

# **Support en bois et panneaux à base de bois pour couverture en bac métallique totalement supporté sous Document Technique d'Application**

*Cahier des Prescriptions Techniques communes de conception et de mise en œuvre*

## **Cahier des Prescriptions Techniques**

**Groupe Spécialisé n° 5.1**  
"Produits et procédés de couvertures"



Commission chargée de formuler des Avis Techniques  
et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

---

Secrétariat de la commission des Avis Techniques  
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2  
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : [www.ccfat.fr](http://www.ccfat.fr)

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

# SOMMAIRE

<b>Avant-Propos</b> .....	<b>5</b>
<b>Objet</b> 5	
<b>1. Principe et domaine d'emploi</b> .....	<b>5</b>
1.1. Principe.....	5
1.2. Domaine d'emploi.....	6
<b>2. Description des supports bois, panneaux à base de bois, fixations et écran d'interposition éventuel</b> 7	
2.1. Bois massif compatibles au sens du DTU 40.41 .....	7
2.2. Bois massif non compatibles au sens du DTU 40.41 .....	7
2.3. Panneaux à base de bois .....	7
2.3.1. Généralités .....	7
2.3.2. Panneaux de contreplaqué.....	7
2.3.3. Panneaux de particules .....	8
2.3.4. Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB).....	8
2.4. Fixations .....	8
2.4.1. Fixations pour support en bois massif .....	8
2.4.2. Fixations pour support en panneaux à base de bois .....	8
2.5. Ecran d'interposition ou de séparation .....	9
<b>3. Dispositions de conception</b> .....	<b>10</b>
3.1. Conditions relatives aux structures porteuses (à prévoir par les DPM).....	10
3.1.1. Charpente support.....	10
3.1.2. Largeur de repos sur appuis.....	10
3.1.3. Ancrage des fixations .....	11
3.2. Résistance aux charges descendantes.....	11
3.2.1. Support en bois massif .....	11
3.2.2. Support en panneaux à base de bois .....	11
3.3. Résistance aux charges ascendantes.....	13
3.3.1. Support en bois massif .....	13
3.3.2. Support en panneaux à base de bois .....	14
3.4. Ecran d'interposition .....	20
3.5. Ventilation.....	21
3.5.1. Ventilation sous support en bois massif .....	21
3.5.2. Ventilation sous support en panneaux à base de bois .....	22
3.5.3. Aération linéaire.....	22
<b>4. Dispositions de mise en œuvre</b> .....	<b>23</b>
4.1. Généralités .....	23
4.1.1. Protection des bois lors de la mise en œuvre.....	23
4.1.2. Prévention du risque d'éclatement des bois .....	23

4.2.	Support en bois massif .....	24
4.3.	Support en panneaux à base de bois .....	24
4.3.1.	Généralités .....	24
4.3.2.	Panneaux de contreplaqué .....	24
4.3.3.	Panneaux de particules .....	26
4.3.4.	Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB).....	27
4.4.	Fixation provisoire de l'écran d'interposition .....	27
<b>5.</b>	<b>Entretien .....</b>	<b>27</b>
	<b>Annexe A : Exemple de vérification d'un support en panneaux à base de bois pour couvertures métalliques totalement supportées sous DTA.....</b>	<b>28</b>
	<b>Annexe B : Valeurs de dépression calculées selon le e-cahier 3563.....</b>	<b>30</b>
	<b>Annexe C – Essais de fatigue et de résistance au vent à échelle réelle des procédés de couvertures en bacs métalliques totalement supportés.....</b>	<b>31</b>
	C1 - Charges .....	31
	C2 - Généralités .....	31
	C3 -Appareillage d'essai .....	31
	C4 - Support de la maquette .....	34
	C5 - Eprouvette .....	37
	C6 - Procédure d'essai .....	38

## Avant-Propos

Les Cahiers de Prescriptions Techniques (CPT) sont des parties intégrantes d'Avis Techniques présentant des dispositions communes. Ces CPT ne sont donc pas des textes à utiliser seuls, mais conjointement avec l'Avis Technique qui y fait référence, et qui peut les compléter ou les amender.

Le présent document s'appuie sur les référentiels du DTU 40.41, auquel se reportent les Documents Techniques d'Application de la famille « couverture en bac métallique totalement supporté », à savoir notamment :

- Règles NV 65 modifiées 2009 pour les charges climatiques ;
- Règles CB 71 pour les supports en bois massif ou en panneaux à base de bois.

NOTE : Comme mentionnée dans la clause A1.1 de la norme NF EN 1990/NA (Eurocode 0), il est rappelé que : « Les dispositions de la norme NF EN 1990 ne s'appliquent pas aux éléments de construction non structuraux. C'est le cas de certains éléments d'enveloppe ou de partition dans le bâtiment. Ces derniers font l'objet de dispositions spécifiques dans les normes DTU ou les Avis techniques. »

NOTE : Pour les procédés objet du présent document, le passage des calculs aux contraintes admissibles, aux calculs aux états-limites (Eurocode) se fera le moment venu, en fonction des souhaits et des besoins des professionnels de la couverture.

## Objet

Le présent CPT concerne les prescriptions techniques communes de conception et de mise en œuvre des supports en bois massifs ou en panneaux à base de bois pour couvertures en bacs métalliques totalement supportées sous Documents Techniques d'Application (DTA) (famille « Couverture en bac métallique totalement supporté »).

Il vise à homogénéiser les pratiques et prescriptions de mise en œuvre minimales communes à l'ensemble de la famille.

Les DTA sont délivrés par le Groupe Spécialisé n°5.1 « Produits et procédés de couvertures », et peuvent ajouter des prescriptions complémentaires par rapport au présent document. Par ailleurs, certains supports en bois massif ou en panneaux à base de bois décrits dans ce document, peuvent ne pas être visés par le DTA du procédé de couverture en bac métallique totalement supporté.

## 1. Principe et domaine d'emploi

### 1.1. Principe

Les supports en bois massif ou en panneaux à base de bois pour couvertures métalliques totalement supportés sous Documents Techniques d'Application (DTA), d'épaisseur minimale 15 mm (18 mm minimum pour les panneaux de particules et panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB)), peuvent être des supports :

- Sans écran d'interposition :
  - En bois massif compatible au sens du DTU 40.41 (cf. § 2.1 du présent document) ;
- Avec écran d'interposition (cf. § 2.5) :
  - En bois massif non compatible au sens du DTU 40.41 (cf. § 2.2 du présent document) ;
  - En panneaux à base de bois :
    - En panneaux de contreplaqué certifiés « NF extérieur CTB-X » (cf. § 2.3.2) ;
    - En panneaux de particules certifiés « CTB-H » (cf. § 2.3.3) ;
    - En panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) certifiés « CTB-OSB » (cf. § 2.3.4) ;

Le DTA du procédé de couverture en bac métallique totalement supporté précisera la nature des supports visés, ainsi que l'épaisseur minimale des supports en bois massif ou en panneaux à base de bois.

NOTE : L'épaisseur minimale des supports en bois massif ou en panneaux à base de bois doit être justifiée dans le cadre de l'instruction du DTA de couverture en bac métallique totalement supporté.

NOTE : Il est rappelé que les charges s'appliquant sur les supports en bois massif ou en panneaux à base de bois pour couvertures métalliques totalement supportés sous Documents Techniques d'Application (DTA) sont toujours considérées comme uniformément réparties.

NOTE : Si des équipements de protection individuelle ou collective sont prévus sur la couverture, comme pour tous les procédés de cette famille, leur ancrage ne doit se faire ni sur les joints debout, ni dans le support en bois massif ou en panneaux à base de bois, mais dans la charpente, vérifiée apte pour cet usage.

## 1.2. Domaine d'emploi

Les supports en bois massif ou en panneaux à base de bois pour procédés de « couverture en bac métallique totalement supporté » sous DTA peuvent être utilisés :

- En France métropolitaine (hors Départements et Régions d'Outre-Mer – DROM) et en climat de plaine (altitude  $\leq 900$  m) ;
- En construction neuve ou en rénovation totale (jusqu'à la charpente support) ;
- Sur tout type de bâtiments ;
- Au-dessus de locaux à hygrométrie faible et moyenne, c'est-à-dire pour lesquels le rapport  $W/n \leq 5$  g/m<sup>3</sup>, où W est la quantité de vapeur produite à l'intérieur du local par heure en g/m<sup>3</sup>, et n le taux de renouvellement de l'air, y compris les locaux classés EB+ privatifs au sens du Cahier du CSTB 3567\_V2 ;
- Sur structure porteuse en bois (cf. § 3.1.1) ;
- Sur couverture de forme plane.

Le DTA du procédé de couverture en bac métallique totalement supporté précise les dépressions au vent maximales admissibles (selon les règles NV 65 modifiées), les pentes minimales et maximales, et les longueurs de rampant maximales.

Les supports en bois massif ou en panneaux à base de bois sont ventilés en sous face.

NOTE : D'autres revendications peuvent être apportées (par exemple : couvertures cintrées, climat de montagne, pose sur pannes métalliques, etc....), moyennant justifications, dans le cadre de l'instruction du DTA de couverture en bac métallique totalement supporté.

NOTE : Les procédés consistant à associer des équipements solaires aux couvertures objet du présent document relèvent de la procédure d'Avis Technique auprès du Groupe Spécialisé n° 21 « Procédés photovoltaïques ».

## 2. Description des supports bois, panneaux à base de bois, fixations et écran d'interposition éventuel

### 2.1. Bois massif compatibles au sens du DTU 40.41

Les supports en bois massif compatibles au sens du DTU 40.41 sont réalisés en voliges, frises ou planches, conformes à la norme NF DTU 40.41, d'épaisseur minimale 15 mm (pour pose dite « jointive » ou « bouvetée »). Les essences compatibles sont celles définies dans la norme NF DTU 40.41.

NOTE : Le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre et le peuplier sont des exemples d'essences compatibles au sens du DTU 40.41.

### 2.2. Bois massif non compatibles au sens du DTU 40.41

Les supports en bois massif non compatibles au sens du DTU 40.41 sont réalisés en voliges, frises ou planches, conformes à la norme NF DTU 40.41, d'épaisseur minimale 15 mm. Les essences non compatibles sont celles définies dans la norme NF DTU 40.41.

NOTE : Le chêne, le châtaignier, le red cedar, le douglas, le bouleau et le mélèze sont des exemples d'essences non compatibles au sens du DTU 40.41.

Dans le cas de supports non compatibles au sens du DTU 40.41, c'est le Document Technique d'Application du procédé de couverture en bacs métalliques totalement supportés qui définira les essences compatibles et la nécessité éventuelle d'utiliser un écran d'interposition (cf. § 2.5).

### 2.3. Panneaux à base de bois

#### 2.3.1. Généralités

Dans le cas de supports en panneaux à base de bois, c'est le Document Technique d'Application du procédé de couverture en bacs métalliques totalement supportés qui définira la nécessité éventuelle d'utiliser un écran d'interposition (cf. § 2.5).

NOTE : La définition des panneaux de contreplaqué et des panneaux de particules renvoie au NF DTU 31.2 P1-2 plutôt qu'au NF DTU 43.4 P1-2 car il est plus récent que ce dernier pour ce qui est de la définition technique des panneaux à base de bois.

#### 2.3.2. Panneaux de contreplaqué

Les panneaux de contreplaqué sont conformes à la norme NF DTU 31.2 P1-2. Ils sont certifiés « NF Extérieur CTB-X ». Leur longueur maximale et leur largeur maximale sont : 315 cm et 155 cm. Ils ont une épaisseur de 15 mm minimum.

### 2.3.3. Panneaux de particules

Les panneaux de particules sont définis dans la norme NF DTU 31.2 P1-2. Ils sont certifiés « CTB-H ». Leur longueur maximale et leur largeur maximale sont :

- 205 cm × 100 cm pour les épaisseurs comprises entre 18 mm et 25 mm,
- 275 cm × 100 cm pour les épaisseurs supérieures à 25 mm.

Ils ont une épaisseur de 18 mm minimum.

### 2.3.4. Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB)

Les panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) sont de type OSB/3 ou OSB/4 définis dans la norme NF DTU 31.2 P 1-2. Ils sont certifiés « CTB-OSB ».

La longueur maximale des panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) est de 250 cm. Leur largeur maximale est de 91 cm.

Ils ont une épaisseur de 18 mm minimum.

## 2.4. Fixations

### 2.4.1. Fixations pour support en bois massif

Les fixations pour support en bois massif sont conformes au DTU 40.41, avec protection électrozingué selon la NF EN ISO 4042.

### 2.4.2. Fixations pour support en panneaux à base de bois

#### 2.4.2.1. Pointes torsadées ou annelées

Les pointes torsadées ou annelées doivent être conformes à la norme NF EN 10230-1, de diamètre minimal 2,5 mm, avec protection électrozingué selon la NF EN ISO 4042.

Epaisseur « a » des panneaux	≥ 15 mm	≥ 19 mm	≥ 22 mm	≥ 25 mm	≥ 30 mm
Longueur minimale des pointes annelées et torsadées	50 mm	50 mm	60 mm	70 mm	80mm

Tableau 1 - Longueur minimale des pointes torsadées ou annelées en fonction de l'épaisseur « a » des panneaux en mm

#### 2.4.2.2. Vis à bois

Les vis à bois doivent être à tête fraisée, et soit à fente (symbole FS), soit à empreinte cruciforme (symbole FZ) et conformes à la NF E 25-600, avec protection électrozingué selon la NF EN ISO 4042. D'autres empreintes sont possibles (par exemple empreinte six lobes).

Les vis à bois doivent avoir un diamètre minimal de 4mm et une longueur au moins égale aux valeurs indiquées dans le tableau 2.

Epaisseur « a » des panneaux	≥ 15 mm	≥ 19 mm	≥ 22 mm	≥ 25 mm	≥ 30 mm
Longueur minimale des vis	37,5 mm	45 mm	55 mm	62,5 mm	75 mm

Tableau 2 - Longueur minimale des vis en fonction de l'épaisseur « a » des panneaux en mm

## **2.5. Ecran d'interposition ou de séparation**

Le DTA du procédé de bac métallique totalement supporté peut rendre obligatoire un écran d'interposition ou de séparation en fonction de la nature du support bois ou panneaux à base de bois. Celui-ci est défini dans le DTA du procédé de bac métallique totalement supporté.

### 3. Dispositions de conception

#### 3.1. Conditions relatives aux structures porteuses (à prévoir par les DPM)

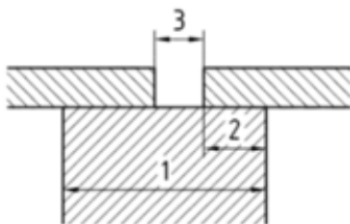
##### 3.1.1. Charpente support

La mise en œuvre des supports en bois massif ou en panneaux à base de bois est prévue pour être exécutée sur des structures porteuses en bois, conformément à la norme NF EN 1995-1-1/NA. Les valeurs limites à prendre en compte pour les flèches de la charpente sont celles figurant à l'intersection de la colonne « Bâtiments courants » et de la ligne « Éléments structuraux » du tableau 7.2 de la clause 7.2 (2) de la NF EN 1995-1-1/NA. La tolérance de planéité des éléments de charpente doit respecter le § 3 du DTU 40.41.

Les éléments supports en bois massif ou en panneaux à base de bois de « couverture en bac métallique totalement supporté » sous DTA ne participent pas au contreventement de la charpente.

##### 3.1.2. Largeur de repos sur appuis

Les largeurs minimales de repos sur les appuis (cf. figure 1), sont définies pour les différents types d'éléments supports. Elles sont récapitulées au tableau 3. Elles s'appliquent aux structures discontinues de tous types (pannes, chevrons, murs et fourrures).



##### Légende

- 1 : Largeur de l'appui
- 2 : Largeur de repos
- 3 : Jeu

Figure 1 – Largeur de repos sur appuis

Nature de l'élément porteur		Appuis intermédiaires	Appuis d'extrémité
Bois massif		35	30
Panneaux de contreplaqué	Pose sur trois appuis	55	25
	Pose au carré*	45	20
Panneaux de particules	Pose sur trois appuis	60	25
	Pose au carré*	55	25
Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB)	Pose sur trois appuis	60	25
	Pose au carré*	55	25

\* : ou sur appuis périmétriques.

Tableau 3 – Rappel des largeurs minimales de repos (mm) des éléments porteurs

### 3.1.3. Ancrage des fixations

Le chevron ou la panne support de panneau ont une hauteur minimale correspondant à la somme de :

- L'enfoncement mentionné aux tableaux 13,15 et 17, selon le type de fixations,
- 20 mm.

## 3.2. Résistance aux charges descendantes

### 3.2.1. Support en bois massif

La résistance aux charges descendantes du support bois massif est définie au DTU 40.41, § 5.131 « supports en bois massif », tableaux 2 et 3 du DTU 40.41.

### 3.2.2. Support en panneaux à base de bois

#### 3.2.2.1. Panneaux de contreplaqué

Les portées maximales (en centimètres), d'axe en axe en fonction, des charges normales (selon règles NV 65 modifiées) descendantes de neige (autres que le poids propre des éléments porteurs) sont les suivantes :

#### Pose sur 3 appuis ou plus

Epaisseur	Charge normale de neige (selon règles NV 65 modifiées)		
	100 daN/m <sup>2</sup>	150 daN/m <sup>2</sup>	200 daN/m <sup>2</sup>
≥ 15 mm	76 cm	66 cm	60 cm
≥ 19 mm	90 cm *	84 cm	76 cm
≥ 22 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*
≥ 25 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*

\* : Valeur maximale de l'espacement entre chevrons par construction dans tout le document.

Tableau 4 - Portées maximales (cm) des supports en panneaux de contreplaqué en fonction des charges descendantes (pose sur trois appuis ou plus)

Ces valeurs ont été établies pour un contreplaqué NF Extérieur CTB-X isotrope présentant un module d'élasticité de 4 000 MPa (40 000 daN/cm<sup>2</sup>) selon la norme NF EN 310.

NOTE : Le calcul a été conduit en adoptant un taux d'humidité inférieur à 22 %. Il est tenu compte d'un coefficient de sécurité à la rupture au moins égal à 5 et d'une flèche instantanée de 1/400 ou différée de 1/200 de la portée au plus, sous charge totale.

### **Pose au carré**

Epaisseur	Charge normale de neige (selon règles NV 65 modifiées)		
	100 daN/m <sup>2</sup>	150 daN/m <sup>2</sup>	200 daN/m <sup>2</sup>
≥ 15 mm	90 cm*	84 cm	77 cm
≥ 19 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*
≥ 22 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*
≥ 25 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*

\* : Valeur maximale de l'espacement entre chevrons par construction dans tout le document.

Tableau 5 - Portées maximales (cm) des supports en panneaux de contreplaqué en fonction des charges descendantes (pose au carré ou sur appuis périmétriques)

Ces valeurs ont été établies pour un contreplaqué NF Extérieur CTB-X présentant un module d'élasticité de 4 000 MPa (40 000 daN/cm<sup>2</sup>).

NOTE : Le calcul a été conduit en adoptant un taux d'humidité inférieur à 22 %. Il est tenu compte d'un coefficient de sécurité à la rupture au moins égal à 5 et d'une flèche instantanée de 1/400 ou différée de 1/200 de la portée au plus, sous charge totale.

### **3.2.2.2. Panneaux de particules**

Les portées maximales (en centimètres), d'axe en axe, en fonction des charges normales (selon règles NV 65 modifiées) descendantes de neige (autres que le poids propre des éléments porteurs) sont les suivantes :

#### **Pose sur 3 appuis ou plus**

Epaisseur	Charge normale de neige (selon règles NV 65 modifiées)			Module d'élasticité (MPa) selon NF EN 310
	100 daN/m <sup>2</sup>	150 daN/m <sup>2</sup>	200 daN/m <sup>2</sup>	
≥ 18 mm	87 cm	76 cm	69 cm	≥ 3000
≥ 22 mm	90 cm*	88 cm	80 cm	≥ 3000
≥ 24 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*	≥ 3000
≥ 30 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*	≥ 2500

\* : Valeur maximale de l'espacement entre chevrons par construction dans tout le document.

Tableau 6 - Portées maximales (cm) des supports en panneaux de particules en fonction des charges descendantes (pose sur trois appuis ou plus)

NOTE : Le calcul a été conduit en adoptant un taux d'humidité inférieur à 22 %. Il est tenu compte d'un coefficient de sécurité à la rupture au moins égal à 5 et d'une flèche instantanée de 1/400 ou différée de 1/200 de la portée au plus, sous charge totale.

## Pose au carré

Epaisseur	Charge normale de neige (selon règles NV 65 modifiées)			Module d'élasticité (MPa) selon NF EN 310
	100 daN/m <sup>2</sup>	150 daN/m <sup>2</sup>	200 daN/m <sup>2</sup>	
≥ 18 mm	90 cm*	84	76	≥ 3000
≥ 22 mm	90 cm*	90 cm*	88	≥ 3000
≥ 24 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*	≥ 3000
≥ 30 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*	≥ 2500

\* : Valeur maximale de l'espacement entre chevrons par construction dans tout le document.

Tableau 7 - Portées maximales (cm) des supports en panneaux de particules en fonction des charges descendantes (pose sur appuis périmétriques)

NOTE : Le calcul a été conduit en adoptant un taux d'humidité inférieur à 22 %. Il est tenu compte d'un coefficient de sécurité à la rupture au moins égal à 5 et d'une flèche instantanée de 1/400 ou différée de 1/200 de la portée au plus, sous charge totale.

### **3.2.2.3. Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB)**

Les portées maximales entre appuis des supports en panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) sont conformes aux tableaux 6 et 7. Les portées maximales entre appuis sont identiques à celles prévues pour les panneaux de particules, à épaisseur égale et à module d'élasticité longitudinal supérieur ou égal (cf. § 3.2.2.2).

Les panneaux OSB sont posés dans le sens de leur module d'élasticité le plus élevé, soit le sens principal d'orientation des lamelles (lamelles perpendiculaires aux appuis).

### **3.2.2.4. Charges descendantes supérieures à 200 daN/m<sup>2</sup>**

Dans le cas de charges descendantes supérieures à 200 daN/m<sup>2</sup>, c'est le Document Technique d'Application qui définit les dispositions particulières à appliquer.

NOTE : Sans accumulation de neige, les 200 daN/m<sup>2</sup> de charges normales de neige au sol (selon les règles NV 65 modifiées) conduisent à :

- en régions A1, A2, B1, B2, C1 et C2, à une altitude maximum de 900 m,
- en région D, à une altitude maximum de 860 m,
- en région E à une altitude maximum de 720 m.

## **3.3. Résistance aux charges ascendantes**

### **3.3.1. Support en bois massif**

La résistance aux charges ascendantes du support bois massif est définie au DTU 40.41.

### 3.3.2. Support en panneaux à base de bois

#### 3.3.2.1. Généralités

La résistance aux charges ascendantes des supports en panneaux à base de bois dépend de deux paramètres :

- Résistance en flexion des panneaux sous charges ascendantes, qui dépend du type de panneaux à base de bois.
- Résistance à l'arrachement et au déboutonnage des fixations sous charges ascendantes, qui dépend principalement du type de fixations, de l'espacement entre fixations et de l'épaisseur du panneau à base de bois.

Par conséquent, pour vérifier la portée des panneaux à base de bois, il convient de vérifier les deux paramètres, et de conserver la portée minimale.

NOTE : L'écartement maximal entre axes des appuis est indiqué ci-après et est valable uniquement pour les couvertures sur lesquelles le total des charges de dépression en rives avec vent perpendiculaire aux génératrices n'excède pas 200 daN/m<sup>2</sup> au vent normal (selon les règles NV 65 modifiées). Pour les toitures appelées à recevoir des charges supérieures, il faut justifier de l'épaisseur utilisée par le calcul, par application des règles NV 65 modifiées et règles CB 71.

#### 3.3.2.2. Résistance en flexion des panneaux sous charges ascendantes

##### 3.3.2.2.1. Panneaux de contreplaqué

Les portées maximales (en centimètres), d'axe en axe, en fonction des charges normales ascendantes de vent (selon règles NV 65 modifiées) en rives avec vent perpendiculaire aux génératrices, diminuées du poids propre des panneaux et de la couverture, sont les suivantes :

#### **Pose sur 3 appuis ou plus**

Epaisseur	Charge égale à la charge normale de vent (selon règles NV 65 modifiées) diminuée du poids propre des panneaux et de la couverture		
	100 daN/m <sup>2</sup>	150 daN/m <sup>2</sup>	200 daN/m <sup>2</sup>
≥ 15 mm	76 cm	66 cm	60 cm
≥ 19 mm	90 cm*	84 cm	76 cm
≥ 22 mm	90 cm*	90 cm*	88 cm
≥ 25 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*

\* : Valeur maximale de l'espacement entre chevrons par construction dans tout le document.

Tableau 8 - Portées maximales (cm) des supports en panneaux de contreplaqué en fonction des charges ascendantes (pose sur trois appuis ou plus)

Ces valeurs ont été établies pour un contreplaqué NF Extérieur CTB-X isotrope présentant un module d'élasticité de 4 000 MPa (40 000 daN/cm<sup>2</sup>) selon la norme NF EN 310.

NOTE : Le calcul a été conduit en adoptant un taux d'humidité inférieur à 22 %. Il est tenu compte d'un coefficient de sécurité à la rupture au moins égal à 5 et d'une flèche instantanée de 1/400 ou différée de 1/200 de la portée au plus, sous charge totale.

### Pose au carré

Epaisseur	Charge égale à la charge normale de vent (selon règles NV 65 modifiées) diminuée du poids propre des panneaux et de la couverture		
	100 daN/m <sup>2</sup>	150 daN/m <sup>2</sup>	200 daN/m <sup>2</sup>
≥ 15 mm	90 cm*	84 cm	77 cm
≥ 19 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*
≥ 22 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*
≥ 25 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*

\* : Valeur maximale de l'espacement entre chevrons par construction dans tout le document.

Tableau 9 - Portées maximales (cm) des supports en panneaux de contreplaqué en fonction des charges ascendantes (pose au carré ou sur appuis périmétriques)

Ces valeurs ont été établies pour un contreplaqué NF Extérieur CTB-X isotrope présentant un module d'élasticité de 4 000 MPa (40 000 daN/cm<sup>2</sup>).

NOTE : Le calcul a été conduit en adoptant un taux d'humidité inférieur à 22 %. Il est tenu compte d'un coefficient de sécurité à la rupture au moins égal à 5 et d'une flèche instantanée de 1/400 ou différée de 1/200 de la portée au plus, sous charge totale.

#### 3.3.2.2.2. Panneaux de particules

Les portées maximales (en centimètres), d'axe en axe, en fonction des charges normales ascendantes de vent (selon règles NV 65 modifiées) en rives avec vent perpendiculaire aux génératrices, diminuées du poids propre des panneaux et de la couverture, sont les suivantes :

### Pose sur 3 appuis ou plus

Epaisseur	Charge égale à la charge normale de vent (selon règles NV 65 modifiées) diminuée du poids propre des panneaux et de la couverture			Module d'élasticité (MPa) selon NF EN 310
	100 daN/m <sup>2</sup>	150 daN/m <sup>2</sup>	200 daN/m <sup>2</sup>	
≥ 18 mm	87 cm	76 cm	69 cm	≥ 3000
≥ 22 mm	90 cm*	88 cm	80 cm	≥ 3000
≥ 24 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*	≥ 3000
≥ 30 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*	≥ 2500

\* : Valeur maximale de l'espacement entre chevrons par construction dans tout le document.

Tableau 10 - Portées maximales (cm) des supports en panneaux de particules en fonction des charges ascendantes (pose sur trois appuis ou plus)

NOTE : Le calcul a été conduit en adoptant un taux d'humidité inférieur à 22 %. Il est tenu compte d'un coefficient de sécurité à la rupture au moins égal à 5 et d'une flèche instantanée de 1/400 ou différée de 1/200 de la portée au plus, sous charge totale.

## Pose au carré

Epaisseur	Charge égale à la charge normale de vent (selon règles NV 65 modifiées) diminuée du poids propre des panneaux et de la couverture			Module d'élasticité (MPa) selon NF EN 310
	100 daN/m <sup>2</sup>	150 daN/m <sup>2</sup>	200 daN/m <sup>2</sup>	
≥ 18 mm	90 cm*	84 cm	76 cm	≥ 3000
≥ 22 mm	90 cm*	90 cm*	88 cm	≥ 3000
≥ 24 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*	≥ 3000
≥ 30 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*	≥ 2500

\* : Valeur maximale de l'espacement entre chevrons par construction dans tout le document.

Tableau 11 - Portées maximales (cm) des supports en panneaux de particules en fonction des charges ascendantes (pose sur appuis périmétriques)

NOTE : Le calcul a été conduit en adoptant un taux d'humidité inférieur à 22 %. Il est tenu compte d'un coefficient de sécurité à la rupture au moins égal à 5 et d'une flèche instantanée de 1/400 ou différée de 1/200 de la portée au plus, sous charge totale.

### 3.3.2.2.3. Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB)

Les portées maximales entre appuis des supports en panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) sont conformes aux tableaux 10 et 11. Elles sont identiques à celles prévues pour les panneaux de particules, à épaisseur égale et à module d'élasticité longitudinal supérieur ou égal.

Les panneaux OSB sont posés dans le sens de leur module d'élasticité le plus élevé, soit le sens principal d'orientation des lamelles (lamelles perpendiculaires aux appuis).

### 3.3.2.3. Résistance à l'arrachement des fixations sous charges ascendantes

#### 3.3.2.3.1. Généralités

Le tableau 12 ci-après précise la valeur R de l'effort d'arrachement (en N), par rapport au vent normal, selon les règles NV65 modifiées (dépression en rives avec vent perpendiculaire aux génératrices), que subit une fixation de panneau à base de bois.

La valeur R est donnée par la formule ci-dessous, en tenant compte d'une pose possible sur trois appuis, donc avec un effort sur appui intermédiaire de 1,25 ql.

Cette charge D (en Pascals) est donc égale à :

$$1,75 \times D = \frac{R}{1,25 \times \ell \times E} + p$$

où :

- D = charge admissible au vent normal des panneaux fixés ;
- p = poids propre des panneaux et des matériaux constituant la toiture ;

Le poids propre des panneaux à base de bois est donné dans les Fiches Techniques des fabricants de panneaux ; le poids propre des matériaux constituant la couverture est donné dans le DTA du procédé de couverture.

- $\ell$  = portée en m ;
- E = espacement en m entre fixations sur appuis intermédiaires.

NOTE : « D – p » est la charge donnée dans les tableaux 8 à 11 à savoir, selon le cas, 100 daN/m<sup>2</sup>, 150 daN/m<sup>2</sup> ou 200 daN/m<sup>2</sup>. Cette charge est à comparer à la dépression au vent normal spécifique au chantier (valeur en rives avec vent perpendiculaire aux génératrices, selon les règles NV 65 modifiées), qui peut être approchée par les valeurs de l'Annexe B.

NOTE : Le DTU 43.4 prévoit un écartement entre fixations égal à 30 cm sur panne intermédiaire en bois, mais pour augmenter la résistance l'arrachement au vent des panneaux, il est retenu deux autres espacements entre fixations sur appui à savoir 20 et 15 cm.

D-p	E	Portée du panneau en m				
		0,6 m	0,75 m	0,8 m	0,85 m	0,9 m
1 000 Pa	0,15 m	112	141	150	159	169
1 500 Pa	0,15 m	169	211	225	239	253
2 000 Pa	0,15 m	225	281	300	318	337
1 000 Pa	0,2 m	150	187	200	212	225
1 500 Pa	0,2 m	225	281	300	318	337
2 000 Pa	0,2 m	300	375	400	425	450
1 000 Pa	0,3 m	225	281	300	318	337
1 500 Pa	0,3 m	337	422	450	478	506
2 000 Pa	0,3 m	450	562	600 *	637 *	675 *

\* : Valeurs pour lesquelles une justification au déboutonnage doit être apportée (cf. § 3.3.2.3.4).

Tableau 12 - Valeur R (en N) de l'effort d'arrachement, au vent normal selon les règles NV 65, subit par les fixations de panneaux, en fonction de la charge de vent normale diminuée du poids propre, de l'espacement E entre fixations et de la portée.

En fonction du type de fixations utilisées, les tableaux suivants précalculés 14, 16 et 18 donnent des dimensions et espacements entre fixations acceptables selon la dépression de vent normal (selon les règles NV65 modifiées, dépression en rives avec vent perpendiculaire aux génératrices) diminuée du poids propre des panneaux et des matériaux constituant la toiture.

### 3.3.2.3.2. Pointes torsadées

La résistance admissible au vent normal des pointes torsadées est donnée par la formule :

$$R_a \text{ (en N)} = 210 \times (\text{diamètre en cm}) \times (\text{enfoncement en cm})$$

NOTE : Cette formule est issue du § 2.6.4.3 de l'ex-Cahier du CSTB 3316\_V2 « ossature bois des bardages rapportés », cas « contraintes admissibles ».

Le tableau 13 donne la résistance admissible  $R_a$  au vent normal en N d'une pointe torsadée en fonction :

- du diamètre de la pointe torsadée ;
- de la longueur de la pointe torsadée ;
- de l'enfoncement réel ;
- de l'épaisseur du panneau.

Epaisseur de panneau	Longueur de la pointe en mm	Enfoncement en mm	Diamètre de la pointe	
			2,5 mm	2,8 mm
≥ 15 mm	50	35	184	206
≥ 19 mm	50	32	168	188
≥ 22 mm	60	38	199	223
≥ 25 mm	70	45	236	264
≥ 30 mm	80	50	262	294

Tableau 13 - Résistance admissible à l'arrachement  $R_a$  d'une pointe torsadée au vent normal en N.

Le tableau 14 représente la synthèse des tableaux 12 et 13 par comparaison des valeurs à l'arrachement calculées R du tableau 12 et des résistances admissibles  $R_a$  du tableau 13,  $R_a$  devant toujours être supérieure à R.

Espacement E	D-p	Portée l des panneaux en m				
		0,6 m	0,75 m	0,8 m	0,85 m	0,9 m
0,15 m	1000 Pa	2,5x50	2,5x50	2,5x50	2,5x50	2,5x50
	1500 Pa	2,5x50	2,5x70 2,8x60	2,5x70	2,5x80 2,8x70	2,5x80 2,8x70
	2000 Pa	2,5x70	2,8x80	-	-	-
0,20 m	1000 Pa	2,5x50	2,5x60 2,8x50	2,5x70 2,8x60	2,5x70 2,8x60	2,5x70 2,8x60
	1500 Pa	2,5x70	2,8x80	-	-	-
0,30 m	1000 Pa	2,5x70	2,8x80	-	-	-

Tableau 14 - Diamètre et longueur minimaux, en mm, de pointes torsadées utilisables pour fixer des panneaux à base de bois en fonction de la portée l des panneaux et de l'espacement E entre pointes torsadées

### 3.3.2.3.3. Pointes annelées

La résistance admissible au vent normal des pointes annelées est donnée par la formule :

$$R_a \text{ (en N)} = 260 \times (\text{diamètre en cm}) \times (\text{enfoncement en cm})$$

NOTE : Cette formule est issue du § 2.6.4.3 de l'ex-Cahier du CSTB 3316\_V2 « ossature bois des bardages rapportés », cas « contraintes admissibles ».

Le tableau 15 donne la résistance admissible  $R_a$  au vent normal en N d'une pointe annelée en fonction :

- du diamètre de la pointe annelée ;
- de la longueur de la pointe annelée ;
- de l'enfoncement réel ;
- de l'épaisseur du panneau.

Epaisseur de panneau	Longueur de la pointe en mm	Enfoncement en mm	Diamètre de la pointe	
			2,5 mm	2,8 mm
≥ 15 mm	50	35	228	255
≥ 19 mm	50	32	208	233
≥ 22 mm	60	38	247	277
≥ 25 mm	70	45	293	328
≥ 30 mm	80	50	325	364

Tableau 15 - Résistance admissible à l'arrachement  $R_a$  d'une pointe annelée au vent normal en N

Le tableau 16 représente la synthèse des tableaux 12 et 15 par comparaison des valeurs à l'arrachement calculées R du tableau 12 et des résistances admissibles  $R_a$  du tableau 15,  $R_a$  devant toujours être supérieure à R.

Espacement E	D-p	Portée l des panneaux en m				
		0,6 m	0,75 m	0,8 m	0,85 m	0,9 m
0,15 m	1000 Pa	2,5x50	2,5x50	2,5x50	2,5x50	2,5x50
	1500 Pa	2,5x50	2,5x60 2,8x50	2,5x60 2,8x50	2,5x60	2,5x70 2,8x60
	2000 Pa	2,5x60 2,8x50	2,5x70	2,5x80 2,8x70	2,5x80 2,8x70	2,8x80
0,20 m	1000 Pa	2,5x50	2,5x50	2,5x50	2,5x60 2,8x50	2,5x60 2,8x50
	1500 Pa	2,5x60 2,8x50	2,5x70	2,5x80 2,8x70	2,5x80 2,8x70	2,8x80
	2000 Pa	2,5x80 2,8x70	-	-	-	-
0,30 m	1000 Pa	2,5x60 2,8x50	2,5x70	2,5x80 2,8x70	2,5x80 2,8x70	2,8x80
	1500 Pa	2,8x80	-	-	-	-

Tableau 16 - Diamètre et longueur minimaux, en mm, de pointes annelées utilisables pour fixer des panneaux à base de bois en fonction de la portée l des panneaux et de l'espacement E entre pointes annelées

#### 3.3.2.3.4. Vis à bois

La résistance admissible au vent normal des vis à bois est donnée par la formule :

$$R_a \text{ (en N)} = 520 \times (\text{diamètre en cm}) \times (\text{enfoncement en cm})$$

NOTE : Cette formule est issue du § 2.6.4.3 de l'ex-Cahier du CSTB 3316\_V2 « ossature bois des bardages rapportés », cas « contraintes admissibles ».

Le tableau 17 donne la résistance admissible  $R_a$  au vent normal en N d'une vis à bois en fonction :

- du diamètre de la vis (selon la norme NF E 25-600,  $d$  est la valeur maximale du diamètre nominal  $d_s$ ) ;
- de la longueur de la vis (elle respecte les prescriptions des DTU 40-14 et 43-4 qui demande qu'elle soit de 2 fois l'épaisseur du panneau à fixer) ;
- de l'enfoncement réel ;
- de l'épaisseur du panneau.

Epaisseur de panneau	Longueur de la vis en mm	Enfoncement en mm	Diamètre de la vis			
			4 mm	4,5 mm	5 mm	6 mm
≥ 15 mm	40	25	520	585*	650*	780*
≥ 19 mm	40	21	437	491	546	655*
≥ 22 mm	50	28	582*	655*	728*	874*
≥ 25 mm	50	25	520	585*	650*	780*
≥ 30 mm	60	30	624*	702*	780*	936*

\* : ces valeurs doivent être justifiées également au déboutonnage, par essais selon la NF EN 1383 « Structures en bois - Méthodes d'essai - Résistance à la traversée de la tête d'éléments de fixation à travers le bois » ; 12 essais sont à faire et, sur la moyenne arithmétique diminuée de deux fois l'écart-type, on retient un coefficient de sécurité de 2 pour avoir la **valeur admissible au déboutonnage au vent extrême**. Il faut ensuite diviser la valeur par 1,75 pour obtenir la **valeur admissible au déboutonnage au vent normal**. A défaut d'essai, il faut retenir comme valeur admissible au vent normal, 572 N (soit 1000 N au vent extrême).

Tableau 17 - Résistance admissible  $R_a$  d'une vis à bois au vent normal en N

Le tableau 18 représente la synthèse des tableaux 12 et 17 par comparaison des valeurs à l'arrachement calculées  $R$  du tableau 12 et des résistances admissibles  $R_a$  du tableau 17,  $R_a$  devant toujours être supérieure à  $R$ .

Espacement E	D-p	Portée l des panneaux en m				
		0,6 m	0,75 m	0,8 m	0,85 m	0,9 m
0,30 m	1000 Pa	4x40	4x40	4x40	4x40	4x40
	1500 Pa	4x40	4x40	4x50	4x50	4x50
	2000 Pa	4x50 4,5x40	4x60 4,5x50	4x60 5x50	4,5x60 5x50	4,5x60 6x50

Tableau 18 - Diamètre et longueur minimaux, en mm, de vis à bois utilisables pour fixer des panneaux à base de bois en fonction de la portée l des panneaux et de l'espacement E entre vis à bois

### 3.4. Ecran d'interposition

Dans le cas d'un support en bois massif compatible (cf. § 2.1), il est à mettre en œuvre si les Document et Pièces Marché (DPM) le prévoient.

Le DTA du procédé de bac métallique totalement supporté peut rendre obligatoire un écran d'interposition ou de séparation en fonction de la nature du support bois ou panneaux à base de bois.

## 3.5. Ventilation

### 3.5.1. Ventilation sous support en bois massif

#### 3.5.1.1. Couverture plane sur comble perdu

La section totale des orifices de passage d'air doit être au moins égale à  $1/5000^e$  de la surface projetée de la couverture sur un plan horizontal.

La ventilation peut être assurée :

- Soit, par une entrée d'air linéaire en partie basse et une sortie d'air linéaire en partie haute de la couverture;
- Soit, par des ouvertures en pignons.
- Soit, par la mise en place de chatières sur les bacs en partie basse et haute de la toiture.

Pour tous les cas, la section totale des orifices est répartie par moitié en partie haute et basse.

Dans tous les cas, les ouvertures en pignons ne pourront être utilisées que si la distance entre les murs est inférieure ou égale à 12 m et pour autant qu'il n'y ait pas d'écran entre les deux murs.

#### 3.5.1.2. Couverture plane avec isolation thermique sous rampant

La surface totale des orifices de passage d'air doit être au moins égale à  $1/3000^e$  de la surface projetée de la couverture sur le plan horizontal.

La ventilation peut être assurée :

- Soit, par une entrée d'air linéaire en partie basse et une sortie d'air linéaire en partie haute de la couverture;
- Soit par une entrée d'air linéaire en partie basse et des sorties d'air ponctuelles en faîtage (chatières ou ouvertures en pignon). La ventilation par ouvertures en pignon nécessite la création au faîtage d'un espace libre sous les chevrons de 50 cm minimum (cf. § 5.63 de la norme NF DTU 40.41).
- Soit, par la mise en place de chatières sur les bacs en partie basse et haute de la toiture.

La surface totale des orifices étant répartie par moitié en partie haute et basse de la couverture.

Dans tous les cas, les ouvertures en pignons ne pourront être utilisées que si la distance entre les murs est inférieure ou égale à 12 m et pour autant qu'il n'y ait pas d'écran entre les deux murs (cf. DTU 40.41).

Un espace est ménagé entre le support de la couverture et l'isolant, destiné à assurer le libre passage de l'air, et dont l'épaisseur minimale est de :

- 4 cm pour les longueurs de rampant  $\leq 12$  m ;
- 6 cm pour les longueurs de rampant  $> 12$  m.

NOTE : La longueur de rampant maximale admise est définie dans le Document Technique d'Application du procédé de couverture « couverture en bac métallique totalement supporté », de même que la possibilité d'utilisation de chatières, qui sont définies dans le même document.

### **3.5.2. Ventilation sous support en panneaux à base de bois**

#### **3.5.2.1. Couverture plane sur comble perdu**

La section totale des orifices de passage d'air doit être au moins égale à 1/500<sup>e</sup> de la surface projetée de la couverture sur un plan horizontal.

La ventilation peut être assurée :

- Soit, par une entrée d'air linéaire en partie basse et une sortie d'air linéaire en partie haute de la couverture;
- Soit, par des ouvertures en pignons.
- Soit, par la mise en place de chatières sur les bacs en partie basse et haute de la toiture.

Pour tous les cas, la section totale des orifices est répartie par moitié en partie haute et basse.

Dans tous les cas, les ouvertures en pignons ne pourront être utilisées que si la distance entre les murs est inférieure ou égale à 12 m et pour autant qu'il n'y ait pas d'écran entre les deux murs.

#### **3.5.2.2. Couverture plane avec isolation thermique sous rampant**

La surface totale des orifices de passage d'air doit être au moins égale à 1/500<sup>e</sup> de la surface projetée de la couverture sur le plan horizontal.

La ventilation peut être assurée :

- Soit, par une entrée d'air linéaire en partie basse et une sortie d'air linéaire en partie haute de la couverture;
- Soit par une entrée d'air linéaire en partie basse et des sorties d'air ponctuelles en faîtage (chatières ou ouvertures en pignon). La ventilation par ouvertures en pignon nécessite la création au faîtage d'un espace libre sous les chevrons de 50 cm minimum.
- Soit, par la mise en place de chatières sur les bacs en partie basse et haute de la toiture.

La surface totale des orifices étant répartie par moitié en partie haute et basse de la couverture.

Dans tous les cas, les ouvertures en pignons ne pourront être utilisées que si la distance entre les murs est inférieure ou égale à 12 m et pour autant qu'il n'y ait pas d'écran entre les deux murs (cf. DTU 40.41).

Un espace est ménagé entre le support de la couverture et l'isolant, destiné à assurer le libre passage de l'air, et dont l'épaisseur minimale est de :

- 4 cm pour les longueurs de rampant  $\leq$  12 m ;
- 6 cm pour les longueurs de rampant  $>$  12 m.

NOTE : La longueur de rampant maximale admise est définie dans le Document Technique d'Application du procédé de couverture « couverture en bac métallique totalement supporté », de même que la possibilité d'utilisation de chatières, qui sont définies dans le même document.

#### **3.5.3. Aération linéaire**

Lorsque l'aération de la sous-face du support de la couverture est réalisée de façon linéaire, elle s'effectue par une entrée d'air continue à l'égout et une sortie d'air continue au faîtage.

Dans le cas de fente, la plus petite dimension des orifices est de 10 mm. Au-delà de 20 mm d'ouverture, il doit être disposé un grillage à mailles fines destiné à s'opposer à l'intrusion de petits animaux.

## 4. Dispositions de mise en œuvre

### 4.1. Généralités

#### 4.1.1. Protection des bois lors de la mise en œuvre

Avant mise en œuvre, les panneaux doivent être stockés sur chantier à l'abri des intempéries et isolés du sol. Au moment de la pose des panneaux ou de la mise en œuvre de la couverture, l'humidité des panneaux ne doit pas être supérieure aux valeurs suivantes :

- 22 % pour les bois massifs ;
- 18 % pour les panneaux de contreplaqué ;
- 16 % pour les panneaux de particules et les panneaux OSB ;

La mise hors d'eau, qui est assurée par l'entreprise chargée de la pose des éléments supports, doit être réalisée immédiatement après la pose de ceux-ci.

#### 4.1.2. Prévention du risque d'éclatement des bois

Lors de la mise en œuvre des fixations du support bois massif ou en panneaux à base de bois, il convient de respecter les valeurs de pinces minimales à savoir une distance minimale entre les bords de la volige et l'axe de la pointe, égal à 5 fois le diamètre, ou 3 fois le diamètre avec des vis (cf. figure 2). Il convient de respecter cette même distance entre la fixation et le bord de l'appui.

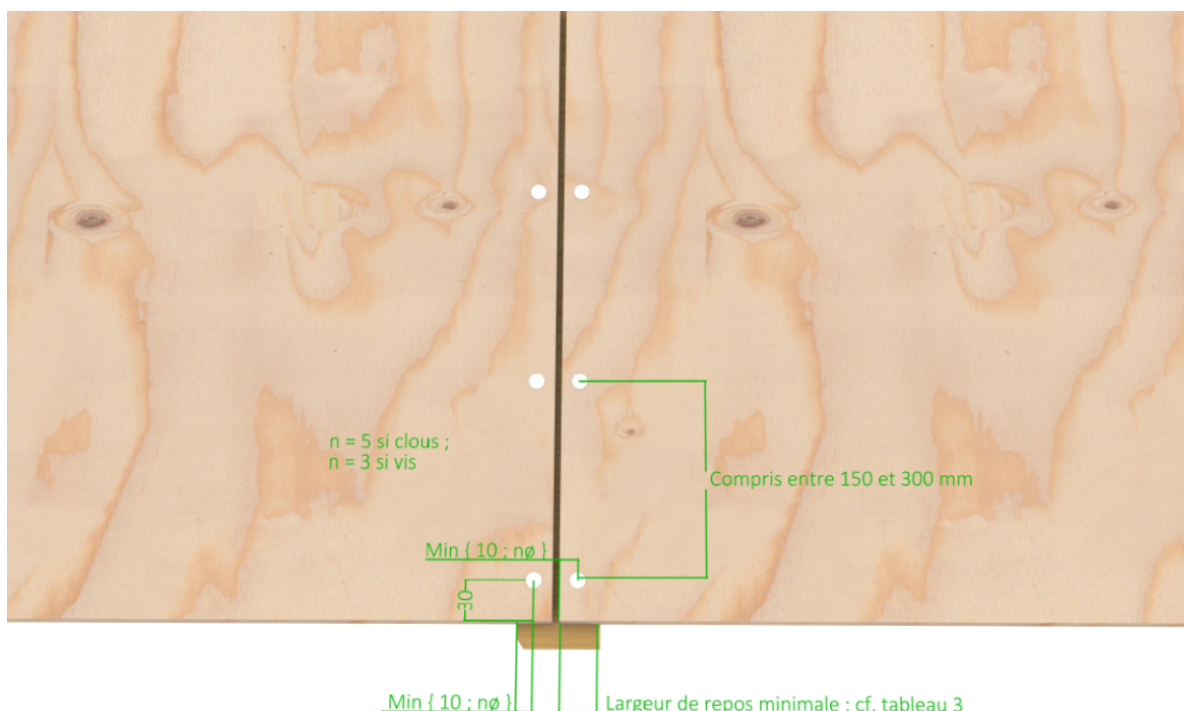


Figure 2 – Distance au bord minimal des fixations

## 4.2. Support en bois massif

La mise en œuvre du support bois massif sera conforme au DTU 40.41, § 5.131 « supports en bois massif » notamment.

Il sera constitué d'éléments porteurs en voliges, frises et planches avec pose dite jointive conformément au § 5.1311 ou de plancher rainuré-bouveté conformément au § 5.1312 du DTU 40.41.

## 4.3. Support en panneaux à base de bois

### 4.3.1. Généralités

Les pointes, ou vis sont disposées tous les 15 cm au plus sur les bords portés des panneaux, et tous les 30 cm au plus sur les appuis intermédiaires, en respectant l'espacement donné aux tableaux 14, 16 et 18 (selon le type de fixations).

La figure 3 montre la répartition des fixations d'un panneau de dimensions courantes (0,91 m x 2,50 m) posé sur au moins 3 appuis.

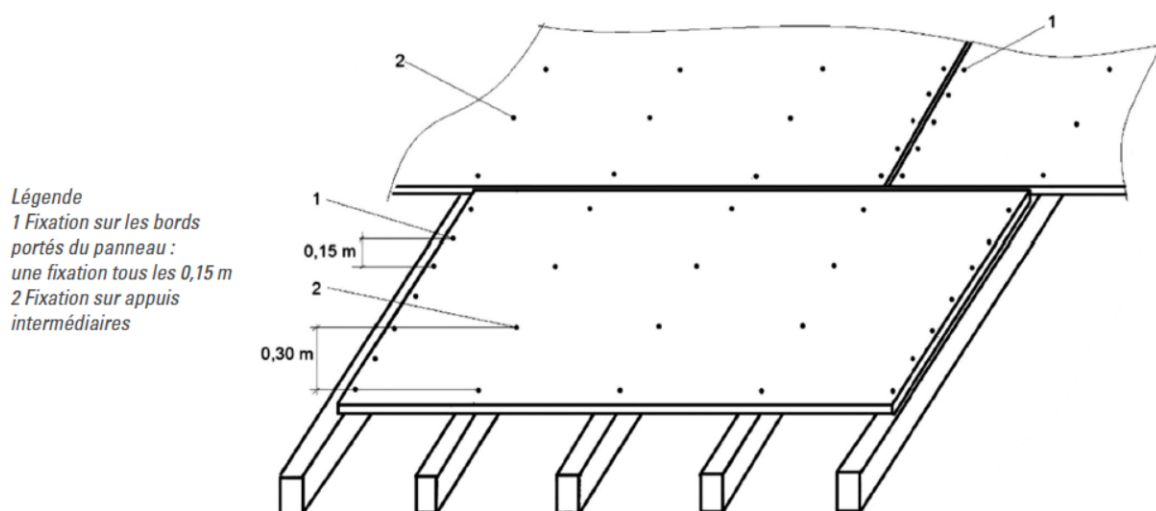


Figure 3 – Répartition des fixations sur au moins trois appuis

### 4.3.2. Panneaux de contreplaqué

#### 4.3.2.1. Pose sur trois appuis et plus (cf. figure 4)

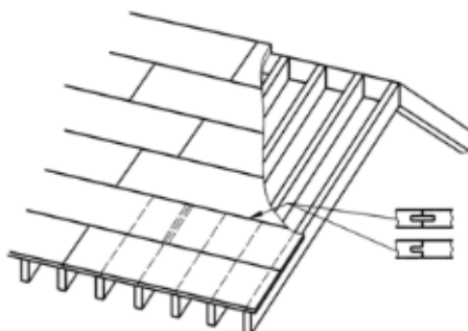


Figure 4 - Pose des panneaux sur trois appuis et plus, transversaux

Dans le cas d'une pose sur trois appuis et plus, les panneaux sont posés à joints décalés, pose dite à coupe de pierre en partie courante. Le calepinage des panneaux doit être tel que les panneaux doivent reposer sur 3 appuis au moins. Si malgré cela, il est inévitable que certains panneaux reposent sur deux appuis dans certaines zones localisées, comme les extrémités de la toiture, dans ce cas la portée doit être réduite forfaitairement de 20 %.

Les petits côtés doivent reposer sur un appui continu. La largeur minimale de repos à chaque extrémité du panneau doit être au moins égale à 25 mm.

De plus, des jeux suffisants doivent être ménagés entre les extrémités des panneaux à savoir 1 mm/m linéaire de panneau réparti à chaque extrémité.

Les grands côtés, non supportés, sont assemblés par rainure et languette, vraie ou fausse (voir figures 5 et 6).

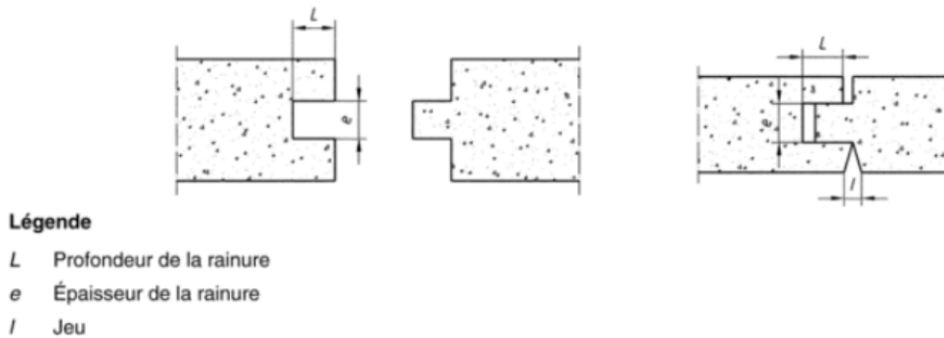


Figure 5 - Schémas d'assemblage de panneaux par rainure et languette

NOTE : Un usinage tel que présenté à la figure 5 permet de satisfaire à l'exigence des jeux de panneaux.

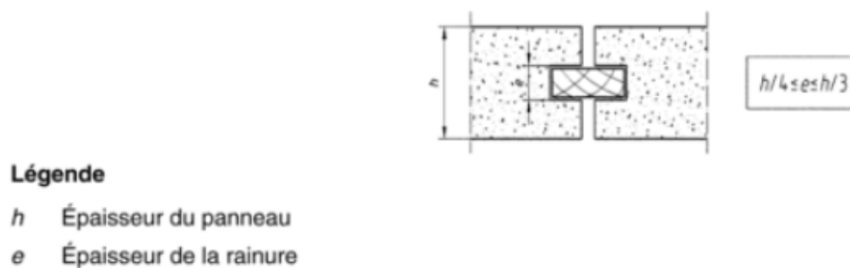


Figure 6 - Schémas d'assemblage de panneaux par rainure et fausse languette

Les portées maximales (en centimètres) d'axe en axe en fonction des charges autres que le poids propre des éléments porteurs sont conformes aux tableaux 4 et 8.

La fixation des panneaux de contreplaqué est réalisée avec les fixations définies au § 2.4.2, avec une fixation tous les 15 cm sur les bords portés des panneaux, et selon l'espacement donné aux tableaux 14, 16 et 18 (selon le type de fixations) sur les appuis intermédiaires.

#### 4.3.2.2. Pose au carré, sur appuis périmétriques, dite au double carré (voir figure 7)

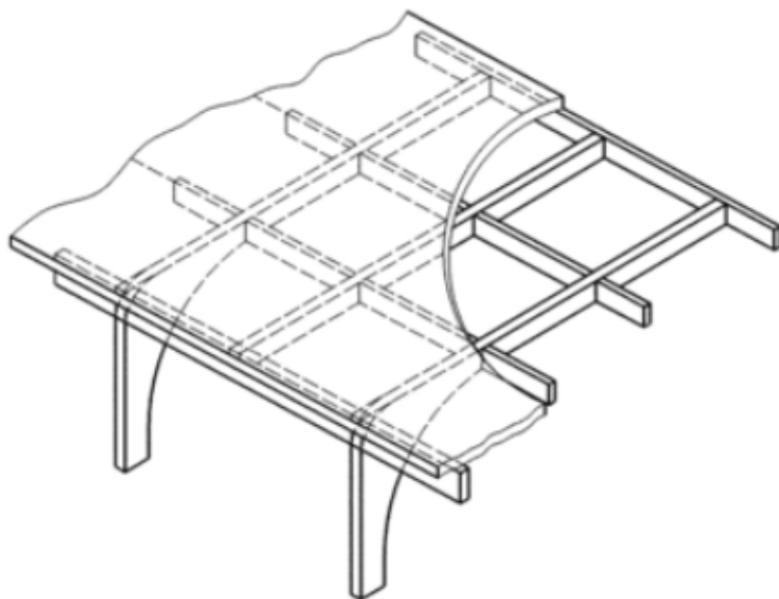


Figure 7 - Pose des panneaux sur appuis périmétriques (dite au double carré)

Les panneaux reposent sur un appui continu sur les quatre côtés et un appui intermédiaire formant « double carré » au moins.

La largeur minimale de repos des bords de panneau est de 20 mm.

De plus, des jeux suffisants doivent être ménagés entre les extrémités des panneaux, à savoir 1 mm/m linéaire du panneau réparti à chaque extrémité.

Les portées maximales (en centimètres) d'axe en axe en fonction des charges autres que le poids propre des éléments porteurs sont conformes aux tableaux 5 et 9.

La fixation des panneaux de contreplaqué est réalisée avec les fixations définies au § 2.4.2, avec une fixation tous les 15 cm sur les bords portés des panneaux, et selon l'espacement donné aux tableaux 14, 16 et 18 (selon le type de fixations) sur les appuis intermédiaires.

#### 4.3.3. Panneaux de particules

##### 4.3.3.1. Pose sur trois appuis et plus (cf. figure 4)

Les éléments et dalles sont posés à joints décalés (pose dite à coupe de pierre) en partie courante. Le calepinage des panneaux doit être tel que les panneaux doivent reposer sur 3 appuis au moins. Si malgré cela, il est inévitable que certains panneaux reposent sur deux appuis dans certaines zones localisées, comme les extrémités de la toiture, dans ce cas la portée doit être réduite forfaitairement de 20 %.

Les petits côtés doivent reposer sur un appui continu. La largeur minimale de repos à chaque extrémité du panneau est de 25 mm.

De plus, des jeux suffisants doivent être ménagés entre les extrémités des éléments et dalles, à savoir 1 mm/m linéaire du panneau réparti à chaque extrémité et dans les deux sens.

Les grands côtés des éléments et dalles, s'ils ne sont pas supportés et fixés, sont assemblés par rainure et languette, vraie ou fausse (voir figures 4 et 5).

Les portées maximales (en centimètres) d'axe en axe en fonction des charges autres que le poids propre des éléments porteurs sont conformes aux tableaux 6 et 10.

La fixation des panneaux de contreplaqué est réalisée avec les fixations définies au § 2.4.2, avec une fixation tous les 15 cm sur les bords portés des panneaux, et selon l'espacement donné aux tableaux 14, 16 et 18 (selon le type de fixations) sur les appuis intermédiaires.

#### **4.3.3.2. Pose au carré, sur appuis périmétriques, dite au double carré (cf. figure 7)**

Les panneaux reposent sur un appui continu sur les quatre côtés et au moins un appui intermédiaire formant « double carré ».

La largeur minimale de repos des bords du panneau est de 25 mm.

De plus, des jeux suffisants doivent être ménagés entre les extrémités des panneaux, à savoir : 1 mm/m linéaire du panneau réparti à chaque extrémité dans les deux sens.

Les portées maximales (en centimètres) d'axe en axe en fonction des charges autres que le poids propre des éléments porteurs sont conformes aux tableaux 7 et 11.

La fixation des panneaux de contreplaqué est réalisée avec les fixations définies au § 2.4.2, avec une fixation tous les 15 cm sur les bords portés des panneaux, et selon l'espacement donné aux tableaux 14, 16 et 18 (selon le type de fixations) sur les appuis intermédiaires.

#### **4.3.4. Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB)**

La mise en œuvre des panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) est réalisée conformément au § 4.3.3. Les dispositions de mise en œuvre sont celles prévues pour les panneaux de particules, à épaisseur égale et à module d'élasticité longitudinal supérieur ou égal.

Les panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) sont posés dans le sens de leur module d'élasticité le plus élevé.
--

La fixation des panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) est réalisée avec les fixations définies au § 2.4.2, avec une fixation tous les 15 cm sur les bords portés des panneaux, et selon l'espacement donné aux tableaux 14, 16 et 18 (selon le type de fixations) sur les appuis intermédiaires.

#### **4.4. Fixation provisoire de l'écran d'interposition**

Un écran d'interposition (cf. § 2.5) est mis en œuvre, selon la nature du support, et selon les dispositions prévues par le DTA du procédé de couverture, et/ou selon les dispositions prévues par les Document et Pièces Marché (DPM) (cf. § 3.4).

Dans le cas d'un « écran d'interposition pour couverture métallique totalement supportée » sous Avis Technique, la mise en œuvre de l'écran est réalisée conformément à l'Avis Technique de l'écran d'interposition.

Dans le cas d'un écran d'interposition ou de séparation propre au procédé, la mise en œuvre de l'écran est décrite dans le DTA du procédé de couverture en bacs métalliques totalement supportés.

### **5. Entretien**

L'entretien des supports et des couvertures métalliques totalement supportées est réalisé conformément aux prescriptions du Document Technique d'Application (DTA) du procédé de couverture.

## Annexe A : Exemple de vérification d'un support en panneaux à base de bois pour couvertures métalliques totalement supportées sous DTA.

### Données du chantier :

Charge de neige normale (selon NV 65 modifiées) : 200 daN/m<sup>2</sup>.

Charge de vent normale (selon NV 65 modifiées) de 215 daN/m<sup>2</sup>, diminuée du poids propre des panneaux et des matériaux constituant la toiture (15 daN/m<sup>2</sup> dans l'exemple), soit : 200 daN/m<sup>2</sup>.

Espacement entre chevron 60 cm.

Panneaux de contreplaqué certifiés « NF Extérieur CTB-X ».

Pose sur trois appuis et plus.

Pointes annelées.

### 1. Résistance aux charges descendantes (cf. § 3.2.)

Selon le tableau 4 :

Epaisseur	Charge normale de neige (selon règles NV 65 modifiées)		
	100 daN/m <sup>2</sup>	150 daN/m <sup>2</sup>	200 daN/m <sup>2</sup>
≥ 15 mm	76 cm	66 cm	60 cm
≥ 19 mm	90 cm *	84 cm	76 cm
≥ 22 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*
≥ 25 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*

\* : Valeur maximale de l'espacement entre chevrons par construction dans tout le document.

Tableau 4 - Portées maximales (cm) des supports en panneaux de contreplaqué en fonction des charges descendantes (pose sur trois appuis ou plus)

Les épaisseurs de panneaux de contreplaqué supérieures ou égales à 15 mm conviennent pour résister aux charges descendantes.

### 1. Résistance aux charges ascendantes (cf. § 3.3.)

#### • Résistance en flexion des panneaux sous charges ascendantes (cf. § 3.3.2.2.)

Selon le tableau 8 :

Epaisseur	Charge égale à la charge normale de vent (selon règles NV 65 modifiées) diminuée du poids propre des panneaux et de la couverture		
	100 daN/m <sup>2</sup>	150 daN/m <sup>2</sup>	200 daN/m <sup>2</sup>
≥ 15 mm	76 cm	66 cm	60 cm
≥ 19 mm	90 cm*	84 cm	76 cm
≥ 22 mm	90 cm*	90 cm*	88 cm
≥ 25 mm	90 cm*	90 cm*	90 cm*

\* : Valeur maximale de l'espacement entre chevrons par construction dans tout le document.

Tableau 8 - Portées maximales (cm) des supports en panneaux de contreplaqué en fonction des charges (pose sur trois appuis ou plus)

Les épaisseurs de panneaux de contreplaqué supérieures ou égales à 15 mm conviennent également pour résister aux charges ascendantes.

- **Résistance à l'arrachement des fixations sous charges ascendantes (cf. § 3.3.2.3)**

Selon le tableau 16 :

Espacement E	D-p	Portée l des panneaux en m				
		0,6 m	0,75 m	0,8 m	0,85 m	0,9 m
0,15 m	1000 Pa	2,5x50	2,5x50	2,5x50	2,5x50	2,5x50
	1500 Pa	2,5x50	2,5x60 2,8x50	2,5x60 2,8x50	2,5x60	2,5x70 2,8x60
	2000 Pa	2,5x60 2,8x50	2,5x70	2,5x80 2,8x70	2,5x80 2,8x70	2,8x80
0,20 m	1000 Pa	2,5x50	2,5x50	2,5x50	2,5x60 2,8x50	2,5x60 2,8x50
	1500 Pa	2,5x60 2,8x50	2,5x70	2,5x80 2,8x70	2,5x80 2,8x70	2,8x80
	2000 Pa	2,5x80 2,8x70	-	-	-	-
0,30 m	1000 Pa	2,5x60 2,8x50	2,5x70	2,5x80 2,8x70	2,5x80 2,8x70	2,8x80
	1500 Pa	2,8x80	-	-	-	-

Tableau 16 - Diamètre et longueur minimaux, en mm, de pointes annelées utilisables pour fixer des panneaux à base de bois en fonction de la portée l des panneaux et de l'espacement E entre pointes annelées

Fixations par pointes annelées de 2,5 x 60 ou de 2,8 x 50 tous les 15 cm, ou par pointes annelées de 2,5 x 80 ou 2,8 x 70 tous les 20 cm, sur appuis intermédiaires.

## Annexe B : Valeurs de dépression calculées selon le e-cahier 3563.

Les valeurs de dépression suivantes sont un extrait des valeurs de dépression pré-calculées de l'Annexe 2 du e-cahier 3563 du CSTB, avec vent en rives perpendiculaire aux génératrices.

Ces valeurs simplifiée, sécuritaires dans le cas des couvertures, sont valables dans les conditions du e-cahier 3563 du CSTB, c'est-à-dire notamment :

- travaux neufs ou de rénovation totale (jusqu'à la charpente support) ;
- bâtiments fermés - bâtiments ouverts ;
- élancement courant, pour lequel le coefficient de forme prescrit par les Règles V 65 (chapitre III, article 2.12) est  $\gamma_0 = 1$  ;
- dans les conditions qui sont celles de la méthode simplifiée des Règles V 65, chapitre III, article 2.9, « constructions courantes à base rectangulaire méthode simplifiée ».

Les valeurs de l'Annexe 2 du e-cahier 3563 du CSTB sont reproduites ici, sans les valeurs en angles (non prises en compte sur la famille des bacs métalliques totalement supportés), et avec des valeurs ramenées au vent normal, soit avec un coefficient de  $1/1,75$  (vent extrême =  $1,75 \times$  vent normal).

Hauteur (m)	Position	Cp	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
			normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Rives	1,7	850	1 147	1 020	1 326	1 275	1 594	1 530	1 836	2 040	2 448
15	Rives	1,7	935	1 262	1 122	1 459	1 403	1 754	1 683	2 019	2 244	2 693
20	Rives	1,7	1 009	1 363	1 211	1 575	1 514	1 893	1 817	2 180	2 423	2 907
30	Rives	1,7	1 134	1 530	1 360	1 768	1 700	2 126	2 040	2 448	2 720	3 264
40	Rives	1,7	1 233	1 664	1 479	1 922	1 849	2 311	2 219	2 663	2 958	3 550

Tableau B.1 - Dépressions de calcul  $N/m^2$  (Pa) en bâtiment fermé et versants plans – vent normal en rives selon les règles NV 65 modifiées

Hauteur (m)	Position	Cp	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
			normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Rives	2	1 000	1 350	1 200	1 560	1 501	1 875	1 800	2 160	2 400	2 880
15	Rives	2	1 101	1 485	1 320	1 717	1 650	2 063	1 981	2 376	2 640	3 168
20	Rives	2	1 187	1 603	1 425	1 853	1 782	2 226	2 137	2 565	2 850	3 421
30	Rives	2	1 334	1 800	1 600	2 080	2 000	2 501	2 400	2 880	3 200	3 840
40	Rives	2	1 450	1 958	1 741	2 262	2 175	2 719	2 610	3 133	3 480	4 176

Tableau B.2 - Dépressions de calcul  $N/m^2$  (Pa) en bâtiment ouvert et versants plans - vent normal en rives selon les règles NV 65 modifiées

## Annexe C – Essais de fatigue et de résistance au vent à échelle réelle des procédés de couvertures en bacs métalliques totalement supportés.

L'essai de référence pour la famille des « couvertures en bacs métalliques totalement supportés » sous DTA, exposé dans la présente Annexe, s'appuie sur « l'essai de résistance à l'arrachement sous l'action du vent à échelle réelle » du e-cahier 3408 de mai 2002 (ETAG n°006 pour les « Système de feuilles souples d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement », désormais EAD n°030351-00-0402), adapté pour les couvertures métalliques totalement supportés.

Les principes généraux d'évaluation exposés dans la présente Annexe reposent sur les connaissances existantes en la matière, et sur l'expérience acquise en ce qui concerne ces essais.

NOTE : Il est à noter que cet essai, dit « de fatigue », est particulièrement sévère pour le bac de couverture, mais qu'en l'état actuel des connaissances, il reste la référence pour déterminer la résistance au vent des procédés de la famille des « couvertures en bacs métalliques totalement supportés » sous DTA. Il est à noter également que le domaine d'emploi et la résistance au vent des couvertures en feuilles et longues feuilles de zinc conformes au DTU 40.41 n'est pas basé sur cet essai, mais sur la longue expérience en France sur ce type de couvertures depuis plus de 100 ans.

### C1 - Charges

- Charge admissible (théorique) ( $W_{adm}$ ) = charge par fixation/patte de fixation, déduite de la charge d'essai.
- Charge d'essai ( $W_{test}$ ) = charge maximale dans le cycle précédant le cycle de rupture mesurée lors de l'essai de résistance à l'arrachement sous l'action du vent (voir § C.6)
- Charge corrigée ( $W_{corr.}$ ) = charge d'essai modifiée par des facteurs de correction.

### C2 - Généralités

L'essai est réalisé sur l'ensemble du système assemblé en partie courante, c'est-à-dire l'élément porteur, et la couverture en bac métallique totalement supportée.

Les résultats sont valables pour un espacement entre fixations donné, pour une largeur de bac donnée, et pour un alliage métallique donné (épaisseur, nuance, protection contre la corrosion).

Le demandeur devra ainsi déclarer son épaisseur de bac, ainsi que la nuance et le type de protection éventuel du métal, en fournissant le certificat matière (type 3.1) de la bobine associée.

### C3 -Appareillage d'essai

Chambre de pression de longueur et de largeur suffisantes pour accueillir l'éprouvette et d'une hauteur telle que la pression exercée est répartie également et n'est pas affectée par des déformations, éventuelles, de l'éprouvette.

Les essais peuvent être réalisés sur des systèmes de dimensions différentes :

Un système d'essai de dimensions standard est recommandé :

$(\alpha \times a + 200 \text{ mm}) \times (\beta \times b + 200 \text{ mm})$

Il est composé de  $(\alpha + 1)$  rangées et  $(\beta + 1)$  fixations / pattes de fixations

Où :

$\alpha$  = nombre d'espaces entre les rangées de fixations / pattes de fixations

$\beta$  = nombre d'espaces entre les fixations / pattes de fixations

$a$  = espacement maximal entre les rangées de fixations / pattes de fixations, ou largeur utile du bac métallique

$b$  = espacement entre chaque fixations / pattes de fixations du bac métallique

et comprend au moins 3 rangées de 5 fixations / pattes de fixations

$(2 \times a + 200 \text{ mm}) \times (4 \times b + 200 \text{ mm})$

ou se composer d'au moins 4 rangées de 4 fixations / pattes de fixations

$(3 \times a + 200 \text{ mm}) \times (3 \times b + 200 \text{ mm})$

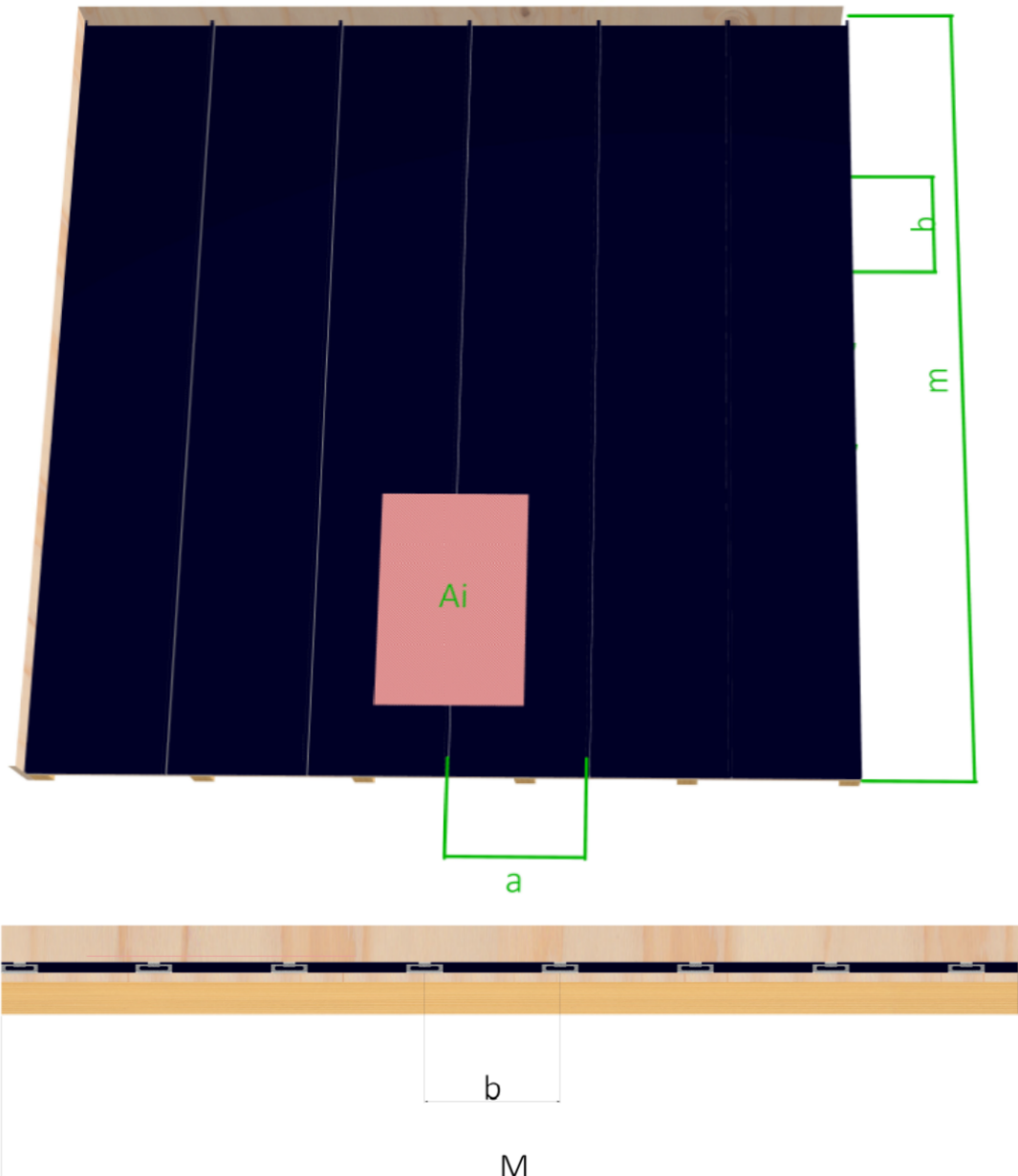


Figure C1 – Schéma de la maquette et dimensions

La chambre de pression est équipée d'une ou plusieurs fenêtres disposées de telle façon que l'éprouvette puisse être observée pendant l'essai.

La chambre de pression doit pouvoir résister à une force d'aspiration de 10 kPa. Il doit être possible de créer un joint étanche à l'air entre l'éprouvette et la chambre de pression.

Le ventilateur ainsi que les équipements de contrôle et d'enregistrement sont connectés à la chambre de pression pour assurer des cycles de pression dynamique incluant tous une séquence proportionnelle de charges conforme à la figure C2 ; la précision de charge doit être de  $\pm 10\%$  pour les charges supérieures à 2000 Pa.

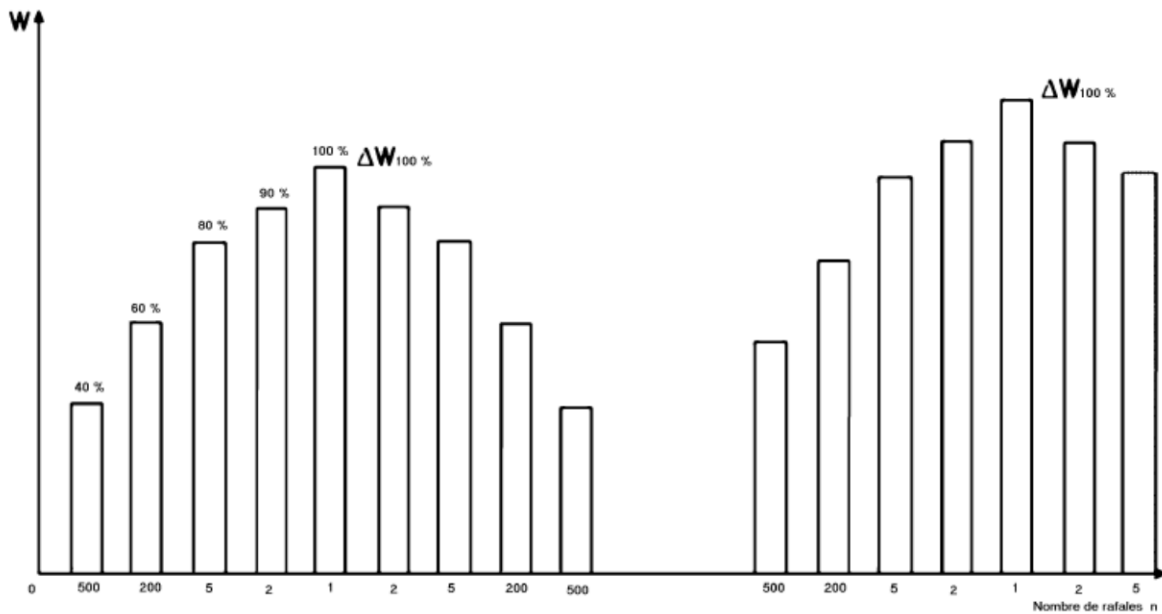


Figure 3 - Séquence proportionnelle de dépression

### Schéma d'un cycle

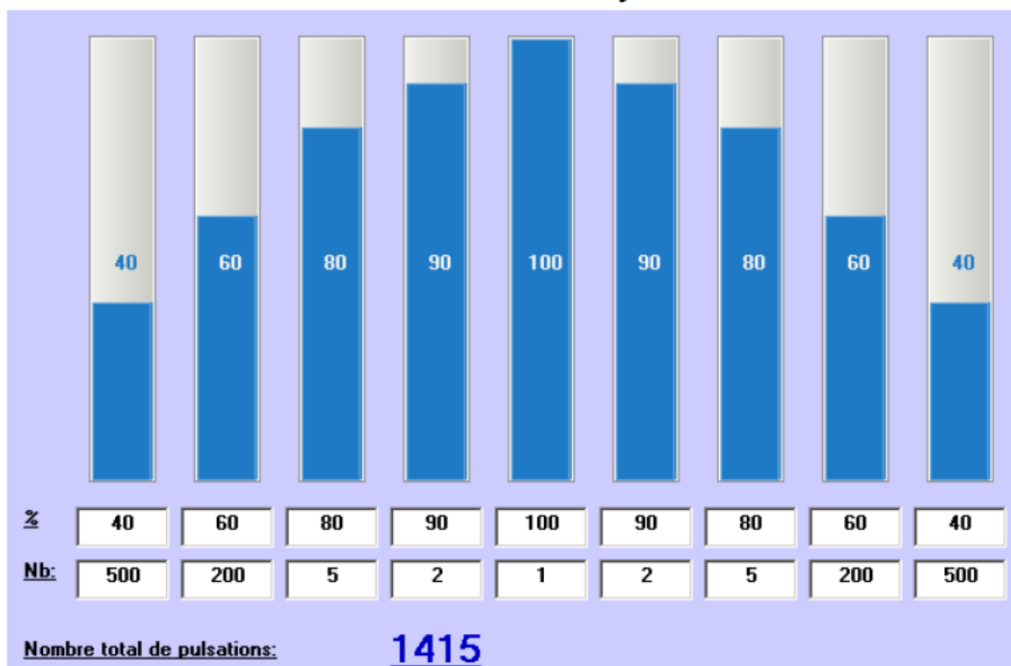


Figure C2 – Séquence proportionnelle de dépression

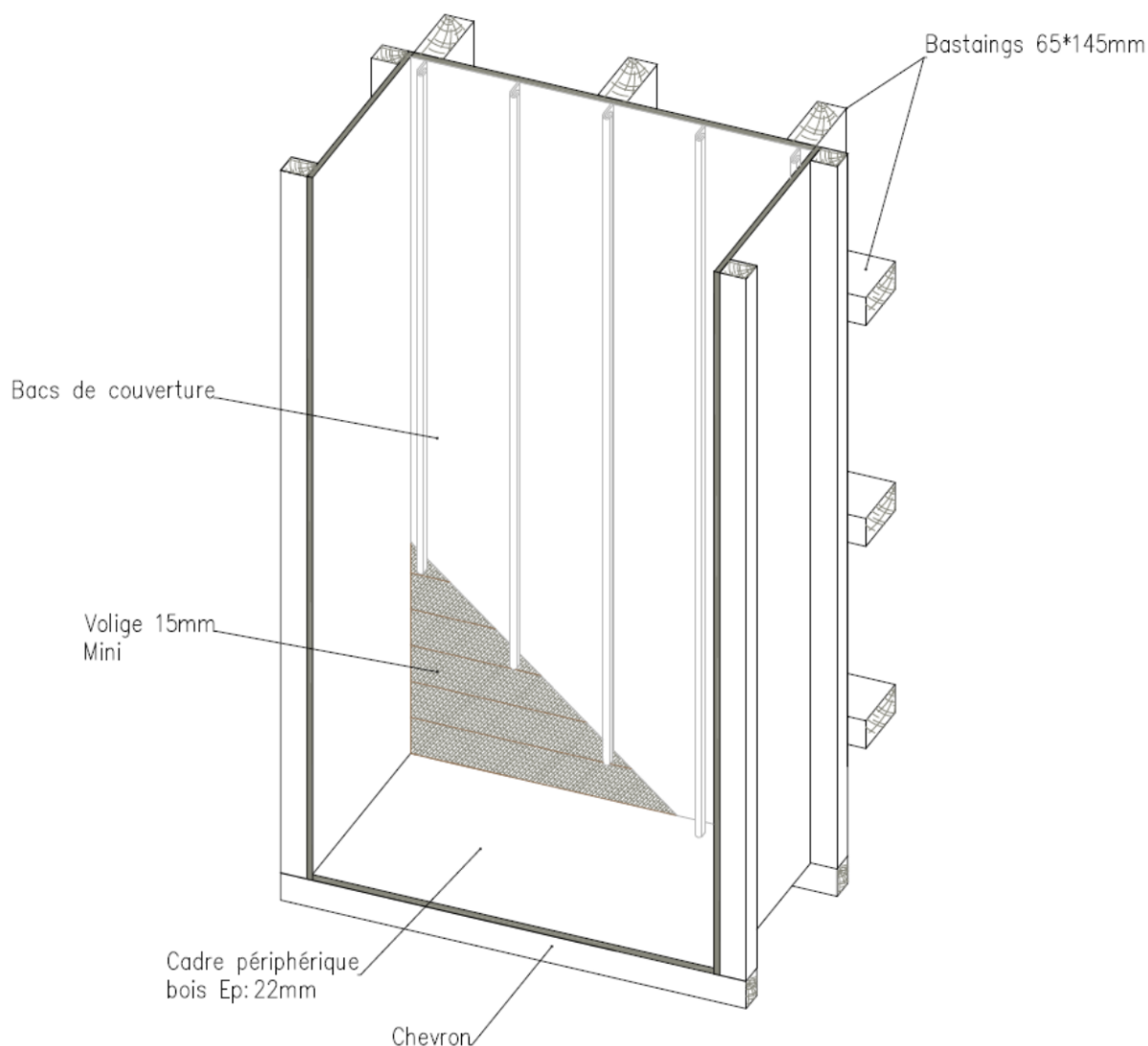
#### C4 - Support de la maquette

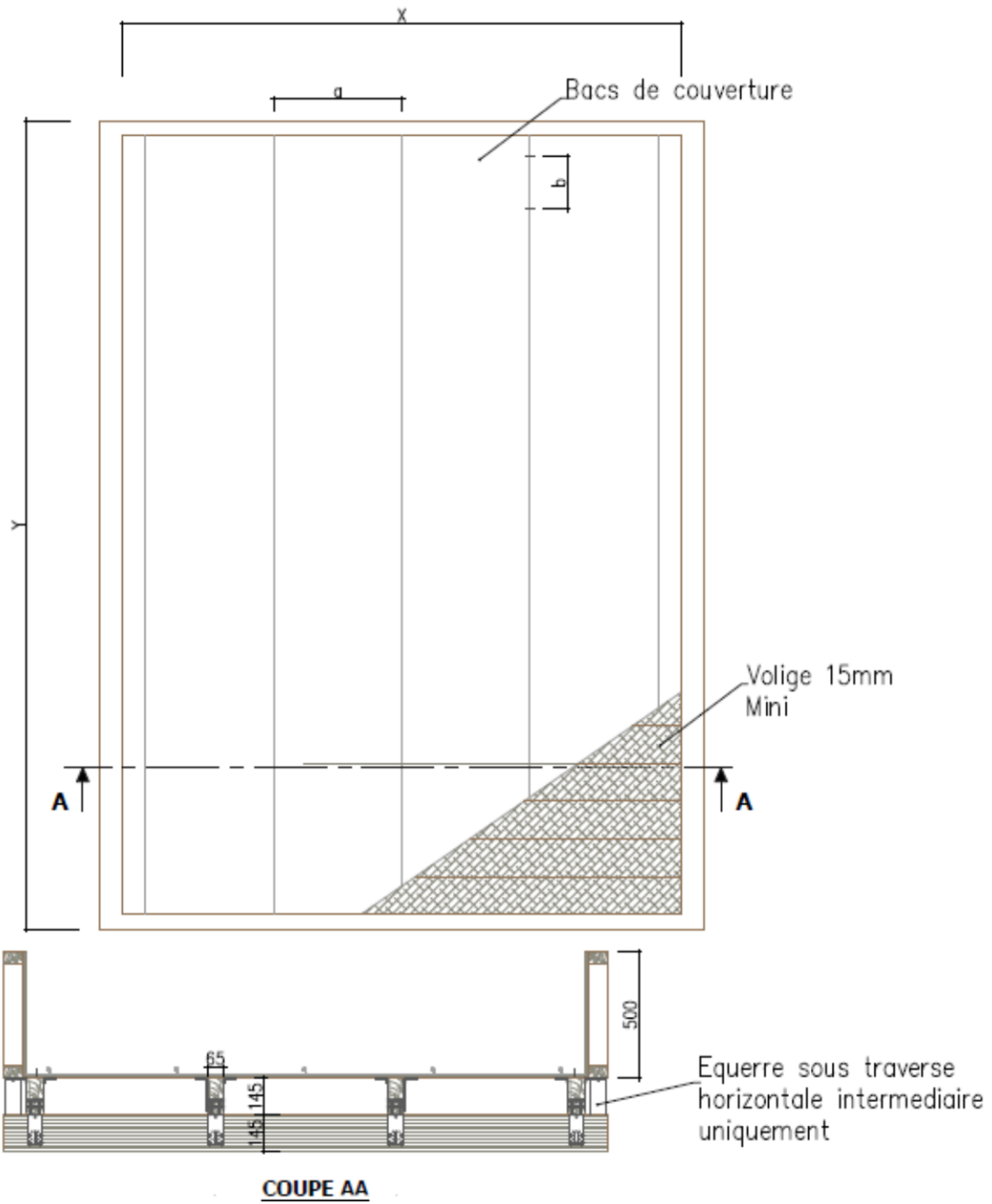
Le support de la maquette dépendra du type de fixation et des souhaits du demandeur. Ce dernier est généralement en voliges en bois massif, conforme au DTU 40.41.

L'épaisseur de la volige doit être l'épaisseur minimale revendiquée par le DTA du procédé de « couverture en bac métallique totalement supporté », sauf si le demandeur justifie son dimensionnement vis-à-vis de la résistance à l'arrachement de la fixation. L'espacement entre voliges doit être suffisant pour pouvoir laisser passer les capteurs de déformation du bac, installé en sous-face de la maquette.

Le demandeur est responsable du dimensionnement et de l'exécution du support, aussi l'attention est attirée sur le fait que pour ne pas se retrouver avec une rupture dans le support lors de l'essai, celui-ci doit être légèrement surdimensionné par rapport au DTU 40.41. A titre d'exemple, le modèle de maquette suivant peut être appliqué (cf. figure C3).

Il est nécessaire de prévoir, sur l'un au moins des petits côtés du cadre périphérique, une ouverture en plexiglass ou équivalent, de dimension environ 900 x 200 mm, avec joint et pareclose, pour pouvoir observer visuellement la ruine et la déformation du bac.





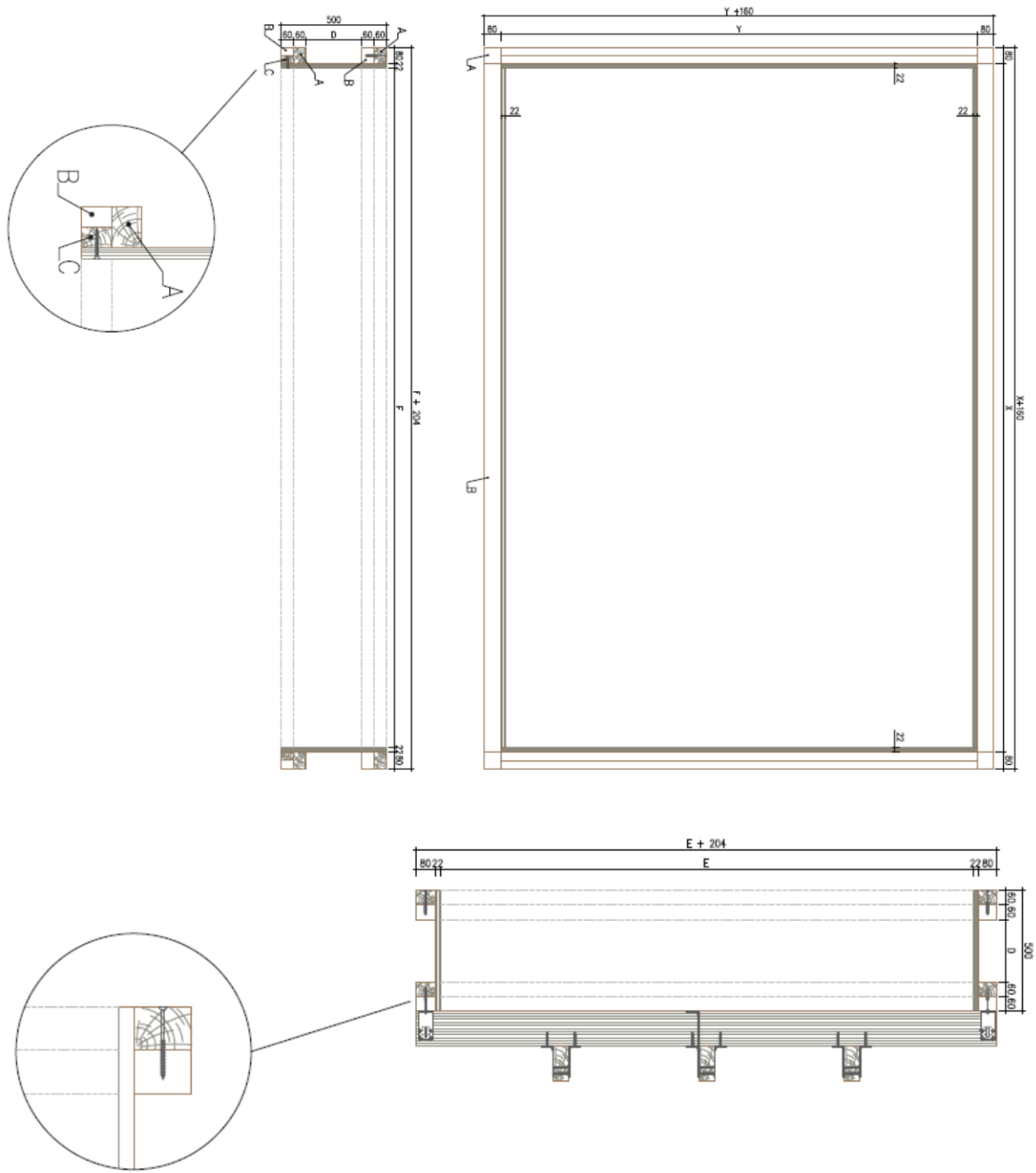


Figure C3 – Exemple de maquette cotée

## C5 - Epreuve

L'éprouvette est un modèle de construction de couverture de partie courante comprenant la couverture en bac métallique totalement supporté, mise en œuvre et fixée conformément à son DTA.

La couverture doit être posée symétriquement ; indépendamment de la largeur des bacs, trois rangées minimum de fixations/pattes de fixations doivent être disposées, la rangée du milieu devant passer par le centre du banc d'essai. Le procédé doit être installé conformément au guide d'installation du fabricant.

La couverture doit être sertie / clipsée de manière étanche entre les bords de la chambre de pression, et la structure support doit assurer un joint étanche à l'air sur toute la longueur des bords. Afin de ne pas créer un blocage lors de la déformation en charge du bac, un espace de 10 mm (+ou - 2 mm) doit être laissé sur le bord transversal des bacs (cf. figure C4).

La fixation des bacs de couverture incomplets en rive peut être bridée au moyen de tasseaux latéraux.

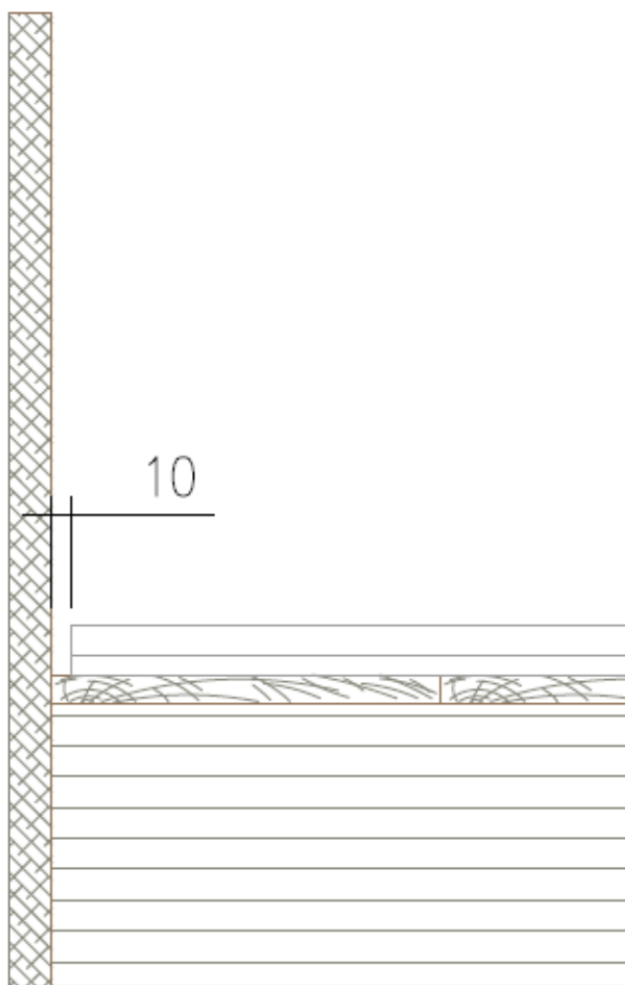


Figure C4 – Jeu nécessaire entre le bac et le bâti sur bord transversal

## C6 - Procédure d'essai

L'essai se réalise sur une unique et seule éprouvette par configuration de couverture.

L'éprouvette doit être conditionnée à  $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  pendant au moins 16 heures.

L'essai doit être réalisé à  $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ .

L'éprouvette doit être fixée symétriquement dans la chambre de pression.

Un capteur de déformation est positionné sous le bac central, en milieu de plage, afin de suivre les déformations maximales, ainsi que les déformations résiduelles en fin de cycle.

Le ventilateur, les équipements de contrôle et d'enregistrement doivent servir à appliquer et à contrôler la séquence de charges proportionnelles (figure C2) qui correspond à des cycles de pression dynamique appliqués à l'éprouvette.

Les pics de charge de chaque cycle de la figure C2 sont récapitulés dans le tableau C1.

Après 3 cycles de positionnement successifs et 1 cycle à la charge de 150 newtons par fixation, une charge croissante de 50 newtons/fixation est appliquée jusqu'à la ruine ou limite de l'équipement d'essai.

Une pulsation est caractérisée par le passage de 0 à la charge maximale, puis par un retour à 0. Lors de la réalisation des pulsations, la montée en dépression est comprise entre 0,7 et 1 sec, et chaque pulsation est maintenue pendant au moins 2 secondes, la durée totale d'un cycle ne doit pas excéder 8 secondes.

Nombre de cycles	Charge par fixation/patte de fixation en N ( $\Delta W_{100\%}$ )
1	150
2	150
3	150
4	150
5	200
6	250
7	300
8	350
9	400
10	(etc. par paliers de 50 N)

Tableau C1 - Charge par fixation/patte de fixation en fonction du cycle

La charge appliquée doit correspondre au diagramme de temps/pression représenté à la figure C5.

La tolérance de temps est de  $\pm 0,1$  s et 90 % du pic de charge doivent être atteints entre 0,7 et 1,0 seconde après le début de la mise en charge.

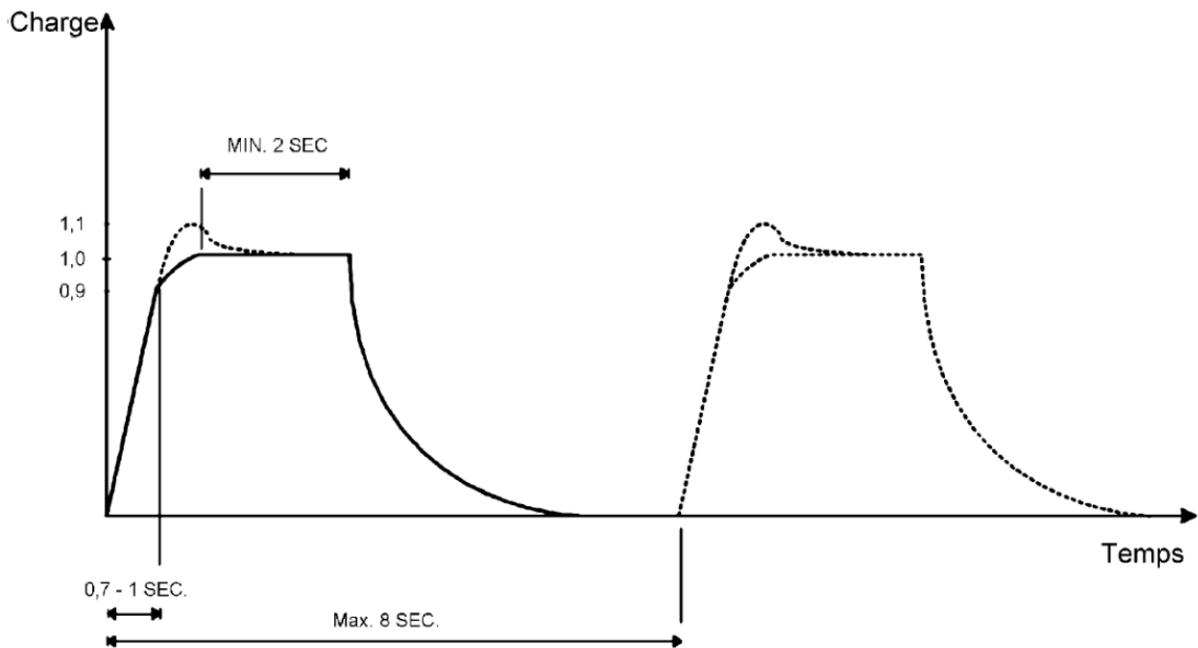


Figure 4 - Diagramme de temps/pression

Figure C5 – Diagramme de temps/pression

Le comportement de l'éprouvette doit être observé à chaque cycle ; la déformation, le moment, le nombre de cycles et le mode de rupture du système doivent être enregistrés.

L'essai est réalisé avec des charges croissantes (par incréments de 50 N comme indiqué au tableau C1) jusqu'à rupture du système ou jusqu'à la limite de l'équipement d'essai. Les charges indiquées par fixation / patte de fixation sont des charges calculées en multipliant l'aire d'influence  $A_i$  (voir figure C1) par la différence entre la pression du laboratoire  $P_{lab}$  et la dépression dans la chambre  $P_{chamb.}$  :

$$W_{test} = P_w \times A_i = (P_{lab} - P_{chamb.}) \times A_i$$

Il faut s'assurer, pour chaque application, que la pression exerce effectivement une contrainte sur le bac de couverture. La pression sous le bac de couverture et la pression en laboratoire sont contrôlées ; si l'écart est de plus de 10 %, il faut augmenter le nombre de perforations dans le support pour accroître la contrainte sur la couverture.

La charge d'essai  $W_{test}$  exprimée en N est convertie en kPa selon la formule suivante :

$$(Charge \text{ en } N/1000) \times \text{nombre de fixations par } m^2$$

Pour obtenir la charge corrigée  $W_{corr.}$  d'une fixation, la charge d'essai  $W_{test}$  est réduite par les facteurs  $C_a$  et  $C_d$  comme indiqué ci-après. Les valeurs de  $C_a$  et  $C_d$  sont choisies en fonction du système d'essai retenu.

$$W_{corr.} = W_{test} \times C_a \times C_d$$

Où :

$W_{test}$  = charge maximale dans le cycle précédant le cycle de rupture

$W_{corr.}$  = charge corrigée prenant en compte les facteurs de correction  $C_a$  et  $C_d$

$C_a$  = facteur géométrique prenant en compte la différence entre la déformation du bac lors de l'essai et la déformation réelle du bac d'une couverture complète. Le facteur  $C_a$  dépend des paramètres  $a/b$  et  $m/b$  où  $m$  est la longueur du côté le plus court du système d'essai (cf. figure C1). Le facteur  $C_a$  peut être déterminé à partir de la figure C6 et est inférieur ou égal à 1 pour les trois systèmes d'essai décrits ci-dessous.

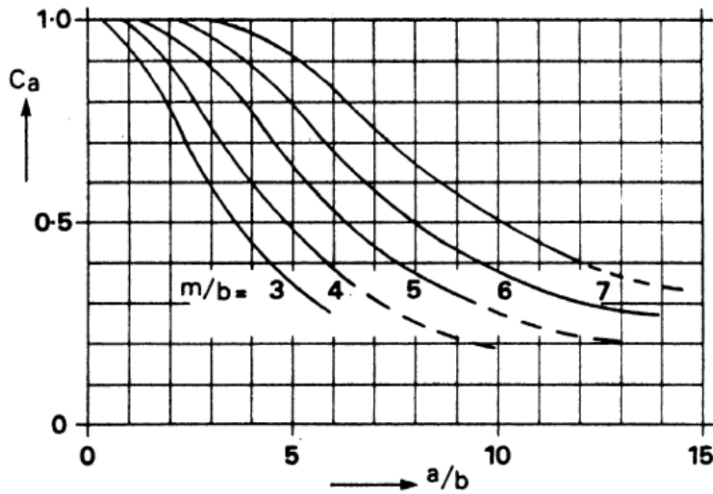


Figure C6 - Détermination du facteur  $C_a$

$C_d$  = facteur statistique prenant en compte la diminution de la probabilité de rupture d'une fixation due au nombre réduit de fixations dans le système d'essai.

Les valeurs de  $C_d$ , en fonction de la dimension du système d'essai retenu, sont données ci-après :

pour

$$(2 \times a + 200 \text{ mm}) \times (4 \times b + 200 \text{ mm}), C_d = 0,85 ;$$

pour

$$\left. \begin{array}{l} (3 \times a + 200 \text{ mm}) \times (3 \times b + 200 \text{ mm}) \text{ et} \\ (2 \times a + 200 \text{ mm}) \times (5 \times b + 200 \text{ mm}) \text{ et} \\ (2 \times a + 200 \text{ mm}) \times (6 \times b + 200 \text{ mm}) \text{ etc.} \end{array} \right\} C_d = 0,90 ;$$

pour

$$(3 \times a + 200 \text{ mm}) \times (4 \times b + 200 \text{ mm}), C_d = 0,95 ;$$

pour de plus grandes dimensions,  $C_d = 1,0$ .

Les dimensions  $(2 \times a + 200 \text{ mm}) \times (3 \times b + 200 \text{ mm})$  ne sont pas autorisées.

La charge (théorique) admissible par fixation,  $W_{adm}$  est calculée selon la formule suivante :

$$W_{adm} = W_{corr} / \gamma_m$$

Où :

$\gamma_m$  = facteur de sécurité tenant compte des variations de qualité du matériau et de la mise en œuvre ; il est fixé à :

- 1,7 dans le cas de rupture franche (ou dans la phase élastique) dans le bac ou le joint debout.
- 1,5 dans le cas d'une rupture dans la fixation / patte de fixation.

---

**SIÈGE SOCIAL**

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2  
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**CSTB**  
*le futur en construction*

---

**CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT** | MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA ANTIPOLIS