux destinés à des parties d'ouvrages dont l'étanchéité relève du NF DTU 40.35 et de son amendement A1

3.16 | PLANCHER ADDITIF

dans le cadre de ce document, plancher constitué d'un bac nervuré et d'une dalle béton de connexion nulle dont les résistances propres de chacun des composants sont additionnées (pas de comportement mixte).

3.17 | PLANCHER À ISOLATION INTÉGRÉE

plancher à isolation intégrée comprenant un profil métallique, un isolant et une table de compression en béton

3.18 | BUREAU D'ÉTUDE

dans le cadre du présent document, est considéré comme bureau d'étude tout département d'une entreprise où les ingénieurs et techniciens conçoivent l'ouvrage ou la partie d'ouvrage. Ils produisent les notes de calculs justifiant les choix techniques et technologiques, ainsi que tous les dessins d'exécution, nécessaires à la réalisation de l'ouvrage

3.19 | MAITRE D'ŒUVRE

le maître d'œuvre a une vision globale et coordonnée de l'ouvrage en accord avec les besoins du maître d'ouvrage

Note : par exemple lorsque le dimensionnement en diaphragme du bâtiment a des conséquences sur les évolutions futures de l'ouvrage (pas de percement d'ouverture aléatoire) et sur le dimensionnement de l'enveloppe structurale et de l'ossature (cette conception implique également le charpentier, le couvreur bardeur, l'étancheur, etc.)

3.20 | LE FABRICANT

toute personne physique ou morale qui fabrique, fait concevoir ou fabriquer un produit de construction et qui le commercialise sous son propre nom ou sa propre marque

3.21 | L'ENTREPRISE

toute personne physique ou morale en charge de la réalisation de l'ouvrage

3.22 | LE FOURNISSEUR

le fabricant du produit constitutif de base

4 | Dispositions communes à tous les ouvrages

4.1 | CONCEPTION COMMUNE À TOUS LES PRODUITS STRUCTURAUX

La conception et le dimensionnement des éléments structuraux couverts par la norme NF EN 1090-4 relèvent du corpus des Eurocodes et leurs Annexes nationales.

Selon le type d'ouvrage, ces documents sont complétés par les NF DTU et documents de référence rappelés dans le présent document.

Il est recommandé d'utiliser des produits marqués CE selon la NF EN 1090-1 et ayant fait l'objet d'un suivi de fabrication de niveau EVCP 2+.

Les dispositions de conception et de dimensionnement sont précisées dans la NF EN 1993-1-3. Les justificatifs de la capacité portante du produit, les notes de calculs ou tableaux de charges communiqués par le fournisseur dépendent de la méthode de marquage.

Il est recommandé d'utiliser des aciers de construction de nuance S320GD minimum. Les aciers DX ne sont pas admis pour les éléments contribuant à la classe de construction I ou II (voir NF EN 10346).

Pour les bacs et plateaux structuraux de classe de construction I ou II, il est recommandé de se référer aux tolérances spéciales au sens de la NF EN 10143.



Les bacs et plateaux structuraux destinés à des ouvrages de classe de construction I ou II sont identifiables par un nom spécifique et un marquage visible, propres à cet usage. Ils doivent être facilement identifiables lors de la maintenance ou de travaux ultérieurs conformément aux dispositions de la norme NF EN 1090-4, afin de ne pas subir de modifications ou de démontage qui mettraient en cause la résistance ou la stabilité de la structure à laquelle ils participent.

Les équipements d'accessibilité, d'éclairage, d'affichage, de ligne de vie et d'ancrage de sécurité, et les équipements techniques (E.P., sprinklers, etc.) ne doivent pas être fixés directement sur l'enveloppe structurale.

Note: Des dispositions complémentaires figurent dans les recommandations de la CECMN°88 (1995) « European recommendations for the application of metal sheeting acting as a diaphragm ».

4.2 | CONCEPTION DES SYSTÈMES PANNES OU LISSES OU SOLIVES / BACS OU PLATEAUX STRUCTURAUX

Tous les éléments structuraux qui contribuent à la résistance et à la stabilité de la structure principale de l'ouvrage relèvent des classes de construction I ou II (voir chapitre 3). Il est recommandé que ce rôle dans l'ouvrage et la classe de construction correspondante soient précisés au stade de la conception du projet dans les pièces du marché et rappelés dans les notes de calculs et les plans d'exécution.

Dans le cas d'une utilisation en classe de construction I ou II, les systèmes de pannes ou de lisses ainsi que les bacs et les plateaux relèvent de la norme NF EN 1090.

Selon la méthode choisie par le fournisseur, il est recommandé que les produits soient accompagnés des documents justificatifs conformes aux exigences de la NF EN 1090-1 et précisant les informations suivantes :

- les caractéristiques géométriques et les propriétés du matériau ;
- pour la méthode 2 telle que spécifiée dans la NF EN 1090-1, les capacités portantes du produit.

5 | Mise en œuvre des profilés longs

Les spécifications et recommandations de mise en œuvre des profilés longs formés à froid sont décrites dans la norme NF EN 1090-4 complétée par le NF DTU 32.1.

Des dispositions particulières aux techniques de murs, de toitures et de planchers en éléments minces formés à froid sont également fournies par le NF DTU 32.3.

6 | Mise en œuvre des fixations

Pour la mise en œuvre des fixations et des ouvrages complémentaires, il est recommandé de se référer également au référentiel approprié à chaque usage :

- Les Recommandations professionnelles RAGE [8] pour les éléments de bardage ;
- Le NF DTU 40.35 et son amendement A1 pour les couvertures ;
- Le NF DTU 43.3 révisé et le cahier CSTB 3537-V2 pour les supports d'étanchéité ;
- Le Cahier CSTB 3644 d'octobre 2008.

En complément des textes spécifiques à chaque type d'éléments, les fixations doivent être mises en œuvre conformément aux hypothèses de la note de calcul. La mise en œuvre des fixations doit être compatible avec les dimensionnements effectués selon la NF EN 1993-1-3.

Les plans d'exécution doivent spécifier les tolérances de pose par rapport au profil.

La tolérance de positionnement des vis dans le talon des éléments porteurs est fixée par défaut à $d = \pm 15$ mm (voir Figures 2 et 3), sauf indications contraires figurant dans les documents particuliers du marché ou dans les cahiers des charges des fournisseurs.

Note: Les supports peuvent être des profils laminés à chaud, des éléments porteurs en bois ou en béton. Pour les tolérances de positionnement des vis dans ces autres types de support, il convient de se reporter aux normes et NF DTU correspondants.

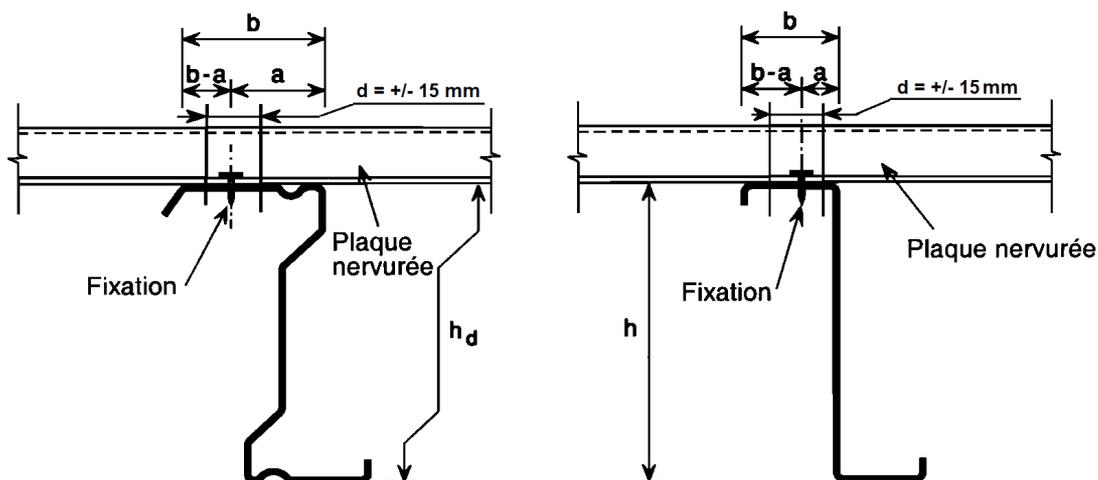


Figure 2 - Tolérances de positionnement des vis dans les talons des profilés porteurs

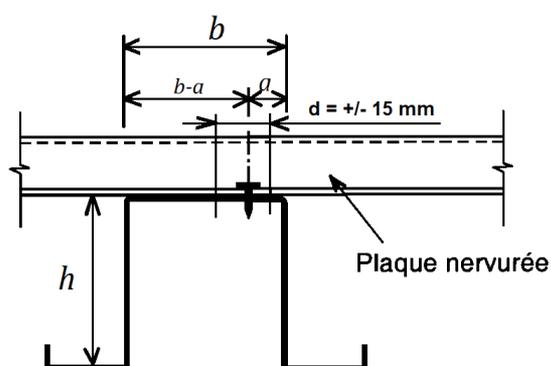


Figure 3 - Tolérances de positionnement des vis (profilés en Omega)

7 | Bardages structuraux

7.1 | DISPOSITIONS COMMUNES AUX CLASSES DE CONSTRUCTION I ET II

Les règles de mise en œuvre, de maintenance et d'entretien sont précisées dans les Recommandations RAGE relatives aux bardages [8] de juillet 2014.

Les bacs et plateaux structuraux ont une épaisseur minimale conforme aux Recommandations RAGE [8] complétées ou modifiées par les valeurs de l'Annexe G.

La résistance à la corrosion des bacs et plateaux structuraux est précisée dans les Recommandations RAGE [8].

Les fixations en plage ou en sommet de nervure sont admises.

Pour les aspects d'étanchéité à l'eau, de perméabilité à l'air, d'acoustique, de thermique, environnementaux, les Recommandations RAGE relatives aux bardages [8] fournissent les dispositions technologiques minimales qui doivent être complétées le cas échéant en fonction des exigences mécaniques propres au dimensionnement d'un ouvrage de classe de construction I ou II :

- La densité et le type de fixations des bacs et plateaux structuraux et leur couturage ;
- Les largeurs et les types d'appui ;
- Le recouvrement des bacs structuraux ;
- Les tolérances sur la position des fixations (voir 5).

7.2 | DISPOSITIONS SPÉCIFIQUES AUX CLASSES DE CONSTRUCTION II

Lorsque l'effet du rappel élastique des bacs est pris en compte pour le dimensionnement des éléments porteurs, la présence des isolants thermiques pincés entre le bac structural et l'élément porteur doit être prise en compte dans la justification.

Note: Des informations techniques sur la prise en compte des effets des isolants pincés figurent dans la publication suivante : « *Restraint of purlins for various roof systems* ».

Dans le cas de plaques éclairantes incorporées au bardage, les lisses doivent être auto-stables: il convient de ne pas tenir compte d'un maintien local.

7.3 | DISPOSITIONS SPÉCIFIQUES AUX CLASSES DE CONSTRUCTION I

Les pénétrations sont traitées selon les Recommandations RAGE complétées par les vérifications complémentaires liées aux calculs.

8 | Couvertures structurales

8.1 | DISPOSITIONS COMMUNES AUX CLASSES DE CONSTRUCTION I ET II

Les règles de mise en œuvre, de maintenance et d'entretien du NF DTU 40.35 s'appliquent.

Les bacs et plateaux structuraux ont une épaisseur minimale conforme aux exigences du NF DTU 40.35, complétées ou modifiées par les valeurs de l'annexe G.

La résistance à la corrosion des bacs et des plateaux structuraux doit respecter le NF DTU 40.35, la NF P 34-310 et la NF P 34-301 selon le cas.

Le rappel élastique doit être calculé en tenant compte du mode de fixation conforme aux exigences du NF DTU 40.35.

Pour les aspects d'étanchéité à l'eau, de perméabilité à l'air, d'acoustique, de thermique, et environnementaux, le NF DTU 40.35 et son Amendement A1 s'appliquent.

8.2 | DISPOSITIONS PARTICULIÈRES EN CLASSE DE CONSTRUCTION I

Les valeurs de calcul des efforts de cisaillement appliqués aux fixations et déterminées selon les combinaisons des états limites de service (ELS), ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes afin de satisfaire aux conditions d'étanchéité des fixations :

Pour les tôles ondulées :

- 450 N pour des vis de diamètre 5,5 mm avec un couple de serrage minimum de 0,43 N.m ;
- 650 N pour des vis de diamètre 6,3 mm avec un couple de serrage minimum de 0,43 N.m.
- Pour les profils nervurés :
- 550 N pour des vis de diamètre 5,5 mm avec un couple de serrage minimum de 0,43 N.m ;
- 550 N pour des vis de diamètre 6,3 mm avec un couple de serrage minimum de 1,00 N.m.

Note 1: Les autres modes de fixation ne sont pas visés dans le présent document.

Note 2: Ces efforts de cisaillement peuvent résulter notamment d'un anti-flambage de la semelle comprimée du profilé porteur et/ou de la reprise d'efforts parallèles au rampant et/ou de calcul des tôles sollicitées par un effet diaphragme (voir Tableau 10.4 de la NF EN 1993-1-3).

Les dispositions technologiques pour la mise en œuvre des pénétrations doivent être compatibles avec les déplacements résultant d'un effet diaphragme et avec les capacités en déplacement données par les fournisseurs d'accessoires, ou à défaut de précision avec une valeur maximale de 3 mm.

8.3 | DISPOSITIONS PARTICULIÈRES EN CLASSE DE CONSTRUCTION II

Le couple de serrage des vis de diamètre 5.5 et 6.3 est au minimum de 0,43 N.m.

Lorsque l'effet du rappel élastique est pris en compte pour le dimensionnement des éléments porteurs, la présence des isolants thermiques pincés entre le bac structural et l'élément porteur doit être intégrée dans la justification.

Note 1: Des informations techniques sur la méthodologie de prise en compte des effets des isolants pincés figurent dans la publication suivante: « Restraint of purlins for various roof systems ».

9 | Toitures structurales

9.1 | DISPOSITIONS COMMUNES AUX CLASSES DE CONSTRUCTION I ET II

Les règles de mise en œuvre, de maintenance et d'entretien relèvent du NF DTU 43.3 et du CPT 3537 V2.

Les bacs structuraux ont une épaisseur conforme aux exigences du NF DTU 43.3 et/ou du CPT 3537 V2, complétées ou modifiées par les valeurs de l'[Annexe G](#).

La résistance à la corrosion des bacs et plateaux structuraux respecte le NF DTU 43.3, la NF P 34-310 et la NF P 34-301 selon le cas.

Pour les aspects de perméabilité à l'air, d'acoustique, de thermique, et environnementaux, il convient de se reporter au NF DTU 43.3 et aux cahiers CSTB 3537 v2, CSTB 3644, CSTB 2267-2.

9.2 | DISPOSITIONS SPÉCIFIQUES À LA CLASSE DE CONSTRUCTION I

Les dispositions technologiques pour la mise en œuvre des costières, des pénétrations, et des raccordements avec les E.P. doivent être compatibles avec les déplacements résultant de l'effet diaphragme et ne doivent pas dépasser les capacités en déplacement données par les fournisseurs d'accessoire, ou à défaut de précision une valeur maximale de 3 mm.

10 | Planchers secs structuraux

10.1 | DISPOSITIONS COMMUNES AUX CLASSES DE CONSTRUCTION I ET II

Des dispositions spécifiques sont à considérer en fonction du platelage.

Les tolérances des bacs structuraux destinés aux planchers secs sont spéciales au sens de la NF EN 10143.

Les bacs structuraux ont une épaisseur minimale de 0,75 mm, complétée ou modifiée par les valeurs de l'Annexe G.

Le grammage de zinc minimal est Z 100 g/m² en prélaqué ou équivalent à adapter en fonction des ambiances intérieures.

Le grammage de zinc minimal est Z 180 g/m² en galvanisation seule à adapter en fonction des ambiances intérieures.

Les bacs structuraux servant de plancher sec doivent être fixés à tous leurs appuis (voir Annexe H).

11 | Planchers à bac collaborant

11.1 | GÉNÉRALITÉS

Le fonctionnement définitif mixte acier/béton ne relève pas du présent document. Des recommandations professionnelles PACTE relatives aux planchers sont en cours de rédaction à la date de publication du présent document.

| **Note 1:** Ces planchers peuvent faire l'objet d'une marque de qualité QB du CSTB ou équivalent.

11.2 | DISPOSITIONS COMMUNES AUX CLASSES DE CONSTRUCTION I ET II

Le DTA (document technique d'application) du plancher doit viser l'utilisation en classe de construction I ou II dans l'attente de la publication des recommandations PACTE relatives aux planchers à bac collaborant.

Les dispositions de mise en œuvre sont données en Annexe H du présent document.

Les bacs embossés structuraux ont une épaisseur minimale de 0,75 mm (voir Annexe G).

Le grammage de zinc minimal est Z 275 g/m² ou équivalent ZM.

Les planchers doivent être fixés à tous leurs appuis (voir Annexe H).

12 | Informations supplémentaires

12.1 | LISTE DES INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES REQUISES ET DISPOSITIONS ASSOCIÉES

Le présent article rappelle les informations supplémentaires nécessaires pour définir pleinement les exigences de sorte que l'exécution des travaux soit conforme à la NF EN 1090-4 (c'est-à-dire là où dans la NF EN 1090-4 l'expression « doit être spécifié » est utilisée).

Article/ paragraphe	Informations supplémentaires requises par la norme NF EN 1090-4	Dispositions recommandées
5 - Produits constitutifs		
5.3	Nuances d'acier, système de revêtement ; désignation complète	Le S390 GD et le S450GD sont à ajouter au Tableau 1
5.4	Type de tolérance sur l'épaisseur	Les tolérances spéciales sont recommandées.
5.5.1	Épaisseur nominale minimale des plaques	Les valeurs sont données en annexe G en complément des DTU et recommandations propres à chaque partie d'ouvrage.
5.7.1	Type d'élément de fixation mécanique avec la désignation de la Norme européenne ou de l'ETE correspondante	Les assemblages sont définis au chapitre 4.4. Les ETE des clous doivent indiquer une durée de service de 50 ans.
A - Exigences de base relatives aux plaques nervurées		
A.2.2	Charges pour l'accès sur l'extrémité libre d'un porte-à-faux	Les portes à faux maxima sont les suivants Pour les supports d'étanchéité et couverture sèche : Portée adjacente/10 sans excéder 400 mm Pour les plateaux : Un cornière d'angle doit être ajoutée et le porte à faux est limité à 800mm

Tableau 1 - Informations supplémentaires

12.2 | LISTE DES INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES, SAUF SPÉCIFICATION CONTRAIRE

Le présent article rappelle les exigences qui, sauf spécification contraire, doivent être satisfaites (c'est-à-dire là où dans la NF EN 1090-4 l'expression « sauf spécification contraire » est utilisée).

Article/ paragraphe	Informations supplémentaires de la NF EN 1090-4	Dispositions recommandées
5 - Produits constitutifs		
5.3	Les matériaux à utiliser pour la fabrication de plaques structurales nervurées doivent être conformes aux exigences des Normes européennes de produit pertinentes énumérées dans le Tableau 1.	Pour les bacs et plateaux structuraux et les profilés en alternative au certificat 3.1 tel que défini à l'article 5.3 de la NF EN 1090-4, un essai de traction conformément à la norme NF EN ISO 6892-1 peut être effectué sur chaque bobine. 3 essais au moins doivent être fait sur la bobine mère. Les performances font l'objet d'un avis par une tierce partie extérieure Pour les bacs et plateaux structuraux les propriétés mécaniques sont précisées au Tableau 1 de la NF EN 1090-4. Pour les profilés, voir l'Annexe nationale de la NF EN 1993-1-3.
5.5.1	Épaisseur nominale minimale des plaques nervurées.	Il convient de se référer à l'Annexe G du présent document en complé- ments des NF DTU et recommandations professionnelles.
5.5.2	Épaisseur nominale minimale des éléments structuraux linéaires.	Il convient de se référer à l'Annexe C du présent document.
5.7	Les éléments de fixation qui sont totalement ou partiellement exposés aux intempéries ou à une charge d'humidité similaire doivent être constitués d'acier inoxydable austéni- tique ou d'aluminium.	En France, le choix des types de fixations, le diamètre, la nature du corps et de la tête de vis, sont définis : Dans le NF DTU 40.35 pour les couvertures ; Dans le NF DTU 43.3 pour les toitures ; Dans les recommandations professionnelles RAGE juillet 2014 pour les bardages ; Dans le NF DTU 32.1 pour les structures ; Dans le NF DTU 32.3 pour les constructions d'ossatures en acier pour maisons et bâtiments résidentiels ; Dans la NF EN 1993-1-3 et son Annexe nationale ; Dans les recommandations CECM de 1995 en classe I ; Dans les ETE visant des durées de vie de 50 minimum. ou de la durée de vie de l'ouvrage.



Article/ paragraphe	Informations supplémentaires de la NF EN 1090-4	Dispositions recommandées
5.8	Les accessoires doivent satisfaire aux mêmes exigences de durabilité, de protection contre la corrosion et de réaction au feu que les éléments structuraux énumérés dans les paragraphes 5.3 et 5.5.	Les mêmes prescriptions sont recommandées pour les accessoires tels que chéneaux porteurs, chevêtres,
6 - Fabrication		
6.1	Aucune fissure ne doit être visible à l'œil nu dans les zones pliées.	Les mêmes prescriptions sont recommandées.
6.5.1	Ce paragraphe spécifie les exigences relatives au poinçonnage de trous et de grugeages dans des éléments en acier formés à froid ayant une épaisseur maximale de plaque de 15 mm.	Les prescriptions de la NF EN 1090-2 sont recommandées. Les bacs structuraux sont compatibles avec le poinçonnage.
6.5.2	Les trous peuvent être entièrement réalisés par poinçonnage, sans alésage.	
6.5.2	Pour les détails soumis à des contraintes cycliques ou sismiques élevées, les trous réalisés par poinçonnage dans une plaque d'une épaisseur supérieure à 4 mm doivent être alésés.	Sans objet pour les bacs structuraux .
6.5.2	Vérification de l'aptitude des procédés .	Les prescriptions de la NF EN 1090-2 sont recommandées.
7 - Opérations de soudage sur le chantier de construction		
7.1	Exigences relatives au soudage des joints longitudinaux de profils creux fermés laminés à froid.	Sans objet pour les profilés.
7.1.3	Les tolérances relatives aux profils creux spéciaux laminés à froid doivent être conformes à l'EN 10162.	Sans objet pour les profilés.
7.1.4.4	Aucun CND supplémentaire n'est requis pour les soudures EXC1.	Sans objet pour les profilés.
9 - Montage		
9.1	Cet article définit les exigences concernant le montage et les autres travaux entrepris sur le chantier pour des plaques nervurées.	Le NF DTU 32.1 et la NF EN 1090-4 sont complétée par les notices de montage des bacs et plateaux structuraux.
A - Exigences de base relatives aux plaques nervurées		
A.1	Cette Annexe contient les exigences de base relatives aux plaques nervurées.	Voir Annexe A du présent document
B - Exigences supplémentaires de conception des plaques nervurées		
B.1	Cette annexe concerne des dispositions que le concepteur doit prendre en compte et qui ne figurent pas encore dans l'EN 1993-1-3.	Voir Annexe B du présent document
B.2	Les flèches des plaques nervurées doivent être limitées en fonction de l'environnement d'application.	Voir Annexe B du présent document
B.3	La largeur d'appui minimale est indiquée dans le Tableau B.1.	Voir Annexe B du présent document
C - Documentation		
C	Il convient que les documents de construction comprennent.	Voir Annexe C du présent document
D – Tolérances géométriques		
D.1	Les écarts autorisés pour les tolérances essentielles et fonctionnelles sont indiqués en D.1 et D.2.	Pour le point 9, il est recommandé d'appliquer la méthode définie en Annexe D du présent document.
E – Protection contre la corrosion		
E.1	Cette annexe spécifie des exigences générales.	Voir Annexe E du présent document

Tableau 2 - Informations supplémentaires (remplace Tableau F.2 de la NF EN 1090-4 :2018)

12.3 | AUTRES POINTS

Article/ paragraphe	Objet	Dispositions qui s'appliquent en France
4 spécifications et documentation 4.1 spécification d'exécution	NOTE Les responsabilités entre les parties impliquées peuvent être réglementées par les états membres.	Voir les dispositions du NF DTU 32.1
4.4 Dossier d'exécution	NOTE Les États-membres peuvent définir le type et le contenu de cette déclaration.	Voir les dispositions du NF DTU 32.1
5.5.2 Éléments structurel linéaires	Sauf spécification contraire, les épaisseurs nominales minimales des plaques pour les structures de toit et de mur ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées ci-dessous :	Voir Annexe G du présent document.
5.9 Protection des surfaces	NOTE Sauf spécification contraire, les bâtiments sont normalement conçus pour une longue durée « H » (EN ISO 12944-1).	Il est recommandé d'utiliser les dispositions des normes NF P 34-301 et NF P 34-310
9.13 Sens de pose	NOTE Si les États membres définissent les directions dominantes du vent, ces directions peuvent être prises en compte pour le sens de pose.	Voir les dispositions du NF DTU 40.35, et des recommandations RAGE notamment en termes de vent de pluie dominant.

Tableau 3 - Autres spécifications relevant des documents du marché

Annexe A | Exigences de base complémentaires relatives aux bacs et plateaux structuraux

A.1 | GÉNÉRALITÉS

Il est recommandé d'appliquer les dispositions de la présente Annexe A qui complètent et remplacent partiellement les spécifications de la NF EN 1090-4.

La présente Annexe concerne les bacs et plateaux structuraux utilisés pour réaliser des couvertures, toitures et bardage de classe de construction I ou II.

Cette Annexe complète les exigences structurales de la NF EN 1090-4 sur les aspects liés à la fonction enveloppe. Ainsi, pour la mise en œuvre, l'étanchéité à l'eau, la perméabilité à l'air, l'isolation thermique et acoustique, les dispositions environnementales, les textes applicables sont définis en A.2.

Cette annexe ne vise pas les planchers : il convient de se référer à l'annexe H.

A.2 | DISPOSITIONS CONCERNANT LES ASSEMBLAGES

A.2.1 | Structures porteuses

Les éléments porteurs peuvent être en acier, en acier protégé contre la corrosion, en acier inoxydable, en bois, en béton ou en maçonnerie comportant un insert métallique.

A.2.2 | Dispositions constructives liées à la fonction d'enveloppe

A.2.2.1 | Cas des couvertures

Pour la mise en œuvre, l'étanchéité à l'eau, la perméabilité à l'air, l'isolation thermique et acoustique, les dispositions environnementales, il est recommandé de se reporter :



- aux dispositions du NF DTU 40.35 et son Amendement A1 ;
- aux dispositions du guide CSTB de couverture en climat de montagne de juin 2011, le cas échéant.

A.2.2.2 | Cas des bardages

Pour la mise en œuvre, l'étanchéité à l'eau, la perméabilité à l'air, l'isolation thermique et acoustique, les dispositions environnementales, il est recommandé de se reporter :

- aux dispositions des recommandations professionnelles RAGE bardages en acier protégé et en acier inoxydable (de juillet 2014).

A.2.2.3 | Cas des toitures

Pour la mise en œuvre, l'étanchéité à l'eau, la perméabilité à l'air, l'isolation thermique et acoustique, les dispositions environnementales, il est recommandé de se reporter :

- aux dispositions du NF DTU 43.3 pour les TAN ayant une largeur de vallée ≤ 70 mm ;
- aux dispositions du CPT 3537v2 pour les TAN ayant une largeur de vallée > 70 mm ;
- aux dispositions du CPT 3644 pour les TAN mis en œuvre dans les DOM ;
- aux Règles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées édition n°3 de mai 2018, le cas échéant ;
- aux dispositions Cahier CSTB 2267-2 Toiture avec étanchéité en climat de montagne de septembre 1988, la cas échéant.

A.2.3 | Reprise des efforts d'arrachement

La justification de la résistance des assemblages à l'arrachement est établie par une note de calcul conformément à la NF EN 1993-1-3 et à son annexe nationale qui détermine le nombre, le type et le diamètre des fixations.

A.2.4 | Reprise des efforts de cisaillement

A.2.4.1 | Principes généraux

La justification de la résistance des assemblages au cisaillement est établie par une note de calcul conformément à la NF EN 1993-1-3 et à son annexe nationale qui détermine le nombre, le type et le diamètre des fixations.

Dans le cas de parties d'ouvrage où les assemblages sont sollicités en cisaillement il est nécessaire de justifier du critère d'étanchéité en tenant compte de tous les éléments de la fixation y compris sa rondelle d'étanchéité.

La durabilité des assemblages est assurée par le respect des NF DTU 40.35 en couverture, NF DTU 43.3 en toiture, Recommandations professionnelles bardages en acier protégé et en acier inoxydable de juillet 2014.

A.2.4.2 | Cas des couvertures

Les efforts de cisaillement sont transférés par les fixations en sommet de nervure des bacs. Pour la transmission des efforts de cisaillement, dans le cas de fixations en plage ou en pied de nervure, il convient de respecter les dispositions du NF DTU 40.35.

Le rappel élastique et la tenue au cisaillement sont calculés en tenant compte du mode de fixation conforme aux exigences du NF DTU 40.35. Une fixation en plage de plateau peut transférer les efforts de cisaillement.

La détermination des sollicitations s'effectue selon les recommandations CECM N° 88 (1995) et la NF EN 1993-1-3.

La détermination des valeurs de calcul résistantes s'effectue selon la NF EN 1993-1-3 et son annexe nationale.

Les fiches techniques des fixations donnent la capacité résistante caractéristique au cisaillement des fixations, établie selon la norme NF P 30-316.

A.2.4.3 | Cas des bardages

Les fixations en sommet de nervure ou en plage du bac structural peuvent transférer les efforts de cisaillement.

Les fixations en plage de plateau peuvent transférer les efforts de cisaillement.

La détermination des sollicitations s'effectue selon les recommandations CECM N° 88 (1995) et la NF EN 1993-1-3.

La détermination des valeurs de calcul résistantes s'effectue selon la NF EN 1993-1-3 et son annexe nationale.

Les fiches techniques des fixations donnent la capacité résistante caractéristique au cisaillement des fixations, établie selon la norme NF P 30-316.

A.2.4.4 | Cas des toitures

Les fixations dans le creux du bac structural peuvent transférer les efforts de cisaillement.

La détermination des sollicitations agissantes s'effectue selon les recommandations CECM N° 88 (1995) et la NF EN 1993-1-3.

La détermination des valeurs de calcul résistantes s'effectue selon la NF EN 1993-1-3 et son annexe nationale.

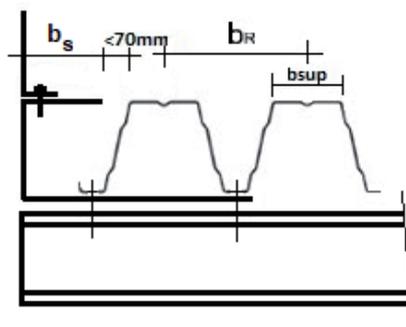
Les fiches techniques des fixations donnent la capacité résistante caractéristique au cisaillement des fixations, établie selon la norme NF P 30-316.

A.3 | TRAITEMENT DES RIVES DE TOITURE STRUCTURALE

A.3.1 | Raidisseurs de bord longitudinaux

A.3.1.1 | Cas des supports de largeur de vallée ≤ 70 mm

Il est recommandé d'appliquer les dispositions constructives ci-après.



Légende : b_R pas des nervures
 b_{sup} plage du support
 b_s largeur d'appui minimale de l'isolant (voir DTA) ce qui correspond à une largeur de repos minimale de l'isolant de 120 mm

Figure A.1 - Exemple de raidisseur de bord

La pièce en forme de C est en acier galvanisé ou galvanisé prélaqué, de nuance S250GD minimum et d'épaisseur minimale 1,5 mm ; elle est dimensionnée selon la NF EN 1993-1-3.

Pour les autres points singuliers, il est recommandé d'appliquer les dispositions technologiques du NF DTU 43.3.

A.3.1.2 | Cas des supports à largeur de vallée > 70 mm

La Figure A.2 ci-après précise les dispositions constructives de couture.

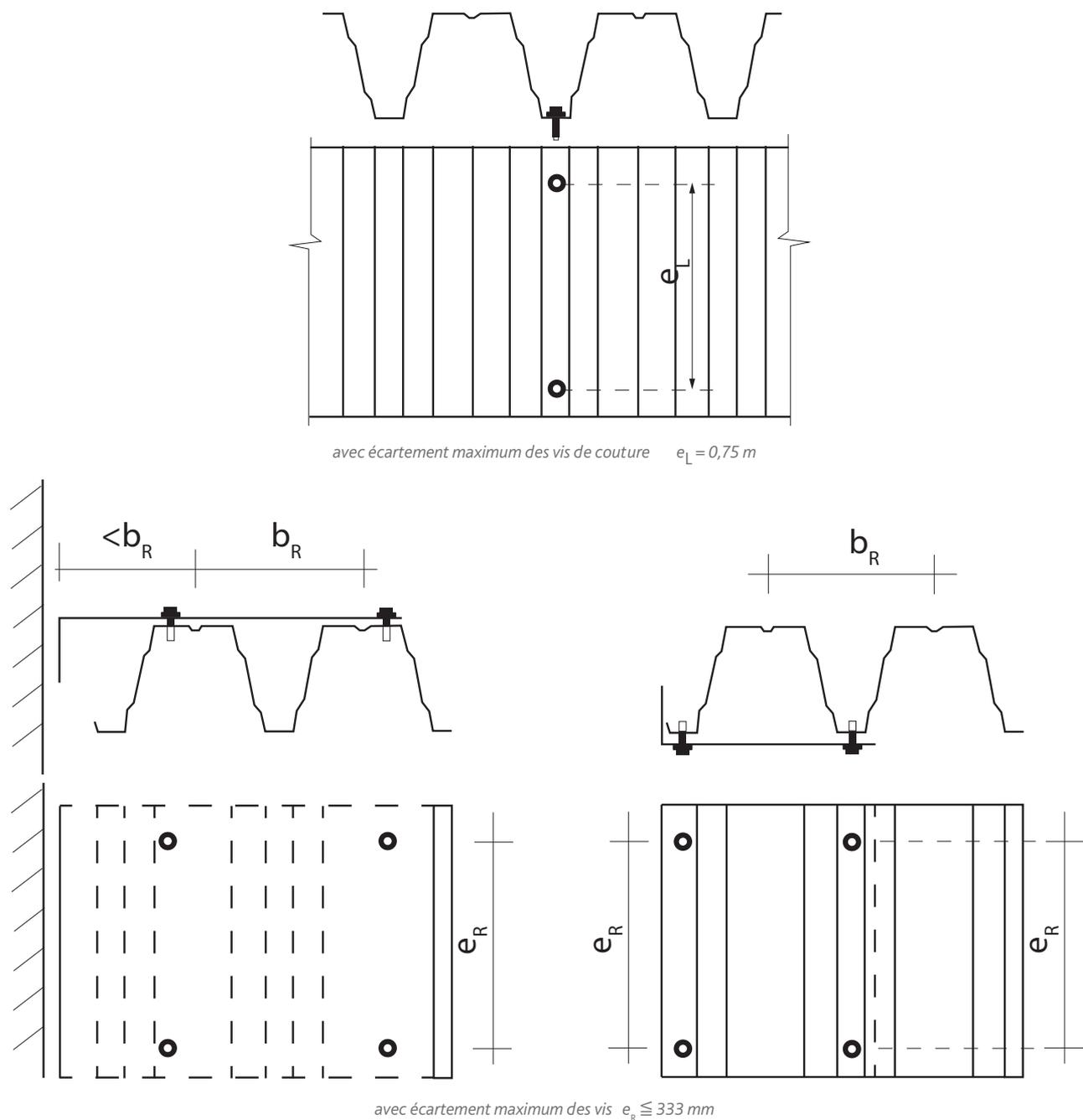


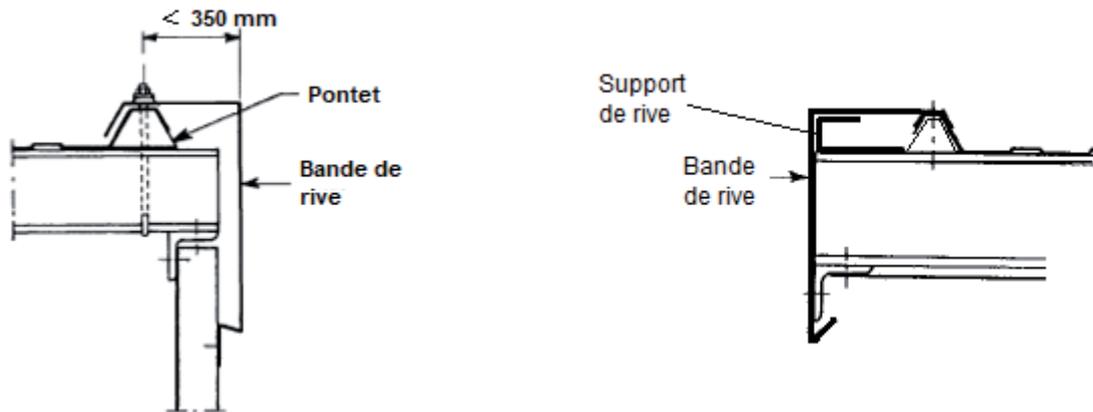
Figure A.2 - Liaisons des raidisseurs de bord

Le profil de renfort en acier galvanisé ou prélaqué, de qualité minimale S250GD, doit avoir une épaisseur nominale de 1,5 mm minimum et une largeur d'appui minimum de 40 mm.

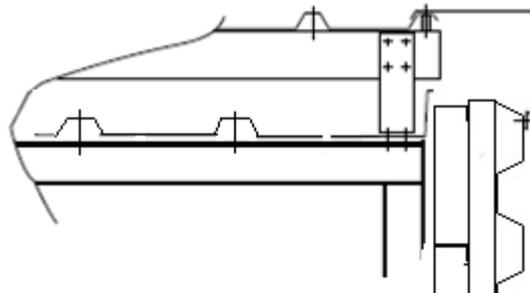
Pour les autres points singuliers, il est recommandé d'appliquer les dispositions techniques du NF DTU 43.3 et du Cahier CSTB 3537_V2 relatives aux panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm.

A.4 | TRAITEMENT DES RIVES DE COUVERTURE STRUCTURALE

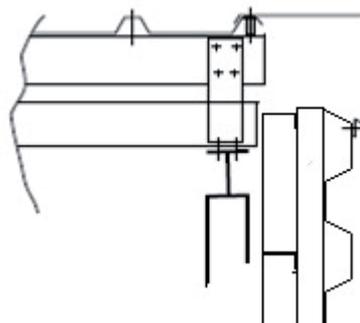
Les Figures A.3a, A3b, A3c suivantes donnent des exemples de dispositions techniques recommandées :



a – Exemple de rive de couverture: voir NF DTU 40.35



b – Exemple de rive de couverture (trame parallèle): voir NF DTU 40.35



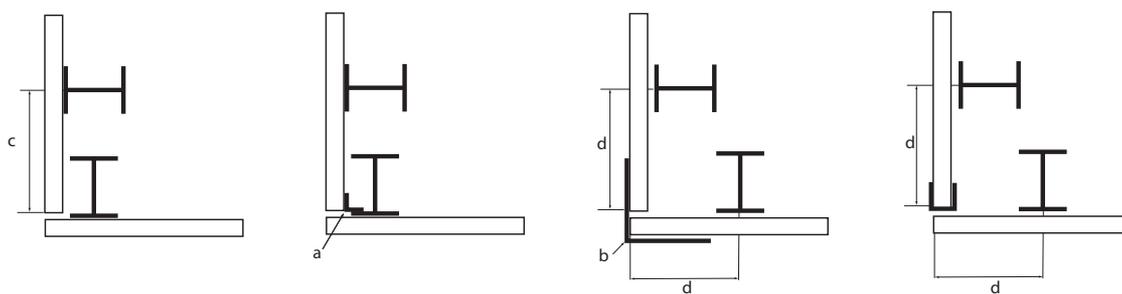
c – Exemple de rive de couverture (trame croisée)

Figure A.3 - Exemples de rives de couverture

Pour les autres points singuliers, il convient de se reporter aux dispositions technologiques du NF DTU 40.35.

A.5 | TRAITEMENT DES RIVES DE BARDAGE

La figure A.4 ci-dessous donne un exemple de dispositions recommandées pour les rives de bardage :

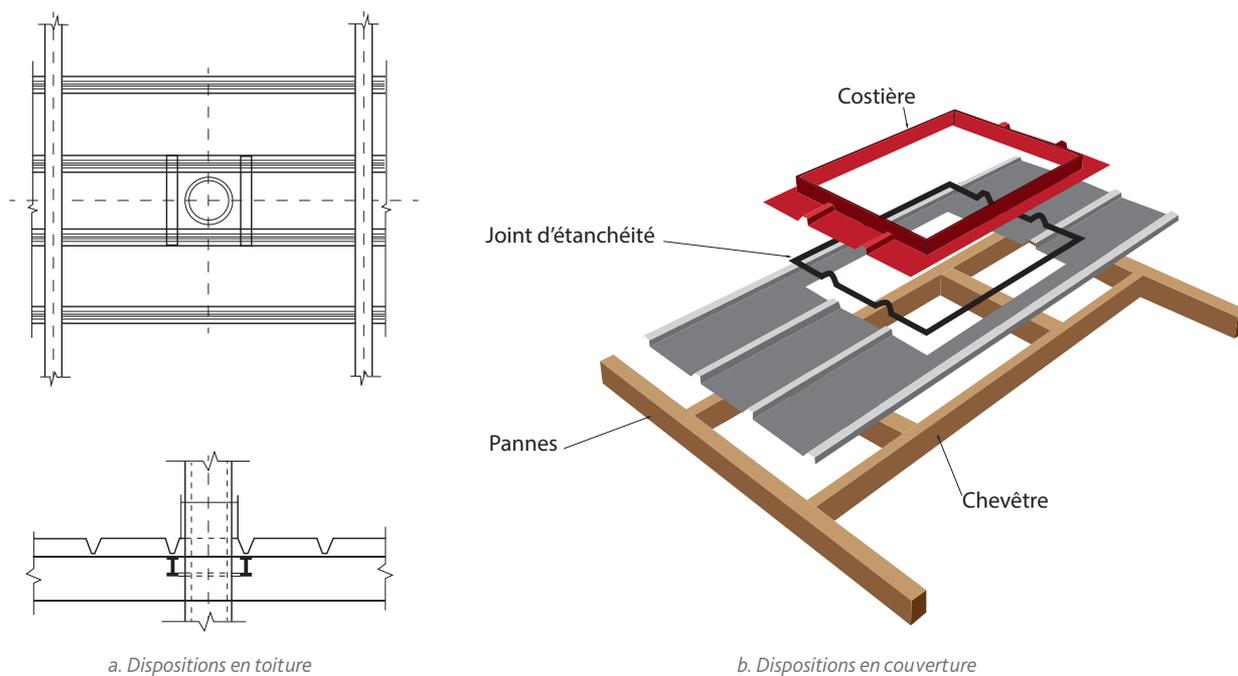


Légende:
 a cornière 100x100 épaisseur 15/10° fixée à toutes les lèvres
 b cornière 150x150 épaisseur 15/10° fixée à toutes les lèvres
 c < 100 mm
 d = 800 mm

Figure A.4 - Exemple de dispositions particulières de plateau

A.6 | TRAITEMENT DES OUVERTURES DANS LES PAROIS

Des chevêtres sont nécessaires dans tous les cas (cf. figures A.5 et A.6).



a. Dispositions en toiture

b. Dispositions en couverture

Figure A.5 - Exemples de dispositions technologiques avec chevêtre

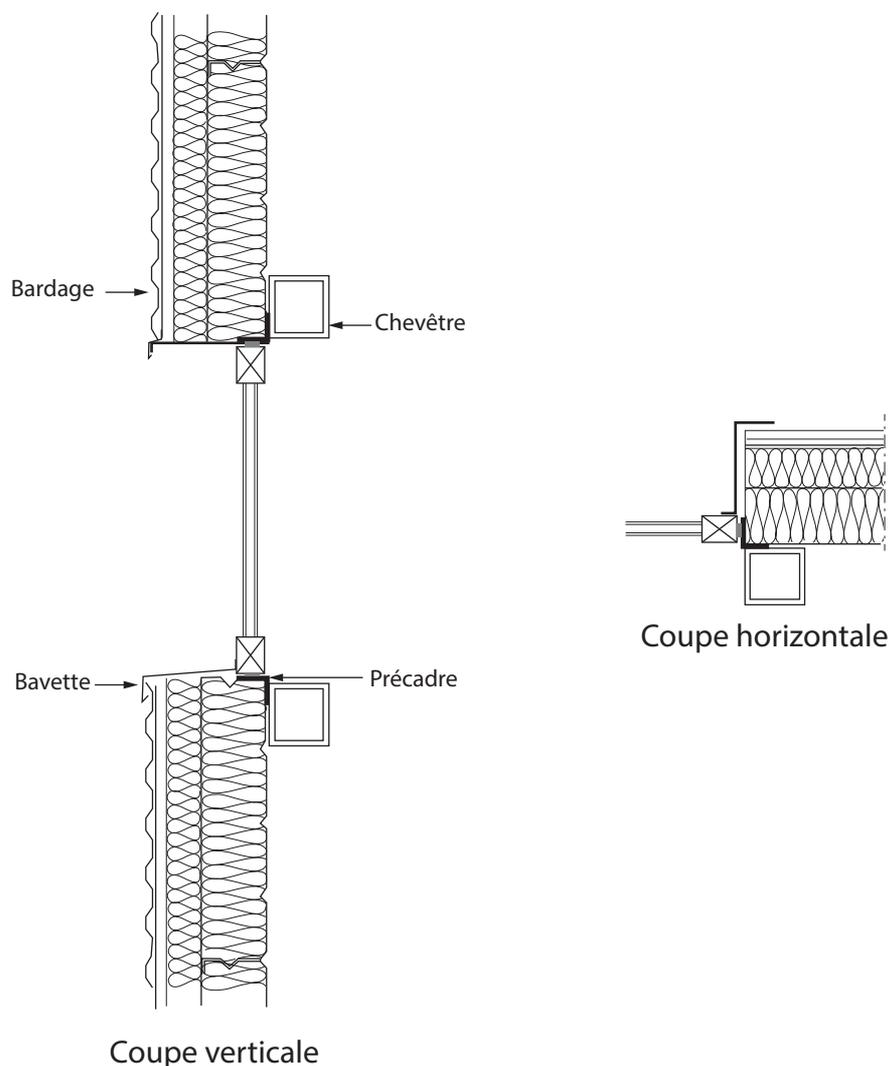


Figure A.6 - Exemples de dispositions technologiques en bardage

Pour les autres points singuliers; il est recommandé de se reporter aux dispositions technologiques des documents suivants :

- des recommandations professionnelles RAGE bardage de juillet 2014 pour les bardages;
- du NF DTU 43.3 pour les toitures;
- du NF DTU 40.35 et son amendement A1 pour les couvertures.

A.7 | RENFORTS ET CONTINUITÉ DE BACS PAR RECOUVREMENT (UNIQUEMENT EN TOITURE)

La capacité de charge (moment, effort tranchant) des bacs structuraux à nervures trapézoïdales uniquement peut être augmentée (capacité moment résultante $\leq 2 \times M_{\text{résistant}}$ d'un bac) par l'utilisation d'éléments de renfort, par exemple au moyen d'éléments structuraux supplémentaires ou d'un chevauchement des recouvrements latéraux et des nervures (voir Figure A.7).

Les éléments de renfort doivent être mis en œuvre de sorte que la géométrie existante du bac structural ne soit pas modifiée, pas même au niveau de ses points de fixation à l'élément porteur.

Dans le cas des recouvrements de bacs, les valeurs calculées et les valeurs de section transversale de chaque couche peuvent être pleinement exploitées si des dispositions sont prises pour supporter la semelle inférieure de la couche supérieure.

Seul le bac inférieur peut transmettre des efforts de cisaillement.

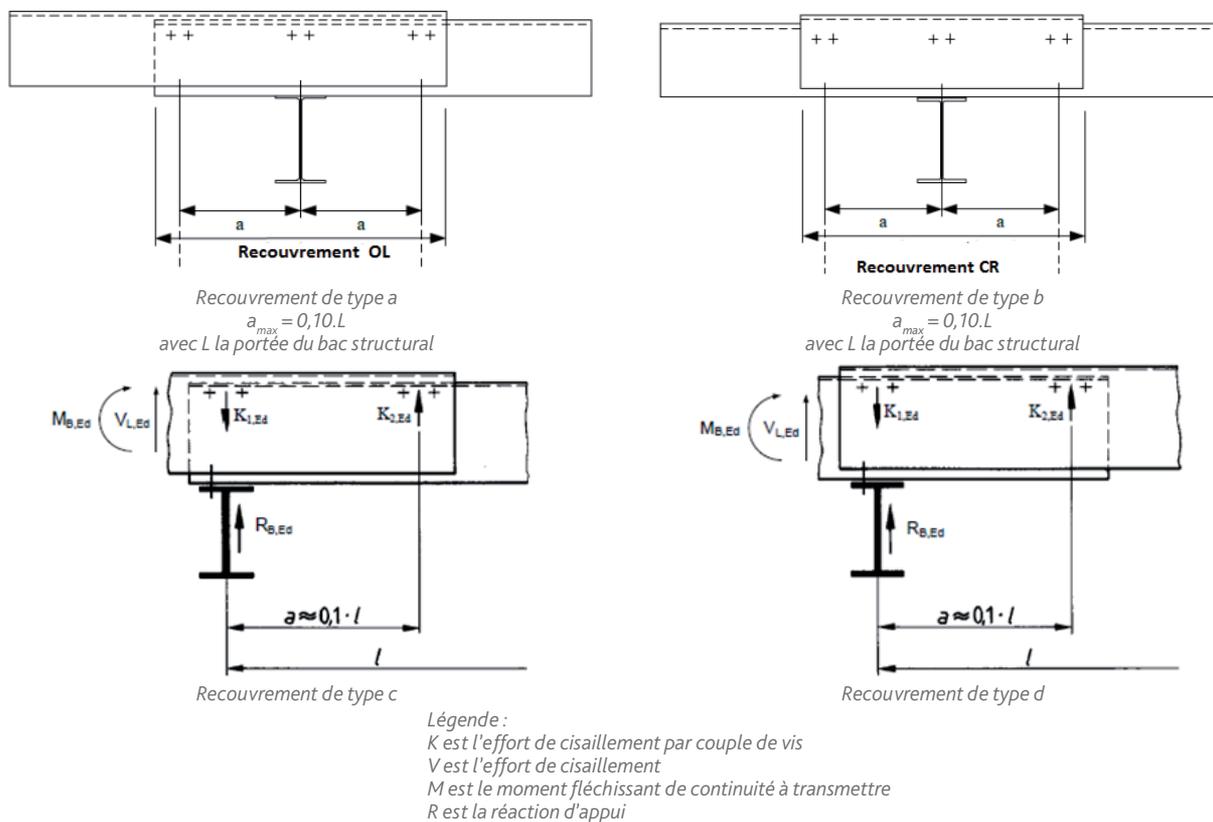


Figure A.7 - Différents types de recouvrement de continuité de bacs structuraux trapézoïdaux

Les recouvrements latéraux de la couche inférieure doivent être assemblés par rivetage ou vissage de diamètre 5,5 mm minimum.

Les clous à scellement ne doivent pas être utilisés pour la fixation des bacs en recouvrement.

En classe de construction II, les caractéristiques et l'aptitude à l'emploi des clous pistoscellés doivent être définies dans un ETE couvrant une durée de service de 50 ans minimum (voir Tableau 2.1 de la NF EN 1990).

En classe de construction I, les clous pistoscellés ne sont pas autorisés.

Le dimensionnement mécanique des bacs et assemblages est effectué selon le chapitre B.8.

Note : Des rapports d'études basés sur des essais selon la NF EN 1993-1-3 (annexe A), établis par un laboratoire compétent accrédité selon la NF EN ISO 17025 en structure peuvent permettre de justifier des largeurs de recouvrement supérieures à $0,1 L$.

A.8 | DISPOSITIONS CONCERNANT LES DISPOSITIFS D'ARRÊT DE NEIGE (UNIQUEMENT EN COUVERTURE)

Dans certaines situations, des dispositifs d'arrêt de neige sont indispensables. Dans ces cas, il est recommandé d'appliquer les dispositions technologiques du guide des couvertures en climat de montagne.

Il convient de vérifier si les mesures individuelles sont suffisantes ou si plusieurs mesures doivent être combinées pour être suffisamment efficaces et assurer la reprise des efforts résultants de ces dispositifs d'arrêt de neige.

A.9 | ACCROCHAGE SUR LES BACS

Dans tous les cas, aucun élément autre que les habillages ne doit être fixé ou suspendu aux bacs.

En aucun cas, un dispositif de sécurité ou d'accès ne doit être fixé sur les bacs ou plateaux.

A.10 | AUTRES EXIGENCES DU BÂTIMENT

A.10.1 | Etanchéité à l'eau

L'ensemble complet de tous les systèmes de toiture, de couverture et de bardage doit être étanche à l'eau.

Il est recommandé de concevoir les assemblages selon la NF EN 1993-1-3 avec une épaisseur minimale de tôle de 0,63 mm, et de respecter les dispositions données aux paragraphes 8.2 et 8.3 et à la Figure A.8 pour la mise en œuvre des fixations.

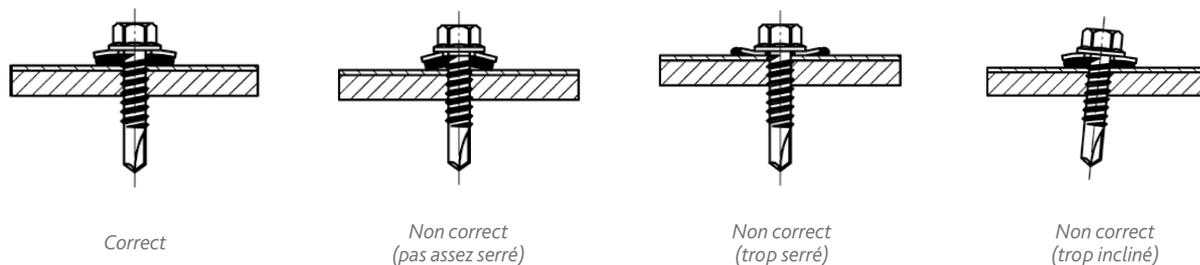


Figure A.8 - Mise en œuvre des fixations

Des dispositions constructives complémentaires sont précisées dans les documents suivants:

- Pour les couvertures, le NF DTU 40.35;
- Pour le bardage les recommandations professionnelles RAGE de juillet 2014;
- Pour les maisons à ossatures acier, le NF DTU 32.3.

A.10.2 | Isolation thermique

Les documents particuliers du marché définissent les exigences requises pour la résistance thermique ou le coefficient de transmission surfacique globale de la paroi (U_p) en $W/m^2.K$ tenant compte des ponts thermiques.

Les dispositions pour traiter les ponts thermiques, ainsi que la perméabilité à l'air, et pour prévenir les risques de condensation sont données dans le référentiel propre à chaque ouvrage :

- Les recommandations RAGE pour les bardages ;
- Le NF DTU 40.35 et son amendement A1 pour les couvertures ;
- Le NF DTU 43.3 et cahier CSTB 3537 pour les toitures.

A.10.3 | Correction acoustique des locaux

A.10.3.1 | Généralités

Les pièces du marché définissent les performances acoustiques requises.

Des procès-verbaux établissent la performance acoustique des systèmes (R_w et/ou le α_w).

A.10.3.2 | Isolement aux bruits aériens (R_w)

Si nécessaire, l'isolement aux bruits aériens d'une toiture, d'une couverture ou des parois peut être repris des résultats de constructions soumises à essai ou peut être déterminé par la réalisation d'essais conformes à la NF EN ISO 10140. Le résultat doit être déclaré sous forme d'une valeur unique R_w selon la NF EN ISO 717-1.

A.10.3.3 | Absorption acoustique (α_w)

Si nécessaire, l'absorption acoustique d'une toiture, d'une couverture ou des parois peut être reprise des résultats de constructions soumises à essai ou peut être déterminée par la réalisation d'essais conformes à la NF EN ISO 354. Le résultat doit être déclaré sous forme de l'indice α_w selon la NF EN ISO 11654.

A.10.4 | Protection contre la foudre

Les couvertures, toitures et bardages en métal conviennent à une utilisation comme composants naturels d'un système de protection contre la foudre tels que spécifiés dans la NF EN 62305-3.

Note : Selon la NF EN 62305-3, une couverture, une toiture ou un bardage en métal peut être utilisé comme un « dispositif de capture naturel », si certaines conditions préalables sont remplies (voir NF EN 62305-3:2011, chapitre 5.2.5, Tableau 3). Elle doit capturer la foudre et la diriger vers les points de connexion des conducteurs, qui la conduisent vers la terre. Les éléments individuels de couverture ou de toiture ou de bardage doivent être connectés ensemble de sorte que le courant de foudre puisse être dirigé vers les points de connexion des conducteurs et, ainsi, être conduit en toute sécurité vers le système de mise à la terre. La couverture, la toiture ou le bardage métallique doit être mis électriquement à la terre de façon sûre. Cette connexion doit être réalisée de façon professionnelle, c'est à dire comme spécifié dans les règles techniques à appliquer, et assemblée à la structure porteuse de manière à ne pas affecter la structure. Elle doit être contrôlée chaque fois que la foudre la frappe et éventuellement réparée.

L'aptitude à l'emploi d'une couverture, toiture ou bardage métallique comme dispositif de capture est vérifiée dans les cas suivants :

- a) Le bardage, la toiture ou la couverture est constituée d'éléments métalliques non revêtus (aluminium, acier galvanisé) ou éventuellement d'autres matériaux spécifiés dans la NF EN 62305-3 ;
- b) la toiture ou la couverture ou le bardage est constituée de métal revêtu et les différentes parties sont assemblées à l'aide de vis. Si les assemblages sont à nu, a) s'applique.

A.10.5 | Évacuation des eaux pluviales

Il est recommandé de se reporter aux documents suivants pour les dispositions constructives relatives à l'évacuation des eaux pluviales:

- Pour les couvertures : le NF DTU 40.35, le NF DTU 40.5 et le NF DTU 60.11 P3 ;
- Pour les toitures : le NF DTU 43.3 et le cahier 3537-V2 ;
- Pour les maisons à ossatures acier : le NF DTU 32.3.

Annexe B | Exigences complémentaires de conception et de dimensionnement des bacs et plateaux structuraux

B.1 | GÉNÉRALITÉS

Les dispositions de la présente annexe B complètent les spécifications de la NF EN 1090-4.

La présente annexe traite de dispositions recommandées qui ne figurent pas dans la NF EN 1993-1-3 et son annexe nationale.

il convient que les réactions d'appuis des bacs et plateaux soient prises en compte lors des justifications des structures porteuses, y compris les cas hyperstatiques. A cette fin, il est recommandé que les plans de calepinage soient fournis préalablement aux études des éléments porteurs.

B.2 | APTITUDE AU SERVICE

Les flèches des bacs structuraux w_{tot} telles que définies dans l'annexe A de la NF EN 1990, doivent être limitées en fonction de la combinaison d'action caractéristique considérée.

B.2.1 | Couverture structurale

B.2.1.1 | En classe I

Les flèches des éléments structuraux sont définies dans la NF EN 1993-1-1 et son annexe nationale.

B.2.1.2 | En classe II

Il est recommandé de respecter les critères limites de flèches des bacs structuraux ci-dessous :

a) En tant que couverture simple peau, paroi métallique extérieure structurale :

- $w_{\text{tot}} \leq L/180$ si la combinaison ne dépend pas du vent ;
- $w_{\text{tot}} \leq L/166$ si la combinaison ne dépend que du vent et des charges permanentes.

b) En tant que couverture double peau, paroi extérieure métallique structurale :

- $w_{\text{tot}} \leq L/180$ si la combinaison ne dépend pas du vent ;
- $w_{\text{tot}} \leq L/166$ si la combinaison ne dépend que du vent et des charges permanentes.

c) En tant que couverture double peau, paroi intérieure métallique structurale :

- $w_{\text{tot}} \leq L/180$ si la combinaison ne dépend pas du vent (poids propre et charge permanente, poids propre et charge de montage) ;
- $w_{\text{tot}} \leq L/166$ si la combinaison ne dépend que du vent et des charges permanentes.

De plus il convient de vérifier :

La charge maximum par vis (voir [chapitre 8](#)) ;

Le couple de serrage minimum à respecter (voir [chapitre 8](#)).

B.2.2 | Toiture structurale

B.2.2.1 | En classe I

Les flèches des éléments structuraux sont définies dans la NF EN 1993-1-1 et son annexe nationale.

B.2.2.2 | En classe II

Il est recommandé de respecter les critères de flèches ci-dessous :

- $w_{\text{tot}} \leq L/180$ si la combinaison ne dépend pas du vent (charge permanente et neige, charge permanente et charge d'entretien) ;
- $w_{\text{tot}} \leq L/166$ si la combinaison ne dépend que du vent et des charges permanentes.

B.2.3 | Pour les bardages structuraux

B.2.3.1 | En classe I

Les flèches des éléments structuraux sont définies dans la NF EN 1993-1-1 et son annexe nationale.

B.2.3.2 | En classe II

Pour les tôles de bardage, soumises à l'action du vent, il est recommandé de respecter les critères de flèches ci-dessous :

- $w_{\text{tot}} \leq L/150$

B.2.4 | Pour les planchers

La flèche active des bacs structuraux de plancher, dite aussi flèche nuisible est celle pouvant provoquer des désordres dans des cloisons ou des revêtements de sol supportés par le plancher. C'est la part de fléchissement qui intervient après l'achèvement des revêtements de sol ou des partitions, selon les cas, qui sont considérés comme fragiles. Elle est vérifiée en milieu de travée.



B.2.5 Ce fléchissement ne doit pas dépasser :

- $L/500$ si la portée est inférieure ou égale à 5,00 m ;
- $5 \text{ mm} + L/1000$ (L en mm) dans le cas où la portée est supérieure à 5,00 m.

Dans le cas des planchers qui ne supportent ni cloisons maçonnées ni revêtements de sol fragiles, il est recommandé de limiter leur flèche, constituée conventionnellement par les déformations citées ci-dessus, à :

- $L/350$ pour les portées jusqu'à 3,50 m ;
- $5 \text{ mm} + L/700$ (L en mm) pour les portées supérieures à 3,50 m.

B.3 | DIMENSIONS, LARGEURS D'APPUI ET DE REPOS SUR LES ÉLÉMENTS PORTEURS

B.3.1 | Dispositions relatives aux appuis

La largeur d'appui minimale est indiquée dans les tableaux B.1 à B.4.

Pendant l'installation, le bac ou plateau structural est fixé à l'élément porteur immédiatement au fur et à mesure de la pose.

Type d'élément porteur	Acier [mm]	Béton ou maçonnerie (avec insert métallique) [mm]	Bois [mm]
Largeur d'appui	Z sigma et C et tube rectangulaire 1,5 mm : largeur mini 40 mm	60	60
	Oméga ép. 0.88 mini : 2 ailes de 35 mm mini		
	60 mm dans tous les autres cas		

Tableau B.1 - Largeurs d'appui minimales pour les bardages en bacs structuraux simple peau

Type d'élément porteur	Acier [mm]	Béton ou maçonnerie (avec insert métallique) [mm]	Bois [mm]
Largeur d'appui d'extrémité ou intermédiaires minimales	60	60	60
Largeur d'appui minimale pour des jonctions en abouts de plateau	90	90	120

Tableau B.2 - Largeurs d'appui minimales pour les bardages structuraux en plateau

Type d'élément porteur	Acier [mm]	Béton ou maçonnerie (avec insert métallique) [mm]	Bois [mm]
Largeur d'appui minimale	40	60 ^a	60

^a 40 mm dans le cas de poutre en béton armé ou précontrainte préfabriquée et mise en œuvre selon le CPT des éléments de structure en béton

Tableau B.3 - Largeur d'appui minimale pour les bacs structuraux de couverture et de toiture

Type d'élément porteur	Acier et béton [mm]	Maçonnerie [mm]	Bois [mm]
Largeur d'appui minimum	60	70	70

Tableau B.4 - Largeur d'appui minimale pour les planchers

Les valeurs ci-dessus sont à compléter par les valeurs données en Annexe H.1.

Les largeurs de repos des profils sont précisées dans les documents suivants :

- NF DTU 40.35 pour les couvertures ;
- NF DTU 43.3 pour les toitures ;
- Recommandations RAGE bardage métallique de juillet 2014 pour les bardages.

Pour les planchers secs et en l'absence de règles professionnelles, les dispositions du NF DTU 43.3 sont recommandées.

Pour les planchers à bac collaborant, les largeurs d'appuis recommandées sont les suivantes :

- En appui de rive : 50 mm minimum ;
- En appui intermédiaire : 50 mm minimum.

En cas d'installation sur des appuis étroits, tels que par exemple sur des tubes ronds, des dispositions d'exécution particulières doivent être prises pour présenter des surfaces planes respectant les valeurs des [tableaux B.1 à B.4](#) (voir [Figure B.1](#)).



Figure B.1 - Disposition permettant de retrouver des surfaces planes

B.3.2 | Renfort de rive des bacs

Un assemblage peut être réalisé au niveau de la semelle supérieure ou inférieure du bac structural à nervures trapézoïdales (voir [Figure B.2](#)).

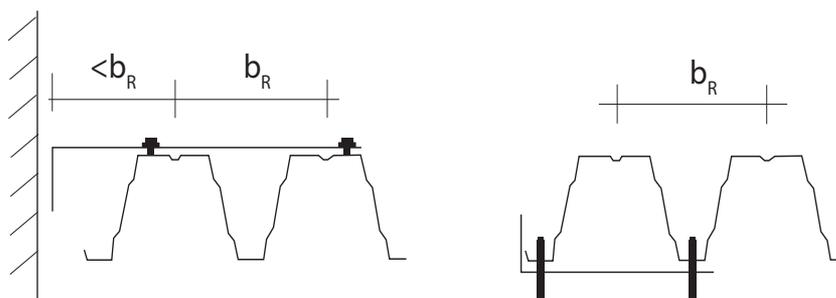


Figure B.2 - Assemblage sur semelle supérieure ou inférieure d'un bac

Lors du choix du bac ou du plateau (en particulier son épaisseur), il convient de tenir compte des exigences relatives aux éléments de fixation (épaisseur d'ancrage minimale de la fixation, γ_M).

B.4 | APPUIS EN BÉTON OU EN MAÇONNERIE

Dans le cas de ces appuis, il est recommandé d'installer des inserts de largeurs minimales, telles qu'indiquées aux [figures ci-dessous](#).

B.4.1 | Cas des bardages

Le détail des appuis est donné en [Figure B.3](#) ci-dessous.

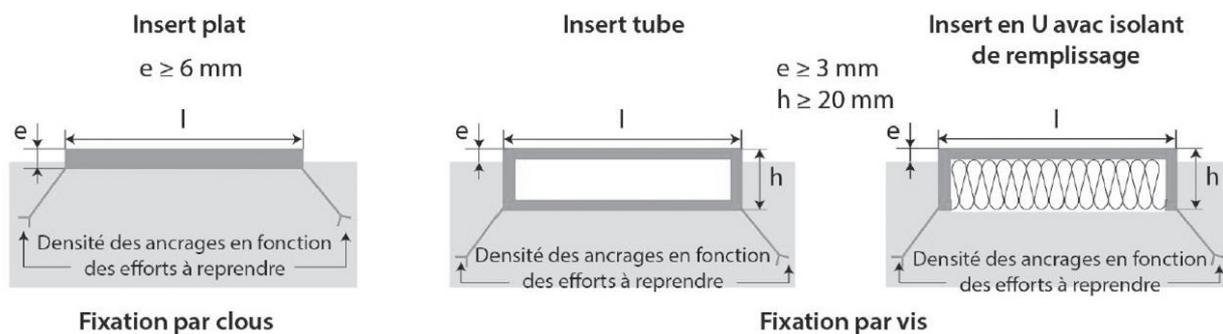
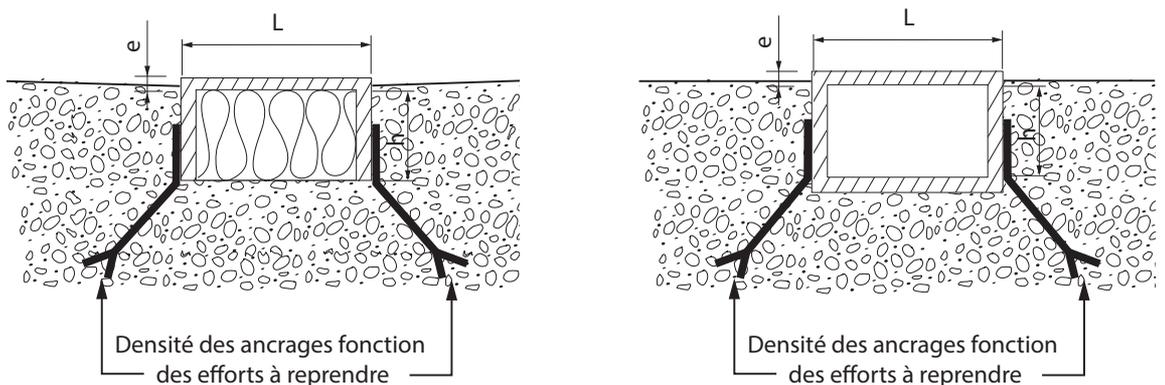


Figure B.3 - Détails d'appui sur maçonnerie

B.4.2 | Cas des couvertures

Le détail des appuis est donné aux [Figures B.4](#) et [B.5](#) ci-dessous.



Légende:
 $e \geq 2,5 \text{ mm}$
 $h \geq 20 \text{ mm}$
 $L = \text{largeur de l'insert}$

Figure B.4 - Détail des inserts métalliques

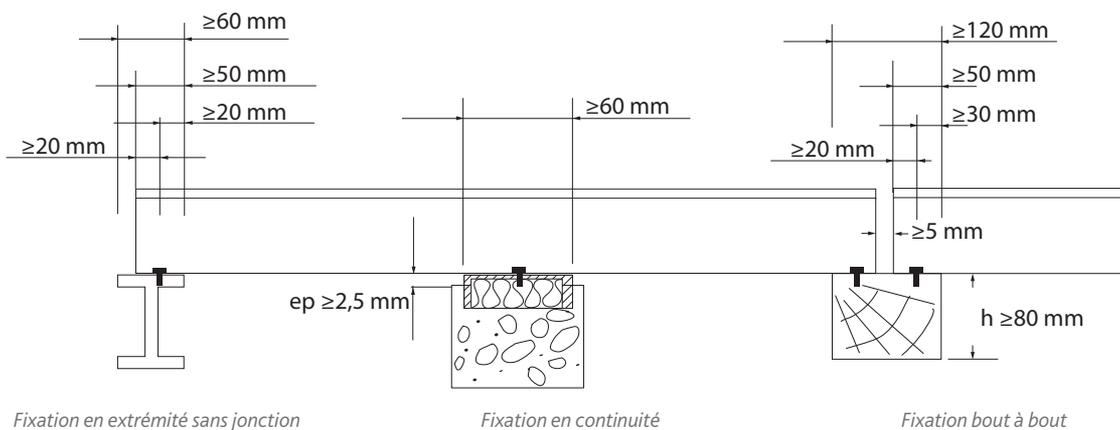


Figure B.5 - Détail des appuis de couverture (cas des plateaux)

B.4.3 | Cas des toitures

Il est recommandé d'appliquer les dispositions de la [Figure B.6](#).

Les dispositions minimales permettant le vissage sont les suivantes :

- Épaisseur minimale e de l'insert de 2,5 mm ;
- Hauteur libre h minimale de 20 mm sous le profilé.

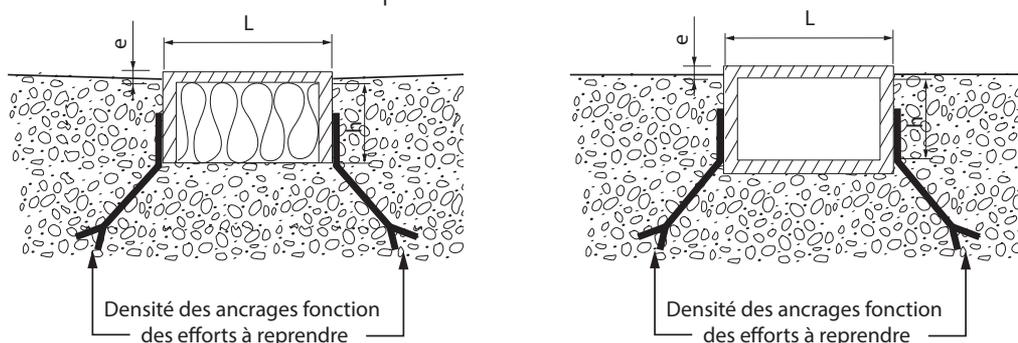


Figure B.6 - Détail des appuis pour supports d'étanchéité

B.4.4 | Cas des planchers

Pour les appuis en maçonnerie ou en béton, un insert est indispensable (voir [Annexe H](#) pour le détail des appuis).

| **Note :** Une fixation par chevillage dans le béton est également envisageable sur des appuis existants sans insert.

B.5 | FIXATIONS EXCENTRÉES – CAS DES SECTIONS TRANSVERSALES ASYMÉTRIQUES

Dans le cas de bacs structuraux à section transversale asymétrique, il convient de tenir compte de la réduction de la charge de l'assemblage qui peut s'avérer nécessaire (voir [Tableau B.5](#) et les évaluations techniques européennes des éléments de fixation).

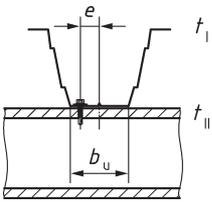
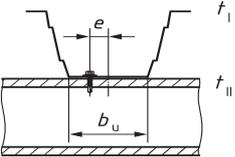
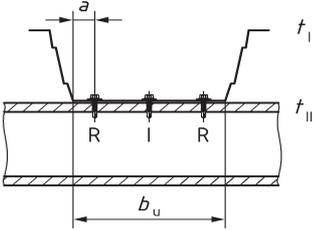
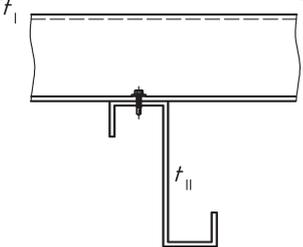
Situation	Exigence	Coefficient de réduction Pour $t_1 < 1,25$ mm
	$e \leq b_u/4$ $b_u \leq 150$ mm	1,00
	$e > b_u/4$ $b_u \leq 150$ mm	0,90
	$0 < e \leq b_u/4$ 150 mm $< b_u \leq 265$ mm	0,70
	$0 < e \leq b_u/2$ 150 mm $< b_u \leq 265$ mm	0,50
	Si $b_u > 265$ mm, au moins deux éléments de fixation sont nécessaires	pour I 0,0 R $a \leq 75$ mm 0,70 R $a > 75$ mm 0,35
	$t_{II} < 5$ mm Section transversale de profilé asymétrique	0,70

Tableau B.5 - Fixations excentrées : coefficients de réduction selon l'EN 1993-1-3

B.6 | RAIDISSAGE DES PLATEAUX

Pour obtenir une capacité de charge maximale, les lèvres des plateaux doivent être stabilisées.

La stabilisation des lèvres est obtenue en les assemblant directement à la peau extérieure adjacente ou indirectement via l'assemblage d'écarteurs individuels (profilés intermédiaires, entretoises).

Note: Il est nécessaire de dimensionner les assemblages et la peau extérieure dans des conditions de charges de succion du vent. En fonction de l'intensité des actions permanentes à reprendre, des dispositifs de reprise de charge verticale peuvent être nécessaires ainsi que des éclisses permettant d'assembler les écarteurs entre eux. Le dimensionnement de ces dispositifs de charges prendra en compte les flèches limites des parois supportées et/ou des ouvrants incorporés en façade.

Sauf si une analyse plus précise a été réalisée, l'espacement des écarteurs entre la peau extérieure ou supérieure et les lèvres des plateaux ne peut pas être supérieur à l'espacement étudié dans le cadre des essais ou calculé comme spécifié dans la NF EN 1993-1-3.

Lorsque la peau extérieure est constituée de bacs structuraux à nervures trapézoïdales ou sinusoïdales, les bacs nervurés doivent posséder une épaisseur nominale minimale au moins égale à l'épaisseur étudiée dans le cadre d'essais ou de calculs réalisés comme spécifié dans la NF EN 1993-1-3.

La peau extérieure est considérée comme directement adjacente, même lorsqu'une couche intermédiaire continue (par exemple, bandes d'isolation thermique rigides, isolant pincé) d'une épaisseur maximale de 5 mm est placée entre les semelles étroites des plateaux et les semelles adjacentes des bacs structuraux nervurés extérieurs.

Note: Si une épaisseur supérieure est nécessaire pour la couche intermédiaire, la capacité de charge des plateaux doit être vérifiée.

Dans le cas de bardage simple et double peau, sans vis entretoise, il est recommandé d'appliquer les dispositions de l'article

B.7 | CIRCULATION

B.7.1 | Circulation sur les bacs de couvertures

Il convient de se référer aux prescriptions de NF DTU 40.35.

B.7.2 | Circulation sur les bacs de toitures

Il convient de se référer aux prescriptions de NF DTU 43.3.

B.7.3 | Circulation sur les planchers

Dans le cas des planchers, la NF EN 1991 définit les charges appliquées.

B.8 | ASSEMBLAGE RÉSISTANT AU MOMENT

Ce chapitre concerne les assemblages de bacs structuraux.

Le recouvrement des extrémités des bacs structuraux, conçues pour être statiquement efficaces, est uniquement autorisé dans la zone d'appui (assemblage résistant au moment, cf. [figure B.7](#)). Les dispositions indiquées dans la présente annexe impliquent que l'état limite ultime de l'ensemble de la structure reste inchangé. D'autres systèmes de recouvrement peuvent être utilisés à condition de prendre en compte l'influence de la longueur du recouvrement et de la déformation des éléments de fixation.

Les bacs structuraux à nervures trapézoïdales et les assemblages structuraux de continuité associés doivent être dimensionnés et fixés comme indiqué à la [Figure B.8](#). La transmission des efforts par l'action de contact doit être vérifiée au moyen d'essais.

Si la zone de recouvrement est considérée comme continue, il convient que la longueur de recouvrement soit au moins de $0,08 L$, ou à défaut comprise entre $0,065 L$ et $0,11 L$, L étant la plus longue des portées adjacentes, sans toutefois dépasser $0,15$ fois la portée la plus courte (voir [Figure B.5](#)).

Pour chaque assemblage, seulement deux éléments de fixation dans chaque sens, horizontal ou vertical, de chaque âme (quatre au total) peuvent être pris en compte dans le calcul (voir [Figures B.8](#) et [B.9](#)).

Concernant les éléments de fixation, les pinces transversales et les espaces entre les trous suivants doivent être respectés (voir [Figures B.8](#) et [B.9](#)) :

Critères	Valeurs minimales
Entraxe des trous dans le sens de l'effort :	$\geq 3 d$ et $\geq 20 \text{ mm}$
Entraxe des trous à angle droit par rapport au sens de l'effort :	$\geq 30 \text{ mm}$
Pinces transversales :	$\geq 30 \text{ mm}$
Entraxe des trous p :	$p \leq 4 d$ et $p \geq 40 \text{ mm}$ et $p \leq 10 d$

Tableau B.6 - Position des trous

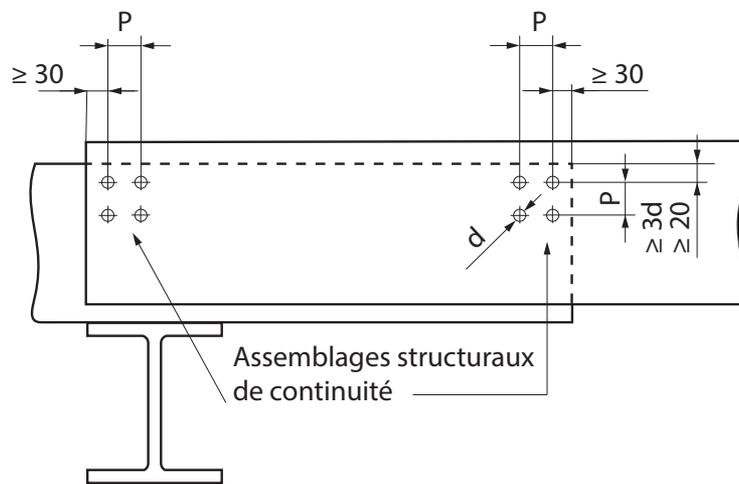


Figure B.7 - Recouvrement statiquement efficace — pinces transversales et entraxe des trous

Par ailleurs, les différents types d'assemblage suivants sont couverts par le présent document.

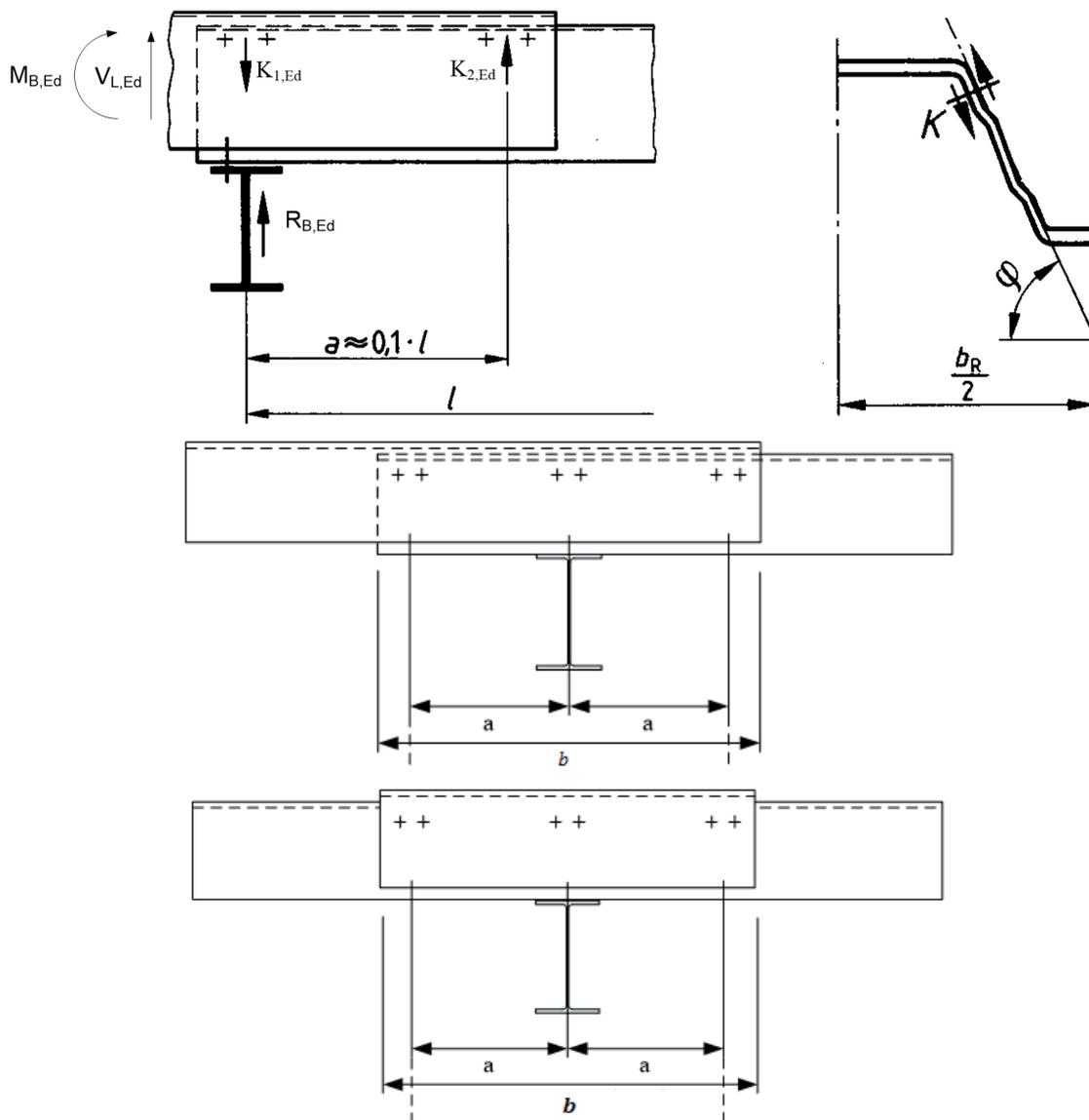


Figure B.8 - Différents types d'assemblage couverts

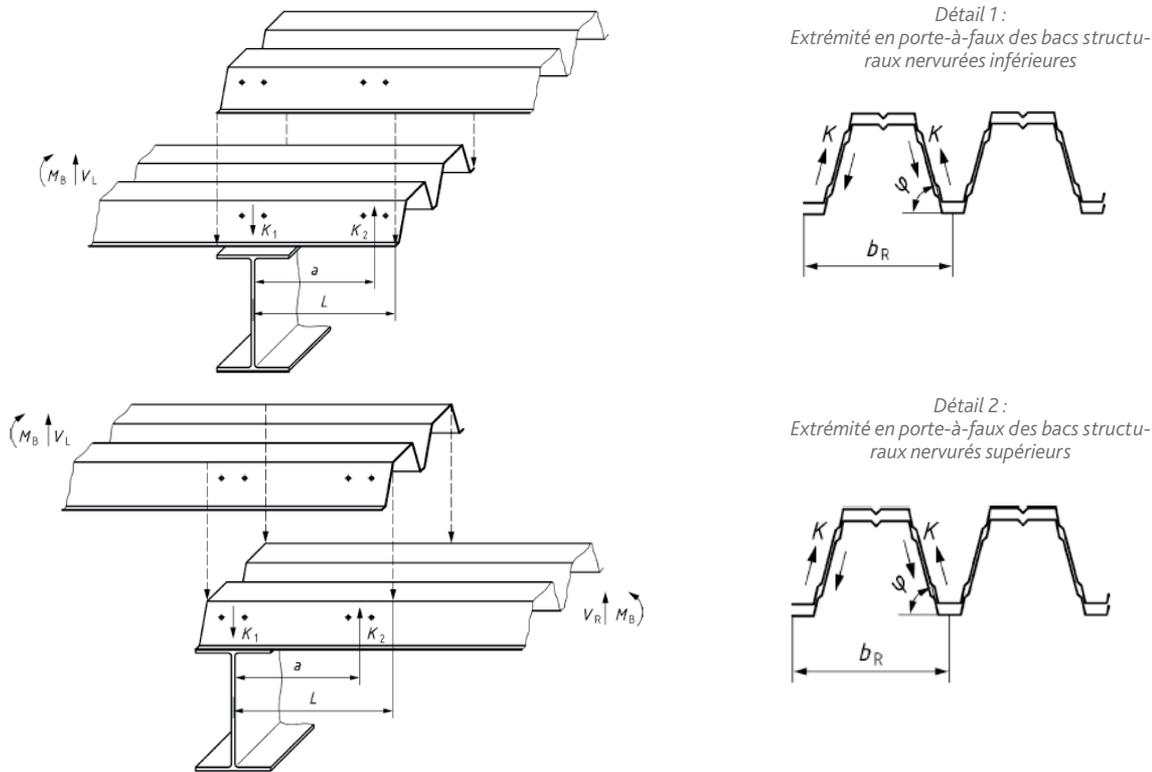


Figure B.9 - Recouvrement statiquement efficace — détails et dimensionnement

Dans le cas des bacs structuraux nervurés partiellement perforés au niveau de l'âme, les assemblages doivent être disposés en dehors des bandes de perforations de l'âme.

Le présent article concerne des dispositions recommandées qui ne figurent pas encore dans la NF EN 1993-1-3.

B.9 | MAINTIEN EN ROTATION

Voir l'article 10.1.5.2 de la NF EN 1993-1-3.

Les bacs et plateaux structuraux peuvent être utilisés pour rigidifier le profilé porteur par un maintien en rotation, tel que spécifié dans la NF EN 1993-1-3.

Pour les plateaux structuraux, une rigidité d'assemblage $C_{j,A,k} = 1,70 \text{ kNm/m}$ peut être utilisée si aucune analyse plus précise n'a été effectuée.

B.10 | PORTE-À-FAUX

B.10.1 | Cas des couvertures

B.10.1.1 | Cas des profils

A défaut d'un calcul selon la NF EN 1993-1-3, le porte à faux est limité au dixième de l'écartement entre appui, défini dans les tableaux de charges/portées du fabricant à concurrence de 400 mm.

| **Note :** En classe de construction I et II, les tableaux de charges et de portées sont établis par référence aux Eurocodes.

B.10.1.2 | Cas des plateaux

A défaut d'un calcul selon la NF EN 1993-1-3, le porte à faux est limité à 7 % de l'entraxe de l'appui adjacent sans excéder 0,50 m. (cf. Figure B.10).

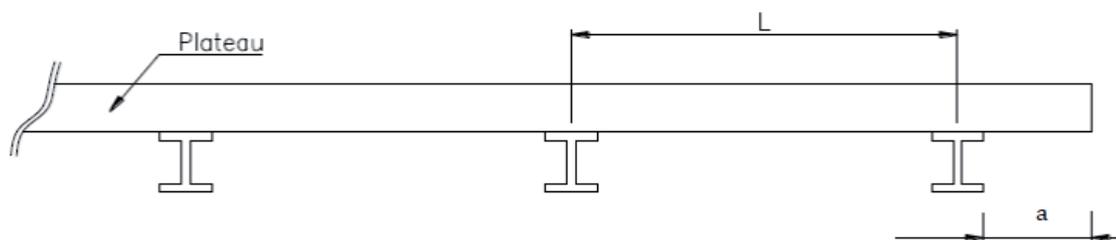


Figure B.10 - Détail du porte à faux dans le cas des plateaux de couverture

B.10.2 | Cas des toitures

A défaut d'un calcul selon la NF EN 1993-1-3, le porte à faux au nu extérieur de l'appui est limité au dixième de la portée adjacente à concurrence de 300 mm à condition d'effectuer un couturage de la partie en porte à faux du bac à 100 mm de son extrémité.

Dans le cas des appuis béton, le porte à faux est compté à partir du nu extérieur de l'appui et non de l'insert.

B.10.3 | Cas des plateaux de bardage

B.10.3.1 | En pose horizontale

A défaut d'un calcul selon la NF EN 1993-1-3, le porte à faux est limité à $L/10$ et 400 mm sans disposition particulière. Toutefois, dans le cas d'une pose horizontale il peut être porté à 800 mm en respectant les dispositions constructives du paragraphe 8.4.5.2.a des recommandations RAGE relatives aux bardages.

B.10.3.2 | En pose verticale

A défaut d'un calcul selon la NF EN 1993-1-3, le porte-à faux est limité à $L/10$ et 400 mm, excepté en acrotère où il est limité à 200 mm.

B.10.4 | Cas des bardages simple peau

A défaut d'un calcul selon la NF EN 1993-1-3, le porte à faux est limité au dixième et à 400 mm sans dispositions particulières. En cas de pose horizontale du profil, le porte à faux est également limité à $L/10$.

B.10.5 | Cas des planchers

A défaut d'un calcul selon la NF EN 1993-1-3, le porte à faux est limité à 200 mm maximum sans étais.

B.11 | OUVERTURES DANS LA ZONE DE POSE

Le traitement relatif à l'étanchéité à l'eau et à l'air des ouvertures est réalisé conformément aux NF DTU 40.35, NF DTU 43.3 et aux recommandations RAGE.

Pour les planchers, il convient de se référer à l'Annexe H.

Un chevêtre est nécessaire dans tous les cas.

B.12 | DIMENSIONNEMENT ET POSE EN ZONE SISMIQUE

B.12.1 | Bardages

B.12.1.1 | Cas des bardages en simple et double peau structuraux de classe de construction II

Les dispositions des Recommandations RAGE relatives aux bardages double peau de juillet 2014 [8] sont complétées par le présent document.

Les Recommandations BNCM/CNC2M N0035 du 31 janvier 2013 « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier non ou faiblement dissipatives » [9] peuvent être appliquées et notamment le paragraphe 3(2).

Il est loisible d'utiliser le maintien local des éléments porteurs vis-à-vis des risques de flambement et de déversement par les bacs.

B.12.1.2 | Cas de bardages en simple et double peau structuraux de classe de construction I

Les dispositions des recommandations RAGE « bardage double peau » de juillet 2014 sont complétées par le présent document.

Les Recommandations BNCM/CNC2M N0035 du 31 janvier 2013 « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier non ou faiblement dissipatives » [9] peuvent être appliquées et notamment le paragraphe 3(2).

En l'état actuel des recommandations, en classe DCM, les tôles ne peuvent pas reprendre d'effort sismique.

B.12.2 | Couvertures structurales

B.12.2.1 | Cas des couvertures en simple et double peau structurales de classe de construction II

Les dispositions technologiques du NF DTU 40.35 sont complétées par le présent document.

Les Recommandations BNCM/CNC2M N0035 du 31 janvier 2013 « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier non ou faiblement dissipatives » [9] peuvent être appliquées et notamment le paragraphe 3(2).

Il est loisible d'utiliser le maintien local des éléments porteurs vis-à-vis des risques de flambement et de déversement par les bacs.

B.12.2.2 | Cas de couvertures en simple et double peau structurales de classe de construction I

Les dispositions du NF DTU 40.35 sont complétées par le présent document.

Les Recommandations BNCM/CNC2M N0035 du 31 janvier 2013 « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier non ou faiblement dissipatives » [9] peuvent être appliquées et notamment le paragraphe 3(2).

En l'état actuel des recommandations, en classe DCM, les tôles ne peuvent pas reprendre d'effort sismique.

B.12.3 | Toitures structurales

B.12.3.1 | Cas des toitures structurales de classe de construction II

Les dispositions technologiques du NF DTU 43.3 sont complétées par le présent document.

Les recommandations BNCM/CNC2M N0035 du 31 janvier 2013 « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier non ou faiblement dissipatives » [9] peuvent être appliquées et notamment le paragraphe 3(2).

Il est loisible d'utiliser le maintien local des éléments porteurs vis-à-vis des risques de flambement et de déversement par les bacs.



B.12.3.2 | Cas des toitures structurales de classe de construction I

Les dispositions du NF DTU 43.3 sont complétées par le présent document.

Les Recommandations BNCM/CNC2M N0035 du 31 janvier 2013 « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier non ou faiblement dissipatives » [9] peuvent être appliquées et notamment le paragraphe 3(2).

En l'état actuel des recommandations, en classe DCM, les tôles ne peuvent pas reprendre d'effort sismiques.

B.12.4 | Cas des planchers à bac collaborant

Le plancher peut remplir la fonction de diaphragme (classe de construction I) s'il respecte les exigences détaillées ci-dessous.

Le plancher doit être dimensionné en majorant l'action sismique par un coefficient de sur-résistance pris égal à $\gamma_d = 1,30$ suivant les principes de combinaisons de la clause 4.3.3.5.1 (3) de la NF EN 1998-1.

Les dimensions doivent répondre aux critères suivants :

- La hauteur h totale est de 90 mm minimum ;
- L'épaisseur h_c de béton au-dessus de la tôle est de 50 mm minimum pour des portées entre poutres principales (dans le sens perpendiculaire aux nervures) inférieures ou égales à 6 m, et 70 mm minimum pour des portées supérieures à 6 m.

Annexe C | Documentation - suivi de chantier

C.1 | GÉNÉRALITÉS

Il est recommandé de remplacer l'Annexe C (informative) de la NF EN 1090-4 par les dispositions de la présente Annexe.

Le NF DTU 32.1 est complété par les dispositions des articles ci-après.

C.2 | DOCUMENTS DE CONSTRUCTION

Les documents de construction sont constitués par les comptes rendus de chantier tels que définis ci-dessous.

C.3 | COMPTE RENDU DE CHANTIER

Il convient que les documents de construction consignent l'état et la progression des travaux, ainsi que tous les incidents notables survenus durant la construction du bâtiment.

En classe de construction I et II, ces comptes rendus doivent comporter l'autocontrôle de l'entreprise concernant l'implantation des fixations des bacs structuraux ou plateaux structuraux sur la structure porteuse, afin de permettre le contrôle du respect des tolérances.

| **Note 1 :** Les documents de construction constituent une partie importante du dossier du bâtiment une fois les travaux terminés.

| **Note 2 :** Il est recommandé que les documents de construction soient renseignés par les personnes effectuant les travaux et signés par le chef de chantier.

Il convient que les documents de construction répondent aux exigences du NF DTU 32.1 et notamment à son Annexe B.

En cas de non-conformité, et en fonction de la méthode de dimensionnement retenue (cf. article 4.2), le fabricant de bacs ou plateaux structuraux, le bureau d'études et/ou le concepteur (maitrise d'œuvre) seront consultés pour lever cette non-conformité.

En classe de construction I, ces comptes rendus sont journaliers.

En classe de construction II, ces comptes rendus sont à minima consignés une fois par semaine.

C.4 | SUIVI PAR LA MAITRISE D'ŒUVRE OU L'ENTREPRISE GÉNÉRALE

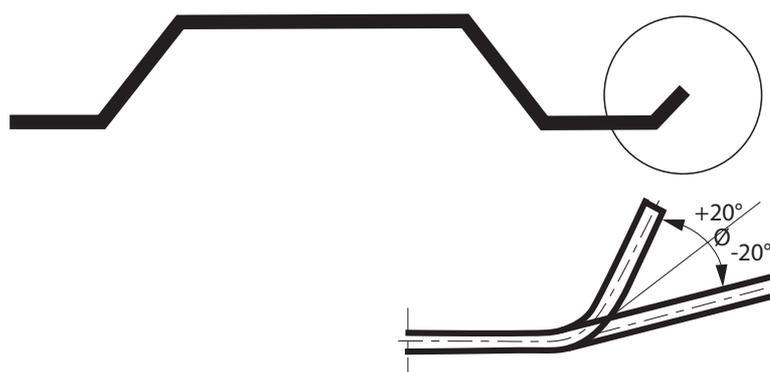
Il convient de veiller à la constitution complète de l'ensemble des dossiers figurant à l'Annexe B du NF DTU 32.1, complété par les documents de construction tels que décrits ci-dessus.

Annexe D | Tolérances

D.1 | GÉNÉRALITÉS

Il est recommandé d'appliquer les tolérances définies dans la norme NF EN 1090-4 hormis pour les tolérances relatives au bord tombé de rive.

Le détail 9 de l'Annexe D de la NF EN 1090-4 :2018 est complété par la [Figure D.1](#) ci-après.



Tolérance sur l'angle : ± 20 degrés

Figure D.1 - Tolérances du bord tombé de rive

Le contrôle de cet angle doit figurer dans les documents de contrôle applicables au produit.

Annexe E | Protection contre la corrosion par des revêtements métalliques avec ou sans revêtements organiques

E.1 | GÉNÉRALITÉS

La présente Annexe E définit les spécifications particulières et complète les exigences de l'Annexe E de la NF EN 1090-4 :2018.

E.2 | CAS DES BARDAGES

Le revêtement doit être conforme aux normes NF EN 10346 et NF EN 10169+A1 complétées par les normes NF P 34-310 et NF P 34-301.

Des Enquêtes Techniques Préalables Matériaux définissent les catégories d'utilisation des zincs magnésium.

E.3 | CAS DES COUVERTURES ET TOITURES

Le revêtement doit être conforme aux normes NF EN 10346 et NF EN 10169+A1 complétées par les normes NP P 34-310 et NF P 34-301.

Des Enquêtes Techniques Préalables Matériaux définissent les catégories d'utilisation des zincs magnésium.

E.4 | CAS DES PLANCHERS

Le revêtement doit être conforme aux normes NF EN 10346 et NF EN 10169+A1 complétées par les normes NF P 34-310 et NF P 34-301.

Des Enquêtes Techniques Préalables Matériaux définissent les catégories d'utilisation des zincs magnésium.

E.5 | CAS DES PROFILÉS LONGS FORMÉS À FROID

Le revêtement doit être conforme aux normes NF EN 10346 et NF EN 10169+A1 et la norme NF EN ISO 1461 pour la galvanisation au trempé.

Des Enquêtes Techniques Préalables Matériaux définissent les catégories d'utilisation des zincs magnésium.

Annexe F | Définition des ambiances intérieures et atmosphères extérieures

F.1 | DOMAINE D'APPLICATION

Cette annexe définit les ambiances intérieures et atmosphères extérieures auxquelles il est fait référence à l'[annexe A](#) du présent document.

F.2 | AMBIANCES INTÉRIEURES

F.2.1 | Généralités

Les ambiances intérieures des locaux peuvent être classées en différentes catégories selon les contraintes suivantes :

- L'agressivité chimique (acidité, salinité, ...) ou biochimique (moisissures, bactéries, ...) ;
- L'humidité ;
- Les conditions d'entretien suivant le cas, le nettoyage selon sa fréquence et son agressivité.

Une classification indicative des locaux en fonction des contraintes est donnée dans la présente annexe.

F.2.2 | Critères d'agressivité

F.2.2.1 | Ambiance non agressive

Milieu ne présentant aucune agressivité due à des composés chimiques corrosifs et/ou des micro-organismes.

F.2.2.2 | Ambiance faiblement agressive

Milieu à ambiance non agressive mais dont les parois peuvent occasionnellement recevoir des projections de liquides faiblement agressifs.

F.2.2.3 | Ambiance agressive

Milieu où existent des gaz ou vapeurs acides, basiques, salines et/ou une présence de micro-organismes, et/ou pouvant être soumis à des désinfections.

F.2.2.4 | Ambiance très agressive

Milieu où existent des gaz ou vapeurs acides, basiques ou salines et/ou une présence de micro-organismes et/ou des risques réguliers de projections sur les parois du local, et/ou soumis à des désinfections avec des produits agressifs.

F.2.3 | Critères d'humidité

F.2.3.1 | Définition des hygrométries intérieures

À partir des deux caractéristiques W et n , on définit quatre types de locaux en fonction de leur hygrométrie en régime moyen pendant la saison froide :

- Local à faible hygrométrie : $W/n \leq 2,5 \text{ g/m}^3$;
- Local à hygrométrie moyenne : $2,5 \text{ g/m}^3 < W/n \leq 5,0 \text{ g/m}^3$;
- Local à forte hygrométrie : $5,0 \text{ g/m}^3 < W/n \leq 7,5 \text{ g/m}^3$;
- Local à très forte hygrométrie : $7,5 \text{ g/m}^3 < W/n$.

où :

- W : quantité de vapeur d'eau produite à l'intérieur du local par heure, exprimée en grammes par heure (g/h) ;
- n : le taux horaire de renouvellement d'air, exprimé en mètres cubes par heure (m^3/h).

F.2.3.2 | Humidité des locaux

L'humidité des locaux dépend de l'hygrométrie intérieure (voir F.2.3.1), des conditions extérieures (humidité de l'air extérieur, W_e), de la température et de la régulation (renouvellement d'air).

Elle peut être reliée à l'humidité absolue de l'air intérieur (W_i), telle que :

$$W_i = W_e + W/n$$

Les locaux peuvent être classés en fonction de leur humidité de la manière suivante :

- À hygrométrie faible avec $3 \text{ g/m}^3 \leq W_i \leq 12 \text{ g/m}^3$;
- À hygrométrie moyenne avec $5 \text{ g/m}^3 < W_i \leq 15 \text{ g/m}^3$;
- À hygrométrie forte avec $5 \text{ g/m}^3 < W_i < 17 \text{ g/m}^3$;
- À ambiance humide lorsque l'hygrométrie est forte et dans les conditions d'utilisation du local, il y a condensation intermittente sur les parements ;
- À ambiance très humide lorsque l'hygrométrie est très forte et dans les conditions d'utilisation du local, il y a condensation fréquente sur les parements ;
- À ambiance saturée lorsque l'hygrométrie est très forte et dans les conditions d'utilisation du local, il y a condensation permanente sur les parements.

F.2.4 | Classification indicative des locaux en fonction des contraintes

Une classification indicative des locaux en fonction des contraintes (voir F.2.1) est donnée dans le [Tableau F.1](#).



Agressivité	Humidité	Exemples de locaux
Ambiance non agressive	Hygrométrie faible	Immeubles de bureaux non conditionnés, logements équipés de ventilations mécaniques contrôlées et de systèmes propres à évacuer les pointes de production de vapeur d'eau dès qu'elles se produisent (hottes...) Locaux sportifs sans public (sauf piscines ou patinoires), non compris leurs dépendances (douches, vestiaires, ...) Stockage des produits secs emballés Congélation Stockage produits congelés ou surgelés (sauf poissons non emballés) Tri et conditionnement
Ambiance non agressive	Hygrométrie moyenne	Locaux scolaires sous réserve d'une ventilation appropriée Bâtiments d'habitation correctement chauffés et ventilés Locaux sportifs avec public Locaux culturels et salles polyvalentes ou de culte <i>NOTE: Les deux dernières catégories de locaux peuvent être classées en fonction de l'intensité de leur occupation en moyenne ou forte hygrométrie.</i> Réfrigération, tri, emballage des fruits et légumes Stockage en atmosphère contrôlée Stockage, conservation des produits laitiers ou d'origine carnée emballés
Ambiance non agressive	Hygrométrie forte	Bâtiments d'habitation médiocrement ventilés Locaux avec forte concentration humaine (vestiaires collectifs, certains ateliers, ...) Locaux à atmosphère humide contrôlée pour les besoins de la fabrication des produits Locaux climatisés Locaux chauffés par panneaux radiants à combustible gaz Stockage, préparation en ambiance humide (salade, fleurs, fruits) Réfrigération des produits d'origine carnée Fabrication de crèmes glacées
Ambiance faiblement agressive	Humide (forte hygrométrie)	Chambres froides à endives (chicons) Préparation de plats cuisinés, cuisine collective Bâtiments d'élevage agricole, manèges de chevaux Patinoires Caves à vin Découpe de viande, charcuterie Travail du beurre Chambre de pousse
Ambiance agressive	Très humide (Très forte hygrométrie)	Salle de cuisson Piscines Séchoirs, fumoirs Lavage des bouteilles Hâloirs à fromages Laboratoire de panification, chambre de fermentation Stockage d'ordures ménagères Stockage, congélation de poisson non emballé Teinturerie, blanchisserie, ateliers de tissage
Ambiance très agressive	Saturée (Très forte hygrométrie)	Cuirs et peaux Salage, saumurage, conserverie, triperie Locaux de travail laiterie, fromagerie Travail, préparation des produits de la mer Échaudage, éviscération, hall d'abattage Papeterie (travail de la pâte à papier) Stockage d'ordures ménagères Culture de champignons

Tableau F.1 - Classification indicative des locaux en fonction des contraintes

F.3 | ATMOSPHÈRES EXTÉRIEURES

F.3.1 | Généralités

Les atmosphères définies aux F.3.2 à F.3.5 ne peuvent être considérées que pour des altitudes inférieures ou égales à 900 m. Pour les altitudes supérieures à 900 m, voir F.3.6.

| **Note :** L'Annexe F donne des recommandations relatives à l'entretien des ouvrages extérieurs constitués de tôles et bandes prélaquées.

F.3.2 | Atmosphère rurale non polluée

Milieu correspondant à l'extérieur des constructions situées à la campagne en l'absence de pollution particulière.

Par exemple : retombée de fumées contenant des vapeurs sulfureuses (chauffage au mazout).

F.3.3 | Atmosphère urbaine ou industrielle normale

Milieu correspondant à l'extérieur des constructions situées dans des agglomérations et/ou dans un environnement industriel comportant une ou plusieurs usines produisant des gaz et des fumées créant un accroissement sensible de la pollution atmosphérique sans être source de corrosion due à la forte teneur en composés chimiques.

F.3.4 | Atmosphère urbaine ou industrielle sévère

Milieu correspondant à l'extérieur des constructions situées dans des agglomérations ou dans un environnement industriel avec une forte teneur en composés chimiques, source de corrosion (par exemple, raffineries, usines d'incinération, distilleries, engrais, cimenteries, papeteries, etc.), d'une façon continue ou intermittente.

F.3.5 | Atmosphères marines

- Atmosphère des constructions situées entre 10 km et 20 km du littoral ;
- Atmosphère des constructions situées entre 3 km et 10 km du littoral ;
- Bord de mer : Moins de 3 km du littoral, à l'exclusion des conditions d'attaque directe par l'eau de mer (front de mer) ;
- Atmosphère mixte : Milieu correspondant à la concomitance d'une atmosphère marine de bord de mer et d'une des atmosphères définies aux F.3.3 et F.3.4.

F.3.6 | Atmosphères spéciales

- Atmosphère des constructions soumises à un fort rayonnement U.V. ;

Par exemple : constructions situées en métropole à une altitude supérieure à 900 m, constructions situées dans les DOM-TOM entre les 38° parallèles nord et sud.

- Atmosphères particulières : Milieu où la sévérité des expositions décrites précédemment est accrue par certains effets, tels que :
 - L'abrasion ;
 - Les températures élevées ;
 - Les hygrométries élevées ;
 - Les dépôts de poussière importants ;
 - Les embruns en front de mer.



Annexe G | Épaisseurs minimales des bacs et plateaux structuraux et profilés

G.1 | ÉPAISSEURS NOMINALES MINIMALES DES BACS STRUCTURAUX

G.1.1 | Bacs et plateaux structuraux

Les épaisseurs doivent être conformes aux spécifications d'exécution.

Les épaisseurs nominales minimales des bacs structuraux ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées au [Tableau G.1](#) ci-dessous :

Destination des bacs structuraux	Épaisseurs minimales des tôles
Couverture	$t_N \geq 0,63$ mm
Toiture	$t_N \geq 0,75$ mm
Coffrage collaborant pour plancher	$t_N \geq 0,75$ mm
Plancher sec	$t_N \geq 0,75$ mm
Parois et bardages :	
Peau extérieure en pose verticale en pose horizontale	$t_N \geq 0,63$ mm $t_N \geq 0,75$ mm
Simple peau ou peau intérieure en pose verticale en pose horizontale	$t_N \geq 0,63$ mm $t_N \geq 0,75$ mm
Plateaux	$t_N \geq 0,75$ mm
Faitière structurale en complément des liens de panne	$t_N \geq 1,50$ mm
Écarteurs en toiture	$t_N \geq 1,50$ mm
Raidisseurs de bord	$t_N \geq 1,50$ mm
Costière de rive	$t_N \geq 1,50$ mm
<i>NOTE : Les calculs statiques selon les Eurocodes fournissent une épaisseur nominale requise pour le calcul. Les valeurs ci-dessus sont fondées sur des expériences d'exécution acquises sur chantier.</i>	

Tableau G.1—Épaisseurs nominales minimales des bacs structuraux

G.1.2 | Éléments structuraux linéaires

Les épaisseurs doivent être conformes aux spécifications d'exécution.

Les épaisseurs nominales minimales des profilés longs formés à froid structuraux ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées au [Tableau G.2](#) ci-dessous :

Destination des éléments structuraux	Épaisseurs minimales des tôles
Panne et lisse de bardage ^a	$t_N \geq 1,50$ mm
Solive et poutre	$t_N \geq 1,50$ mm
Élément de maintien (ex : bracon)	$t_N \geq 1,50$ mm
Poteau	$t_N \geq 0,88$ mm
Chéneau porteur	$t_N \geq 1,50$ mm
^a Sur justifications particulières et en restant conforme aux spécifications de la NF EN 1993-1-3, des épaisseurs comprises entre 0,88 mm et 1,50 mm sont envisageables.	

Tableau G.2 - Épaisseurs nominales minimales des profilés structuraux

Annexe H | Dispositions pour la mise en œuvre des bacs de plancher

H.1 | CONDITIONS D'APPUI MINIMALES

Les conditions du [Tableau H.1](#) ci-dessous s'appliquent :

Type d'élément porteur	Acier	Béton ou maçonnerie (avec insert métallique)	Bois
	mm	mm	mm
Largeur d'appui d'extrémité minimale	40	60 ^a	60
Largeur d'appui intermédiaire minimale	40	60 ^a	60

^a 40mm dans le cas de poutre en béton armé ou précontrainte préfabriquée

Tableau H.1 - Largeurs d'appui minimales pour les planchers secs

H.2 | TOLÉRANCES D'EXÉCUTION

Les tolérances d'exécution du plancher sont celles définies dans le NF DTU 51.3 et la NF P 63-203-1 « Planchers en bois ou en panneaux à base de bois » auxquelles il faut ajouter les flèches admissibles du plancher définies dans les fiches techniques du fabricant des profils.

H.3 | FIXATIONS

Les profils sont fixés sur leurs appuis à raison d'une fixation par nervure par appui, et ils sont couturés avec une densité minimale d'une fixation en acier de diamètre 5,5 mm par mètre.

H.4 | DURABILITÉ

La durabilité des planchers métalliques est établie à partir d'une part des normes NF P 34-301 et NF P 34-310 et d'autre part en fonction de l'ambiance intérieure et des conditions d'utilisation et d'entretien des planchers exigées dans les pièces du marché.

Les conditions à respecter pour la durabilité d'un plancher bois sont données dans le NF DTU 51.3 en fonction de l'ambiance et des conditions intérieures d'utilisation et d'entretien des planchers exigées dans les pièces du marché.

H.5 | DÉTAIL D'EXÉCUTION DES PLANCHERS SECS

Des exemples d'exécution des planchers sont donnés aux [Figures H.1](#) à [H.5](#) ci-après.

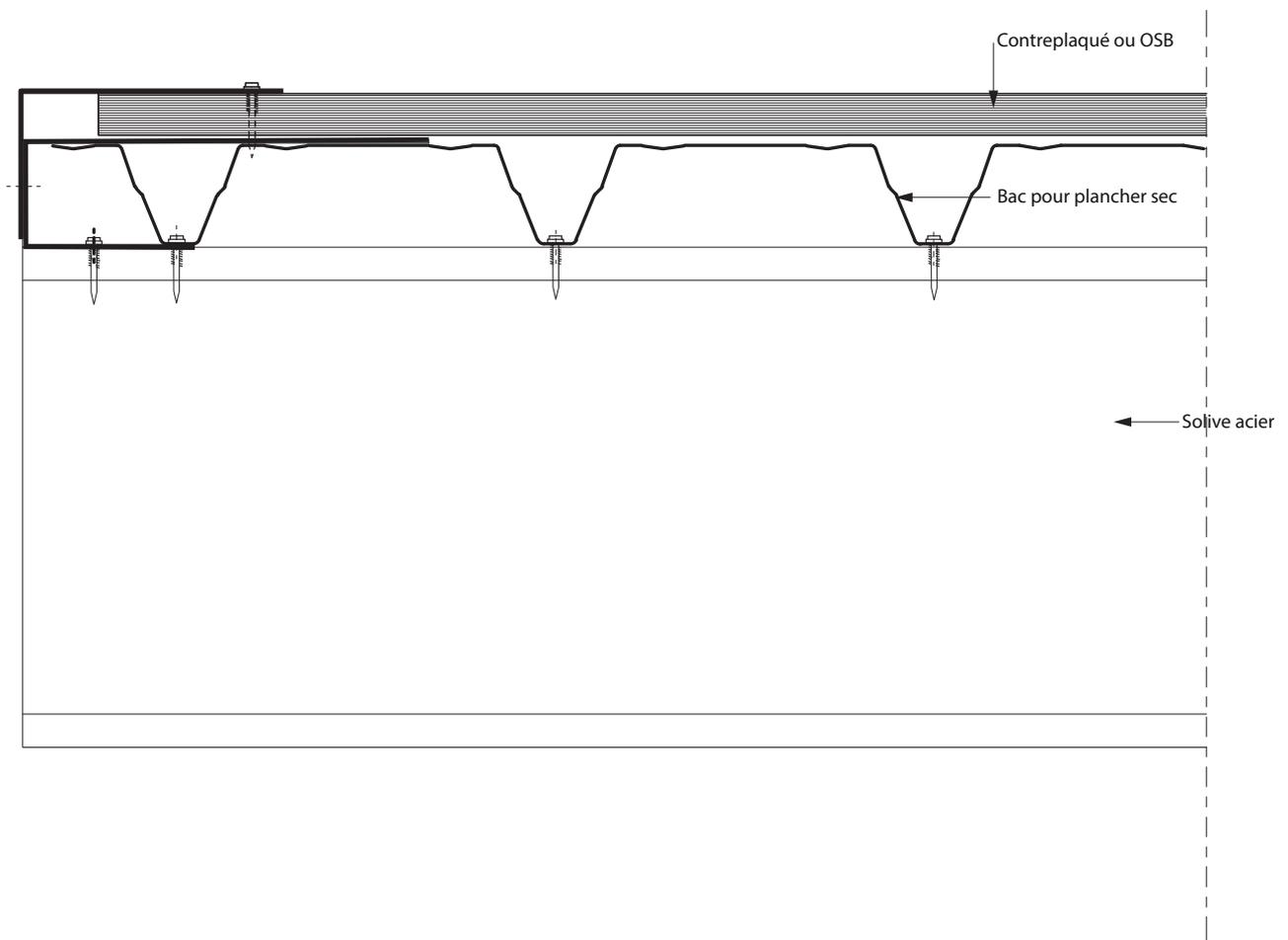


Figure H.1 - Exemple de réalisation de rive de plancher sec

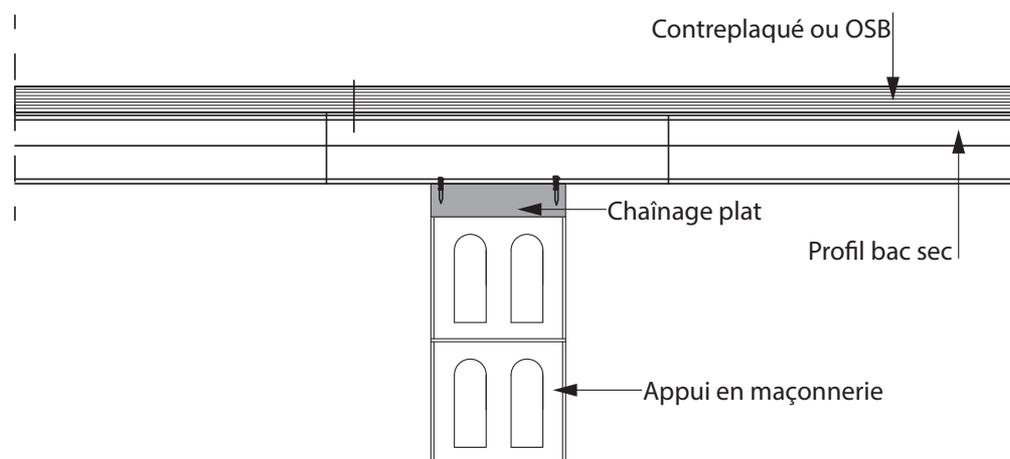


Figure H.2 - Exemple de continuité de bac sur appui en maçonnerie

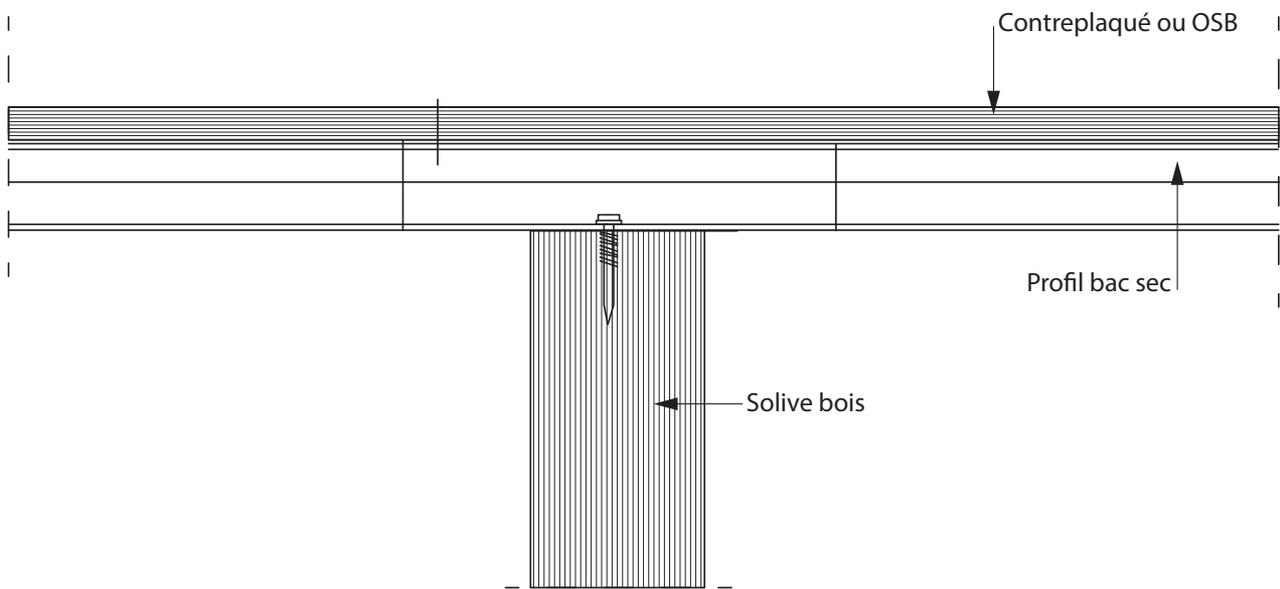


Figure H.3 - Exemple de continuité de bac sur appui bois

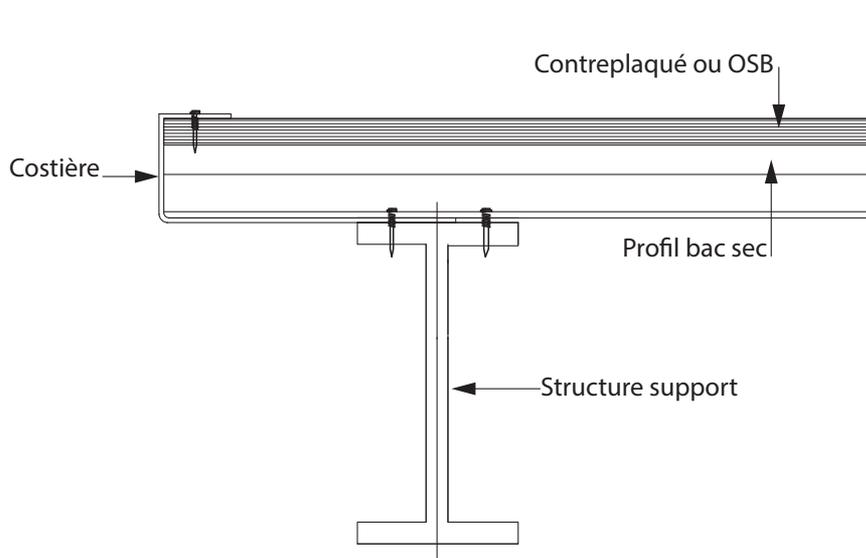


Figure H.4 - Exemple d'appui acier



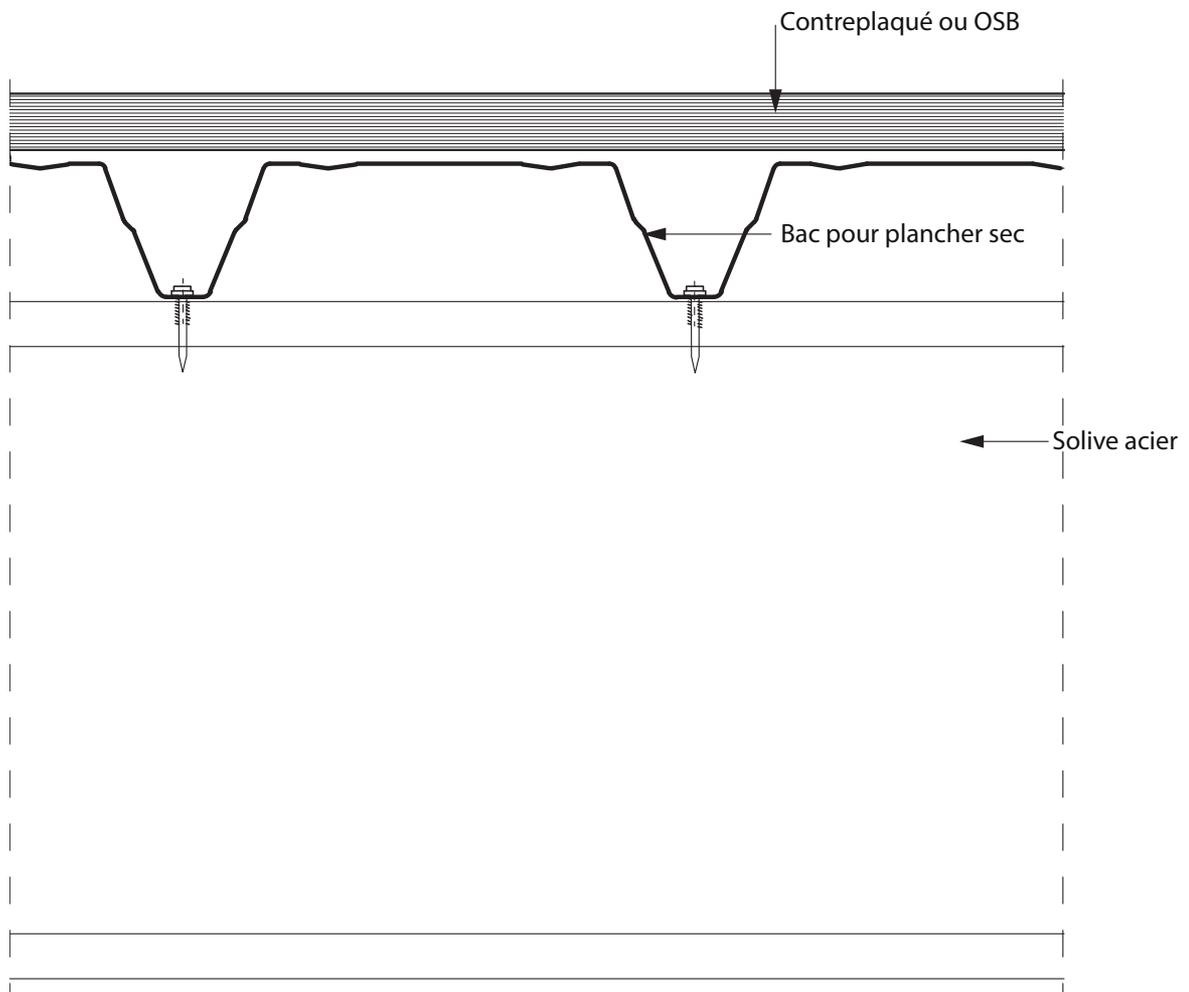


Figure H.5—Plancher sec – coupe en partie courante

Bibliographie

- [1] Publication CECM N° 88 (1995): *European recommendations for the application of metal sheeting acting as a diaphragm*
- [2] Guide ENS « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti - Justifications parasismiques pour le bâtiment « à risque normal », MEDDTL/DGALN/DHUP, juillet 2013
- [3] Cahier CSTB 3537-V2 cahier des prescriptions techniques communes minimales pour la conception et la réalisation des toitures avec isolation sur ces éléments porteurs
- [4] Cahier CSTB 3644 supports de systèmes d'étanchéité de toiture dans les départements d'outre-mer (DOM)
- [5] Guide CSTB de couverture en climat de montagne de Juin 2011
- [6] Cahier CSTB 2267-2 Toiture avec étanchéité en climat de montagne de septembre 1988
- [7] The Steel Construction Institute (SCI), 2006 « Structures en acier inoxydable - Guide de conception (3^e édition) » (<http://www.steel-stainless.org/media/1067/french.pdf>)
- [8] RAGE Recommandations professionnelles « Bardages en acier protégé et en acier inoxydable, conception et mise en œuvre, neuf et rénovation » de juillet 2014
- [9] Recommandations BNCM/CNC2M N0035 du 31 janvier 2013 « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier non ou faiblement dissipatives » (*Publication CTICM*)
- [10] Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées –CSFE- EMB - ADI-VET- Edition N°3 Mai 2018
- [11] Restraint of purlins for various roof systems » T. Vraný, M. Braham & A. Belica (<http://www.nordicsteel2009.se/pdf/126.pdf>)

