

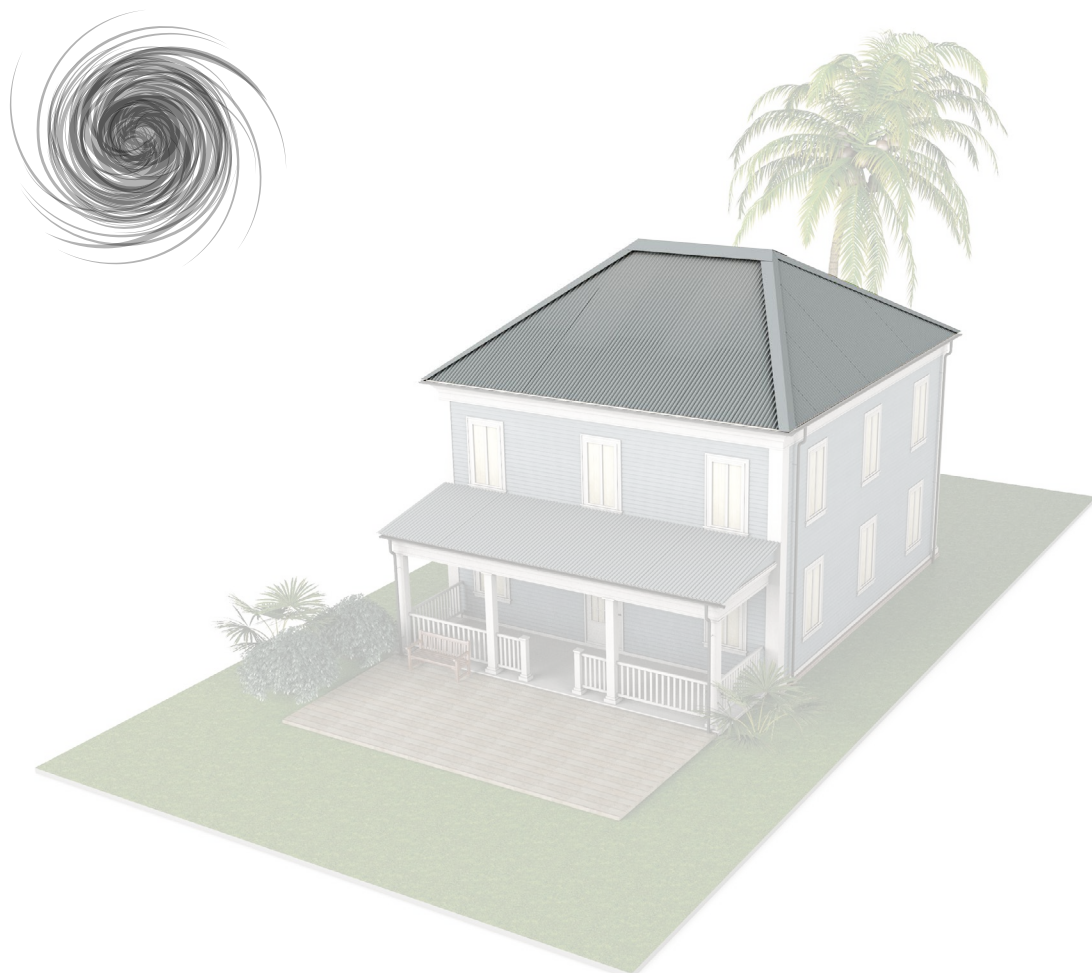
Couverture en toiture

Points clés de construction paracyclonique d'une maison

ANTILLES

MAYOTTE

LA RÉUNION



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Illustrations : Laubywane, DHUP, AQC

Ce guide a été rédigé par des spécialistes du Réseau Scientifique et Technique du Ministère chargé du logement (CSTB) avec l'appui d'un réseau d'acteurs locaux d'Outre-mer.

Membres de l'équipe technique du CSTB :

- Philippe LEBLOND
- Réda OUSSENNAN
- Ayman EL HAJ
- Duc Toan PHAM

SOMMAIRE

5	1. INTRODUCTION
6	2. CHOIX DES MATÉRIAUX
6	2.1 Nuance, matériau et épaisseur de tôle
7	2.2 Revêtement organique appliqué à la tôle
7	2.3 Assemblages
9	3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES
9	3.1 Géométrie
10	3.2 Calepinage courant
11	3.3 Recouvrement des tôles
12	3.4 Débord de couverture
13	3.5 Fixation de la couverture
17	3.6 Accessoires de couverture
19	3.7 Fixation des accessoires
19	3.8 Interdiction : dalle en béton rapportée sur toiture existante
20	4. EXEMPLES D'ESPACEMENTS ENTRE ÉLÉMENTS DE SUPPORT DE COUVERTURE
22	5. ENTRETIEN ET STOCKAGE
22	5.1 Outillage
23	5.2 Entretien et inspection
24	5.3 Stockage
24	6. RÉFÉRENCES

1. Introduction

Cette fiche fournit des indications de mise en œuvre **des couvertures en plaques nervurées et ondulées**. Elle présente les points singuliers qui ont une influence directe sur la résistance de la couverture face aux effets du vent. Les détails de mise en œuvre vis-à-vis des autres exigences d'une couverture ne sont pas traités.

Chaque fiche contient :

- des préconisations sur les matériaux à employer ;
- des méthodes de mise en œuvre directement applicables ;
- des rappels relatifs à l'entretien et au stockage des éléments.

Une *fiche introductive* explicite le domaine d'application et les hypothèses de calcul retenus pour l'ensemble des fiches thématiques.

L'utilisation de la présente *fiche thématique* exige par ailleurs le respect des règles de conception, de calcul et de réalisation en situation courante (et en situation sismique pour les territoires concernés) dont l'application est précisée dans les textes réglementaires, normatifs et d'évaluation (Eurocodes, DTU, Avis Techniques...).



Figure 1 : Toiture de bonne conception (quatre pans, pente adaptée, auvent déconnectée de la toiture)

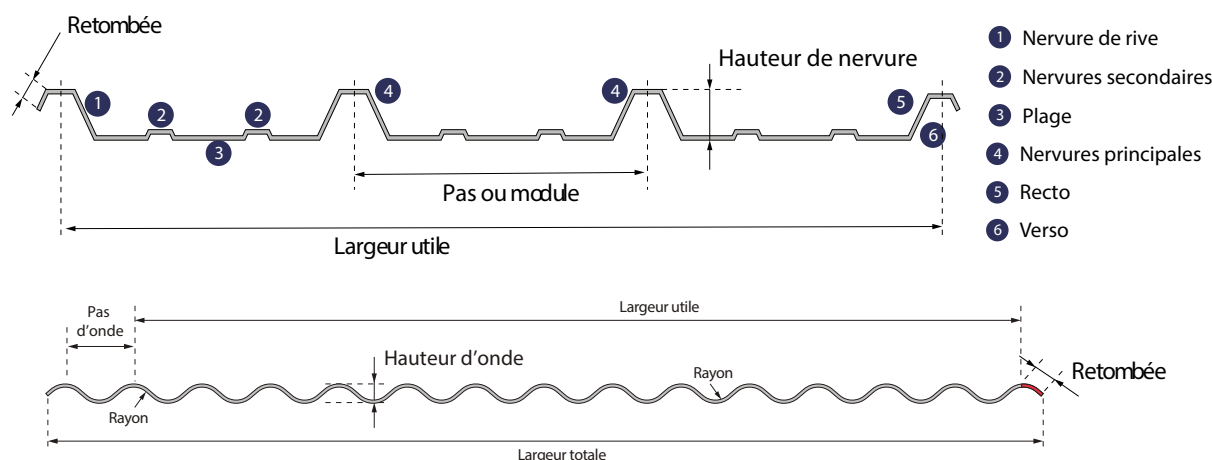


Figure 2 : Types de tôle concernés : tôles nervurées et ondulées

2. Choix des matériaux

Le choix du type de tôle est fonction de la proximité de l'ouvrage à la côte. L'aluminium et l'acier inoxydable sont généralement plus adaptés aux environnements maritimes fortement exposés aux embruns marins.

2.1 Nuance, matériau et épaisseur de tôle

La nuance d'acier minimale des tôles est la **S320 GD**. Les aciers de nuance DX ou H sont exclus. L'épaisseur minimale des tôles est fixée à **0,75 mm**.

Compte tenu de l'environnement marin fortement humide, on utilisera exclusivement les tôles indiquées dans le tableau ci-dessous.


Environnement	Nature de la tôle (matériau et revêtement métallique)	Épaisseur minimale de tôle	Revêtement organique
Front de mer admis	Aluminium	0,90 mm	Peut rester non revêtu Prélaquage thermoplastique
	Acier inoxydable (minimum A4 en front de mer et A2 sinon)	1,00 mm	Peut rester non revêtu
Front de mer exclu	Acier galvanisé (*)	0,75 mm	AZ 185 ou alliages équivalents sous ETPM
	Acier prélaqué (*)	0,75 mm	Polyuréthane 50 microns (µm) PVDF 60 microns (µm) PVC 200 microns (µm)
(*) Avec accord du fabricant.			

Tableau 1 : Épaisseur minimale et protection des tôles selon le matériau

Un ouvrage peut être considéré en front de mer dès qu'il est exposé aux embruns, généralement à une distance du front de mer de 800 m maximum.

Les contacts entre les éléments suivants sont à proscrire :

Acier galvanisé  Acier inoxydable

Aluminium  Acier non protégé ou couvert d'une peinture contenant des pigments réactifs chimiquement avec l'aluminium
Cuivre ou étain
Tout autre métal pour un bâtiment situé à moins de 300 m de la côte

Pour tous ces cas, le contact direct entre les matériaux incompatibles est évité soit par des enduits au bitume, soit par des peintures à base de zinc ou aux sels de zinc, soit par un feutre de bitume imprégné ou surfacé, soit par tout autre élément neutre situé à l'interface entre les deux matériaux.

2.2 Revêtement organique appliqué à la tôle

Les tôles reçoivent un revêtement continu constitué d'un film organique **sur leurs deux faces**.

Le tableau ci-dessous indique les catégories de revêtement organique minimum que doivent respecter les fabricants en fonction de l'implantation du bâtiment.

Type de revêtement			Atmosphère extérieure marine			
NF P 30-301	EN 10169 +A1		Situation de l'ouvrage par rapport à la côte			
Catégorie	Catégorie UV	Catégorie corrosion	> 3 km	De 3 à 1 km	De 1 km à 300 m	< 300 m
Ouvrages situés « <u>sous le vent</u> » en zones cycloniques, et tout ouvrage hors zone cyclonique (Guyane)						
VI	RUV4	RC4	■	■	○	X
VI	RUV4	RC5	■	■	■	○
Revêtement sous ETPM			Selon domaine d'emploi « marine » et « fort UV » validé par l'ETPM			
Ouvrages situés « <u>au vent</u> » en zones cycloniques						
VI	RUV4	RC4	■	○	X	X
VI	RUV4	RC5	■	■	○	○
Revêtement sous ETPM			Selon domaine d'emploi « marine » et « fort UV » validé par l'ETPM			
■ Revêtement adapté à l'exposition ○ Cas pour lequel l'appréciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord du fabricant X Revêtement non adapté						

Tableau 2 : Catégorie de revêtements organiques minimum requise pour les couvertures¹

L'expression « **ouvrage au vent** » désigne un ouvrage exposé aux vents dominants, c'est-à-dire face aux vents les plus fréquents dans le site concerné.

L'expression « **ouvrage sous le vent** » désigne un ouvrage protégé des vents dominants, c'est-à-dire protégé des vents les plus fréquents dans le site concerné (topographie, construction aux alentours ou autres obstacles).

Les tranches des plaques prélaquées doivent être traitées contre la corrosion après découpe par un produit présentant les mêmes classements de durabilité que le revêtement en partie courante de la plaque. Ce principe s'applique aussi aux accessoires de toiture.

2.3 Assemblages

Les systèmes d'assemblage de la couverture sur la charpente sont en **acier avec revêtement zingué** : revêtement de type Z275² minimum. L'utilisation d'assemblages en **acier inoxydable** permet une meilleure durabilité. Dans ce cas, les fixations des tôles doivent être en acier inoxydable A4 en front de mer et A2 dans les autres cas.

¹ Source : *Recommandations professionnelles : Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques*, PACTE, Décembre 2021. Ce tableau est fondé sur l'expérience acquise par les fournisseurs dans les territoires ciblés.

² Ce revêtement n'est pas adapté aux assemblages exposés aux embruns marins. Dans de telles situations, les pièces métalliques sont en acier inoxydable A4 pour une utilisation en front de mer et A2 dans les autres cas.

Le tableau suivant indique les matériaux et revêtements métalliques adaptés en fonction de l'implantation du bâtiment³.

Matières et revêtements		Atmosphère extérieure marine			
		Situation de l'ouvrage par rapport à la côte			
		> 3 km	De 3 à 1 km	De 1 km à 300 m	< 300 m
Ouvrages situés « sous le vent » en zones cycloniques, et tout ouvrage hors zone cyclonique (Guyane)					
Fixations	Acier de cémentation protégé 12 cycles Kesternich mini	■	■	○	X
	Galvanisé à chaud au trempé Zn 450 g/m ² minimum	■	■	○	X
	Aluminium série 5000 minimum	■	■	■	○ < 100 m exclus
	Acier inoxydable austénitique A2 minimum	■	■	■	○ < 100 m exclus
	Acier inoxydable austénitique A4 minimum	■	■	■	■
Accessoires de fixation	Acier galvanisé prélaqué deux faces	■	■	○	X
	Acier galvanisé postlaqué deux faces (1)	■	■	■	○
	Aluminium	■	■	■	○
	Acier inoxydable	■	■	■	○
Ouvrages situés « au vent » en zones cycloniques					
Fixations	Acier de cémentation protégé 12 cycles Kesternich mini	■	○	X	X
	Galvanisé à chaud au trempé Zn 450 g/m ² minimum	■	○	X	X
	Aluminium série 5000 minimum	■	■	○	X
	Acier inoxydable austénitique A2 minimum	■	■	○	X
	Acier inoxydable austénitique A4 minimum	■	■	■	■
Accessoires de fixation	Acier galvanisé prélaqué deux faces	■	○	X	X
	Acier galvanisé postlaqué deux faces (1)	■	■	■	○
	Aluminium	■	■	■	○
	Acier inoxydable	■	■	■	○
<p>■ Matériau adapté à l'exposition</p> <p>○ Matériau dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord du fabricant de fixation ou distributeur des fixations</p> <p>X Matériau non adapté</p> <p>(1) Le postlaquage des plaquettes galvanisé permet d'assurer la protection des tranches de plaquettes</p>					

**Tableau 3 : Protection minimale contre la corrosion des fixations
et accessoires de fixation (plaquettes et rondelles de fixation des accessoires)⁴**

³ Le guide PACTE des recommandations professionnelles sur les couvertures en plaques nervurées/ondulées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques fournit en partie 4.3 des caractéristiques minimum détaillées en termes de matériaux et de protection contre la corrosion des fixations sur support, des fixations de couture et des fixations d'accessoire suivant.

⁴ Source : *Recommandations professionnelles : Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques*, PACTE, Décembre 2021.

3. Dispositions constructives

3.1 Géométrie

Les éléments de couverture sont disposés de manière à ce que les ondes (ou nervures) soient perpendiculaires à la ligne de faîtage, les pannes supportant la couverture sont disposées parallèlement à la ligne de faîtage.

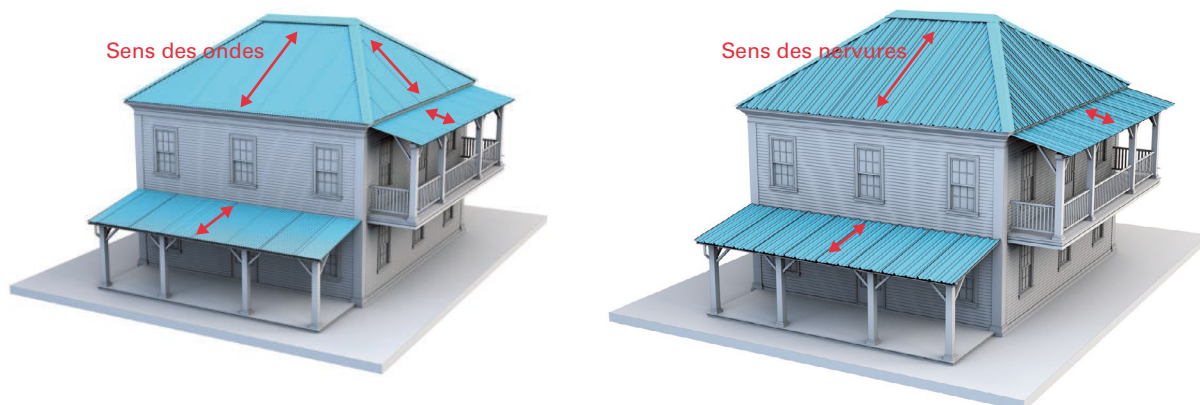


Figure 3 : Sens des ondes pour des tôles ondulées ou des nervures pour des tôles nervurées

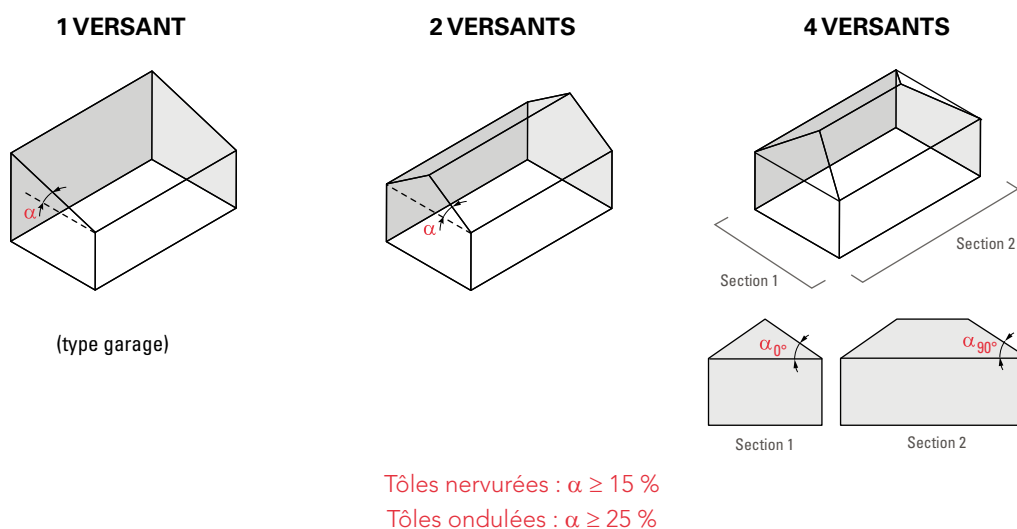


Figure 4 : Pente minimale des toitures

NOTE

Les toitures à quatre pans sont plus adaptées aux cyclones car les charges de vent appliquées sont réduites comparées aux toitures à un ou deux pans. Par ailleurs, un angle avoisinant les 30° permet également de réduire les charges de vent sur la toiture.

La hauteur minimale des ondes (ou nervures) est fixée à :

- 35 mm pour une tôle nervurée ;
- 18 mm pour une tôle ondulée.

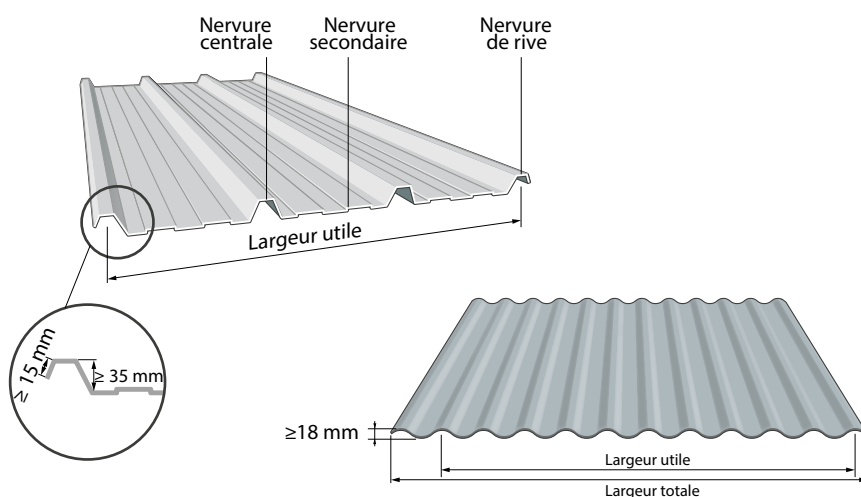


Figure 5 : Hauteur minimale des ondes/nervures

3.2 Calepinage courant

La couverture est composée de **deux rangées de tôles maximum** pour limiter le risque d'un défaut d'étanchéité au niveau du recouvrement transversal. Dans le cas de deux rangées, la première rangée de plaques est **disposée en bas de versant**. La première plaque de la première rangée est disposée selon le sens de recouvrement (sens opposé à celui des vents dominants). Le schéma suivant fournit l'ordre de pose des plaques métalliques.

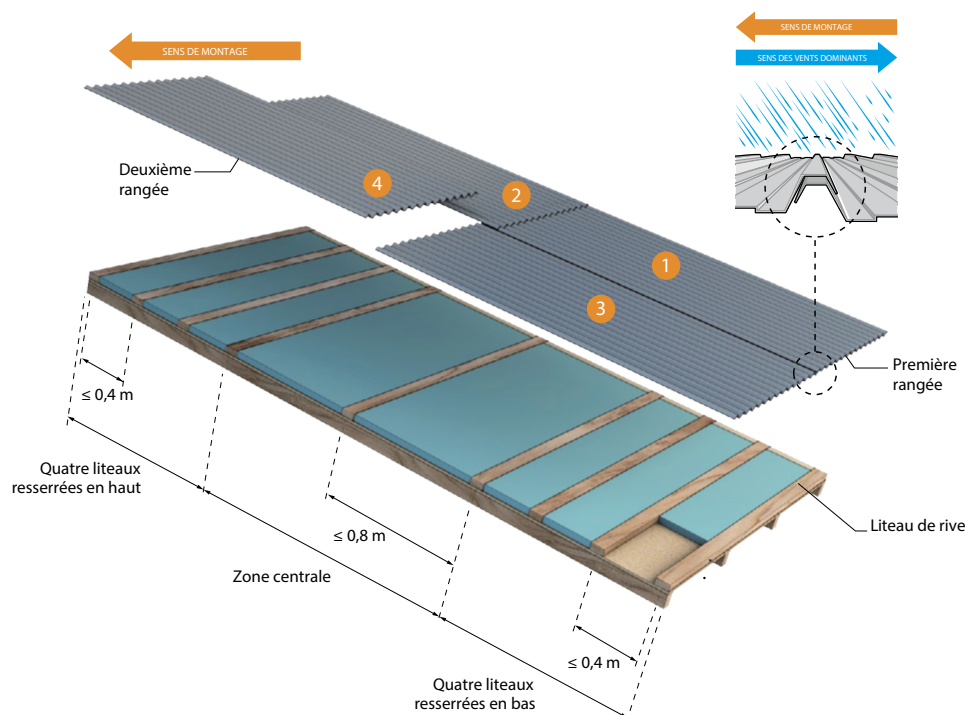


Figure 6 : Exemples de calepinage selon un ordre de montage basé sur le sens des vents dominants

Sur une charpente à base de chevrons et liteaux, **les tôles doivent être fixées sur chacun des liteaux**. Les chevrons et les liteaux sont resserrés au niveau de chaque bord de la toiture. Les liteaux de rive permettent en plus la fixation des accessoires.

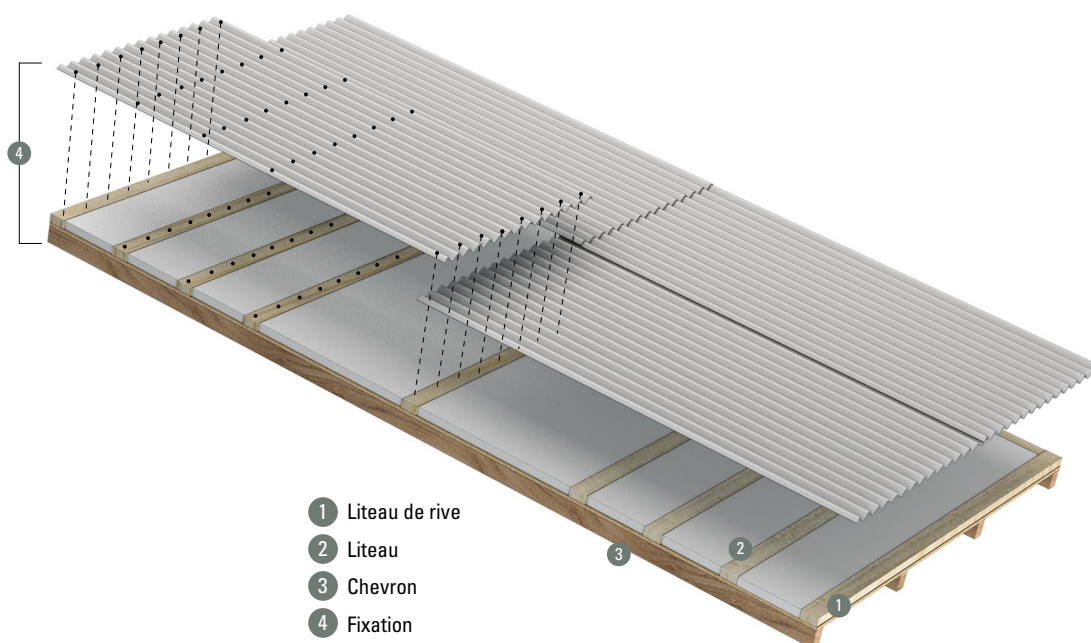


Figure 7 : Exemples de fixations pour un réseau de liteaux fixés à des chevrons

3.3 Recouvrement des tôles

Les tôles nervurées nécessitent le recouvrement longitudinal (tôles côte à côte) **d'une seule nervure entre deux tôles**. Le recouvrement transversal (dans le sens de la pente) est de **20 cm minimum**.

Les tôles ondulées s'ajustant moins bien que les tôles nervurées requièrent un recouvrement longitudinal **de deux ondes**. Le recouvrement transversal est de **25 cm minimum**.

Le recouvrement transversal doit être réalisé **au niveau d'un appui** et la fixation doit être située **au centre du recouvrement**. De plus, les tôles sont fixées au niveau de chaque panne avec un **minimum de trois fixations**.

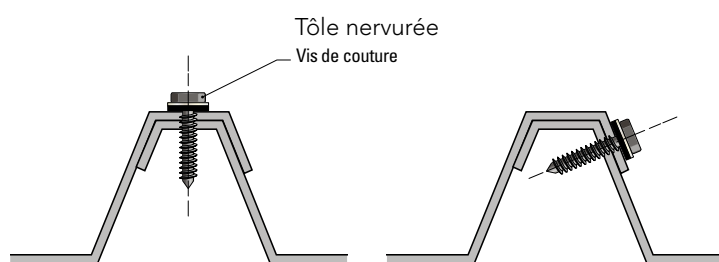


Figure 8 : Recouvrement longitudinal pour une tôle nervurée

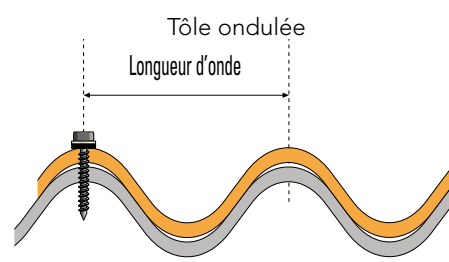


Figure 9 : Recouvrement longitudinal pour une tôle ondulée

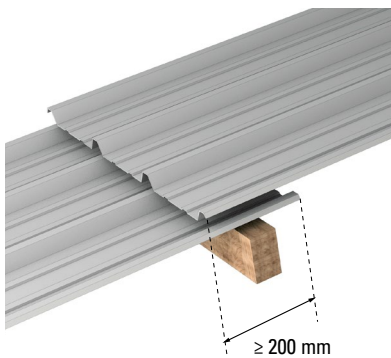


Figure 10 : Recouvrement transversal minimum pour une tôle nervurée

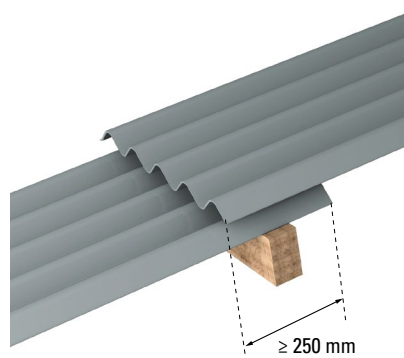


Figure 11 : Recouvrement transversal minimum pour une tôle ondulée

Un joint d'étanchéité doit être disposé longitudinalement ou transversalement au niveau des recouvrements entre tôles de manière à éviter les remontées d'humidité. Par exemple, une possibilité est d'insérer entre les deux ondes (ou nervures) une bande EPDM (ou alternatively un joint mastic butyl ou un joint en polyéthylène adhésivé).

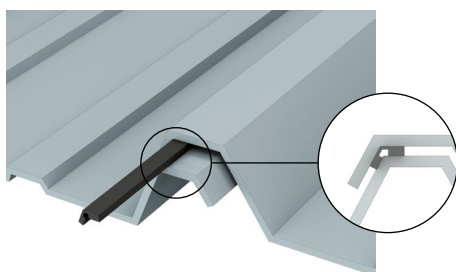


Figure 12 : Bande d'étanchéité

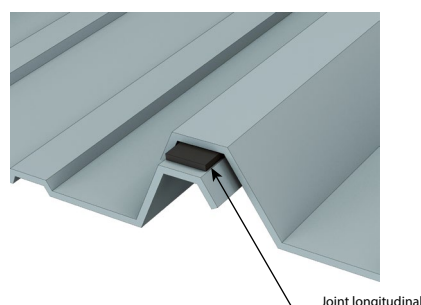


Figure 13 : Joint longitudinal en polyéthylène adhésivé

3.4 Débord de couverture

Dans le sens transversal, les débords de toiture sont proscrits.

Dans le sens longitudinal, le débord de la tôle par rapport à la panne la plus basse de la toiture doit être limité à 10 cm. Si le débord excède 10 cm, il est nécessaire de renforcer le débord de tôle par des éléments de charpente. Au-delà de 50 cm, les éléments de charpente doivent être eux-mêmes renforcés. Une possibilité est de recourir à un bracon par exemple.

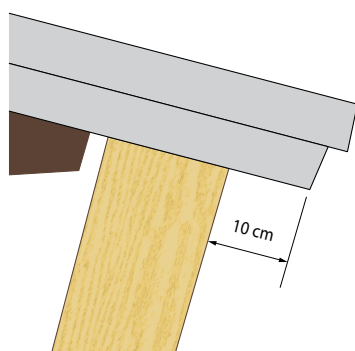


Figure 14 : Débord maximal de la couverture en rive basse sans renfort

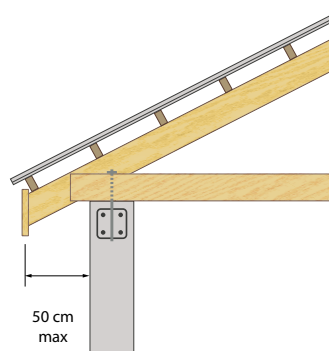


Figure 15 : Débord maximal de la couverture en rive basse avec prolongement de la charpente

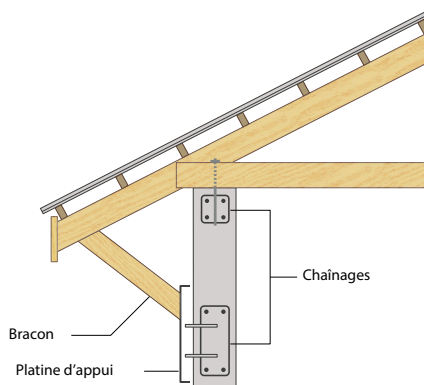


Figure 16 : Débord excédant 50 cm nécessitant un renfort de la charpente

3.5 Fixation de la couverture

La fixation des tôles est effectuée par les éléments suivants :

- **support bois** : tirefonds de 6 mm de diamètre et de 100 mm de long minimum. Pénétration dans la panne ou le liteau de 50 mm minimum ;
- **support métallique** : vis auto-foreuses (auto-perceuses) ou auto-taraudeuses de 5,5 mm de diamètre et de 60 mm de long minimum. Pénétration dans la panne de 2 filets au moins. Les vis auto-taraudeuses nécessitent un pré-perçage ; elles peuvent également être utilisées en diamètre 6,3 mm pour une réparation.

Pour les tirefonds et les vis autotaraudeuses, la pose s'effectue sans préperçage du support⁵ mais avec préperçage des plaques métalliques. Le diamètre de perçage des plaques métalliques est égal au diamètre nominal de la fixation + 1 mm. Le perçage s'effectue au sol, par groupe de 5 ou 6 plaques, après avoir établi un gabarit sur une première plaque que l'on reportera sur toutes les autres plaques. Les plaques doivent être posées au sol, nervures principales vers le bas dans le cas de tôles nervurées. Tous les copeaux doivent être éliminés. Le percement des plaques à l'aide d'une broche ou de la fixation de sommet d'onde ou de nervure (tirefond ou vis) est proscrit.

Pour les vis autoperceuses, la pose s'effectue généralement sans préperçage du support⁶ et sans préperçage des plaques nervurées métalliques.

On rappelle que les clous sont proscrits.

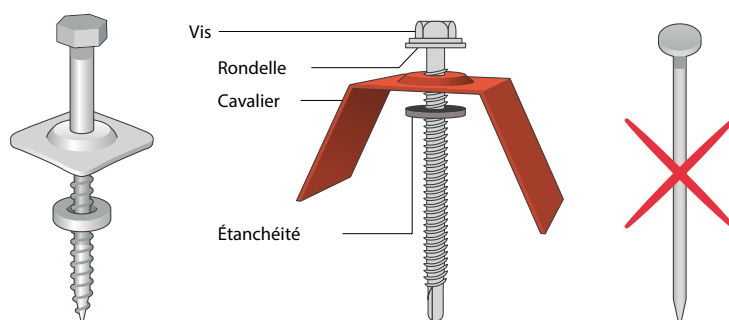


Figure 17 : Exemples de fixations

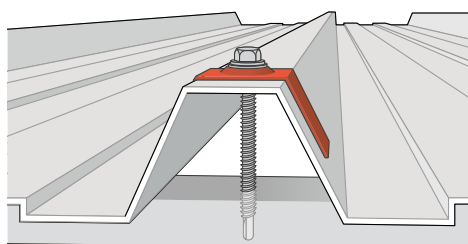


Figure 18 : Vis dans une panne métallique

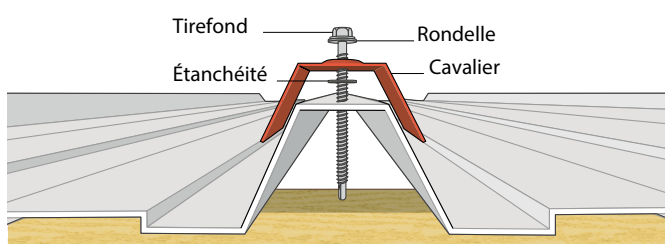


Figure 19 : Vue éclatée d'une vis dans une panne bois

⁵ Néanmoins, la dureté de certaines essences de bois exotiques peut, au cas par cas, nécessiter un préperçage du support.

⁶ Idem

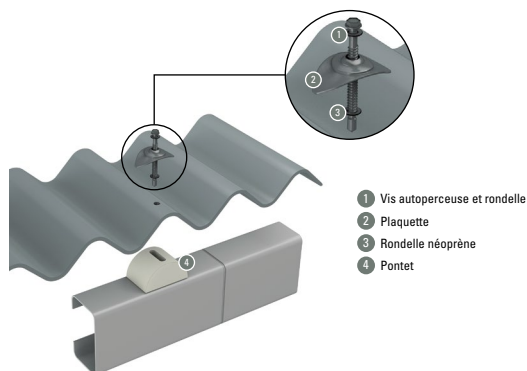


Figure 20 : Fixation d'une tôle ondulée avec pontet

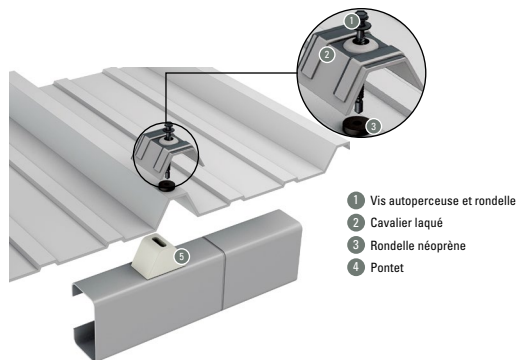


Figure 21 : Fixation d'une tôle nervurée avec pontet

La fixation est composée de plusieurs éléments respectant les exigences suivantes :

- **cavalier** : il doit être adapté à la tôle choisie et fabriqué dans les mêmes matériaux. Il doit être mis en place entre la rondelle d'étanchéité et la tête de la fixation ;



Figure 22 : Cavalier nervuré



Figure 23 : Plaquette ovale

- **pontet** : il doit être adapté à la tôle choisie et fabriqué dans les mêmes matériaux (ou alternativement en plastique). Les pontets sont à positionner sous les ondes (ou nervures) de la tôle et doivent avoir exactement les mêmes dimensions que l'onde (ou la nervure) afin de maximiser le contact avec l'élément support et la tôle. Dans certains cas décrits à la fin de cette partie, il est nécessaire de placer un pontet sous la tôle au niveau de la fixation afin de la rigidifier et de faciliter le serrage.



Figure 24 : Pontet pour tôle ondulée

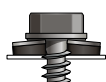


Figure 25 : Pontet pour tôle nervurée

- **deux rondelles** : une rondelle d'appui placée contre la tête de la vis ou du tirefond et une rondelle d'étanchéité insérée entre le cavalier et la tôle. La rondelle d'appui doit être dans le même matériau que la fixation et la tôle. La rondelle d'étanchéité est fabriquée dans un matériau étanche type néoprène, EPDM ou assimilés.

NOTE

Les rondelles d'étanchéité doivent être correctement serrées sans être écrasées. Le serrage des fixations doit être réalisé à l'aide d'une visseuse équipée d'un dispositif de réglage permettant un contrôle du serrage par butée de profondeur et/ou limiteur de couple.



Trop faible

Figure 26 : Serrage trop faible



Correct

Figure 27 : Serrage correct



Trop fort

Figure 28 : Serrage trop fort

Les tôles doivent être fixées à 3 éléments de charpente minimum et être fixées en sommet d'onde (ou de nervure).

Pour les tôles nervurées, toutes les nervures sont fixées à la charpente support au niveau de toutes les pannes et liteaux.

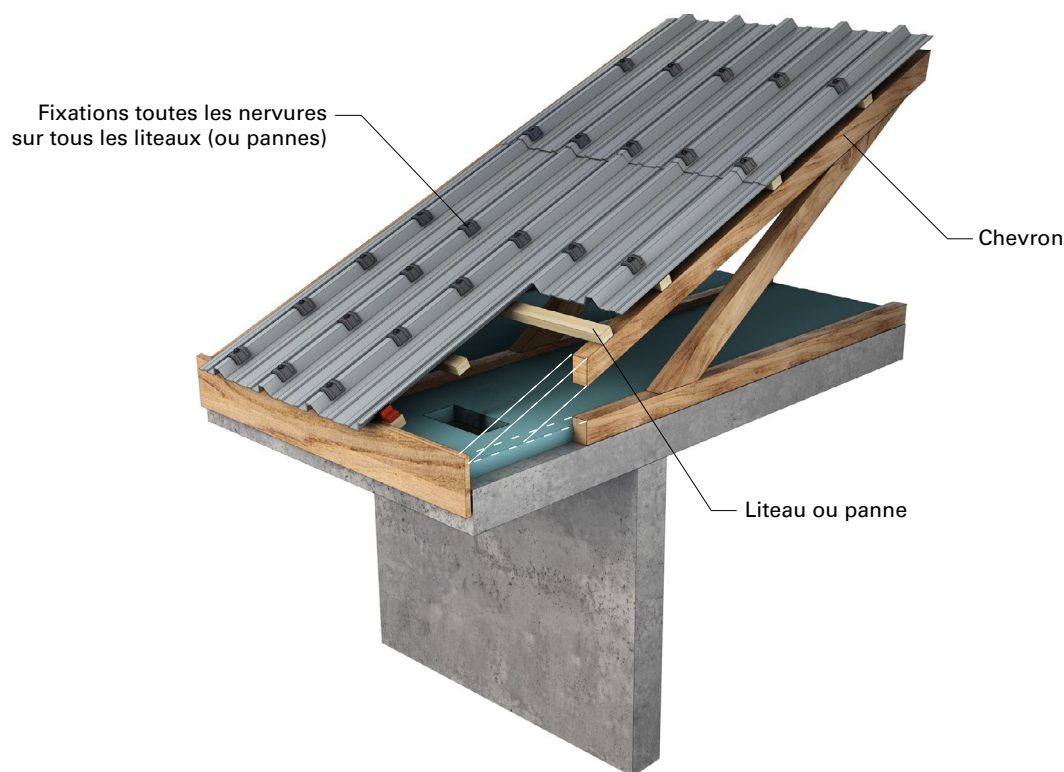


Figure 29 : Densité de fixation d'une tôle nervurée en zone cycloniques

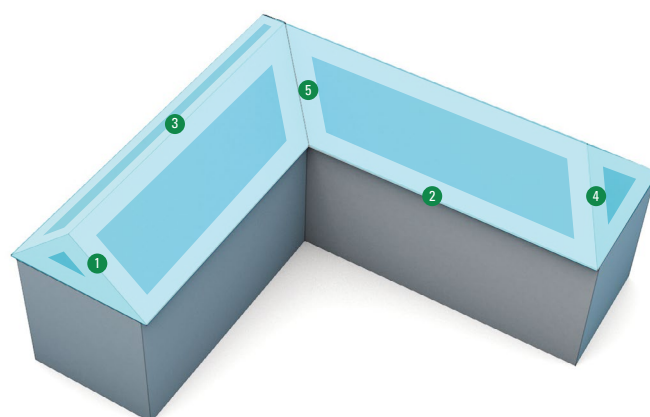
Pour les tôles ondulées, les fixations sont implantées sur toutes les pannes et liteaux :

- 1 onde sur 3 en zone courante ;
- 1 onde sur 2 en zone critique ;
- sur deux ondes au niveau de tous les recouvrements longitudinaux (côte à côte).

Les zones critiques correspondent aux situations suivantes :

- **recouvrement transversal** : fixations 1 onde sur 2 sur la panne ou les liteaux de recouvrement
- **rive latérale, arêtier et noue** : fixations 1 onde sur 2 sur une largeur de tôle minimum ;
- **égout et faîtage** : fixations 1 onde sur 2 sur les deux pannes ou liteaux en bordure de toit ;
- **pénétrations** : fixations 1 onde sur 2 sur les pannes et liteaux bordant la pénétration.

Les zones courantes correspondent à toutes les zones hors zones critiques.



- ① Rive
- ② Égout
- ③ Faîtage

- ④ Arêtiers
- ⑤ Noue

Densité mini de fixation en zone cyclonique :

Partie courante - 1 onde sur 3

Points singuliers - 1 onde sur 2

Faîtage - sur les 2 dernières pannes

Égout - sur les 2 premières pannes

Rive, arêtier, noue - sur une largeur de plaque

Figure 30 : Localisation et densité des fixations en zone cycloniques

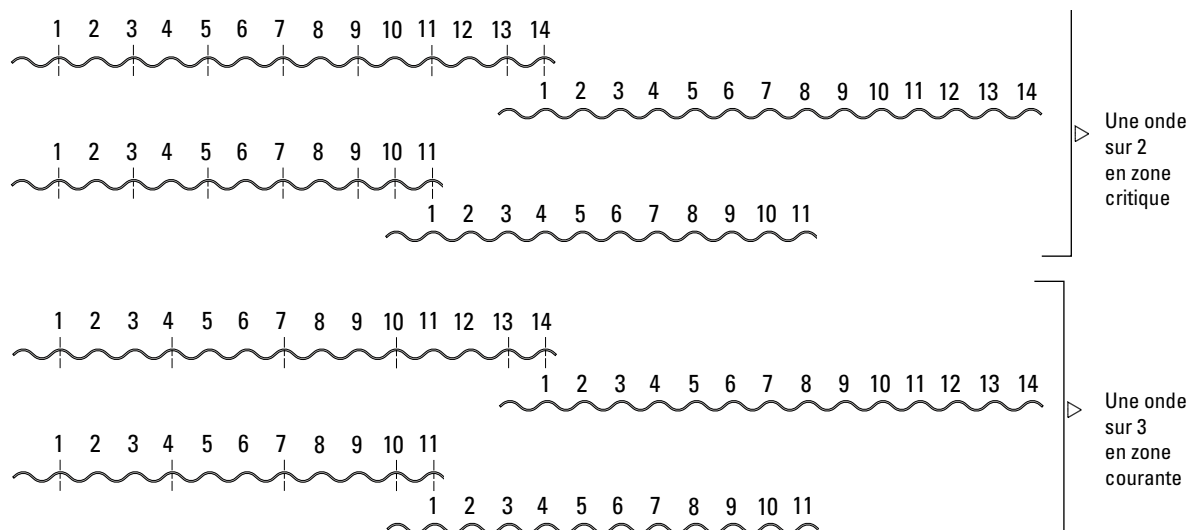


Figure 31 : Implantation des fixations aux recouvrements sur une couverture en tôles ondulées de 14 et 11 ondes

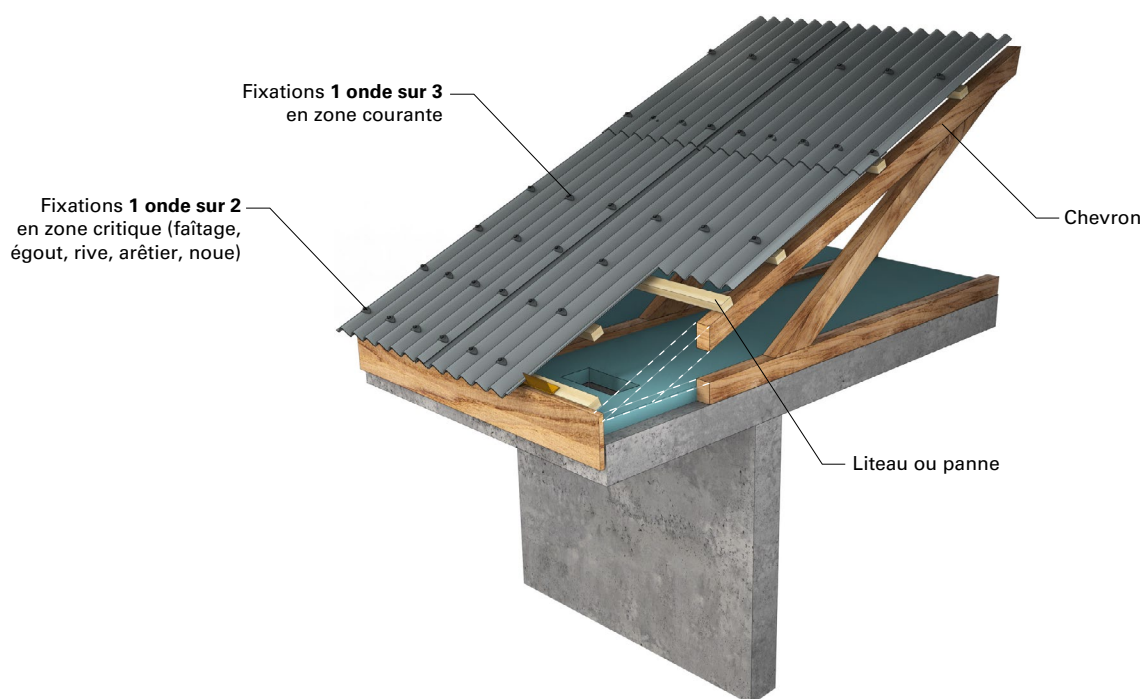


Figure 32 : Densité de fixation d'une tôle ondulée en zone cycloniques

En plus de la fixation des tôles sur leur support, **des fixations de couture** sont utilisées pour couter les tôles au niveau des recouvrements longitudinaux entre deux supports (pannes ou liteaux). La longueur minimale de la vis de couture est de 19 mm.

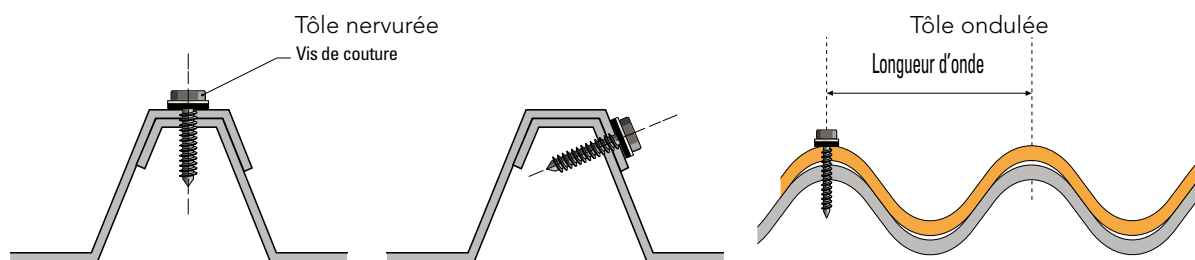


Figure 33 : Exemples de calepinage de deux rangées de plaques

L'espacement maximal entre les vis de couture est fourni dans le tableau suivant :

Tôle nervurée	Tôle ondulée
$\frac{1}{2}$ de la portée, sans être supérieur à 0,40 m	Pour des portées > 0,80 m : $\frac{1}{2}$ de la portée, sans être supérieur à 0,50 m Pour des portées \leq 0,80 m : Facultatif

Tableau 4 : Espacement maximal entre les vis de couture (portée = distance entre deux pannes)

Pour les tôles nervurées et ondulées, il est nécessaire **de disposer des pontets au minimum au niveau des deux premières rangées de fixation** sur le pourtour de la toiture et de part et d'autre des zones de changement de pente.

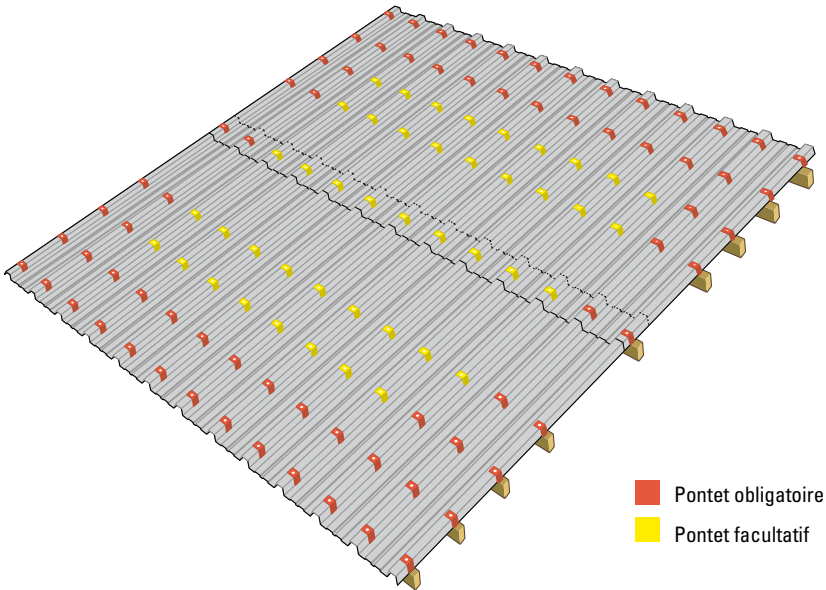


Figure 34 : Exemples de zones où disposer les pontets pour une toiture à un ou deux versants

3.6 Accessoires de couverture

Il existe deux types de **closoirs** : le closoir profil et le closoir contre-profil. Les closoirs profils sont placés sous la couverture, en égout par exemple. Les closoirs contre-profil sont positionnés en faîtage sous la faîtière. Les closoirs mousses sont essentiels au calfeutrement des toitures en rive et au faîtage. Lors d'un épisode cyclonique, ils évitent les infiltrations d'air dans l'épaisseur de la toiture pouvant conduire à l'effondrement des plafonds.

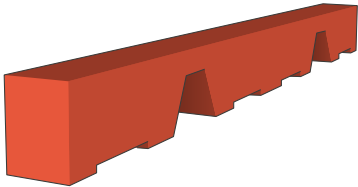


Figure 35 : Closoir étanche en mousse

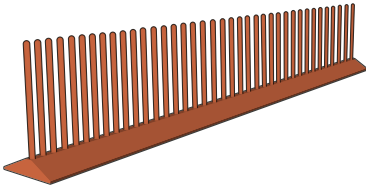


Figure 36 : Closoir perméable

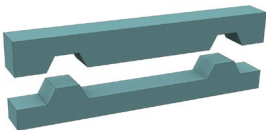


Figure 37 : Closoirs profil et contre-profil (tôle nervurée)

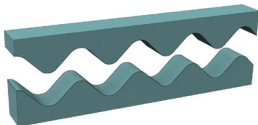


Figure 38 : Closoirs profil et contre-profil (tôle ondulée)

La **faîtière** protège des infiltrations d'eau qui pourraient survenir au niveau du faîtage. Le profil des ondes (ou nervures) découpé dans les faîtières de type crantée doit être adapté au profil des plaques de couverture en partie courante.

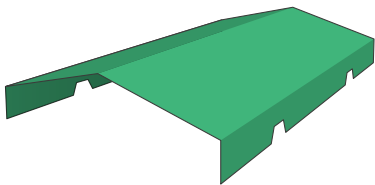


Figure 39 : Faîtière crantée

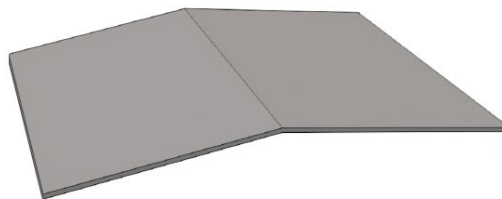


Figure 40 : Faîtière non crantée

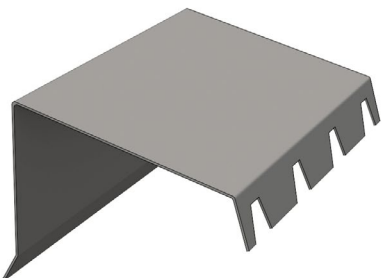


Figure 41 : Demi-faîtière crantée



Figure 42 : Coupelle pour faîtière plane

La **corniche de rive** (ou **bande de rive**) est un habillage généralement métallique qui protège les éléments de charpente contre les intempéries et facilite l'évacuation des eaux.

Modèle A



Modèle B



Modèle C

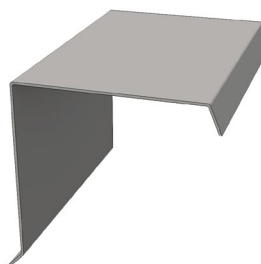


Figure 43 : Bande de rive

Le rôle **du solin** est d'assurer l'étanchéité entre la couverture et les différentes émergences qui la traversent ou qui sont en saillie (cheminée, chien-assis, etc.)

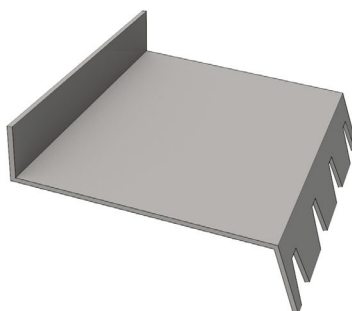


Figure 44 : Solin cranté

3.7 Fixation des accessoires

Les accessoires de couverture doivent également être **fixés convenablement sur les éléments de charpente**, d'autant plus qu'ils se situent dans les zones les plus exposées au vent. Il convient de respecter :

- au moins deux fixations par accessoire ;
- un espacement entre fixations de 0,30 m au maximum ou une vis par onde (ou nervure).

Les fixations doivent aller jusqu'à l'élément porteur de la charpente. La longueur minimale de la fixation est de 19 mm.

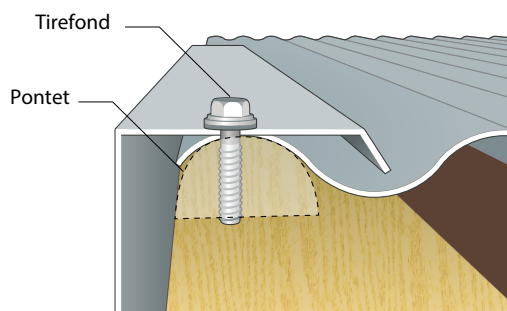


Figure 45 : Fixation d'une bande de rive jusqu'au liteau

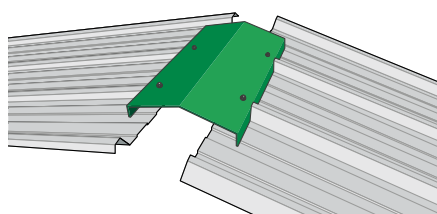


Figure 46 : Faîtage non ventilé

3.8 Cas des Antilles et de Mayotte : dalle en béton rapportée sur toiture existante interdite

La disposition consistant à **couler du béton à la place d'une toiture légère est à proscrire**. Ajouter une masse importante en haut du bâtiment est très risqué en cas de séisme. Seuls des professionnels qualifiés peuvent envisager cette disposition moyennant :

- une analyse de la structure existante ;
- une conception de l'ensemble composé de la structure renforcée et du béton rapporté par un bureau d'études qualifié ;
- le renfort de l'ensemble de la structure par une entreprise compétente ;
- la réalisation soignée du béton rapporté par une entreprise compétente avec une attention particulière au niveau des liaisons avec la structure.

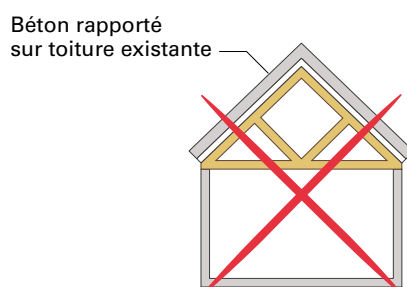


Figure 47 : Dalle de béton rapportée sur la charpente à proscrire sauf justification par une étude menée par des professionnels qualifiés (comportement sismique)

4. Exemples d'espacements entre éléments de support de couverture

L'espacement entre support de couverture est dicté par les charges de vent appliquées directement sur la couverture. Des tableaux de dimensionnement sont proposés dans le *guide de conception et de construction paracyclonique pour maisons individuelles* (C2PMI).

À défaut d'utiliser ces tableaux, les dispositions forfaitaires indiquées ci-après⁷ peuvent être appliquées sous réserve de respecter les hypothèses suivantes :

- Pente de toiture supérieure à 15 % pour des tôles nervurées et 25 % pour des tôles ondulées ;
- Hauteur minimale des nervures de 35 mm pour des tôles nervurées et 18 mm pour des tôles ondulées ;
- Épaisseur de tôle supérieure ou égale à 0,75 mm ;
- Les dimensions des éléments de charpente sont conformes aux dimensions fournies dans les fiches pratiques *Charpente en bois* et *Charpente métallique*.

La couverture est soit fixée à des pannes, soit à des liteaux. Les espacements sont donnés sur les figures suivantes :

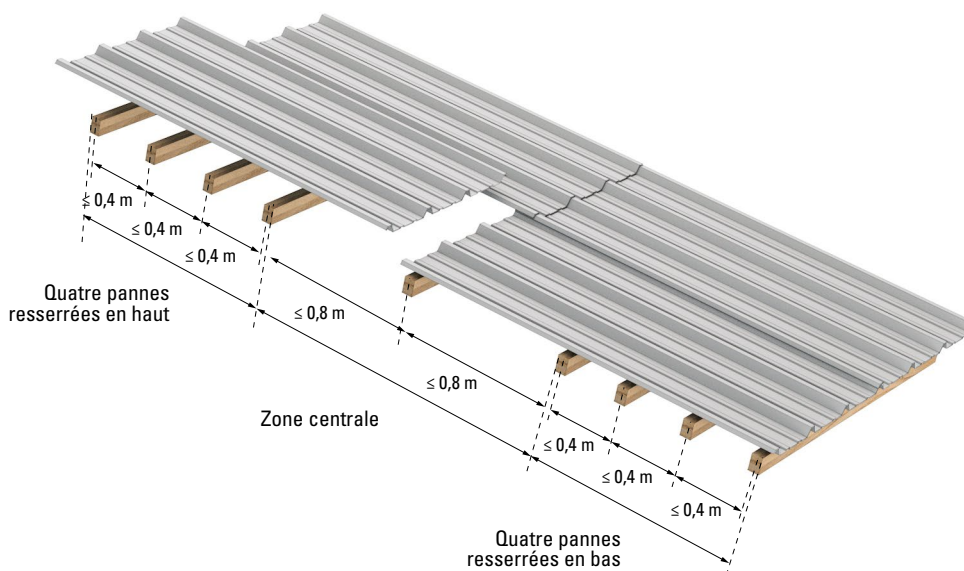


Figure 48 : Pannes bois

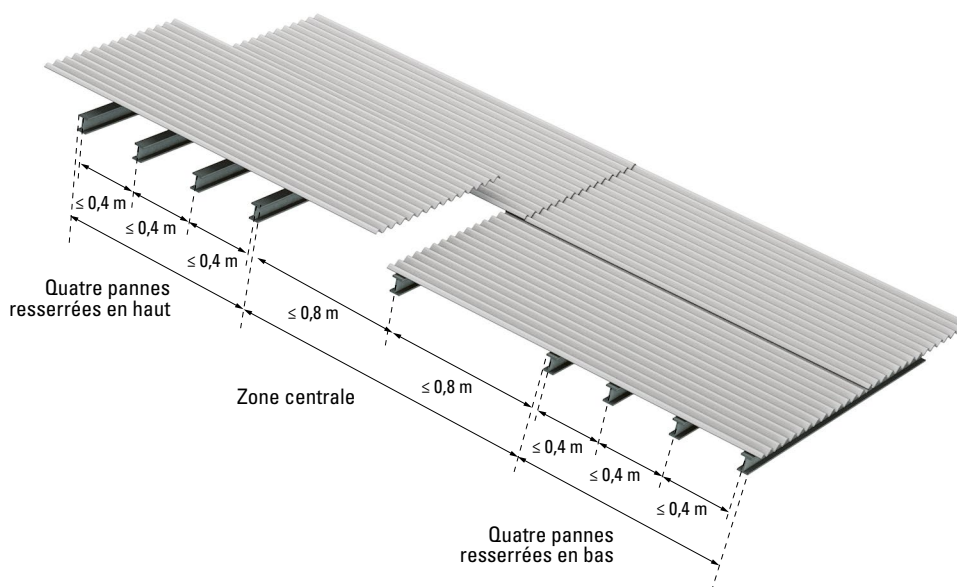


Figure 49 : Pannes métalliques

⁷ Ce dimensionnement est repris du guide PACTE des *Recommandations professionnelles : Couverture en plaques nervurées/ondulées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques*.

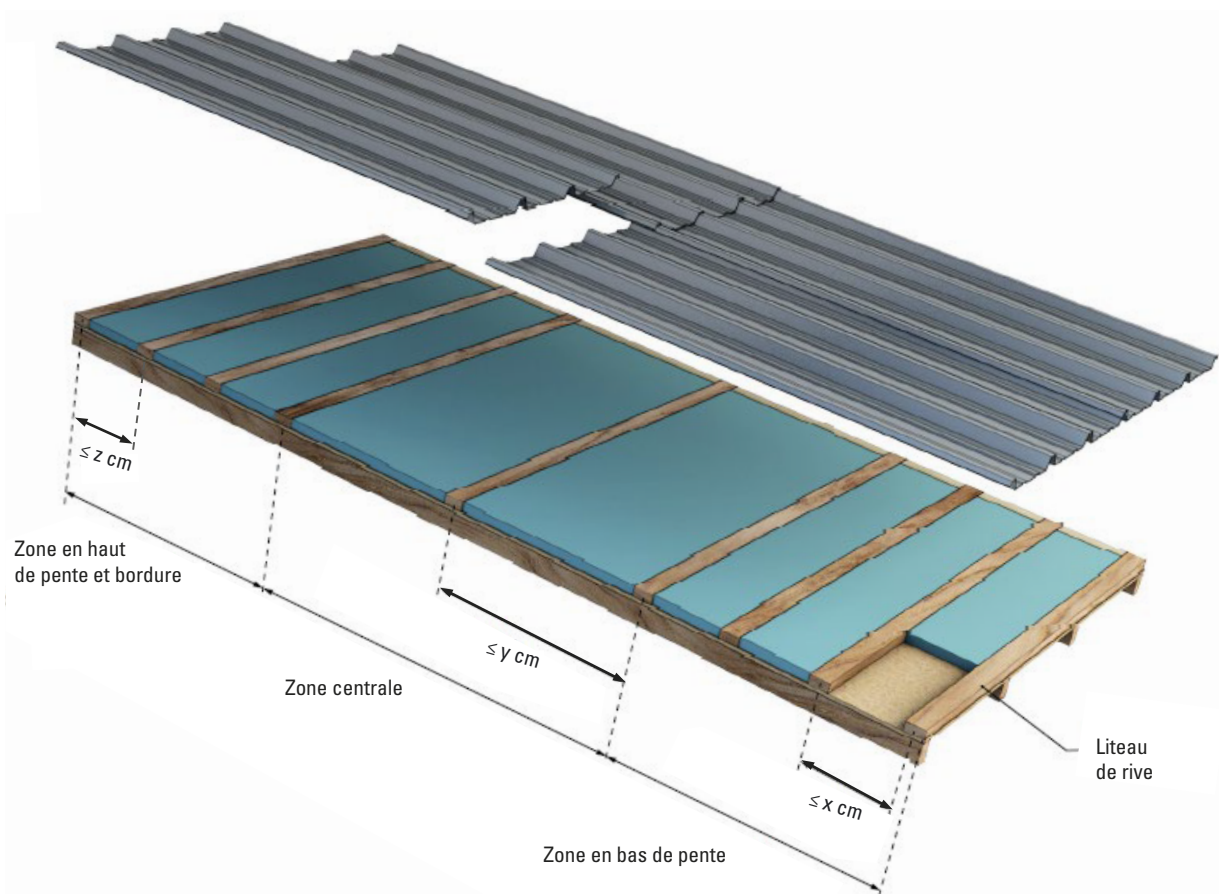


Figure 50 : Liteaux fixés à la structure porteuse à travers un parement décoratif bois continu posé sur chevrons

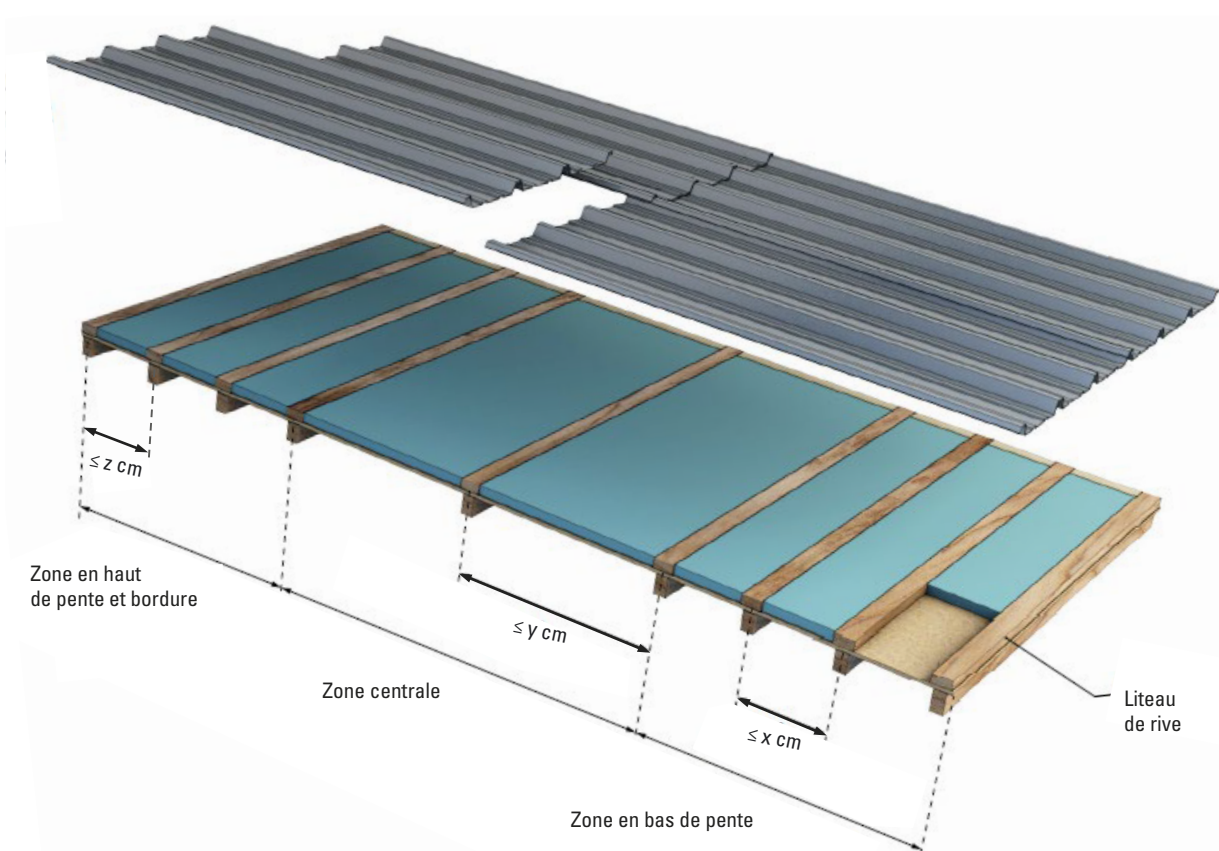


Figure 51 : Liteaux fixés à la structure porteuse à travers un parement décoratif bois continu posé sur pannes

5. Entretien et stockage

5.1 Outillage

Afin d'éviter tout risque de corrosion prématurée ou de dégradation du revêtement, les découpes s'effectuent **uniquement à la grignoteuse ou via une cisaille à tôle à dents fines**. Les copeaux créés lors de la coupe doivent obligatoirement être retirés pour éviter une corrosion prématurée des tôles.

L'utilisation d'une tronçonneuse ou tout autre outil à vitesse élevée, type disqueuse, est à proscrire. Le recours à un marteau pour la mise en œuvre des tôles est interdit.

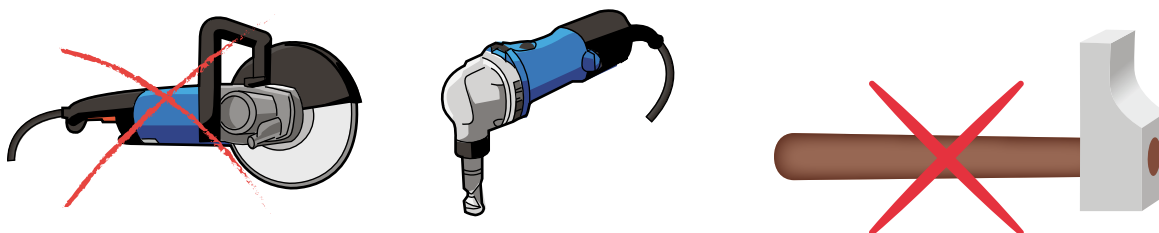


Figure 52 : Outils autorisés et interdits pour la mise en œuvre des tôles

Le pliage du bord relevé des plaques au faîtage est réalisé à l'aide d'une « pince à bac acier » adaptée à la largeur de la plage des plaques nervurées.

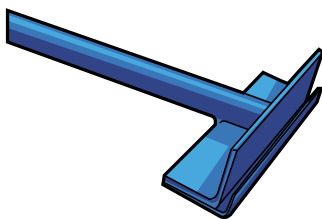


Figure 53 : Pince à bac acier

Le vissage des fixations des plaques nervurées de couverture sur le support doit être réalisé à l'aide de **visseuses équipées d'un dispositif de réglage permettant un contrôle du serrage** par butée de profondeur ou par limiteur de couple.

L'utilisation de visseuses à chocs ou clefs à chocs est à proscrire.



Figure 54 : Visseuse munie d'une butée de profondeur

Les dispositifs de protection tels que lignes de vie et garde-corps ne doivent pas être ancrés dans les plaques nervurées.

5.2 Entretien et inspection



Entretien une fois par an à l'approche de la saison cyclonique

Un rinçage à l'eau claire ou à l'aide de produits adaptés à pH neutre est à prévoir principalement sur les parties d'ouvrages qui ne sont pas rincées naturellement par la pluie. Les produits à base de solvants et les produits chlorés sont proscrits.

L'entretien annuel est accompagné d'une **inspection visuelle** des fixations et des surfaces de tôles visibles. L'objectif est de vérifier que les éléments ne présentent pas de départ de corrosion, de déformation ou de défaut de fixation. Il faut également vérifier que les évacuations d'eau ne sont pas obstruées.



Inspection complète⁸ des toitures tous les 3 ans

Elle inclut les vérifications suivantes :

Inspection de la couverture	Inspection des fixations et accessoires
<ul style="list-style-type: none">• Vérifier que les tôles ne présentent pas de corrosion, particulièrement en rive d'égout et au niveau des recouvrements transversaux et longitudinaux. → Si la corrosion est visible en sous-face, c'est qu'il y a potentiellement de la condensation. Il faut alors augmenter la ventilation des combles. → Si la corrosion est visible en surface, c'est que le revêtement de la couverture a été potentiellement dégradé.• Vérifier que le bord des tôles ne présente pas de corrosion• Purger et traiter les amorces de corrosion par un revêtement anti-corrosion.	<ul style="list-style-type: none">• Vérifier qu'il n'y a pas de coulure de rouille. S'il y en a, rechercher la source et changer la fixation concernée• Vérifier que les fixations ne présentent ni corrosion ni défaut de serrage• Vérifier la bonne fixation des accessoires• Vérifier l'état des accessoires (closoirs, solins, larmiers, bandeaux...)• Vérifier que les évacuations d'eau ne sont pas bouchées par des végétaux ou des objets, surtout si la toiture est en dessous d'arbres

Ces entretiens et inspections périodiques sont consignés dans un **carnet d'entretien** assorti d'un rapport photographique de l'état de la couverture, de la charpente et de la structure avant et après nettoyage. Contrat d'entretien, rapport et factures sont annexés au carnet d'entretien.

Lors des circulations en cours d'entretien, le recours à des dispositions particulières doit permettre de limiter le risque de poinçonnement des parties planes, de déformation des nervures ou de détérioration du revêtement de protection des plaques nervurées et des accessoires de couverture. Ces dispositions particulières peuvent être par exemple : des chemins de circulation, des plateformes, des planches, des échelles, etc.

Lorsque l'ouvrage subit au fil du temps une évolution de son contexte entraînant une **modification de l'atmosphère ambiante vers des conditions plus agressives** (pollutions nouvelles, par exemple), l'adaptation du revêtement de la couverture métallique d'origine doit être réexaminée et le revêtement éventuellement adapté à ces nouvelles conditions.

À la fin de la première année ainsi qu'à la suite d'un cyclone, il convient de vérifier le bon serrage des fixations des tôles (si besoin, resserrer sans déformer la tôle). La chaleur et le séchage du bois peuvent provoquer des déformations réduisant le serrage des tirefonds. En cas de problème plus sérieux détecté, il est nécessaire de changer les fixations voire la tôle si besoin.

⁸ Bien que cette vérification ne soit pas réglementaire, les assurances commencent à conditionner le remboursement à la réalisation périodique de cette vérification.

5.3 Stockage

La **livraison** des marchandises doit garantir l'intégrité des éléments (chocs, déformations, griffures) et assurer une protection contre l'humidité et les intempéries tout au long du transport. Toute anomalie doit être consignée au procès-verbal de réception du transporteur.

Le **stockage** des colis de plaques ondulées, des fixations et des accessoires doit se faire dans des conditions qui **préservent les produits de l'humidité** (pluie, condensation, remontées capillaires), par exemple via un magasin aéré couvert ou une bâche.

Les colis sont **inclinés par rapport à l'horizontale pour favoriser leur séchage et séparés du sol** par l'intermédiaire d'un calage ménageant un espace suffisant pour permettre une bonne aération et ce, en évitant toute déformation permanente des plaques. On évite ainsi une altération superficielle des revêtements.

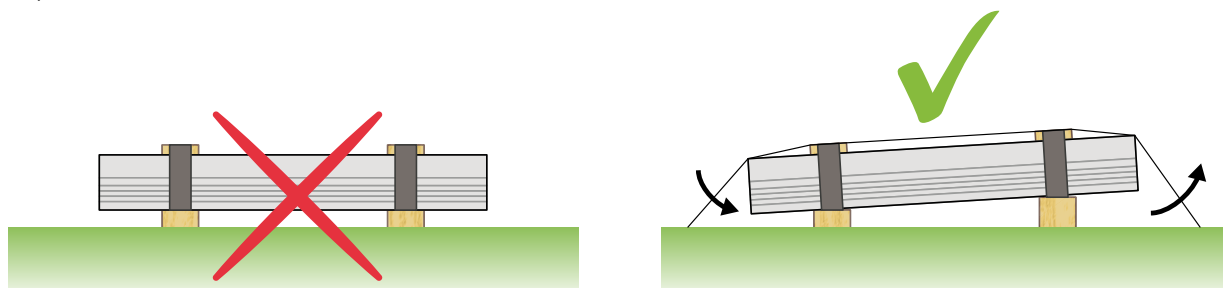


Figure 55 : Stockage

NOTE

Dans le cas où une protection par un film pelable est prévue, le stockage doit être effectué à l'abri du soleil. Le film doit être enlevé dès que possible en se référant aux instructions figurant sur l'emballage. On veillera à ne pas égratigner la laque et à ne pas déformer les bords et les ondes (ou nervures) de rive des plaques. En cas de griffure, il est nécessaire de recourir à un vernis de retouche à base de résine acrylique modifiée avec un inhibiteur de corrosion. Le vernis de finition doit être prescrit par le fabricant des plaques nervurées.

6. Références

NF DTU 40.32 (P34-201) d'avril 1967 : Couverture en plaques ondulées métalliques

NF DTU 40.35 (P34-205) de mai 1997 et juin 2006 : Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues

NF DTU 40.36 (P34-206) de mai 1993 : Couverture en plaques nervurées d'aluminium prélaqué ou non

NF DTU 43.3 (P84-206) d'avril 2008 : Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité

NF P34-401 : Couvertures – Plaques nervurées en acier galvanisé prélaquées ou non – Caractéristiques dimensionnelles, avril 2020

NF P34-411 : Couverture – Plaques ondulées ou nervurées en alliage d'aluminium, mars 1983

Recommandations professionnelles (PACTE) : Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques, décembre 2021, version 1.0

Recommandations professionnelles (PACTE) : Couverture en plaques ondulées issues de tôles d'acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques, décembre 2021, version 1.0.