

DTU 43.3 – Couvertures avec revêtement d'étanchéité

Sommaire

Page de garde

Sommaire

1 domaine d'application

2 références normatives

3 définitions

3.1 terminologie

3.1.1 ossature

3.1.2 tôles d'acier nervurées et reliefs

3.1.3 pare-vapeur

3.1.4 isolation thermique

3.1.5 revêtement d'étanchéité

3.1.6 couche d'indépendance - couche de désolidarisation

3.1.7 protection et autoprotection

3.1.8 noues et chéneaux

3.1.9 contre-bardage

3.2 définition des toitures selon l'accessibilité

3.2.1 toitures non accessibles sauf pour l'entretien normal, dites toitures inaccessibles

3.2.2 aires ou chemins de circulation (pentes [inférieur ou égal] 50 %)

3.2.3 zones techniques (pentes [inférieur ou égal] 5 %)

3.3 définition des toitures selon la pente

3.3.1 pente des parties courantes

3.3.2 pente dans les noues

3.3.3 pente dans les chéneaux

4 dispositions générales

4.1 conditions nécessaires à l'exécution des travaux

4.2 implantation des ouvrages particuliers

4.2.1 émergences (figure 4)

4.2.2 dispositifs d'évacuation des eaux pluviales

4.2.3 chéneaux

5 prescriptions concernant l'exécution des travaux en parties courantes

5.1 stockage - Approvisionnement et circulation en toiture

5.1.1 stockage au sol

5.1.2 approvisionnement en toiture

5.1.3 circulation en toiture

5.2 tôles d'acier nervurées

5.2.1 conditions d'emploi

5.2.2 choix des tôles d'acier nervurées et de leur épaisseur en fonction des charges et des portées

5.2.3 mise en place des tôles d'acier nervurées

5.2.4 fixation à l'ossature

5.2.5 fixations de couture

5.3 pare-vapeur

5.4 isolation thermique

5.4.1 généralités

5.4.2 épaisseur des panneaux isolants

- 5.4.3 mise en oeuvre des panneaux isolants
- 5.4.4 systèmes de fixation
- 5.4.5 mise en oeuvre des fixations mécaniques
- 5.4.6 cas particulier de la mise en oeuvre des panneaux isolants sur toitures de pente [supérieur ou égal] 100 % et de versant de longueur [supérieur ou égal] 5 m
- 5.4.7 cas particulier de mise en oeuvre des panneaux isolants sur toitures courbes
- 5.4.8 isolation thermique des reliefs
- 5.5 ouvrages d'étanchéité (parties courantes, noues, relevés, chéneaux) et de protection
- 5.5.1 généralités sur les revêtements d'étanchéité
- 5.5.2 système de pose de revêtement en parties courantes
- 5.5.3 dispositions générales concernant la pose
- 5.5.4 composition des revêtements en parties courantes sur toitures-terrasses plates (pente de 3 % à 5 %, limites incluse)
- 5.5.5 composition des revêtements sur toitures inclinées (pente [supérieur à] 5 %)
- 5.5.6 étanchéité des ouvrages particuliers
- 5.5.7 protection des revêtements d'étanchéité
- 6 ouvrages particuliers
- 6.1 nomenclature
- 6.2 noues et chéneaux
- 6.2.1 noues
- 6.2.2 chéneaux en encorbellement
- 6.3 faîtages, arêtières et divers changements de pente
- 6.4 bandes métalliques reliées à l'étanchéité (rives, égouts, faîtages simples...)
- 6.4.1 caractéristiques des bandes métalliques
- 6.4.2 fixation des bandes métalliques
- 6.4.3 R raccordement au revêtement d'étanchéité
- 6.5 Reliefs
- 6.5.1 généralités
- 6.5.2 hauteur des reliefs (figure 19)
- 6.5.3 forme des reliefs
- 6.5.4 costières
- 6.5.5 isolation thermique des reliefs
- 6.5.6 calfeutrement à l'air au droit des reliefs
- 6.6 joints de dilatation (figure 29)
- 6.7 lanterneaux, exutoires de fumées, aérateurs...
- 6.8 dispositifs d'évacuation des eaux pluviales
- 6.8.1 généralités
- 6.8.2 ossature - chevêtre
- 6.8.3 renfort des tôles d'acier nervurées
- 6.8.4 implantation et surface collectée
- 6.8.5 Sections des entrées d'eaux pluviales (EEP) et des descentes d'eaux pluviales (DE P)
- 6.8.6 entrée d'eaux pluviales (EEP)
- 6.8.7 trop-pleins
- 6.9 traversées de toiture (ventilations, potelets,...)
- 6.9.1 généralités
- 6.9.2 constitution et raccordement à l'étanchéité
- 7 dispositions spécifiques
- 7.1 dispositions liées aux locaux à forte ou très forte hygrométrie
- 7.1.1 locaux à forte hygrométrie
- 7.1.2 locaux à très forte hygrométrie
- 7.2 dispositions liées aux locaux réfrigérés
- 7.3 dispositions liées à l'emploi de matériaux ou à la présence d'ouvrages en sous-face des

- tôles d'acier nervurées
- 7.3.1 produits projetés
- 7.3.2 plafonds suspendus
- 7.4 dispositions liées à l'environnement
- 7.5 dispositions liées aux équipements de toitures à zones techniques
- 7.6 dispositions liées à la correction acoustique des locaux
- 7.7 dispositions liées à la tenue au feu
- 8 épreuves d'étanchéité à l'eau
- 9 bibliographie
- Annexe A (informatif) entretien et usage
- Annexe B (informatif) sécurité des personnes
 - B.1
 - B.2
 - B.3
- Annexe C (informatif) classification des locaux en fonction de leur hygrométrie et de l'ambiance intérieure
 - C.1 hygrométrie des locaux
 - C.1.1 généralités
 - C.1.2 classement descriptif indicatif
 - C.2 ambiances intérieures
- Annexe D (normative) conditions nécessaires à l'exécution des travaux (pentes, ossatures, charges)
 - D.1 pentes
 - D.1.1 cas général
 - D.1.2 Cas des toitures avec noues de pente [supérieur ou égal] 0,5 % avec tôles d'acier nervurées posées perpendiculairement à cette noue
 - D.1.3 chéneaux
 - D.2 ossature
 - D.2.1 vérification de l'ossature sous le phénomène d'accumulation d'eau dans les noues
 - D.2.2 appuis des tôles d'acier nervurées
 - D.2.3 ouvrages particuliers
 - D.3 charges à prendre en compte
 - D.3.1 charges descendantes
 - D.3.2 charges ascendantes
- Annexe E (normative) matériaux
 - E.1 tôles d'acier nervurées
 - E.1.1 définition
 - E.1.2 identification
 - E.1.3 matériau de base
 - E.1.4 caractéristiques géométriques des tôles d'acier nervurées
 - E.1.5 marquage et/ou désignation
 - E.1.6 aspect
 - E.1.7 tôles perforées ou crevées
 - E.1.8 Portées limites utiles en fonction des charges
 - E.2 pare-vapeur
 - E.2.1 sur tôles d'acier nervurées perforées ou crevées (sur locaux à faible et moyenne hygrométrie)
 - E.2.2 sur tôles d'acier nervurées pleines
 - E.3 panneaux isolants non porteurs supports de revêtements d'étanchéité
 - E.3.1 nomenclature (en fonction de leur nature)
 - E.4 matériaux d'étanchéité
 - E.4.1 asphalte

- E.4.2 enduits d'application à chaud (EAC)
- E.4.3 enduits d'imprégnation à froid.
- E.4.4 matériaux d'étanchéité en feuilles pour parties courantes et noues
- E.4.5 matériaux pour équerre de renfort
- E.4.6 matériaux pour relevés et chéneaux
- E.4.7 feuille spéciale autoprotégée pour aires ou chemins de circulation et zones techniques
- E.5 matériaux pour couche d'indépendance et de désolidarisation
 - E.5.1 matériaux pour couche d'indépendance
 - E.5.2 écran synthétique de désolidarisation
- E.6 matériaux pour ouvrages annexes
 - E.6.1 fixations pour tôles d'acier nervurées
 - E.6.2 fixations pour isolants sur tôles d'acier nervurées (et platelage support de pare-vapeur)
 - E.6.3 fixations mécaniques de platelage support de pare-vapeur
 - E.6.4 fixations mécaniques du haut des lés d'étanchéité
 - E.6.5 métaux pour ouvrages particuliers et accessoires divers
 - E.6.6 matériaux pour butée des panneaux isolants
 - E.6.7 matériaux pour protection rapportée meuble
 - E.6.8 matériaux pour protection des zones techniques et des aires ou chemins de circulation de pente [inférieur ou égal] 5 %
 - E.6.9 matériaux pour protection des aires ou chemins de circulation de pente 5 % à 50 %
- Annexe F (normative) détermination des portées utiles des tôles d'acier nervurées
 - F.1 exécution des essais de flexion
 - F.1.1 modalités
 - F.1.2 programme d'essais de flexion
 - F.2 interprétation des résultats des essais de flexion pour une épaisseur donnée de tôle d'acier nervurée
 - F.2.1 résultat des essais
 - F.2.2 interprétation des résultats des essais
 - F.3 interpolations et extrapolations
 - F.3.1 en termes de charge
 - F.3.2 en termes de portée
 - F.3.3 en termes d'épaisseur
 - F.3.4 en termes de critère de flèche
 - F.3.5 en termes de type de perforation
 - F.4 principes de vérification des tôles d'acier nervurées
 - F.4.1 travée simple
 - F.4.2 travées multiples
 - F.5 présentation des résultats
- Annexe G (informative) règles simplifiées de vérification des éléments d'ossature supports de noues de toitures légères pour tenir compte du phénomène d'accumulation d'eau
 - G.1 préambule
 - G.2 établissement des règles simplifiées
 - G.3 énoncé des règles simplifiées
 - G.3.1 pente de noue théorique [supérieur ou égal] $0,8 \% + (4/L) \%$
 - G.3.2 pente de noue théorique [inférieur à] $0,8 \% + (4/L) \%$
- Annexe H (normative) implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales - Nécessité de vérification des éléments d'ossature sous accumulation d'eau
 - H.1 définitions (au sens de la présente annexe) (voir figures H.1, H.2 et H.3)
 - H.1.1 concernant l'ossature :
 - H.1.2 concernant l'évacuation des eaux pluviales :

H.2 implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales - Nécessité de vérification des éléments d'ossature sous accumulation d'eau

H.2.1 principes

H.2.2 dispositions à respecter vis-à-vis de l'implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales

H.2.3 vérification des éléments d'ossature sous accumulation d'eau

1 domaine d'application

Le présent document définit l'exécution des ouvrages de toitures comportant des éléments porteurs en tôle d'acier nervurée recevant un revêtement d'étanchéité.

Ils comportent :

- des tôles d'acier nervurées ;
- éventuellement un pare-vapeur ;
- des panneaux isolants non porteurs ;
- un revêtement d'étanchéité et éventuellement une protection lourde ;
- des ouvrages particuliers qui comprennent notamment : noues, reliefs, joints de dilatation de l'ossature, lanterneaux, dispositifs d'évacuation des eaux pluviales, traversées de toiture, etc.

Le présent document s'applique aux bâtiments réalisés en France métropolitaine.

Il ne s'applique ni aux toitures réalisées dans les régions sous climat de montagne (altitude > 900 m), ni aux toitures des locaux à température contrôlée négative.

NOTE

Des croquis figurent au présent document pour aider à la compréhension du texte. Ils constituent des exemples indicatifs et non limitatifs de réalisation des ouvrages auxquels ils se rapportent.

2 références normatives

Ce document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

NF EN 335.1

Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Définition des classes de risque d'attaque biologique - Partie 1 : Généralités (indice de classement : B 50-100-1).

NF EN 335-2

Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Définition des classes de risque d'attaque biologique - Partie 2 : Application au bois massif (indice de classement : B 50-100-2).

NF EN 10002-1

Matériaux métalliques - Essai de traction - Partie 1 : Méthode d'essai (à la température ambiante) (indice de classement : A 03-001).

NF EN 10002-2

Matériaux métalliques - Essai de traction - Partie 2 : Vérification du système de mesure de la charge de la machine d'essai de traction (indice de classement : A 03-002).

NF EN 10142

Tôles et bandes en acier doux galvanisées à chaud et en continu pour formage à froid - Conditions techniques de livraison (indice de classement : NF A 36-321).

NF EN 10143

Tôles et bandes en acier revêtues d'un métal en continu par immersion à chaud - Tolérances sur les dimensions et la forme (indice de classement : A 46-323).

NF EN 10147

Tôles et bandes en acier de construction galvanisées à chaud en continu - Conditions techniques de livraison (indice de classement : A 36-322).

NF A 35-053

Fil machine en acier non allié pour fabrications réalisées par formage à chaud ou à froid - Qualités.

NF A 35-551

Aciers de construction non alliés et alliés spéciaux pour cémentation - Nuances - Demi-produits, barres et fils machine.

NF A 35-574

Produits sidérurgiques - Aciers inoxydables d'usage général - Demi-produits, barres et fil machine.

XP A 36-324

Produits sidérurgiques - Tôles d'acier revêtues en continu d'alliage zinc-aluminium et lanthanides (avec 95 % de zinc environ) - Tôle à limite d'élasticité minimale imposée pour pliage et profilage.

NF A 55-401

Métaux non ferreux - Demi-produits en plomb laminés à froid - Caractéristiques.

NF A 55-411

Demi-produits en plomb - Tuyaux - Dimensions et tolérances.

NF A 91-131

Fils d'acier galvanisés à chaud - Spécification du revêtement de zinc.

NF B 50-100

Bois et ouvrages en bois - Analyse des risques biologiques - Définition des classes - Spécifications minimales de préservation à titre préventif.

FD E 25-033

Eléments de fixation - Nuances d'aciers inoxydables pour la fabrication des produits.

NF E 85-010

Eléments d'installations industrielles - Echelles métalliques fixes avec ou sans crinoline - Conception - Installation - Essais.

NF G 07-001

Essais des tissus - Détermination de la force de rupture et de l'allongement de rupture par traction (essai sur bande effilochée ou découpée) - Méthode simplifiée.

NF P 06-001 : 1986

Bases de calcul des constructions - Charges d'exploitation des bâtiments.

NF P 06-004

Bases de calcul des constructions - Charges permanentes et charges d'exploitation dues aux forces de pesanteur.

XP P 18-101

Granulats - Vocabulaire - Définitions et classifications.

XP P 30-313

Travaux de couverture - Eléments de fixation - Détermination de la résistance caractéristique d'assemblage - Méthode d'essai d'arrachement des fixations de l'isolant ou du revêtement d'étanchéité sur l'élément porteur (à l'étude à l'heure actuelle).

XP P 30-314

Travaux de couverture et de bardage - Eléments de fixation - Détermination de la résistance caractéristique d'assemblage Méthode d'essai d'arrachement de l'assemblage

des plaques en tôle d'acier ou d'aluminium au support (à l'étude à l'heure actuelle).

XP P 34-301

Tôles et bandes en acier de construction galvanisées prélaquées ou revêtues d'un film organique calandré destinées au bâtiment.

XP P 34-310

Tôles et bandes en acier de construction galvanisées à chaud en continu destinées au bâtiment - Classification et essais.

NF P 34-402

Couverture - Métal - Bandes métalliques façonnées - Spécifications.

NF P 34.503 : 1981

Couverture - Plaques nervurées en tôle d'acier galvanisées, revêtues, ou non - Essais de flexion.

XP P 37-418

Accessoires de couverture - Lanternaux - Lanternaux d'éclairage zénithal fixes ou ouvrants, en polyméthacrylate de méthyle ou en polyester armé de fibres de verre - Définitions, spécifications, méthodes d'essais.

NF P 83-311

Filets de sécurité en nappe nouée en textiles chimiques à base de polymères synthétiques pour équipements de support.

NF P 84-302

Feutre bitumé à armature en carton- feutre.

XP P 84-303

Étanchéité - Chape souple de bitume armé à armature en tissu de verre.

NF P 84-305

Produits asphaltiques.

NF P 84-310

Barrière à la vapeur en aluminium bitume.

NF P 84-312

Chape souple de bitume armé à haute résistance à double armature en tissu de verre et voile de verre (50 TV-VV-HR).

NF P 84-313

Feutre bitumé à armature en voile de verre à haute résistance (36 SVV-HR).

NF P 84-314

Chape souple de bitume armé à armature en voile de verre (40 VV).

XP P 84-315

Feutre bitumé à double armature en polyester et voile de verre (36 SPY-VV).

XP P 84-316

Étanchéité - Chape souple de bitume armé à armature en tissu de verre autoprotégé par feuille métallique thermostable (TV th).

XP P 84-352

Étanchéité - Revêtements d'étanchéité - Essai de poinçonnement statique.

NF P 93-311

Filets de sécurité en textiles à base de polymères synthétiques - Caractéristiques - Essais

NF T 30-055

Peintures - Essai de résistance aux atmosphères humides contenant du dioxyde de soufre.

NF T 66-004

Pétroles et dérivés - Produits bitumineux - Pénétrabilité à l'aiguille.

NF T 66-008

Détermination du point de ramollissement des produits bitumineux - Méthode « bille et anneau ».

NF T 66-011

Pétroles et dérivés - Produits bitumineux - Détermination des pertes de masse au

chauffage.

DTU P 06-002

Règles NV 65 et annexes - Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions.

DTU P 06-006

Règles « N 84 » - Actions de la neige sur les constructions.

DTU P 22-703

Justification par le calcul de la sécurité des constructions - Règles de calcul des constructions en éléments à parois minces en acier.

DTU P 40-202

DTU 60.11 - Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales.

DTU P 50-702

Règles Th-K 77 - Règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois de construction.

3 définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent :

3.1 terminologie

3.1.1 ossature

Élément de la construction sur lequel sont directement fixées les tôles d'acier nervurées. Elle est constituée d'ouvrages répondant aux définitions du paragraphe D.2.

3.1.2 tôles d'acier nervurées et reliefs

3.1.2.1 tôles d'acier nervurées

Éléments métalliques en tôle d'acier protégée nervurée, fixés sur l'ossature et assemblés entre eux de façon à fournir un platelage continu destiné à recevoir les panneaux isolants supports du revêtement d'étanchéité.

3.1.2.2 reliefs

Ouvrages émergents sur lesquels l'étanchéité est relevée. Ils doivent être solidaires des tôles d'acier nervurées. Ils sont constitués de costières en tôle d'acier, éventuellement revêtues de panneaux isolants.

3.1.3 pare-vapeur

Dispositif de protection contre la migration de la vapeur d'eau, placé sous la couche d'isolation thermique. Il peut être constitué d'écrans rapportés continus ou de bandes mises en place sur les recouvrements des tôles d'acier nervurées.

3.1.4 isolation thermique

Elle est destinée à réduire les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur des bâtiments. Elle est réalisée par des panneaux isolants non porteurs, qui servent également de support continu, sur lesquels est appliqué le revêtement d'étanchéité.

3.1.5 revêtement d'étanchéité

Le terme « revêtement d'étanchéité » désigne la totalité du complexe d'étanchéité proprement dit, appliqué, tant en parties courantes que sur les ouvrages particuliers.

Sur les parties courantes, le revêtement d'étanchéité est désigné par « revêtement d'étanchéité appliqué en parties courantes ».

Sur les reliefs, le revêtement est appelé « relevé ».

3.1.6 couche d'indépendance - couche de désolidarisation

La couche d'indépendance, lorsqu'elle existe, est disposée entre le revêtement d'étanchéité et son support pour empêcher leur adhérence.

La couche de désolidarisation, lorsqu'elle existe, est disposée entre le revêtement d'étanchéité et la protection lourde lorsqu'elle existe.

3.1.7 protection et autoprotection

3.1.7.1 protection lourde meuble

Protection rapportée constituée par un lit de granulats minéraux libres.

3.1.7.2 protection lourde dure

Protection rapportée par dalles préfabriquées.

3.1.7.3 auto protection

L'autoprotection est une protection mince réalisée en usine sur un matériau d'étanchéité en feuille. Actuellement les autoprotecteurs sont constitués soit par des granulés minéraux, soit par des feuilles métalliques minces.

3.1.8 noues et chéneaux

3.1.8.1 noues

Dans le présent document, le terme « noue traditionnelle » désigne la ligne rentrante formée par l'intersection latérale de deux pans de couverture (figure 1).

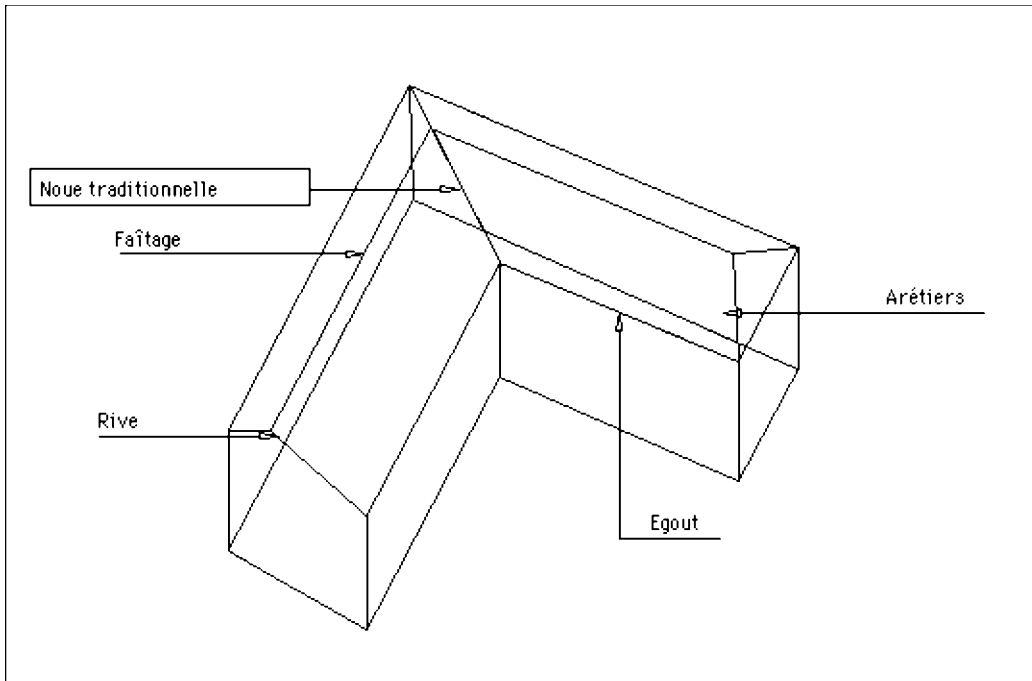


Figure 1 Noe

traditionnelle

Le terme « noe » désigne la ligne rentrante, inclinée ou à pente nulle, formée par l'intersection inférieure de deux pans de couverture (noe centrale) ou d'un pan de couverture et d'une paroi verticale (noe de rive) (figure 2).

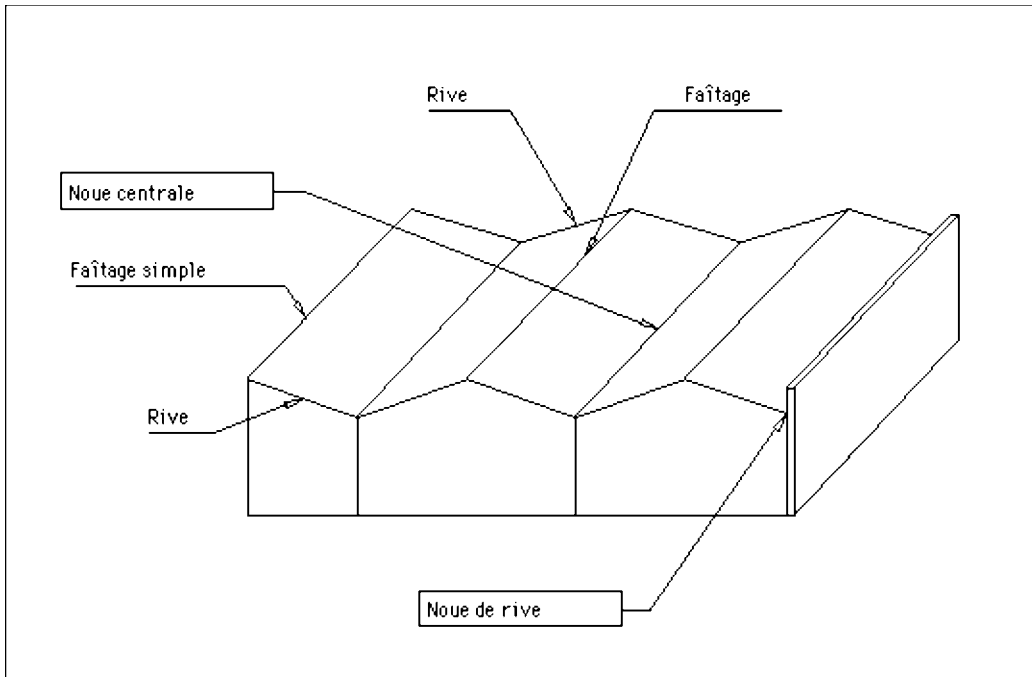


Figure 2 Noe
centrale et noe de rive

3.1.8.2 chéneaux

Le terme « chéneau » désigne un ouvrage de collecte des eaux pluviales construit en encorbellement et désolidarisé de la partie courante de la toiture.

3.1.9 contre-bardage

C'est un habillage vertical, situé au-dessus d'un relief, permettant de limiter la hauteur du relevé d'étanchéité (figure 3).

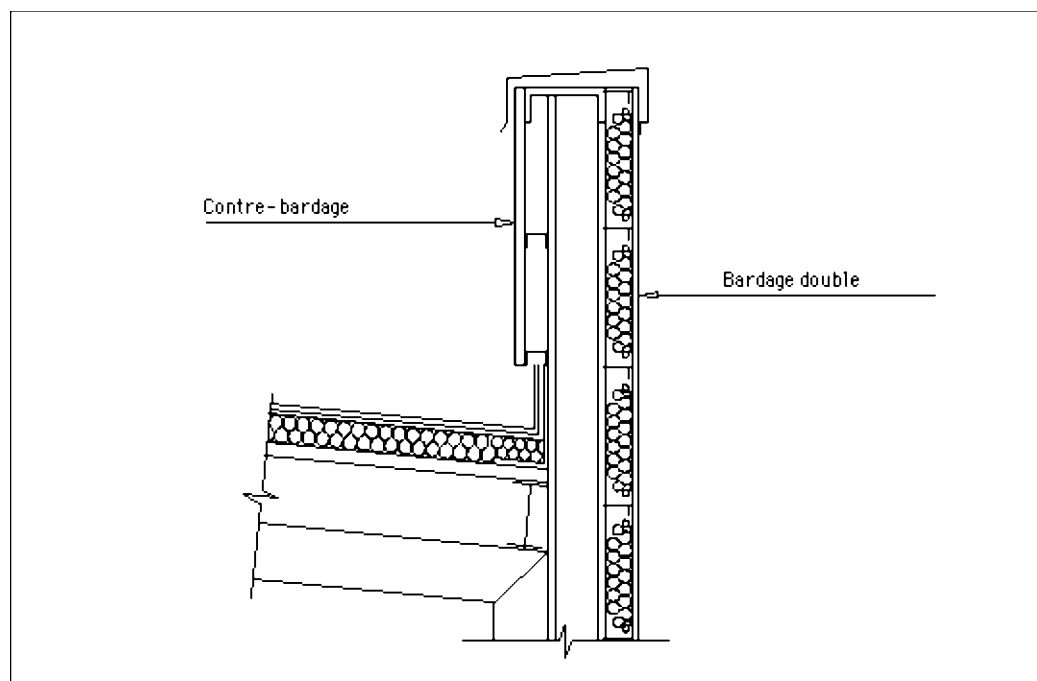


Figure 3 Contre-

bardage

3.2 définition des toitures selon l'accessibilité

Du point de vue de l'accessibilité, les toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité sont classées en trois catégories :

NOTE

Les Documents Particuliers du Marché (DPM) fixent :
l'implantation des différentes zones (inaccessibles, de circulation, techniques) ;
les charges à prendre en compte pour chaque cas (voir paragraphe D.3.1.3).

3.2.1 toitures non accessibles sauf pour l'entretien normal, dites toitures inaccessibles

Toitures ne recevant qu'une circulation réduite à l'entretien normal du revêtement d'étanchéité et de ses accessoires.

3.2.2 aires ou chemins de circulation (pentes ≥ 50 %)

Zones soumises à des passages nécessaires à l'entretien courant des appareils et installations en toiture.

3.2.3 zones techniques (pentes ≥ 5 %)

Zones soumises à une activité conduisant à une majoration des charges d'entretien (entretien d'appareils, circulation intense...).

NOTE

Les Documents Particuliers du Marché fixent les surfaces à traiter en zones techniques, indiquent les charges à prendre en compte et précisent si les chemins d'accès aux zones techniques doivent être traités en zones techniques (voir annexe A du CCS).

Les charges des équipements disposés sur les toitures doivent être reportées directement sur l'ossature (voir paragraphe D.3.1.2).

3.3 définition des toitures selon la pente

Les pentes définies dans le présent document sont celles figurées sur les plans, abstraction faite des actions directes (charges normales) et indirectes (fluage de l'ossature et des tolérances d'exécution).

3.3.1 pente des parties courantes

Du point de vue de la pente des parties courantes, les toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité sont classées en deux catégories :

- toitures-terrasses plates : pentes ≥ 5 % ;
- toitures inclinées : pentes supérieures à 5 % .

NOTE

Dans le cas de toitures à versants plans de pentes différentes, chaque plan est traité selon la catégorie de pente à laquelle il appartient. Cependant, si des versants dont la longueur n'excède pas 2 m ont une pente inférieure à 5 % et se raccordent à des éléments de pente ≥ 5 %, les premiers sont classés dans la catégorie des toitures inclinées.

Dans le cas de toitures courbes dont la pente varie de façon continue, la pente maximale détermine la catégorie. Dans le cas où la variation continue de la pente comporte une partie formant fil d'eau, cette partie doit être considérée comme une noue.

3.3.2 pente dans les noues

On distingue trois types de noues :

- noue à pente nulle (également appelée noue sans pente). C'est celle dans laquelle le fil d'eau est horizontal ;
- noue de pente comprise entre 0,5 % et 1,5 % ;
- noue de pente $> 1,5$ %.

NOTE

Le choix d'un type de noue a des conséquences sur :

- la vérification éventuelle de l'ossature sous le phénomène d'accumulation d'eau ;
- le nombre et l'implantation des entrées d'eaux pluviales ;
- la longueur des noues entre point haut et point bas.

3.3.3 pente dans les chéneaux

On distingue deux types de chéneaux :

- chéneaux à pente nulle (également appelés chéneaux sans pente). Ce sont ceux dans lesquels le fond est horizontal ;
- chéneaux en pente. Ce sont ceux dans lesquels le fond présente une pente au moins égale à 0,5 %.

4 dispositions générales

Les travaux visés dans le présent document ne s'appliquent qu'aux toitures répondant aux conditions ci-après.

4.1 conditions nécessaires à l'exécution des travaux

Les conditions nécessaires à l'exécution des travaux (pentes, ossatures, charges) sont définies à l'annexe D.

4.2 implantation des ouvrages particuliers

4.2.1 émergences(figure 4)

La réalisation et l'entretien courant des ouvrages d'étanchéité obligent à respecter une distance minimale entre ouvrages émergents voisins. Ces ouvrages (lanterneaux, joints de dilatation, acrotères, etc.) doivent être implantés de telle manière qu'un passage de 1 m soit réservé entre eux. Pour les ouvrages unitaires de petites dimensions, cette distance peut être réduite à 0,50 m.

Les ouvrages émergents unitaires (traversées de toiture, souches, lanterneaux, aérateurs...) doivent être implantés à plus de 1 m des noues.

Les reliefs linéaires filants perpendiculaires à la pente, autres que ceux situés en faîtage, doivent être de longueur $L \geq 10$ m, afin de permettre l'évacuation des eaux pluviales et une circulation plus aisée lors des travaux et de l'entretien. Ils doivent être traités comme des noues de rive du point de vue de leur hauteur(voir paragraphe 6.2.1.3).

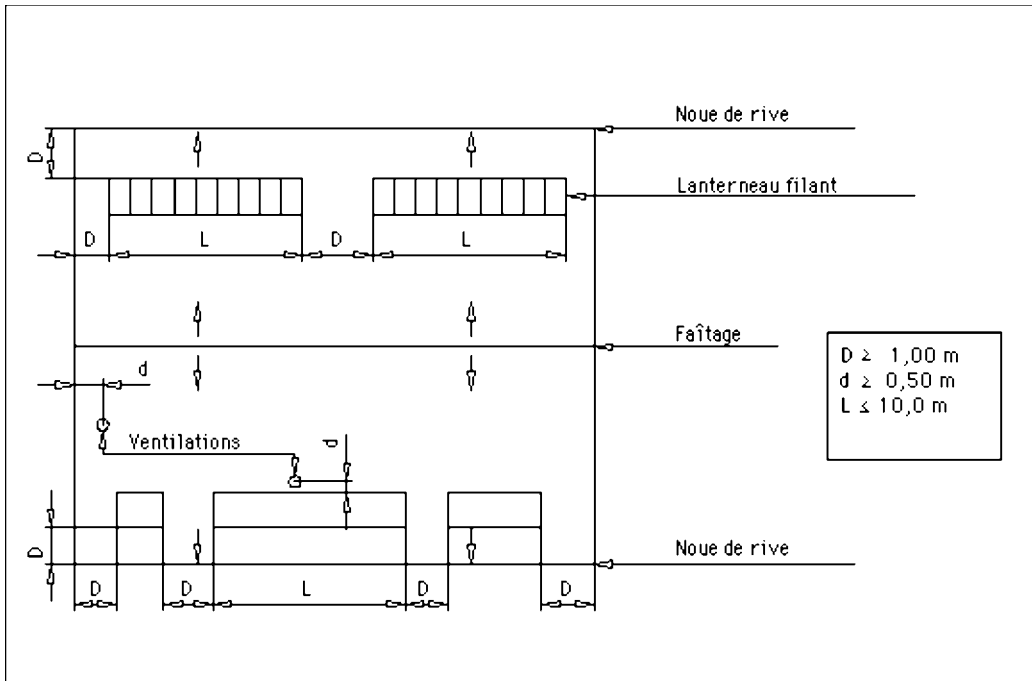


Figure 4

Implantation des émergences

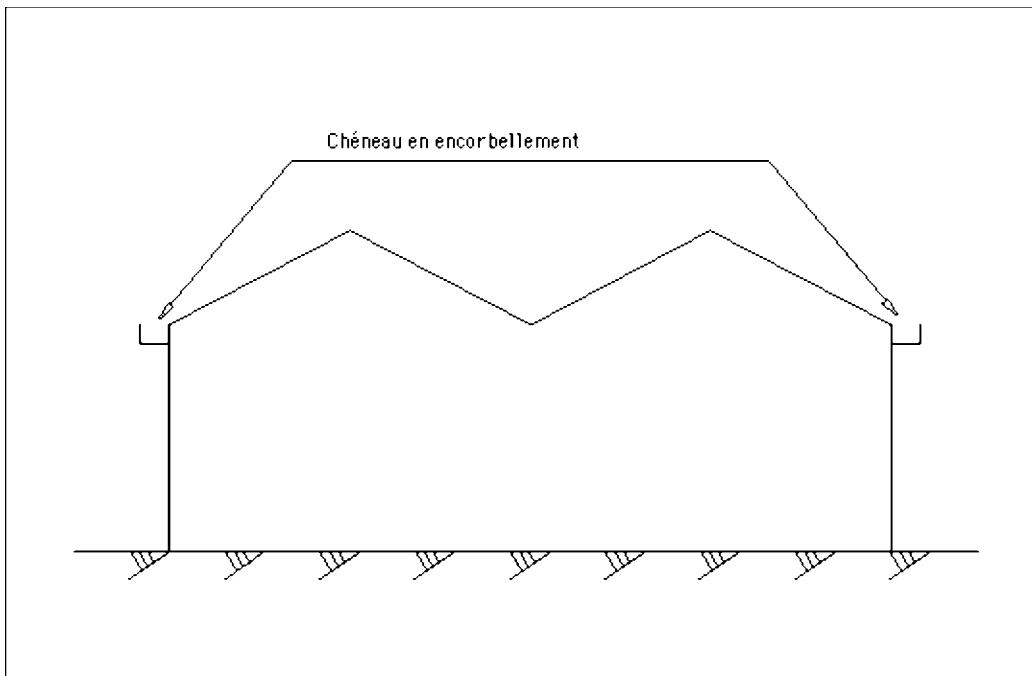


Figure 5

Implantation des chéneaux

4.2.2 dispositifs d'évacuation des eaux pluviales

4.2.2.1 surface maximale collectée

La surface maximale collectée par entrée d'eaux pluviales (EEP) est de :

- 700 m^2 dans le cas d'entrée d'eaux pluviales « en fond de noe » ;
- 350 m^2 dans le cas d'entrée d'eaux pluviales « en déversoir » (latérale).

4.2.2.2 implantation et nombre d'entrées d'eaux pluviales

Il y a lieu de respecter les dispositions de l'annexe H.

4.2.2.3 franchissement d'un joint de dilatation

Le passage des eaux d'une toiture sur une autre toiture (située au même niveau) à travers les costières d'un joint de dilatation est interdit.

4.2.3 chéneaux

NOTE

Les chéneaux sont des ouvrages exceptionnels pour ce type de toiture sachant que celle-ci se prête mieux à la réalisation de noues qui permettent d'assurer la continuité de l'isolation et de l'étanchéité.

Lorsque des chéneaux sont prévus, ils sont implantés en encorbellement (figure 5) et sont conçus de façon que le débordement éventuel se produise toujours du côté extérieur du bâtiment (paroi latérale extérieure de hauteur inférieure à celle intérieure).

Les chéneaux intérieurs ne sont pas visés par le présent document.

5 prescriptions concernant l'exécution des travaux en parties courantes

5.1 stockage - Approvisionnement et circulation en toiture

5.1.1 stockage au sol

Les colis de tôles d'acier nervurées sont stockés sur un calage, inclinés sur l'horizontale, tout en ménageant un espace avec le sol, en évitant tout risque de déformation permanente des plaques.

NOTE

L'humidité et plus particulièrement la condensation entre les profilés peuvent entraîner la formation de dépôts gris à blanchâtres (rouille blanche). Voir XP P 34-310.

L'apparition de ces efflorescences (rouille blanche), sur des tôles non prélaquées, dues à la formation d'une couche d'oxyde de zinc hydraté, hydrocarbonate de zinc ou oxychlorure de zinc, n'est pas de nature à modifier les propriétés mécaniques des tôles d'acier nervurées.

En vue de s'en prémunir, les Documents Particuliers du Marché peuvent prévoir des moyens de protection (chromage et/ou huilage, prélaquage).

Les panneaux isolants sont protégés de la pluie.

5.1.2 approvisionnement en toiture

Les fardeaux de tôles d'acier nervurées doivent être posés sur l'ossature, au droit des fermes ou portiques.

L'approvisionnement des autres matériaux et matériels (isolants, étanchéité...), se fait en

prenant des précautions pour ne pas endommager les ouvrages déjà réalisés sur lesquels ils sont posés (tôles d'acier nervurées, isolants, étanchéité). Un platelage doit être aménagé dans les zones de réception des matériaux.

Les charges appliquées aux tôles d'acier nervurées doivent être compatibles avec leurs performances.

La manutention et le stockage sur les tôles d'acier nervurées ne peuvent se faire qu'après fixation et couturage définitif de ces dernières.

5.1.3 circulation en toiture

La circulation des engins de manutention (brouettes...) directement sur les ouvrages déjà réalisés (tôles d'acier nervurées, isolants, étanchéité) n'est admise que si ces engins sont adaptés à cet usage.

Dans le cas contraire, un chemin de circulation est aménagé.

Quand les tôles d'acier nervurées sont particulièrement exposées à la circulation pédestre durant et après le montage, par exemple au droit des accès à la toiture, il faudra mettre en oeuvre des moyens destinés à réduire les dommages (utilisation de planches de circulation, par exemple).

Une attention plus particulière doit être apportée aux tôles perforées ou « crevées ».

5.2 tôles d'acier nervurées

Elles sont conformes au paragraphe E.1.

Il est rappelé (voir paragraphe D.2) que leur participation à la stabilité de l'ossature n'est pas traitée.

5.2.1 conditions d'emploi

Des dispositions spécifiques concernant le choix des tôles d'acier nervurées sont à respecter pour des conditions d'emploi particulières :

- locaux à forte et très forte hygrométrie (voir paragraphe 7.1) ;
- locaux à ambiance agressive (voir paragraphe 7.4).

5.2.2 choix des tôles d'acier nervurées et de leur épaisseur en fonction des charges et des portées

Les portées limites utiles des tôles d'acier nervurées sont définies en fonction des charges appliquées conformément aux dispositions de l'annexe F.

Dans cette annexe, le principe des états limites ultimes et de service a été retenu (avec pondération des charges).

NOTE

A la date de publication du présent document, les dispositions de l'annexe F sont réputées conformes à prENV 1993-1-3.

En application du paragraphe E.1.2, les tôles d'acier nervurées sont identifiées à l'aide de « fiches techniques » contenant les informations nécessaires pour les cas les plus usuels.

Les porte-à-faux sont définis au paragraphe D.2.3.1.

5.2.2.1 cas des charges descendantes

5.2.2.1.1 charges à prendre en compte

5.2.2.1.1.1 situation de montage

Le poids propre des tôles d'acier nervurées est successivement combiné avec chaque charge de montage définie au paragraphe D.3.1.1.

Les portées limites indiquées dans les fiches techniques prennent en compte cette situation.

5.2.2.1.1.2 situation d'exploitation

La charge descendante de calcul est définie en combinant les charges permanentes avec la charge d'exploitation la plus élevée entre :

- la charge d'entretien (voir paragraphe D.3.1.3) ;
- la charge climatique de neige (voir paragraphe D.3.1.4).

5.2.2.1.1.3 cas particuliers

Les revêtements d'étanchéité en asphalte et certains panneaux isolants exigent des conditions de flèche plus sévères que celles prévues dans le cas général pour les tôles d'acier nervurées (voir paragraphe 5.2.2.1.2.1). Ces exigences seront satisfaites en majorant la charge descendante de calcul d'une valeur :

- égale à 0,60 kN/m² pour les revêtements d'étanchéité en asphalte ;
- spécifiée dans les avis techniques des panneaux isolants concernés.

5.2.2.1.2 conditions de flèche

5.2.2.1.2.1 cas général

Du point de vue flexibilité, l'annexe F prend en considération les limitations de flèche suivantes à mi-portée :

- 1/150 de la portée en situation de montage sous l'action des charges descendantes définies au paragraphe 5.2.2.1.1.1.
- 1/200 de la portée en situation d'exploitation sous l'action des charges descendantes définies au paragraphe 5.2.2.1.1.2.
- 1/250 de la portée en situation d'exploitation sous l'action de la charge d'exploitation la plus élevée entre :
- la charge d'entretien (voir paragraphe D.3.1.3) ;
- la charge climatique de neige (voir paragraphe D.3.1.4).

5.2.2.1.2.2 cas particulier des grandes portées

Lorsque les portées dépassent 5,0 m, la limitation de flèche à mi-portée visée au cas c) du cas général est de :

- 0,02 m de 5,0 m à 6,0 m de portée ;
- 1/300 de la portée au-delà de 6,0 m de portée.

5.2.2.1.3 choix des tôles d'acier nervurées

Le total des charges descendantes de calcul prises en compte pour le choix des tôles d'acier nervurées est la somme de :

- la charge permanente hors poids propre des tôles d'acier nervurées ;
- la charge d'exploitation : la plus élevée de la charge d'entretien (voir paragraphe D.3.1.3) ou de la charge climatique de neige (voir paragraphe D.3.1.4).

Il est rappelé que dans les cas particuliers de l'asphalte et de certains panneaux isolants (voir paragraphe 5.2.2.1.1.3), la charge descendante de calcul est majorée.

NOTE

Les effets du poids propre des tôles d'acier nervurées et des coefficients de pondération des charges sont pris en compte dans les calculs ayant permis de déterminer les valeurs des portées utiles.

Les fiches techniques des tôles d'acier nervurées font apparaître ces valeurs non pondérées de charges.

5.2.2.2 cas des charges ascendantes

5.2.2.2.1 cas courant

Dans les cas les plus courants, la charge ascendante de calcul est inférieure au total des charges descendantes de calcul définies au paragraphe 5.2.2.1.

Par ailleurs, les tôles d'acier nervurées conformes au présent document présentent, pour une charge ascendante donnée, des déformations et des contraintes inférieures à celles obtenues pour une charge descendante de même intensité.

En conséquence, le choix des tôles d'acier nervurées et de leur épaisseur est effectué en ne considérant que les charges descendantes (voir paragraphe 5.2.2.1.3) dans les cas suivants de bâtiments de 20 m de hauteur maximum :

- charge descendante supérieure à $1,1 \text{ kN/m}^2$:
 - bâtiments fermés ;
 - bâtiments ouverts situés :
 - en région I de vent ;
 - en région II site protégé et normal ;
 - en région III site protégé ;

- charge descendante supérieure à $1,5 \text{ kN/m}^2$:
 - bâtiments ouverts situés :
 - en région II site exposé ;

- en région III site normal ;
- charge descendante supérieure à $1,9 \text{ kN/m}^2$;
- bâtiments ouverts en région III site exposé.

5.2.2.2 cas particuliers

Pour les cas non visés au paragraphe précédent, il y a lieu d'effectuer la vérification sous la charge ascendante de calcul.

Les charges ascendantes de calcul sont définies au paragraphe D.3.2.

Conformément à ce paragraphe, les charges de dépression dues au vent sont les charges extrêmes. Pour le choix des tôles d'acier nervurées, seules les actions moyennes sont considérées.

NOTE

Les actions locales sont prises en compte : dans le choix des fixations des panneaux isolants (voir paragraphe 5.4.4), dans le choix des fixations des tôles d'acier nervurées à l'ossature (voir paragraphe 5.2.4) et par le respect des dispositions constructives du présent paragraphe.

5.2.3 mise en place des tôles d'acier nervurées

Il n'y a pas de sens privilégié de pose des tôles d'acier nervurées par rapport à la pente.

NOTE

Toutefois, la pose dans le sens de la pente évite d'éventuelles stagnations d'eau dans les nervures lors de la mise en oeuvre.

Le recouvrement transversal, qui se fait obligatoirement sur la largeur de l'appui, est de 50 mm minimum.

Le recouvrement latéral se fait par l'emboîtement et la couture des tôles d'acier nervurées entre elles.

Lorsque la continuité du plan supérieur des tôles d'acier nervurées ne peut pas être assurée au droit des lignes de changement de pente (noue, faîtages, arêtiers...) par emboîtement des nervures, il y a lieu de respecter les dispositions des paragraphes 6.2.1.2 et 6.3.

Lorsque les tôles d'acier nervurées sont coupées longitudinalement et si le porte-à-faux de la plage coupée excède 0,10 m, la nervure est reconstituée. L'assemblage est assuré par couturage tous les 0,50 m environ (figure 6).

En cas de toitures courbes (concaves ou convexes), il y a lieu de se reporter au paragraphe D.2.2.3.

Les tôles d'acier nervurées précintrées ne sont pas visées par le présent document.

5.2.4 fixation à l'ossature

5.2.4.1 densité des fixations

5.2.4.1.1 cas général des fixations ayant une résistance caractéristique > 600 daN

NOTE

La résistance caractéristique des fixations est déterminée par la norme XP P 30-314.

La densité de fixations des tôles d'acier nervurées à l'ossature dépend :

- de la région de vent et du site ;
- du bâtiment : ouvert ou fermé, hauteur du bâtiment ;
- de la présence ou non d'une protection lourde ;
- de la forme des versants (plans ou courbes).

Dans le cas de versants plans, cette densité est définie dans le tableau 1.

Dans le cas de fixation toutes les deux nervures, il y a systématiquement une dans chaque nervure de recouvrement longitudinal des tôles d'acier nervurées. Pour les nervures intermédiaires, les fixations peuvent être posées en alternance d'une panne à la suivante (figure 7).

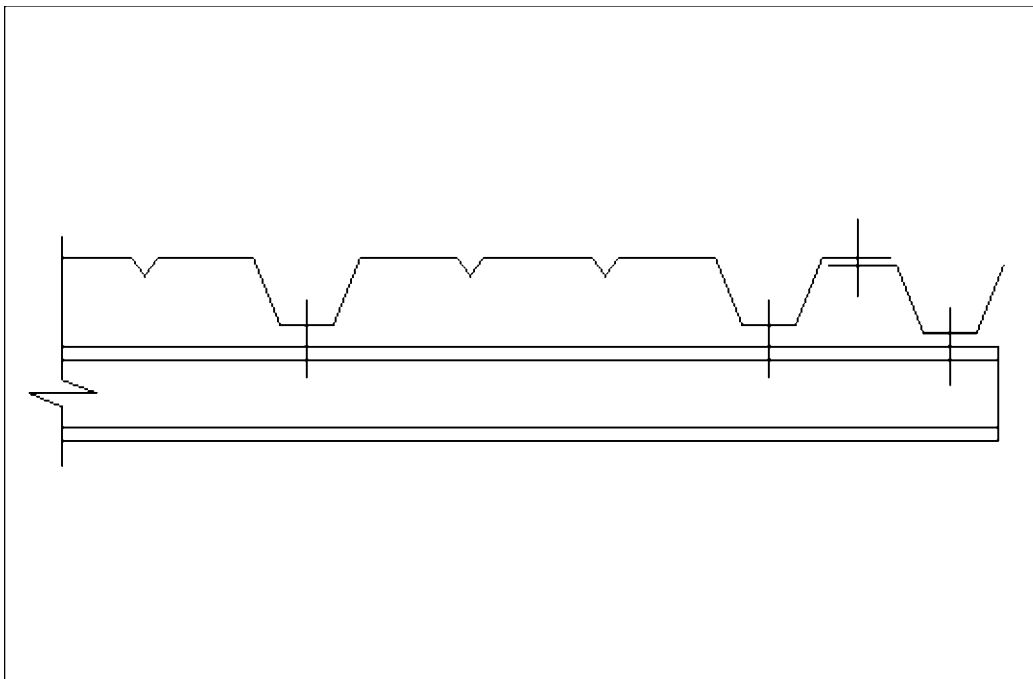
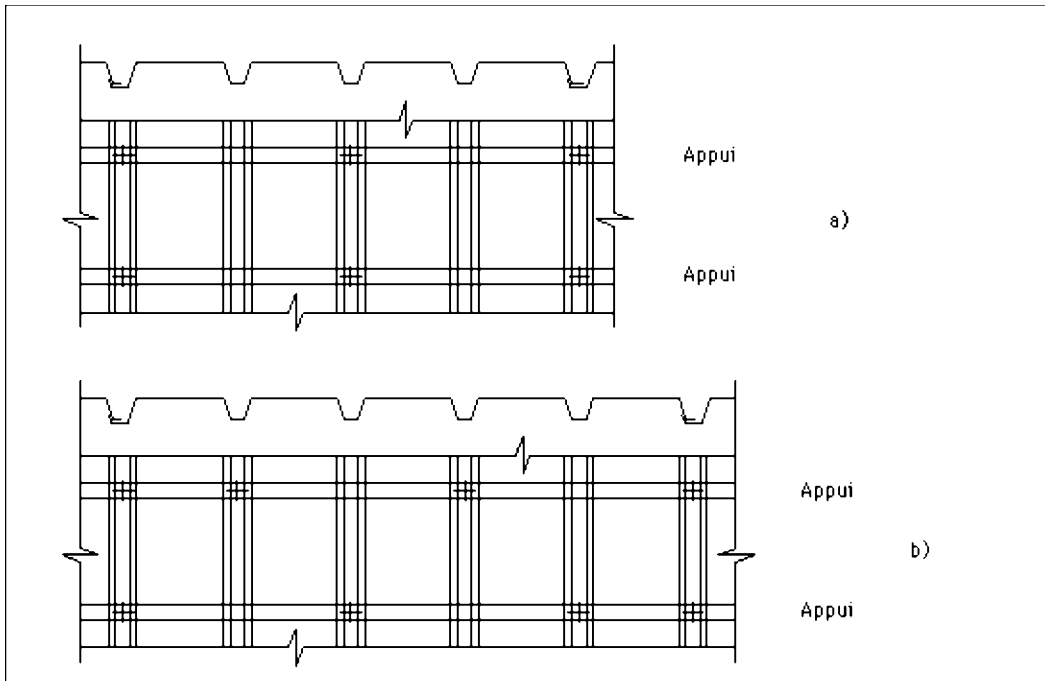


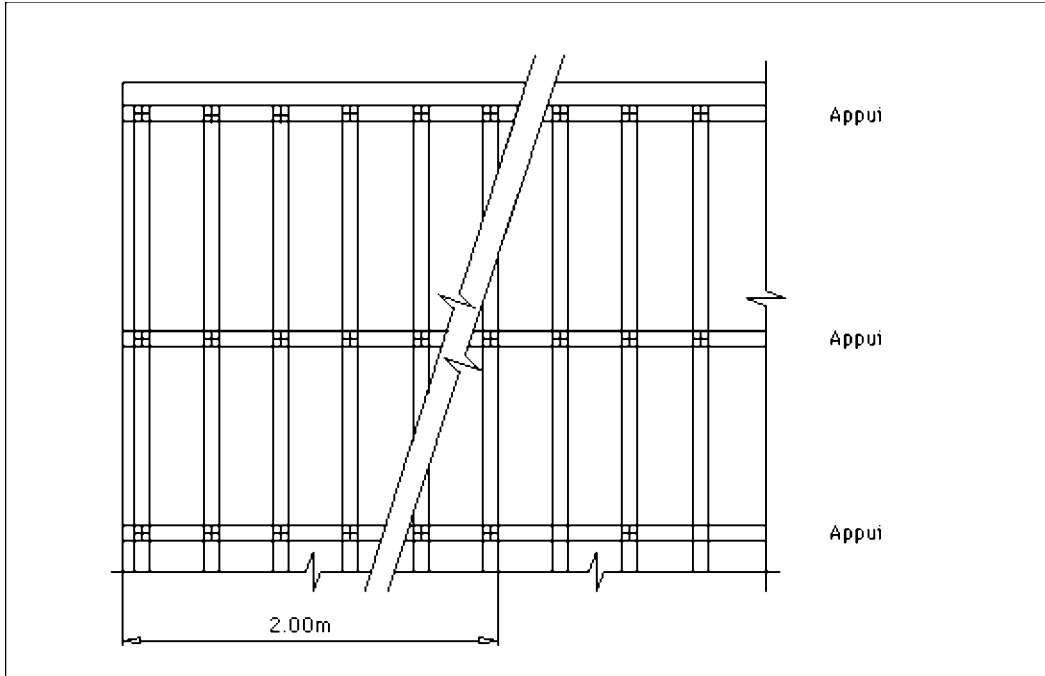
Figure 6 Nervure

reconstituée dans le cas de coupe longitudinale des tôles



toutes les deux nervures - Dispositions en partie courante

Figure 7 Fixation



Disposition des fixations au pourtour de la toiture

Figure 8

Nombre de fixations des tôles nervurées à l'ossature (Rc ≥ 600 daN) 1/2 signifie une fixation toutes les deux nervures sur chaque appui 1/1 signifie une fixation toutes les nervures sur chaque appui

Bâtiment	Hauteur de la toiture	Régions et sites de vent	Revêtement d'étanchéité autoprotégé		Revêtement d'étanchéité sous protection lourde	
			Parties courantes	Pourtour et ouvrages particuliers(1)	Parties courantes	Pourtour et ouvrages particuliers
Fermé	≤ 20 m	I Tous sites	1/2	1/1	1/2	1/1
		II Tous sites	1/2			
		III Protégé	1/2			
		Normal	1/2			
		Exposé	1/1			
> 20 m	Toutes régions et tous sites	Voir (2)	Voir (2)	1/2	1/1	
Ouvert	≤ 20 m	I Tous sites	1/2	1/1	1/2	1/1
		II Protégé	1/2			
		Normal	1/1			
		Exposé	1/1			
		III Tous sites	1/1			
> 20 m	Toutes régions et tous sites	Voir (2)	Voir (2)	1/2	1/1	

(1) Au pourtour de la toiture, la fixation doit se faire à toutes les nervures sur les deux derniers appuis et sur une distance de 2 m environ dans l'autre sens (figure 8).

Au droit des ouvrages particuliers (noues centrales, noues traditionnelles, arêtières, faitages, joints de dilatation et émergences diverses), la fixation doit se faire toutes les nervures sur le dernier appui.

(2) Pour les bâtiments de hauteur supérieure à 20 m, la densité de fixation est déterminée en vérifiant en parties courantes et en rives que :

$$(1,5 D.L.e) / n \leq Rc$$

avec :

D charges extrêmes en dépression dues au vent, diminuées du poids propre de la couverture (tôle d'acier nervurée + isolant + revêtement d'étanchéité + protection lourde éventuelle) (daN/m²).

L portée des tôles d'acier nervurées (m).

e écartement des fixations des tôles d'acier nervurées sur appui (m) : un entraxe de nervures s'il y a une fixation par nervure, deux entraxes de nervures s'il y a une fixation toutes les deux nervures.

n pour chaque nervure fixée, n = 1 si fixation unique ; n = 2 si fixation doublée.

Rc résistance caractéristique de la fixation (daN).

Le nombre de fixations ainsi déterminé (une toutes les nervures, une toutes les deux nervures) ne sera en aucun cas inférieur à celui prévu dans le tableau pour un bâtiment de hauteur ≤ 20 m.

NOTE Cette vérification peut conduire à doubler le nombre de fixations dans chaque nervure, ou à choisir des tôles d'acier nervurées dont les performances mécaniques (entraxe des nervures, portées) sont surdimensionnées par rapport à la seule exigence de résistance aux charges descendantes et ascendantes.

Tableau 1 Densité de fixations à l'ossature (Rc P 600 daN)

5.2.4.1.2 cas particuliers des fixations ayant une résistance caractéristique comprise entre 300 daN et 600 daN

NOTE

La définition des résistances caractéristiques des fixations est donnée par la norme XP P 30-314.

La densité de fixations des tôles d'acier nervurées à l'ossature dépend :

- de la région de vent et du site ;
- du bâtiment : ouvert ou fermé, hauteur du bâtiment ;
- de la présence ou non d'une protection lourde ;

- de la forme des versants (plans ou courbes).

Dans le cas de versants plans, cette densité est définie dans le tableau 2.

Nombre de fixations des tôles d'acier nervurées à l'ossature (300 daN < Rc < 600 daN) 1/1 signifie une fixation toutes les nervures sur chaque appui 2/1 signifie deux fixations toutes les nervures sur chaque appui(1)						
Bâtiment	Hauteur de la toiture	Régions et sites de vent	Revêtement d'étanchéité autoprotégé		Revêtement d'étanchéité sous protection lourde	
			Parties courantes	Pourtour et ouvrages particuliers(2)	Parties courantes	Pourtour et ouvrages particuliers
Fermé	≤ 20 m	I Tous sites	1/1	2/1	1/1	2/1
		II Tous sites	1/1			
		III Protégé	1/1			
		Normal	1/1			
		Exposé	2/1			
	> 20 m	Toutes régions et tous sites	Voir(3)	Voir	1/1	2/1
Ouvert	≤ 20 m	I Tous sites	1/1	2/1	1/1	2/1
		II Protégé	1/1			
		Normal	2/1			
		Exposé	2/1			
		III Tous sites	2/1			
	> 20 m	Toutes régions et tous sites	Voir	Voir	1/1	2/1

Note 1 :

L'assemblage constitué par les deux fixations par nervure doit présenter une résistance caractéristique globale ≥ 600 daN. Cette exigence peut entraîner des dispositions particulières pour certaines ossatures (voir paragraphes D.2.2.2.2 et D.2.2.2.3).

Note 2 :

Au pourtour de la toiture, la fixation doit se faire à raison de deux fixations toutes les nervures sur les deux derniers appuis et sur une distance de 2 m environ dans l'autre sens. Au droit des ouvrages particuliers (nœuds centraux, nœuds traditionnels, arêtières, faitages, joints de dilatation et émergences diverses), la fixation doit se faire à raison de deux fixations toutes les nervures sur le dernier appui.

Note 3 :

Pour les bâtiments de hauteur supérieure à 20 m, une vérification de la densité des fixations est effectuée selon les modalités exposées au renvoi 2) du tableau 1. Le nombre de fixations ainsi déterminé (une toute les nervures, deux toutes les nervures) ne sera en aucun cas inférieur à celui prévu dans le tableau pour un bâtiment de hauteur ≤ 20 m.

Tableau 2 Densité de fixations à l'ossature (Rc entre 300-daN et 600 daN)

5.2.4.2 nature des fixations

Diverses fixations(voir paragraphe E.6.1.1)peuvent être utilisées en fonction de la nature des appuis(voir paragraphe D.2.2.2).

Des protections particulières contre la corrosion sont nécessaires dans le cas de locaux à très forte hygrométrie(voir paragraphe 7.1.2)et sur appuis en bois.

NOTA BENE

La fixation des tôles d'acier nervurées par clous à scellement relève de la procédure d'avis technique qui définit notamment l'épaisseur minimale admissible de l'appui.

5.2.4.2.1 sur charpente en béton armé ou précontraint (avec insert acier)(voir paragraphe D.2.2.2.1)

- vis autotaraudeuse ;
- vis autoperceuse ;
- clou à scellement.

5.2.4.2.2 sur charpente en acier(voir paragraphe D.2.2.2.2)

- vis autotaraudeuse ;
- vis autoperceuse ;
- clou à scellement.

5.2.4.2.3 sur charpente en bois(voir paragraphe D.2.2.2.3)

- vis autoperceuse à bois ;
- tirefond à visser.

5.2.5 fixations de couture

Les tôles d'acier nervurées sont couturées à leurs emboîtements longitudinaux tous les 1 m environ par des fixations conformes au paragraphe E.6.1.2.

Dans le cas où un pare-vapeur par bandes auto-adhésives est disposé sur les tôles d'acier nervurées(voir paragraphe 7.1.1.2), les fixations de couture sont espacées d'au plus 0,50 m.

5.3 pare-vapeur

Les conditions d'emploi et la constitution du dispositif pare-vapeur en fonction de la classe d'hygrométrie des locaux sont traitées au paragraphe 7.1.

Sur tôles d'acier nervurées à plages pleines, le dispositif pare-vapeur n'est nécessaire que dans le cas de locaux à forte ou très forte hygrométrie.

Sur tôles d'acier nervurées à plages perforées ou crevées, il est obligatoire et conforme au paragraphe E.2.1. Il est déroulé à sec sur les tôles d'acier nervurées, avec un recouvrement de 0,10 m.

NOTE

Les tôles d'acier nervurées perforées ou crevées ne sont pas visées sur les locaux à forte et très forte hygrométrie.

5.4 isolation thermique

5.4.1 généralités

L'isolation thermique est obtenue par des panneaux isolants non porteurs, qui relèvent de l'avis technique.

NOTE

Les avis techniques des panneaux isolants non porteurs définissent :

- les dimensions extrêmes d'utilisation (longueur, largeur, épaisseur) ;
- les épaisseurs minimales en fonction de la largeur des vallées des tôles d'acier nervurées ;
- leurs caractéristiques (dimensionnelles, pondérales, mécaniques, hygrométriques, stabilité dimensionnelle...) ;
- leur conductivité thermique ou résistance thermique utile ;
- leur mode de pose et de fixation (par référence aux paragraphes 5.4.3 et 5.4.4 ci-après) ;
- les revêtements d'étanchéité admis et leur protection (par référence au paragraphe 5.5 ci-après) ;
- les limitations d'emploi en fonction de la destination de la toiture, de la pente et de la courbure.

On trouvera au paragraphe E.3.1 une nomenclature non limitative des isolants manufacturés couramment utilisés en tant que supports de revêtements d'étanchéité.

5.4.2 épaisseur des panneaux isolants

Les Documents Particuliers du Marché définissent la résistance thermique de la couche isolante ou le coefficient de déperdition surfacique (KS) de la toiture.

NOTE

L'épaisseur d'isolant correspond à une résistance thermique calculée en application des règlements relatifs aux équipements et aux caractéristiques thermiques des bâtiments :

- bâtiments d'habitation, selon l'arrêté du 5 avril 1988 ;
- autres que d'habitation, selon les arrêtés des 11 mars 1988, 13 avril 1988 et 6 mai 1988.

Des exemples de solution pour faciliter l'application du règlement « autres qu'habitation » conduisent à des coefficients de transmission thermique globaux Kg de toiture variant de $0,40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$ à $0,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$ suivant la zone climatique, le type de chauffage, la nature et le mode d'occupation des locaux (se reporter aux Cahiers du CSTB, livraison 293 d'octobre 1988, cahier 2284).

L'épaisseur de la couche isolante doit être telle que le point de rosée ne se situe jamais à la sous-face des tôles d'acier nervurées.

NOTE

Sauf indications contraires des Documents Particuliers du Marché, les calculs sont conduits dans l'hypothèse d'un régime permanent.

Il est rappelé que l'avis technique de l'isolant précise l'épaisseur minimale en fonction de la largeur de vallée des tôles d'acier nervurées.

L'isolation peut être réalisée en un ou plusieurs lits de panneaux (de même nature ou de natures différentes) conformes aux dispositions des avis techniques concernés.

5.4.3 mise en oeuvre des panneaux isolants

Principe de répartition et de pose des panneaux isolants :

- pose en un seul lit : les joints doivent être décalés dans un sens (pose dite en quinconce).

Les joints alignés sont perpendiculaires aux nervures des tôles d'acier nervurées (figure 9), ou éventuellement de biais.

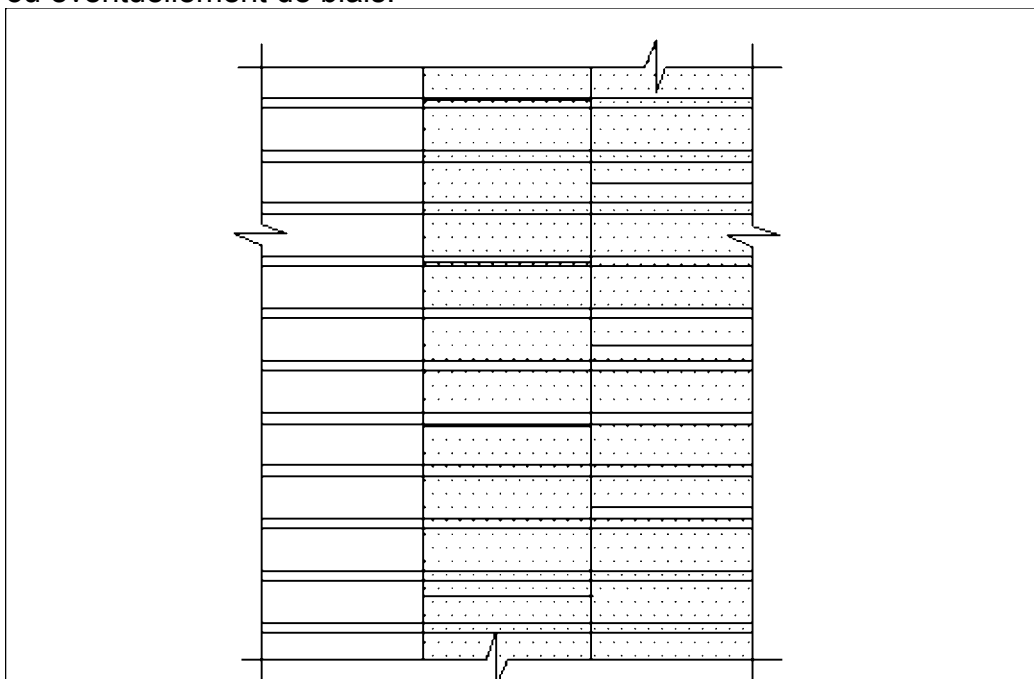


Figure 9 Joints

alignés de panneaux isolants perpendiculaires aux nervures

- pose en plusieurs lits : chaque lit est disposé en quinconce, les joints de deux lits successifs n'étant pas superposés.

NOTE

A la jonction entre panneaux, peut subsister un jeu d'assemblage conditionné par les tolérances dimensionnelles des panneaux.

La pose de la première couche du revêtement d'étanchéité doit suivre la pose des panneaux pour les protéger des intempéries.

5.4.4 systèmes de fixation

Les systèmes de fixation sont définis ci-après.

NOTE

Les avis techniques des panneaux isolants peuvent prévoir d'autres dispositions.

5.4.4.1 panneaux sous revêtements avec protection lourde (pente \geq 5 %)

5.4.4.1.1 isolation en un seul lit

	Régions climatiques de vent : toutes régions, tous sites
Fixation du lit unique	- soit EAC
	- soit une fixation mécanique centrale par panneau

Tableau 3 Fixation des isolants sous protection lourde (un seul lit)

5.4.4.1.2 Isolation en plusieurs lits

	Régions climatiques de vent : toutes régions, tous sites
Fixation de chaque lit	- soit EAC
	- soit une fixation mécanique centrale par panneau

Tableau 4 Fixation des isolants sous protection lourde (plusieurs lits)

5.4.4.2 panneaux sous revêtements d'étanchéité autoprotégés

5.4.4.2.1 isolation en un seul lit

Seules sont utilisées les fixations mécaniques, selon les densités minimales suivantes (en nombre par mètre carré) :

- toiture de hauteur $h \leq 20$ m

Cas des bâtiments fermés de hauteur ≤ 20 m		Régions climatiques de vent			
		Régions I et II		Région III	
Sites de vent		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
Fixation du lit unique	En partie courante	5	6	6	8
	En périphérie sur 2 m de large	6	10	10	10
	Aux angles	10	12	12	12

Tableau 5 Fixation des isolants sous revêtement autoprotégé (un seul lit - bâtiments fermés $h \leq 20$ m)

Cas des bâtiments ouverts de hauteur ≤ 20 m		Régions climatiques de vent			
		Régions I et II		Régions III	
Sites de vent		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
Fixation du lit unique	En partie courante	5	8	8	10
	En périphérie sur 2 m de large	6	10	10	10
	Aux angles	10	12	12	12

Tableau 6 Fixation des isolants sous revêtements autoprotégés (un seul lit - bâtiments ouverts $h \leq 20$ m) La répartition régulière dans les deux sens est faite avec un minimum de quatre fixations à l'intérieur du panneau, à raison d'une par angle, l'axe de la fixation étant à une distance de 0,10 m à 0,20 m environ des bords du panneau. Des exemples de répartition de fixations sont données figure 10 pour des panneaux de 1,20 m x 1,00 m.

- Toiture de hauteur $P > 20$ m : Pour les bâtiments de hauteur supérieure à 20 m, il y a lieu de se référer aux avis techniques des panneaux isolants ou à défaut à une étude particulière.

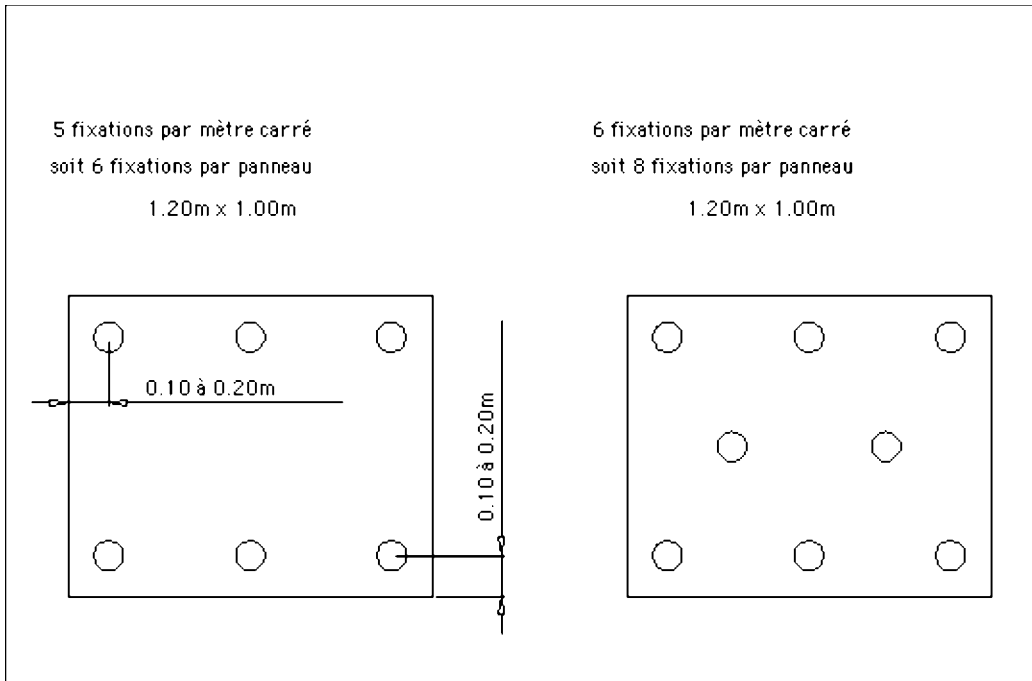


Figure 10

Exemples de répartition des fixations de panneaux isolants - Panneaux de dimensions 1,20 m x 1,00 m

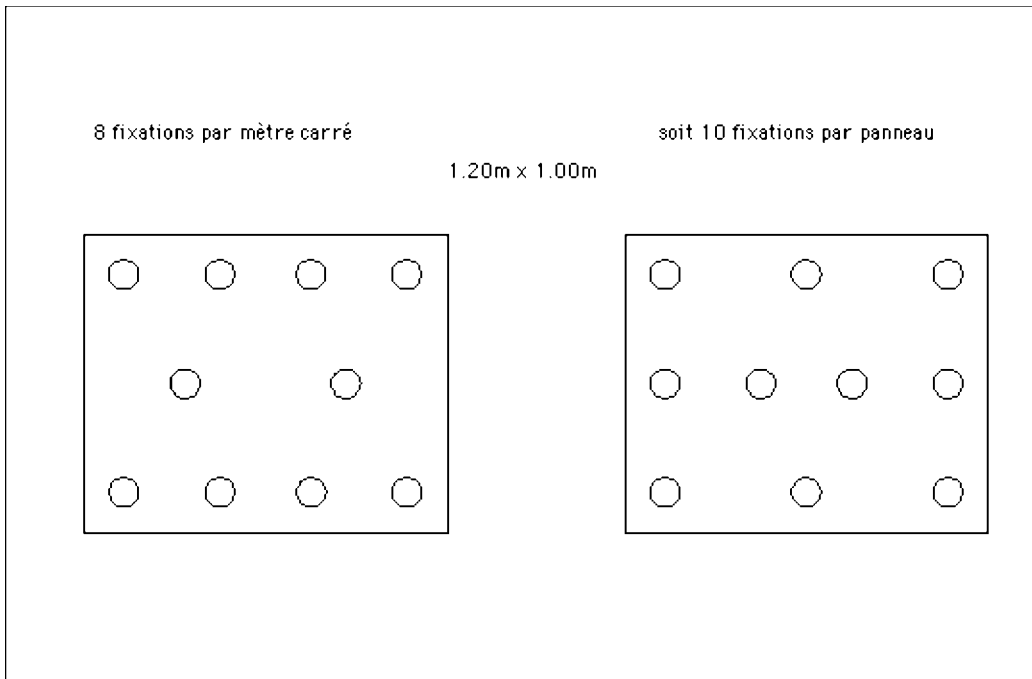


Figure 10

Exemples de répartition des fixations de panneaux isolants - Panneaux de dimensions 1,20 m x 1,00 m

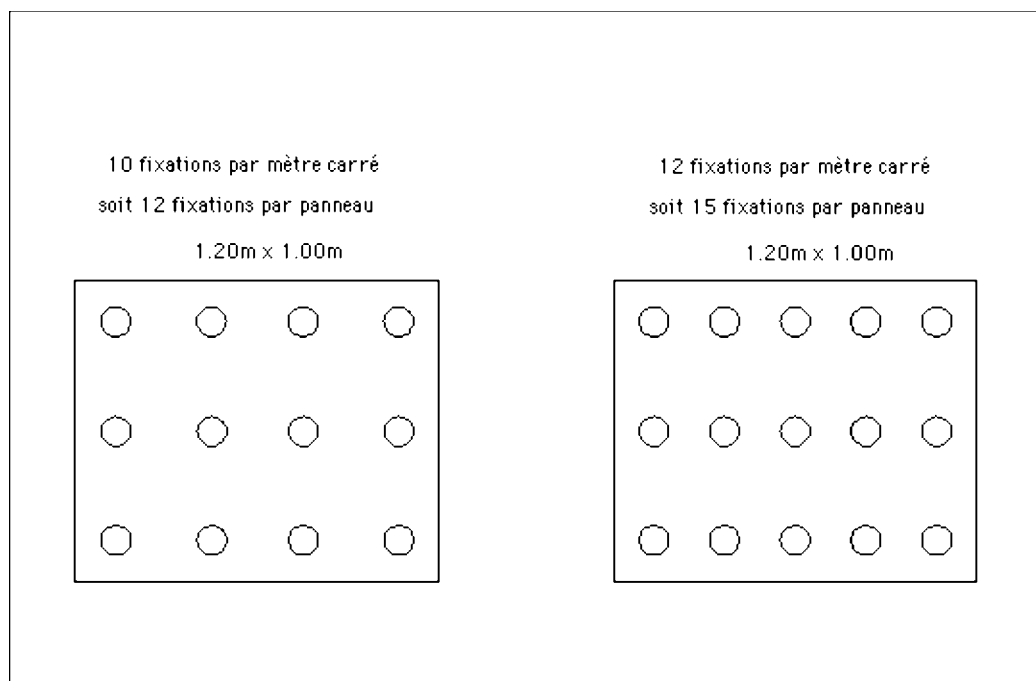


Figure 10

Exemples de répartition des fixations de panneaux isolants - Panneaux de dimensions 1,20 m x 1,00 m

5.4.4.2.2 isolation en plusieurs lits

- Toiture de hauteur ≥ 20 m :

NOTE Des dispositifs de butée peuvent permettre le collage à l'EAC sur des pentes supérieures à 40 %.

Fixation des lits		
Lit inférieur	Une fixation mécanique centrale par panneau	Fixations mécaniques(1)
Lit supérieur	Fixations mécaniques	EAC(2)
<u>Note 1 :</u> Selon répartition et densité requises dans le cas d'isolation en un seul lit (voir paragraphe 5.4.4.2.1).		
<u>Note 2 :</u> Si l'avis technique de l'isolant le prévoit et pour des pentes de versants ≤ 40 %.		

Tableau 7 Fixation des isolants sous revêtements autoprotégés (plusieurs lits - bâtiments h ≥ 20 m)

- Toiture de hauteur ≥ 20 m : Pour les bâtiments de hauteur supérieure à 20 m, il y a lieu de se référer aux avis techniques des panneaux isolants ou à défaut à une étude particulière.

5.4.5 mise en oeuvre des fixations mécaniques

La fixation est constituée d'une plaquette ou d'une rondelle et d'un élément de liaison entre cette rondelle et la tôle d'acier nervurée (voir paragraphe E.6.2).

Différentes fixations peuvent être utilisées :

- rivets à expansion ;
- vis autoperceuses ;
- fixations à rupture thermique avec vis autoperceuses ;
- goujons soudés : cette fixation n'est utilisable que si la face supérieure des tôles d'acier nervurées est seulement galvanisée.

NOTE 1

Dans le cas de fixation des panneaux isolants aux tôles d'acier nervurées par l'intermédiaire de rivets ou de vis, il est inévitable que les extrémités de ces fixations apparaissent en sous face des tôles d'acier nervurées.

NOTE 2

Le contrôle de sécurité de pose de goujons est fait de la manière suivante : la soudure des goujons est considérée comme satisfaisante si, lors d'un essai d'arrachement d'un goujon la rupture ne se produit pas dans le plan de la soudure. Des essais de contrôle peuvent être effectués au recouvrement des tôles.

NOTE 3

La soudure du goujon peut provoquer un léger marquage en sous-face des tôles d'acier nervurées. La bonne réalisation de cet assemblage avec des tôles prélaquées en sous-face relève d'entreprises averties.

Dans le cas d'isolant recevant un revêtement d'étanchéité dont la première couche est soudée, il y a lieu de se reporter à l'avis technique de l'isolant en ce qui concerne le type de fixation à utiliser. La plaquette de répartition est alors située dans le plan supérieur de l'isolant (tolérance +1 mm/ - 4 mm) ce qui peut nécessiter des dispositions appropriées visées le cas échéant dans l'avis technique.

NOTE

Le bon fonctionnement de ce type de procédé n'impose pas l'adhérence de l'étanchéité sur les plaquettes de répartition des fixations.

5.4.6 cas particulier de la mise en oeuvre des panneaux isolants sur toitures de pente > 100 % et de versant de longueur > 5 m

Complémentaire aux dispositions du paragraphe 5.4.4.2, les panneaux sont butés à l'égout sur un élément rigide continu préalablement fixé sur l'élément porteur avant ou après le pare-vapeur (figure 11).

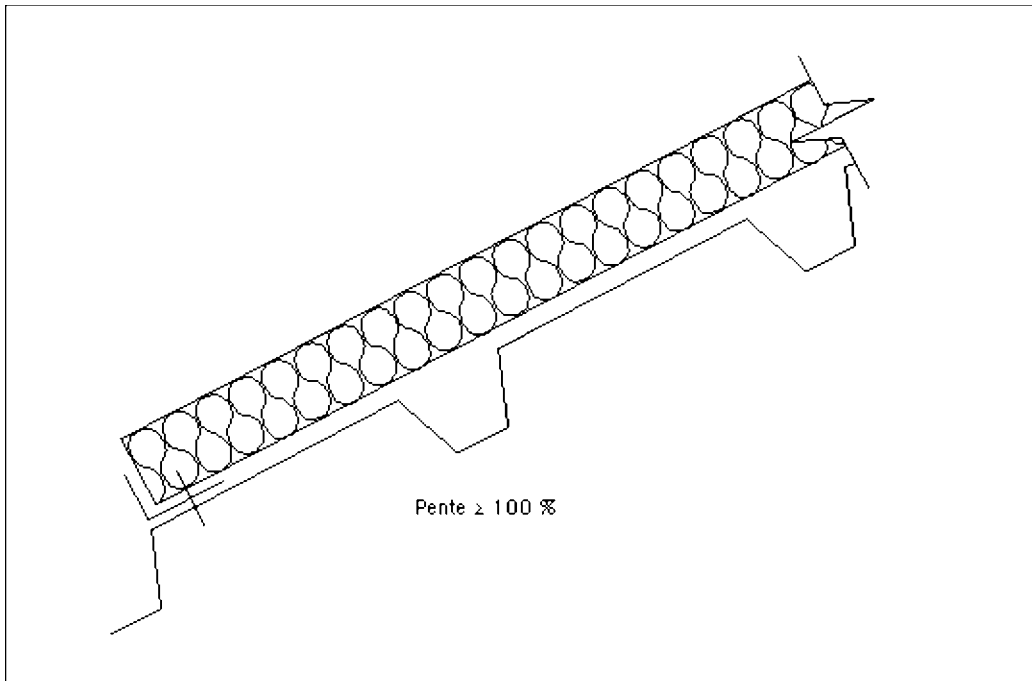


Figure 11 Butée

des panneaux isolants

5.4.7 cas particulier de mise en oeuvre des panneaux isolants sur toitures courbes

Le liaisonnement à l'élément porteur est réalisé par des fixations mécaniques seules, conformément aux dispositions du paragraphe 5.4.4.2.

Le format des panneaux doit être adapté à la courbure de la toiture en satisfaisant à la relation suivante :

$$L \leq \sqrt{\frac{R}{50}} \quad \text{pour les panneaux de laine minérale, perlite fibrée, composites.}$$

$$L \leq \sqrt{\frac{R}{100}} \quad \text{pour les panneaux de verre cellulaire.}$$

L : dimension des panneaux (en mètres) dans le plan de courbure.

R : rayon de courbure (en mètres).

Cette disposition peut être satisfaite :

- soit en réalisant des saignées sur une partie de l'épaisseur des panneaux, (dans ce cas « L » correspond à la distance entre saignées) ;
- soit en réduisant les dimensions des panneaux ;
- soit en associant ces deux méthodes.

NOTE

Les avis techniques des panneaux isolants peuvent prévoir d'autres dispositions.

5.4.8 isolation thermique des reliefs

5.5 ouvrages d'étanchéité (parties courantes, noues, relevés, chéneaux) et de protection

5.5.1 généralités sur les revêtements d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité visés par le présent document sont les suivants :

- asphalte ;
- multicouche type bitume armé ;
- système bicouche à base de bitume modifié par élastomère SBS.

Ces revêtements ont été et sont couramment utilisés en France pour la réalisation des ouvrages d'étanchéité.

Les matériaux constitutifs des deux premiers relèvent de normes de la série NF P 84-3.

Le troisième relève de la procédure d'avis technique pour son indentation et devra avoir un avis favorable pour son utilisation dans le cadre du présent document.

Les feuilles constituant le revêtement doivent se référer au même avis technique.

NOTE

En ce qui concerne les autres revêtements d'étanchéité, on se référera aux avis techniques.

En ce qui concerne les systèmes bicouches à base de bitume modifié par élastomère SBS, on se réfère dans le présent document à la performance I (indentation) du classement F.I.T.

NOTE

Ce classement permet de faire un choix qualitatif du système d'étanchéité adapté à un emploi déterminé, en se basant sur les critères de comportement de ce système vis-à-vis des sollicitations extérieures . Il est défini dans le cahier 2358 des « Cahiers du CSTB ».

NOTE 1

Il existe également un tableau de convenance des revêtements asphalte et multicouche.

5.5.2 système de pose de revêtement en parties courantes

5.5.2.1 système indépendant

Ce système de pose est applicable :

- au revêtement asphalte sur un support présentant une pente maximale de 3 % ;
- au revêtement multicouche, type bitume armé, sous protection lourde sur un support présentant une pente \leq 5 % ;
- au revêtement bicouche à base de bitume modifié par élastomère SBS sous protection lourde sur un support présentant une pente \leq 5 %.

5.5.2.2 système adhérent

Ce système de pose est applicable :

- quelle que soit la pente ;
- sur les panneaux isolants dont l'avis technique vise cette application ;
- aux revêtements multicouches type bitume armé et aux revêtements bicouches à base de bitume modifié par élastomère SBS.

5.5.3 dispositions générales concernant la pose

5.5.3.1 dispositions préalables à la pose

La pose des revêtements doit se faire sur des supports dont la siccité est convenable et la surface propre.

Aucun travail d'étanchéité ne doit être entrepris lorsque le support est à une température inférieure à + 2 °C.

Il est rappelé (voir paragraphe 5.4.3) que la pose de la première couche du revêtement d'étanchéité doit suivre celle des panneaux isolants.

5.5.3.2 préparation sur chantier des produits appliqués à l'état de fusion (EAC)

La température de chauffage de l'EAC est de 220 °C ± 30 °C.

5.5.3.3 pose des revêtements d'étanchéité en partie courante

5.5.3.3.1 couches d'indépendance

Elles sont définies au paragraphe E.5.1.

Le recouvrement entre lés de la couche d'indépendance est de 0,10 m environ.

5.5.3.3.2 revêtement asphalte

Les joints de reprise des couches successives d'asphalte doivent être décalés d'au moins 0,10 m les uns par rapport aux autres.

5.5.3.3.3 revêtements multicouches type bitume armé

Les feuilles d'étanchéité constituant une même couche doivent être posées à recouvrement de 0,06 m minimum.

On distingue deux modes de pose :

- la pose à lits parallèles (les joints des deux couches successives ne doivent pas se superposer mais être décalés) ;
- la pose à lits croisés.

Les feuilles d'étanchéité sont collées à l'EAC ou soudées en plein. Pour la première couche des revêtements indépendants, seuls les recouvrements sont collés à l'EAC, ou soudés pour les chapes de bitume armé seulement.

5.5.3.3.4 revêtements bicouches à base de bitume modifié par élastomère SBS

5.5.3.3.4.1 généralités

Les feuilles d'étanchéité constituant une même couche doivent être posées à recouvrement de 0,06 m minimum.

On distingue deux modes de pose :

- la pose à lits parallèles (les joints des deux couches successives ne doivent pas se superposer mais être décalés) ;
- la pose à lits croisés.

5.5.3.3.4.2 systèmes avec EAC (repérés dans les tableaux ci-après C1, C2...)

Les feuilles d'étanchéité sont collées à l'EAC ou soudées en plein sur EAC. Pour la première couche des revêtements indépendants, seuls les recouvrements sont collés à l'EAC, ou soudés dans le cas de feuilles d'épaisseur > 2,5 mm.

Les faces des feuilles d'étanchéité présentant un film plastique ne doivent pas être collées à l'EAC sauf si ce film est prévu pour cet usage.

5.5.3.3.4.3 systèmes sans EAC (repérés dans les tableaux ci-après S1, S2...)

Les feuilles d'étanchéité sont soudées en plein.

Pour la première couche des revêtements indépendants, seuls les recouvrements sont soudés.

5.5.4 composition des revêtements en parties courantes sur toitures-terrasses plates (pente de 3 % à 5 %, limites incluse)

Les revêtements appliqués en noues sont identiques à ceux des parties courantes.

Les revêtements sont décrits à partir de la couche en contact avec le support.

5.5.4.1 asphalte

5.5.4.1.1 limitation d'emploi

Ce revêtement ne peut être appliqué que sur un support de pente maximale 3 % (voir paragraphe 5.5.2.1) et dont la portée maximale a été déterminée avec majoration de la charge descendante de calcul (voir paragraphe 5.2.2.1.1.3).

5.5.4.1.2 couche d'indépendance

Elle est constituée d'une double couche de papier kraft ou d'une feuille de papier entre-deux sans fil.

5.5.4.1.3 composition proprement dite du revêtement

Le revêtement asphalte comprend :

- une couche d'asphalte coulé pur, qualité étanchéité, de 5 mm d'épaisseur ;
- une couche d'asphalte coulé sablé, qualité étanchéité, de 15 mm d'épaisseur.

Masse totale au mètre carré : 45 kg environ.

Ce revêtement reçoit une protection lourde.

5.5.4.2 revêtements multicouches type bitume armé

5.5.4.2.1 en système indépendant

Ces revêtements reçoivent obligatoirement une protection lourde.

5.5.4.2.1.1 couche d'indépendance

Elle est constituée d'un écran voile de verre. De plus, le premier élément en feuille comporte à sa sous-face un papier kraft crêpé.

5.5.4.2.1.2 composition proprement dite du revêtement

- Une feuille bitumée type 36 S VV HR avec kraft crêpé en sous-face (voir paragraphe 5.5.4.2.1.1).
- Une couche d'EAC.
- Un bitume armé type 40 TV.
- Une couche d'EAC.
- Un feutre bitumé type 36 S PY VV.

Masse moyenne au mètre carré : 10 kg.

5.5.4.2.2 en système adhérent

Ce revêtement reçoit obligatoirement une protection lourde.

Il n'est applicable que sur certains panneaux isolants (voir paragraphe 5.5.2.2).

Les panneaux isolants ne doivent pas comporter de surfaçage par film plastique.

La composition du revêtement est la suivante :

- une couche d'EAC ;
- un feutre bitumé type 36 S VV HR ;
- une couche d'EAC ;
- un bitume armé type 40 TV ;
- une couche d'EAC ;
- un feutre bitumé type 36 S PY VV.

La masse moyenne au mètre carré est de 11 kg.

5.5.4.3 revêtements bicouches à base de bitume modifié par élastomère SBS

Chaque feuille est définie au paragraphe E.4.4.4.

La résistance minimale à l'indentation I des systèmes (poinçonnements statique et dynamique), telle que définie par le classement F.I.T., est indiquée dans les tableaux ci-après.

5.5.4.3.1 en système indépendant

Ce revêtement reçoit obligatoirement une protection lourde.

5.5.4.3.1.1 couche d'indépendance

Elle est constituée d'un écran voile de verre.

5.5.4.3.1.2 composition proprement dite du revêtement

Les revêtements sont décrits à partir de la couche en contact avec le support.

Type d'ouvrage	Classement I	Systèmes avec EAC	Systèmes sans EAC
Terrasses sous protection lourde meuble (y compris aires ou chemins de circulation)	I3	(C1)	(S1)
		- Ecran WV 100	- Ecran WV 100(4)
		- Couche inférieure (1)	- Couche inférieure (2)
		- EAC	- Couche supérieure (3)
		- Couche supérieure	
Zones techniques sous protection lourde dure	I4	(C2)	(S2)
		- Ecran WV 100	- Ecran WV 100
		- Couche inférieure	- Couche inférieure
		- EAC	- Couche supérieure
		- Couche supérieure	
<p><u>Note 1 :</u> Son épaisseur minimale est de : - 2,5 mm si elle possède une armature WV ; - 2,0 mm si elle possède une armature R3 ou R4 (armatures permettant d'obtenir le classement I3 ou I4 du système (voir paragraphe E.4.4.4).</p> <p><u>Note 2 :</u> Son épaisseur minimale est de 2,5 mm.</p> <p><u>Note 3 :</u> Son épaisseur minimale est de 2,0 mm.</p> <p><u>Note 4 :</u> L'épaisseur totale minimale du complexe est de 5,0 mm.</p>			

Tableau 8 Toiture plate - Composition du revêtement bicouche bitume SBS système indépendant

5.5.4.3.2 en système adhérent

La mise en oeuvre des revêtements avec EAC sur panneaux isolants n'est possible que si ceux-ci ne comportent pas de surfaçage par film plastique.

Dans le cas de mise en oeuvre de revêtement sans EAC, les panneaux isolants sont aptes

à recevoir des revêtements soudés et doivent bénéficier d'un avis technique favorable pour cet usage. A défaut, les panneaux admettant le collage à chaud seront surfacés par EAC sur chantier avant soudage.

5.5.4.3.2.1 revêtement sous protection rapportée meuble ou dure

Les revêtements sont décrits à partir de la couche en contact avec le support.

5.5.4.3.2.2 revêtement autoprotégé

Les revêtements sont décrits à partir de la couche en contact avec le support.

Type d'ouvrage	Classement I	Systèmes avec EAC	Systèmes sans EAC
Terrasses sous protection lourde meuble (y compris aires ou chemins de circulation)	I3	(C3)	(S3)
		- EAC	- Couche inférieure (2) (4)
		- Couche inférieure (1)	- Couche supérieure (3)
		- EAC	
Zones techniques sous protection lourde dure	I4	(C4)	(S4)
		- EAC	- Couche inférieure
		- Couche inférieure	- Couche supérieure
		- EAC	
		- Couche supérieure	

Note 1 :

Son épaisseur minimale est de :

- 2,5 mm si elle possède une armature W ;

- 2,0 mm si elle possède une armature R3 ou R4 (armatures permettant d'obtenir le classement I3 ou I4 du système (voir paragraphe E.4.4.4).

Note 2 :

Son épaisseur minimale est de 2,5 mm.

Note 3 :

Son épaisseur minimale est de 2,0 mm.

Note 4 :

L'épaisseur totale minimale du complexe est de 5,0 mm.

Tableau 9 Toiture plate - Composition du revêtement bicouche bitume SBS système adhérent (sous protection lourde)

Type d'ouvrage	Classement I	Systèmes avec EAC	Systèmes sans EAC
Cas général	I2	(C5)	(S5)
		- EAC	- Couche inférieure(2) (4)
		- Couche inférieure(1)	- Couche supérieure avec autoprotection minérale(3) (4)
		- EAC	
Cas particulier du support composé de panneaux de laine minérale de résistance thermique > 2 m ² .°C/W	I3	- Couche supérieure avec autoprotection minérale	
		(C6)	(S6)
		- EAC	- Couche inférieure
		- Couche inférieure	- Couche supérieure avec autoprotection minérale
Zones techniques(6)	I4	- EAC	
		- Couche inférieure	- Couche supérieure avec autoprotection minérale
		- EAC	
		- Couche supérieure avec autoprotection minérale	
Aires et chemins de circulation : cas général	I4	(C7) ou	(S7) ou
		(C5) + feuille avec autoprotection minérale (5)	(S5) + feuille avec autoprotection minérale
Aires et chemins de circulation : cas particulier du support composé de laine minérale de résistance thermique > 2 m ² .°C/W	I4	(C7) ou	(S7) ou
		(C6) + feuille avec autoprotection minérale	(S6) + feuille avec autoprotection minérale

Note 1 :

Son épaisseur minimale est de :

- 2,5 mm si elle possède une armature W ;

- 2,0 mm si elle possède une armature R3 ou R4 (armatures permettant d'obtenir le classement I3 ou I4 du système (voir paragraphe E.4.4.4).

Note 2 :

Son épaisseur minimale est de 2,5 mm.

Note 3 :

Son épaisseur minimale est de 2,0 mm.

Note 4 :

L'épaisseur totale minimale du complexe est de 5,0 mm.

Note 5 :

La feuille, à base de bitume modifié par élastomère SBS avec armature R4 telle que définie au paragraphe E.4.7 de couleur différente de celle des parties courantes, est appliquée par soudage.

Note 6 :

Ces zones peuvent être traitées comme les aires ou chemins de circulation.

Tableau 10 Toiture plate - Composition du revêtement bicouche bitume SBS système adhérent (autoprotection)

5.5.5 composition des revêtements sur toitures inclinées (pente . 5 %)

5.5.5.1 revêtements type bitume armé

La résistance thermique des panneaux isolants est limitée à $2 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$.

Les panneaux isolants ne doivent pas comporter de surfaçage par film plastique, sauf si la première couche du revêtement est soudée.

NOTE

Il est rappelé (paragraphe E.4.2) que le point de ramollissement bille et anneau nominal de la couche d'EAC doit être au moins égal à $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Le revêtement est adhérent.

Type d'ouvrage	Revêtements
Non accessible	- une couche d'EAC(1)
	- un bitume armé type 50 TV
	- un bitume armé type 50 TVth (autoprotégé par feuille métallique) soudé.
Nœuds centrales (figure 12) (La dernière couche est appliquée perpendiculairement au fil d'eau.)	- une couche d'EAC
	- un bitume armé type 50 TV
	- une couche d'EAC (facultative)
	- un bitume armé type 50 TV sur 0,50 m de part et d'autre du (ou des) fil(s) d'eau
	- une couche d'EAC (facultative)
Nœud de rive (figure 13) (La dernière couche est appliquée perpendiculairement au fil d'eau.)	- un bitume armé type 50 TVth (autoprotégé par feuille métallique) sur 1,50 m de part et d'autre du (ou des) fil(s) d'eau ; le recouvrement de la partie courante est de 0,10 m minimum.
	- une couche d'EAC
	- un bitume armé type 50 TV
	- une couche d'EAC (facultative)
	- un bitume armé type 50 TV ou 50 TV W HR(2) sur 0,50 m à partir du fil d'eau(3)
- une couche d'EAC (facultative)	
	- un bitume armé type 50 TV th (autoprotégé par feuille métallique) sur 1,50 m à partir du fil d'eau(4) ; le recouvrement de la partie courante est de 0,10 m minimum-
<p><u>Note 1 :</u> La couche d'EAC doit être supprimée lorsque le panneau isolant bénéficie d'un avis technique spécifique pour les revêtements d'étanchéité traditionnels soudables.</p> <p><u>Note 2 :</u> Ou feuille de bitume élastomère SBS faisant l'objet d'un avis technique favorable pour cet emploi.</p> <p><u>Note 3 :</u> Cette bande et l'équerre de renfort du relevé peuvent être réalisées : soit en deux éléments distincts, soit en un seul élément. Dans ce dernier cas, l'élément est du type 50 TV W HR 2) (figure 14).</p> <p><u>Note 4 :</u> Cette bande et le relevé d'étanchéité peuvent être réalisés : soit en deux éléments distincts, soit en seul élément (figure 15).</p>	

Tableau 11 Toiture inclinée - Composition du revêtement bitume armé

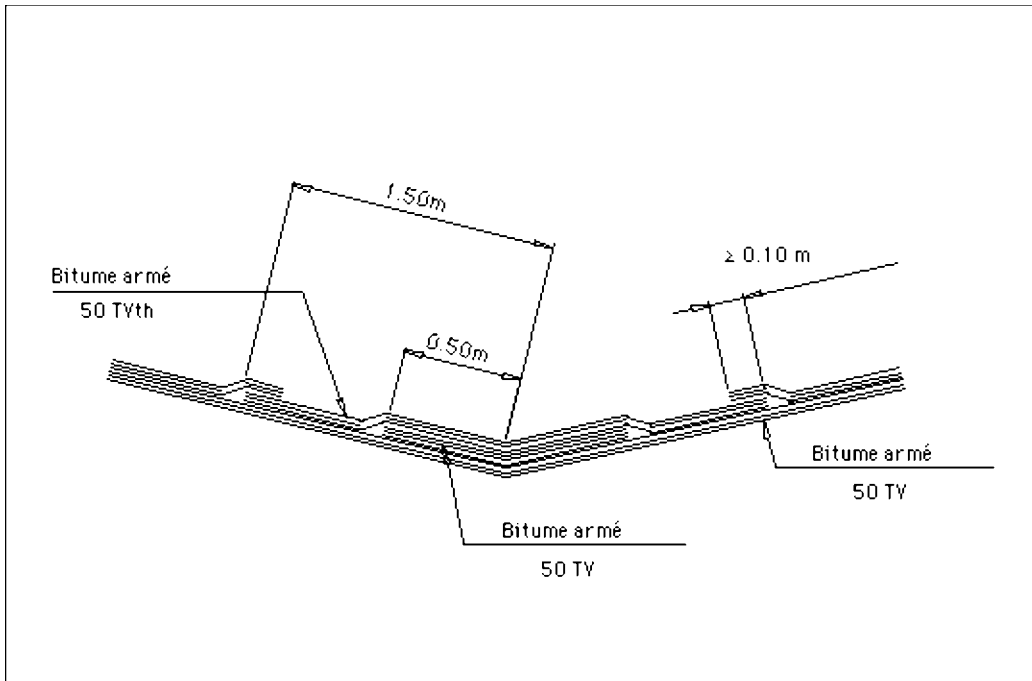


Figure 12

Toitures inclinées - Revêtements type bitume armé en noue centrale

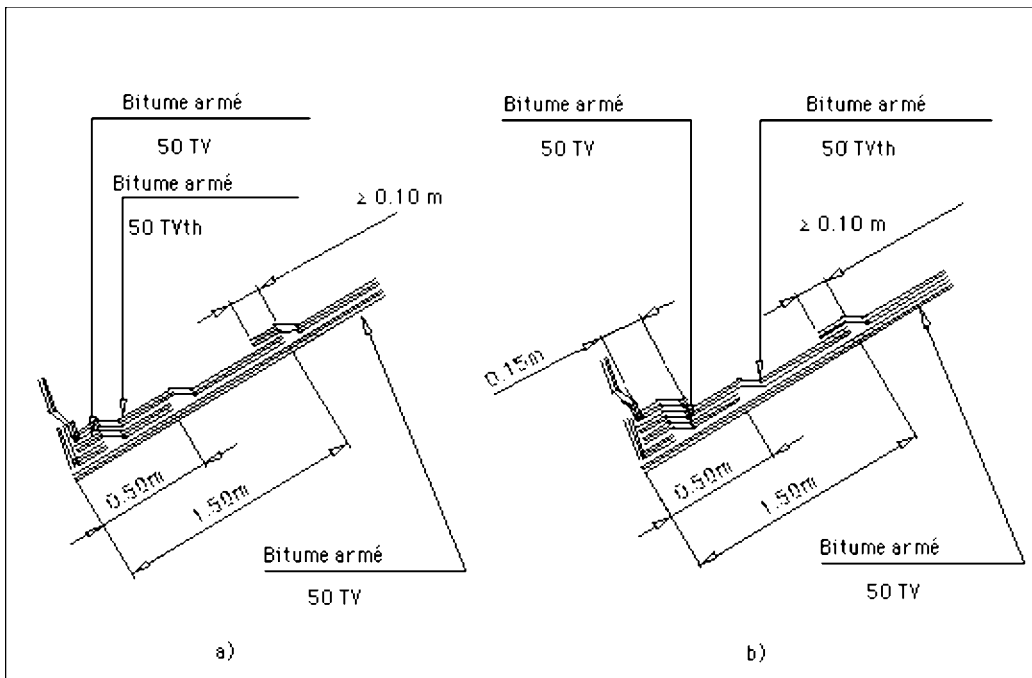


Figure 13

Toitures inclinées - Revêtements type bitume armé en noue de rive

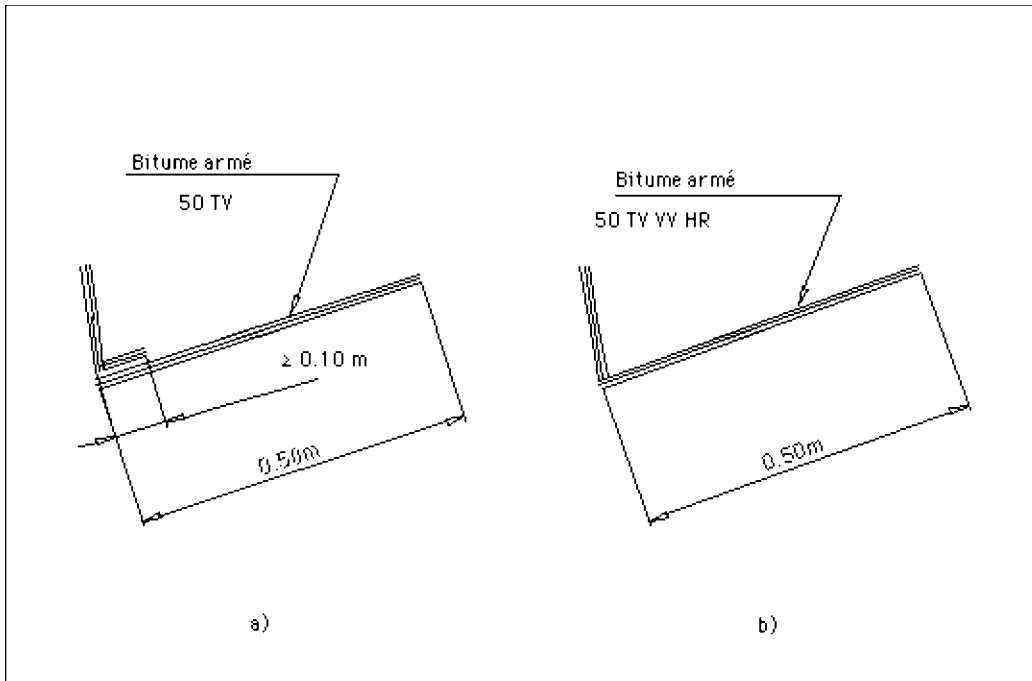


figure 13 - Couche sur 0,50 m et équerre de renfort

Figure 14 Détail

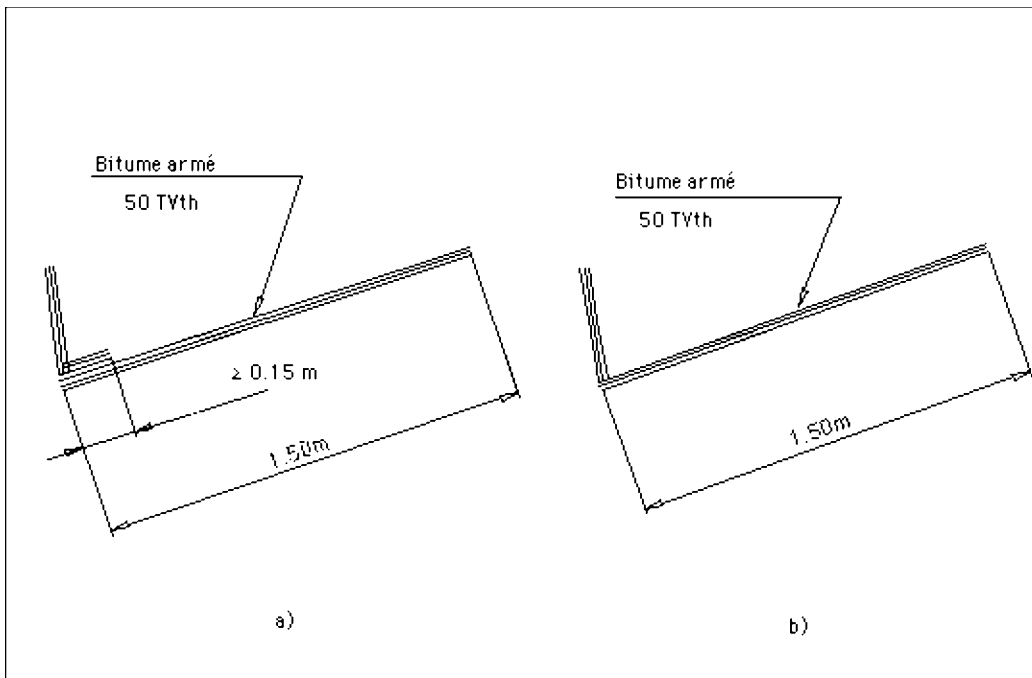


figure 13 - Dernière couche et relevé

Figure 15 Détail d'étanchéité

5.5.5.2 revêtements bicouches à base de bitume modifié par élastomère SBS

Les revêtements appliqués en noues sont identiques à ceux des parties courantes (figure 16).

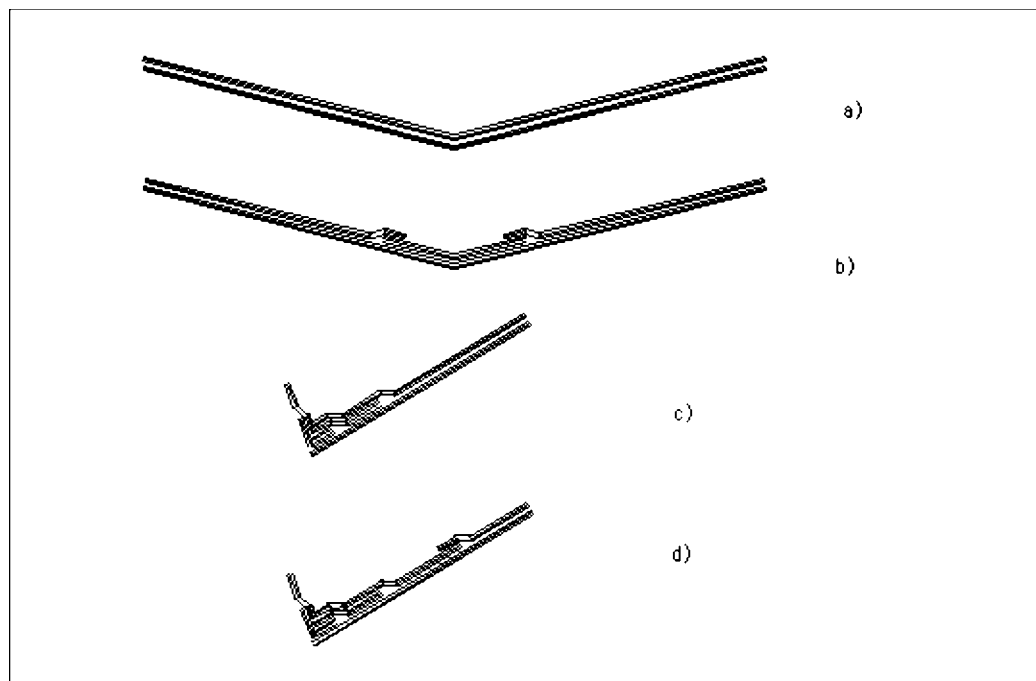
Chaque feuille est définie au paragraphe E.4.4.4.

Dans le cas de mise en oeuvre de revêtement avec EAC, les panneaux isolants :

- ne comporteront pas de surfaçage par film plastique ;
- auront une résistance thermique $\geq 2 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$.

Dans le cas de mise en oeuvre de revêtement sans EAC, les panneaux isolants sont aptes à recevoir des revêtements soudés et doivent bénéficier d'un avis technique favorable pour cet usage. A défaut, et seulement si leur résistance thermique est $\geq 2 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$, les panneaux admettant le collage à chaud seront surfacés par EAC sur chantier avant soudage.

La résistance minimale à l'indentation I des systèmes (poinçonnement statique et dynamique), telle que définie par le classement F.I.T., est indiquée dans le tableau ci-après. Les revêtements sont décrits à partir de la couche en contact avec le support.



Toitures inclinées - Revêtements bicouches bitume SBS (exemples)

Type d'ouvrage	Classement I	Systèmes avec EAC	Systèmes sans EAC
Support de résistance thermique ≤ 2 m ² .°CW	I2	(C5)	(S5)
		- EAC	- Couche inférieure(2) (4) - Couche supérieure avec autoprotection minérale (3)
		- Couche inférieure(1)	
		- EAC	
- Couche supérieure avec autoprotection minérale			
Support de résistance thermique > 2 m ² .°CW Cas général	I2	Non admis	
Support de résistance thermique > 2 m ² .°CW Cas des laines minérales	I3	Non admis	(S6)
			- Couche inférieure
			- Couche supérieure avec autoprotection minérale
<p><u>Note 1 :</u> Son épaisseur minimale est de : - 2,5 mm si elle possède une armature W ; - 2,0 mm si elle possède une armature R3 ou R4 (armatures permettant d'obtenir le classement I3 ou I4 du système (voir paragraphe E.4.4.4)).</p> <p><u>Note 2 :</u> Son épaisseur minimale est de 2,5 mm.</p> <p><u>Note 3 :</u> Son épaisseur minimale est de 2,0 mm.</p> <p><u>Note 4 :</u> L'épaisseur totale minimale du complexe est de 5,0 mm.</p>			

Tableau 12 Toiture inclinée - Composition du revêtement bicouche bitume SBS

5.5.5.3 dispositions particulières aux aires ou chemins de circulation dans le cas de revêtements autoprotégés

Ces aires ou chemins doivent être traités de façon identique aux parties courantes avec application complémentaire par soudage d'une feuille de bitume modifié par élastomère SBS avec armature R4 telle que définie au paragraphe E.4.7, autoprotégée par granulat minéral. Cette feuille, de couleur différente de celle des parties courantes, relève de la procédure d'avis technique.

5.5.5.4 dispositions particulières pour les toitures de forte pente

Ces dispositions s'appliquent pour des pentes :

- P 20 % dans le cas de revêtements multicouches type armé ou bicouches à base de bitume modifié par élastomère SBS avec EAC ;
- P 40 % dans le cas de revêtements bicouches à base de bitume modifié par élastomère SBS sans EAC.

Toutefois, dans le cas de soudage sur un isolant préalablement surfacé à l'EAC sur chantier, ces dispositions s'appliquent à partir de 20 %.

5.5.5.4.1 couche supérieure du revêtement d'étanchéité type bitume armé

La longueur des lés est limitée à :

- 10 m pour les pentes comprises entre 20 % et 100 % ;
- 7 m pour les pentes P 100 %.

5.5.5.4.2 fixations mécaniques du haut des lés d'étanchéité

Le haut des lés de la dernière couche du revêtement d'étanchéité est fixé avec interposition de rondelles de 40 mm de diamètre minimum(paragraphe E.6.4)à raison d'une fixation tous les 0,20 m.

Le haut des lés d'étanchéité dépasse l'axe des fixations d'au moins 0,05 m. Le lé supérieur recouvre les fixations avec un minimum de 0,06 m au-delà du bord inférieur de la rondelle.

La fixation se fait soit par vis autoperceuses, soit par rivets à expansion.

5.5.6 étanchéité des ouvrages particuliers

5.5.6.1 relevés d'étanchéité

5.5.6.1.1 dispositions générales

Les supports du relevé sont constitués :

- soit d'une costière en tôle d'acier galvanisée(voir paragraphe 6.5.4);
- soit de panneaux isolants(voir paragraphe 6.5.5).

Les revêtements appliqués en relevés sont toujours en système adhérent.

Les revêtements d'étanchéité en relevés, y compris les équerres de renfort, sont distincts des revêtements en feuille des parties courantes avec lesquelles ils se raccordent à la base par recouvrement soudé ou collé.

Les éléments en feuilles des relevés sont appliqués par longueur maximale de 1 m avec recouvrement latéral de 0,06 m minimum.

Les équerres de renfort peuvent présenter une longueur supérieure.

5.5.6.1.2 composition des relevés

Les complexes d'étanchéité définis ci-dessous sont fixés aux costières en tôle d'acier galvanisée, lorsque le support du relevé est constitué de panneaux isolants non porteurs de hauteur P 0,30 m.

Ces fixations, réalisées par vis autoperceuses ou rivets à expansion avec rondelles (voirparagraphe E.6.2.2), sont disposées en tête des relevés d'étanchéité à raison de quatre par mètre, situées à 30 mm minimum du haut du lé, et protégées des eaux de ruissellement. On peut tenir compte de ces fixations pour le maintien des panneaux isolants (fixations hautes prévues auparagraphe 6.5.5.2.2).

Autoprotection minérale	Autoprotection métallique
- une couche d'EIF(1)	- une couche d'EIF
- une couche d'EAC(2)	- une couche d'EAC
- une équerre de renfort de 0,25 m de développé en bitume modifié par élastomère SBS(3) (5) (7)	- une équerre de renfort de 0,25 m de développé en bitume armé type 50 TV VV HR soudée ou collée (4)
- une feuille de bitume modifié par élastomère SBS autoprotégé par granulats minéraux soudée sur toute la hauteur du relief avec talon de 0,15 m minimum en partie horizontale(6)	- une couche d'EAC sur la hauteur de l'équerre de renfort (facultative en cas de soudage)
	- un bitume armée type 50 TV th soudé sur toute la hauteur du relief avec talon de 0,15 m minimum en partie horizontale
	ou
	- une couche d'EIF
	- une couche d'EAC
	- une équerre de renfort de 0,25 m de développé en bitume modifié par élastomère SBS
	- une feuille de bitume modifié par élastomère SBS autoprotégé par feuille métallique soudée sur toute la hauteur du relief avec talon de 0,15 m minimum en partie horizontale

Note 1 : Uniquement sur costière métallique

Note 2 : La couche d'EAC est facultative sauf dans le cas de support en panneaux isolants dont l'avis technique l'impose

Note 3 : L'équerre de renfort doit présenter des ailes de 0,10 m minimum

Note 4 : Ou feuille de bitume élastomère SBS 5).

Note 5 : La feuille de bitume modifié par élastomère SBS doit être visée favorablement dans l'avis technique

Note 6 : La feuille de bitume modifié par élastomère SBS autoprotégée par granulats minéraux ou par feuille métallique doit être visée favorablement dans l'avis technique

Note 7 : Ou équerre de renfort de 0,25 m de développé en bitume armé type 50 TV VV HR soudée ou collée 3).

Tableau 13 Composition des relevés

5.5.6.2 revêtement d'étanchéité des chéneaux(voir paragraphe 4.2.3)

Sur les parois verticales, les éléments en feuille sont appliqués par bandes de largeur au plus égale à 1 m.

Dans le cas de chéneau de faible section, chaque couche du revêtement du fond et des parois latérales peut être réalisée transversalement à partir d'une même feuille.

Les complexes d'étanchéité appliqués sur parois latérales définis ci-dessus doivent être fixés mécaniquement aux supports lorsque la hauteur du revêtement dépasse 0,30 m sur isolant, ou 0,60 m sans isolant.

Ces fixations sont réparties en tête des relevés d'étanchéité à raison de quatre par mètre, situées à 30 mm minimum du haut du lé.

5.5.7 protection des revêtements d'étanchéité

Les protections lourdes doivent être exécutées dès que possible et, en tout cas, dès la fin de l'exécution des revêtements d'étanchéité.

La mise en place d'équipements lourds fait l'objet d'une étude particulière, non visée par le présent document. Il est rappelé que les charges des équipements disposés sur les toitures doivent être reportées sur l'ossature.

5.5.7.1 toitures terrasses plates (pente 3 % à 5 %)

5.5.7.1.1 revêtement asphalte (voir paragraphe 5.5.4.1) (pente \geq 3 %)

5.5.7.1.1.1 toitures inaccessibles : protection rapportée meuble

Elle est assurée par une couche de granulats courants, roulés ou concassés, de 0,04 m d'épaisseur minimale, de granularité comprise entre 5 mm et une dimension au plus égale aux 2/3 de l'épaisseur de la protection.

Dans le cas où le bâtiment est de hauteur supérieure à 28 m, ainsi que lorsque, faisant moins de 28 m de haut, il est situé en région de vent II site exposé, ou en région III site normal ou exposé, une agglutination en surface des gravillons ou un lestage par dalles est nécessaire sur 2 m de largeur au pourtour du bâtiment et au droit des émergences. La désolidarisation de la protection doit rester assurée. Il est également procédé au choix de la granularité la plus élevée possible.

Fond de chéneau		Parois latérales
	Classement I	
- une couche d'EIF(1)	13	- une couche d'EIF
- une couche d'EAC(2)		- une couche d'EAC
- une feuille de bitume modifié par élastomère SBS(3)		- une feuille de bitume modifié par élastomère SBS soudée ou collée sur toute la hauteur avec talon de 0,10 m sur la partie horizontale
- une couche d'EAC(4)		- une feuille de bitume modifié par élastomère SBS autoprotégée par granulats minéraux ou par feuille métallique avec talon de 0,15 m minimum sur la dernière couche du revêtement du fond de chéneau
- une feuille de bitume modifié par élastomère SBS autoprotégée par granulats minéraux ou par feuille métallique(5)		

Note 1 :

Facultative dans le cas du support en panneaux isolants.

Note 2 :

Facultative sauf dans le cas de support en panneaux isolants dont l'avis technique l'impose.

Note 3 :

La feuille de bitume modifié par élastomère SBS doit être visée favorablement dans l'avis technique.

Note 4 :

Facultative en cas de soudage.

Note 5 :

La feuille de bitume modifié par élastomère SBS autoprotégée par granulats minéraux ou par feuille métallique doit être visée favorablement dans l'avis technique.

Tableau 14 Composition de revêtement en chéneaux

5.5.7.1.1.2 toitures à aires ou chemins de circulation et zones techniques : protection rapportée dure

Elle est assurée par des dalles préfabriquées en béton posées à sec, à joints secs, sur couche de désolidarisation.

NOTE

L'usage de ces aires, chemins ou zones, n'impose généralement pas le respect de tolérances précises telles que planéité, alignement des joints, désaffleurement entre dalles... Ce type de protection peut subir des désorganisations qui peuvent être corrigées par un entretien adapté.

Une largeur de deux dalles de 0,40 m est généralement admise pour constituer un chemin de circulation.

Dallettes :

Elles sont définies au paragraphe E.6.8.

Couche de désolidarisation :

Elle est constituée par :

- soit la protection lourde meuble des parties traitées en toiture inaccessible ;
- soit un écran synthétique de désolidarisation (voir paragraphe E.5.2).

5.5.7.1.2 revêtements multicouches type bitume armé (voir paragraphe 5.5.4.2) (pente 3 % à 5 %)

5.5.7.1.2.1 toitures inaccessibles : protection rapportée meuble

Elle est assurée par une couche de granulats, conformément au paragraphe 5.5.7.1.1.1.

5.5.7.1.2.2 aires ou chemins de circulation et zones techniques : protection rapportée dure

Elle est assurée par des dalles préfabriquées, conformément au paragraphe 5.5.7.1.1.2.

5.5.7.1.3 revêtements à base de bitume modifié par élastomère SBS (voir paragraphe 5.5.4.3) (pente 3 % à 5 %)

5.5.7.1.3.1 toitures inaccessibles : protection rapportée meuble ou autoprotection

- Dans le cas de revêtement recevant une protection rapportée meuble (voir paragraphes 5.5.4.3.1 et 5.5.4.3.2.1), cette dernière est assurée par une couche de granulats, conformément au paragraphe 5.5.7.1.1.1.
- Dans le cas de revêtement autoprotégé (voir paragraphe 5.5.4.3.2.2), la protection est assurée par l'autoprotection du revêtement.

5.5.7.1.3.2 aires ou chemins de circulation et zones techniques : protection rapportée dure ou autoprotection

- Dans le cas de revêtement recevant une protection rapportée (voir paragraphes 5.5.4.3.1 et 5.5.4.3.2.1), cette dernière est assurée par des dalles préfabriquées, conformément au paragraphe 5.5.7.1.1.2.

- Dans le cas de revêtement autoprotégé (voir paragraphe 5.5.4.3.2.2), la protection est assurée par l'autoprotection du revêtement.

5.5.7.2 toitures inclinées (pente . 5 %)(voir paragraphe 5.5.5): autoprotection

La protection est assurée par l'autoprotection du revêtement.

6 ouvrages particuliers

6.1 nomenclature

Les ouvrages particuliers comprennent :

- les noues et chéneaux (voir paragraphe 6.2) ;
- les faîtages, arêtières et divers changements de pente (voir paragraphe 6.3) ;
- les bandes métalliques reliées à l'étanchéité (rives, égouts, faîtages simples... (voir paragraphe 6.4) ;
- les reliefs (voir paragraphe 6.5) ;
- les joints de dilatation de la structure porteuse (voir paragraphe 6.6) ;
- les lanterneaux, exutoires de fumées, aérateurs... (voir paragraphe 6.7) ;
- les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales (EP, TP...voir paragraphe 6.8);
- les traversées de toiture (ventilations, potelets...voir paragraphe 6.9).

6.2 noues et chéneaux

6.2.1 noues

6.2.1.1 généralités

Il est rappelé (voir paragraphes D.2.3.2.2 et D.2.3.2.3) que les tôles d'acier nervurées reposent sur :

- un appui unique lorsque l'angle formé par la rencontre des deux versants est $> 174^\circ$ (figures D.9 a) et D.12 b)) ;

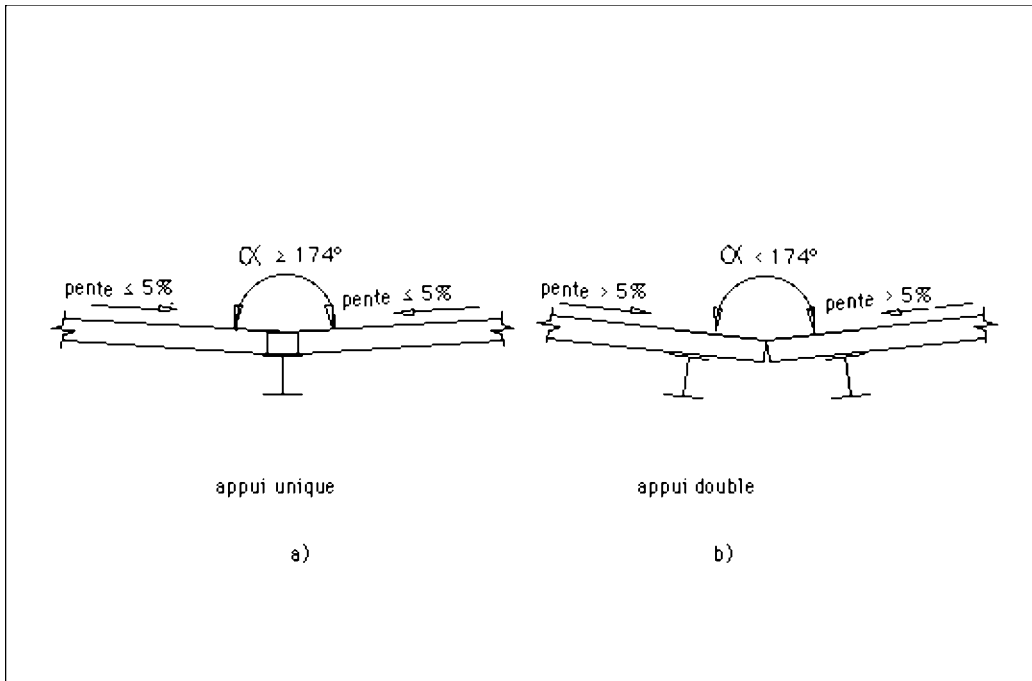


Figure D.9 Appui

au droit des noues centrales

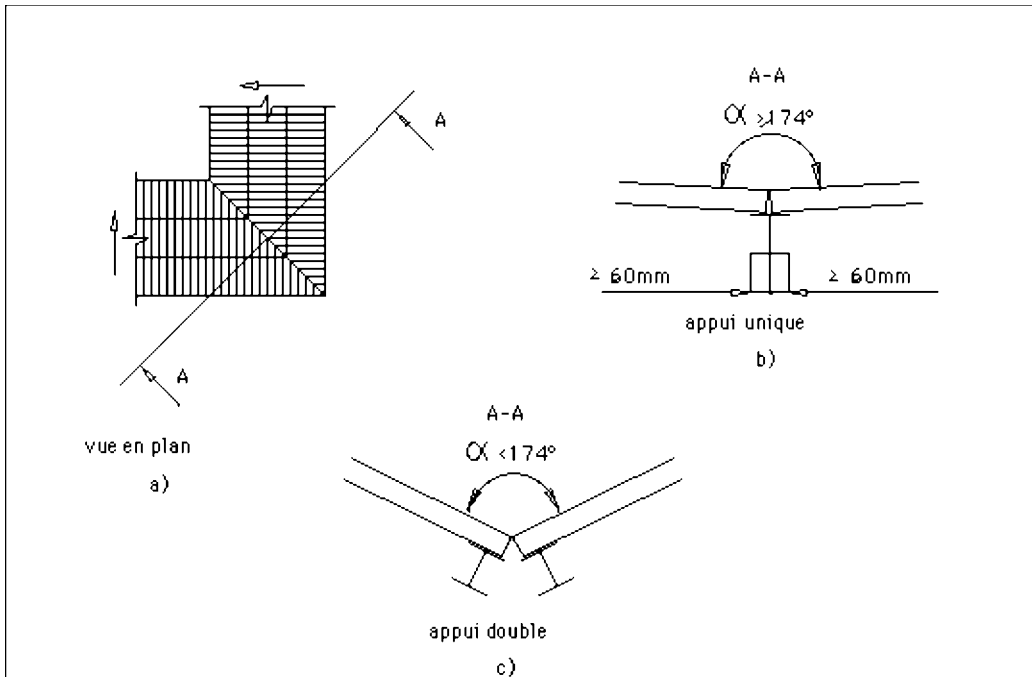


Figure D.12

Appui au droit des noues traditionnelles

- deux appuis lorsque l'angle formé par la rencontre des deux versants est $\leq 174^\circ$ (figures D.9 b) et D.12 c)).

6.2.1.2 noues centrales et noues traditionnelles

Une tôle de liaison en acier galvanisé, de 0,75 mm d'épaisseur nominale, de 0,20 m de développé, pliée au centre, fixée sur chaque aile sur les tôles d'acier nervurées tous les 0,50 m :

- est nécessaire si l'angle formé par la rencontre des deux versants est $\leq 174^\circ$;
- n'est pas nécessaire si les tôles d'acier nervurées sont emboîtées et si l'angle formé par la rencontre des deux versants est $> 174^\circ$.

Il est possible, lorsque les tôles d'acier nervurées sont posées parallèlement à la noue et lorsque l'angle formé par la rencontre des deux versants est $P 174^\circ$, de plier la tôle d'acier nervurée sans la couper à l'endroit de la ligne des changements de pente. Dans ce cas la tôle de liaison n'est pas nécessaire.

NOTE

Un angle de 174° correspond, par exemple, à la rencontre de deux versants de pente 5 %.

Le revêtement d'étanchéité des noues centrales :

- pour les toitures de pentes comprises entre 3 % et 5 %, est identique à celui des parties courantes (voir paragraphe 5.5.4) ;
- pour les toitures de pentes $P 5 \%$, est défini au paragraphe 5.5.5.

6.2.1.3 noues de rive

Elles sont réalisées avec costières, conformément aux dispositions du paragraphe 6.5.

La hauteur minimale des relevés en noue de rive et abouts est de :

- 0,15 m dans le cas de versants de pente : 20 % ;
- 0,25 m dans le cas de versants de pente $P 20 \%$.

La hauteur maximale des costières supports de relevé est définie au paragraphe 6.5.4.2.

Il est rappelé que :

- dans le cas des tôles d'acier nervurées perpendiculaires à la noue, la distance maximale entre le nu extérieur de la structure d'appui et le fil d'eau est fonction de l'implantation des entrées d'eaux pluviales : 0,05 m ou 0,20 m suivant les cas (voir paragraphe D.2.3.3.1.1) ;
- dans le cas où les tôles d'acier nervurées parallèles à la noue sont coupées longitudinalement, la nervure doit être reconstituée, l'assemblage étant assuré par couturage tous les 0,50 m environ (voir paragraphe 5.2.3).

Le revêtement d'étanchéité des noues de rive :

- pour les toitures de pentes comprises entre 3 % et 5 %, est identique à celui des parties courantes (voir paragraphe 5.5.4) ;
- pour les toitures de pentes $P 5 \%$, est défini au paragraphe 5.5.5.

6.2.2 chéneaux en encorbellement

Il est rappelé (voir paragraphe 4.2.3) que les chéneaux sont des ouvrages exceptionnels pour ce type de toiture, sachant que celle-ci se prête mieux à la réalisation de noues.

Lorsqu'ils sont malgré tout prévus, ils sont réalisés selon les techniques de couverture (voir normes et DTU de la série 40) ou d'étanchéité (voir normes et DTU de la série 43) en désolidarisant le revêtement d'étanchéité des parties courantes de celui des chéneaux.

6.3 faitages, arêtiers et divers changements de pente

Il est rappelé (voir paragraphes D.2.3.2.1 et D.2.3.2.3) que les tôles d'acier nervurées reposent sur :

- un appui unique lorsque l'angle formé par la rencontre des deux versants est $\approx 186^\circ$ (figures D.8 a) et D.13 a) ;

- deux appuis lorsque l'angle formé par la rencontre des deux versants est $P 186^\circ$ (figures D.8 b) et D.13 b)).

Une tôle de liaison en acier galvanisé de 0,75 mm d'épaisseur nominale, en 0,20 m de développé, pliée au centre, fixée sur chaque aile sur les tôles d'acier nervurées tous les 0,50 m :

- est nécessaire dans tous les cas lorsque l'angle formé par la rencontre des deux versants est $P 186^\circ$;
- est nécessaire si les tôles d'acier nervurées ne sont pas emboîtées ;
- n'est pas nécessaire si les tôles d'acier sont emboîtées et l'angle formé par la rencontre des deux versants est $\approx 186^\circ$.

Pour les faîtages et divers changements de pente, il est possible, lorsque les tôles d'acier nervurées sont posées parallèlement au faîtage et lorsque l'angle formé par la rencontre des deux versants est $\approx 186^\circ$, de plier une tôle d'acier nervurée sans la couper à l'endroit de la ligne des changements de pente.

Dans ce cas, la tôle de liaison n'est pas nécessaire.

NOTE

Un angle de 186° correspond, par exemple, à la rencontre de deux versants de pente 5 %.

6.4 bandes métalliques reliées à l'étanchéité (rives, égouts, faîtages simples...)

- Cas des revêtements d'étanchéité autoprotégés : les bandes métalliques reliées aux revêtements d'étanchéité présentent une retombée. Un closoir supérieur est prévu entre les tôles d'acier nervurées et l'isolant (figures 17 a), c), d)).

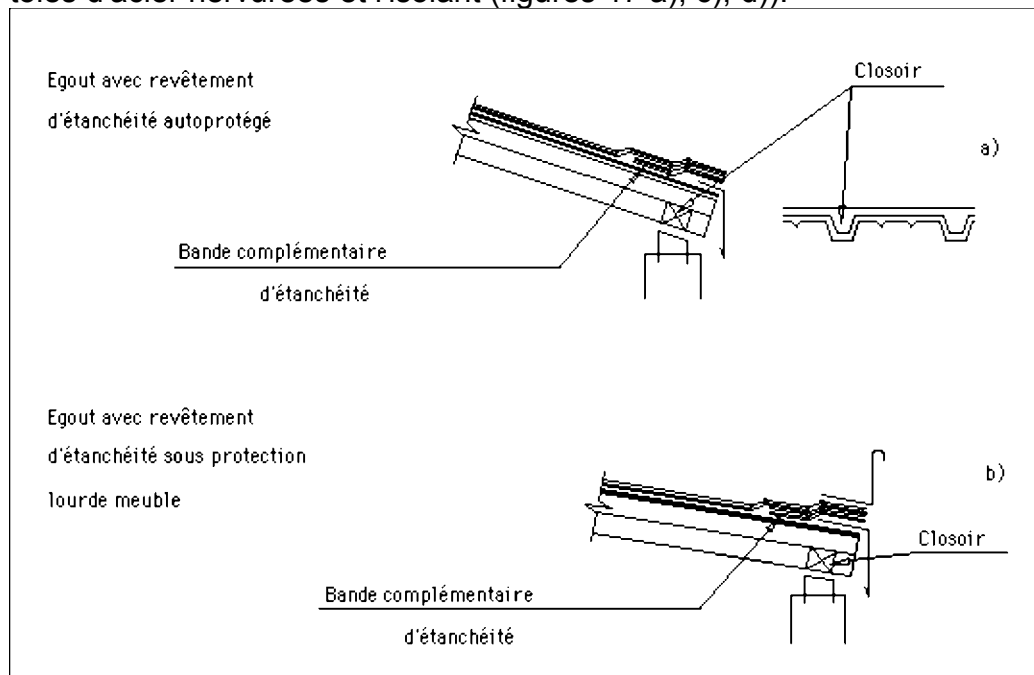


Figure 17 Bandes

métalliques reliées à l'étanchéité - Dispositions générales

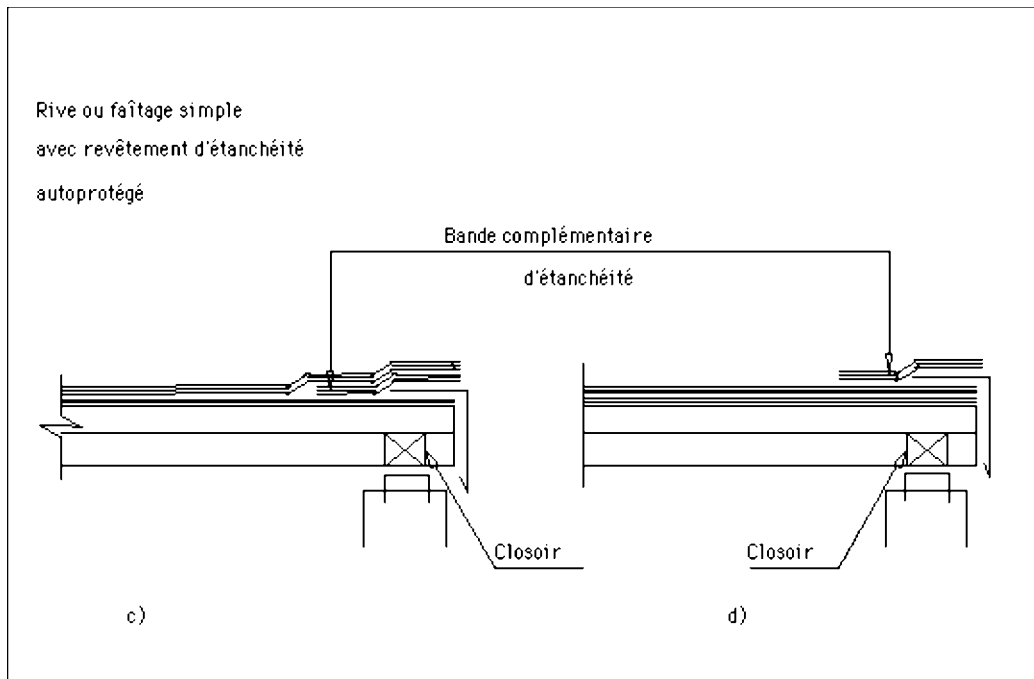


Figure 17 Bandes

métalliques reliées à l'étanchéité - Dispositions générales

Les dispositifs de calfeutrement à l'air entre la paroi verticale et la sous-face des tôles d'acier nervurées sont définis par les Documents Particuliers du Marché.

- Cas de revêtements d'étanchéité avec protection lourde meuble :
- les rives et faitages simples doivent être réalisés avec costières et relevés d'étanchéité (voir paragraphe 6.5) ;
- seuls les égouts peuvent être réalisés avec une bande métallique prise dans le revêtement d'étanchéité et présentant une retombée ; dans ce cas la protection lourde est arrêtée par une galerie garde-grève ajourée, par des carreaux d'asphalte, par briques pleines ou tout procédé équivalent permettant l'écoulement de l'eau. Les dispositions concernant le closoir supérieur et le calfeutrement à l'air sont identiques à celles visées ci-dessus (figure 17 b)).

6.4.1 caractéristiques des bandes métalliques

6.4.1.1 épaisseur

Les métaux à utiliser, éventuellement revêtus, sont définis au paragraphe E.6.5 en épaisseurs nominales suivantes :

- acier galvanisé ou inox : $e > 0,75$ mm
- zinc : $e > 0,65$ mm
- aluminium : $e > 0,80$ mm
- cuivre : $e > 0,50$ mm

6.4.1.2 longueur des bandes

La longueur maximale unitaire de chaque bande est environ de :

- 2 m pour l'acier (galvanisé ou inox) ;

- 1 m pour le zinc, l'aluminium et le cuivre.

Le recouvrement entre bandes est de 0,10 m minimum.

6.4.1.3 largeur de l'aile insérée dans le revêtement d'étanchéité

- 0,10 m minimum.

6.4.1.4 retombée

Si la bande comporte une retombée libre, celle-ci n'excède pas :

- 0,15 m dans le cas de la tôle d'acier ;
- 0,10 m dans le cas du zinc, de l'aluminium ou du cuivre.

Si la bande comporte une retombée fixée ou maintenue (voir paragraphe 6.4.2.2), celle-ci n'excède pas :

- 0,30 m dans le cas d'acier ;
- 0,20 m dans le cas du zinc, de l'aluminium ou du cuivre.

Dans tous les cas, le recouvrement de la retombée par rapport à la partie inférieure des tôles d'acier nervurées est de 0,04 m minimum (figure 18).

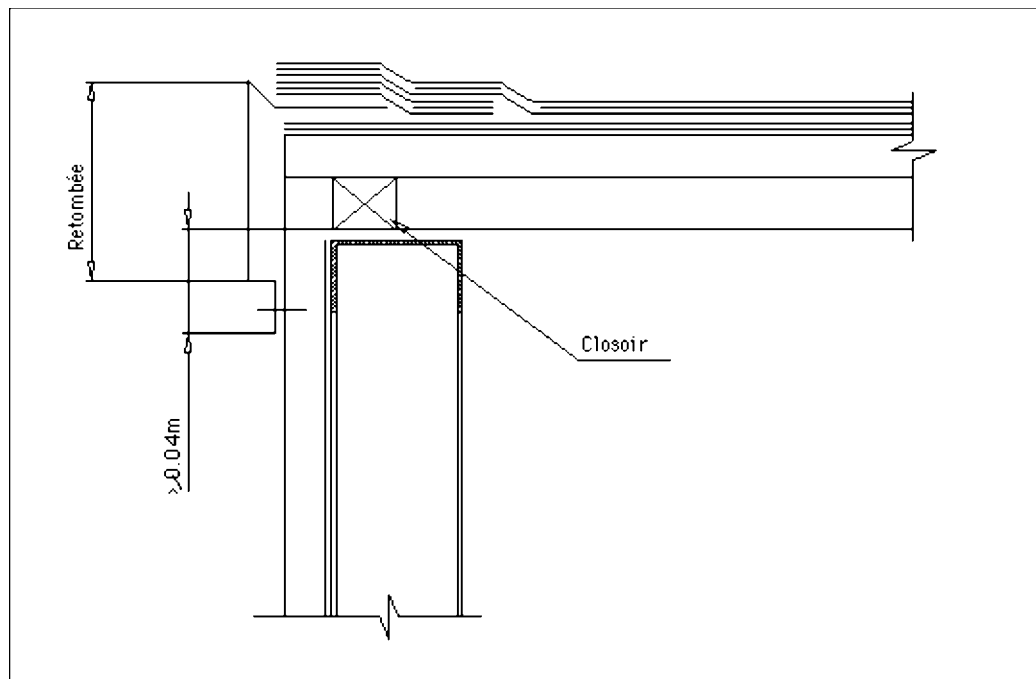


Figure 18 Bandes

métalliques reliées à l'étanchéité - Recouvrement de la retombée

6.4.2 fixation des bandes métalliques

6.4.2.1 fixation de l'aile insérée dans le revêtement d'étanchéité

Les bandes sont fixées mécaniquement aux tôles d'acier nervurées à travers l'isolant, par vis autoperceuses, ou rivets à expansion.

L'intervalle des fixations est d'environ 0,33 m, dont une au moins au droit de chaque recouvrement.

6.4.2.2 fixation de la retombée

Lorsque la retombée (figure 18) dépasse 0,15 m dans le cas de l'acier ou 0,10 m dans les autres cas, celle-ci est obligatoirement fixée ou maintenue tous les 0,33 m environ, dont une fixation au moins au droit du recouvrement.

6.4.3 R raccordement au revêtement d'étanchéité

NOTE

Les bandes métalliques non insérées dans le revêtement d'étanchéité ne sont pas visées par le présent document.

La partie de la bande destinée à être insérée dans le revêtement d'étanchéité présente une largeur minimale de 0,10 m et est enduite d'EIF.

La bande de métal est insérée entre deux couches de matériaux d'étanchéité. Au droit de cette bande le revêtement d'étanchéité doit comporter trois couches. A cet effet, il est rapporté une bande complémentaire raccordée au revêtement (exemples de raccordement donnés en figure 17).

6.5 Reliefs

6.5.1 généralités

Les reliefs doivent être solidaires de l'élément porteur en tôle d'acier nervurée. Ils sont constitués de costières éventuellement revêtues de panneaux isolants.

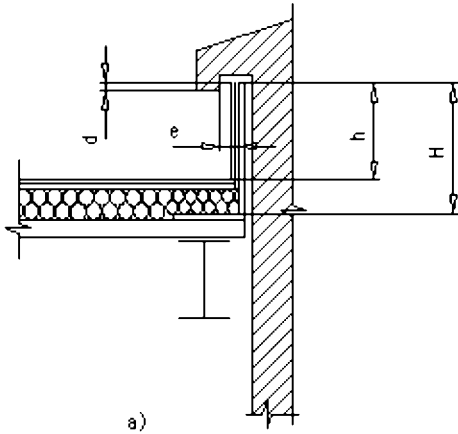
Les costières sont traitées au paragraphe 6.5.4.

L'isolation thermique est traitée au paragraphe 6.5.5.

Les relevés d'étanchéité sont traités au paragraphe 5.5.6.1.

6.5.2 hauteur des reliefs (figure 19)

$d \geq 0.04 \text{ m}$
 $e \geq 0.04 \text{ m} + \text{épaisseur}$
 isolant éventuel



$d \geq 0.04 \text{ m}$
 $e \geq 0.04 \text{ m} + \text{épaisseur}$
 isolant éventuel

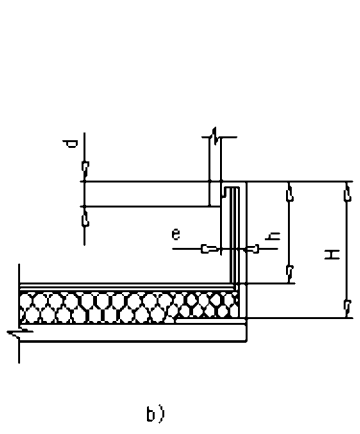
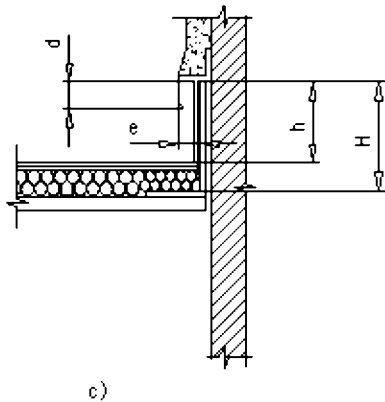


Figure 19 Reliefs

- Hauteur et forme de la partie supérieure

$d \geq 0.04 \text{ m}$
 $e \geq 0.01 \text{ m} + \text{épaisseur}$
 isolant éventuel



$d \geq 0.04 \text{ m}$
 $e \geq 0.01 \text{ m} + \text{épaisseur}$
 isolant éventuel

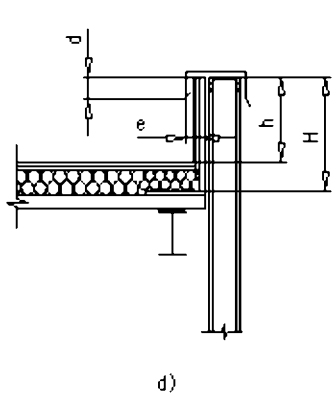


Figure 19 Reliefs

- Hauteur et forme de la partie supérieure

La hauteur H des reliefs doit permettre une hauteur minimale h des relevés d'étanchéité de 0,15 m au-dessus de la protection des parties courantes.
 Cette hauteur est plus importante dans le cas de noues de rive ; elle est définie au paragraphe 6.2.1.3.
 La hauteur maximale des costières support de relevé d'étanchéité est définie au paragraphe 6.5.4.2. Dans le cas de partie verticale de hauteur supérieure on procédera alors à la mise en oeuvre d'un contre-bardage.

6.5.3 forme des reliefs

Ils doivent comporter, à leur partie supérieure, un ouvrage étanche qui écarte l'eau

ruisselant sur les éléments placés au-dessus d'eux, afin d'éviter l'introduction d'eau derrière le relevé d'étanchéité. La partie du dispositif faisant larmier doit présenter un recouvrement d'au moins 0,04 m et être en saillie de 0,04 m minimum par rapport au support d'étanchéité, à l'exclusion des bandes porte-solin et des couronnements d'acrotère pour lesquels la saillie peut être limitée à 0,01 m (figure 19).

6.5.4 costières

6.5.4.1 généralités

Les costières (éventuellement revêtues de panneaux isolants) faisant office de support de relevé d'étanchéité sont en tôles d'acier galvanisé ou protégé contre la corrosion. Des costières préfabriquées en matériaux différents peuvent être utilisées dans les conditions de la norme NF P 37-418 ou des avis techniques.

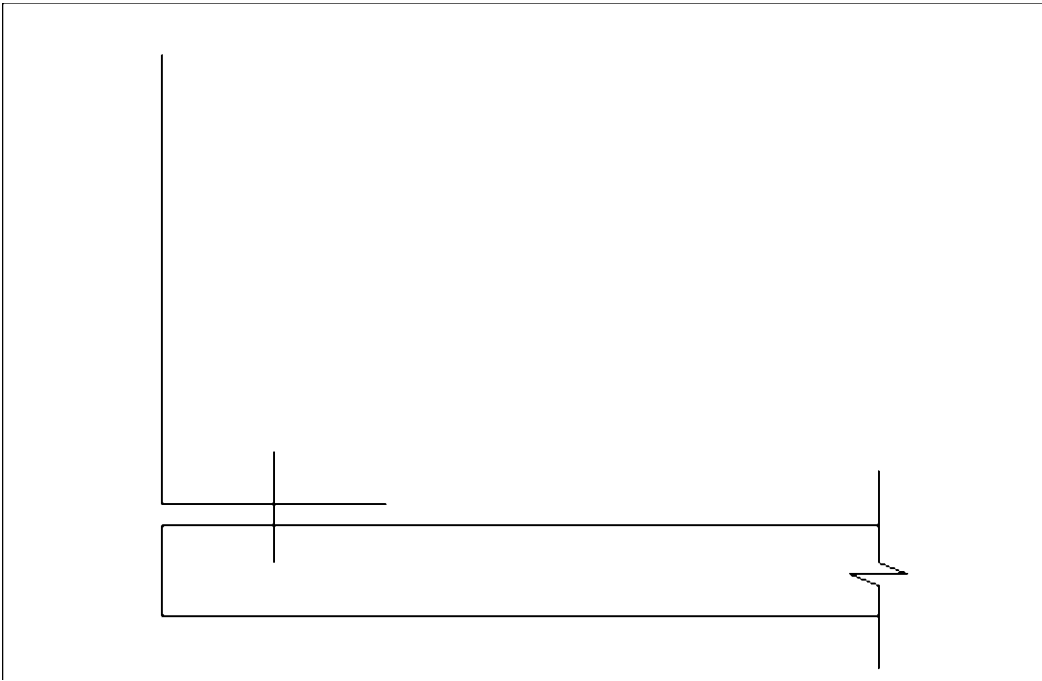
Les costières doivent être solidaires des tôles d'acier nervurées.

NOTE

Les costières non solidaires des tôles d'acier nervurées ne peuvent faire office de support de relevé d'étanchéité et doivent être doublées par des costières conformes à l'une des dispositions ci-après (figure 24).

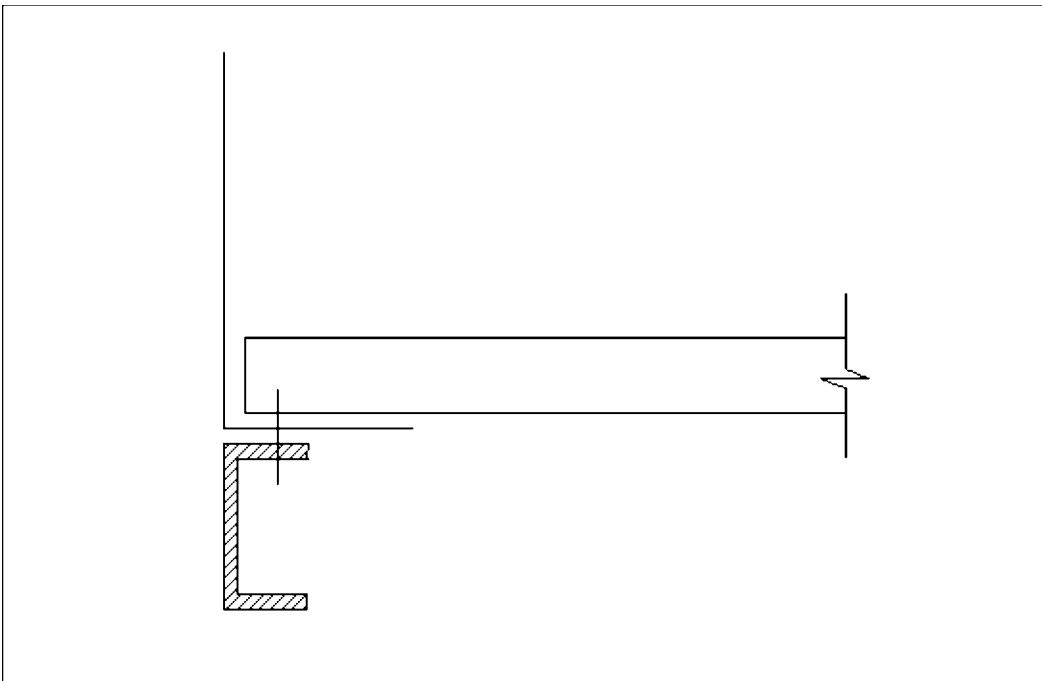
Cette exigence peut être satisfaite :

- Soit en rapportant une costière sur les tôles d'acier nervurées de partie courante (cas général, figure 20). Les costières doivent se recouvrir entre elles de 0,04 m au moins. Les fixations aux tôles d'acier nervurées (figure 25) s'effectuent en quinconce, au moins tous les 0,50 m dont une au droit des recouvrements, par des fixations conformes au paragraphe E.6.1.2. Les recouvrements des ailes verticales sont couturés à raison d'une fixation au moins tous les 0,20 m. Lorsque les costières atteignent ou dépassent une hauteur de 0,30 m au-dessus du niveau supérieur des tôles d'acier nervurées, une fixation en tête de ces costières est obligatoire tous les mètres. La fixation en tête n'est pas exigée lorsque la costière jouxte un ouvrage en maçonnerie.
- Soit en rapportant une costière sur l'appui des tôles d'acier nervurées (figure 21) (exemple : costières de lanterneau ponctuel). La fixation de cette costière s'effectue par l'intermédiaire des fixations des tôles d'acier nervurées de partie courante. Les recouvrements et leurs couturages sont réalisés comme ci-dessus, ainsi que la fixation éventuelle en tête de costière.
- Soit avec des costières autoportantes (de panne à panne) sur lesquelles sont fixées les tôles d'acier nervurées de partie courante (figure 22) (exemple : costières de lanterneau filant). Les différents éléments de costières doivent être solidaires entre eux et ne pas présenter d'aspérités importantes (boulons raidisseurs,...). Le dimensionnement de ces costières (épaisseur, hauteur) doit tenir compte des charges transmises par l'élément porté et par les tôles d'acier nervurées qui se trouvent en appui sur ces costières. Soit avec des costières intégrées à l'ossature, lorsqu'elles sont solidaires d'un appui continu des tôles d'acier nervurées permettant leur solidarisation avec ces dernières (figure 23) (exemple : costières d'auvent).
- Il est admis de relever l'étanchéité directement sur ces costières à condition qu'elles ne comportent pas d'aspérités importantes (boulons, raidisseurs,...).



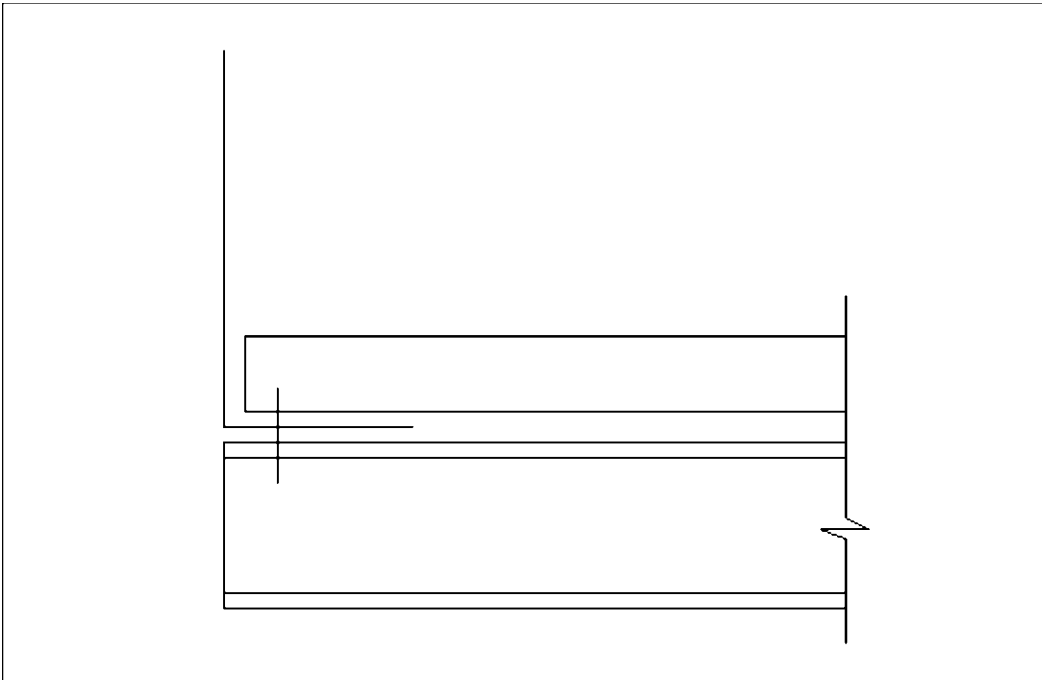
Costière fixée directement à la tôle d'acier nervurée

Figure 20



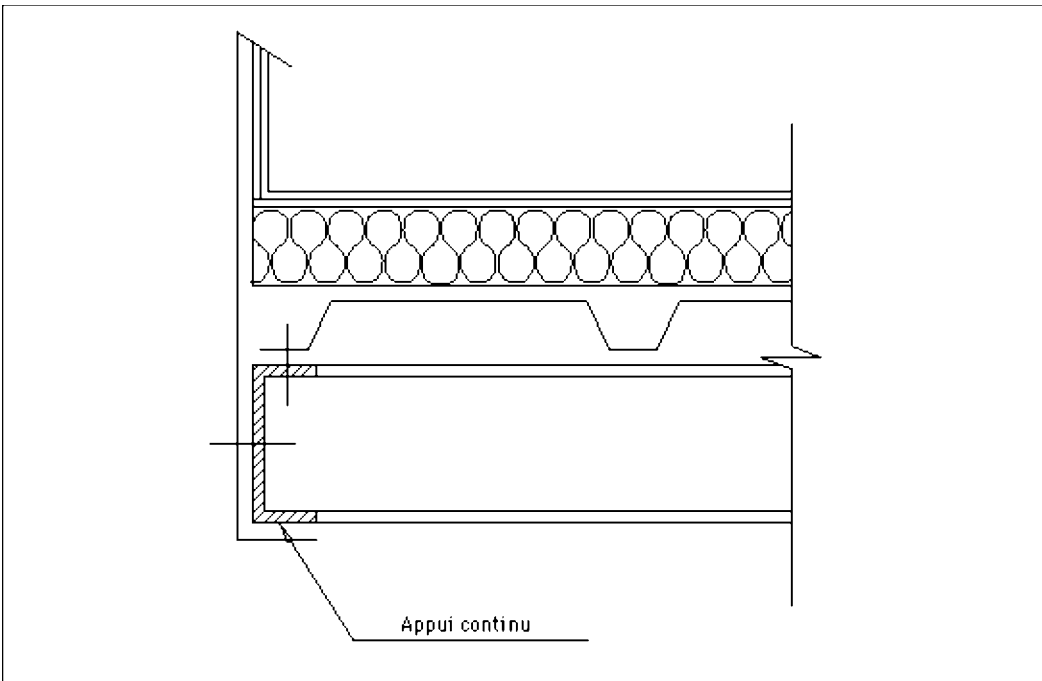
Costière fixée en continu entre la tôle d'acier nervurée et son support

Figure 21



Costière autoportante entre appuis des tôles d'acier nervurées

Figure 22



Costière solidaire d'un appui continu des tôles d'acier nervurées

Figure 23

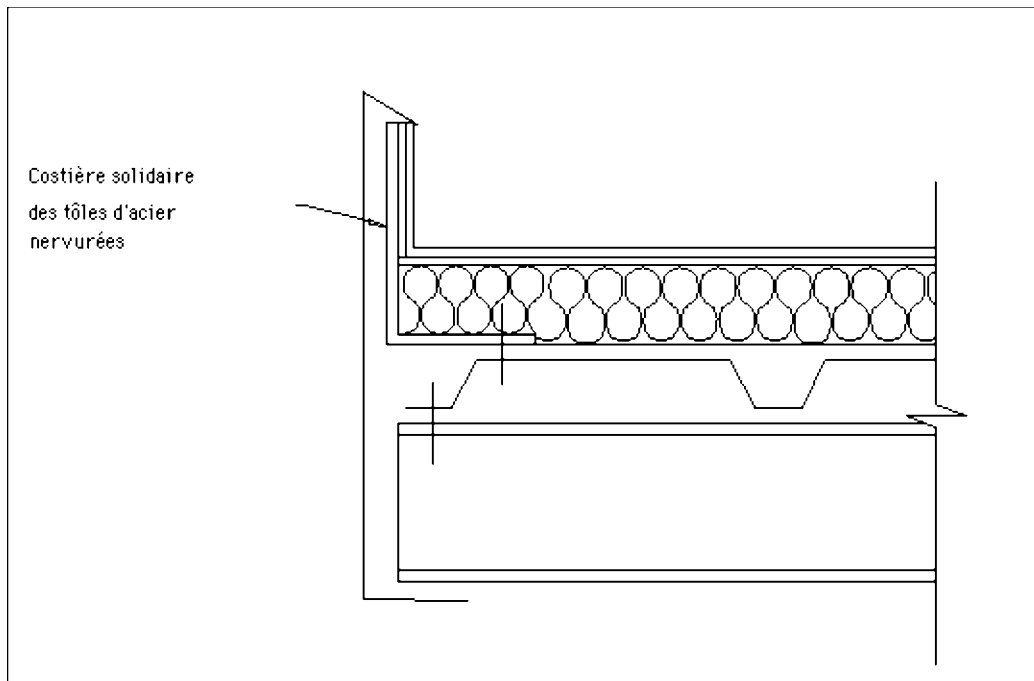


Figure 24

Doublage d'une costière non solidaire des tôles d'acier nervurées

6.5.4.2 dimensionnement des costières

Les costières présentent les caractéristiques suivantes :

Type de costière	Epaisseur mm	Hauteur H (figure 25) m	Talon m	Profil en partie haute m
Rapportée courante	0,75	$\leq 0,25$	$\geq 0,10$	
	1,0	$\leq 0,40$	$\geq 0,10$	
	$\geq 1,2$	$\leq 0,60$	$\geq 0,10$	
Support de contre-bardage	$\geq 1,2$	$\leq 0,60$	$\geq 0,10$	Conforme à la figure 26 :- aile horizontale $\geq 0,04$ - retombée verticale $\geq 0,03$
Support de lanterneau ponctuel (NF P 37-418 ou avis technique)	$\geq 1,2$ (1)	$\leq 0,60$	$\geq 0,09$	Conforme à la norme NF P 37-418 ou à l'avis technique.
Support de système d'éclairage en bandes translucides (avis technique)	$\geq 2,0$	$\leq 0,60$	$\geq 0,09$	Conforme aux figures 27 a), 27 b), 27 c) ou à l'avis technique.
Support d'équipement (exutoires de fumée, aérateurs, ...)	Fonction de l'équipement		$\geq 0,10$	

Note 1 :

S'il s'agit de costière autoportante, le dimensionnement (épaisseur, hauteur) est fonction de la charge transmise par l'élément porté et par les tôles d'acier nervurées qui se trouvent en appui sur cette costière.

Tableau 15 Dimensionnement des costières

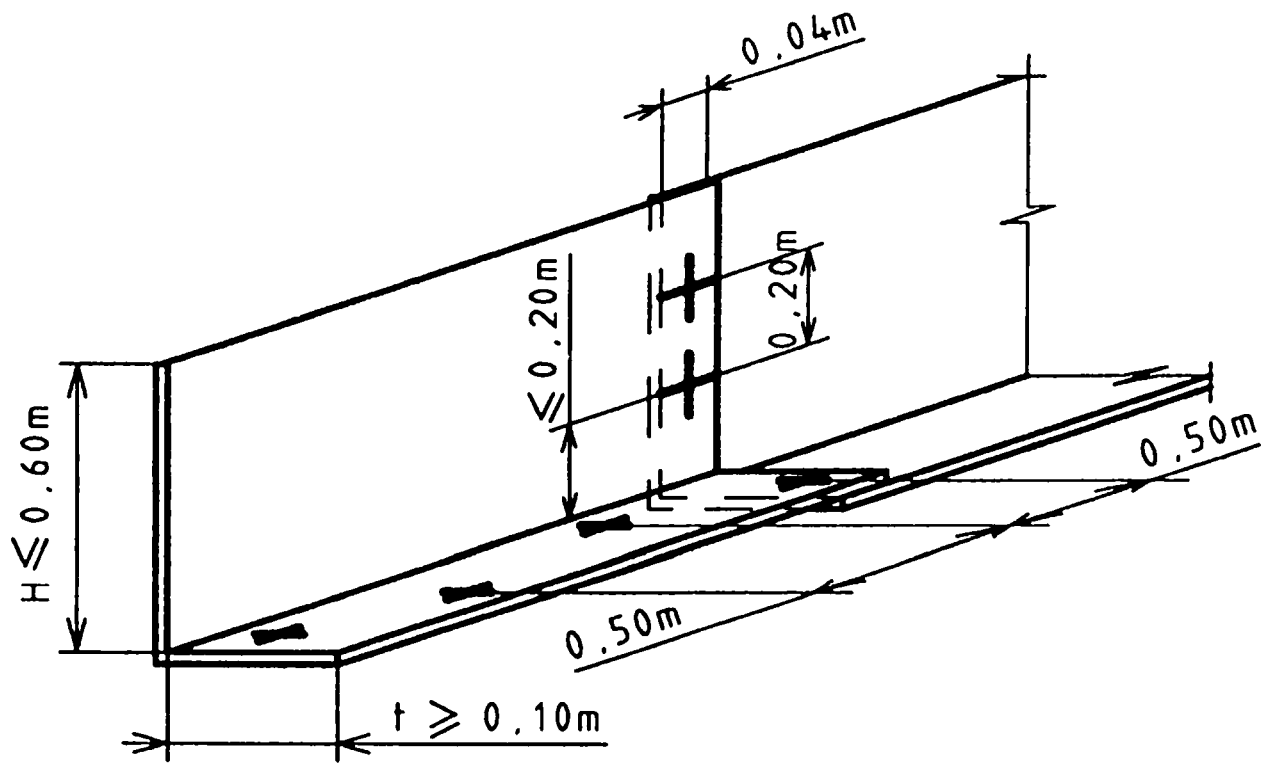


Figure 25 Costières fixées sur les tôles d'acier nervurées - Recouvrement et fixations

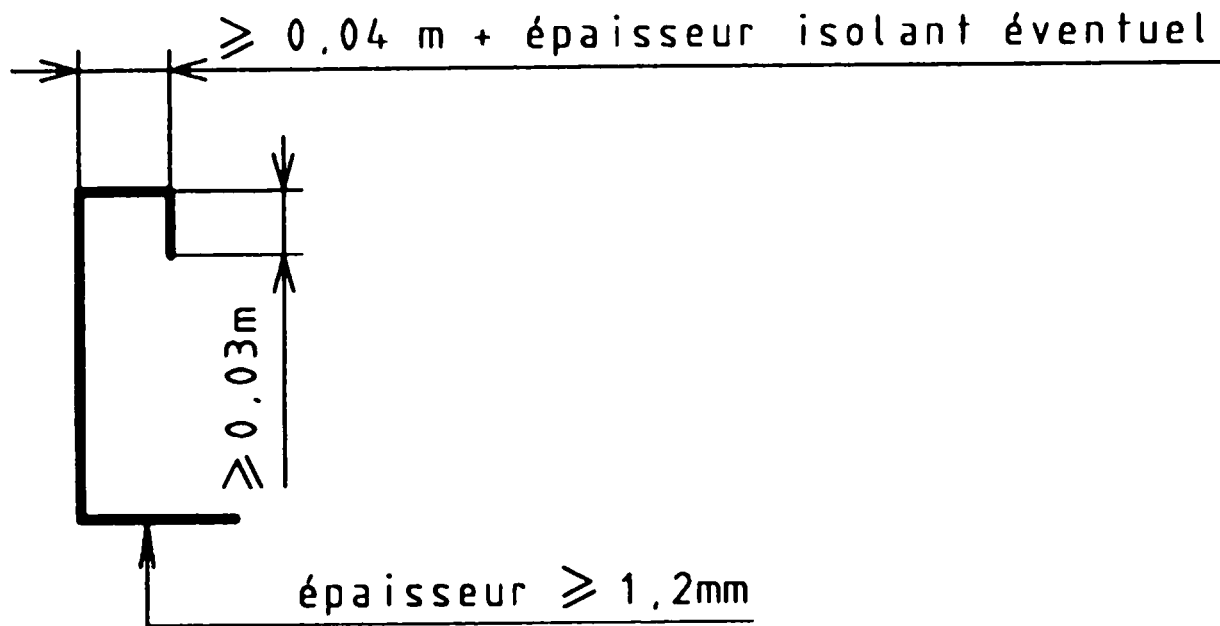
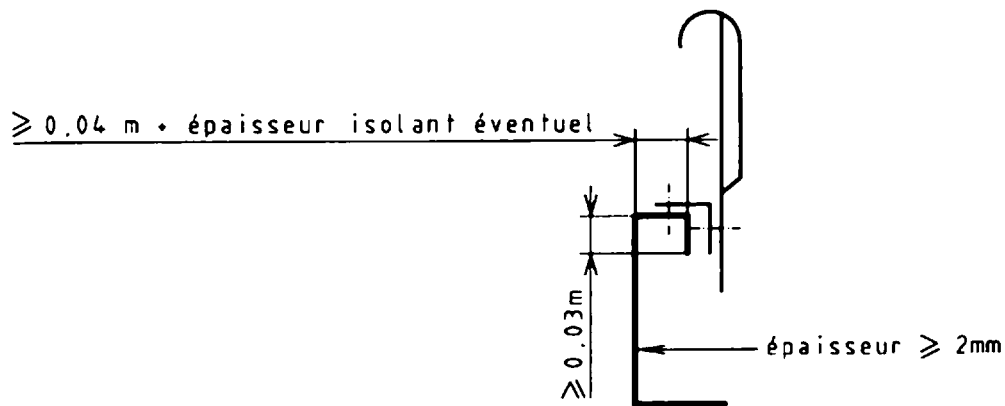
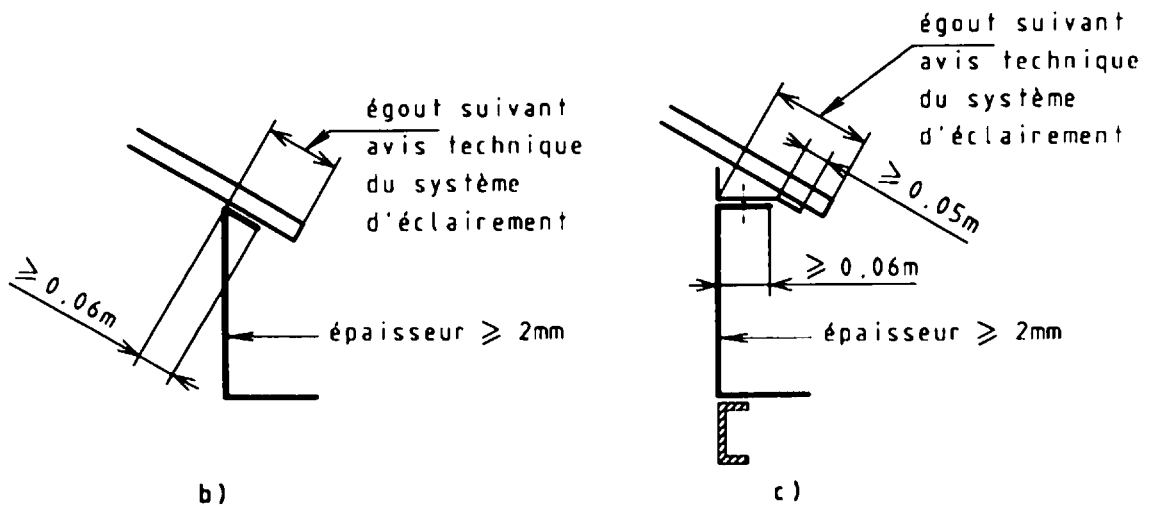


Figure 26 Costières support de contre-bardage



a)



b)

c)

Figure 27 Costières support de système d'éclairage en bande

6.5.5 isolation thermique des reliefs

Les Documents Particuliers du Marché définissent les ouvrages à isoler thermiquement.

NOTE

Pour limiter les risques de condensations locales, les Documents Particuliers du Marché peuvent prévoir :

- soit une isolation des costières ;
- soit un calfeutrement entre la costière et la paroi verticale (figure 28).

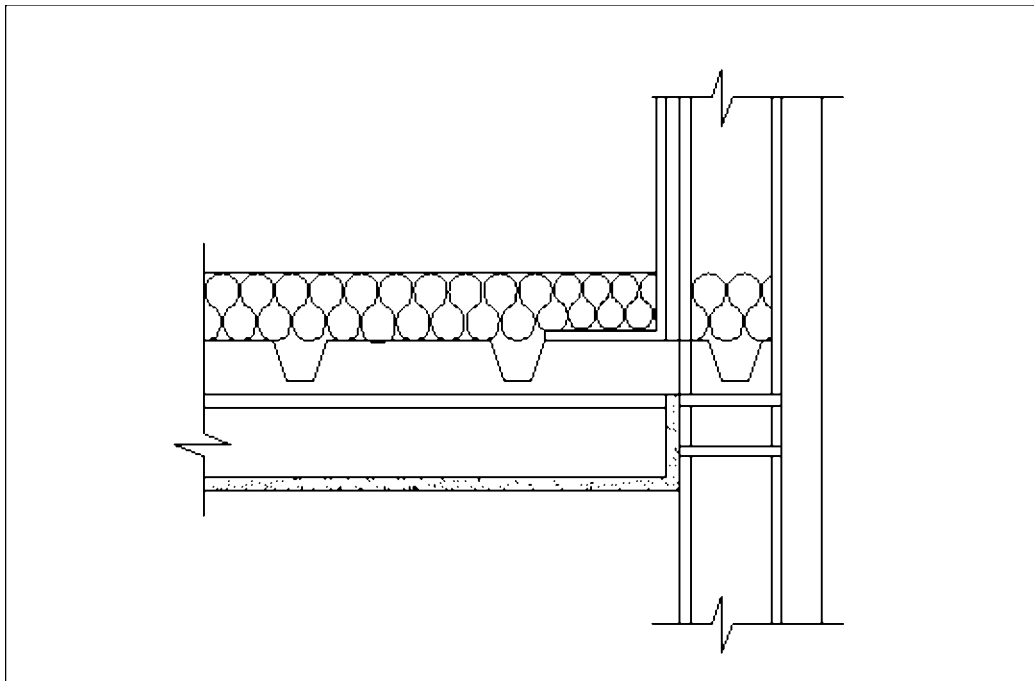


Figure 28

Calfeutrement entre costière et paroi verticale

6.5.5.1 nature des panneaux isolants

Seuls sont utilisables et en un seul lit, les panneaux isolants pouvant recevoir un revêtement d'étanchéité adhérent (suivant les avis techniques correspondants).

6.5.5.2 fixation des panneaux isolants

6.5.5.2.1 relevés de hauteur $\geq 0,30$ m

Les panneaux isolants sont fixés par collage à l'EAC ou fixations mécaniques seules.

6.5.5.2.1.1 collage à l'EAC

Les panneaux sont collés jointifs au moyen d'une couche d'EAC à raison de 1,200 kg/m² environ, sur une couche d'EIF.

6.5.5.2.1.2 fixations mécaniques seules

Elles sont définies au paragraphe E.6.2.2.

Les panneaux sont fixés jointifs à raison de trois fixations mécaniques par mètre linéaire avec un minimum de deux fixations par panneau.

Les fixations d'extrémités sont situées à environ 0,15 m des bords verticaux de chaque panneau.

6.5.5.2.2 relevés de hauteur comprise entre 0,30 m et 0,60 m inclus

Seules sont admises les fixations mécaniques.

Elles sont définies au paragraphe E.6.2.2.

Les panneaux sont fixés jointifs :

- par une ligne de fixations hautes à raison de trois fixations mécaniques par mètre linéaire, avec un minimum de deux fixations par panneau ;
- par un même nombre de fixations mécaniques basses.

Les fixations d'extrémités sont situées à environ 0,15 m des bords verticaux de chaque panneau.

6.5.6 calfeutrement à l'air au droit des reliefs

Les Documents Particuliers du Marché définissent les ouvrages à traiter à cet égard.

6.6 joints de dilatation (figure 29)

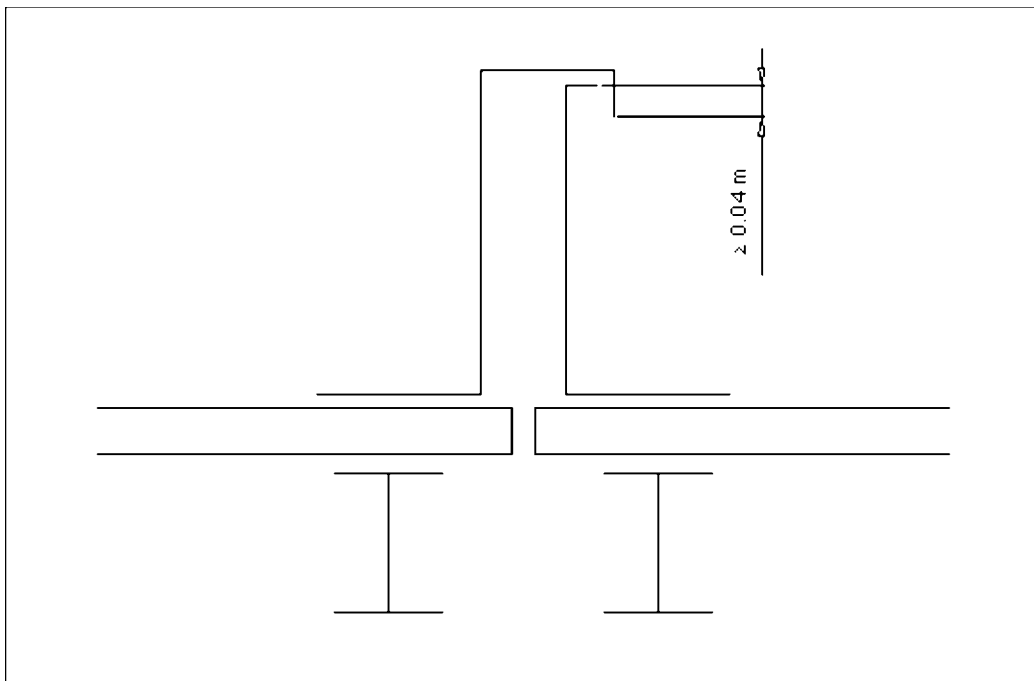


Figure 29

Costières métalliques pour joint de dilatation

Le paragraphe D.2.3.4 définit les dispositions à respecter concernant la structure porteuse.

Les joints plats sont interdits.

Les joints de dilatation sont bordés de part et d'autre par des costières métalliques recevant un relevé d'étanchéité, éventuellement sur isolant thermique.

Dans le cas de joints transversaux (coupant la ligne de plus grande pente), la partie amont est traitée comme une noue de rive (voir paragraphe 6.2.1.3) avec descentes d'eaux pluviales.

-- Les costières répondent aux spécifications du paragraphe 6.5.4.

Le couronnement de l'une des deux costières doit coiffer l'aile verticale de l'autre costière, avec un recouvrement de 0,04 m.

L'espace entre les deux costières peut être rempli d'un matériau isolant compressible (laine minérale par exemple) ; dans ce cas, une tôle d'acier galvanisé fixée d'un seul côté pontera le joint entre les deux tôles d'acier nervurées (figure 30).

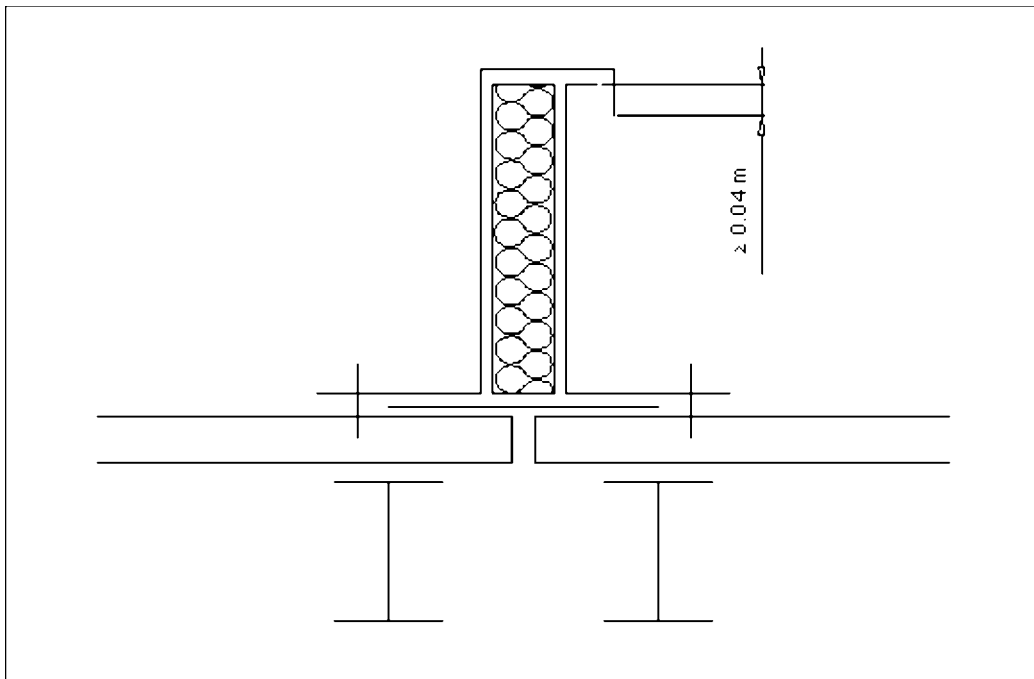


Figure 30 Isolant

entre costières de joint de dilatation

- L'isolation thermique est traitée au paragraphe 6.5.5.
- Le calfeutrement à l'air est traité au paragraphe 6.5.6.
- Les relevés d'étanchéité sont traités au paragraphe 5.5.6.1.

6.7 lanternaux, exutoires de fumées, aérateurs...

Ils sont implantés dans les conditions du paragraphe 4.2.1.

Il est rappelé (voir paragraphe D.2.3.6) que des chevêtres ou des costières autoportantes sont nécessaires.

Ces appareils sont fixés sur des costières répondant aux spécifications du paragraphe 6.5.4.

6.8 dispositifs d'évacuation des eaux pluviales

6.8.1 généralités

Les eaux pluviales recueillies par la toiture sont :

- collectées par les noues ;
- conduites par les entrées d'eaux pluviales (EEP) aux descentes d'eaux pluviales (DEP) qui les évacuent.

Les entrées d'eaux pluviales peuvent être :

- soit « en fond de noue » et conduire les eaux directement dans les DEP ;
- soit « en déversoir » (latérales) et conduire les eaux dans une boîte à eau extérieure, située en tête de DEP.

6.8.2 ossature - chevêtre

Les paragraphes D.2.3.2.2 et D.2.3.3.1 fixent les écartements à respecter entre appuis au droit des noues.

Il est rappelé (voir paragraphe D.2.3.5) qu'un chevêtre doit être réalisé, dans le plan des appuis :

- lorsqu'un passage d'entrée d'eaux pluviales dépasse 0,20 m dans sa dimension perpendiculaire aux nervures des tôles d'acier nervurées ;
- quelle que soit la dimension du passage, dans le cas de tôles d'acier nervurées parallèles à la noue avec implantation d'entrées d'eaux pluviales en « milieu » de travée.

6.8.3 renfort des tôles d'acier nervurées

Dans le cas de tôles d'acier nervurées parallèles à la noue avec entrée d'eaux pluviales près des poteaux, les tôles d'acier nervurées doivent être renforcées au droit du passage de l'EEP par une tôle d'acier galvanisé plane fixée sur les plages des tôles d'acier nervurées.

6.8.4 implantation et surface collectée

Voir paragraphe

4.2.2 et annexe

H.

NOTE

Il est rappelé que chaque noue doit comporter au moins :

- - soit trois EEP de section normale ;
- - soit deux EEP de section majorée.

6.8.5 Sections des entrées d'eaux pluviales (EEP) et des descentes d'eaux pluviales (DE P)

6.8.5.1 principe de calcul des surfaces collectées (en projection horizontale) par EEP ou DEP

- Cas des noues à pente nulle (figure 31).

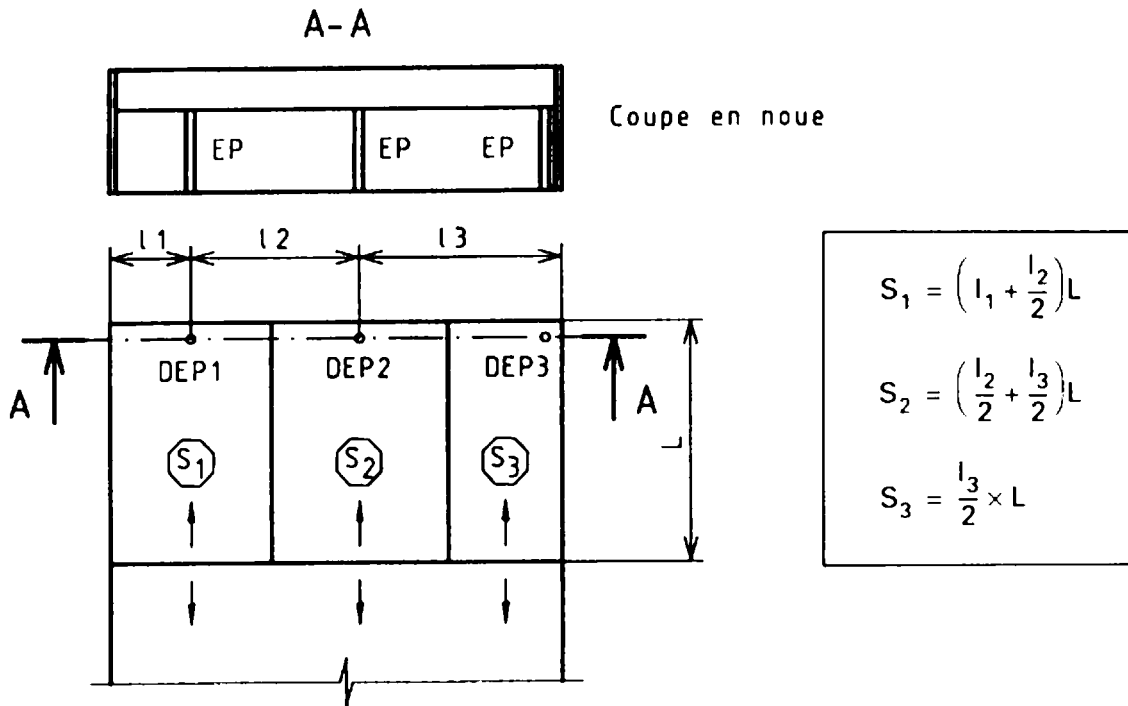


Figure 31

Surfaces collectées par descente d'eaux pluviales (noue à pente nulle) La répartition du débit d'eau en noue entre deux descentes se fait à partir d'un point situé à mi-distance entre les deux descentes concernées.

- Cas des noues en pente (figure 32).

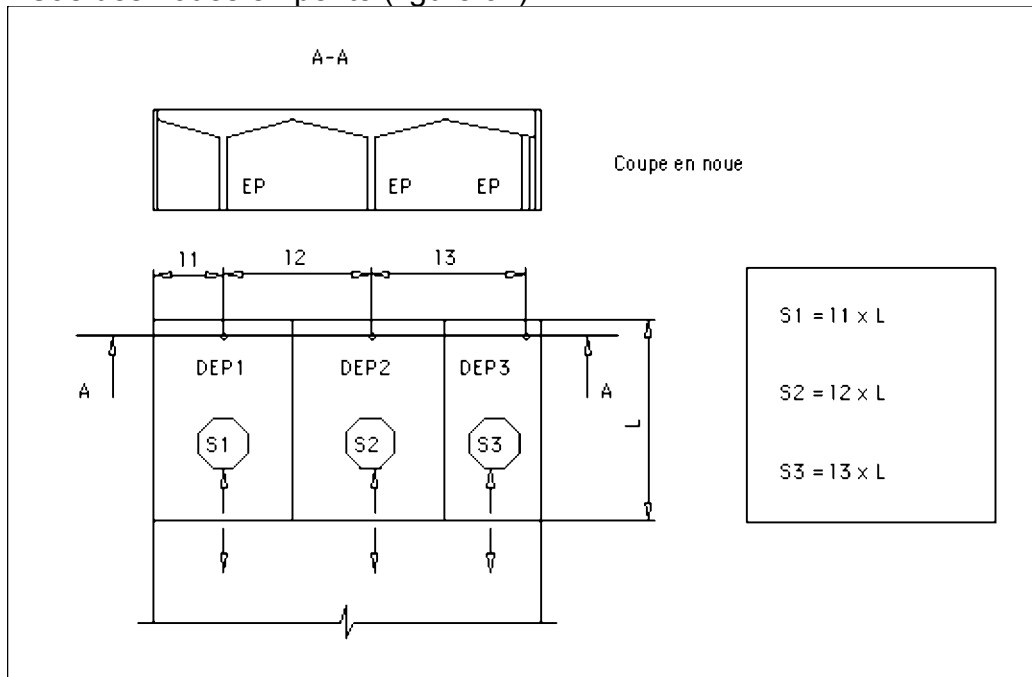


Figure 32

Surfaces collectées par descente d'eaux pluviales (noue en pente)

La répartition du débit d'eau en noue entre deux descentes se fait à partir du point haut de la noue.

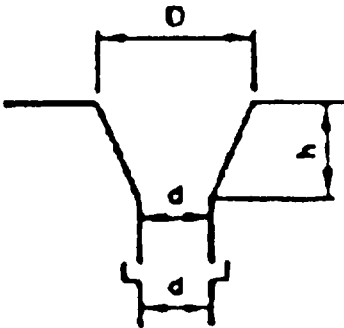
6.8.5.2 EEP « en fond de noue » (voir paragraphe 6.8.6.1.1)

Les diamètres des tuyaux de descente d'eaux pluviales sont donnés par le DTU P 40-202 « Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales ».

Les entrées d'eaux pluviales se raccordent à ces descentes par l'intermédiaire d'un moignon de même diamètre

(légèrement inférieur compte tenu de l'épaisseur du matériau constitutif).

Le tableau ci-dessous (établi pour évacuer le débit de trois litres à la minute et par mètre carré de surface en projection horizontale) donne ces diamètres en fonction :

Entrée d'eau avec moignon cylindrique		Entrée d'eau avec moignon tronconique					
Surface en plan collectée par une entrée d'eau		Diamètre minimal du tuyau d'évacuation ou du moignon(3)	Surface en plan collectée par une entrée d'eau dont le moignon est tronconique				
m ²		cm	m ²		cm	cm	cm
à ø normal (1)	à ø majoré		à ø normal(2)	à ø majoré	D	d	h
50	33	8	71	47		8	
64	43	9	91	61		9	
79	53	10	113	75		10	
95	63	11	136	91		11	
113	75	12	161	107		12	
133	88	13	190	127		13	
154	103	14	220	147		14	
177	118	15	253	168		15	
201	134	16	287	191		16	
227	151	17	324	216		17	
254	169	18	363	242		18	
284	189	19	406	270	D = 2 environ	19	h = 1,5d
314	209	20	449	300		20	
346	230	21	494	329		21	
380	253	22	543	362		22	
415	277	23	593	394		23	
452	302	24	646	430		24	
490	327	25	700	466		25	
530	400	26		570		26	
570	472	27		680		27	
615	550	28					
660	625	29					
700	700	30					

Note 1 :

1 cm² de section de tuyaux de descente évacue 1 m² de surface de toiture en plan.

Note 2 :

0,70 cm² de section de tuyau de descente évacue 1 m² de surface de toiture en plan.

Note 3 :

Le diamètre du moignon peut être légèrement inférieur pour tenir compte de l'épaisseur du matériau constitutif.

Tableau 16 Diamètre des descentes d'eaux pluviales

- de la surface collectée par EEP (ou DEP) ;

- de la forme de l'EEP (moignon cylindrique ou tronconique) ;
- de la nécessité ou non de retenir un diamètre majoré (voir paragraphes H.2.2.2 et H.2.2.3).

La surface collectée par EEP est limitée à 700 m₂(section normale ou majorée).

6.8.5.3 EEP « en déversoir » (latérale) (voir paragraphe 6.8.6.1.2).

Seuls sont admis les déversoirs de forme rectangulaire.

Pour l'évacuation des eaux, seule intervient la largeur du déversoir calculée selon les règles suivantes :

- dans le cas de « section » normale, 1 cm de largeur de déversoir évacue les eaux collectées sur une surface de 5 m₂(en projection horizontale) ;
- dans le cas de «section» majorée, 1 cm de largeur de déversoir évacue les eaux collectées sur une surface de 3,5 m₂(en projection horizontale).

NOTE

La nécessité ou non de retenir une « section » majorée est précisée aux paragraphes H.2.2.2 et H.2.2.3.

La surface collectée par déversoir est limitée à 350 m₂(« section » normale ou majorée).

6.8.6 entrée d'eaux pluviales (EEP)

6.8.6.1 constitution - dimensions

6.8.6.1.1 EEP « en fond de noue »

Les entrées d'eaux pluviales sont généralement constituées de deux parties, la platine et le moignon, assemblées entre elles par soudure ou tout système d'assujettissement étanche.

Elles peuvent être :

- en plomb de 2,5 mm d'épaisseur au moins, (limité au diamètre \approx 15 cm) ;
- en zinc de 0,8 mm d'épaisseur au moins, badigeonné intérieurement d'EIF, (limité au diamètre \approx 20 cm) ;
- en tôle d'acier de 1,5 mm d'épaisseur minimale protégée contre la corrosion (par exemple galvanisation) ;
- en acier inoxydable plombé d'épaisseur 0,5 mm au moins ;
- en cuivre d'épaisseur 0,6 mm au moins ;
- en aluminium de 1 mm d'épaisseur au moins badigeonné intérieurement d'EIF (limité au diamètre \approx 20 cm) ;
- en matériau spécialement adapté à cet usage (élastomère).

La distance entre le bord du trou d'évacuation et le bord de la platine ne doit pas être inférieure à 0,12 m (figure 33).

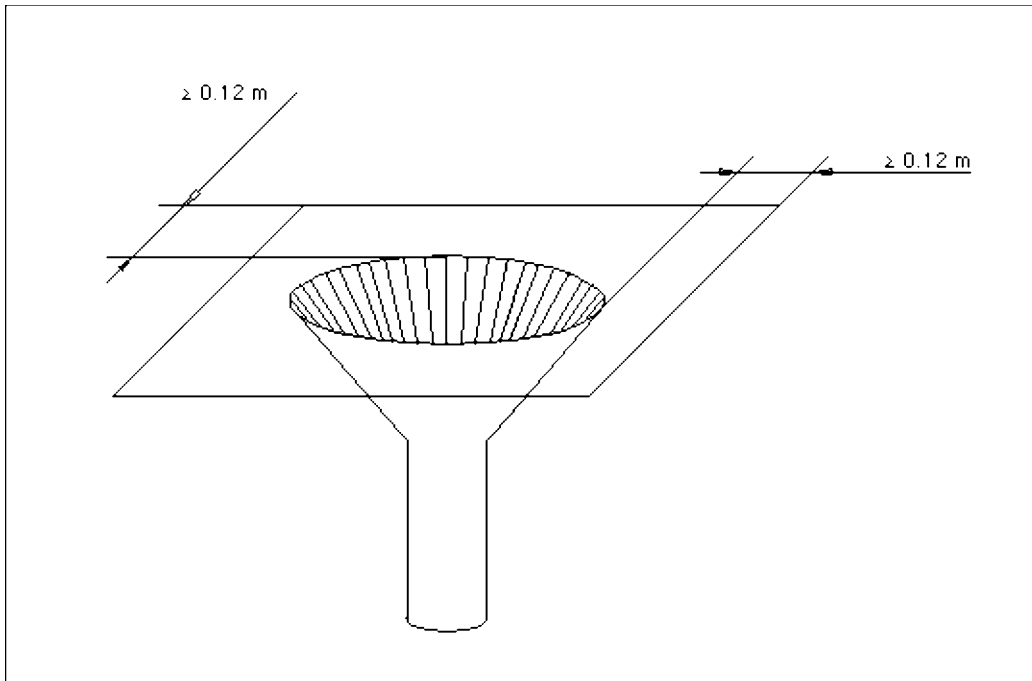


Figure 33 Entrée

d'eaux pluviales en « fond de noue »

La forme (cylindrique ou tronconique), les dimensions et la section du moignon sont définis
auparagraphe 6.8.5.2.

6.8.6.1.2 EEP « en déversoir » (latérale)

Les déversoirs sont généralement constitués de deux parties, la platine et le moignon, assemblées entre elles par soudure ou tout système d'assujettissement étanche.

Les matériaux constitutifs sont ceux définis auparagraphe 6.8.6.1.1.

Les dimensions sont les suivantes (figure 34) :

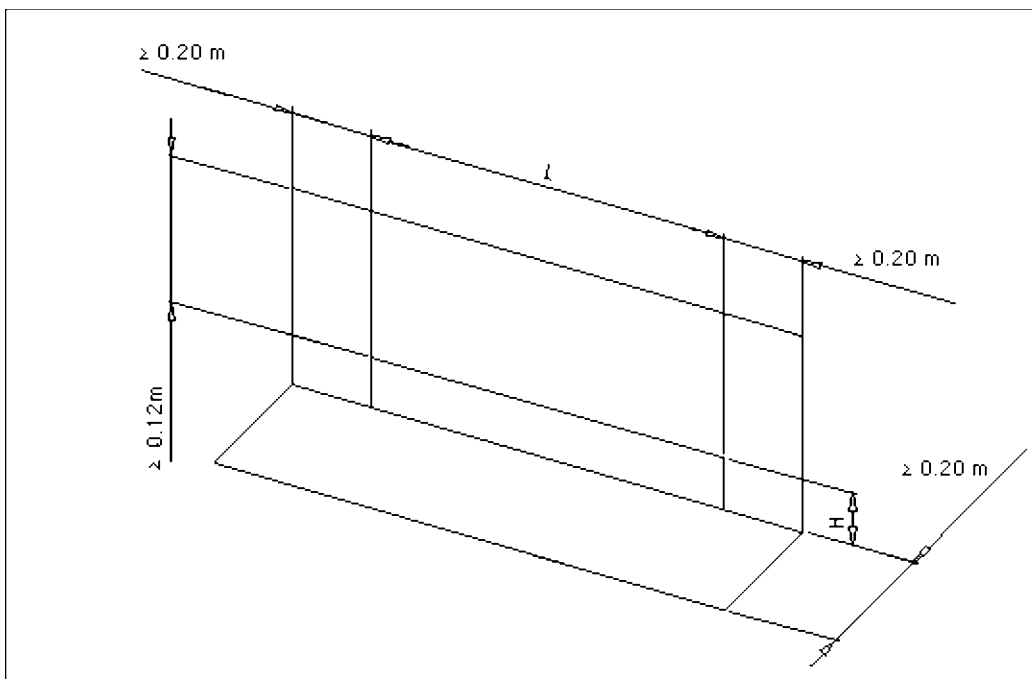


Figure 34 Entrée

d'eaux pluviales « en déversoir » - Platine

- Orifice d'évacuation :

- Largeur L : telle que définie au paragraphe 6.8.5.3 (largeur nécessaire pour assurer l'évacuation des eaux pluviales), sans être inférieure à 0,10 m ;
 - Hauteur H : > 0,10 m.
- Platine : la distance entre les bords de l'orifice d'évacuation et les bords de la platine ne doit pas être inférieure à :
- 0,20 m pour les bords latéraux et inférieurs ;
 - 0,12 m pour les bords supérieurs.

Le moignon présente une inclinaison vers l'extérieur, supérieure à 20 %, pour éviter les retours d'eau (figure 35).

6.8.6.2 raccordement au revêtement d'étanchéité et à la descente d'eaux pluviales

6.8.6.2.1 EEP « en fond de noue »

La platine est logée dans un décaissé de 10 mm d'épaisseur minimale, réalisé dans l'isolant, de façon à éviter les surépaisseurs au droit de l'EEP.

Elle est enduite d'EIF sur ses deux faces et insérée dans le revêtement d'étanchéité. Dans le cas d'asphalte, la platine est enrobée d'asphalte pur. Dans le cas de multicouche, une feuille supplémentaire est disposée en sous-face.

La platine est fixée mécaniquement aux tôles d'acier nervurées.

Aucun joint ne doit exister dans l'épaisseur de la toiture ou faux-plafond non démontable, les dispositions prises doivent rendre le joint entre canalisation et moignon aisément visitable.

Le moignon doit déborder en sous-face de 0,15 m.

6.8.6.2.2 EEP « en déversoir » (latérale)

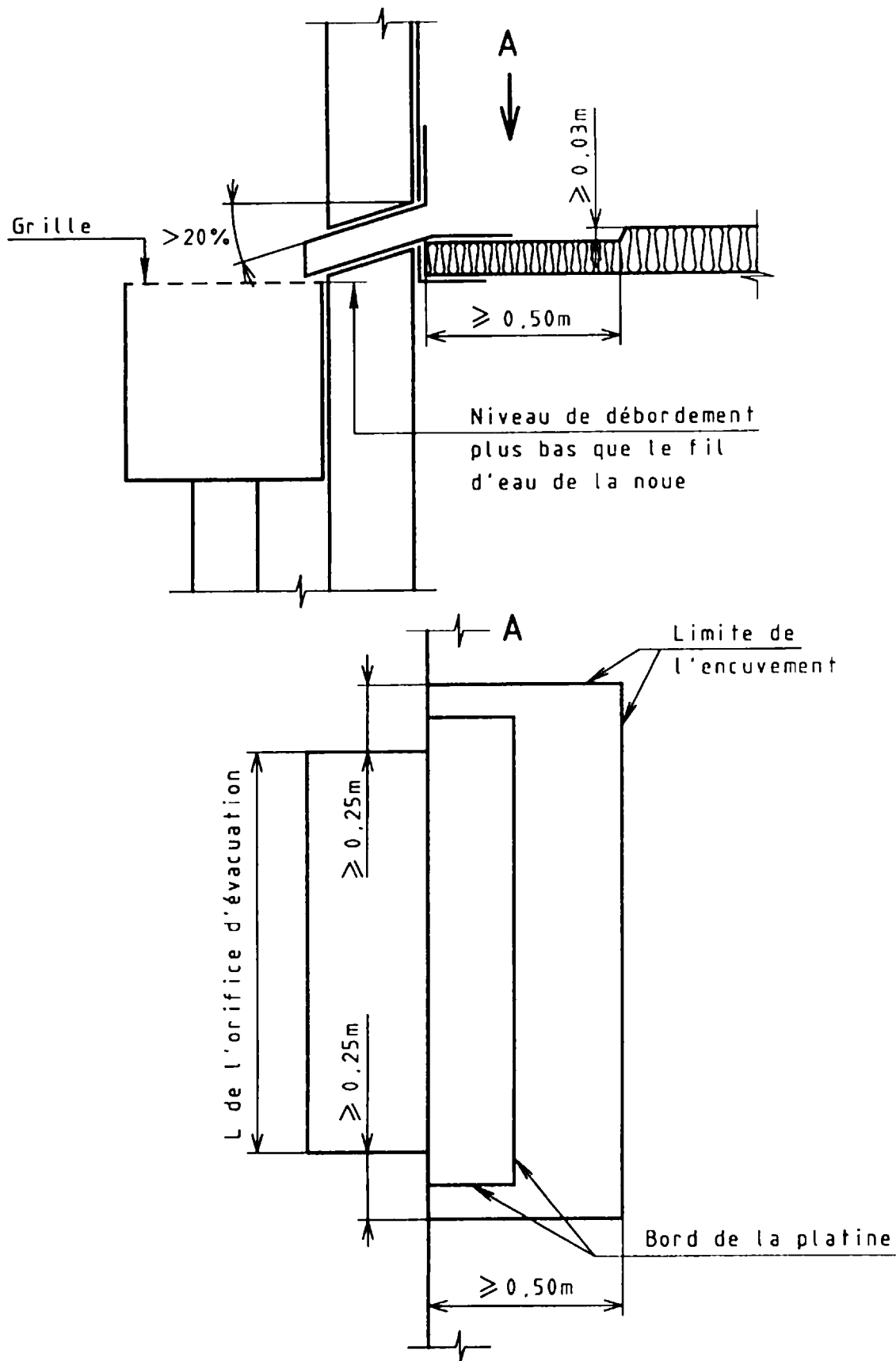
Un décaissé de 30 mm d'épaisseur minimale est réalisé dans l'isolant de façon à constituer un encuvement dont les dimensions minimales sont les suivantes (figure 35) :

- 0,25 m de part et d'autre de l'orifice d'évacuation, le long de l'acrotère ;
- 0,50 m perpendiculairement à l'acrotère.

La platine est enduite d'EIF sur ses deux faces et insérée dans le revêtement d'étanchéité. Dans le cas d'asphalte, la platine est enrobée d'asphalte pur. Dans le cas de multicouche, une feuille supplémentaire est disposée en sous-face.

La platine est fixée mécaniquement aux tôles d'acier nervurées.

La boîte à eau extérieure est conçue pour que le niveau de débordement éventuel soit plus bas que le fil d'eau de la noue (figure 35).



Entrée d'eaux pluviales « en déversoir » - Mise en oeuvre Figure 35

6.8.6.3 crapaudines, garde-grèves

Des dispositifs (crapaudines ou garde-grèves) doivent être prévus pour arrêter les débris

(feuilles, etc.) susceptibles de provoquer un engorgement des descentes et les matériaux constitutifs de la protection meuble éventuelle :

- quel que soit le type d'EEP dans le cas de protection meuble ;
- au droit des EEP en « fond de noue » dans le cas de revêtement d'étanchéité apparent.

Dans le cas de déversoir avec revêtement d'étanchéité apparent, ces dispositifs ne sont pas à prévoir, mais la boîte à eau doit comporter une grille de protection assurant la même fonction (figure 35).

Le niveau supérieur des crapaudines ou garde-grèves doit dépasser d'au moins 0,05 m celui du revêtement d'étanchéité (figure 36).

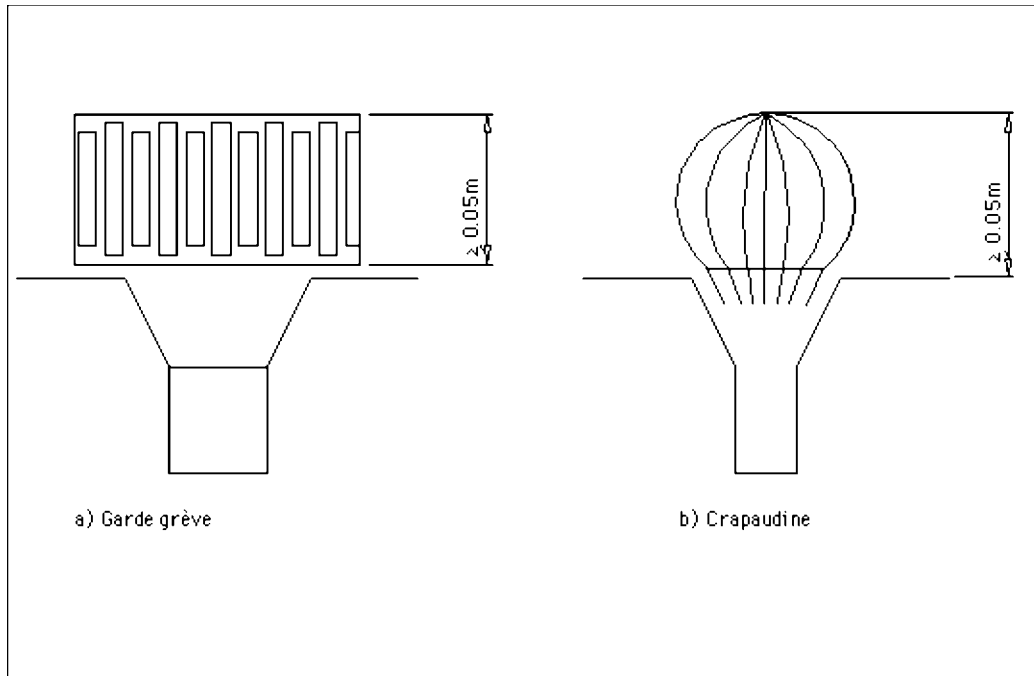


Figure 36 Niveau

supérieur des crapaudines ou garde-grèves (exemples)

La section totale des ouvertures du dispositif doit être au moins 1,5 fois celle de la partie supérieure de l'entrée d'eaux pluviales, avec dans le cas de garde-grèves, un minimum de 50 % pour le couvercle.

6.8.7 trop-pleins

Les Documents Particuliers du Marché précisent s'il y a lieu d'en prévoir ainsi que leur nombre, section et implantation.

NOTE

Dans les conditions de dimensionnement et d'implantation précitées des EEP, les trop-pleins n'ont plus pour rôle d'assurer un débit d'évacuation des eaux pluviales mais un rôle d'alerte.

Lorsqu'ils sont prévus, leur niveau est situé au-dessus de celui des entrées d'eaux pluviales, à environ :

- 0,04 m dans le cas d'EEP « en fond de noue » ;
- 0,06 m dans le cas d'EEP « déversoir ».

Les matériaux utilisés pour leur confection sont identiques à ceux des entrées d'eaux

pluviales (voir paragraphe 6.8.6.1).

Ils sont rectangulaires.

Leurs dimensions minimales sont de 0,20 m x 0,10 m. La distance entre le bord du trou et les bords extrêmes latéraux et inférieurs de la platine doit être au moins égale à 0,12 m. Dans le cas de platine entièrement située dans le plan du relevé, cette distance peut être ramenée à 0,08 m pour le bord inférieur (figure 37).

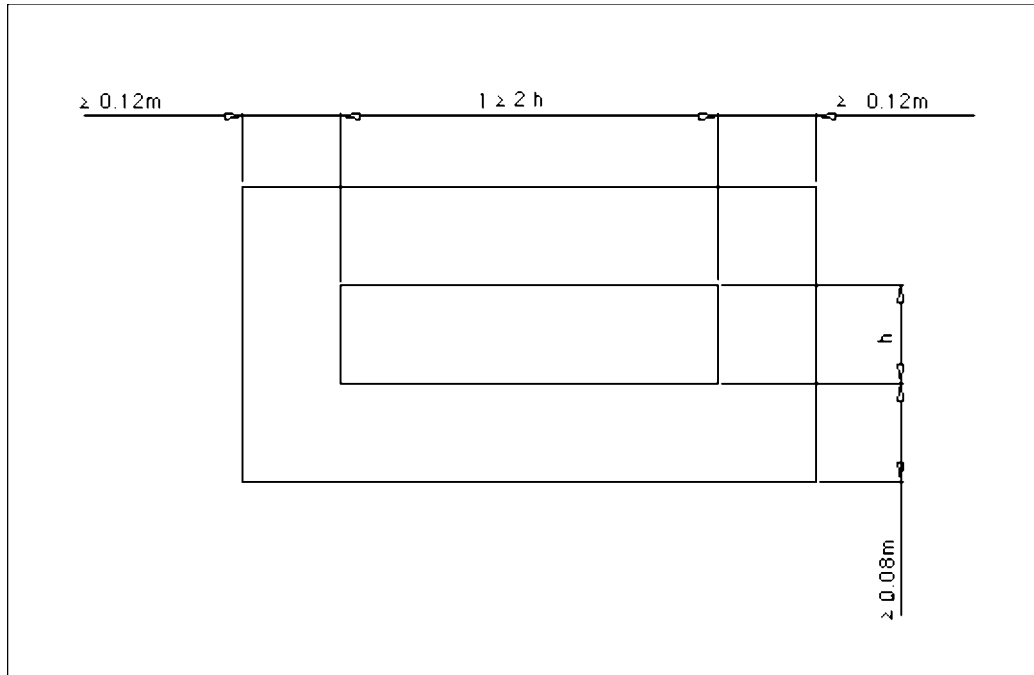


Figure 37 Trop-

pleins - Exemple de platine entièrement située dans le plan du relevé

Le moignon présente une inclinaison vers l'extérieur, supérieure à 20 %, pour éviter les retours d'eau.

Les modes de raccordement aux revêtements d'étanchéité sont identiques à ceux des entrées d'eaux pluviales (voir paragraphe 6.8.6.2) mais sans encuvement dans l'isolant.

6.9 traversées de toiture (ventilations, potelets,...)

6.9.1 généralités

Elles sont implantées dans les conditions du paragraphe 4.2.1.

NOTE

Il est rappelé que :

- les charges qui ne peuvent être reprises par les tôles d'acier nervurées sont reportées sur l'ossature, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un chevêtre (voir paragraphe D.3.1.2) ;
- lorsqu'un passage (ventilation par exemple), dont la plus grande dimension perpendiculaire aux nervures dépasse 0,20 m, est à aménager, il doit être réalisé un chevêtre dans le plan des appuis permettant de soutenir et de fixer les tôles d'acier nervurées ainsi que les ouvrages éventuels rapportés (voir paragraphe D.2.3.5).

Lorsque la dimension du passage ne requiert pas de chevêtre ($\leq 0,20$ m) il ne doit pas y avoir plus d'une traversée sur une largeur de tôle d'acier nervurée.

Quand une nervure est coupée, un renfort en tôle plane doit être prévu de part et d'autre de la traversée.

6.9.2 constitution et raccordement à l'étanchéité

Les ouvrages traversant les tôles d'acier nervurées doivent être désolidarisés du revêtement d'étanchéité par un fourreau.

Le raccordement au revêtement d'étanchéité se fait par une platine soudée au fourreau par soudure étanche.

Il doit être prévu un dispositif empêchant la pénétration des eaux de ruissellement entre l'ouvrage traversant et le fourreau (figure 38).

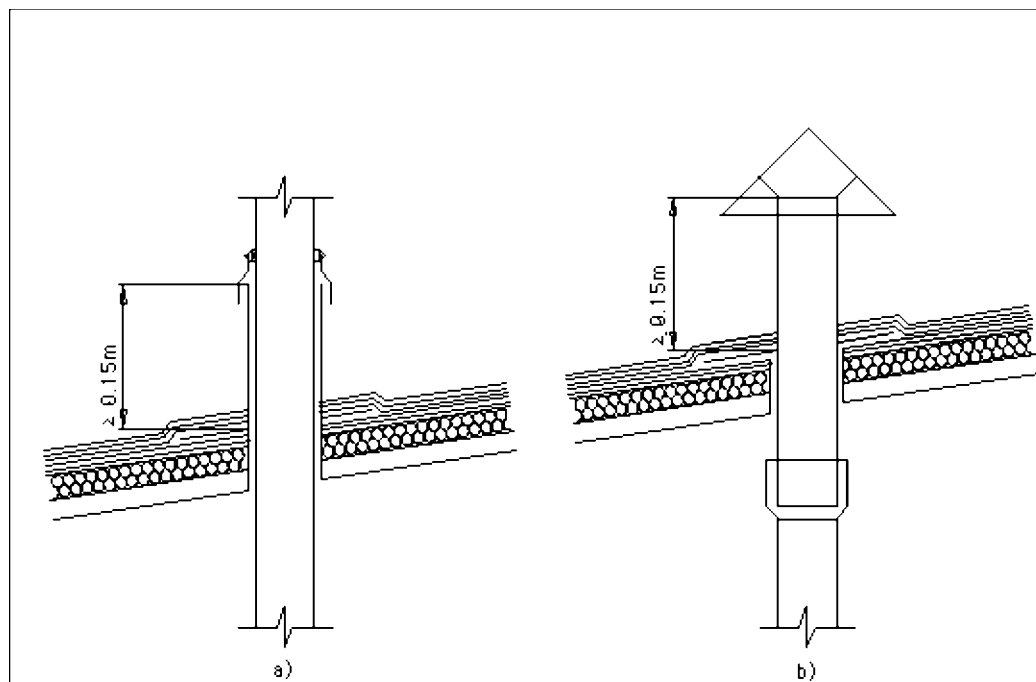


Figure 38

Traversées de toiture - Raccordements à l'étanchéité

La platine et le fourreau peuvent être :

- en tôle d'acier de 0,75 mm d'épaisseur minimale protégée contre la corrosion (galvanisé par exemple) ;
- en zinc de 0,8 mm d'épaisseur minimale ;
- en plomb de 2,5 mm d'épaisseur minimale ;
- en matériau spécialement adapté à cet usage.

La distance entre le fourreau et le bord extrême de la platine ne doit pas être inférieure à 0,12 m (figure 39).

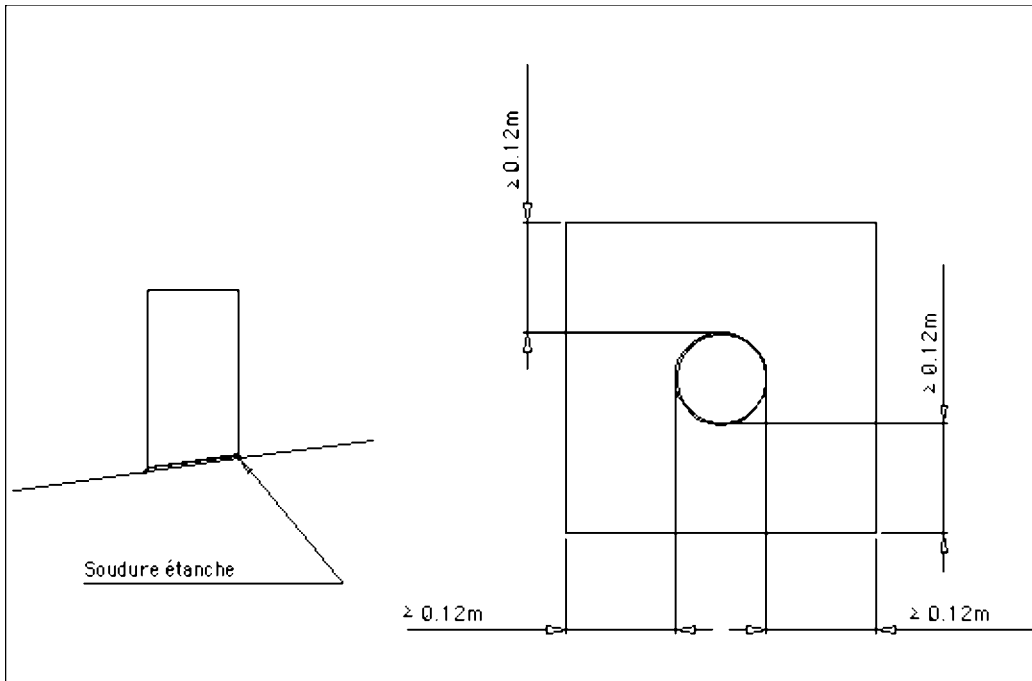


Figure 39

Traversées de toiture - Platine

La platine enduite d'EIF sur les deux faces est prise entre les couches du revêtement d'étanchéité.

Le fourreau doit saillir d'au moins 0,15 m au-dessus de la protection.

Lorsque la traversée de toiture est un conduit chaud, un espace de 50 mm minimum doit être prévu entre le fourreau et le conduit chaud pour créer la coupure thermique (figure 40) ; le fourreau doit descendre jusqu'à la face inférieure des tôles d'acier nervurées.

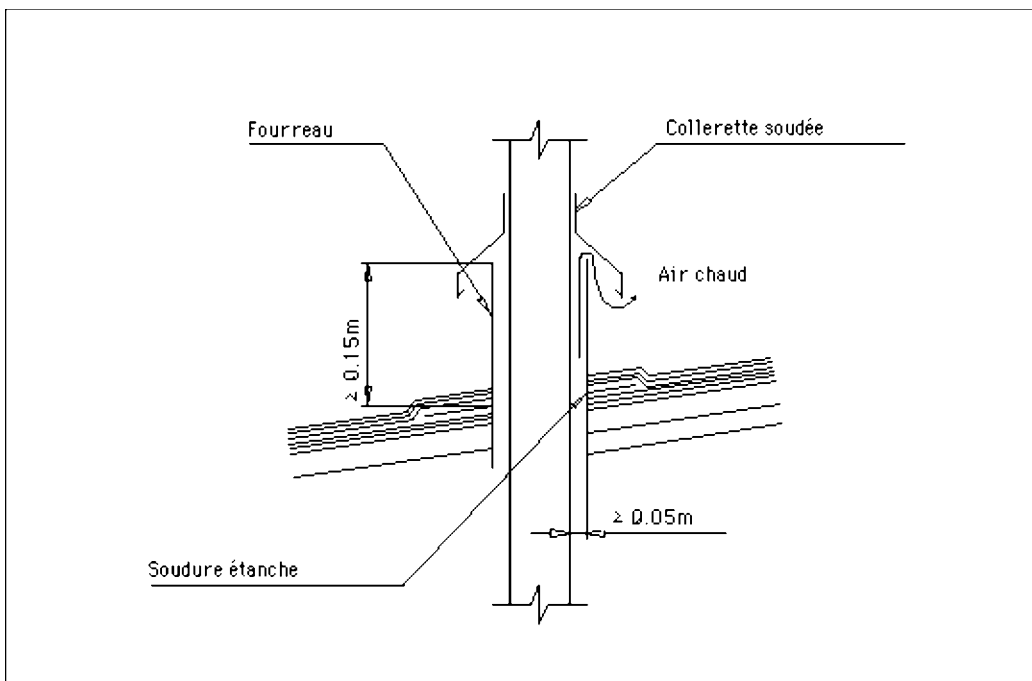


Figure 40

Traversée de toiture par un conduit chaud

7 dispositions spécifiques

7.1 dispositions liées aux locaux à forte ou très forte hygrométrie

Des dispositions particulières sont à respecter lorsque les locaux couverts sont classés à forte (voir paragraphe 7.1.1) ou très forte hygrométrie (voir paragraphe 7.1.2).

NOTE

La classification des locaux en fonction de leur hygrométrie est définie en annexe C.

Pour limiter les risques de condensation, la conception du bâtiment doit permettre une continuité d'isolation et un calfeutrement à l'air aux raccordements de la toiture avec les façades et les ouvrages particuliers et, éventuellement entre les différents locaux intérieurs.

7.1.1 locaux à forte hygrométrie

7.1.1.1 tôles d'acier nervurées

L'emploi des tôles d'acier nervurées perforées ou crevées n'est pas visé.

Les tôles d'acier nervurées doivent comporter un revêtement de protection adapté contre la corrosion.

Le choix du revêtement est défini au paragraphe E.1.3.5.

Dans le cas d'ambiance agressive, les Documents Particuliers du Marché précisent les caractéristiques de ces revêtements de protection.

Lorsque le pare-vapeur est réalisé par écran rapporté (voir paragraphe 7.1.1.2.2), un revêtement double-face est nécessaire.

Les fixations des tôles d'acier nervurées sur l'ossature, sont conformes au paragraphe E.6.1.1.4.1 (notamment deux cycles Kesternich).

Lorsque le pare-vapeur est réalisé par bandes auto-adhésives (voir paragraphe 7.1.1.2.1), les tôles d'acier nervurées reçoivent des fixations de couture espacées d'au plus 0,50 m (voir paragraphe 5.2.5).

7.1.1.2 pare-vapeur

La mise en oeuvre d'un dispositif pare-vapeur est obligatoire :

- soit par bandes auto-adhésives (voir paragraphe 7.1.1.2.1) ;
- soit par écran rapporté (voir paragraphe 7.1.1.2.2).

7.1.1.2.1 bandes auto-adhésives

Les bandes auto-adhésives sont constituées de matériaux conformes au paragraphe E.2.2.1.1.

Elles sont appliquées sur les recouvrements longitudinaux et transversaux des tôles d'acier nervurées sèches et exemptes de poussière.

Les recouvrements transversaux sont recouverts par des bandes auto-adhésives de largeur minimale 0,12 m, en suivant le profil des tôles d'acier nervurées.

Les recouvrements longitudinaux sont recouverts par des bandes auto-adhésives devant adhérer sur le développement de la nervure avec retour de 0,04 m environ sur les plages adjacentes (figure 41).

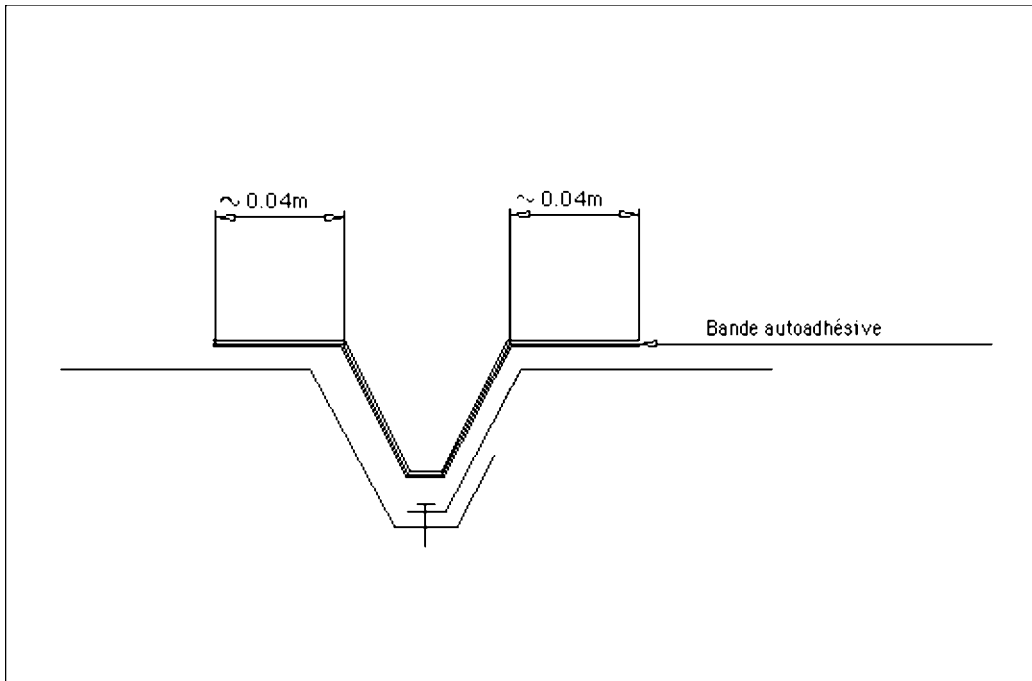


Figure 41 Locaux

à forte hygrométrie - Pare-vapeur par bande auto-adhésive

Les bandes auto-adhésives sont raccordées aux ouvrages particuliers (périphérie, émergences, pénétrations diverses) avec obturation des nervures des tôles d'acier nervurées.

7.1.1.2.2 écrans rapportés

Les écrans rapportés sont constitués de matériaux en feuilles conformes au paragraphe E.2.2.1.2.

NOTE

Vis-à-vis du risque incendie (APSAD) l'emploi des écrans à base de bitume ne permet pas le classement CC2.

Les écrans sont déroulés à sec sur les tôles d'acier nervurées, avec un recouvrement de 0,10 m. Ils peuvent également être partiellement collés sur les plages des tôles d'acier nervurées.

Les recouvrements sont liaisonnés par collage, soudage ou pontage.

NOTE

Dans le cas de soudage au chalumeau on s'assurera de la compatibilité de la protection en sous-face des tôles d'acier nervurées avec la chaleur apportée par cette technique de mise en oeuvre.

Les écrans voile de verre-aluminium sont déroulés face aluminium au-dessus et les recouvrements pontés par bandes rapportées collées.

Les écrans sont raccordés aux ouvrages particuliers (périphérie, émergences, pénétrations diverses) (figure 42).

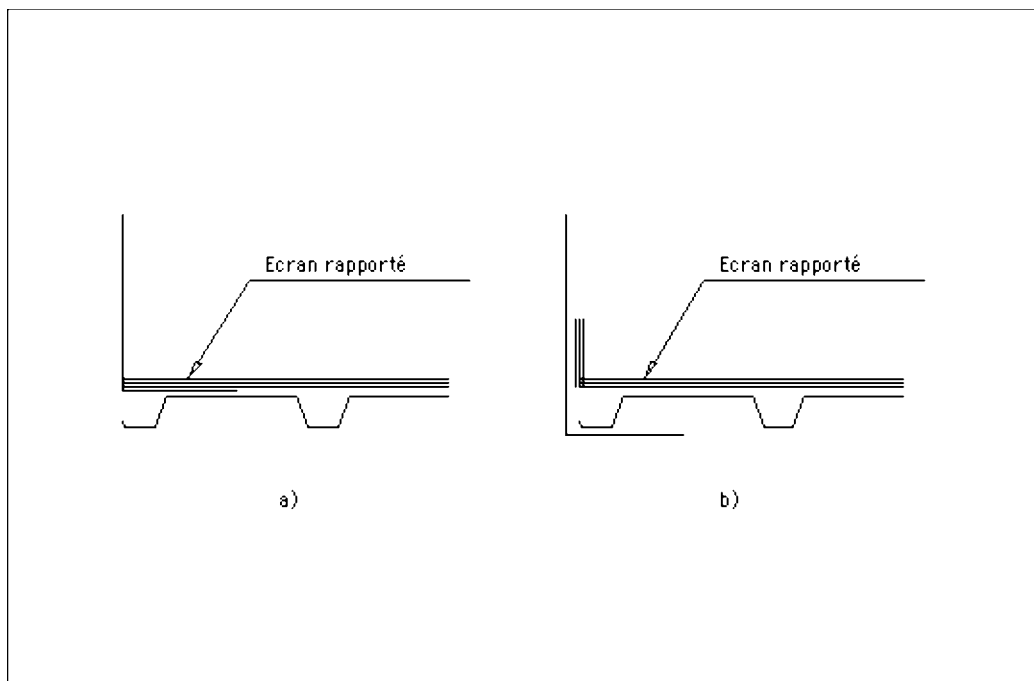


Figure 42 Locaux

à forte et très forte hygrométrie - Pare-vapeur par écran rapporté disposé directement sur les tôles d'acier nervurées

7.1.1.3 isolation thermique

Les modes de fixation des panneaux isolants sont définis ci-après, sauf autres dispositions prévues dans les avis techniques.

L'isolation thermique est réalisée en un ou plusieurs lits.

Dans le cas de fixations mécaniques, ces dernières sont conformes au paragraphe E.6.2.2.4.2 qui définit leur protection contre la corrosion en fonction de leur mode d'emploi.

7.1.1.3.1 isolation en un seul lit

7.1.1.3.1.1 sous protection lourde (figure 43a)

La fixation est réalisée, conformément au paragraphe 5.4.4.1:

- soit par collage à l'EAC, uniquement dans le cas de pare-vapeur réalisé par écran rapporté en feuille à base de bitume collé sur les plages de tôles d'acier nervurées ;
- soit par fixation mécanique :
 - à rupture thermique (résistant à deux cycles Kesternich) ;
 - ou ne traversant pas les tôles d'acier nervurées (résistant à deux cycles Kesternich) ;
 - ou résistant à douze cycles Kesternich ou en acier inox A2.

7.1.1.3.1.2 sous revêtement d'étanchéité autoprotégé (figure 43c)

La fixation est réalisée, conformément au paragraphe 5.4.4.2.1 par fixation mécanique :

- à rupture thermique (résistant à deux cycles Kesternich) ;
- ou ne traversant pas les tôles d'acier nervurées (résistant à deux cycles Kesternich) ;

- ou résistant à douze cycles Kesternich ou en acier inox A2.

7.1.1.3.2 isolation en plusieurs lits

7.1.1.3.2.1 sous protection lourde (figure 43b)

- Le lit inférieur est fixé conformément au paragraphe 5.4.4.1:
 - soit par collage à l'EAC, uniquement dans le cas de pare-vapeur réalisé par écran rapporté en feuille à base de bitume collé sur les plages de tôles d'acier nervurées ;
 - soit par fixation mécanique courante (résistant à deux cycles Kesternich).
- Le lit supérieur est fixé, conformément au paragraphe 5.4.4.1:
 - soit par collage à l'EAC ;
 - soit par fixation mécanique :
 - à rupture thermique (résistant à deux cycles Kesternich) ;
 - ou ne traversant pas les tôles d'acier nervurées (résistant à deux cycles Kesternich) ;
 - ou résistant à douze cycles Kesternich ou en acier inox A2.

7.1.1.3.2.2 sous revêtement d'étanchéité autoprotégé (figure 43d)

- Le lit inférieur est fixé, conformément au paragraphe 5.4.4.2.2, par fixation mécanique courante (résistant à deux cycles Kesternich).
- Le lit supérieur est fixé, conformément au paragraphe 5.4.4.2.2:
 - soit par collage à l'EAC (si l'avis technique de l'isolant le prévoit) ;
 - soit par fixation mécanique :
 - à rupture thermique (résistant à deux cycles Kesternich) ;
 - ou ne traversant pas les tôles d'acier nervurées (résistant à deux cycles Kesternich) ;
 - ou résistant à douze cycles Kesternich ou en acier inox A2.

7.1.1.3.3 résumé des dispositions concernant l'isolation thermique sur locaux à forte hygrométrie (figure 43)

Protection du revêtement d'étanchéité		Protection lourde		Autoprotection	
Nombre de lits de l'isolation thermique		Un lit	Plusieurs lits	Un lit	Plusieurs lits
Fixations de l'isolant :					
		- soit EAC(1)		- FM	
- lit unique		- soit FM(2)			
- plusieurs lits	• lit inférieur		- soit EAC - soit FM		- FM(3)
	• lit supérieur		- soit EAC - soit FM		- soit EAC(4) - soit FM

Note 1 :

Uniquement si le pare-vapeur est un écran rapporté à base de bitume collé sur les plages des tôles d'acier nervurées.

Note 2 :

Fixations Mécaniques (voir paragraphe E.6.2.2.4.2) :

- soit à rupture thermique et résistant à deux cycles Kesternich ;
- soit ne traversant pas les tôles d'acier nervurées et résistant à deux cycles Kesternich ;
- soit résistant à douze cycles Kesternich ou en acier inox A2.

Note 3 :

Fixations Mécaniques courantes (résistant à deux cycles Kesternich).

Note 4 :

Si l'avis technique de l'isolant le prévoit.

Tableau 17 Isolation thermique sur locaux à forte hygrométrie

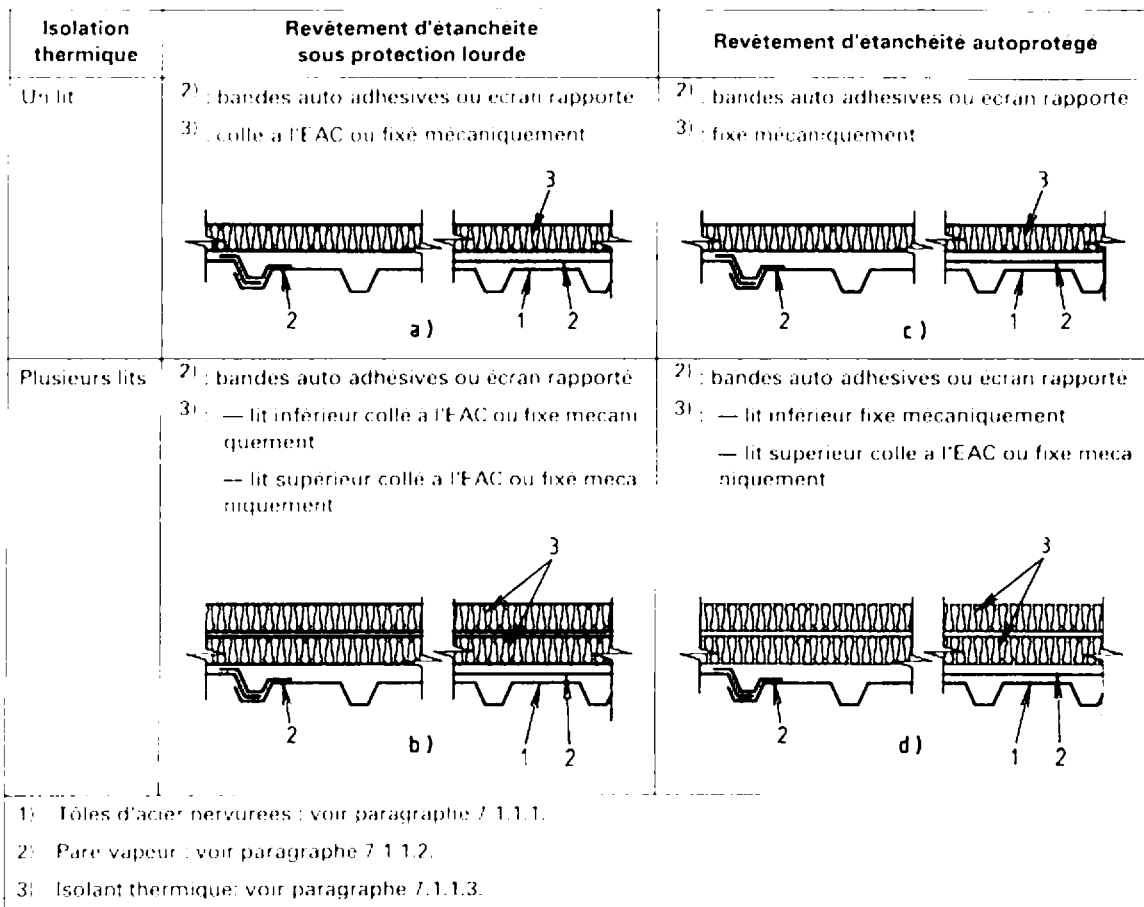


Figure 43

Locaux à forte hygrométrie - Dispositions résumées concernant l'isolation thermique

7.1.2 locaux à très forte hygrométrie

7.1.2.1 tôles d'acier nervurées

L'emploi des tôles d'acier nervurées perforées ou crevées n'est pas visé.

Les tôles d'acier nervurées doivent comporter sur chaque face un revêtement de protection adapté contre la corrosion.

Le choix du revêtement est défini par le paragraphe E.1.3.5.

Dans le cas d'ambiance agressive, les Documents Particuliers du Marché précisent les caractéristiques de ces revêtements de protection.

La fixation des tôles d'acier nervurées à l'ossature se fait par vis autotaraudeuses ou autoperceuses conformes au paragraphe E.6.1.1.4.2 (notamment acier inoxydable A2) ou par fixations bénéficiant d'un avis technique favorable pour cet emploi.

7.1.2.2 pare-vapeur

La mise en oeuvre d'un dispositif pare-vapeur est obligatoire.

Il est constitué d'un écran rapporté collé :

- soit directement sur les tôles d'acier nervurées (voir paragraphe 7.1.2.2.1) ; Cette solution n'est admise que s'il y a une protection lourde du revêtement d'étanchéité.
- soit sur un platelage (voir paragraphe 7.1.2.2.2).

Les avis techniques peuvent prévoir d'autres dispositions.

7.1.2.2.1 écran rapporté disposé directement sur les tôles d'acier nervurées (figures 45 a) et b))

L'écran rapporté est conforme au paragraphe E.2.2.2.1 (aluminium bitumé conforme à la norme NF P 84-310).

NOTE

Vis-à-vis du risque incendie (APCAD), l'emploi des écrans à base de bitume ne permet pas le classement CC2.

L'écran est partiellement collé à l'EAC sur les plages des tôles d'acier nervurées.

Les recouvrements de 0,10 m sont liaisonnés par collage.

L'écran est raccordé aux ouvrages particuliers (périphérie, émergences, pénétrations diverses) (figure 42).

7.1.2.2.2 écran rapporté disposé sur platelage (figures 45 c), d), e), f))

Cette disposition est admise avec revêtement d'étanchéité sous protection lourde ou autoprotégé.

- Le platelage est conforme au paragraphe E.2.2.2.2. Il est fixé mécaniquement aux tôles d'acier nervurées avec des fixations conformes au paragraphe E.6.3, à raison d'une fixation par plage dans le sens transversal des tôles d'acier nervurées et tous les 0,50 m environ dans le sens longitudinal.

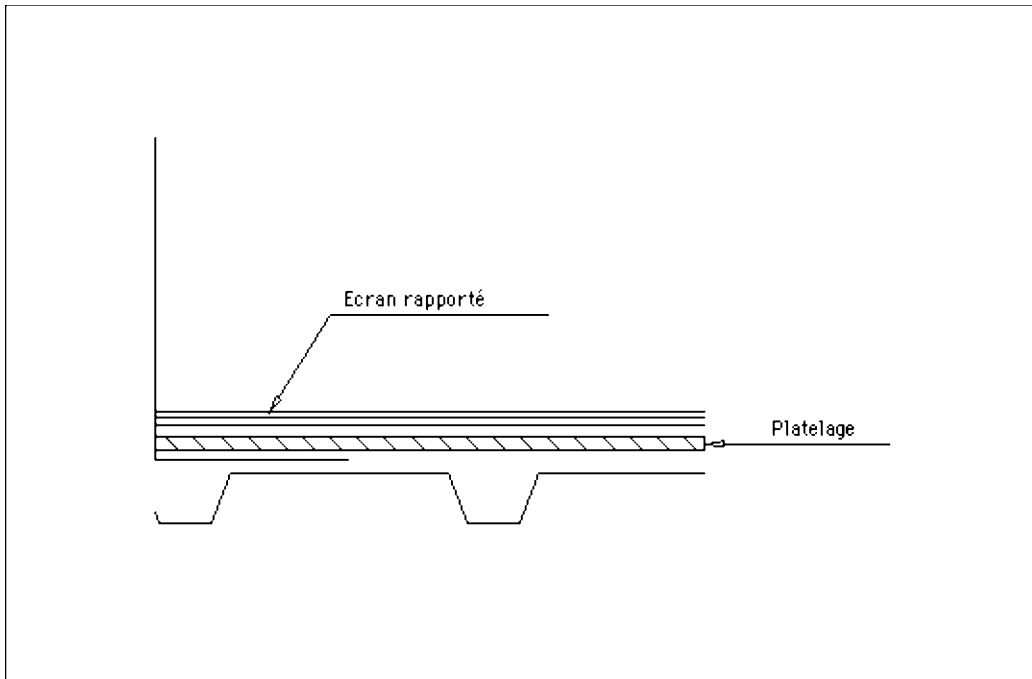


Figure 44 Locaux

à très forte hygrométrie - Pare-vapeur par écran rapporté collé sur un platelage
 - L'écran rapporté est conforme au paragraphe E.2.2.2.1 (aluminium bitumé conforme à la norme NF P 84-310). Il est collé à l'EAC sur le platelage, avec recouvrements de 0,06 m minimum, et raccordé aux ouvrages particuliers (périphérie, émergences, pénétrations diverses) (figure 44).

7.1.2.3 isolation thermique (figure 45)

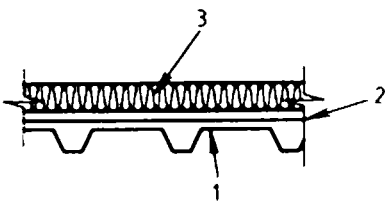
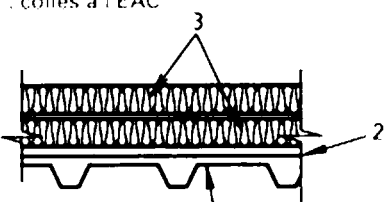
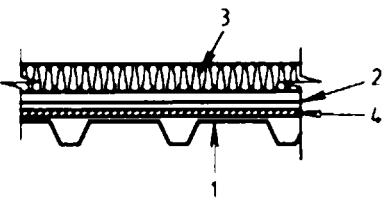
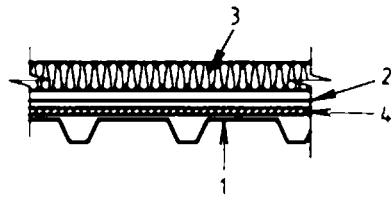
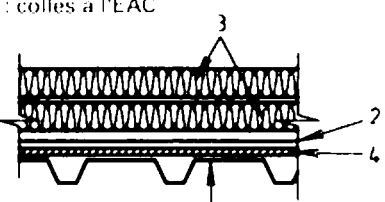
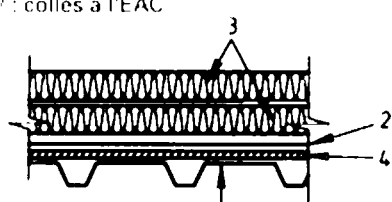
L'isolation thermique peut être réalisée en un ou plusieurs lits.

Tous les panneaux isolants (lits uniques, inférieurs ou supérieurs) sont collés à l'EAC conformément aux paragraphes 5.4.4.1 (avec revêtement d'étanchéité sous protection lourde) ou 5.4.4.2 (avec revêtement d'étanchéité autoprotégé). Dans ce dernier cas, l'avis technique de l'isolant doit prévoir le collage à l'EAC.

Le résumé des dispositions concernant l'isolation thermique sur locaux à très forte hygrométrie (figure 45) est rappelé dans le tableau ci-après.

Résumé des dispositions concernant l'isolation thermique sur locaux à très forte hygrométrie (figure 45)			
Protection du revêtement d'étanchéité	Protection lourde		Autoprotection
Platelage support de pare-vapeur (voir paragraphe 7.1.2.2.2)	-	Fixation mécanique (1)	Fixation mécanique
Pare-vapeur (aluminium bitumé conforme à la norme NF P 84-310)	Collage à l'EAC sur les tôles d'acier nervurées	Collage à l'EAC sur le platelage	Collage à l'EAC sur le platelage
Isolation thermique (lit unique ou plusieurs lits)	Collage à l'EAC	Collage à l'EAC	Collage à l'EAC (2)
Note 1 : Fixations mécaniques (voir paragraphe E.6.3) en acier inoxydable A2.			
Note 2 : Si l'avis technique de l'isolant le prévoit.			

Tableau 18 Isolation thermique sur locaux à très forte hygrométrie

Pare-vapeur	Isolation thermique	Revêtement d'étanchéité sous protection lourde	Revêtement d'étanchéité autoprotégé
Sur toles d'acier nervurées	Un lit	2) : aluminium bitume (NF P 84 310) colle à l'EAC 3) : collé à l'EAC  a)	Non admis
	Plusieurs lits	2) : aluminium bitume (NF P 84 310) colle à l'EAC 3) : collés à l'EAC  b)	Non admis
Sur platelage	Un lit	4) : fixe mécaniquement 2) : aluminium bitume (NF P 84 310) colle à l'EAC 3) : colle à l'EAC  c)	4) : fixe mécaniquement 2) : aluminium bitume (NF P 84 310) colle à l'EAC 3) : colle à l'EAC  e)
	Plusieurs lits	4) : fixe mécaniquement 2) : aluminium bitume (NF P 84 310) colle à l'EAC 3) : collés à l'EAC  d)	4) : fixe mécaniquement 2) : aluminium bitume (NF P 84 310) colle à l'EAC 3) : collés à l'EAC  f)

1) Tôles d'acier nervurées : voir paragraphe 7.1.2.1.
 4) Platelage : voir paragraphe 7.1.2.2.
 2) Pare vapeur : voir paragraphe 7.1.2.2.
 3) Isolant thermique: voir paragraphe 7.1.2.3.

Figure 45 Locaux à très forte hygrométrie - Dispositions résumées concernant l'isolation thermique

7.2 dispositions liées aux locaux réfrigérés

- Dans les locaux à température contrôlée positive basse, l'isolation est réalisée en plusieurs lits qui sont fixés conformément au paragraphe 5.4.4.

NOTE La conception du bâtiment doit permettre une continuité d'isolation et un calfeutrement à l'air pour les raccordements de la toiture avec les façades et/ou les différents locaux intérieurs, ainsi que pour les accidents de toiture. Le calfeutrement à l'air extérieur sera réalisé par tout moyen approprié (joints, closoirs, bandes adhésives, moussage in situ...). Ces locaux sont généralement classés à faible hygrométrie. Aucune précaution particulière n'est à prendre à ce titre. Par ailleurs, si les conditions d'exploitation (variations périodiques du régime hygrothermique) sont susceptibles de créer des conditions de condensation superficielle temporaire, les Documents Particuliers du Marché doivent le préciser et indiquer les caractéristiques des protections des tôles d'acier nervurées.

- Les locaux à température contrôlée négative ne sont pas visés par le présent document.

7.3 dispositions liées à l'emploi de matériaux ou à la présence d'ouvrages en sous-face des tôles d'acier nervurées

7.3.1 produits projetés

L'emploi de produits projetés à la sous-face des tôles d'acier nervurées n'est admis que s'ils sont destinés à contribuer à la correction acoustique ou à la protection incendie.

L'emploi de ces produits n'est pas visé sur les locaux à forte et très forte hygrométrie.

Leur résistance thermique doit être au plus égale au dixième de la résistance thermique des panneaux isolants placés sur les tôles d'acier nervurées.

7.3.2 plafonds suspendus

Dans le cas d'utilisation de plafond suspendu, l'exigence de non-condensation en sous-face des tôles d'acier nervurées nécessite une étude particulière non visée par le présent document.

NOTE

Ceci peut conduire, par exemple, à maintenir dans le comble une température supérieure à la température de rosée (en le faisant communiquer avec l'ambiance ou en limitant la résistance thermique du plafond...).

7.4 dispositions liées à l'environnement

Les dispositions visées par le présent document s'appliquent à des toitures situées sur des locaux dont l'ambiance intérieure est conforme à l'annexe C. La protection des tôles d'acier nervurées est conforme aux dispositions du paragraphe E.1.3.5.

Les toitures avec revêtement d'étanchéité visées par le présent document ne peuvent servir de réceptacle à des rejets autres que l'eau de pluie ; une protection contre l'érosion sera réalisée aux points d'impact des rejets d'eaux pluviales sur l'étanchéité.

NOTE

Les Documents Particuliers du Marché précisent en particulier :

- les ambiances intérieures agressives vis-à-vis des tôles d'acier nervurées et des éléments de fixation ;
- les risques de rejets ou dépôts en toiture.

7.5 dispositions liées aux équipements de toitures à zones techniques

Le présent chapitre concerne les toitures à zones techniques (pentes $\approx 5\%$).

Il est rappelé que les charges des équipements disposés sur ces toitures doivent être reportées directement sur l'ossature (voir paragraphe D.3.1.2).

Lorsque ces équipements comportent la circulation de fluides incompatibles avec le revêtement d'étanchéité, ceux-ci seront conçus de façon à éviter le contact de ces fluides avec le revêtement d'étanchéité.

L'implantation des équipements techniques est définie au paragraphe 4.2.1.

Un passage de largeur au moins égale à 1 m doit être réservé entre les rangées d'équipements.

Afin de pouvoir effectuer les opérations d'entretien de la toiture et les éventuelles réfections, il est nécessaire de prévoir une hauteur minimale h entre le bas des équipements et la protection du revêtement d'étanchéité des parties courantes (figure 46)

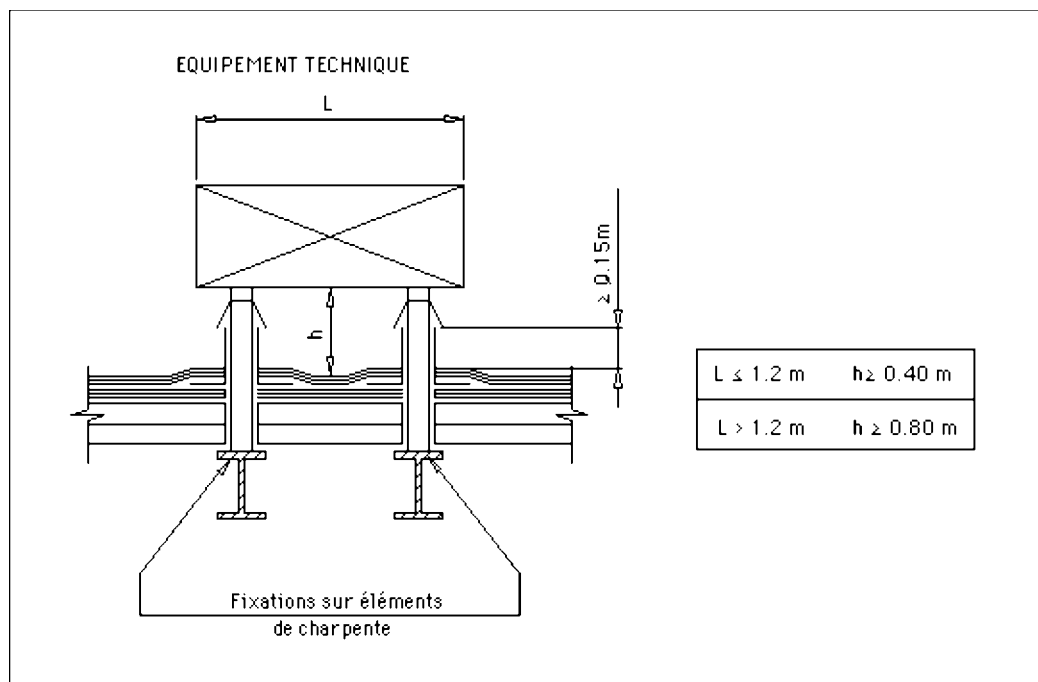


Figure 46

Equipements techniques - Hauteur libre minimale

Si les équipements sont fixes, cette hauteur est fonction de la longueur L d'encombrement horizontal de ces équipements :

- si $L \leq 1,20\text{ m}$ $h = 0,40\text{ m}$
- si $L > 1,20\text{ m}$ $h = 0,80\text{ m}$

Si les équipements peuvent être démontés lors de la réfection, cette hauteur peut être ramenée à $0,30\text{ m}$.

7.6 dispositions liées à la correction acoustique des locaux

Les exigences relatives à cette fonction dépendent de la destination et de l'environnement du bâtiment. Elles font intervenir d'autres éléments de la construction et ne peuvent de ce fait être traitées de façon complète dans le cadre du présent document.

- L'emploi de tôles d'acier nervurées perforées surmontées d'absorbants appropriés est de nature à contribuer à la correction acoustique des locaux. Il y a lieu de se reporter aux essais particuliers à chaque procédé de toiture. Il est rappelé que, de manière générale, leur emploi n'est pas visé sur locaux à forte et très forte hygrométrie (voir paragraphes 7.1.1 et 7.1.2) et nécessite obligatoirement un dispositif pare-vapeur (voir paragraphe 5.3).
- L'emploi de produits projetés à la sous-face des tôles d'acier nervurées (produits de « flocage ») est possible dans les conditions prévues au paragraphe 7.3.1.

7.7 dispositions liées à la tenue au feu

La tenue au feu est à examiner du point de vue de la réglementation en vigueur qui s'applique aux bâtiments d'habitation, aux établissements recevant du public, aux immeubles de grande hauteur et aux installations classées :

- réaction au feu du revêtement d'étanchéité avec sa protection :
- les revêtements d'étanchéité avec protections lourdes sont admis pour les ouvrages pour lesquels le classement MO est requis ;
- les revêtements d'étanchéité autoprotégés par feuille métallique, aluminium ou cuivre d'épaisseur nominale 0,08 mm ou acier inoxydable 0,05 mm sont classés M1 en réaction au feu et bénéficient du classement T. 30-1 sur support en laine minérale, perlite fibrée ou verre cellulaire ;
- les revêtements d'étanchéité autoprotégés par feuille d'aluminium d'épaisseur nominale 0,08 mm revêtue en usine de granulés minéraux bénéficient du classement T. 30-1 sur les mêmes supports.

NOTE 1

Dans les autres cas, la performance est appréciée au travers des essais réglementaires.

NOTE 2

Pour l'aspect assurance du risque incendie, les couvertures isolantes en acier revêtues d'étanchéité, conformes au Cahier de Spécifications CC2, bénéficient du classement Co2 par l'Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages (APSAD).

8 épreuves d'étanchéité à l'eau

Ce genre de toiture ne se prête pas aux mises en eau générales.

Lorsque cela est spécifié aux Documents Particuliers du Marché, seules des mises en eau localisées (noues et chéneaux exclusivement) peuvent être effectuées. Ces épreuves ne peuvent être réalisées que si la tête des relevés d'étanchéité règne à un niveau horizontal dans la portion de toiture intéressée. La hauteur d'eau maximale pour de tels essais est de 0,06 m. Les Documents Particuliers du Marché précisent la hauteur d'eau maximale admissible pour la résistance de l'ossature.

Ce niveau est maintenu pendant trois heures sous surveillance conjointe du Maître d'oeuvre et de l'entreprise.

9 bibliographie

Code du travail et son Livre II avec notamment le Titre III : Hygiène, sécurité et conditions de travail.

Arrêté du 30 juin 1983

Portant classification des matériaux de construction et d'aménagement selon leur réaction au feu et définition des méthodes d'essai (intérieur et décentralisation).

Arrêté du 21 avril 1983

Résistance au feu.

Arrêté du 10 septembre 1970

Classement des couvertures.

Arrêté du 12 mars 1976

Relatif au renouvellement d'air dans les bâtiments autres que les bâtiments d'habitation.

Arrêté du 24 mars 1982

Relatif à l'aération des logements.

Cahier de spécifications CC2

Concernant les couvertures isolantes en acier, revêtues d'étanchéité, classées dans la catégorie matériaux durs par l'Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurance contre l'incendie et les risques divers (juillet 1979).

Cahier 2358 - septembre 1989

Classement F.I.T. des étanchéités de toitures (CSTB-CSNE).

prENV 1993-1-3 juin 1993

Eurocode 3.

Annexe A (informative) entretien et usage

Les prescriptions du présent document conduisent à la réalisation d'ouvrages de bonne qualité. Toutefois, la condition de durabilité ne peut être pleinement satisfaisante que si ces ouvrages sont entretenus et si leur usage est conforme à leur destination.

L'entretien est à la charge du Maître de l'Ouvrage ou de ses ayant-droits après la réception de l'ouvrage. Il comporte des visites périodiques de surveillance des ouvrages au moins une fois par an.

Lorsque la toiture comporte des éléments en matériaux peu résistants (lanterneaux d'éclairage...), le personnel amené à circuler sur la toiture doit être informé des précautions à prendre.

NOTE

Les Documents Particuliers du Marché (DPM) peuvent prévoir des dispositifs de protection permanente (voir annexe A de la norme NF P 84-206-2).

Il est recommandé qu'un contrat d'entretien soit passé entre le Maître de l'Ouvrage et l'entreprise, définissant la nature des prestations.

En tout état de cause, le Maître de l'Ouvrage fera procéder aux travaux minimaux suivants :

- examen général des ouvrages d'étanchéité visibles ;
- inspection de tous les ouvrages complémentaires visibles sur la toiture, notamment souches, édicules, lanterneaux, acrotères, ventilations, zinguerie, etc. ;
- vérification et nettoyage des entrées d'eaux pluviales et trop-pleins, pour leur maintien en bon état de fonctionnement, ce qui est essentiel pour éviter les surcharges d'eau anormales, préjudiciables à la stabilité de l'ossature support de la toiture ;
- enlèvement des feuilles mortes ;

- enlèvement des mousses, herbes et végétation ;
- remise en ordre des protections gravillon ;
- enlèvement des débris et menus objets.

S'il n'est prévu qu'une seule visite par an, elle est effectuée de préférence à la fin de l'automne pour les bâtiments situés à proximité d'arbres.

L'emploi de produits destinés à éliminer les mousses est possible sous réserve qu'il n'y ait pas d'incompatibilité avec les éléments constituant l'étanchéité, son autoprotection et ses ouvrages annexes.

Lors des opérations d'entretien de la toiture et des divers équipements, toutes précautions doivent être prises pour ne pas endommager le revêtement d'étanchéité.

L'arrosage du revêtement d'étanchéité autoprotégé des toitures surchauffées en été, dans le but de rafraîchir l'ambiance intérieure, est préjudiciable au bon comportement du revêtement d'étanchéité. Cette opération est donc interdite.

Annexe B (informative) sécurité des personnes

B.1

Les dispositions constructives de la toiture doivent permettre de satisfaire aux exigences réglementaires concernant la prévention des risques professionnels et notamment ceux des chutes de personnes, amenées à accéder, travailler ou à circuler sur la toiture lors de sa mise en oeuvre.

NOTE 1

Ces exigences figurent dans le Livre II du Code du travail et notamment dans son Titre III : Hygiène, sécurité et conditions de travail, avec en particulier :

- le chapitre V : Dispositions spéciales applicables aux opérations de construction dans l'intérêt de l'hygiène et de la sécurité du travail.
- le décret 65-48 du 8 janvier 1965 concernant les mesures particulières de protection et de salubrité applicables aux établissements dont le personnel exécute des travaux du bâtiment, des travaux publics et tous autres travaux concernant les immeubles.

NOTE 2

Il est rappelé, conformément aux paragraphes 4.1.2 et 4.2 de la norme NF P 84-206-2 (Référence DTU 43.3) :

- qu'il doit être prévu un accès permanent intérieur ou extérieur, par exemple escalier ou échelle fixe condamnable, conformément à la norme NF E 85-010, installé en même temps que l'ossature pour permettre l'accès des personnes ;
- que la mise en place des dispositifs de sécurité collective et la pose des tôles d'acier nervurées ne peuvent commencer qu'après réglage et scellement de l'ossature.

NOTE 3

Il est rappelé, conformément aux paragraphes D.2.3.3.2 et D.2.3.3.3, que les acrotères et émergences doivent être conçus de manière à présenter un appui continu à leur partie supérieure permettant de supporter la fixation des dispositifs de sécurité.

B.2

A défaut de protection intrinsèque (exemples : garde-corps de 1 m de hauteur, acrotères faisant office de garde-corps, lanterneaux résistants...) les Documents Particuliers du Marché précisent s'il doit être prévu des dispositifs permanents de fixation ou d'ancrage des équipements de sécurité collective ou individuelle contre les chutes de hauteur, leur implantation et leur nature. Les efforts pour lesquels ils doivent être calculés seront conformes aux règles en vigueur.

NOTE 1

Outre la fonction sécurité, cette éventuelle exigence a pour but d'éviter la dégradation du revêtement d'étanchéité et de sa protection par des ancrages mis en place après coup.

Les ancrages et fixations doivent être conçus de façon à permettre l'exécution et le raccordement de l'étanchéité et être protégés contre la corrosion si nécessaire.

NOTE 2

Parmi les dispositifs d'ancrage envisagés, peuvent figurer des crochets, des anneaux, des douilles noyées dans le béton, des pattes de fixation, etc.

B.3

On pourra contribuer à la satisfaction des exigences réglementaires en mettant en oeuvre :
- un dispositif permettant de recueillir ou retenir les personnes lors de la mise en place des tôles d'acier nervurées ou lorsqu'il existe une discontinuité dans le plan de travail (trémies de lanterneaux, par exemple) ;

NOTE 1 On utilise généralement, dans ce cas, des filets de sécurité conformes à la norme NF P 93-311, disposés horizontalement à la sous-face du plan de travail par ancrage à l'ossature.

- un dispositif permettant de recueillir ou retenir les personnes à la périphérie du bâtiment.

NOTE 2

On utilise généralement, dans ce cas, des garde-corps périphériques.

Annexe C (informative) classification des locaux en fonction de leur hygrométrie et de l'ambiance intérieure

C.1 hygrométrie des locaux

C.1.1 généralités

Soit :

W la quantité de vapeur produite à l'intérieur du local, exprimée en grammes par heure (g/h) ;

n le taux horaire de renouvellement d'air, exprimé en mètres cubes par heure (m^3/h).

Les dispositions réglementaires relatives à l'aération des logements sont données par l'arrêté du 24 mars 1982.

Celles relatives au « renouvellement d'air dans les bâtiments autres que les bâtiments d'habitation » sont données par l'arrêté du 12 mars 1976.

On définit quatre types de locaux en fonction de leur hygrométrie en régime moyen pendant la saison froide.

- local à faible hygrométrie : $(W/n) \approx 2,5 \text{ g/m}^3$
- local à hygrométrie moyenne : $2,5 \leq (W/n) \approx 5 \text{ g/m}^3$
- local à forte hygrométrie : $5 \leq (W/n) \approx 7,5 \text{ g/m}^3$
- local à très forte hygrométrie : $(W/n) \geq 7,5 \text{ g/m}^3$

C.1.2 classement descriptif indicatif

Les Documents Particuliers du Marché précisent la classe d'hygrométrie des locaux.

On trouvera ci-après et à titre indicatif un classement a priori des locaux les plus courants, compte tenu de leur utilisation, leur destination et leur conception.

NOTE

Ce classement ne vise que l'hygrométrie des locaux à ambiance saine, sans prise en compte de l'incidence d'une ambiance chimiquement agressive (voir paragraphe C.2).

Certains bâtiments classés ci-après peuvent posséder plusieurs locaux de classe d'hygrométrie différente. Chaque local doit être considéré spécifiquement.

C.1.2.1 locaux à faible hygrométrie

- 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...).
- Bâtiments industriels à usage de stockage.
- Locaux sportifs sans public, non compris leurs dépendances (douches, vestiaires...).

C.1.2.2 locaux à hygrométrie moyenne

- Locaux scolaires sous réserve d'une ventilation appropriée.
- Bâtiments d'habitation, y compris les cuisines et salles d'eau, correctement chauffés et ventilés.
- Bâtiments industriels de production dont le process ne génère pas de vapeur d'eau, sauf indication contraire précisée dans les Documents Particuliers du Marché.
- Centres commerciaux.

C.1.2.3 locaux à hygrométrie moyenne mais à forte hygrométrie intermittente

- Locaux sportifs avec public.
- Locaux culturels et salles polyvalentes, ou de culte.
- Les Documents Particuliers du Marché précisent, en fonction de l'intensité de l'occupation,

si les locaux sont classés en moyenne ou forte hygrométrie. Sous réserve d'une ventilation appropriée, ils sont considérés en moyenne hygrométrie.

C.1.2.4 locaux à forte hygrométrie

- Bâtiments d'habitation médiocrement ventilés et sur-occupés.
- Locaux avec forte concentration humaine (vestiaires collectifs, certains ateliers...).
- Locaux climatisés.

C.1.2.5 locaux à très forte hygrométrie

- Locaux spéciaux tels que locaux industriels nécessitant le maintien d'une humidité relativement élevée, locaux sanitaires de collectivités d'utilisation très fréquente.
- Locaux industriels avec forte production de vapeur d'eau (conserveries, teintureries, papeteries, laiteries industrielles, ateliers de lavage de bouteilles, brasseries, ateliers de polissage, cuisines collectives, blanchisseries industrielles, ateliers de tissage, filatures, tannage des cuirs,...).
- Piscines.

C.2 ambiances intérieures

Ambiance saine : milieu ne présentant aucune agressivité due à des composés chimiques corrosifs.

Ambiance agressive : milieu présentant une agressivité (corrosion chimique, aspersion corrosives,...) même de façon intermittente, par exemple piscines à fort dégagement de composés chlorés, bâtiment d'élevage agricole, manèges de chevaux.

Annexe D (normative) conditions nécessaires à l'exécution des travaux (pentes, ossatures, charges)

D.1 pentes

Elles sont directement données par l'ossature aussi bien pour les parties courantes que pour les noues et les chéneaux.

NOTE

Les noues de pente ≥ 2 % peuvent présenter en service des flaches et retenues d'eau. Pour les noues à pente nulle, ces phénomènes sont inévitables.

D.1.1 cas général

Les pentes des versants sont au minimum de 3 % sur plan (figure D.1).

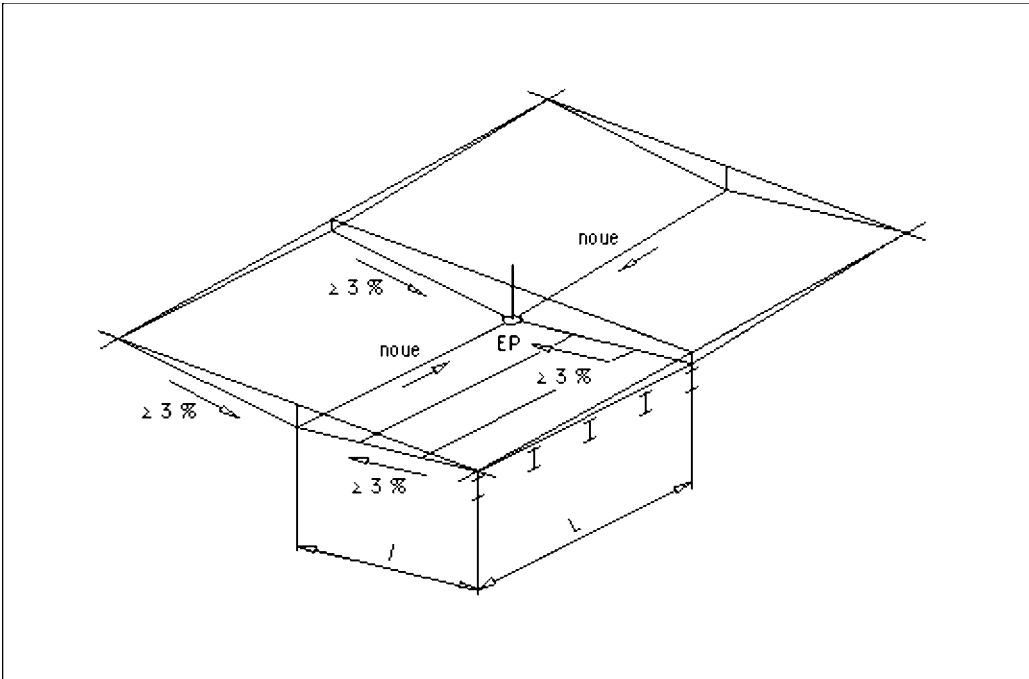


Figure D.1 Pente

des versants : cas général

Compte tenu des actions directes (charges normales) et indirectes (fluage de l'ossature) et des tolérances d'exécution, la pente réelle in situ doit toujours rester supérieure à 1 %.

D.1.2 Cas des toitures avec noues de pente > 0,5 % avec tôles d'acier nervurées posées perpendiculairement à cette noue

La pente minimale de versant au droit de l'entrée d'eau pluviale est de 3 % sur plan. Au-delà, elle peut diminuer régulièrement jusqu'à atteindre éventuellement une pente nulle au droit du point haut de la noue (figure D.2).

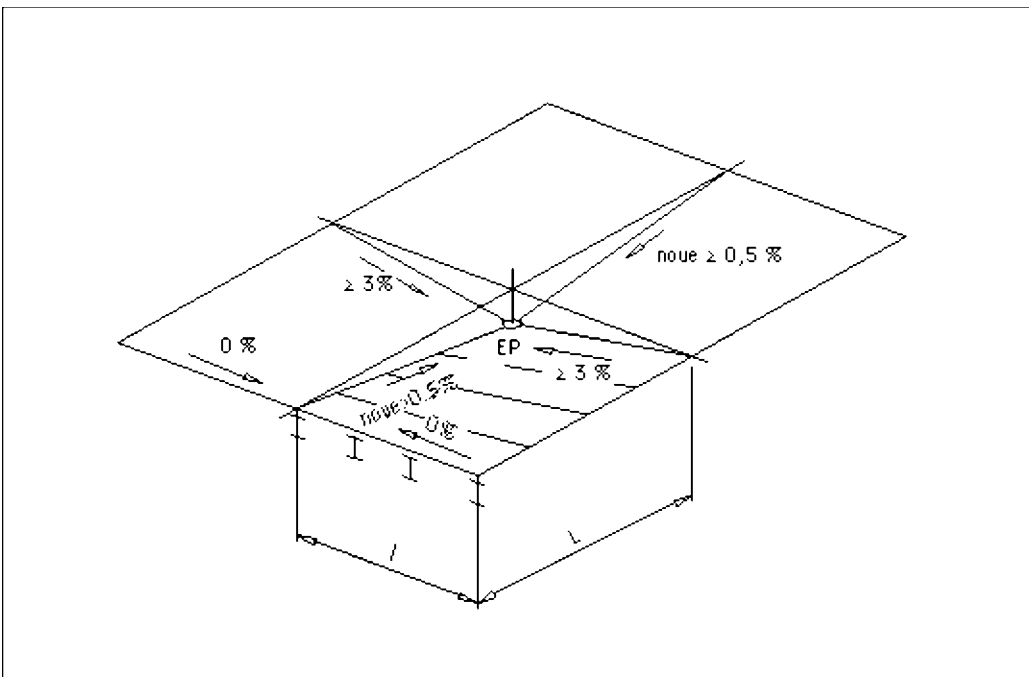


Figure D.2 Pente

des versants : cas des noues de pente > 0,5 % avec nervures des tôles perpendiculaires à la

noe

NOTE

L'élément d'ossature au droit de la noue donne la pente de la noue. Les premiers éléments d'ossature adjacents doivent généralement présenter également une pente pour éviter des contre-pentes en versant.

D.1.3 chéneaux

Toutes les pentes en fond de chéneaux sont admises, y compris la pente nulle.

NOTE

Les fonds des chéneaux de pente ≥ 2 % peuvent présenter en service des flaches et retenues d'eau. Pour les chéneaux à pente nulle, ces phénomènes sont inévitables.

D.2 ossature

Les ossatures sont constituées :

- soit d'une charpente en acier ;
- soit d'une charpente en béton armé ou précontraint ;
- soit d'une charpente en bois ;
- soit de murs porteurs en maçonnerie.

Elles sont conformes aux normes, DTU et règles les concernant : conception, charges à prendre en compte, exécution (tolérances, niveaux des appuis...).

Il y a lieu de tenir compte, pour les réactions d'appuis, du fait que généralement, les tôles d'acier nervurées sont posées en continuité sur trois appuis ou plus.

Dans le cas d'une étanchéité asphalte, la flèche de l'ossature est limitée au 1/300 de la portée.

Les structures par câbles tendus et les charpentes en alliage d'aluminium ne sont pas visées.

La participation des tôles d'acier nervurées à la stabilité d'ensemble de l'ossature (contreventement par exemple), ou à sa stabilité locale (non-déversement des pannes par exemple), n'est pas traitée par le présent document.

NOTE

Cette participation éventuelle des tôles d'acier nervurées à la stabilité d'ensemble ou locale relève de la conception d'ensemble de l'ossature dont l'étude précise les dispositions particulières et complémentaires aux prescriptions du présent document. De telles dispositions ressortissent, pour les ossatures en acier, à l'application de la partie 1.3 de l'Eurocode 3, complétée par son document d'application nationale.

D.2.1 vérification de l'ossature sous le phénomène d'accumulation d'eau dans les noues

La stabilité de l'ossature doit tenir compte, dans des conditions normales de sécurité, du phénomène d'accumulation d'eau dans les noues.

NOTE

Le phénomène d'accumulation d'eau dans les noues donne lieu à un processus auto-évolutif dans lequel chaque accroissement de la déformation entraîne une aggravation de la charge, elle-même génératrice d'une amplification de la déformation, ce qui peut conduire à

l'effondrement s'il n'y a pas de convergence possible vers un équilibre final du fait de la flexibilité des éléments de l'ossature.

L'annexe H précise les cas qui nécessitent une vérification par le calcul de la stabilité de l'ossature sous accumulation d'eau.

NOTE

Le choix de la pente de la noue, de la distribution des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales (implantation des entrées d'eaux pluviales), de la portée des éléments d'ossature, conditionnent la nécessité ou non de cette vérification.

L'annexe G propose des règles simplifiées permettant à l'entreprise de charpente de vérifier de façon simple le dimensionnement des éléments d'ossature supports de noue, dans des conditions enveloppes générales valables pour tout type d'ossature (béton armé, béton précontraint, acier, bois) dans un domaine de validité étendu de portées et de charges. L'application de ces règles simplifiées n'a pas de caractère obligatoire, et la justification de la stabilité des éléments d'ossature sous le phénomène d'accumulation d'eau peut toujours être faite avec un calcul théorique itératif spécifique.

D.2.2 appuis des tôles d'acier nervurées

D.2.2.1 dispositions communes

La face supérieure des appuis est plane et parallèle au plan des tôles d'acier nervurées et située dans ce plan.

Les appuis sont continus (figure D.3) et sans saillie : ils sont axés et alignés.

Les dispositions particulières visant les noues, faîtages, rives, joints de dilatation, etc. sont définies au paragraphe D.2.3.

Les protections des surfaces d'appui (peinture, protection fongicide et insecticide des charpentes bois, etc.) sont effectuées avant la pose des tôles d'acier nervurées.

NOTE

Dans le cas de charpente en acier, les fixations des tôles d'acier nervurées sont apparentes en sous-face des appuis et peuvent entraîner un écaillage de leur protection.

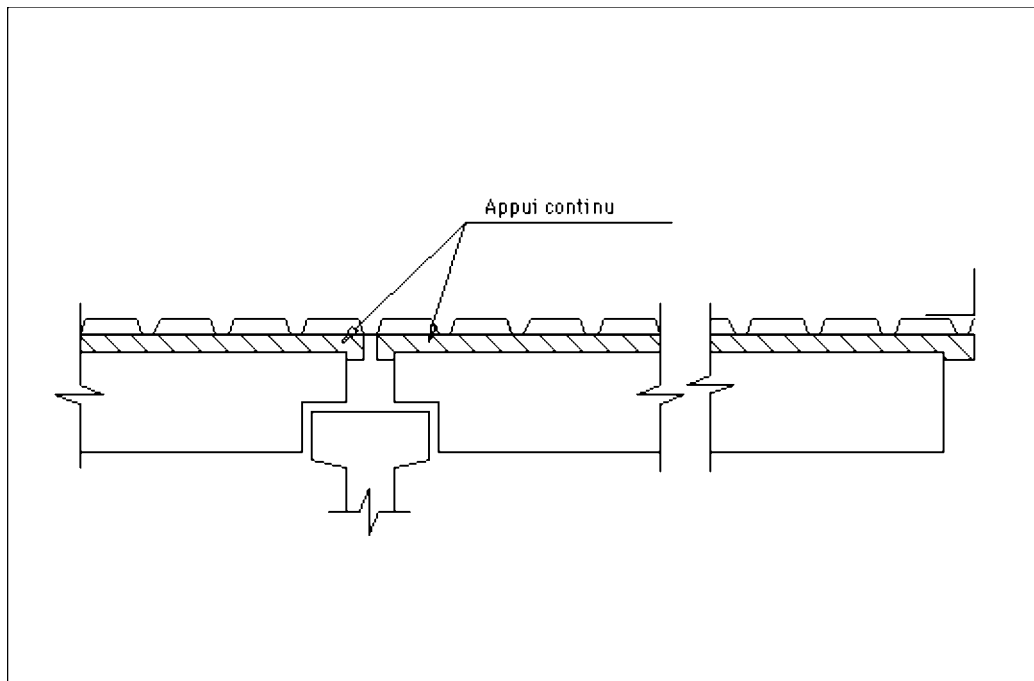


Figure D.3

Appuis des tôles d'acier nervurées

D.2.2.2 dispositions particulières aux diverses ossatures

D.2.2.2.1 charpente en béton armé ou précontraint

Les appuis sont réalisés par des inserts continus en acier, solidaires du béton. La face supérieure de ces inserts est sans aspérité et au niveau du plan supérieur du béton ou le dépassant.

L'acier constituant ces inserts est de limite d'élasticité minimale 235 N/mm^2 . Il est galvanisé ou peint.

Leur largeur minimale est 60 mm.

L'axe réel des appuis ne s'écarte en aucun point de plus de 20 mm de l'axe théorique (figure D.4).

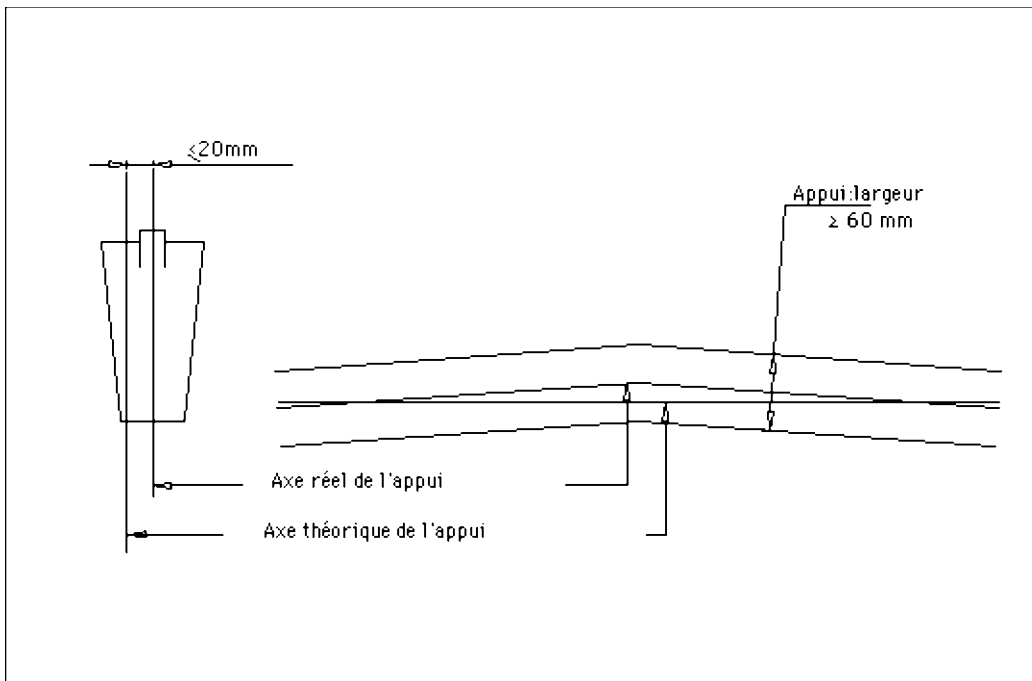


Figure D.4 Axe

des appuis sur charpente en béton

Les inserts sont constitués :

- soit d'un profilé (figure D.5):
- épaisseur minimale de 2,5 mm ;
- hauteur libre minimale de 20 mm sous le profilé permettant le vissage ;
- soit d'un plat (figure D.6): épaisseur minimale de 6 mm.

NOTE

L'insert constitué d'un plat implique une fixation des tôles d'acier nervurées par clouage au pistolet, technique relevant de la procédure d'avis technique.

D.2.2.2.2 charpente en acier

La largeur de l'appui est au moins égale à 40 mm et son épaisseur minimale est de 1,5 mm.

L'axe réel des appuis ne s'écarte en aucun point de l'axe théorique :

- de plus de 10 mm si la largeur d'appui est comprise entre 40 mm et 60 mm ;
- de plus de 20 mm si la largeur d'appui est supérieure ou égale à 60 mm.

Dans le cas d'appui d'épaisseur comprise entre 1,5 mm et 2,5 mm, la largeur des appuis est doublée dans les zones où les tôles d'acier nervurées doivent comporter deux fixations par nervure (voir paragraphe 5.2.4.1.2).

NOTE

Certains modes de fixation sont conditionnés par l'épaisseur de l'appui. En particulier, pour le clouage au pistolet, on se référera à l'avis technique du procédé.

D.2.2.2.3 charpente en bois

Les pièces d'appui présentent les dimensions minimales suivantes : hauteur 80 mm, largeur

60 mm.

L'axe réel des appuis ne s'écarte en aucun point de plus de 20 mm de l'axe théorique.

Afin de respecter les dispositions relatives à la densité de fixations des tôles d'acier nervurées, il peut s'avérer nécessaire de doubler la largeur des appuis ou de rajouter une fourrure ou un profilé métallique au pourtour du bâtiment et aux points particuliers (voir paragraphe 5.2.4.1.2).

D.2.2.2.4 murs porteurs en maçonnerie

Les murs porteurs en maçonnerie doivent être surmontés d'un chaînage en béton armé dans lequel sont scellés des profilés et des fers plats conformes au paragraphe D.2.2.2.1 ou des pièces d'appui en bois conformes au paragraphe D.2.2.2.3.

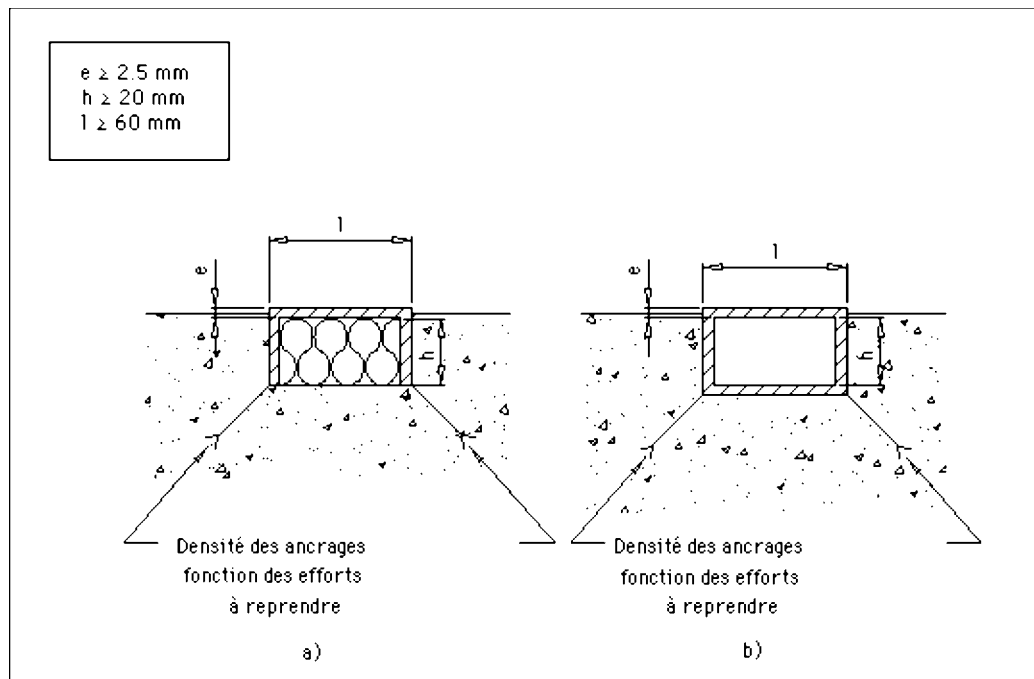


Figure D.5

Appuis par profilés sur charpente en béton

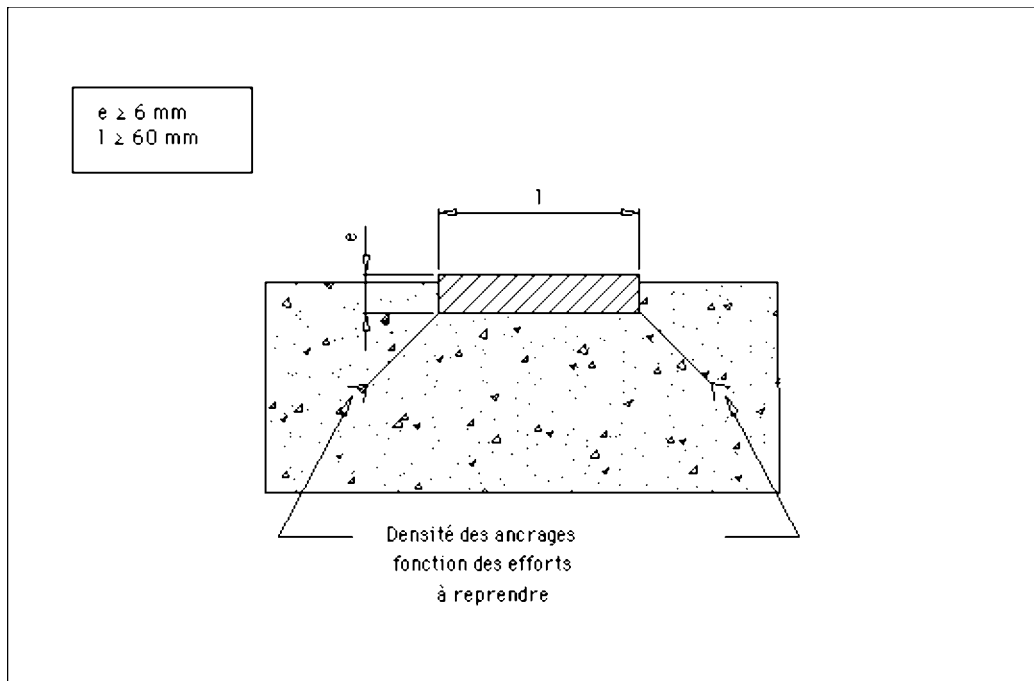


Figure D.6
béton D.6

Appuis par plats sur charpente en

D.2.2.3 dispositions spécifiques aux toitures courbes

Dans le cas de toitures courbes (concaves ou convexes) et lorsque les nervures des tôles d'acier nervurées sont dans le sens de la pente, une étude particulière est requise afin de déterminer si un profil est compatible avec la portée, la charge et le rayon de courbure, ainsi que l'incidence sur les caractéristiques et la densité des fixations.

NOTE

Cette étude particulière peut conduire à :

- soit une adaptation de l'ossature (portée et rayon de courbure) ;
- soit une mise en oeuvre des tôles nervurées en appuis simples donnant un aspect plus ou moins marqué de facettes.

D.2.3 ouvrages particuliers

D.2.3.1 appuis vis-à-vis du porte-à-faux des tôles d'acier nervurées

Lorsque la réalisation des ouvrages particuliers implique un porte-à-faux des tôles d'acier nervurées, l'implantation des appuis est telle que le débord des tôles d'acier nervurées au-delà du nu de la structure d'appui est inférieur ou égal au 1/10 de l'entraxe entre appuis adjacents, sans excéder 0,30 m (figure D.7).

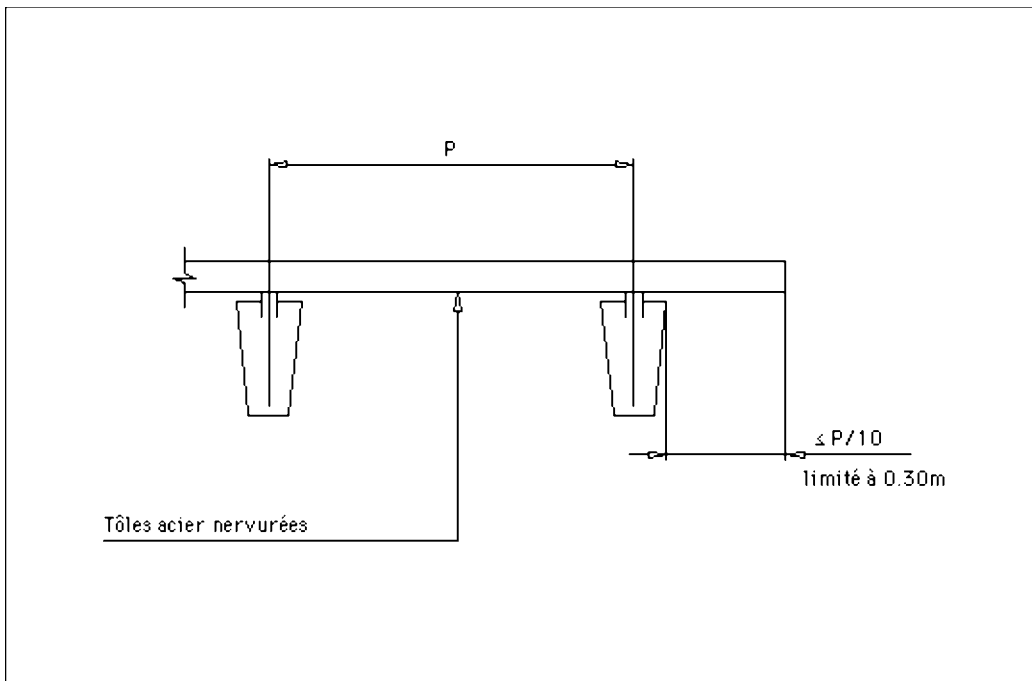


Figure D.7 Porte-

à-faux des tôles d'acier nervurées

Dans le cas des noues, ce porte-à-faux est limité à des valeurs plus faibles (voir paragraphes D.2.3.2.2 et D.2.3.3.1).

D.2.3.2 appuis au droit des changements de pente (faîtage, noue, arêtier...)

Les dispositions concernant ces appuis dépendent :

- du type de changement de pente (faîtage, noue, arêtier) ;
- du sens des nervures des tôles d'acier nervurées par rapport à la pente ;
- de l'angle α formé par la rencontre des deux versants, les dispositions étant différentes selon que cet angle est inférieur ou supérieur à :
 - 174° pour les noues ;
 - 186° pour les faîtages et arêtiers.

NOTE

Dans le cas de versants de pentes identiques, un angle en noue centrale de 174° ou en faîtage de 186° correspond à des versants de pente 5 % (soit un angle de 3°).

Selon les cas, l'appui est unique ou doublé. Lorsque l'appui unique est autorisé, sa face supérieure peut être horizontale.

NOTE

Dans le cas d'appui unique avec face supérieure horizontale, il y a risque de marquage des nervures des tôles d'acier nervurées.

D.2.3.2.1 faîtages

Si les nervures des tôles d'acier nervurées sont dans le sens de la pente, un appui continu est nécessaire au droit du faîtage (intersection des versants).

Cet appui est doublé lorsque α est supérieur à 186° et les faces d'appui sont alors

parallèles aux versants (figure D.8).

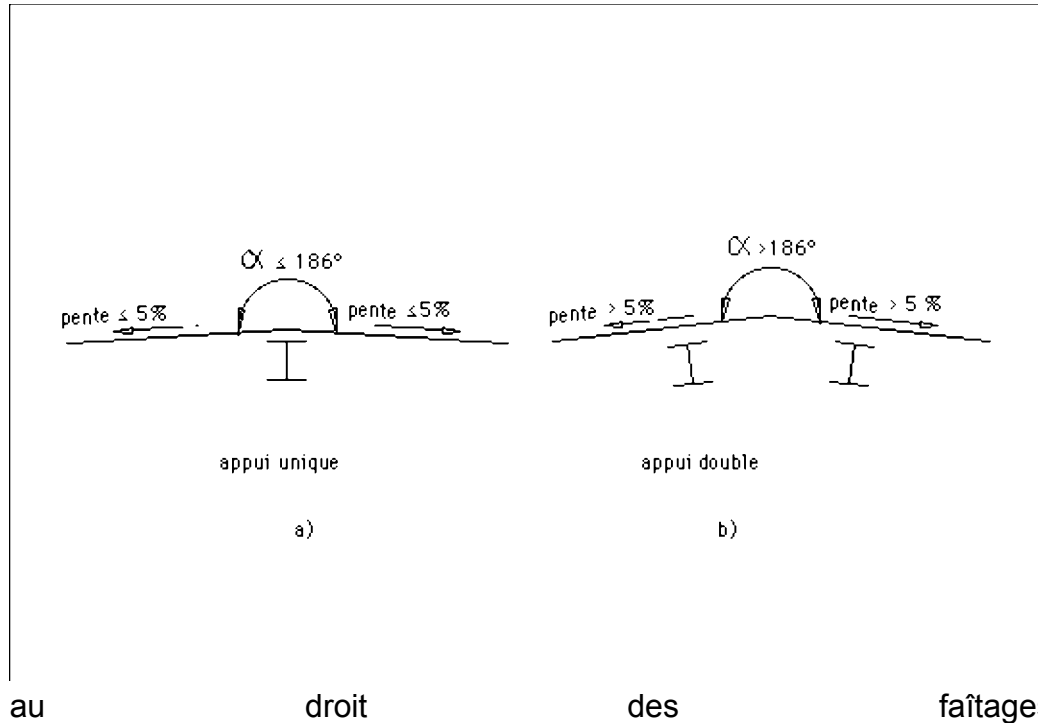


Figure D.8 Appui

D.2.3.2.2 noues centrales

Si les nervures des tôles nervurées sont dans le sens de la pente, un appui continu est nécessaire au droit de la noue (intersection des versants).

Cet appui est doublé lorsque α est inférieur à 174° ; les faces d'appui sont alors parallèles aux versants (figure D.9).

Dans le cas d'appui doublé, l'espacement libre entre ces appuis est fonction de l'implantation des entrées d'eaux pluviales :

- $\approx 0,40$ m lorsque l'entrée d'eaux pluviales est implantée entre les appuis (figure D.10).

NOTE Cette disposition a pour but de limiter le porte-à-faux en noue.

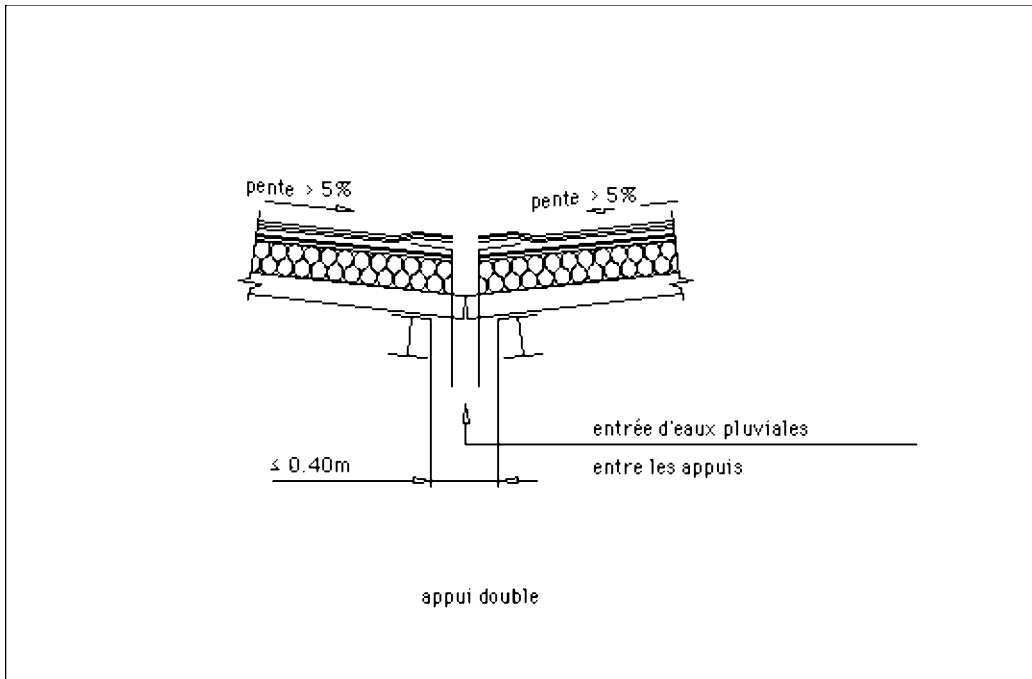


Figure D.10

Espace libre entre éléments d'un appui doublé (EEP intérieure)

Elle limite le diamètre des entrées d'eaux pluviales.

- $\approx 0,05$ m lorsque l'entrée d'eaux pluviales est implantée à l'extérieur des appuis (figure D.11).

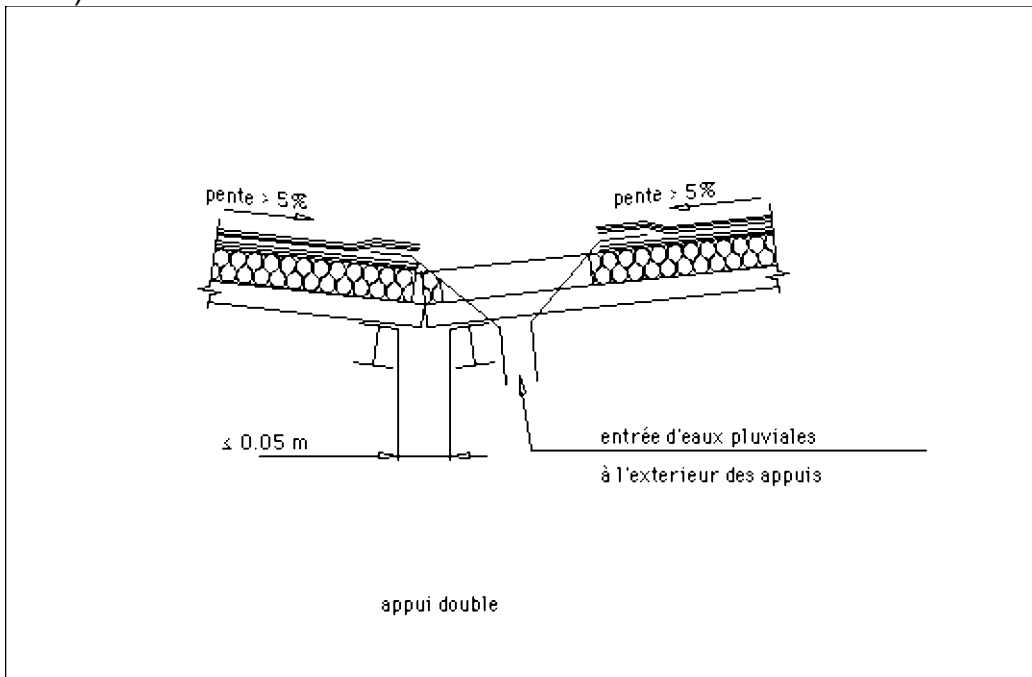


Figure D.11

Espace libre entre éléments d'un appui doublé (EEP extérieure)

NOTE

Cette disposition a pour but de limiter les rétentions d'eau.

D.2.3.2.3 noues traditionnelles(figure D.12)et arêtiers(figure D.13)

Quelle que soit l'orientation des nervures des tôles d'acier nervurées, un appui continu est nécessaire à l'intersection des versants.

Cet appui est doublé et les faces d'appui sont alors parallèles aux versants lorsque :

- $\alpha \leq 174^\circ$ pour les noues traditionnelles (figure D.12 c) ;
- $\alpha \leq 186^\circ$ pour les arêtiers (figure D.13 b)).

Dans le cas d'appui unique, ce dernier présente une largeur minimale de 60 mm de part et d'autre de l'axe du changement de pente (figures D.12 b) et D.13 a)).

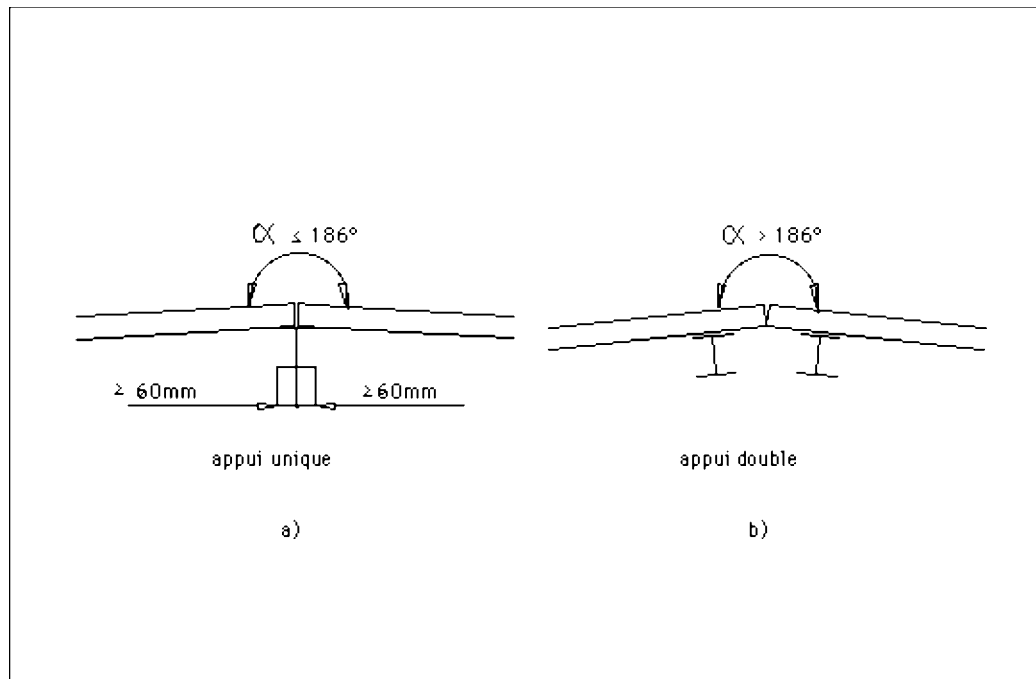


Figure D.13

Appui au droit des arêtiers

D.2.3.3 dispositions au droit des rives et émergences

D.2.3.3.1 appuis des tôles d'acier nervurées

D.2.3.3.1.1 noues de rives

Si les nervures des tôles d'acier nervurées sont perpendiculaires ou biaisées par rapport à la rive, un appui continu est nécessaire au droit de la noue.

L'espacement libre entre le nu extérieur de la structure d'appui et le fil d'eau est fonction de l'implantation des entrées d'eaux pluviales :

- $\approx 0,05$ m lorsque l'entrée d'eaux pluviales est implantée à l'amont de l'appui (figure D.14).

NOTE Cette disposition a pour but de limiter les rétentions d'eau.

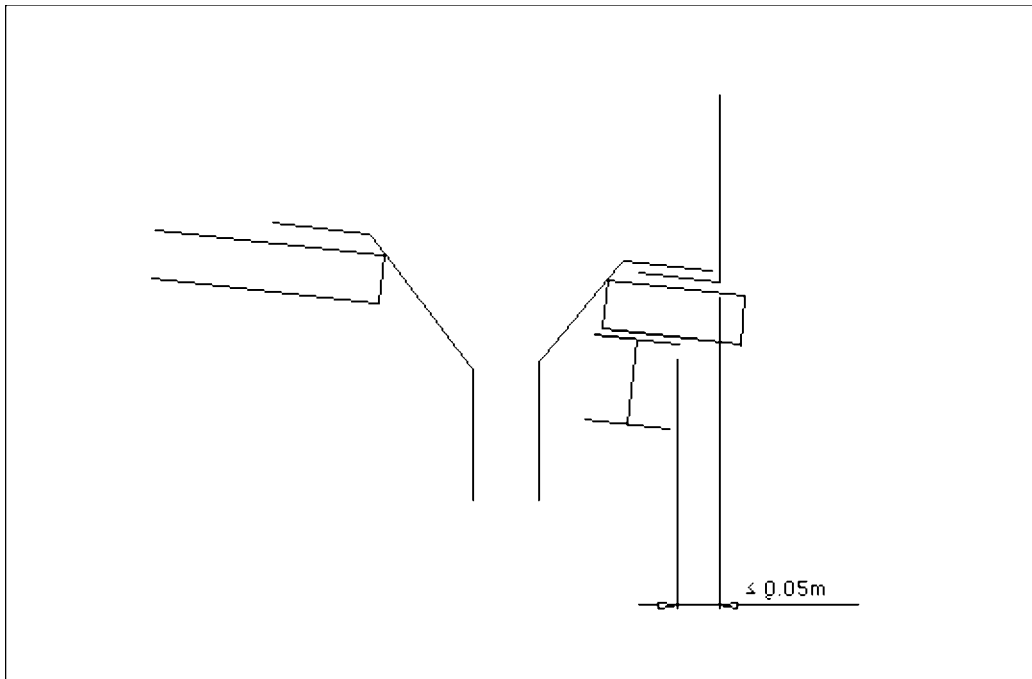


Figure D.14

Noues de rive (EEP à l'amont de l'appui)

- $\approx 0,20$ m lorsque l'entrée d'eaux pluviales est implantée à l'aval de l'appui (figure D.15).

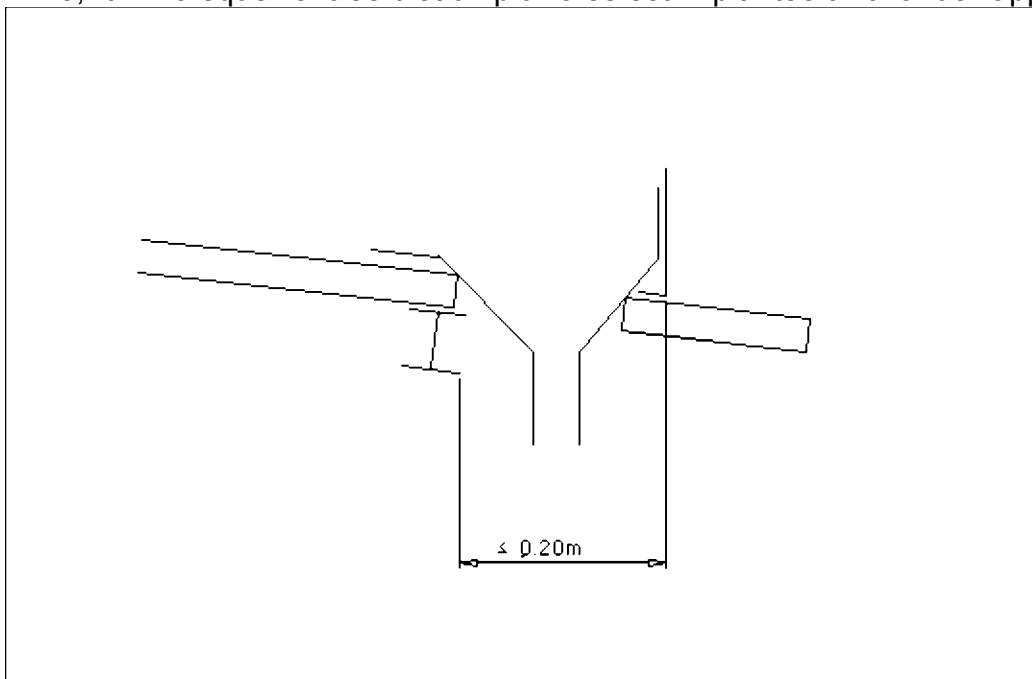


Figure D.15

Noues de rives (EEP à l'aval de l'appui)

NOTE

Cette disposition a pour but de limiter le porte-à-faux en noue.

Elle limite le diamètre des entrées d'eaux pluviales.

D.2.3.3.1.2 faitages simples et rives

Si les nervures des tôles d'acier nervurées sont perpendiculaires ou biaisées par rapport au

faîtage simple ou à la rive, un appui continu est nécessaire.

D.2.3.3.1.3 appui des tôles d'acier nervurées au droit des émergences

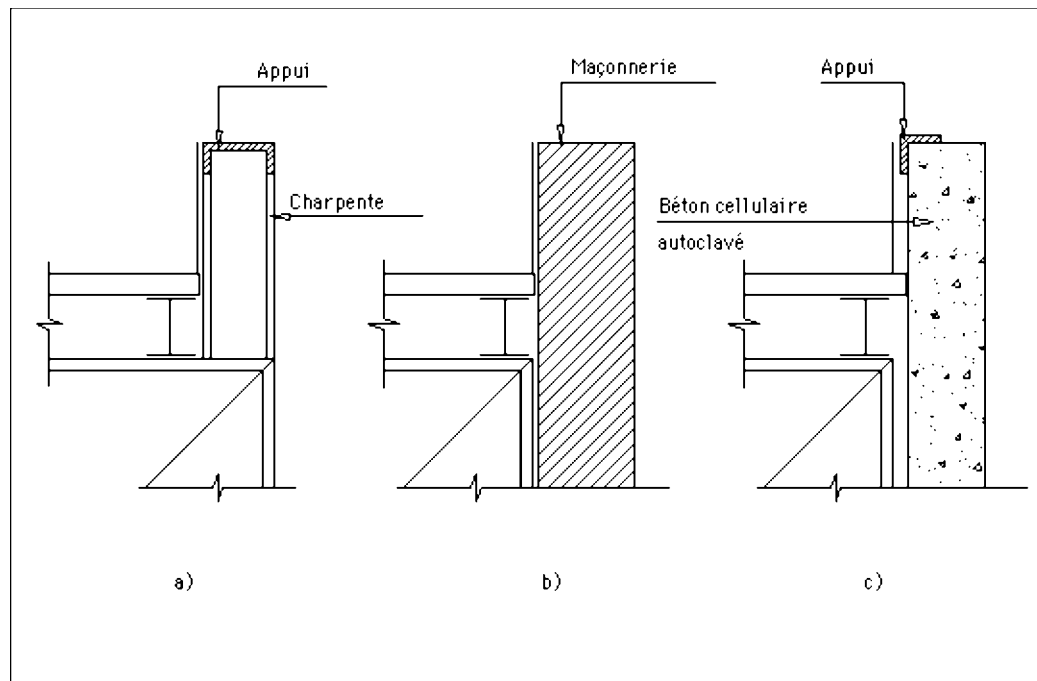
D.2.3.3.1.3.1 partie amont de l'émergence (formant noue)

Dito D.2.3.3.1.1 « Noues de rive ».

D.2.3.3.1.3.2 parties aval et latérales de l'émergence

Dito D.2.3.3.1.2 « Faîtages simples et rives ».

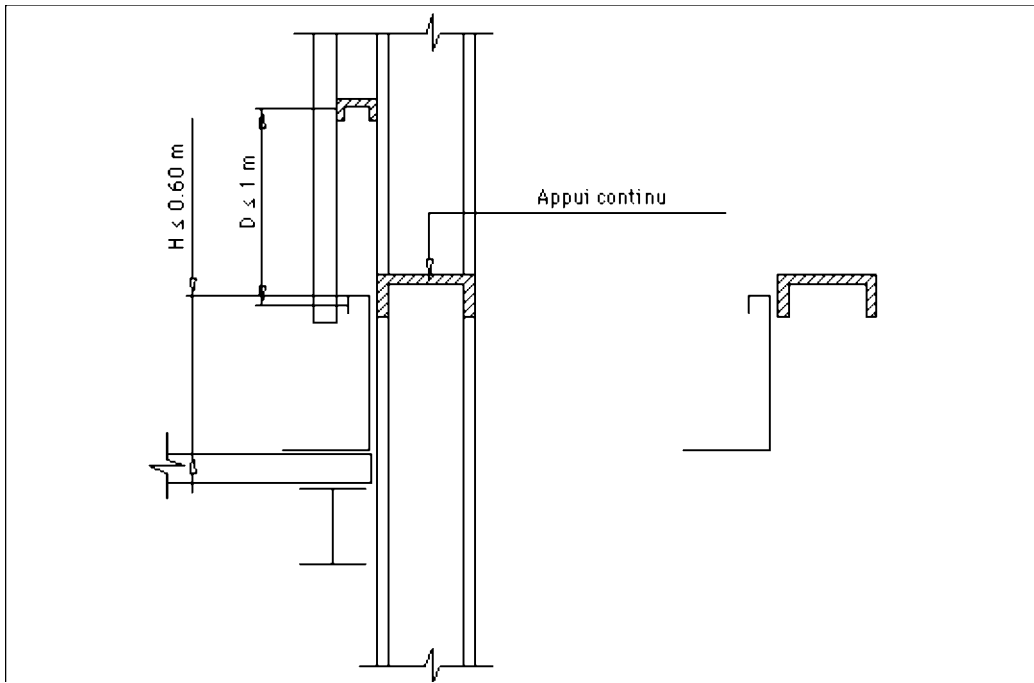
D.2.3.3.2 acrotères et émergences sans contre-bardage (figure D.16)



Acrotères et émergences sans contre-bardage

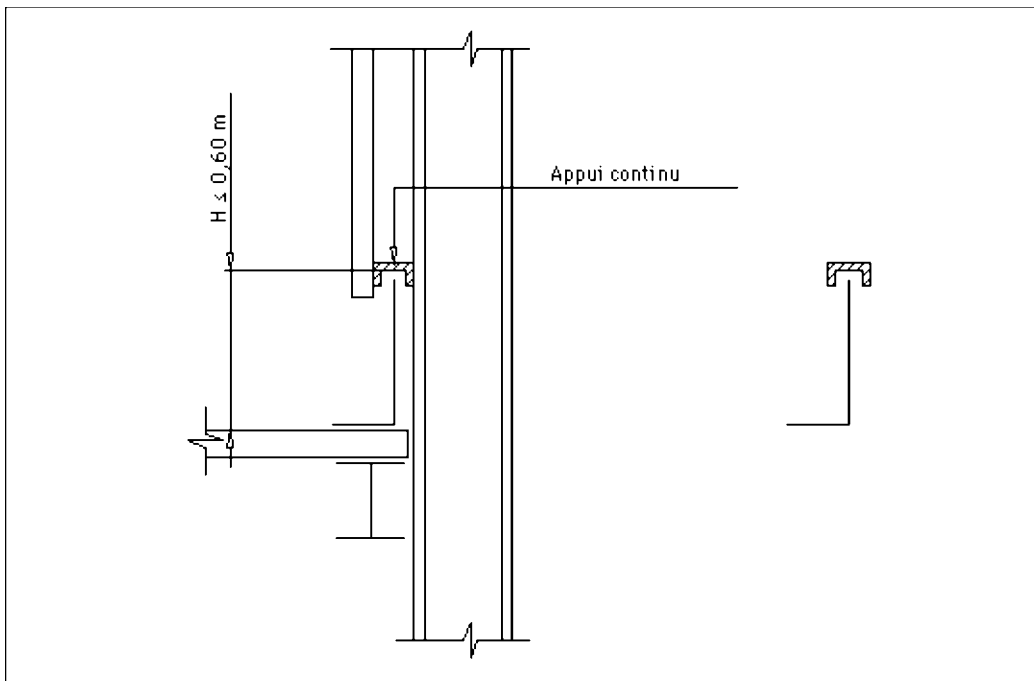
Ils sont conçus de manière à présenter un appui continu à la partie supérieure des costières métalliques recevant les relevés d'étanchéité et à supporter la fixation des dispositifs de sécurité tels que prévus à l'annexe B.

D.2.3.3.3 acrotères et émergences avec contre-bardage (figure D.17)



Acrotères et émergences avec contre-bardage

Figure D.17 a)



Acrotères et émergences avec contre-bardage

Figure D.17 b)

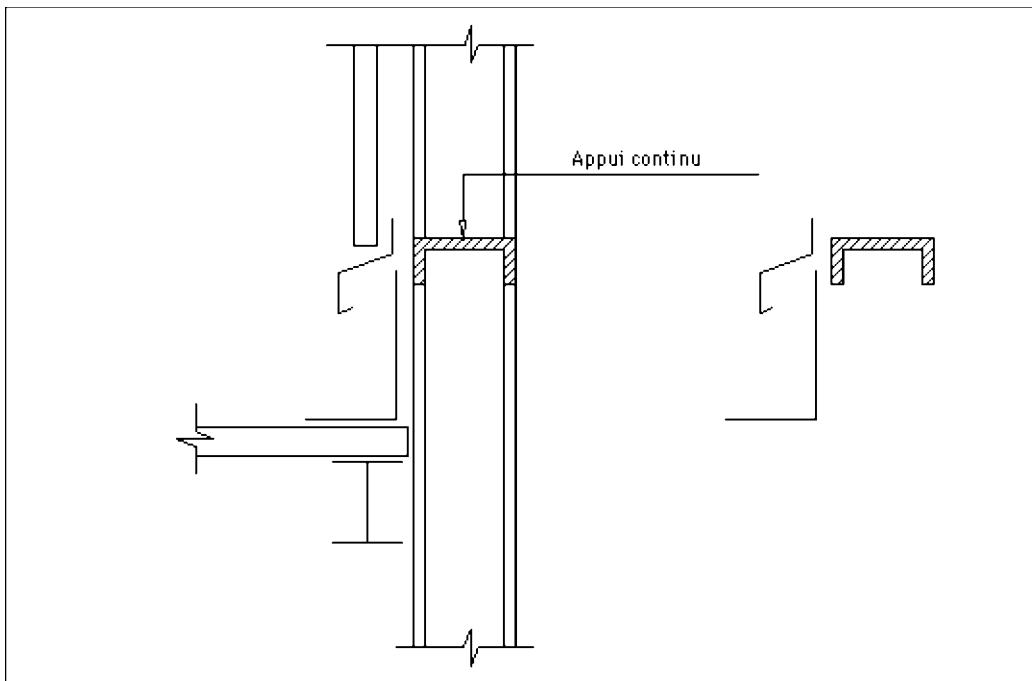


Figure D.17 c)

Acrotères et émergences avec contre-bardage

Ils sont conçus de manière à présenter un appui continu à leur partie supérieure et à supporter la fixation haute du contre-bardage et des dispositifs de sécurité tels que prévus à l'annexe B.

Si le contre-bardage est fixé à la costière métallique support de relevé d'étanchéité, il est prévu un appui à une distance maximale de 1 m au-dessus de cette costière permettant la fixation du contre-bardage (figure D.17 a)).

Les faces d'appui sont sans aspérité et dans le même plan vertical.

L'acrotère ou l'émergence est conçu de manière à présenter un appui continu, à la partie supérieure de la costière, destiné à servir d'appui au contre-bardage.

La hauteur de la costière support de contre-bardage est limitée à 0,60 m. (voir paragraphe 6.5.4.2).

D.2.3.4 fractionnement de l'ossature - Joints de dilatation

Les joints de l'ossature (joints de dilatation, différences de niveaux...) sont prolongés dans la toiture.

Des appuis continus pour les tôles d'acier nervurées sont prévus de part et d'autre du joint de dilatation (figure D.18).

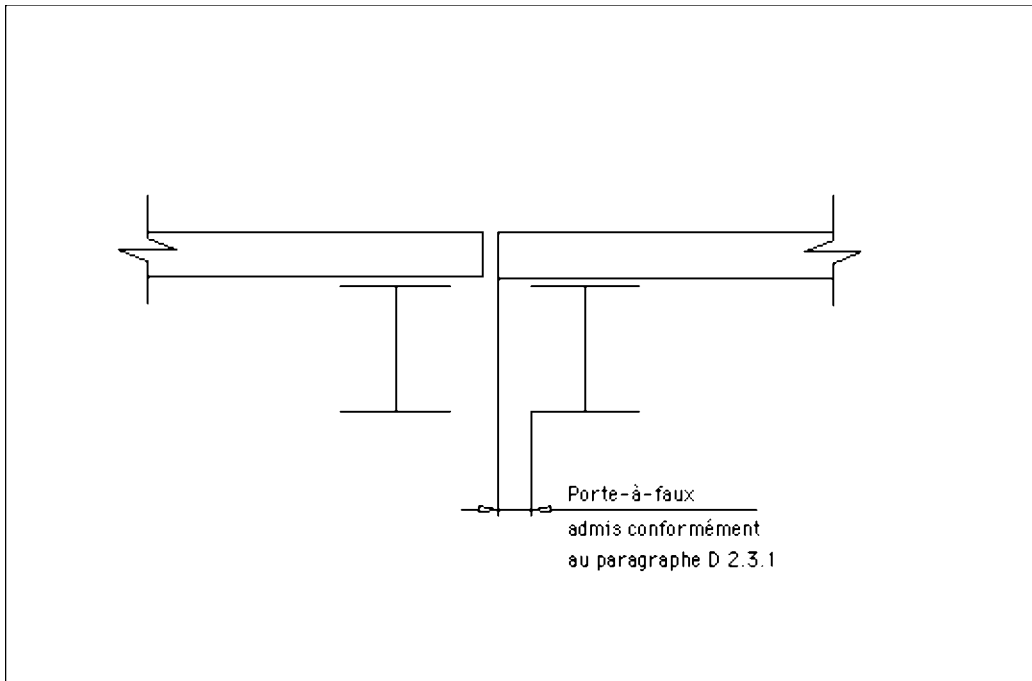


Figure D.18

appuis continus de part et d'autre d'un joint de dilatation

D.2.3.5 traversées (pénétrations, entrées d'eaux pluviales...)

Lorsqu'un passage (pour entrée d'eaux pluviales par exemple), dont la plus grande dimension perpendiculaire aux nervures des tôles d'acier nervurées dépasse 0,20 m, est à aménager, un chevêtre est réalisé dans le plan des appuis permettant de soutenir et de fixer les tôles d'acier nervurées ainsi que les ouvrages éventuels rapportés (figure D.19).

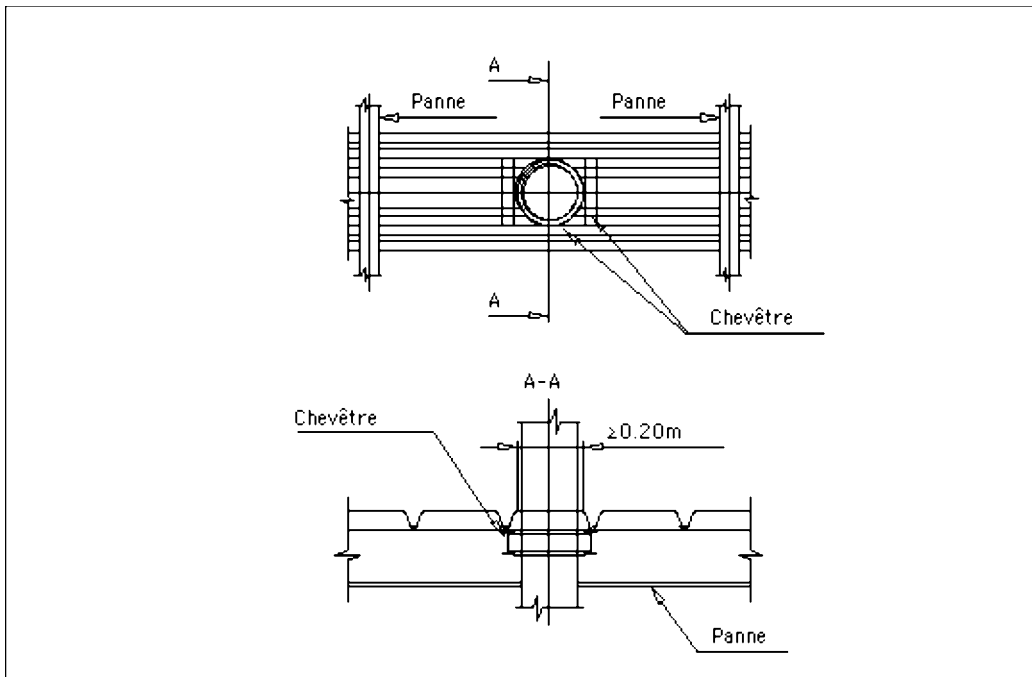


Figure D.19

Nécessité d'un chevêtre pour traversée de grandes dimensions

Dans le cas des tôles d'acier nervurées parallèles à la noue, avec entrée d'eaux pluviales implantée en « milieu » de portée, le chevêtre est obligatoire quelle que soit la dimension du passage.

D.2.3.6 lanterneaux, exutoires de fumée, aérateurs...

Un chevêtre est nécessaire.

Toutefois, dans le cas de système d'éclairage en bande translucide légère, des costières autoportantes peuvent remplir cette fonction si elles sont dimensionnées en conséquence (voir paragraphe 6.5.4.1 c)).

D.3 charges à prendre en compte

Les charges indiquées ci-dessous constituent une énumération. La manière de les prendre en compte pour le choix des tôles d'acier nervurées et des fixations est précisée au paragraphe 5.2.2.

D.3.1 charges descendantes

D.3.1.1 charges de montage

Conventionnellement et sans les cumuler, on considère les deux charges suivantes :

- une charge linéaire de 2 kN/m disposée à mi-portée des tôles d'acier nervurées. En cas de calcul des caractéristiques des tôles d'acier nervurées, la largeur d'application de la charge sera prise égale à 0,20 m ;
- une charge répartie de 1 kN/m².

Lorsque les tôles sont posées sur plusieurs appuis en continuité, seuls les deux cas suivants sont considérés :

- travée isolée chargée ;
- deux travées successives chargées.

D.3.1.2 charges permanentes

Les charges permanentes considérées sont les poids des tôles d'acier nervurées, des isolants et pare-vapeur éventuels, des revêtements d'étanchéité, et des éventuelles protections lourdes (meubles ou durs).

Les charges des équipements extérieurs et des éléments intérieurs (plafonds suspendus, luminaires, chemins de câbles, dispositifs d'extinction automatique d'incendie...) ne doivent pas être appliquées aux tôles d'acier nervurées mais être reportées directement sur l'ossature.

NOTE

Conformément aux dispositions du paragraphe 5.5.7.1, la protection lourde, meuble, présente une épaisseur minimale de 0,04 m.

Le poids volumique des protections par gravillons saturés d'eau est fixé forfaitairement à 20 kN/m³ (voir NF P 06-004).

Les zones techniques telles que définies au paragraphe 3.2.3 peuvent recevoir des protections lourdes en dur (voir paragraphe 5.5.7.1).

D.3.1.3 charges d'entretien

Sauf indication contraire précisée dans les Documents Particuliers du Marché quant à des charges supérieures, les charges à prendre en compte sont :

- 1 kN/m² pour les toitures inaccessibles et les aires ou chemins de circulation ;
- 1,5 kN/m² pour les zones techniques.

D.3.1.4 charges climatiques de neige

Elles sont définies par référence aux Règles N 84 : « Action de la neige sur les constructions ».

NOTE 1

Il est rappelé qu'une majoration de la charge de neige est prévue dans certains cas par ces Règles : noues de pente $\geq 1\%$, saillies, acrotères ou émergences.

Pour éviter de surdimensionner les tôles d'acier nervurées sur la totalité de l'ouvrage, la solution rationnelle pour traiter ce problème de charge majorée consiste à adapter l'ossature dans ces zones (par exemple, rapprochement des pannes...).

NOTE 2

Il y a lieu de tenir compte que les supports étant déjà vérifiés en considérant une charge de montage en damier de 1 kN/m² et une charge uniformément répartie d'entretien de 1 kN/m² (ou 1,5 kN/m²), la vérification pour zone majorée sera parfois superflue.

D.3.1.5 charges d'eau de pluie

La charge d'eau de pluie n'est pas à prendre en compte sur les versants.

La charge d'eau normale dans les noues, ou accidentelle, correspondant à une retenue localisée d'eau de pluie causée par l'engorgement d'une quelconque descente, est normalement prise en compte par le respect des dispositions concernant le nombre et l'implantation des points d'évacuation (descentes, trop-pleins...voir paragraphe 4.2.2) et/ou le dimensionnement des éléments d'ossature (voir annexe G).

D.3.1.6 charge d'épreuve d'étanchéité à l'eau

Voir article 8.

D.3.2 charges ascendantes

La charge ascendante de calcul est la charge de dépression due au vent diminuée des charges permanentes.

Les charges de dépression dues au vent sont définies par les Règles Vent (NV 65). On considère :

- le vent extrême, aux états limites ultimes ;
- le vent normal aux états limites de service.

NOTE

Dans le cas où les locaux sont en surpression, son effet sera ajouté à l'effet de succion dû

au vent.

Annexe E (normative) matériaux

E.1 tôles d'acier nervurées

E.1.1 définition

Plaque nervurée en tôle d'acier revêtue obtenue par profilage à froid sur machines à galets. Tout ou partie de la tôle peut être perforée ou crevée.

E.1.2 identification

Les tôles d'acier nervurées sont identifiées à l'aide d'une fiche technique qui comporte au moins les indications suivantes :

- l'appellation commerciale ;
- le nom du fabricant ou du distributeur ;
- le schéma de la section droite, les principales dimensions étant cotées ;
- la nuance d'acier et la classe de tolérance d'épaisseur utilisées par référence aux normes ;
- la nature et la répartition des perforations éventuelles ;
- les valeurs des principales caractéristiques utilisées pour la définition des performances mécaniques du produit ;
- les tableaux définissant les portées limites utiles en fonction des charges appliquées hors poids propre de la tôle, pour au moins les deux cas courants de pose (travée simple et travées égales multiples), pour diverses épaisseurs de tôle et éventuellement pour divers critères, notamment de flèche ;
- la référence du rapport d'essais lorsque les performances sont déterminées par voie expérimentale ;
- la mention « information technique établie conformément aux dispositions de la norme NF P 84-206 (Référence DTU 43.3) ».

NOTE

La documentation commerciale peut être assimilée à la fiche technique pour autant que toutes les informations demandées y figurent.

E.1.3 matériau de base

E.1.3.1 tôle d'acier galvanisée

NOTE 2

Pour les nuances d'acier Fe E 50 G (ou S 550 D) et C 550, la limite d'élasticité nominale à prendre en compte dans les calculs ou les essais est de 465 N/mm².

Tôle d'acier conforme à la norme XP P 34-310.

E.1.3.2 tôle d'acier revêtue en continu d'alliage de zinc-aluminium (95 % de zinc) ²

Tôle d'acier conforme à la norme XP A 36-324.

E.1.3.3 tôle d'acier prélaquée ²

Tôle d'acier conforme au paragraphe E.1.3.1 ou E.1.3.2, prélaquée ou revêtue en continu d'un film organique.

Les tôles d'acier galvanisées prélaquées sont conformes à la norme XP P 34-301.

E.1.3.4 épaisseurs

Les épaisseurs et leurs tolérances sont définies pour les tôles d'acier visées aux paragraphes E.1.3.1 à E.1.3.3 par la norme XP P 34-310.

Les tolérances considérées sont les tolérances décalées.

Les épaisseurs minimales avec revêtement métallique sont données dans le tableau E.1 selon les nuances d'acier ; les épaisseurs nominales correspondantes pour une largeur de bobine comprise entre 1 200 mm et 1 500 mm sont également données dans ce tableau, à titre d'exemple.

Nuance d'acier(1)	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur nominale minimale (mm)
Fe E 320 Gou C 320	0,70	0,75
Fe E 350 Gou C 350	0,68	0,73
Fe E 550 Gou C 550	0,64	0,69
Les aciers Fe E 320 G, Fe E 350 G, Fe E 550 G sont également désignés S 320 GD, S 350 GD et S 550 GD (voir norme XP P 34-310).		

Tableau E.1 Épaisseur minimale des tôles d'acier

E.1.3.5 choix des revêtements

E.1.3.5.1 tôles galvanisées

Pour les tôles d'acier galvanisées prélaquées ou non, on trouve ci-après (tableaux E.2 et E.3) un guide de choix des revêtements en fonction de la destination des produits, par référence à l'annexe C.

Désignation du revêtement de zinc	Ambiance intérieure du local sous-jacent				
	Ambiance saine				Ambiance agressive
	Hygrométrie faible	Hygrométrie moyenne	Hygrométrie forte	Hygrométrie très forte	Toutes hygrométries
Z 180 - Z 200 Z 225	▪	-	-	-	-
Z 275	▪	▪	-	-	-
Z 350	▪	▪	▪	-	-
Z 450	▪	▪	▪	o	-

- Revêtement non adapté.

▪ Revêtement adapté.

o Cas pour lequel l'appréciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord du fabricant.

en cas de revêtement différencié, considérer un revêtement par face égal à 40 % de la valeur de la masse indiquée pour obtenir la masse minimale de revêtement sur la face exposée.

Tableau E.2 Choix du revêtement des tôles d'acier galvanisées non prélaquées (XP P 34-310)

E.1.3.5.2 tôles avec revêtement zinc-aluminium

Les tôles d'acier avec revêtement zinc-aluminium prélaquées ou non relèvent d'un rapport d'évaluation du CSTB.

Catégorie minimale de PRODUIT à employer		Ambiance intérieure du local sous-jacent				
		Ambiance saine				Ambiance agressive
		Hygrométrie faible	Hygrométrie moyenne	Hygrométrie forte	Hygrométrie très forte	Toutes hygrométries
Face inférieure	prélaquée	I	II	IV	0	0
Face supérieure	prélaquée	I	I	II	dito face inférieure	dito face inférieure
	galvanisée	Voir tableau E.2			dito face inférieure	dito face inférieure

0 Cas pour lequel l'appréciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord du fabricant.

Tableau E.3 Choix du revêtement des tôles d'acier galvanisées prélaquées (XP P 34-301)

E.1.3.5.3 tôles prélaquées

NOTE

Les indications sur les catégories auxquelles sont susceptibles d'appartenir les systèmes de revêtement (revêtement métallique + revêtement organique) les plus couramment utilisés sont données dans l'norme XP P 34-301, dont le tableau C.1, donné à titre indicatif, est un extrait.

Système de revêtements		Catégories possibles
Galvanisation	Revêtement organique µm	
Z 100	Envers de bande 5 à 7	I
	Polyester 10 à 20	I et II
Z 225	Envers de bandes 5 à 12	I et II
	Polyester 10 à 20	I à III
	Polyester 25	III et IV
	Polyester 35	IV à VI
	PVDF 25	III à V
	PVDF 35	IV à VI
	PVDF 45 à 60	V et VI
	PVC 100 à 200	IV et V
	PVC UVR 100 à 200	IV à VI

Tableau C.1 Extrait de la norme XP P 34-301

Ces indications sont fondées sur l'expérience acquise pour certains depuis plus de vingt ans et pourront être complétées en fonction des résultats obtenus.

En tout état de cause, il appartient au fabricant de s'engager auprès de ses clients sur cette classification.

E.1.4 caractéristiques géométriques des tôles d'acier nervurées

E.1.4.1 dimensions

La forme des nervures doit être compatible avec un emboîtement correct longitudinal et transversal des tôles d'acier nervurées à la pose.

Un bord plat de 15 mm minimum est nécessaire sur chaque rive de la plaque nervurée, la nervure emboîtante comportant une remontée de 15 mm minimum.

La largeur minimale de la nervure mâle doit permettre une solidarisation correcte des tôles nervurées à leur emboîtement longitudinal au moment de la pose (voir figure E.1).

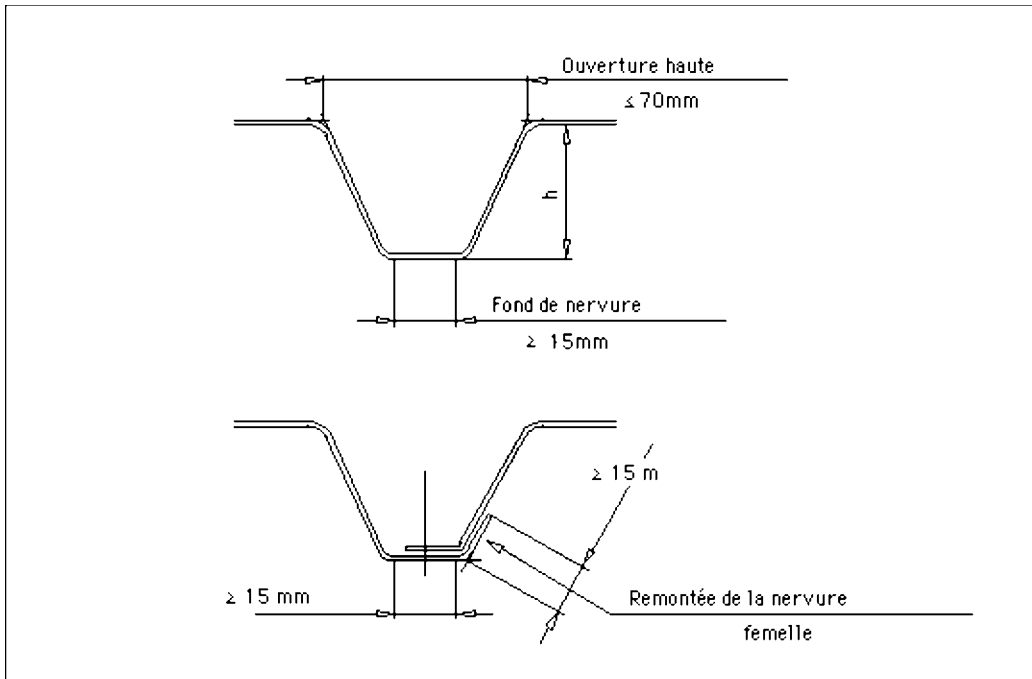


Figure E.1 Tôles

d'acier nervurées - Dimensions des nervures

La largeur minimale du fond de nervure (partie plane) sera de 15 mm.

L'ouverture haute de la nervure sera au maximum de 70 mm.

E.1.4.2 tolérances

- Longueur « L » :

- L \leq 2 m : - 0 ; + 8 mm

- L > 2 m : - 0 ; + 0,4 %

- Largeur utile "lu" : La largeur utile correspond à l'entraxe des nervures de rives emboîtantes (voir figure E.2). La tolérance est de ± 1 %.

- Profondeur des nervures principales « h » :

- + 0 ; - 1 mm

E.1.5 marquage et/ou désignation

Lorsqu'un profil est fabriqué avec différentes nuances d'acier ou différentes classes d'épaisseur, il doit être différencié :

- soit par une désignation spécifique dans la documentation et sur l'étiquetage ;

- soit par une légère différence de forme ou l'adjonction d'un jonc (nervure secondaire) par exemple.

E.1.6 aspect

Les rives des tôles d'acier nervurées peuvent comporter des festons (ondulations) qui ne sont pas de nature à modifier leur aptitude à l'emploi.

L'apparition d'efflorescences (rouille blanche), sur des tôles non prélaquées, dues à la formation d'une couche d'oxyde de zinc hydraté, hydrocarbonate de zinc ou oxychlorure de zinc n'est pas de nature à modifier les propriétés mécaniques des tôles d'acier nervurées.

E.1.7 tôles perforées ou crevées

La perforation associée à un absorbant sur tout ou partie du profil permet d'obtenir une correction acoustique du local couvert.

Une désignation spécifique est attachée à chaque géométrie de perforation.

NOTE

La perforation constitue un affaiblissement de la tenue mécanique des tôles. Il en est tenu compte dans les tableaux de charge. L'appréciation de l'absorption acoustique obtenue peut être définie pour chaque complexe de couverture par un rapport d'essai. Le rapport d'essai définit notamment le coefficient d'absorption « Sabine » en fonction des fréquences des sons émis ainsi que la constitution de la maquette essayée.

E.1.8 Portées limites utiles en fonction des charges

Les portées limites entre axes d'appuis en fonction des charges appliquées sont définies conformément aux dispositions de l'annexe F.

Les fiches techniques (voir paragraphe E.1.2) contiennent les informations nécessaires pour les cas les plus usuels.

E.2 pare-vapeur

E.2.1 sur tôles d'acier nervurées perforées ou crevées (sur locaux à faible et moyenne hygrométrie)

Voile de verre 60 g/m² au minimum, collé sur une feuille d'aluminium 0,04 mm d'épaisseur minimale.

E.2.2 sur tôles d'acier nervurées pleines

E.2.2.1 sur locaux à forte hygrométrie

E.2.2.1.1 bandes auto-adhésives

Elles sont constituées :

- soit de cire micro-cristalline armée d'un voile de verre, papier kraft ou similaire, autoprotégée par une feuille d'aluminium 0,04 mm d'épaisseur minimale ;
- soit d'un autre liant auto-adhésif revêtu d'une feuille d'aluminium 0,04 mm d'épaisseur minimale.

E.2.2.1.2 écrans rapportés

- Voile de verre 60 g/m² au minimum, collé sur une feuille d'aluminium 0,04 mm d'épaisseur minimale.
- Feutre bitumé surfacé type 36 S conforme aux normes suivantes :

- NF P 84-302 ;
- NF P 84-313.

- Bitume armé conforme aux normes suivantes :
 - XP P 84-303 ;
 - NF P 84-314.

- Ecran conforme au paragraphe E.2.2.2.1.

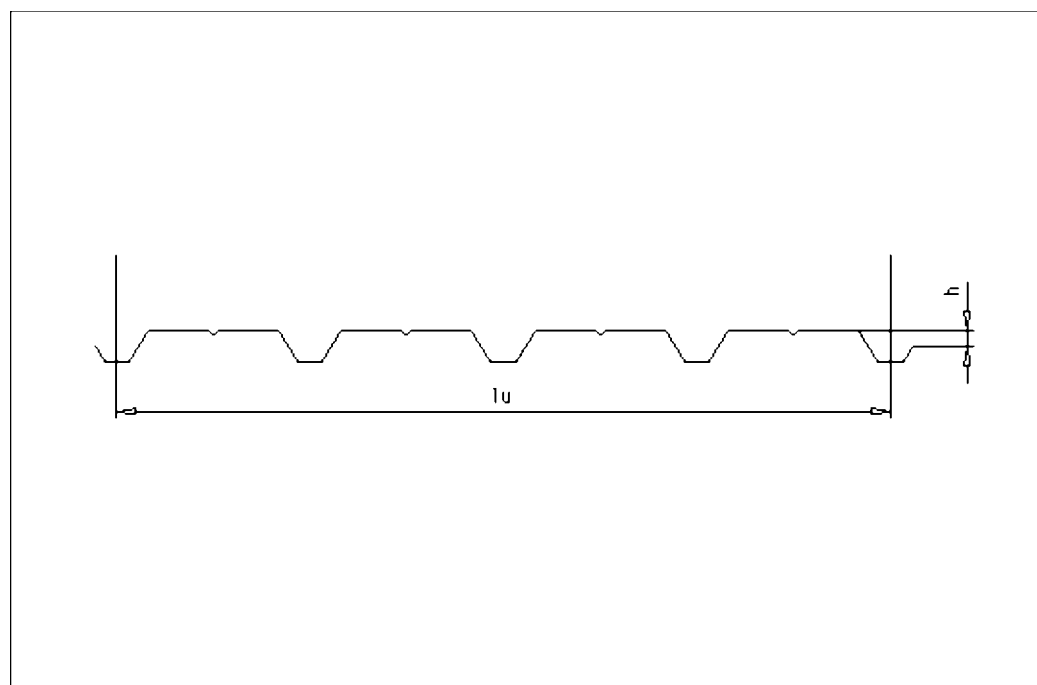
E.2.2.2 sur locaux à très forte hygrométrie

E.2.2.2.1 écrans rapportés

Aluminium bitumé conforme à la norme NF P 84-310.

E.2.2.2.2 platelage support d'écran rapporté

Une tôle d'acier plane galvanisée prélaquée d'épaisseur 0,50 mm minimum avec en sous-face un revêtement choisi conformément au tableau E.3 convient.



d'acier

nervurées

-

Largeur

Figure E.2 Tôles utile

E.3 panneaux isolants non porteurs supports de revêtements d'étanchéité

Ces panneaux relèvent de la procédure d'avis technique.

NOTE

Les avis techniques des panneaux isolants non porteurs définissent notamment :

- les dimensions extrêmes d'utilisation (longueur, largeur, épaisseur) ;
- leurs caractéristiques pondérales, mécaniques, hygrothermiques, de stabilité

dimensionnelle ;

- leur conductivité thermique utile ;
- leur mode de pose ;
- les possibilités d'association des panneaux isolants entre eux ;
- les revêtements d'étanchéité associés et leur mode de pose (collage à l'EAC, soudage, fixation mécanique...).

E.3.1 nomenclature (en fonction de leur nature)

On trouvera ci-après une nomenclature (non limitative) des isolants manufacturés utilisés comme supports d'étanchéité de toiture.

- A base de fibres minérales :
 - laine de roche ;
 - laine de verre.

- Divers :
 - verre expansé ;
 - perlite fibrée.

- Composites :
 - perlite fibrée + mousse de polyuréthane ;
 - laine minérale + perlite fibrée.

E.4 matériaux d'étanchéité

E.4.1 asphalte

Ils sont définis par la norme NF P 84-305.

On distingue les asphaltes suivants :

- asphalte pur, qualité « étanchéité type bâtiment », dénommée ci-après qualité étanchéité ;
- asphalte sablé, qualité « étanchéité type bâtiment », dénommée ci-après qualité étanchéité.

E.4.2 enduits d'application à chaud (EAC)

Les enduits d'application à chaud sont à base de bitume oxydé (ou bitume soufflé).

Ils peuvent contenir une certaine proportion de fines.

Le taux de fines ne doit pas dépasser 30 % de la masse totale, l'incorporation de fines en usine est admise sous réserve que les caractéristiques minimales, mesurées dans les conditions des normes ci-après, soient conservées.

Le point de ramollissement bille et anneau nominal, selon la norme NF T 66-008, doit être égal ou supérieur à 100 °C.

La pénétration à 25 °C, selon la norme NF T 66-004, doit être comprise entre 25 et 45 dixièmes de millimètres.

La perte de masse au chauffage à 163 °C pendant cinq heures, selon la norme NF T 66-011, doit être inférieure à 1 %.

On entend par couche d'EAC, une couche de matériau, de masse de bitume pur 1,2 kg/m² en moyenne et 1 kg/m² minimum.

E.4.3 enduits d'imprégnation à froid.

Ce sont des produits à base de bitume en solution ou en émulsion. La teneur en bitume doit être égale ou supérieure à 40 %.

E.4.4 matériaux d'étanchéité en feuilles pour parties courantes et noues

E.4.4.1 bitumes armés

Ils doivent être conformes aux normes suivantes :

- XP P 84-303 ;
- NF P 84-312 ;
- XP P 84-316.

E.4.4.2 feutres bitumés

Les feutres bitumés doivent être conformes aux normes suivantes :

- NF P 84-313 ;
- XP P 84-315.

E.4.4.3 feutres bitumés et bitumes armés avec compléments d'indépendance

Les chapes de bitume armé et les feutres bitumés utilisés en première couche peuvent recevoir en usine l'un des compléments d'indépendance prévus dans les normes de définition de ces produits (papier kraft crêpé...).

Les matériaux comportent une lisière non sous-facée de 6 cm de largeur environ.

E.4.4.4 feuilles de bitume modifié par élastomère SBS

Les feuilles sont identifiées dans les avis techniques des systèmes.

Elles sont définies par leur épaisseur minimale et leur armature :

- VV : Voile de verre ;
- R3 : Armature spécifique permettant au revêtement bicouche, associant la feuille à une feuille de bitume modifié par élastomère SBS d'épaisseur 2 mm avec armature VV, d'obtenir le classement 13 (classement F.I.T.).
- R4 : Armature spécifique permettant au revêtement bicouche, associant la feuille à une feuille de bitume modifié par élastomère SBS d'épaisseur 2 mm avec armature VV, d'obtenir le classement 14 (classement F.I.T.).

E.4.5 matériaux pour équerre de renfort

E.4.5.1 bitume armé type 50 TV VV HR

Chape souple de bitume armé à haute résistance, à double armature en tissu de verre et voile de verre (TV VV HR) conforme à l'norme NF P 84-312, en épaisseur minimale de 3,5 mm pour les produits avec film thermofusible, 3,7 mm pour les produits avec grésage sur les deux faces.

E.4.5.2 feuilles de bitume modifié par élastomère SBS

Les feuilles sont identifiées dans les avis techniques des systèmes.

Elles présentent les caractéristiques suivantes :

- épaisseur minimale 3,5 mm pour les produits avec film thermofusible, ou 3,7 mm pour les produits avec grésage sur les deux faces ;
- résistance au poinçonnement statique > 20 g selon l'norme NF P 84-352.

E.4.6 matériaux pour relevés et chéneaux

E.4.6.1 bitume armé type 50 TV th

Chape souple de bitume armé à armature en tissu de verre, autoprotégé par feuille métallique thermostable (TV th) conforme à l'norme XP P 84-316, en épaisseur minimale de 3,5 mm pour les produits avec film thermofusible, ou 3,7 mm pour les produits avec grésage.

E.4.6.2 feuilles de bitume modifié par élastomère SBS

Les feuilles sont identifiées dans les avis techniques des systèmes.

E.4.7 feuille spéciale autoprotégée pour aires ou chemins de circulation et zones techniques

La feuille est identifiée dans les avis techniques des systèmes.

E.5 matériaux pour couche d'indépendance et de désolidarisation

E.5.1 matériaux pour couche d'indépendance

E.5.1.1 écran voile de verre

a) généralités

Voile de verre obtenu par répartition régulière de fibres de verre, sans direction préférentielle, encollées entre elles pour former une feuille.

NOTE

Le voile est généralement livré sous forme de bandes de grande longueur.

Ce voile doit conserver, après immersion de 24 h dans l'eau à 50 °C, une résistance à la traction d'au moins

70 % de sa résistance avant immersion. L'encollage doit être sans action sur le bitume.

b) caractéristiques

- largeur minimale : 1 m ;
- poids au mètre carré : 100 g (- 8 %) ;
- caractéristiques dynamométriques selon les dispositions de la norme NF G 07-001 :
- résistance à la rupture en traction (sens longitudinal et transversal) > 6 daN/cm ;
- allongement de rupture en traction (sens longitudinal et transversal) > 1,2 %.

E.5.1.2 papier kraft

De 70 g/m² minimum, il est éventuellement crêpé.

E.5.1.3 papier dit « entre-deux sans fil »

Il est constitué de deux papiers kraft de 60 g/m² chacun, contrecollés par 20 g/m² de bitume.

E.5.2 écran synthétique de désolidarisation

Nontissé à base de polypropylène, polyester, polyamide ou polyéthylène de masse surfacique minimale 170 g/m².

E.6 matériaux pour ouvrages annexes

E.6.1 fixations pour tôles d'acier nervurées

E.6.1.1 fixations pour tôles d'acier nervurées sur ossature

E.6.1.1.1 nature des fixations selon le type de l'ossature

Le tableau ci-dessous présente les natures de fixations compatibles avec les différents types d'ossatures visées dans le cadre du présent document.

Ossature épaisseur de l'appui	Nature des fixations	Vis autoperceuse ou autotaraudeuse	Tire-fond à visser Vis autoperceuse à bois	Clous à scellement
Acier $e \geq 1,5$ mm		•	-	*
Béton avec insert d'épaisseur $e \geq 2,5$ mm		•	-	*
Bois Hauteur ≥ 80 mm		-	•	-
▪ Emploi autorisé. - emploi interdit. * Cette technique relève de la procédure d'avis technique qui précise l'épaisseur minimale de l'appui.				

Tableau E.4 Nature des fixations pour tôles d'acier nervurées sur ossature

E.6.1.1.2 caractéristiques des fixations

Type	Dimensions	Matières	Accessoires
Vis autoperceuse ou autotaraudeuse (sur acier)	<ul style="list-style-type: none"> - $\varnothing \geq 5,5$ mm (diamètre sur filetage) - longueur telle que le filet soit visible sous le support 	<ul style="list-style-type: none"> - Fil acier de cémentation NF A 35-551 - ou fil acier inoxydable selon NF A 35-574 	<ul style="list-style-type: none"> - Soit plaquettes de dimensions minimales : 15 mm x 30 mm x 1,5 mm - Soit rondelle de diamètre 15 mm min et épaisseur 1,5 mm min - Soit collerettes incorporées de diamètre 15 mm min et d'épaisseur $\geq 1,5$ mm sur le diamètre moyen
Clou à scellement	Selon avis technique	Selon avis technique	Selon avis technique
Tire-fond à visser ou vis autoperceuse à bois	Tire-fond : <ul style="list-style-type: none"> - $\varnothing \geq 8$ mm (diamètre sur filetage) 	<ul style="list-style-type: none"> - Fil acier de cémentation selon NF A 35-551 ou NF A 35-053 	Même spécifications (voir ci-dessus)
	Vis à bois : <ul style="list-style-type: none"> - $\varnothing \geq 6$ mm - Longueur telle que profondeur d'ancrage soit ≥ 50 mm 	<ul style="list-style-type: none"> - ou fil acier inoxydable selon NF A 35-574 	

Tableau E.5 Caractéristiques des fixations pour tôles d'acier nervurées sur ossature

E.6.1.1.3 résistance caractéristique (voir XP P 30-314)

Selon leur résistance caractéristique mesurée dans les conditions de la norme XP P 30-314, les assemblages sont classés comme suit :

- assemblage de résistance caractéristique au moins égale à 600 daN ;
- assemblage de résistance caractéristique au moins égale à 300 daN compte tenu des dispositions spécifiques prévues au paragraphe 5.2.4.1.2.

E.6.1.1.4 protection contre la corrosion

Les fixations sont classées vis-à-vis de la protection contre la corrosion au moyen de l'essai Kesternich (selon la norme NF T 30-055 avec 2 l de SO₂ et apparition de rouille rouge : la partie de fixation examinée à l'issue des cycles étant limitée à la zone supérieure en saillie par rapport au support d'ancrage lors de l'essai).

E.6.1.1.4.1 locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie (classes d'hygrométrie définies selon annexe C)

La protection de la fixation est assurée par un revêtement métallique (électrozingage, galvanisation) éventuellement complété par un revêtement organique.

Cette protection doit permettre une tenue minimale à :

- deux cycles Kesternich avant apparition de rouille rouge dans le cas d'appui métallique ;
- douze cycles Kesternich avant apparition de rouille rouge dans le cas d'appui en bois.

NOTE

Les fixations protégées par galvanisation au trempé à chaud (450 g/m² environ) sont reconnues satisfaisantes à cette dernière prescription.

E.6.1.1.4.2 locaux à très forte hygrométrie

Lorsque les pointes des fixations sont exposées à l'ambiance, les fixations sont en acier inoxydable austénitique A2 selon le fascicule de documentation FD E 25-033. Il est admis que la pointe foreuse des vis ne soit pas du même niveau de protection.

Lorsque les pointes des fixations ne sont pas exposées (par exemple inserts, ossatures bois...), les fixations sont en acier inoxydable austénitique A2, selon le fascicule de documentation FD E 25-033, ou protégées par un revêtement métallique (électrozingage, galvanisation) éventuellement complété par un revêtement organique. Cette protection doit permettre une tenue minimale à vingt cycles Kesternich avant apparition de rouille rouge. Il est admis que la pointe foreuse des vis ne soit pas du même niveau de protection.

E.6.1.2 fixations de couture (fixations des tôles d'acier nervurées entre elles)

E.6.1.2.1 caractéristiques des fixations

E.6.1.2.2 résistance caractéristique (voir XP P 30-314)

Les fixations de couture doivent présenter une résistance caractéristique à l'arrachement supérieure ou égale à 100 daN selon l'essai défini par la norme XP P 30-314.

E.6.1.2.3 protection contre la corrosion

Locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie (selon définition de l'annexe C) : les fixations doivent résister à deux cycles Kesternich avant apparition de rouille rouge (voir paragraphe E.6.1.1.4).

Locaux à très forte hygrométrie (selon définition de l'annexe C): les fixations seront en acier inoxydable austénitique A2 ou bien résistantes à vingt cycles Kesternich avant apparition de rouille rouge (voir paragraphe E.6.1.1.4).

Type	Dimensions mm	Matières
Vis autoperceuse	- $\varnothing \geq 4,8$ Longueur ≥ 16	- Fils d'acier de cémentation selon NF A 35-551 ou - Fil d'acier inoxydable selon NF A 35-574
		Rivet : - Acier ou aluminium ou alliage d'aluminium ou inox.
Rivet à expansion	- $\varnothing \geq 4,8$	Mandrin : - Acier ou aluminium ou alliage d'aluminium ou inox.

Tableau E.6 Caractéristiques des fixations de couture

E.6.2 fixations pour isolants sur tôles d'acier nervurées (et platelage support de pare-vapeur)

E.6.2.1 collage par EAC

Voir paragraphe

E.4.2.

E.6.2.2 fixations mécaniques

La fixation mécanique est constituée d'une plaquette ou rondelle et d'un élément de liaison entre cette rondelle et la tôle d'acier nervurée.

Type	Dimensions	Matières
Rivet à expansion	Rivet : - $\varnothing \geq 4,8$ mm - Longueur \geq épaisseur à serrer + 8 mm	Rivet et mandrin : - aluminium ou alliage d'aluminium avec mandrin (clou) acier ; - ou acier inoxydable selon NF A 35-575
Tube entretoise (éventuel)	Entretoise : - longueur = épaisseur d'isolant - 2 mm	Entretoise : - aluminium, acier galvanisé ou alliage
Vis autoperceuse	Vis autoperceuse : - $\varnothing \geq 4,8$ mm - Longueur \geq épaisseur d'isolant + 10 mm	Vis autoperceuse : - fil d'acier de cémentation selon NF A 35-551 - ou fil d'acier inoxydable selon NF A 35-575
Tube entretoise (éventuel)	Entretoise : - longueur	Entretoise : - aluminium, acier galvanisé ou alliage
Fixation à rupture thermique avec vis autoporteuse	Vis autoperceuse : - $\varnothing \geq 4,8$ mm	Fût généralement polyamide Vis autoperceuse : - fil d'acier de cémentation selon NF A 35-551 - ou fil d'acier inoxydable selon NF A 35-575
Goujo,	- $\varnothing \geq 4$ mm - longueur = épaisseur à serrer	- acier doux cuivré

Longueur adaptée pour satisfaire aux tolérances d'affleurement de la rondelle (voir paragraphe 5.4.5).

Tableau E.7 Fixations mécaniques pour isolants - Constitution de la liaison entre rondelle et tôle d'acier nervurée

E.6.2.2.1 rondelle (acier d'emboutissage selon NF EN 10142 et NF EN 10143)

Elle est en acier galvanisé, ou électrozingué ou revêtu d'un alliage aluminium-zinc, de $\varnothing > 70$ mm, d'épaisseur nominale $> 0,75$ mm si elle est nervurée, > 1 mm si elle est plane. Des plaquettes de section différente (carrée ou rectangulaire à bords arrondis) peuvent être utilisées à condition que leur surface soit au moins équivalente à celle d'une rondelle $\varnothing 70$ mm.

Les rondelles sont livrées dégraissées.

Dans le cas d'une liaison par vis, la rondelle comporte une cuvette évitant le désaffleurement de la tête de vis.

Dans le cas d'une liaison par goujon soudé, la rondelle comporte un dispositif spécialement adapté au goujon.

E.6.2.2.2 élément de liaison

NOTE

Dans le cas de tôles d'acier nervurées perforées, des diamètres supérieurs peuvent être nécessaires pour obtenir la résistance caractéristique de 90 daN : il faut un diamètre minimal de 6 mm pour des perforations inférieures à 5 mm ou pour des tôles crevées.

E.6.2.2.3 résistance caractéristique (voir XP P 30-313)

L'ensemble de la fixation constitué de la rondelle et du dispositif de liaison (vis, rivet ou goujon) présente une résistance caractéristique à l'arrachement de 90 daN minimum mesurée dans les conditions de la norme XP P 30-313 .

E.6.2.2.4 protection contre la corrosion en fonction de la classe d'hygrométrie(voir annexe C)

Les rondelles sont protégées contre la corrosion.

Les éléments de liaison sont protégés selon les dispositions ci-après.

E.6.2.2.4.1 locaux à faible ou moyen ne hygrométrie

Que l'isolation s'effectue en un ou plusieurs lits, l'élément de liaison (vis, rivet ou goujon) présente une tenue minimale de deux cycles Kesternich avant apparition de rouille rouge(voir paragraphe E.6.1.1.4).

E.6.2.2.4.2 locaux à forte hygrométrie(voir paragraphe 7.1.1.3)

- Isolation en un seul lit(voir paragraphe 7.1.1.3.1):
- Fixation traversant la tôle d'acier sans rupture thermique : acier inoxydable austénitique A2 ou tenue minimale de douze cycles Kesternich(voir paragraphe E.6.1.1.4).
- Fixation traversant la tôle d'acier avec rupture thermique, ou fixation non traversante : tenue minimale de deux cycles Kesternich(voir paragraphe E.6.1.1.4).

- Isolation en plusieurs lits(voir paragraphe 7.1.1.3.2) :
- Fixation du lit inférieur, traversant la tôle d'acier ou non : tenue minimale de deux cycles Kesternich(voir paragraphe E.6.1.1.4).
- Fixation du lit supérieur : identique à la fixation de l'isolant en un seul lit.

E.6.3 fixations mécaniques de platelage support de pare-vapeur

Ce sont :

- soit des vis autoperceuses $\varnothing > 4,8$ mm, à tête plate, en acier inoxydable austénitique A2. La capacité de perçage est adaptée à l'épaisseur totale (platelage + tôle d'acier nervurée) ;
- soit des rivets à expansion $\varnothing > 4,8$ mm en acier inoxydable austénitique A2.

E.6.4 fixations mécaniques du haut des lés d'étanchéité

Type	Dimensions	Matières
Vis autoperceuse	- $\varnothing \geq 4,8$ mm	- Fil d'acier de cémentation selon NF A 35-551
	- Longueur \geq épaisseur à serrer + 10 mm	- Ou fil d'acier inoxydable selon NF A 35-575
Rivets à expansion	- $\varnothing \geq 4,8$ mm - longueur = épaisseur à serrer + 8 mm	- Aluminium ou alliage d'aluminium avec mandrin acier

Tableau E.8 Fixations mécaniques du haut des lés d'étanchéité - Constitution de la liaison entre rondelle et tôle d'acier nervurée

La fixation mécanique est constituée d'une rondelle et d'un élément de liaison entre cette rondelle et la tôle d'acier nervurée.

E.6.4.1 rondelle

En acier galvanisé ou électrozingué $\varnothing > 40$ mm, d'épaisseur 0,5 mm si elle est nervurée et 0,75 mm si elle est plane. En cas de fixation par vis, elle comporte une cuvette évitant le désaffleurement de la tête de vis.

Les rondelles définies au paragraphe E.6.2.2.1 peuvent également être utilisées.

E.6.4.2 élément de liaison

E.6.4.3 protection contre la corrosion en fonction de la classe d'hygrométrie (voir annexe C)

- Locaux à faible et moyenne hygrométrie : l'élément de liaison doit présenter une tenue minimale de deux cycles Kesternich avant apparition de la rouille rouge (voir paragraphe E.6.1.1.4).

- Locaux à forte hygrométrie : l'élément de liaison doit être en acier inoxydable austénitique A2 ou présenter une tenue minimale de douze cycles Kesternich (voir paragraphe E.6.1.1.4).

- Locaux à très forte hygrométrie : l'élément de liaison doit être en acier inoxydable austénitique A2 ou présenter une tenue minimale de vingt cycles Kesternich (voir paragraphe E.6.1.1.4).

E.6.5 métaux pour ouvrages particuliers et accessoires divers

Il y a lieu de se reporter à la norme NF P 34-402 et, pour ce qui concerne le plomb, aux normes NF A 55-401 (tables) et NF A 55-411 (tuyaux).

E.6.6 matériaux pour butée des panneaux isolants

On distingue les matériaux suivants :

- Pièces de bois traitées selon les classes 2 ou 3 de la norme NF B 50-100.
- Profils métalliques (tôle d'acier galvanisé de 1 mm d'épaisseur (équerre, Z, Oméga)).

E.6.7 matériaux pour protection rapportée meuble

Les tolérances de granulométrie des granulats sont définies à la norme XP P 18-101.

E.6.8 matériaux pour protection des zones techniques et des aires ou chemins de circulation de pente $\geq 5\%$

- Dalles préfabriquées en béton :
- Elles sont conformes aux prescriptions du « Cahier des charges des dalles en béton » (dalles sur sable) édité par le Syndicat National des Fabricants de Produits en Béton pour voirie de surface et signalisation : classe D1.
- Epaisseur minimale : 0,04 m.
- Longueur et largeur : 0,40 m \times L \times 0,60 m.

- Feuilles spéciales autoprotégées : voir paragraphe E.4.7.

E.6.9 matériaux pour protection des aires ou chemins de circulation de pente 5 % à 50 %

Feuilles spéciales autoprotégées : voir paragraphe E.4.7.

Annexe F (normative) détermination des portées utiles des tôles d'acier nervurées

NOTE 1

Ce texte figure provisoirement en annexe à la norme NF P 84-206 (Référence DTU 43.3), en attendant la parution de documents particuliers qui le remplaceront.

NOTE 2

Il est rappelé (voir article D.2) que dans le cas de la participation des tôles d'acier nervurées à la stabilité d'ensemble ou locale de l'ossature, des dispositions complémentaires doivent être définies.

Généralités

Les portées utiles des tôles d'acier nervurées peuvent être déterminées à l'aide d'essais, ou de calculs à partir du DTU « Justification par le calcul de la sécurité des constructions - Règles de calcul des constructions en éléments à parois minces en acier », de décembre 1978 (DTU P 22-703).

Les performances des tôles d'acier nervurées ainsi déterminées sont considérées aux états limites.

La présente annexe a pour objet de définir les conditions de détermination des portées à partir d'essais.

F.1 exécution des essais de flexion

F.1.1 modalités

Elles sont définies dans la norme NF P 34-503 « Couverture - Plaques nervurées en tôles d'acier galvanisées, revêtues ou non - Essais de flexion ».

Dans les essais de chargement réparti sur trois appuis, il est recommandé de mesurer les flèches résiduelles, si possible, jusqu'à la ruine de la maquette.

F.1.2 programme d'essais de flexion

Ce paragraphe définit le type et le nombre minimal d'essais à réaliser.

Des essais complémentaires peuvent être réalisés afin de préciser ou de compléter le domaine d'emploi des plaques nervurées (essais sur portées intermédiaires, essais sur portées réduites, essais d'arrachement avec densité de fixations réduite...).

La démarche rationnelle pour la conduite des essais est la suivante :

F.1.2.1 essai A - essai de charge concentrée (voir annexe I de la norme NF P 34-503)

L'essai consiste à déterminer expérimentalement la portée maximale sur deux appuis d'une tôle d'acier nervurée pour laquelle la ruine survient sous une charge concentrée > 200 daN.

F.1.2.2 essai Ci - Essais sous charge répartie descendante sur deux ou trois appuis (voir paragraphe 3.3.1 de la norme NF P 34-503)

Les quatre essais C1- C2- C3 et C4 à réaliser sont les suivants :

Nombre d'appuis	Grande portée Lg	Petite portée Lp
2	C1	C2
3	C3	C4

Tableau F.1 Tôles d'acier nervurées - Codification des essais de flexion sous charge répartie descendante

La grande portée est la portée maximale d'utilisation pouvant correspondre à la portée définie au paragraphe F.1.2.1.

Toutefois, compte tenu du poids du système de transmission des charges, il est recommandé d'envisager une portée d'essai correspondant à une charge d'utilisation d'au moins 75 daN/m^2 .

Il est par ailleurs recommandé de choisir la petite portée d'essai Lp pour une charge d'utilisation envisageable de l'ordre de 200 daN/m^2 (minimum 175 daN/m^2).

F.1.2.3 essai Bi - essais sous charge répartie ascendante (voir paragraphe 3.3.2 de la norme NF P 34-503)

Au moins un essai est effectué, la tôle d'acier nervurée étant fixée sous trois appuis pour la portée maximale d'utilisation (Lg).

Le nombre de fixations correspondra à la densité minimale utilisée en pratique, soit généralement une fixation toutes les deux nervures.

Le type de fixation sera celui utilisé en pratique.

F.2 interprétation des résultats des essais de flexion pour une épaisseur donnée de tôle d'acier nervurée

Sens de chargement	Nombre d'appuis	Portée (m)	Repère	Charges (daN/m ²)		
				Flèche	Ruine en travée	Déformation permanente
Essai sous charge descendante	2	Lg	C 21	U 21	R 21	
		Lp	C 22	U 22	R 22	
	3	Lg	C 31	U 31	R 31	D 31
		Lp	C 32	U 32	R 32	D 32
Essai sous charge ascendante	3	Lg	B 3	U' 3	R' 3	D' 3
NOTE Les poids propres des maquettes doivent être inclus aux valeurs des charges de ruine (Ri) et de « déformation permanente » (Di).						

Tableau F.2 Tôles d'acier nervurées - Codification des charges relevées lors des essais de flexion sous charge répartie

F.2.1 résultat des essais

F.2.1.1 essai de charge concentrée (A)

Cet essai donne la portée maximale non corrigée des tôles, indépendamment des performances sous chargement réparti.

La charge de ruine est notée A pour une portée Lc. Elle doit être P 200 daN.

F.2.1.2 essais sous charge répartie

- Corrections des graphiques charges/flèches : Le bombement éventuel des éléments avant mise en charge peut introduire un décalage des graphiques charge-déformation par rapport à l'origine des coordonnées (charges en ordonnées, flèches en abscisses). La correction est effectuée en prenant, pour origine réelle des charges, l'intersection de la droite représentative de la variation des flèches avec l'axe des ordonnées.

- Charges : Pour chaque essai réalisé, les charges suivantes sont relevées :

F.2.2 interprétation des résultats des essais

F.2.2.1 principes

A partir de chaque essai, on détermine les valeurs :

- des moments d'inertie sous charge répartie ;
- des moments de flexion correspondant soit à la ruine en travée des profils, soit au critère d'apparition de déformation permanente sur appui intermédiaire.

Ensuite, essai par essai, les paramètres ci-dessus sont corrigés afin de tenir compte des écarts entre épaisseur et limite d'élasticité des tôles effectivement essayées et les valeurs nominales de ces mêmes épaisseur et limite d'élasticité en fabrication courante.

Enfin, pour chaque cas de chargement, on détermine les valeurs de calcul :

- des moments d'inertie sous charge répartie ;

- des moments de flexion.

F.2.2.2 corrections en fonction des épaisseurs et des limites d'élasticité

Soit :

tN épaisseur nominale de la tôle d'acier galvanisée ;

te épaisseur moyenne de la tôle d'acier galvanisée mesurée sur chaque maquette ;

fy limite d'élasticité minimale garantie ;

fye limite d'élasticité moyenne mesurée sur chaque maquette.

γ_t coefficient ayant les valeurs suivantes, selon la tolérance sur épaisseur des tôles d'acier galvanisées (XP P 34-310) :

- tolérances normales (N) : 0,90 ;

- tolérances décalées (D) : 0,96.

On procède essai par essai aux corrections en multipliant les moments d'inertie et moments de flexion calculés par les facteurs ci-dessous :

a) Moment d'inertie :

$$\beta_I = \gamma_t \times \left(\frac{tN}{te} \right)$$

b) Moment de flexion sous chargement réparti :

$$\beta_M = \gamma_t \times \left(\frac{tN}{te} \right) \times \left(\frac{fy}{fye} \right)$$

c) Moment de flexion sous charge concentrée :

$$\beta_C = \left(\frac{tN}{te} \right) \times \left(\frac{fy}{fye} \right)$$

F.2.2.3 valeurs de calcul

F.2.2.3.1 moments d'inertie conventionnels

a) action des charges descendantes :

A partir des essais sur deux et trois appuis, on définit les moments d'inertie conventionnels suivants :

- Travée simple :

$$I_2 = \frac{5}{384} \times \frac{1}{E} \times \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \beta_{li} \times \frac{U_{2i} \times L_i^4}{f_i}$$

- Travée double :

$$I_3 = \frac{1}{192} \times \frac{1}{E} \times \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \beta_{li} \times \frac{U_{3i} \times L_i^4}{f_i}$$

- Autres cas de continuité :

$$I_m = \frac{I_2 + I_3}{2}$$

avec :

n : nombre d'essais ;

E : module d'Young : 210 000 N/mm²;

U_{ji} : charge ;

L_i : portée ;

f_i : flèche pour la charge U_{ji} à la portée L_i.

b) action des charges ascendantes :

A partir de (ou des) essai (s) avec trois appuis, on définit :

$$I'_3 = \frac{1}{192} \times \frac{1}{E} \times \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \beta_{3i} \times \frac{U'_{3i} \times L_i^4}{f_i}$$

On vérifie : $I'_3 > 0,80 I_3$

Si l'inégalité ci-dessus n'est pas respectée, on peut prendre :

$I_3 = 1,20 I'_3$ et modifier la valeur de l_c en conséquence.

F.2.2.3.2 moments de flexion

a) action des charges descendantes

A partir des essais sur deux ou trois appuis, on définit les moments de flexion suivants :

$$M_{2T} = \frac{0,9}{n} \times \sum_{i=1}^n \beta_{2i} \times \frac{R_{2i} \times L_i^2}{8}$$

$$M_{3T} = \frac{0,9}{n} \times \sum_{i=1}^n \beta_{3i} \times \frac{R_{3i} \times L_i^2}{8}$$

$$M_{3A} = \frac{0,9}{n} \times \sum_{i=1}^n \beta_{3i} \times \frac{D_{2i} \times L_i^2}{8}$$

b) action des charges ascendantes :

A partir de (ou des) essai (s) avec trois appuis, on définit les moments de flexion suivants :

$$M'_{3T} = \frac{0,9}{n} \times \sum_{i=1}^n \beta_{3i} \times \frac{R'_{3i} \times L_i^2}{8}$$

$$M'_{3A} = \frac{0,9}{n} \times \sum_{i=1}^n \beta_{3i} \times \frac{D'_{3i} \times L_i^2}{8}$$

F.2.2.3.3 moment de flexion sous charge concentrée

A partir de l'essai de charge concentrée, on détermine un moment de flexion comme suit :

$$M_c = \beta_c \times \frac{A \times L_c}{4}$$

F.3 interpolations et extrapolations

F.3.1 en termes de charge

Les valeurs de calcul sont extrapolables pour des charges inférieures à celles soumises à essai.

Pour des charges supérieures à celles soumises à essai, et en l'absence d'essais complémentaires, les valeurs de calcul des moments de flexion sont extrapolables de manière inversement proportionnelle aux charges considérées.

F.3.2 en termes de portée

Les valeurs de calcul sont extrapolables pour des portées supérieures à celles de l'essai.

Pour des portées inférieures à celles de l'essai et en l'absence d'essais complémentaires, les valeurs de calcul des moments de flexion sont extrapolables de manière proportionnelle aux portées.

F.3.3 en termes d'épaisseur

Les valeurs de calculs sont interpolables par simple proportionnalité des épaisseurs nominales de l'essai.

Les valeurs de calculs sont extrapolables :

- pour les épaisseurs nominales supérieures, par simple proportionnalité du rapport des épaisseurs nominales ;
- pour les épaisseurs nominales inférieures, par simple proportionnalité des épaisseurs nominales, dans la limite d'un écart de 10 %, et à condition que la limite d'élasticité nominale soit accrue dans le même rapport, conformément aux principes du paragraphe F.2.2.2.

F.3.4 en termes de critère de flèche

Les moments d'inertie restent valables pour des critères de flèche plus sévères que ceux considérés aux essais.

F.3.5 en termes de type de perforation

Pour déterminer les valeurs de calculs des moments d'inertie et moments de flexion du même profil mais avec des zones perforées, on peut utiliser des coefficients de raccordement à partir de séries complètes d'essais sur trois appuis uniquement.

F.4 principes de vérification des tôles d'acier nervurées

On trouvera ci-après de manière exhaustive les vérifications à mener.

Les principaux symboles utilisés pour les charges sont :

Pour des charges supérieures à $2,4 \text{ kN/m}^2$, l'extrapolation est admise par « règle de trois » simple sur la portée utile correspondant à $2,4 \text{ kN/m}^2$ mais avec une vérification particulière des fixations.

Symbole	Signification	Valeurs proposées
Q	Charge concentrée	Tolérance normale sur épaisseur : 1,75 kN
		Tolérance décalée sur épaisseur : 1,60 kN
g	Poids propre des T.A.N.	En kN/m ² - Masse x 0,98
p	Charge permanente	
F	Charge linéaire de vérification au montage	2 kN/m ²
ρ	Charge répartie de montage	1 kN/m ²
s	Charge d'exploitation (aussi appelée surcharge)	En kN/m ² , la plus élevée de : - la charge d'entretien ; - la charge de neige ; - la charge d'eau.

Tableau F.3 Vérification des tôles d'acier nervurées - Symboles et valeurs des charges
- Propriétés issues des essais :

Type d'essai	Moment d'inertie	Moment en travée	Moment à l'appui
Deux appuis charge concentrée	-	M _C	-
Deux appuis charges descendantes	I ₂	M _{2T}	-
trois appuis charges descendantes	I ₃	M _{3T}	M _{3A}
Trois appuis charges ascendantes	I ₃	M' _{3T}	M' _{3A}

Correspond à la ruine dans l'une des deux travées après plastification sur appui intermédiaire.

Correspond au critère de bifurcation des flèches résiduelles (tangentes à la courbe). Cette bifurcation correspond au début d'une plastification franche sur l'appui intermédiaire.

Essai de confirmation des règles simplifiées de la norme NF P 84-206-1 (Référence DTU 43.3) :
I₃ ≥ 0,8 I₂.

Tableau F.4 Vérification des tôles d'acier nervurées - Rappel des propriétés issues des essais

Pour chaque profil, on aura ainsi le tableau suivant :

Valeur de calcul	Epaisseurs mm		
	t1	t2	t3
Moment de flexion sous charge concentrée	M _C		
Moment d'inertie travée simple	I ₂		
Moment d'inertie deux travées égales	I ₃		
Moment d'inertie en continuité	I _m		
Moment de flexion en travée - Système élastique	M _{2T}		
Moment de flexion en travée - Système élasto-plastique	M _{3T}		
Moment de flexion sur appui	M _{3A}		

t1, t2, t3 : épaisseurs nominales avec tolérances décalées.

Tableau F.5 Vérification des tôles d'acier nervurées - Présentation des valeurs de calcul pour chaque profil

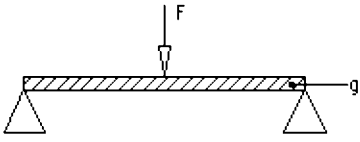
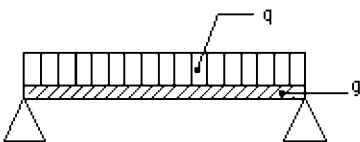
F.4.1 travée simple

I sécurité à la pose - situation exceptionnelle

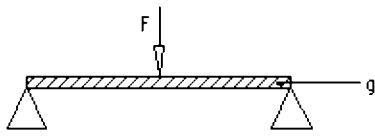
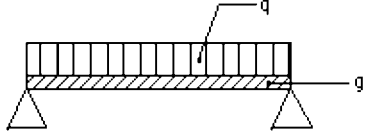
$$\frac{Q \times L}{4} \leq M_c$$

II intégrité - sécurité au montage - situation normale

II.1 résistance : (Moments en travée)

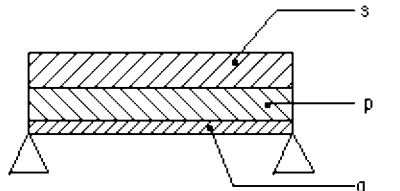
	$1,35 \times g \times L^2 / 8 + 1,2 \times (F \times L / 4) \leq M_{2T}$
	$L^2 / 8 \times \{1,5 g + 1,5 q\} \leq M_{2T}$

II.2 flexibilité

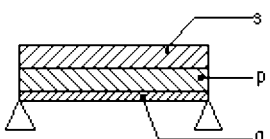
	$\frac{F \times L^3}{48 \times E \times I_2} \leq \frac{L}{150}$
	$\frac{q \times L^4}{77 \times E \times I_2} \leq \frac{L}{150}$

III situation d'exploitation normale III.1

III.1 résistance

	$\frac{L^2}{8} \times [1,35 \times (g+p) + 1,5s] \leq M_{2T}$
---	---

III.2 Flexibilité

	Ensemble des charges	Surcharge seule
	$\frac{(g+p+s) \times L^4}{77 \times E \times I_2} \leq \frac{L}{200}$	$\frac{s \times L^4}{77 \times E \times I_2} \leq \frac{L}{250}$

F.4.2 travées multiples

I sécurité à la pose - situation exceptionnelle

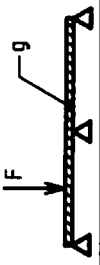
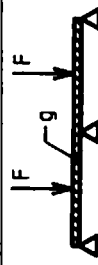
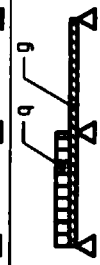
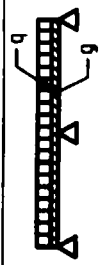
$$\left((Q + \frac{M_C}{L}) / 4 \right) \leq \tau$$

II intégrité - sécurité au montage - situation normale

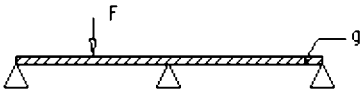
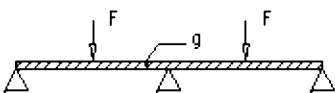
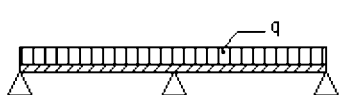
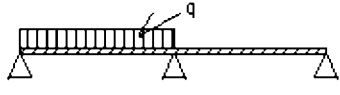
II.1 résistance

NOTE 3

La résistance doit être vérifiée pour l'un ou l'autre des deux cas de répartition. Le cas le moins sévère peut être retenu.

Cas de charge	Répartition élastique 2)		Répartition élasto-plastique 3)	
	Moment en travée M _{2T}	Moment sur appui M _{3A}	Moment en travée M _{3T}	Moment sur appui M _{3A}
	$1.35 \times \frac{9}{128} \times g \times L^2 + 1.5 \times 0.203F \times L \leq M_{2T}$	$1.35 \times \frac{1}{8} \times g \times L^2 + 1.5 \times 0.094 \times F \times L \leq M_{3A}$		
	$1.35 \times \frac{9}{128} \times g \times L^2 + 1.5 \times 0.156F \times L \leq M_{2T}$	$1.35 \times \frac{1}{8} \times g \times L^2 + 1.5 \times 0.188 \times F \times L \leq M_{3A}$	$1.35 \times \frac{1}{8} \times g \times L^2 + 1.5 \times \frac{F \times L}{4} \leq M_{3T}$	$1.2 \times \frac{1}{8} \times g \times L^2 + 1.2 \times 0.188 \times F \times L \leq M_{3A}$
	$1.35 \times \frac{9}{128} \times g \times L^2 + 1.5 \times 0.096 \times q \times L^2 \leq M_{2T}$	$1.35 \times \frac{1}{8} \times g \times L^2 + 1.5 \times \frac{1}{16} \times q \times L^2 \leq M_{3A}$		
	$1.35 \times \frac{9}{128} \times g \times L^2 + 1.5 \times 0.07 \times q \times L^2 \leq M_{2T}$	$1.35 \times \frac{1}{8} \times g \times L^2 + 1.5 \times \frac{1}{8} \times q \times L^2 \leq M_{3A}$	$1.35 \times \frac{1}{8} \times g \times L^2 + 1.5 \times \frac{1}{8} \times q \times L^2 \leq M_{3T}$	$1.2 \times \frac{1}{8} \times g \times L^2 + 1.2 \times \frac{1}{8} \times q \times L^2 \leq M_{3A}$

II.2 Flexibilité

	$\frac{F \times L^3}{67 \times \text{Ex}1_m} \leq \frac{L}{150}$
	$\frac{F \times L}{110 \times \text{Ex}1_3} \leq \frac{L}{150}$
	$\frac{q \times L}{110 \times \text{Ex}1_m} \leq \frac{L}{150}$
	$\frac{q \times L}{192 \times \text{Ex}1_3} \leq \frac{L}{150}$


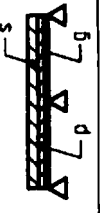
III situation d'exploitation normale

Les charges d'exploitation considérées sont : les charges d'entretien (voir la norme NF P 84-206-1(Référence DTU 43.3)) ou la charge de neige ou la charge d'eau.

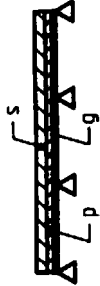

III.1 résistance

Les vérifications sont faites sous charges **descendantes** pondérées

Pour les charges ascendantes, les vérifications sont identiques. La valeur des charges descendantes pondérées est remplacée par la valeur de la dépression due au vent extrême diminuée des charges permanentes et du poids propre non pondérées.

Cas de charge vérifiés pour les fiches techniques	Répartition élastique 2)		Répartition élasto-plastique 3)	
	Moment en travée	Moment sur appui	Moment en travée	Moment sur appui
	$0.08 \times L^2 \times (1.35 \times g + p) + 1.5s \leq M_{2T}$	$0.107 \times L^2 \times (1.35 \times g + p) + 1.5s \leq M_{3A}$	$\frac{L^2}{8} \times (1.35 \times g + p) + 1.5s \leq M_{3T}$	$0.107 \times L^2 \times 1.2 \times (g + p + s) \leq M_{3A}$
	$0.07 \times L^2 \times (1.35 \times g + p) + 1.5s \leq M_{2T}$	$\frac{L^2}{8} \times (1.35 \times g + p) + 1.5s \leq M_{3A}$	$\frac{L^2}{8} \times (1.35 \times g + p) + 1.5s \leq M_{3T}$	$\frac{L^2}{8} \times 1.2 \times (g + p + s) \leq M_{3A}$

III.2 flexibilité

Cas de charge vérifiés pour les fiches techniques	Total des charges descendantes	Charge d'exploitation seule (surcharge)
	$\frac{(q + p + s) \cdot L^4}{148 \cdot E \cdot I_m} \cdot \frac{L}{200}$	$\frac{s \cdot L^4}{148 \cdot E \cdot I_m} \cdot \frac{L}{250}$
	$\frac{(q + p + s) \cdot L^4}{192 \cdot E \cdot I_3} \cdot \frac{L}{200}$	$\frac{s \cdot L^4}{192 \cdot E \cdot I_3} \cdot \frac{L}{250}$

F.5 présentation des résultats

Portées utiles, en mètres :

- Critères de flèche :
- L/x sous total des charges descendantes
- L/y sous charge d'exploitation

La fiche technique du produit doit impérativement contenir les informations ci-dessus. Ainsi en « travées multiples », on doit indiquer, conformément à l'article F.4, la plus faible portée entre une pose avec trois ou quatre appuis en travées égales.

Travée simple Epaisseur			Charges kN/m ²			Travée multiple Epaisseur		
t1	t2	t3	Charges d'exploitation	Charges permanentes	total des charges descendantes	t1	t2	t3
			1,00	0,15	1,15			
				0,20	1,20			
				0,25	1,25			
				1,00	2,00			
			1,25	0,15	1,40			
				0,25	1,50			
			1,50	0,15	1,65			
				0,25	1,75			
				1,20	2,70			
			1,75	0,15	1,90			
				0,25	2,00			
			2,00	0,15	2,15			
0,25	2,25							

t1, t2, t3 : épaisseurs nominales avec tolérances décalées.

Tableau F.6 Vérification des tôles d'acier nervurées - Présentation des résultats

Les valeurs indiquées dans les colonnes « travées multiples » sont considérées valables en cas d'écart entre portées adjacentes ne dépassant pas 20 %.

Le fabricant est autorisé à adopter une présentation différente et à compléter les informations.

Annexe G (informative) règles simplifiées de vérification des éléments d'ossature supports de noues de toitures légères pour tenir compte du phénomène d'accumulation d'eau

G.1 préambule

Le phénomène d'accumulation d'eau peut se produire en cas de précipitations importantes sur les toitures légères à faible pente en raison des déformations progressives des éléments-supports (fermes, pannes, bacs nervurés). Il consiste en un accroissement auto-évolutif des déformations des éléments flexibles supports de noue (panne ou poutre par exemple), en fonction également du débit des évacuations d'eaux pluviales créant une lame d'eau de mise en charge en « flaque » d'eau.

L'importance de celle-ci dépend de la déformation des supports et des pentes de versants et de noue.

L'eau contenue dans cette flaque induit une déformation du support de noue. La flaque s'étend alors en créant une déformation supplémentaire et ainsi de suite.

Ce phénomène d'accumulation d'eau donne donc lieu à un processus itératif dans lequel chaque accroissement de la déformation entraîne une aggravation de la charge, elle-même génératrice d'une amplification de la déformation..., ce qui peut conduire à l'effondrement s'il n'y a pas de convergence possible vers un équilibre final, du fait de la flexibilité des éléments de l'ossature.

Ce phénomène nécessite de vérifier impérativement leur stabilité sous l'effet des surcharges d'eau, outre leur vérification en contraintes et déformations (critère de limite de flèche de 1/200 de la portée en état limite de service) sous l'action des charges permanentes et des sollicitations climatiques normales, en application des règles Neige et Vent en vigueur.

L'importance du phénomène d'accumulation d'eau est accru pour les éléments supports de noue sans pente ou à faible pente ($\leq 3\%$) et il est conditionné également par :

- les déformations cumulatives des différents éléments d'ossature ;
- le nombre et le positionnement des entrées des évacuations d'eaux pluviales en noue, qui peuvent se situer en «travée» susceptible de déformation de l'élément d'ossature support direct de la noue ou sur appui indéformable en cas d'implantation au droit des poteaux ;
- les tolérances dans les niveaux d'implantation de l'ossature.

La vérification de la stabilité des éléments d'ossature sous l'effet des charges d'eau créant un phénomène d'amplification de l'accumulation d'eau en fonction des déformations, nécessite des calculs itératifs, d'une grande complexité en pratique. Il faut en effet établir que le risque d'accumulation d'eau ne conduit pas à des sollicitations inadmissibles (contraintes, déformations) pour les éléments d'ossature supports de noue dont la stabilité doit être assurée dans des conditions normales de sécurité en présence de ce phénomène d'amplification des déformations dues aux charges d'eau.

Il est donc apparu nécessaire d'établir des règles forfaitaires permettant, dans un domaine déterminé, de garantir la convergence du phénomène, sans avoir à effectuer le calcul itératif complet.

Les règles forfaitaires précisées ci-après ont été établies à titre de règles enveloppes générales, valables pour tout type d'élément-support de noue (béton armé, béton précontraint, charpente métallique, charpente en bois). Le respect de ces règles autorise une vérification simplifiée vis-à-vis du risque d'accumulation d'eau, dans le cas où la pente des versants de toiture est $> 3\%$ au droit des entrées d'eaux pluviales. Le choix de la pente de la noue et de la réalisation du système d'évacuation des eaux pluviales (avec entrées positionnées en travée ou sur appuis des éléments d'ossature fléchissants supports de noue) peut aussi permettre d'éviter le risque du phénomène d'accumulation d'eau.

L'application de ces règles simplifiées n'a pas de caractère obligatoire, à la différence de la justification impérative de la stabilité des éléments d'ossature sous le phénomène d'accumulation d'eau qui peut toujours être faite par le calcul théorique itératif spécifique, toujours assez difficile à maîtriser du fait des déformations cumulatives des différents éléments porteurs et supportés.

Néanmoins, ces règles simplifiées sont d'une utilisation pratique, même si dans certains cas elles pourraient apparaître pénalisantes, ce qui va cependant dans le sens de la sécurité avec le but d'éviter des effondrements d'ossature comme il s'en est produit lors d'orages, avec toutes leurs conséquences, qui peuvent être particulièrement graves, notamment vis-à-vis de la sécurité des personnes.

G.2 établissement des règles simplifiées

Ces règles consistent en une limitation de la déformation de l'élément-support sous l'effet d'une surcharge forfaitaire de valeur Q uniformément répartie sur l'ensemble de la surface supportée par l'élément d'ossature sollicité par des charges permanentes totales de valeur

uniformément répartie équivalente G.

Cette surcharge Q représentative de la charge d'eau a été fixée égale à la charge climatique de neige normale S_n augmentée de la majoration de 20 daN/m^2 prescrite en noue par les règles N84 (édition août 1987), en leur article 4.

NOTE 100

NdlR : l'édition d'août 1987 a été annulée et remplacée par l'édition de septembre 1996

Il a été tenu compte de dispositifs d'évacuation d'eau conduisant à une épaisseur de lame d'eau n'excédant pas 55 mm par rapport au fil d'eau de la noue au droit des entrées d'eaux pluviales supposées positionnées sur appuis, ce qui correspond également au cas minimal de neige normale de 35 daN/m^2 , soit avec la majoration $35 + 20 = 55 \text{ daN/m}^2$.

Ces règles simplifiées ont été déterminées et vérifiées avec un programme informatique adapté dans les hypothèses les plus courantes suivantes :

- portées des éléments d'ossature supports de noue variant de 5 m à 20 m ;
- entraxes des éléments supports des bacs nervurés variant de 3 m à 6 m ;
- valeurs de charges permanentes variant de 30 daN/m^2 à 150 daN/m^2 .

Le critère de limite de la déformation a été déterminé de telle façon que, lorsqu'il est respecté, le moment de flexion M (G + eau) dans le support de noue sous les charges (G + eau) à la fin du phénomène de convergence, soit inférieur au moment M (G + S_n + 20) dû à l'état de chargement G + S_n + 20 (daN/m^2) pour lequel l'élément support de noue a été obligatoirement dimensionné conformément à la réglementation en vigueur, avec une limitation de la déformation à 1/200 de la portée. Dans ces conditions, avec un moment de convergence M (G + eau) inférieur à M (G + S_n + 20), le phénomène d'accumulation d'eau converge nécessairement vers un état de contraintes et déformations admissibles.

G.3 énoncé des règles simplifiées

Les critères de limitation de la flexibilité des éléments d'ossature supports de noue sont les suivants, en fonction de la pente de la noue avec la borne suivante :

- $0,8 \% + (4/L) \%$

L : portée de l'élément d'ossature support de noue, en mètres, (le terme « travée » est employé dans l'annexe H pour éviter la confusion avec la portée des tôles d'acier nervurées).

NOTE

La borne sus indiquée est issue d'une étude ayant permis de déterminer la frontière du domaine des configurations telles que la limitation de flèche au 1/200 de la portée (inégalité du paragraphe G.3. 1) est suffisante pour couvrir le risque d'accumulation d'eau, compte tenu des tolérances de pose des ouvrages concernés.

G.3.1 pente de noue théorique $> 0,8 \% + (4/L) \%$

Dimensionnement des éléments d'ossature supports de noue en fonction des règles en vigueur spécifiques aux différents types d'ossature (règles BAEL, règles BPEL, règles CM, règles CB), avec la condition de limitation de flèche, complémentaire ou prescrite dans

certaines de ces règles, suivante :

$$f_{G\infty} - f_{p\infty} - f_o + f(S_N + 20)_l < 1/200 \text{ de la portée}$$

sous charge permanente sous charge de neige

G.3.2 pente de noue théorique $\leq 0,8 \% + (4/L) \%$

Dimensionnement des éléments d'ossature supports de noue en fonction des règles en vigueur spécifiques aux différents types d'ossature avec la condition complémentaire suivante :

$$f_{g\infty} - f_{p\infty} - f_o + f(S_N + 20)_l \leq 0,93 E + 0,124 (S_N - 35)$$

avec :

E (en mètres) : largeur prise perpendiculairement à la noue, de la surface de toiture supportée directement par l'élément d'ossature porteur de noue supposé uniformément chargé (c'est-à-dire, par exemple pour une noue centrale, l'entraxe des pannes si leur espacement est le même de part et d'autre de la panne de noue).

f (en centimètres)

NOTE

Cette limitation de la déformation, où n'apparaît pas la portée qui est déjà intégrée dans le calcul, dépend globalement de l'importance relative des charges d'eau initiales ($S_N + 20$) par rapport aux charges permanentes G.

Significations :

- G : état de chargement correspondant aux charges permanentes et assimilables, telles que charges intérieures suspendues sous l'élément d'ossature considéré.

- $S_N + 20$: état de chargement correspondant aux charges de neige normale conformément

aux règles N84 (édition août 1987), en tenant compte d'une majoration de 20 daN/m^2 en noue prescrite en leur article 4.

- P : état de chargement correspondant au seul effet de la précontrainte, celle-ci étant la précontrainte moyenne pour les ouvrages en béton précontraint.

- f : déformations absolues dues aux états de chargement en charges uniformément réparties G, $S_N + 20$ (en daN/m^2) sur l'ensemble de la surface supportée par l'élément d'ossature support de noue.

- f_o : contreflèche de construction prévue sur plan (coffrage, montage, profil d'extrados...).

- $f_{G_{lx}}$: déformation absolue correspondant aux charges permanentes seules, calculée en considérant le module de déformation longitudinale différée et sans tenir compte de la contreflèche éventuelle de construction (f_o) ou par précontrainte ($f_{p_{lx}}$).

- $f_{p_{lx}}$: déformation absolue due à la précontrainte seule et calculée en considérant le module de déformation longitudinale différée.

- $f(S_N + 20)$: déformation absolue correspondant à la surcharge $S_N + 20$, en considérant le module de déformation longitudinale instantanée.

NOTE

Les critères de limitation de la flexibilité ne dispensent en aucune façon de la vérification propre à chaque type d'ossature, conformément à sa réglementation spécifique, en dehors du phénomène d'accumulation d'eau lorsqu'il n'y est pas pris en compte.

Annexe H (normative) implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales - Nécessité de vérification des éléments d'ossature sous accumulation d'eau

H.1 définitions (au sens de la présente annexe) (voir figures H.1, H.2 et H.3)

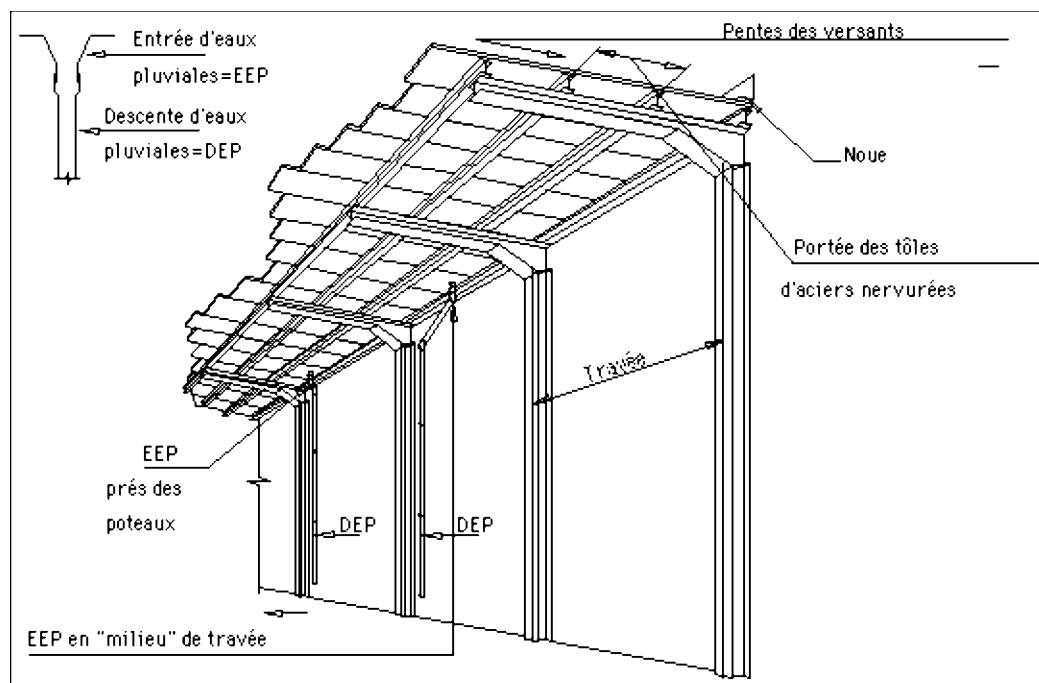
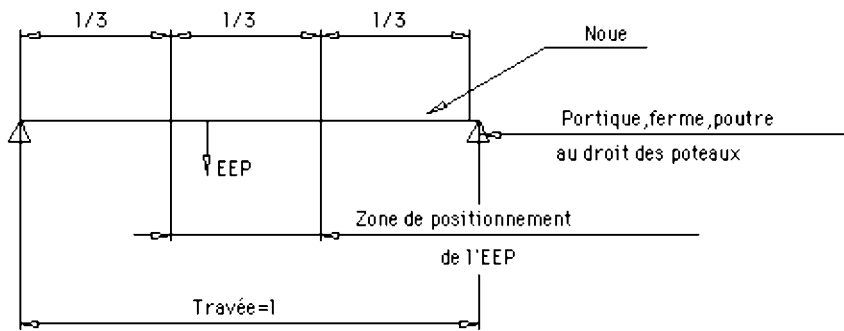


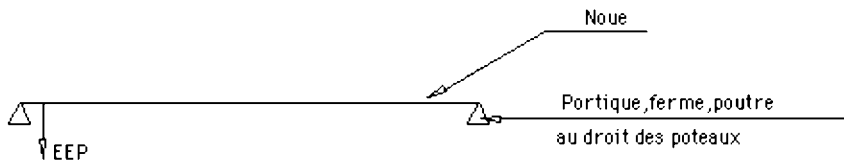
Figure H.1

Implantation des évacuations d'eaux pluviales - Définitions



d'eaux pluviales en « milieu de travée »

Figure H.2 Entrée



d'eaux pluviales près des poteaux

Figure H.3 Entrée poteaux

H.1.1 concernant l'ossature :

- travée : distance entre portiques, fermes ou poutres appuyées sur des poteaux ;
- portée des tôles d'acier nervurées : entraxe des pannes.

H.1.2 concernant l'évacuation des eaux pluviales :

- surface collectée S : surface collectée par une entrée d'eaux pluviales (EEP) ;
- EEP : entrée d'eaux pluviales.

On distingue(voir paragraphe 6.8):

- les EEP « en fond de noue » qui s'emboîtent dans une DEP ;
- les EEP « en déversoir » (latérales), qui débouchent dans une boîte à eau extérieure.

Pour une surface collectée S donnée, les EEP peuvent être de section normale ou majorée(voir paragraphe H.2.2.2).

- EEP en « milieu » de travée : entrée d'eaux pluviales située dans le tiers central de la travée (dans le cas de tôles d'acier nervurées perpendiculaires ou biaisées par rapport à la noue) ou située dans le tiers central de la portée des tôles d'acier nervurées (dans le cas de tôles d'acier nervurées parallèles à la noue).
- EEP près des poteaux : entrée d'eaux pluviales située à proximité des portiques, fermes ou poutres (près des poteaux).
- DEP : descente d'eaux pluviales.

Les DEP peuvent être de section normale ou majorée.

H.2 implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales - Nécessité de vérification des éléments d'ossature sous accumulation d'eau

H.2.1 principes

Le présent paragraphe définit :

- les principes d'implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales (nombre minimal, section, positionnement, distance entre points d'évacuation) en fonction :
 - du sens de pose des tôles d'acier nervurées : perpendiculaires à la noue (ou biaisées) ou parallèles à la noue ;
 - de la pente des noues :
 - nulle ;
 - 0,5 % à 1,5 % ;
 - > 1,5 % ;
- du nombre et de la longueur des travées de l'ossature.
- la nécessité ou non, dans les différents cas rencontrés, de vérifier les éléments d'ossature sous accumulation d'eau, cette vérification (entreprise de charpente) pouvant se faire soit selon les règles simplifiées figurant dans l'annexe G, soit selon un calcul spécifique.

NOTE

La nécessité de cette vérification dépend :

- de la pente de la noue : les noues à pente faible présentent plus de risque vis-à-vis du processus auto-évolutif du phénomène « accroissement des déformations - accroissement des charges » sous accumulation d'eau ;
- de la distribution des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales : les entrées d'eaux pluviales implantées en « milieu » de travée permettent de se dispenser de cette vérification ;

H.2.2 dispositions à respecter vis-à-vis de l'implantation des dispositifs d'évacuation

d'eaux pluviales

H.2.2.1 surface maximale collectée par EEP

- EEP « en fond de noue » $\approx 700 \text{ m}^2$
- EEP « en déversoir » $\approx 350 \text{ m}^2$

H.2.2.2 nombre minimal d'EEP par noue

- Trois EEP en section normale ; ou
- deux EEP en section majorée.

H.2.2.3 positionnement des EEP

H.2.2.3.1 noues de pente nulle avec tôles d'acier nervurées perpendiculaires (ou biaises) par rapport à la noue

H.2.2.3.1.1 travées $\approx 8 \text{ m}$

Les EEP sont positionnées conformément aux paragraphes H.2.2.3.1.1.1 ou H.2.2.3.1.1.2.

H.2.2.3.1.1.1 EEP en « milieu » de travée

- Cas d'une travée par noue : Deux EEP (section majorée) en « milieu » de travée (figure H.4), éventuellement regroupées sur une seule DEP (section majorée) (figure H.5).

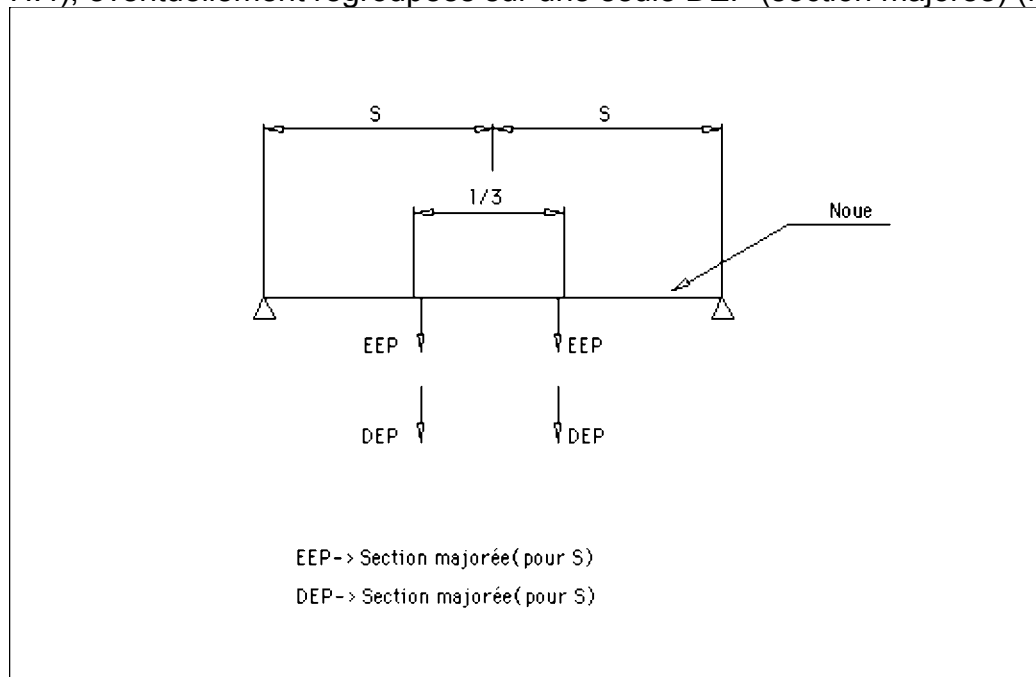
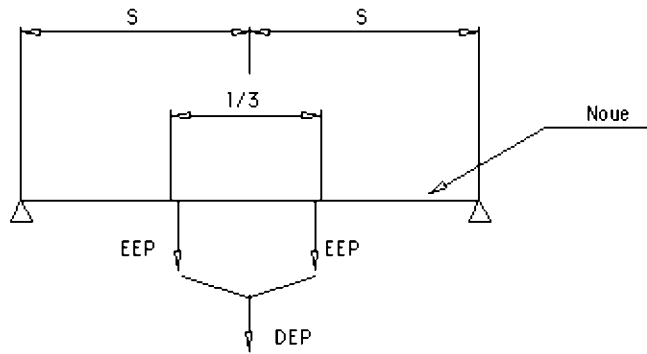


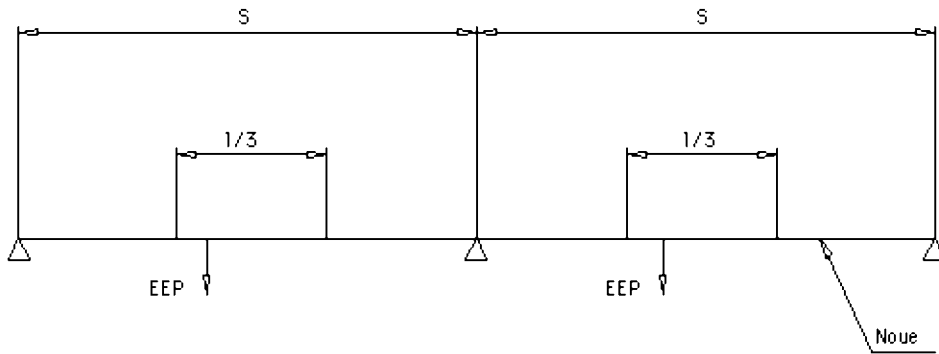
Figure H.4



EEP -> Section majorée (pour S)
 DEP -> Section majorée (pour 2S)

Figure H.5

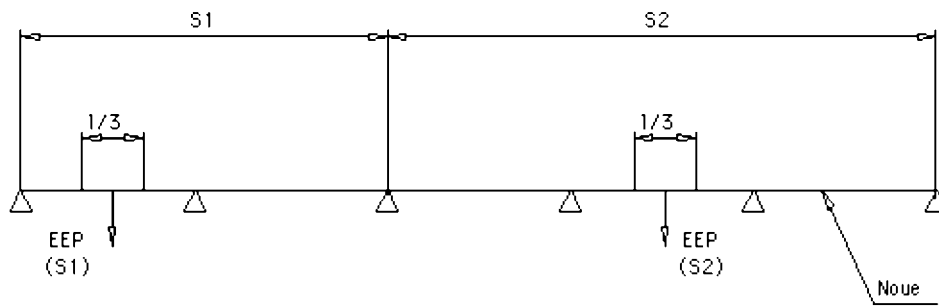
- Cas de deux travées par noue : Une EEP (section majorée) en « milieu » de chaque travée (figure H.6).



EEP -> Section majorée (pour S)

Figure H.6

- Cas de trois travées ou plus par noue : Une EEP en « milieu » de travée avec possibilité de travées sans EEP à condition que ces travées sans EEP soient attenantes sur au moins un côté à une travée avec EEP (figure H.7).

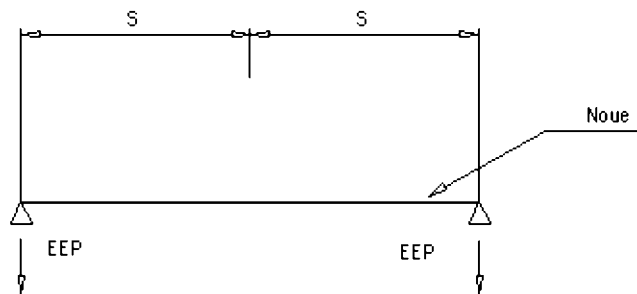


EEP -> Section majorée (pour S1 ou S2) si deux EEP par noe

Figure H.7

H.2.2.3.1.1.2 EEP près des poteaux

- Cas d'une travée par noe : Une EEP (section majorée) près de chaque poteau (figure H.8)



EEP -> Section majorée (pour S)

Figure H.8

- Cas de deux travées par noe : Une EEP (section normale) près de chaque poteau (figure H.9)

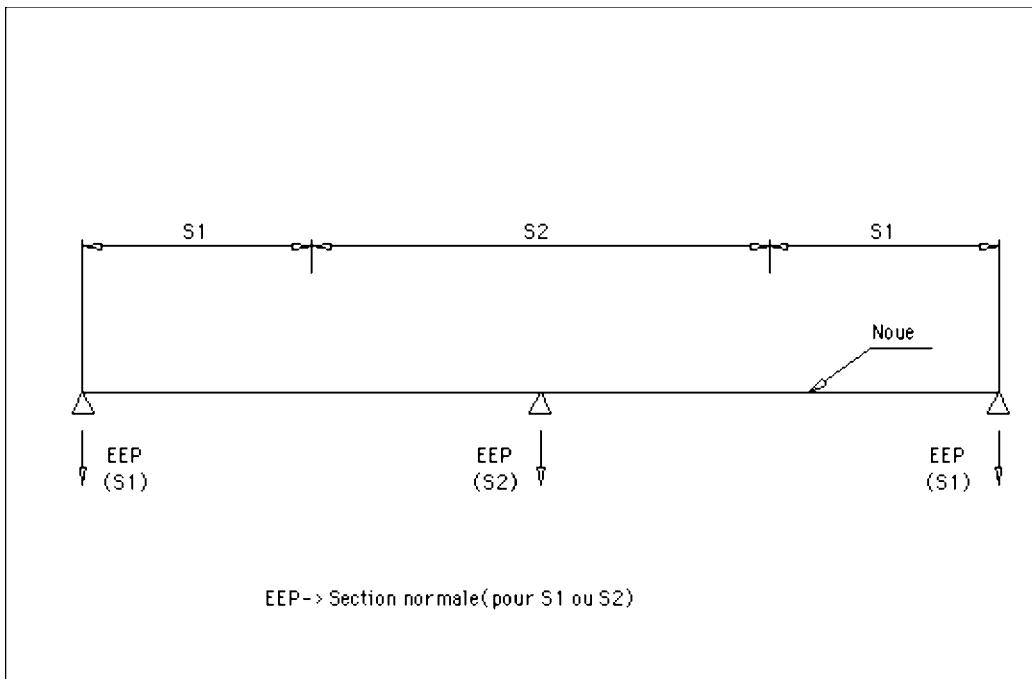


Figure H.9

- Cas de trois travées ou plus par noe : Une EEP près des poteaux avec possibilité de poteau sans EEP à condition qu'il y ait une EEP sur les poteaux voisins (figure H.10).

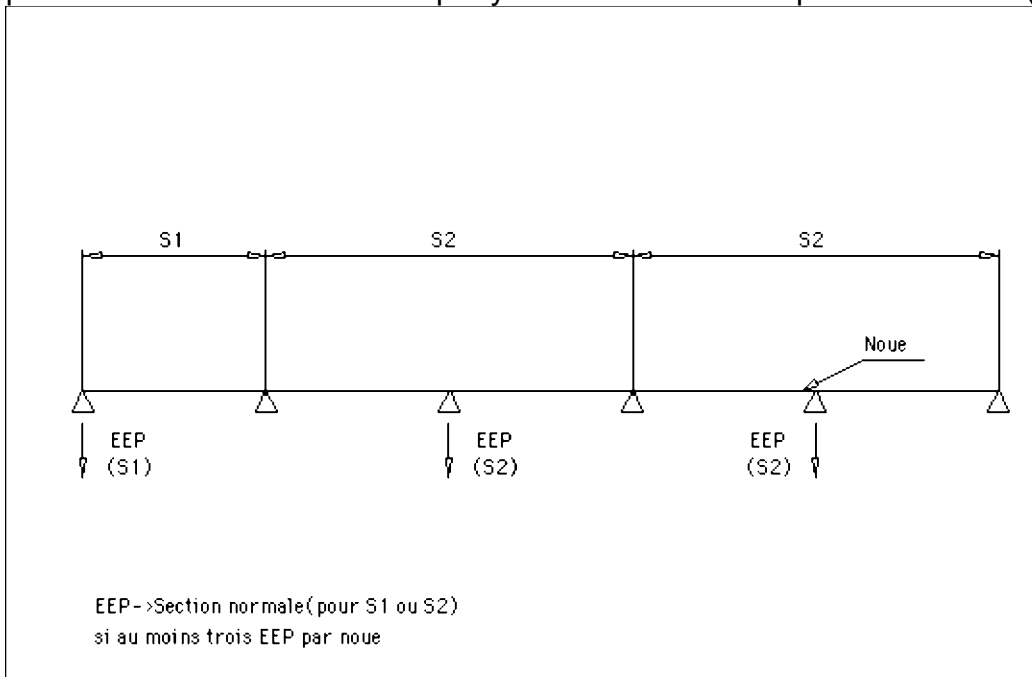


Figure H.10

H.2.2.3.1.2 travées . 8 m

Les EEP sont positionnées conformément aux paragraphes H.2.2.3.1.2.1 ou H.2.2.3.1.2.2.

H.2.2.3.1.2.1 EEP en « milieu » de travée

- Cas d'une travée par noe : Deux EEP (section majorée) en « milieu » de travée (figure H.4), éventuellement regroupées sur une seule DEP (section majorée)(figure H.5).
- Cas de deux travées par noe : Une EEP (section majorée) en « milieu » de chaque travée(figure H.6).
- Cas de trois travées ou plus par noe : Une EEP (section normale) en « milieu » de chaque travée (figure H.11).

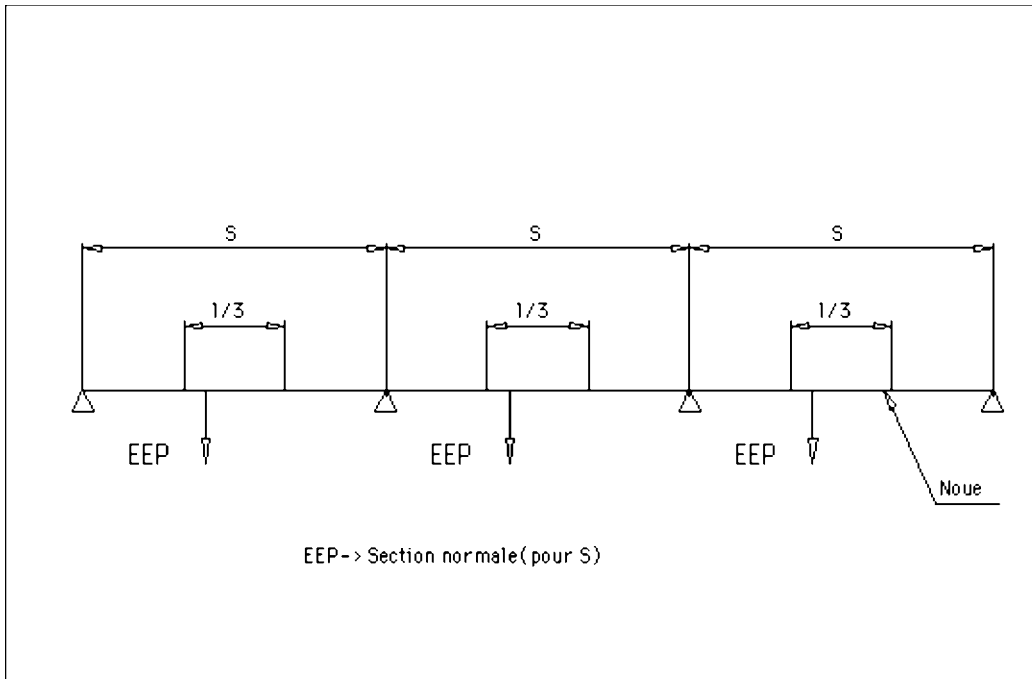


Figure H.11

H.2.2.3.1.2.2 EEP près des poteaux

Une EEP près de chaque poteau (figures H.8, H.9 et H.12).

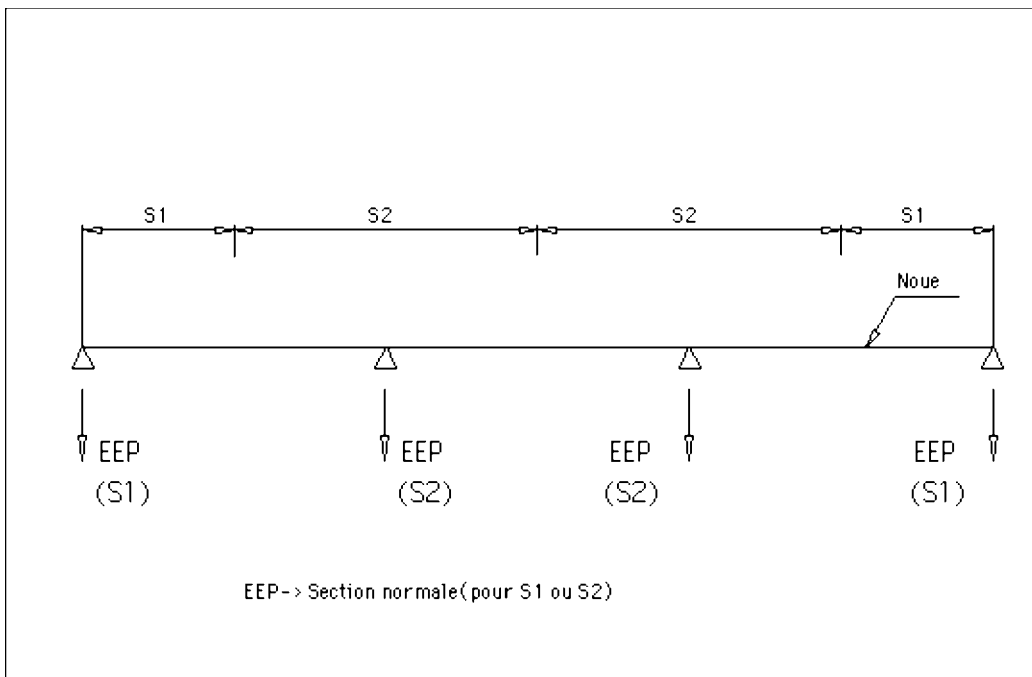


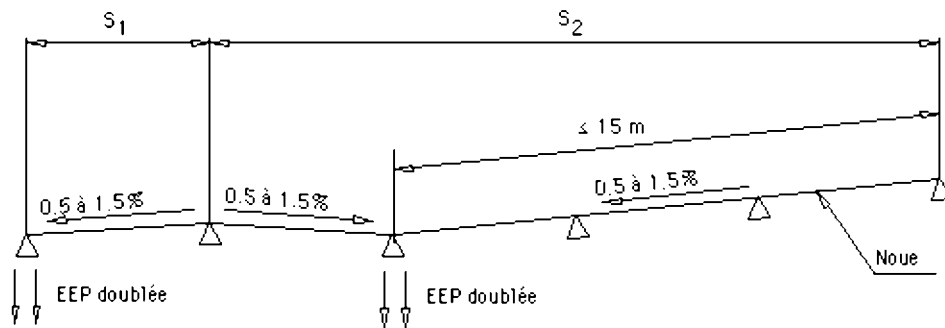
Figure H.12

H.2.2.3.2 noues de pente comprise entre 0,5 % et 1,5 % avec tôles d'acier nervurées perpendiculaires (ou biaisées) par rapport à la noue

La longueur maximale de noue entre point bas et point haut est de 15 m.

Les EEP sont positionnées près des poteaux situés en point bas de noue.

Elles sont doublées (EEP situées dans le fil d'eau de la noue et distantes de moins d'un mètre), chaque EEP étant à section majorée pour une surface collectée $S2$ (figure H.13).



Chaque élément de l'EEP doublée -> Section majorée (pour S ou S₂)

Les deux éléments de l'EEP doublée peuvent être regroupés sur une seule DEP, de section majorée (pour S1 ou S2)

Figure H.13

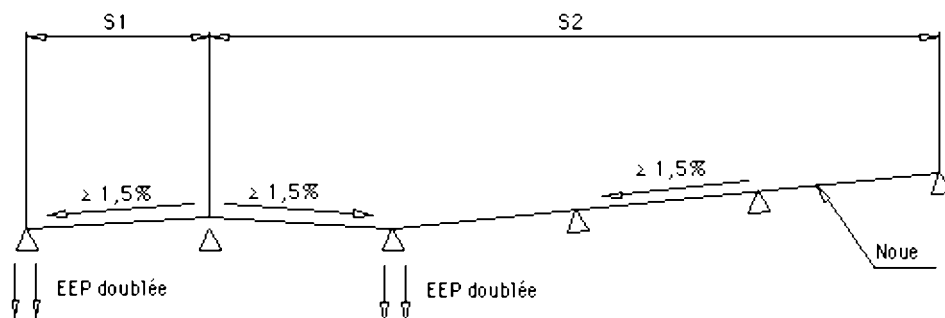
Les deux EEP peuvent éventuellement être regroupées sur une seule DEP (section majorée).

Dans le cas de déversoir, ce dernier est unique et de section majorée pour la surface collectée S.

H.2.2.3.3 noues de pente > 1,5 %, avec tôles d'acier nervurées perpendiculaires (ou biaisées) par rapport à la noue

Les EEP sont positionnées près des poteaux situés en point bas de noue.

Elles sont doublées (EEP situées dans le fil d'eau de la noue et distantes de moins d'un mètre), chaque EEP étant à section majorée pour une surface collectée S/2 (figure H.14).



EEP -> doublée

Chaque élément de l'EEP doublée -> Section majorée (pour S_{1/2} ou S_{2/2})

Les deux éléments de l'EEP doublée peuvent être regroupés sur une seule DEP, de section majorée (pour S1 ou S2)

Figure H.14

Les deux EEP peuvent éventuellement être regroupées sur une seule DEP (section majorée).

Dans le cas de déversoir, ce dernier est unique et de section majorée pour la surface collectée S.

H.2.2.3.4 noues de pente nulle avec tôles d'acier nervurées parallèles à la noue

H.2.2.3.4.1 portée des tôles d'acier nervurées \approx 3,50 m

Les EEP sont positionnées conformément aux paragraphes H.2.2.3.4.1.1 ou H.2.2.3.4.1.2.

H.2.2.3.4.1.1 EEP en « milieu » de portée

Les dispositions sont les mêmes que celles définies au paragraphe H.2.2.3.1.1.1, en raisonnant en portée de tôles d'acier nervurées au lieu de travée d'ossature.

L'ossature doit comporter obligatoirement un chevêtre pour supporter l'EEP.

H.2.2.3.4.1.2 EEP près des poteaux

Les dispositions sont les mêmes que celles définies au paragraphe H.2.2.3.1.1.2.

H.2.2.3.4.2 portée des tôles d'acier nervurées . 3,50 m

Les EEP sont positionnées en « milieu » de portée.

Les dispositions sont les mêmes que celles définies au paragraphe H.2.2.3.1.2.1, en raisonnant en portée de tôles d'acier nervurées au lieu de travée d'ossature.

L'ossature doit comporter obligatoirement un chevêtre pour supporter l'EEP.

H.2.3 vérification des éléments d'ossature sous accumulation d'eau

Cette vérification est à faire :

- Dans le cas de noues de pente nulle : pour toutes les travées sans EEP en « milieu » de travée (cas des tôles d'acier nervurées perpendiculaires ou biaisées par rapport à la noue) et pour toutes les portées sans EEP en « milieu » de portée (cas des tôles d'acier nervurées parallèles à la noue).

- Dans le cas de noue de pente comprise entre 0,5 % et 1,5 % : pour les travées adjacentes aux EEP.

Aucune vérification n'est à faire dans le cas de noues de pente $>$ 1,5 %.

