

# CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES SYSTEMES DE SURCOUVERTURE

## LR ETANCO

### PAR ENTRETOISES MODULCO



Couverture double peau à trames parallèles  
Avec ou sans isolation thermique

Edition Juin 2022

**Ce procédé a fait l'objet d'une Enquête de Technique Nouvelle n° 22056808000004 valable jusqu'au 30/06/2027, dont les conclusions sont reconnues par l'ensemble des collaborateurs SOCOTEC Construction.**

## SOMMAIRE

<b>A. Description .....</b>	<b>3</b>
I. Présentation du système .....	3
1. Principe .....	3
a) Cas sur une charpente existante métallique .....	3
b) Cas sur une charpente existante en bois .....	4
II. Domaine d'emploi et limite d'utilisation .....	4
1. Pour les travaux neufs .....	4
2. Pour les travaux de rénovation .....	4
3. Etat hygrométrique des locaux .....	5
4. Exposition atmosphérique .....	5
5. Réglementation existante .....	5
6. Couverture chaude – Couverture froide .....	5
7. Sécurité des personnes contre les chutes .....	6
III. Description des éléments composants le système .....	6
1. Caractéristiques des entretoises .....	6
2. Caractéristiques des pannes secondaires .....	7
3. Caractéristiques des éléments de raccordement .....	8
4. Caractéristiques des éléments spéciaux aux plaques fibres-ciment .....	9
IV. Présentation des fixations .....	10
V. Mise en œuvre du système de surcouverture MODULCO .....	11
1. Mise en place et assemblage des entretoises .....	11
2. Mise en place des pannes secondaires .....	11
a) Cas de la panne secondaire acier .....	11
b) Cas de la panne secondaire bois .....	13
3. Traitement des points particuliers .....	14
a) Faitages et rives d'égouts .....	14
b) Egouts – Chéneaux .....	14
c) Bandes de rives .....	15
d) Pénétrations (Exemple de principe) .....	15
VI. Les accessoires complémentaires .....	16
<b>B. Les résultats expérimentaux .....</b>	<b>16</b>
I. Calcul relatif à l'utilisation de la surcouverture MODULCO .....	16
1. Principe, obligations de l'entreprise de couverture .....	16
2. Mode de calcul de la surcouverture .....	16
a) Détermination des efforts dus à la neige .....	16
b) Détermination des efforts de soulèvement dû au vent .....	17
c) Questionnaire en vue du calcul de surcouverture MODULCO .....	17
d) Détermination des caractéristiques des pannes secondaires .....	17
e) Détermination de la résistance caractéristique des fixations .....	17
II. Les essais .....	18
<b>C. Les annexes .....</b>	<b>18</b>

# DOSSIER TECHNIQUE MODULCO

## A. Description

### *1. Présentation du système*

Définition du système de surcouverture LR ETANCO réalisé à l'aide d'entretoises MODULCO.

#### **1. Principe**

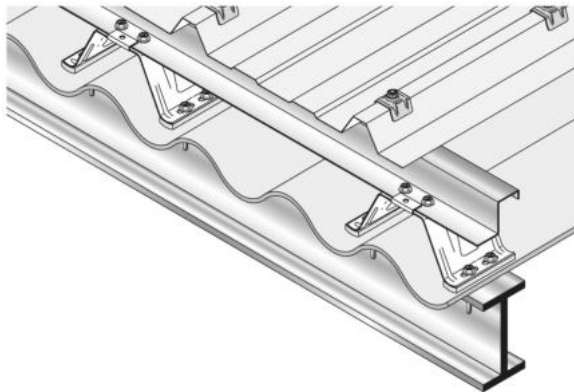
Le système de surcouverture LR ETANCO est une ossature secondaire placée sur une construction existante, neuve ou ancienne, collaborant ainsi avec cette dernière afin de permettre la réalisation d'une couverture double peau avec ou sans isolant.

Cette double peau sera réalisée sur l'ancienne couverture soit en plaques fibres-ciment de profil 177 x 51 soit en bacs métalliques.

#### **a) Cas sur une charpente existante métallique**

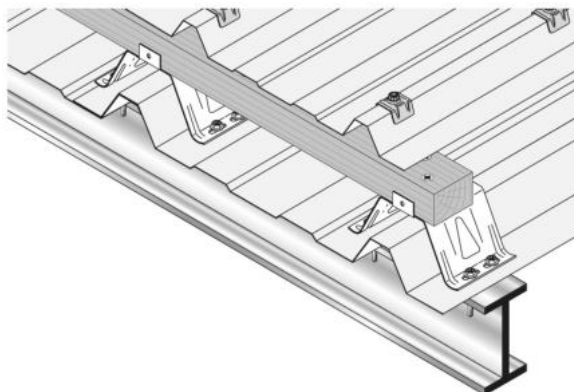
Couverture secondaire avec panne secondaire Zed (Modulco Type A)

Panne existante Acier



Couverture secondaire avec panne secondaire bois (chevron 60x80mm, bois traité, sain et sec ou rendu tel) - (Modulco Type B)

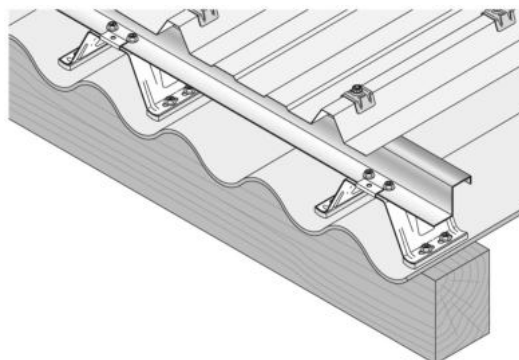
Panne existante Acier



## b) Cas sur une charpente existante en bois

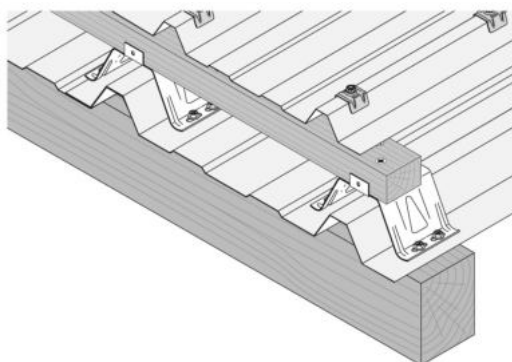
Couverture secondaire avec panne secondaire Zed

Panne existante Bois



Couverture secondaire avec panne secondaire bois (chevron 60x80mm, bois traité, sain et sec ou rendu tel)

Panne existante Bois



## II. *Domaine d'emploi et limite d'utilisation*

L'utilisation du système de surcouverture LR ETANCO, réalisé à partir d'entretoises MODULCO, de pannes secondaires Zed ou bois nécessite préalablement une étude d'adaptation de la nouvelle couverture par rapport à la couverture existante, tenant compte des limitations du DTU 40.35 pour les couvertures en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues et du DTU 40.36 pour les couvertures en plaques nervurées d'aluminium prélaqué ou non..

Le présent document concerne les bâtiments se situant à une altitude inférieure à 900 mètres.

### 1. Pour les travaux neufs

On se conformera aux DTU afférents au choix de la couverture supérieure (Ex. : DTU 40.35 pour les bacs aciers). Les calculs doivent tenir compte de la présence d'une surcouverture sur le bâtiment.

## 2. Pour les travaux de rénovation

Les limites d'utilisation sont assujetties à :

- La surcharge occasionnée par le système de la surcouverture : en aucun cas cette dernière ne doit compromettre la résistance et la stabilité de la structure existante, qui devra être vérifiée en fonction des charges supplémentaires apportées (entretoises, pannes secondaires, isolation, surcouverture, outre les sollicitations climatiques déterminées conformément aux règles Neige et Vent en vigueur,
- La pente,
- Hauteur de bâtiment maxi de 20 m,
- Le recouvrement,
- La longueur du rampant,
- La situation géographique du bâtiment : l'altitude, la région neige et vent,
- Et à toutes autres considérations tributaires de la deuxième peau tel que :  
Plaques fibres-ciment, tôle en acier galvanisé, bac aluminium, fixées au système d'ossature secondaire

Les limitations des DTU respectifs doivent obligatoirement être respectées particulièrement, la corrélation entre les pentes minimales de l'ancienne et de la nouvelle couverture.

## 3. Etat hygrométrique des locaux

La technique de la surcouverture ne peut être réalisée uniquement dans des locaux à faible hygrométrie ou rendus tels, au sens défini dans l'Annexe D du DTU 40-35.

## 4. Exposition atmosphérique

La protection par galvanisation Z 275 mini ou ZM 250 (Alliage Zinc-Alu-magnésium) des éléments composants le système d'ossature secondaire permet l'utilisation de ces éléments dans les conditions décrites à l'annexe D du DTU 40.35 soit : intérieur sain et non agressif.

## 5. Réglementation existante

La surcouverture LR ETANCO, réalisée à l'aide d'entretoises MODULCO et de pannes Zed ou bois formant ainsi une ossature secondaire, doit être conforme à l'ensemble des prescriptions des documents de référence applicables à la réalisation de la surcouverture métallique en travaux neufs, par exemple :

NF P 34 205 (DTU 40.35) : couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues

NF P 34 206 (DTU 40.36) : couverture en plaques nervurées d'aluminium pré laqué ou non

## 6. Couverture chaude – Couverture froide

L'emploi de l'ossature secondaire en acier galvanisé avec pannes Zed est envisageable :

- En couverture froide ventilée sans isolation avec traitement retardateur de condensations en sous-face de la surcouverture métallique. Ce traitement limite le risque des retombées de condensation sans l'éliminer complètement en raison des conditions atmosphériques et hygrométriques.  
Dans ce cas, on veillera au respect des règles de ventilation en vigueur défini dans les DTU 40.35 et 40.36
- En couverture chaude avec isolation compressée entre les deux peaux à trames parallèles avec fermeture des rives et des traversées de ce complexe.  
Nota : Cette deuxième solution est techniquement préférable car elle élimine les risques de condensations en sous face de la surcouverture métallique qui subsistent dans le cas de la première solution.

L'emploi de l'ossature secondaire avec pannes bois n'est admise qu'en technique de surcouverture chaude avec un traitement de préservation du bois de classe 3 selon les normes NF EN 335-1 et NF EN 335-2. Dans le cas de surcouverture en plaques nervurées en aluminium (DTU 40.36) il y aura lieu de s'assurer de la compatibilité avec le traitement du bois.

## 7. Sécurité des personnes contre les chutes

Les dispositions constructives de la toiture doivent permettre de satisfaire aux exigences réglementaires concernant la protection contre les chutes du personnel amené à travailler ou à circuler sur la toiture.

Ces exigences figurent dans le décret 65.48 du 8 janvier 1965 concernant l'exécution des dispositions du livre II du code de travail (Titre II : Hygiène et sécurité des travailleurs)

**Attention : Des précautions particulières sont à prendre dues à la fragilité des couvertures en plaques fibres-ciment.**

### III. Description des éléments composants le système

#### 1. Caractéristiques des entretoises

Entretoise MODULCO pour panne secondaire acier : TYPE A



Entretoise MODULCO pour panne secondaire bois : TYPE B

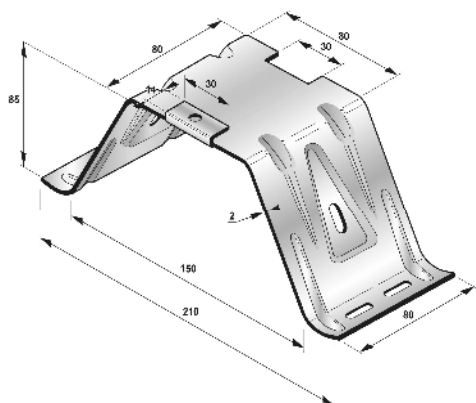


Entretoise MODULCO Plat pour panne secondaire perpendiculaire



Les entretoises MODULCO sont solidement fixées par l'intermédiaire de fixations adaptées à la nature de la charpente existante (métallique ou bois)

Les caractéristiques dimensionnelles des entretoises sont les suivantes :



Qu'il s'agisse de l'entretoise Type A ou Type B, les dimensions sont identiques.

Les entretoises, fabriquées par la Sté LR ETANCO, sont réalisées à partir d'une tôle plate en acier DX51D galvanisée ZM250 conforme à la norme NF EN 10346 d'octobre 2015. La tôle de 2 mm d'épaisseur est emboutie et pliée de manière à obtenir la forme géométrique ci-dessous.

## 2. Caractéristiques des pannes secondaires

Panne secondaire Zed en acier galvanisé



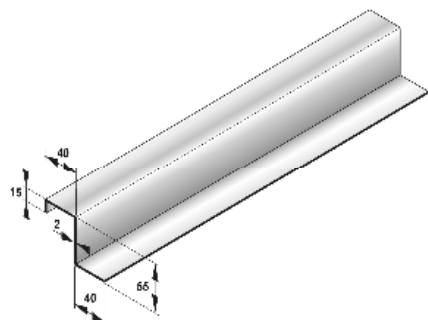
Panne secondaire en bois



Les pannes secondaires acier ou bois sont destinées à constituer l'ossature secondaire pour supporter la deuxième couverture. Elles sont fixées au sommet des entretoises MODULCO par l'intermédiaire de fixations adaptées à la nature de celles-ci (pannes Zed ou pannes Bois)

Les caractéristiques dimensionnelles des pannes secondaires.

La panne secondaire Zed destinée à l'entretoise MODULCO Type A



Les pannes secondaires fabriquées par la Sté LR ETANCO sont réalisées à l'aide des tôles plates en acier galvanisé S230GD-Z275 conforme à la Norme NF EN 10346 d'octobre 2015. La tôle de 2mm d'épaisseur est profilée ou pliée de manière à obtenir une forme de Zed aux caractéristiques géométriques ci-contre.

La panne secondaire bois destinée à l'entretoise MODULCO Type B

Les pannes secondaires bois sont des parallélépipèdes de longueur variable à section déterminée soit :

Une épaisseur de 60 mm

Une largeur de 80 mm

La panne bois utilisée doit être sèche et saine. Le bois doit être de qualité «bois de charpente» conforme aux règles CB71, et son traitement doit être de classe de classe 3 selon les normes NF EN 335-1 et NF EN 335. Une mesure d'humidité peut être réalisée au cours de la mise en œuvre.

### 3. Caractéristiques des éléments de raccordement

Les éclisses et les platines de raccordement sont destinés à l'assemblage des pannes secondaires

Eclisse de raccordement pour panne secondaire Zed



Ces éclisses de raccordement sont fixées sous l'aile supérieure des pannes secondaires Zed

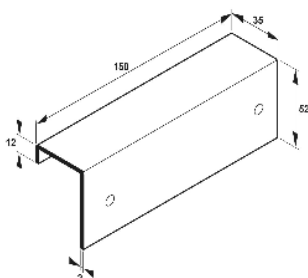
Platine de raccordement pour panne secondaire bois



Ces platines sont fixées sur chaque flan des pannes secondaires bois.

#### Les caractéristiques dimensionnelles des éléments de raccordement :

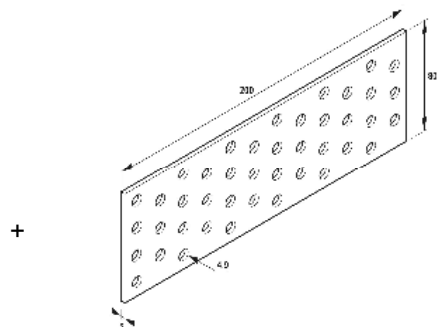
Eclisse de raccordement pour panne secondaire ZED



Les éclisses fabriquées par la Sté LR ETANCO sont réalisées à l'aide des tôles plates en acier galvanisé DX51D-Z275 conforme à la Norme NF EN 10346 d'octobre 2015. La tôle de 2 mm d'épaisseur est pliée de manière à obtenir une forme aux caractéristiques géométriques du croquis ci-contre.



## Platine de raccordement pour panne secondaire

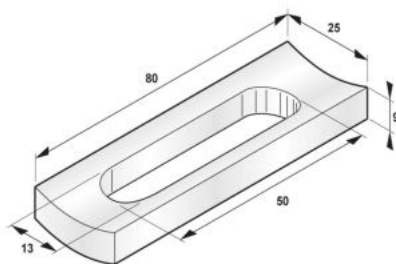
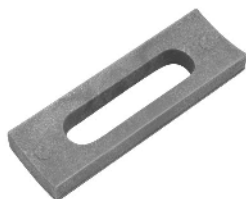


Les platines fabriquées par la Sté LR ETANCO sont réalisées à partir de plats en tôle d'acier galvanisé DX51D-Z275 conforme à la norme NF EN 10346 d'octobre 2015. La tôle d'épaisseur 2 mm est emboutie de façon à réaliser des trous de 4,9 mm de diamètre disposés en quinconce.

## 4. Caractéristiques des éléments spéciaux aux plaques fibres-ciment

- **Les cales d'épaisseur de compensation**

Les cales d'épaisseur sont destinées à compenser l'absence de recouvrement des plaques fibres-ciment au faitage et à l'égout, aux pannes intermédiaires sur trois appuis, dans les cas de plaques d'éclaircissements.



### Les caractéristiques dimensionnelles des cales de compensation d'épaisseur :

Issues de moulages d'élastomère type EPDM conformes au croquis ci-contre, ces cales fabriquées par la Sté LR ETANCO sont destinées à rattraper les jeux occasionnés par les plaques fibres-ciment non recouvertes en faitage et à l'égout.

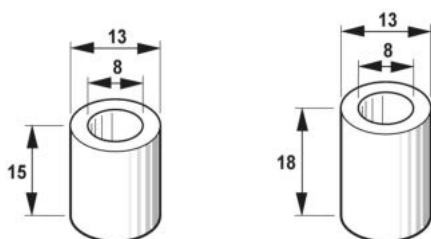
Elles se placent en creux d'onde sous les deux pieds des entretoises MODULCO.

- **Les tabourets de compression**

Les tabourets sont destinés à répartir les efforts de compression entre les entretoises MODULCO et les pannes existantes.



Les caractéristiques dimensionnelles des tabourets de compression :



Réalisés à partir d'un acier de décolletage zingué, ces tabourets sont destinés à répartir les efforts de compression occasionnés par le poids de la nouvelle couverture évitant ainsi le risque de rupture des plaques fibres ciment.

Ces tabourets sont positionnés à chaque vis fixant l'entretoise MODULCO à la panne existante. Le plus court (15 mm) lorsqu'on a une onde, le plus long (18 mm) dans les cas de recouvrement d'ondes.

#### **IV. Présentation des fixations**

Les fixations énumérées ci-après permettent l'assemblage des différents éléments constituant le système de surcouverture MODULCO. On ne définit pas ici les fixations de la nouvelle couverture qui respecteront les Règles de l'Art, le DTU N°40-35, notamment, dans le cas d'une couverture en bacs aciers.

➤ **Fixation des entretoises MODULCO sur les pannes existantes acier**

Vis en acier cimenté zingué – FASTOVIS 2.5 Ø 6.3 x 45 mm

➤ **Fixation des entretoises MODULCO sur les pannes existantes Bois**

Vis en acier zingué bichromaté – GOLDOBOIS Ø 8 x 60 mm

Vis en acier traité Supracoat 2C – GOLDOFAST Ø 6.5 x 70 mm

➤ **Fixation des pannes secondaires Zed acier sur les entretoises MODULCO**

Vis en acier cimenté zingué bichromaté – GOLDOVIS 6 Ø 6.3 x 22 mm

Vis en acier cimenté zingué – GOLDOVIS 6 Ø 6.3 x 25 mm

➤ **Fixation des pannes secondaires bois sur les entretoises MODULCO**

Vis en acier cimenté zingué – WINGTEKS 6 Ø 6.3 x 22 mm

➤ **Fixation des éclisses de raccordement sous les pannes secondaires Zed**

Vis en acier cimenté zingué bichromaté – GOLDOVIS 6 Ø 6.3 x 22 mm

➤ **Fixation des platines de raccordement de part et d'autre des pannes secondaires bois**

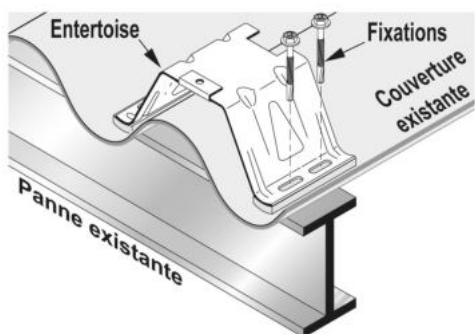
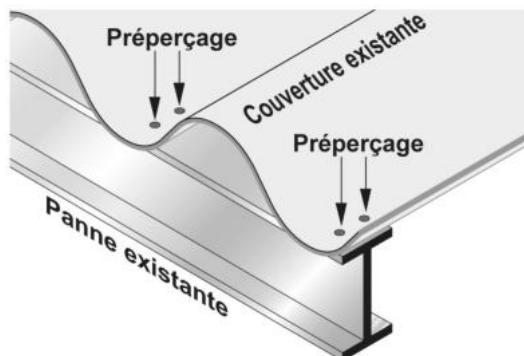
Vis en acier traité Supracoat 2C – EVF Ø 4.8 x 40 mm

## V. Mise en œuvre du système de surcouverture MODULCO

### 1. Mise en place et assemblage des entretoises

Conformément aux Règles de l'Art, au faîtage, à l'égout et en rives, on veillera à doubler le nombre d'entretoises MODULCO.

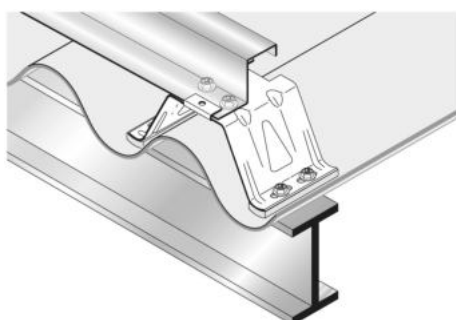
Les caractéristiques des pannes existantes doivent répondre aux prescriptions du chapitre 4.4 du DTU 40.35.



- ✓ Positionner l'entretoise MODULCO parallèlement aux pannes existantes afin de repérer l'emplacement des trous et de réaliser les perçages.
- ✓ Pré percer la couverture existante à l'aide d'un foret de 14 mm de diamètre sans entamer la panne existante, uniquement dans le cas des plaques fibres-ciment.
- ✓ Positionner dans les trous les tabourets de compression correspondants à l'épaisseur de la couverture existante uniquement dans le cas des plaques fibres-ciment (cf. § III-d).
- ✓ Repositionner l'entretoise MODULCO à l'aplomb des pannes existantes ou des pré perçages.
- ✓ Assembler l'entretoise à la panne existante par l'intermédiaire des fixations adaptées (4 fixations / entretoises). Prévoir la mise en place des cales d'épaisseur sous les entretoises au faîtage et à l'égout, aux pannes intermédiaires sur trois appuis et dans les cas de plaques d'éclaircissements

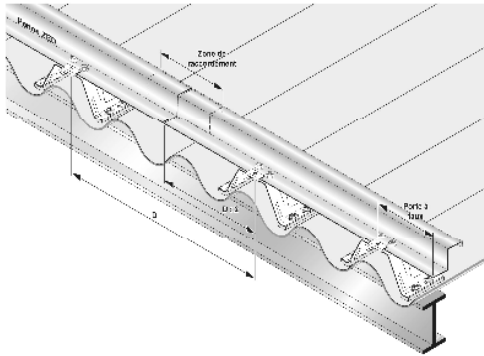
### 2. Mise en place et assemblage des pannes secondaires

#### a) Cas de la panne secondaire acier



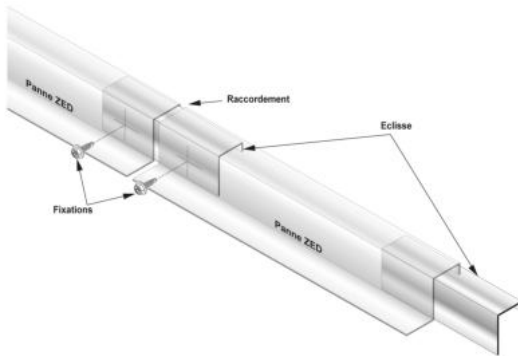
- ✓ Placer la panne ZED sur les entretoises MODULCO parallèlement à la panne existante en prenant soin de placer la base de la panne dans la languette de maintien.
- ✓ Fixer la panne ZED à l'entretoise par l'intermédiaire de fixations positionnées en quinconce.

- **Le positionnement du raccordement des pannes ZED**



- ✓ Placer impérativement la première éclisse de raccordement de la panne secondaire ZED au-delà de la deuxième entretoise en partant de la rive.
- ✓ Cette éclisse doit être à mi distance entre les deux entretoises MODULCO.
- ✓ Le porte à faux ne doit pas excéder le tiers de la distance entre deux entretoises, sans dépasser 30 cm de porte à faux.

- **Le raccordement des pannes secondaires ZED entre elles**



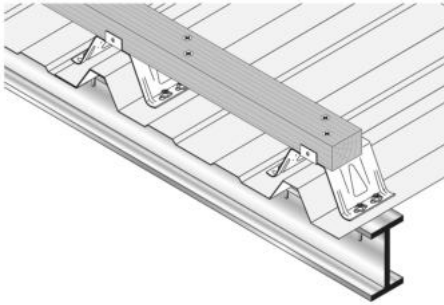
- ✓ Raccorder les pannes à l'aide d'une éclisse fixée sous l'aile supérieure de la panne ZED.
- ✓ Positionner l'éclisse de manière à obtenir une répartition des zones de recouvrement (éclisse/panne) égale sur chaque panne.
- ✓ Il peut être admis un jeu de 3 à 4 mm entre les extrémités des pannes si la rigidité de l'ensemble reste correcte.
- ✓ Assembler les éclisses aux pannes par l'intermédiaire de vis auto perceuses adaptées.

- **Le raccordement des pannes secondaires ZED par chevêtre**



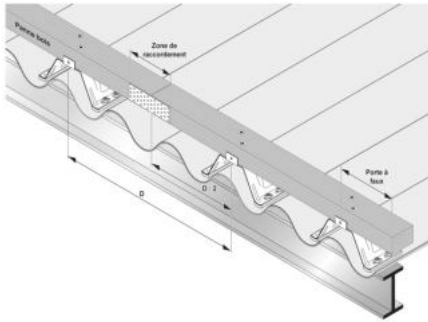
En cas de nécessité de chevêtre entre les pannes ZED, ceux-ci sont fabriquées par la société LR ETANCO à partir d'une panne ZED, décrite ci-dessus avec assemblage par l'intermédiaire d'éclisses de chevêtres.

## b) Cas de la panne secondaire bois



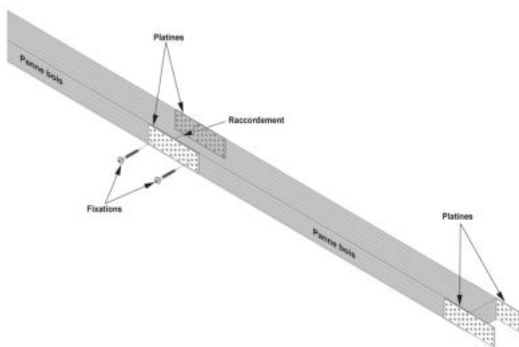
- ✓ Placer la panne bois sur les entretoises MODULCO parallèlement à la panne existante en prenant soin de placer la panne contre la languette de maintien (l'utilisation d'un clou peut assurer le maintien provisoire de la panne contre la languette pré percée)
- ✓ Fixer la panne bois à l'entretoise par l'intermédiaire de fixations positionnées en quinconce.

### • *Le positionnement du raccordement des pannes bois*



- ✓ Placer impérativement la première éclisse de raccordement des pannes secondaires bois au moins à la deuxième travée en partant de la rive parallèle à la pente.
- ✓ Cette éclisse doit être à mi distance entre les deux entretoises MODULCO.
- ✓ Le porte à faux ne doit pas excéder le tiers de la distance entre deux entretoises, sans dépasser 30 cm de porte a faux.

### • *Le raccordement des pannes secondaires bois entre elles*

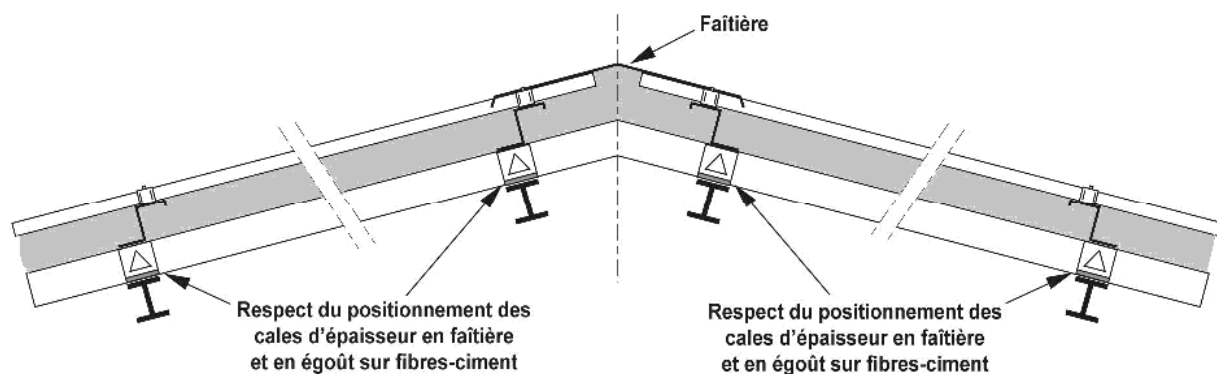


- ✓ Raccorder les pannes bois soit à l'aide de connecteurs soit à l'aide de platines pré percées, fixées de part et d'autre des flans de la panne bois.
- ✓ Positionner les platines de manière à obtenir une répartition des zones de recouvrement (platine/ panne) égale entre chaque panne. Nous pouvons admettre un jeu de 3 à 4 mm entre les extrémités des pannes si la rigidité de l'ensemble reste correcte.
- ✓ Assembler les platines soit par l'intermédiaire de vis à bois soit par pointes d'ancrage, à raison de quatre fixations par platine soit :  
(2+2)

### 3. Traitement des points particuliers

#### a) Faîtages

Les faîtages sont traités de manière classique par des faîtères droites ou crantées, plates ou à boudins. Elles peuvent être ventilées ou non suivant les critères du DTU 40.35. § 6.2.2.2.

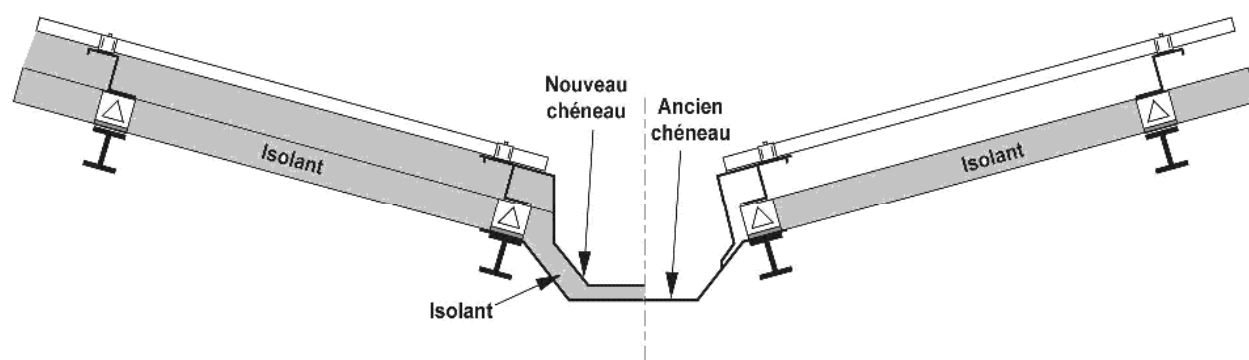


L'isolation en feutres de laine minérale est réalisée par lits parallèles aux pannes secondaires avec une épaisseur permettant son serrage entre les deux peaux du complexe de couverture à trames parallèles pour qu'il n'y ait pas de vide sous la surcouverture métallique.

#### b) Egouts – Chéneaux

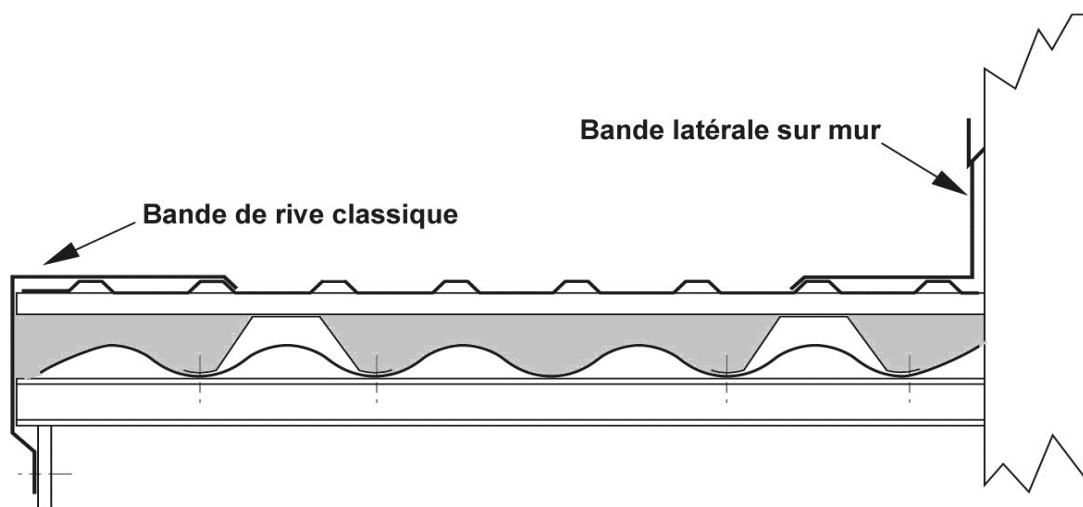
L'implantation des entretoises MODULCO des pannes secondaires ZED ou bois créant une augmentation de hauteur, permet de placer éventuellement un nouveau chéneau avec ou sans isolant (isolant placé sur l'ancien chéneau)

Les problèmes d'étanchéité et d'isolation des vieux chéneaux sont alors résolus (se reporter se reporter aux dispositions décrites dans les DTU 40.35 ; DTU 40.36 et DTU 40.37)



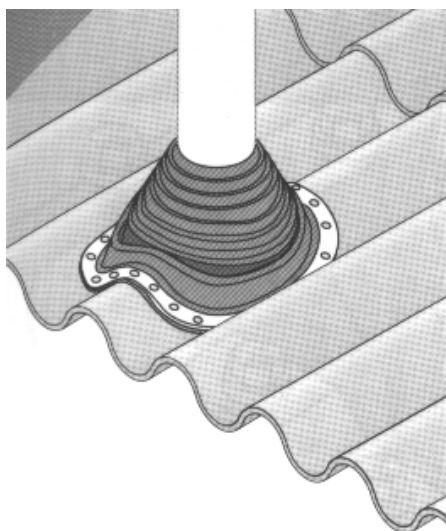
### c) Bandes de rives

Les bandes de rives de formes classiques seront posées conformément au croquis ci-dessous.

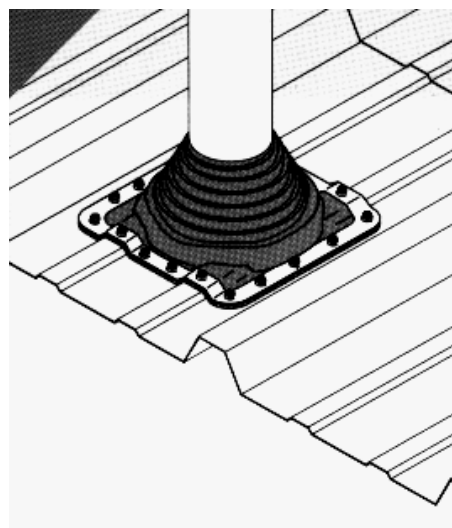


### d) Pénétrations (Exemple de principe)

Les passages de tuyaux sont réalisés par des manchons d'étanchéité de type PIPECO pour sortie de toiture en EPDM (ou Silicone), vulcanisé sur une embase ronde ou carré en aluminium déformable permettant son adaptation sur tous les tuyaux de profils, sans empêcher l'écoulement de l'eau de la surcouverture.



Manchon à embase ronde



Manchon à embase carré

Elles sont réalisées conformément aux dispositions décrites dans les DTU 40.35, DTU 40.36 ou DTU 40.37.

## **VI. Les accessoires complémentaires**

Double Faîtière  
½ Faîtière à boudin  
Rive en Pignon  
Raccord d'Angle extérieur  
Simple faîtière  
Faîtière en Solin  
Rive en Solin  
Raccord d'Angle intérieur

Seront traités conformément aux DTU afférents au type de surcouverture posée (Ex. : Cf. DTU 40.35 pour les couvertures en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues).

## **B. Les résultats expérimentaux**

### ***1. Calcul relatif à l'utilisation de la surcouverture MODULCO***

#### **1. Principe, obligation de l'entreprise de couverture**

Dans le but de répondre rapidement aux questions concernant l'utilisation de la surcouverture LR ETANCO, par entretoises MODULCO, nous avons réalisé un questionnaire, relatif au chantier à traiter, ainsi qu'une feuille de calcul tenant compte des divers paramètres relatifs à l'ancienne et à la nouvelle couverture.

#### **CE QUESTIONNAIRE EST A REMPLIR PAR L'ENTREPRISE DE COUVERTURE ET A TRANSMETTRE AU LABORATOIRE DE LA SOCIETE LR ETANCO.**

Les entretoises MODULCO ainsi que les pannes secondaires dont les caractéristiques ont été déterminées une fois pour toute par notre laboratoire correspondant à nos exigences d'utilisation sous réserve que soient respectées les conditions suivantes :

- Un assemblage rigoureux des éléments composant la surcouverture
- Un écartant constant des entretoises
- Un alignement parfait des trames de la surcouverture sur toutes les pannes existantes

Par ailleurs, il est impératif de répondre à toutes les questions du questionnaire nous permettant ainsi de résoudre le calcul de la surcouverture.

Nota : le questionnaire et le traitement informatique concernent les cas courants (hauteur égale ou inférieure à 20 mètres- élancement inférieur à 2,5- pas de débord de toiture)

Dans le cas où une de ces conditions n'est pas respectée, l'entreprise le signalera au laboratoire de la société LR ETANCO afin de procéder à une étude spécifique.

#### **2. Mode de calcul de la surcouverture**

##### **a) Détermination des efforts dus à la neige**

Vérification sur la base des Règles NV 65 modifiées 2009 et N 84 modifiées 2000



## **b) Détermination des efforts de soulèvement dues au vent**

A titre d'exemple, l'annexe V des Règles NV65 modifiées 2009 nous permet de calculer le dimensionnement des divers assemblages sous l'effet des efforts d'arrachement dus au vent et de quantifier les fixations à mettre en œuvre.

## **c) Questionnaire en vue du calcul de surcouverture MODULCO**

Afin de maîtriser plus amplement les facteurs résultants des effets du vent et des surcharges de neige, nous avons élaboré une méthode de calcul tenant compte des paramètres relatifs à l'implantation du bâtiment, soit : site, région, hauteur, pente de l'ancienne couverture etc..

- Voir page 19 : Questionnaire à remplir
- Voir page 20 : Exemple de questionnaire rempli

## **d) Détermination des caractéristiques des pannes secondaires**

Une feuille de calcul relative au dimensionnement des pannes secondaires ZED ou bois, des informations résultant du calcul de la surcouverture, soit :

- La distance entre les entretoises MODULCO d'axe en axe
- L'écartement entre les pannes existantes
- Les charges occasionnées par la nouvelle peau et les surcharges occasionnées par le poids de la neige

Cela nous permet de mettre en évidence les contraintes ainsi que les flèches engendrées par les différents paramètres.

NOTA : malgré la robustesse du système permettant un écartement important entre les entretoises MODULCO, la portée des pannes secondaires préconisées sera limitée à 2m.

## **e) Détermination de la résistance caractéristique des fixations**

Les fixations permettant l'assemblage des différents éléments constituant la surcouverture ont également fait l'objet de nombreux essais en notre laboratoire afin de déterminer le comportement de ces dernières.

- Voir annexe : Résistance caractéristique admissible à la traction de l'assemblage panne / entretoise selon le type et le nombre de vis
- Voir annexe : Comportement des entretoises à la compression de l'assemblage panne / entretoise
- Voir annexe : Comportement des entretoises au déversement de l'assemblage panne / entretoise

## **II. Les essais**

Les essais réalisés sont les suivants (les résultats de chaque essai sont disponible en annexe) :

- Comportement des entretoises à la traction (rapport d'essai n° LR 070202): Essais réalisés sur l'entretoise et sa panne secondaire Zed fixée par l'intermédiaire de deux Goldovis 6 Zn - 6,3 x 22
- Comportement des entretoises à la traction (rapport d'essai n° LR 070203): Essais réalisés sur l'entretoise et sa panne secondaire Zed fixée par l'intermédiaire de deux Goldovis 6 Zn - 6,3 x 25
- Comportement des entretoises à la traction (rapport d'essai n° 070224) : Essais réalisés sur l'entretoise et sa panne secondaire bois fixée par l'intermédiaire de deux fixations Wingteks 6,3 x 90
- Comportement des entretoises à la compression (rapport d'essai 070227) : Essais réalisés sur l'entretoise seule
- Comportement des entretoises au déversement (rapport d'essai n°070226) : Essais réalisés sur entretoise seule la charge étant appliquée au sommet de l'entretoise. Porte à faux de 85mm
- Comportement des entretoises au déversement (rapport d'essai n°070225) : Essais réalisés sur entretoise et équerre, la charge étant appliquée à 60 mm du sommet de l'entretoise. Porte à faux de 140 mm
- Comportement d'une fixation Goldovis 6,3 x 25 (rapport d'essai n° LR 070201) : Essais réalisés sur une Goldovis de 6,3 x 25 fixée au centre d'un support en acier de 2 mm d'épaisseur
- Comportement d'une fixation Goldofast bois / 2C- 6,5 x 70 (rapport d'essai n°070206) placé dans un support bois
- Comportement d'une fixation Fastovis 6,3 x 45 (rapport d'essai 070223) : Essais réalisés sur une Fastovis 6,3 x 45 fixé au centre d'un support en acier de 2 mm d'épaisseur sur une tôle d'acier de 5 mm.

## **C. Les annexes**

# QUESTIONNAIRE



## QUESTIONS RELATIVES AU BATIMENT EXISTANT EN VUE DU CALCUL D'ECARTEMENT DES ENTRETOISES MODULCO

**AFFAIRE :** \_\_\_\_\_

**Adresse du chantier :** \_\_\_\_\_

Bâtiment :  ouvert  fermé

Région vent :  I  II  III  IV  V

Proximité du littoral  - 3 km  entre 3 et 6 km  + 6 km

Site :  protégé  normal  exposé

Altitude : \_\_\_\_\_ m

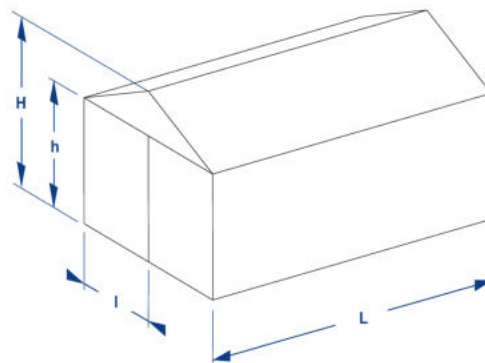
Région neige :  A1  A2  B1  B2  C1  C2  D  E

H = hauteur au faîtage \_\_\_\_\_ m

h = hauteur à l'égout \_\_\_\_\_ m

I = demi largeur bâtiment \_\_\_\_\_ m

L = longueur du bâtiment \_\_\_\_\_ m



## QUESTIONS RELATIVES À L'ANCIENNE COUVERTURE

### Type de pannes existantes

Type IPN - IPE

Profilé à froid

Bois naturel

Lamélé collé

### Type de l'ancienne couverture

Bac acier - alu

Fibres-ciment sans cordon d'étanchéité

Fibres-ciment avec cordon d'étanchéité

Toiture tuile



Nombre de versants identiques \_\_\_\_\_

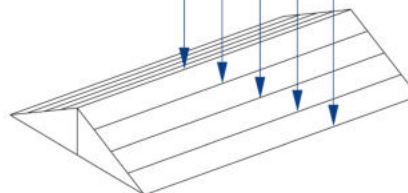
Epaisseur  
\_\_\_\_\_ mm

Pas  
\_\_\_\_\_ mm

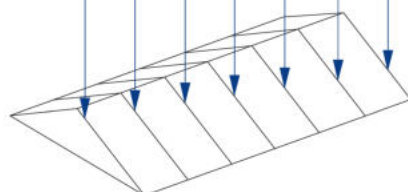


### Position des pannes ou chevrons existants

Nombre de pannes par versant  
\_\_\_\_\_



Nombre de chevrons par versant  
\_\_\_\_\_



## QUESTIONS RELATIVES À LA NOUVELLE COUVERTURE

### Type de panne secondaire

PANNE ZED 40 x 55 x 15 x 2

Chevron bois 60 x 80

### Position des pannes secondaires

Horizontales

Verticales

### Type de couverture

Bac acier

Bac alu

Fibres-ciment

Autre, préciser : \_\_\_\_\_

Epaisseur  
\_\_\_\_\_ mm

Longueur du chevron (m) \_\_\_\_\_

Poids de la couverture (kg/m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_

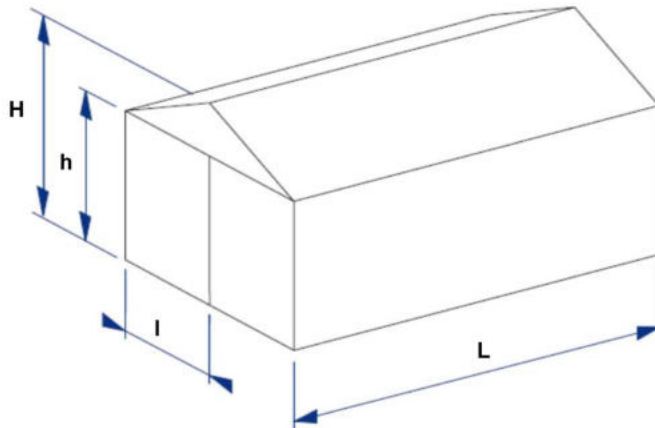
Chantier : **LE GRAND STEMM - LE PLA D'ADET**  
Responsable : **Madame POUMEAU de la société CCL**  
Adresse :

Tel :  
Fax :

Commentaire : **CCL 152007-1**

## HYPOTHESES DE CALCUL

### Disposition



MODULCO PLAT



MODULCO B



MODULCO A

### Informations sur le chantier

Zone de vents : **I**  
Site : **Exposé**  
Zone de neige : **A1-A2**  
Altitude : **1600** m

### Information sur le bâtiment

Type : **Fermé**  
H = **12,00** m (Hauteur au faitage)  
h = **9,60** m (Hauteur à l'égout)  
L = **21,48** m (Longueur du bâtiment)  
l = **12,68** m (Demi-largeur de la façade)  
 $\alpha$  = **18,93** % (Pente du toit)

### Informations sur l'ancienne couverture

Type de couverture : **Bac acier**  
p1 = **0,333** m (Pas de la couverture)  
Type de panne : **Bois**  
Nombre de pannes / versant : **12**  
e1 = **220,00** mm (Epaisseur des pannes)  
D1 = **1,20** m (Espacement entre pannes)  
Nombre de versants identiques : **1**

### Informations sur la nouvelle couverture

Type de couverture : **Bac acier**  
c2 = **7,00** kg (Poids de la couverture)  
e2 = **0,75** mm (Epaisseur de la couverture)  
Type de panne : **Panne ZED 40x55x15x2**  
L2 = **4,00** m (Longueur de la panne)

RESULTAT : **MODULCO Type A + Panne ZED 40x55x15x2**

Le dimensionnement des entretoises n'engage la responsabilité de la société L.R.ETANCO que dans la stricte similitude des hypothèses de calculs retenues et d'une mise en œuvre conforme au document de référence. Il appartient au maître d'œuvre ou au bureau d'études de vérifier que le matériau support est apte à supporter les charges apportées par la nouvelle couverture. Ce dimensionnement ne prend pas en compte les phénomènes de corrosion résultant des conditions climatiques ou des couples électrochimiques entre les métaux.

**Département chevilles**  
66 route de Sartrouville - BP 49  
78231 LE PECQ Cedex - France  
Tel. : 01.34.80.51.61  
Fax. : 01.34.80.51.62  
Mail : cheville@etanco.fr

**CALCUL DES ECARTEMENTS**

(Calculs réalisés selon le Document Technique Unifié n° 40.35)

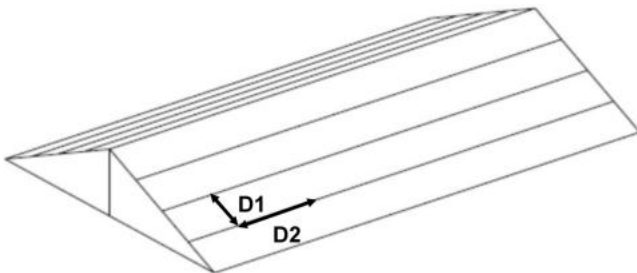
**Résultantes :**

Résultante des entretoises en compression	=	$\frac{\text{Charge de compression}}{Rc / 3}$	=	$\frac{727,50}{606,67}$	=	<b>1,20</b>
Résultante des entretoises en traction	=	$\frac{\text{Charge de traction}}{Ra / 3}$	=	$\frac{82,21}{179,67}$	=	<b>0,46</b>
Résultante des entretoises au déversement	=	$\frac{\text{Charge de déversement}}{Rd / 3}$	=	$\frac{134,44}{125,00}$	=	<b>1,08</b>

Avec : Ra, la résistance de l'entretoise en traction  
 Rc, la résistance de l'entretoise en compression  
 Rd, la résistance de l'entretoise au déversement

**Résultat du calcul :**

Ecartement théorique des entretoises, D	=	$\frac{1}{\text{MAX (Résultantes)}}$	=	$\frac{1}{1,20}$	=	<b>0,83 m</b>
Nombre d'ondes entre les entretoises, No	=	$\frac{\text{Ecartement théorique}}{\text{Pas}}$	=	$\frac{0,83}{0,333}$	=	<b>2</b>
Ecartement réel entre les entretoises, D2	=	Nombre d'ondes X Pas	=	<b>2 X 0,333</b>	=	<b>0,67 m</b>

**Récapitulatif :**


**D1 = 1,20 m**  
**D2 = 0,67 m**  
**Soit 1 entretoise toute les 2 ondes**

Avec : D1, l'espacement maximal entre les pannes  
 D2, l'espacement maximal entre les entretoises

**Information complémentaire :**

Il convient de vérifier que la charpente existante est en mesure de supporter la surcouverture.

**RESULTAT : MODULCO Type A + Panne ZED 40x55x15x2**

Le dimensionnement des entretoises n'engage la responsabilité de la société L.R.ETANCO que dans la stricte similitude des hypothèses de calculs retenues et d'une mise en œuvre conforme au document de référence. Il appartient au maître d'œuvre ou au bureau d'études de vérifier que le matériau support est apte à supporter les charges apportées par la nouvelle couverture. Ce dimensionnement ne prend pas en compte les phénomènes de corrosion résultant des conditions climatiques ou des couples électrochimiques entre les métaux.

**Département chevilles**  
 66 route de Sartrouville - BP 49  
 78231 LE PECQ Cedex - France  
 Tel. : 01.34.80.51.61  
 Fax. : 01.34.80.51.62  
 Mail : cheville@etanco.fr

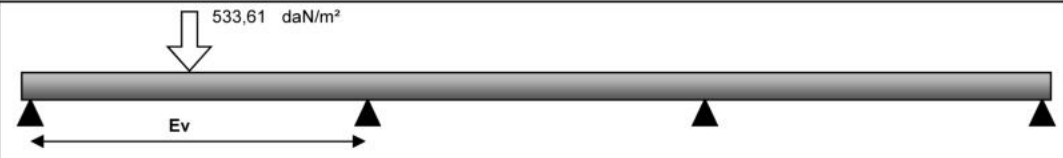
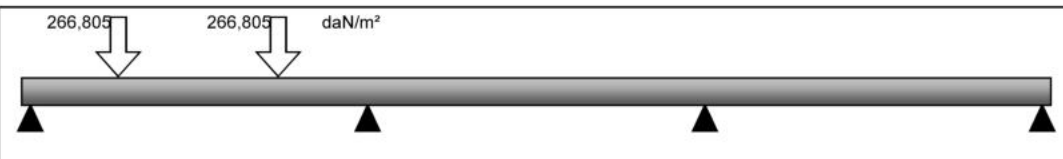
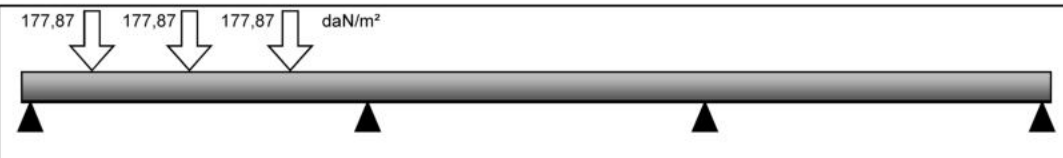
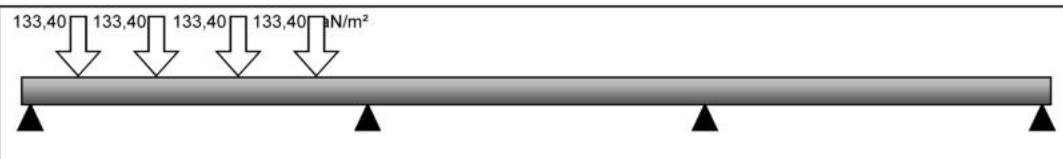
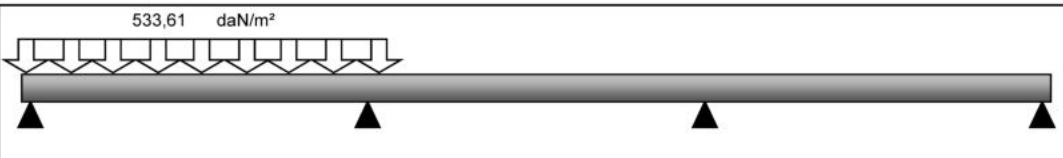
**VÉRIFICATION DE LA FLECHE**

(Calculs réalisés selon le Document Technique Unifié n° 40.35)

**Flèche maximale admissible de la panne**

 1/180 de la portée entre les points de fixation de la panne à la structure porteuse, soit : **3,70** mm

 Vérification de la règle des 1/180 : La vérification est OK si tous les  $\beta_{Fn} \leq 1$ 

	$\beta_{F1} = \frac{0,641}{3,70}$ $\beta_{F1} = 0,17$
	$\beta_{F2} = \frac{0,512}{3,70}$ $\beta_{F2} = 0,14$
	$\beta_{F3} = \frac{0,498}{3,70}$ $\beta_{F3} = 0,13$
	$\beta_{F4} = \frac{0,457}{3,70}$ $\beta_{F4} = 0,12$
	$\beta_{F5} = \frac{0,377}{3,70}$ $\beta_{F5} = 0,10$

Rappel :

Etude valable uniquement pour les entretoises MODULCO ou MODULTOG associées aux fixations et accessoires LR ETANCO.

Entretoises MODULCO bénéficiant d'un Cahier des Clauses Techniques validé par Socotec Construction.

Note de calcul réalisée conformément au DTU 40.35

<b>RESULTAT :</b> <b>MODULCO</b> <b>Type A</b> + <b>Panne ZED 40x55x15x2</b>	<b>Département chevilles</b> 66 route de Sartrouville - BP 49 78231 LE PECQ Cedex - France Tel. : 01.34.80.51.61 Fax. : 01.34.80.51.62 Mail : cheville@etanco.fr
Le dimensionnement des entretoises n'engage la responsabilité de la société L.R.ETANCO que dans la stricte similitude des hypothèses de calculs retenues et d'une mise en œuvre conforme au document de référence. Il appartient au maître d'œuvre ou au bureau d'études de vérifier que le matériau support est apte à supporter les charges apportées par la nouvelle couverture. Ce dimensionnement ne prend pas en compte les phénomènes de corrosion résultant des conditions climatiques ou des couples électrochimiques entre les métaux.	



# LR ETANCO

## SERVICE TECHNIQUE-LABORATOIRE ESSAIS-MESURES-CALCULS

ZI Rue du Clos Reine - 78410 AUBERGENVILLE - Tel : 01.34.80.51.02 - Fax : 01.30.95.20.44  
E-Mail : jerome.poinsu@etanco.fr

### RAPPORT D'ESSAI N° LR 070201

ESSAI D'ARRACHEMENT D'UNE FIXATION GOLDOVIS 6 Ø 6.3 X 25 PLACÉE DANS UN SUPPORT EN  
ACIER GALVANISÉE D'ÉPAISSEUR 2 MM

## ESSAI D'ARRACHEMENT

### IDENTIFICATION DES CONSTITUANTS

**Fixation :** Vis autoperceuse à tête hexagonale de 10 et à collerette large Ø 15 mm - GOLDOVIS 6 Ø 6.3 x 25 mm au pas de 1.81 mm

**Tôle support :** Tôle en acier galvanisée C320 d'épaisseur 2 mm

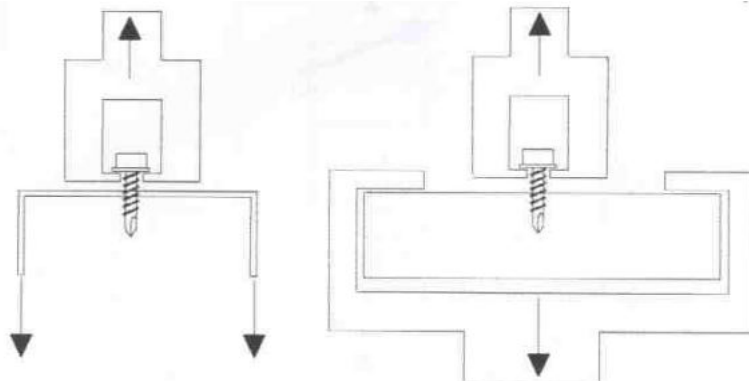
### CONFECTION DE LA MAQUETTE

Chaque maquette confectionnée par nos soins est constituée d'une fixation GOLDOVIS 6 Ø 6.3 x 25 mm placée au centre d'une éprouvette en acier galvanisé C320 d'épaisseur 2 mm.  
La mise en place de la fixation est réalisée à l'aide d'un outil de pose approprié.

### MODE OPERATOIRE

Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction et l'on exerce un effort progressif ( 10 mm / min ) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.

### PRINCIPE DE MONTAGE



**RESULTAT DES ESSAIS**

<u>Essais</u> <u>N°</u>	<u>Charge maximale en daN</u> <u>provoquant la rupture</u> <u>de la maquette</u>	<u>Mode de</u> <u>désolidarisation</u> <u>de la maquette</u>
1	355	Dans tous les cas, à la charge maximale, les filets de la fixation échappent du support
2	342	
3	352	
4	335	
5	354	
6	347	
7	362	
8	346	
9	351	
10	350	
11	334	
12	340	
<b><u>Moyenne :</u></b>	<b>( P )</b>	<b><u>347</u></b>
<b><u>Ecart-Type :</u></b>	<b>( s )</b>	<b><u>8,4</u></b>
<b><u>Résistance</u></b> <b><u>caractéristique :</u></b>	<b>( Pk )</b>	<b><u>331</u></b>

*A partir de 12 valeurs des charges maximales mesurées ( p ), on détermine une moyenne ( Pm ) et un écart-type estimé ( s ) soit :*

$$Pm = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (P - Pm)^2}{n - 1}}$$

*La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :*

$$Pk = Pm - 2s$$

---

Fait à Aubergenville le 21 mars 2007

Le technicien chargé des essais



Jérôme POINSU

Le responsable du laboratoire

Marc JODRA



**RAPPORT D'ESSAI N° LR 070202**

ESSAI D'ARRACHEMENT D'UNE GOLDOVIS 6 Ø 6.3 X 22 MM DESTINEE A ASSEMBLEE UNE PANNE ZED  
SECONDAIRE AVEC UNE ENTRETOISE MODULCO

**ESSAI DE COMPORTEMENT DES ENTRETOISES A LA TRACTION**

IDENTIFICATION DES CONSTITUANTS

**Fixation :** Vis autoperceuse à tête hexagonale de 10 et à collerette large Ø 15 mm - GOLDOVIS 6 Ø 6.3 x 25 mm au pas de 1.81 mm.  
Vis autoperceuse à tête hexagonale de 10 et à collerette large de Ø 15 mm - GOLDOVIS 6 Ø 6.3 x 22 mm au pas de 1.81 mm

**Tôle support :** Entretoise modulco en acier galvanisé d'épaisseur 2 mm

**Tôle supérieure:** Panne Zed en acier galvanisée d'épaisseur 2 mm

**CONFECTION DE LA MAQUETTE**

Chaque maquette confectionnée par nos soins est constitué d'une entretoise Modulco fixée par l'intermédiaire de 4 goldovis Ø 6.3 x 25 dans un support acier.

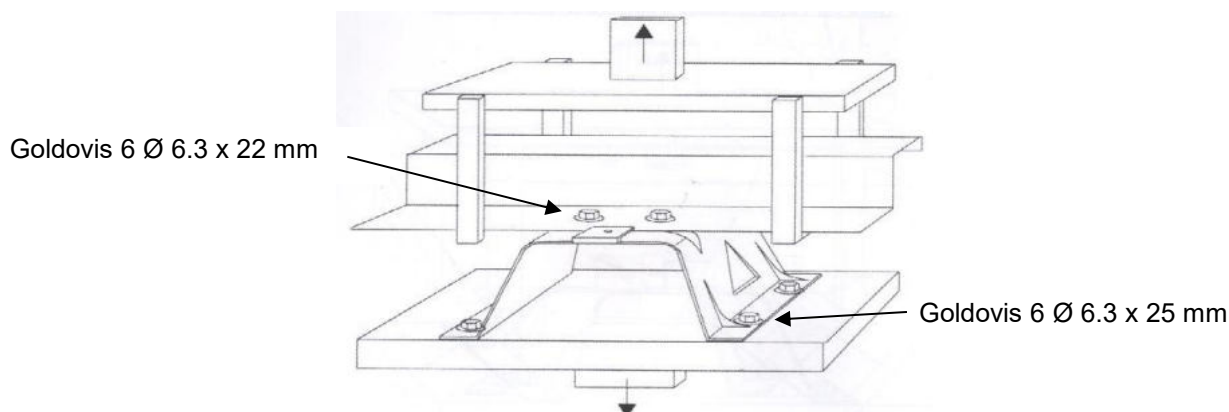
La panne zed secondaire viens se posé sur l'entetoise Modulco. Celle ci est fixé par l'intermédiaire de deux Goldovis 6 Ø 6.3 x 22 mm

La mise en place des fixations est réalisée par l'intermédiaire d'un outil de pose approprié.

**MODE OPERATOIRE**

Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction et l'on exerce un effort progressif ( 10 mm / min ) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.

**PRINCIPE DE MONTAGE**



**RESULTAT DES ESSAIS**

<u>Essais</u> <u>N°</u>	<u>Charge maximale en daN</u> <u>provoquant la rupture</u> <u>de la maquette</u>	<u>Mode de</u> <u>désolidarisation</u> <u>de la maquette</u>
1	531	Dans tous les cas, on observe une légère déformation de la panne zed, et les fixations s'arrachent de l'entretoise.
2	572	
3	570	
4	584	
5	587	
6	589	
7	599	
8	576	
9	565	
10	560	
11	591	
12	594	
<b><u>Moyenne :</u></b>	<b>( P )</b>	<b><u>577</u></b>
<b><u>Ecart-Type :</u></b>	<b>( s )</b>	<b><u>18,8</u></b>
<b><u>Résistance</u></b> <b><u>caractéristique :</u></b>	<b>( Pk )</b>	<b><u>539</u></b>

*A partir de 12 valeurs des charges maximales mesurées ( p ), on détermine une moyenne ( Pm ) et un écart-type estimé ( s ) soit :*

$$Pm = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (P - Pm)^2}{n - 1}}$$

*La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :*

$$Pk = Pm - 2s$$

---


Fait à Aubergenville le 21 mars 2007

Le technicien chargé des essais



Jérôme POINSU

Le responsable du laboratoire



Marc JODRA

**RAPPORT D'ESSAI N° LR 070203**

ESSAI D'ARRACHEMENT D'UNE GOLDOVIS 6 Ø 6.3 X 25 MM DESTINEE A ASSEMBLEE UNE PANNE ZED  
SECONDAIRE AVEC UNE ENTRETOISE MODULCO

**ESSAI DE COMPORTEMENT DES ENTRETOISES A LA TRACTION**

IDENTIFICATION DES CONSTITUANTS

**Fixation :** Vis autoperceuse à tête hexagonale de 10 et à collerette large Ø 15 mm - GOLDOVIS 6 Ø 6.3 x 25 mm au pas de 1.81 mm.  
Vis autoperceuse à tête hexagonale de 10 et à collerette large de Ø 15 mm - GOLDOVIS 6 Ø 6.3 x 22 mm au pas de 1.81 mm

**Tôle support :** Entretoise modulco en acier galvanisé d'épaisseur 2 mm

**Tôle supérieure:** Panne Zed en acier galvanisée d'épaisseur 2 mm

**CONFECTION DE LA MAQUETTE**

Chaque maquette confectionnée par nos soins est constitué d'une entretoise Modulco fixée par l'intermédiaire de 4 goldovis Ø 6.3 x 25 dans un support acier.

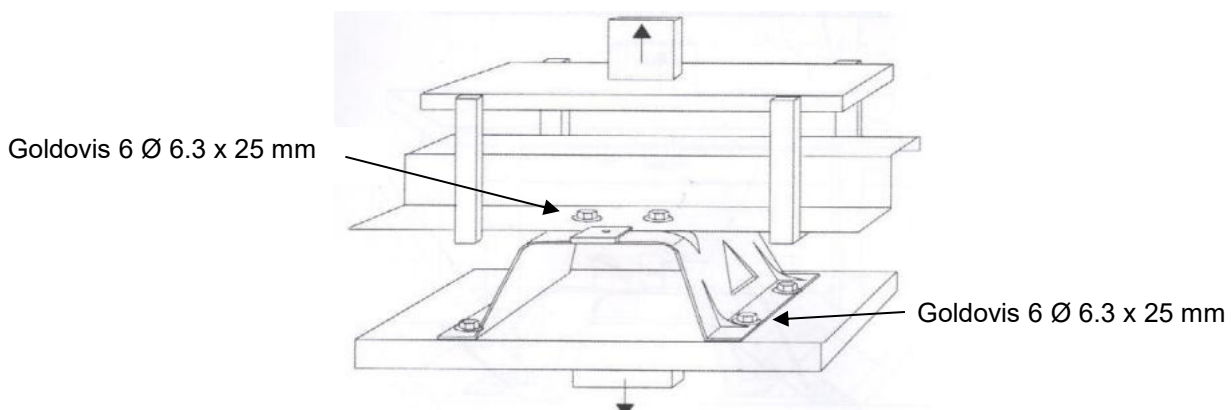
La panne zed secondaire viens se poser sur l'entetoise Modulco. Celle ci est fixé par l'intermédiaire de deux Goldovis 6 Ø 6.3 x 25 mm

La mise en place des fixations est réalisée par l'intermédiaire d'un outil de pose approprié.

**MODE OPERATOIRE**

Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction et l'on exerce un effort progressif ( 10 mm / min ) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.

**PRINCIPE DE MONTAGE**



**RESULTAT DES ESSAIS**

<u>Essais</u> <u>N°</u>	<u>Charge maximale en daN</u> <u>provoquant la rupture</u> <u>de la maquette</u>	<u>Mode de</u> <u>désolidarisation</u> <u>de la maquette</u>
1	531	Dans tous les cas, on observe une légère déformation de la panne zed, et les fixations s'arrachent de l'entretoise.
2	569	
3	571	
4	585	
5	588	
6	589	
7	599	
8	577	
9	566	
10	558	
11	592	
12	594	
<b><u>Moyenne :</u></b>	<b>( P )</b>	<b><u>577</u></b>
<b><u>Ecart-Type :</u></b>	<b>( s )</b>	<b><u>19,1</u></b>
<b><u>Résistance</u></b> <b><u>caractéristique :</u></b>	<b>( Pk )</b>	<b><u>538</u></b>

*A partir de 12 valeurs des charges maximales mesurées ( p ), on détermine une moyenne ( Pm ) et un écart-type estimé ( s ) soit :*

$$Pm = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (P - Pm)^2}{n - 1}}$$

*La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :*

$$Pk = Pm - 2s$$

---

Fait à Aubergenville le 21 mars 2007

Le technicien chargé des essais



Jérôme POINSU

Le responsable du laboratoire



Marc JODRA



# LR ETANCO

## SERVICE TECHNIQUE-LABORATOIRE

### ESSAIS-MESURES-CALCULS

ZI Rue du Clos Reine - 78410 AUBERGENVILLE - Tel : 01.34.80.51.02 - Fax : 01.30.95.20.44  
E-Mail : jerome.poinsu@etanco.fr

#### RAPPORT D'ESSAI N° LR 070206

#### ESSAI D'ARRACHEMENT D'UNE GOLDOFAST BOIS TH10 Ø 6.5 X 70 MM PLACEE DANS UN SUPPORT EN BOIS

#### ESSAI D'ARRACHEMENT

#### IDENTIFICATION DES CONSTITUANTS

**Fixation :** Vis autoperceuse à tête hexagonale et collerette large Ø 15 mm - GOLDOFAST BOIS TH10 Ø 6.5 X 70 mm au pas de 2.54 mm

**Tôle Support:** Epreuve en Bois sapin ( 450 Kg / m<sup>3</sup> ) de longueur 200 mm de largeur 80 mm et d'épaisseur 60 mm

#### CONFECTION DE LA MAQUETTE

Chaque maquette confectionnée par nos soins est constituée d'une éprouvette en sapin et d'une GOLDOFAST BOIS Ø 6.5 x 70 mm

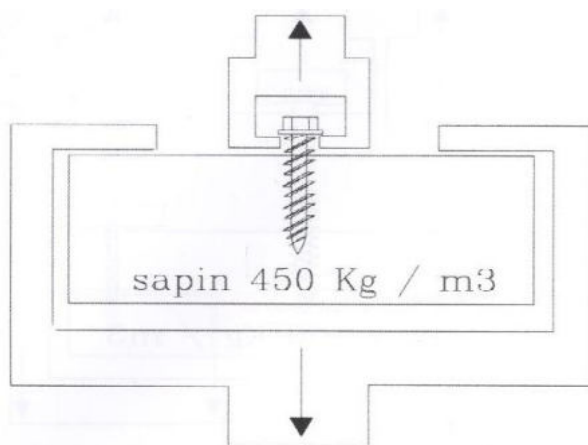
La fixation est placée au centre de l'éprouvette et est ancrée de 50 mm

La mise en place de la fixation est réalisée à l'aide d'un outil de pose approprié

#### MODE OPERATOIRE DE L'ESSAI

Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction suivant le croquis ci-dessous, et l'on exerce un effort progressif ( 10 KN / minute ) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.

#### PRINCIPE DE MONTAGE



**RESULTATS DES ESSAIS**

<u>Essais</u> <u>N°</u>	<u>Charge maximale en daN</u> <u>Provoquant la rupture</u> <u>de la maquette</u>	<u>Mode de</u> <u>désolidarisation</u> <u>de la maquette</u>	
1	839		
2	712		
3	722		
4	800		
5	786	<i>Dans tous les cas, à la charge maximale, la fixation échappe du support</i>	
6	810		
7	745		
8	769		
9	799		
10	775		
11	810		
12	805		
<b><u>Moyenne :</u></b> ( P )	<b><u>781</u></b>		
<b><u>Ecart-type :</u></b> ( s )	<b><u>38,2</u></b>		
<b><u>Résistance</u></b> <b><u>Caractéristique</u></b> ( Pk )	<b><u>704,6</u></b>		

**A partir des 12 valeurs des charges maximales mesurées ( P ), on détermine une moyenne ( Pm ) et un écart-type estimé ( s ) soit :**

$$P_m = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (P - P_m)^2}{n - 1}}$$

**La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :**

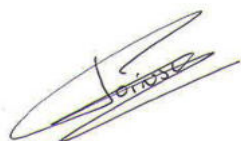
$$P_k = P_m - 2s$$

---

Fait à Aubergenville le 28/11/2018

Le technicien chargé de l'essai

Le responsable du laboratoire



Jérôme POINSU

Marc JODRA

**RAPPORT D'ESSAI N° LR 070223**

ESSAI D'ARRACHEMENT D'UNE FASTOVIS Ø 6.3 X 45 MM DESTINEE A ASSEMBLER UNE PANNE ZED D'EPAISSEUR 2 MM SUR UNE TOLE ACIER D'EPAISSEUR 5 MM

**ESSAI D'ARRACHEMENT**

**IDENTIFICATION DES CONSTITUANTS**

**Fixation :** Vis auroperceuse à tête hexagonale - Fastovis 2.5 Ø 6.3 x 45 mm au pas de 1.81 mm

**Tôle supérieure :** Panne ZED d'épaisseur 2 mm

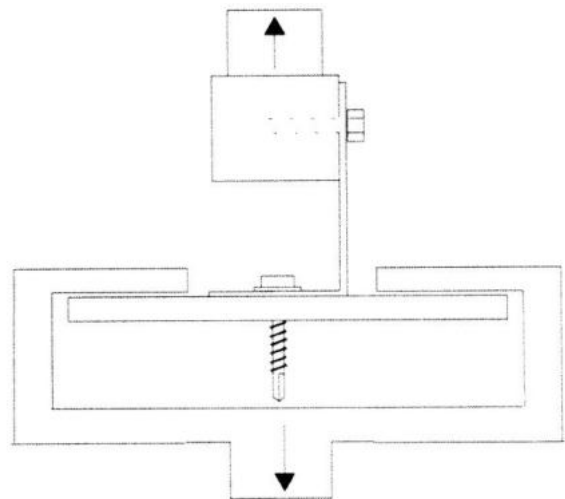
**Tôle support :** Eprouvette en acier galvanisée S235 d'épaisseur 5 mm.

**CONFECTION DE LA MAQUETTE**

Chaque maquette confectionnée par nos soins est constituée d'une panne ZED d'épaisseur 2 mm et d'une tôle support d'épaisseur 5mm.  
L'ensemble est fixé par l'intermédiaire d'une FASTOVIS Ø 6.3 x 45 mm.  
La mise en place de la fixation est réalisé à l'aide d'un outil de pose approprié.

**MODE OPERATOIRE DE L'ESSAI**

Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction ( ERICHSEN 0 à 30 KN ) et l'on exerce un effort progressif ( 10 mm / minute ) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.



**RESULTATS DES ESSAIS**

<u>Essais</u> <u>N°</u>	<u>Charge maximale</u> <u>en daN provoquant la</u> <u>rupture de la maquette</u>	<u>Mode de</u> <u>désolidarisation</u> <u>de la maquette</u>
1	1200	
2	1256	
3	1195	
4	1218	
5	1244	
6	1221	
7	1187	
8	1198	
9	1174	
10	1211	
11	1118	
12	1129	
		<i>Déformation de la panne puis à la charge maximale, la tête de vis se débouche de cette panne</i>
<b><u>Moyenne :</u></b> ( P )	<b><u>1196</u></b>	
<b><u>Ecart-type :</u></b> ( s )	<b><u>41</u></b>	
<b><u>Résistance</u></b> <b><u>Caractéristique</u></b> ( Pk )	<b><u>1114</u></b>	

**A partir des 12 valeurs des charges maximales mesurées ( P ), on détermine une moyenne ( Pm ) et un écart-type estimé ( s ) soit :**

$$P_m = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (P - P_m)^2}{n - 1}}$$

**La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :**

$$P_k = P_m - 2s$$

---


Fait à Aubergenville le 28/11/18

Le technicien chargé des essais



Jérôme POINSU

Le responsable du laboratoire



Marc JODRA



**RAPPORT D'ESSAI N° LR 070224**

ESSAI D'ARRACHEMENT DE DEUX WINGTEKS 6 TF Ø 6.3 X 90 MM DESTINEE A ASSEMBLEE UNE PANNE BOIS SECONDAIRE AVEC UNE ENTRETOISE MODULCO

**ESSAI DE COMPORTEMENT DES ENTRETOISES A LA TRACTION**

IDENTIFICATION DES CONSTITUANTS

**Fixation :** Vis autoperceuse a ailettes, à tête fraisée avec ribs sous tête, empreinte pozidriv 3 - WINGTEKS Ø 6.3 x 90 mm au pas de 1.81 mm.

**Tôle support :** Entretoise modulco en acier galvanisé d'épaisseur 2 mm

**Tôle supérieure:** Panne bois de section 80 x 60 mm

**CONFECTION DE LA MAQUETTE**

Chaque maquette confectionnée par nos soins est constitué d'une entretoise Modulco fixée par l'intermédiaire de 4 goldovis Ø 6.3 x 25 dans un support acier.

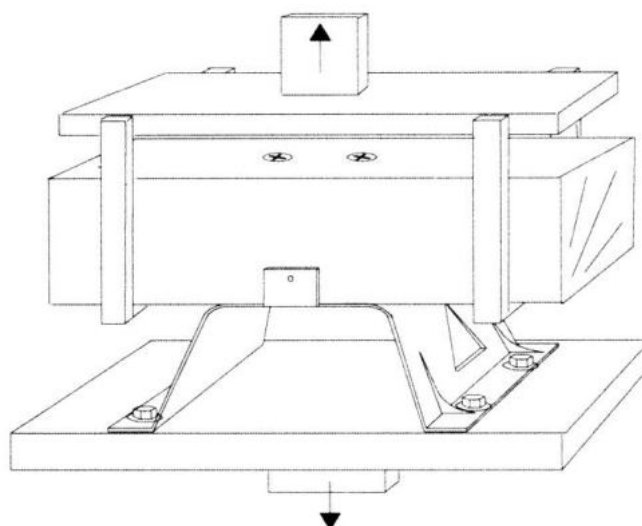
La panne bois secondaire viens se posé sur l'entetoise Modulco. Celle ci est fixé par l'intermédiaire de deux WINGTEKS Ø 6.3 x 90 mm

La mise en place des fixations est réalisée par l'intermédiaire d'un outil de pose approprié.

**MODE OPERATOIRE**

Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction et l'on exerce un effort progressif ( 10 mm / min ) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.

**PRINCIPE DE MONTAGE**



**RESULTAT DES ESSAIS**

<u>Essais</u> <u>N°</u>	<u>Charge maximale en daN</u> <u>provoquant la rupture</u> <u>de la maquette</u>	<u>Mode de</u> <u>désolidarisation</u> <u>de la maquette</u>
1	531	Dans tous les cas, on observe une légère déformation de la panne zed, et les fixations s'arrachent de l'entretoise.
2	569	
3	571	
4	585	
5	588	
6	589	
7	599	
8	577	
9	566	
10	558	
11	592	
12	594	
<b><u>Moyenne :</u></b>	<b>( P )</b>	<b><u>577</u></b>
<b><u>Ecart-Type :</u></b>	<b>( s )</b>	<b><u>19,1</u></b>
<b><u>Résistance caractéristique :</u></b>	<b>( Pk )</b>	<b><u>538</u></b>

*A partir de 12 valeurs des charges maximales mesurées ( p ), on détermine une moyenne ( Pm ) et un écart-type estimé ( s ) soit :*

$$Pm = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (P - Pm)^2}{n - 1}}$$

*La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :*

$$Pk = Pm - 2s$$

---

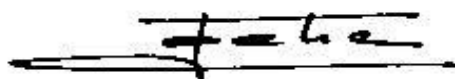
Fait à Aubergenville le 21 mars 2007

Le technicien chargé des essais



Jérôme POINSU

Le responsable du laboratoire



Marc JODRA



# LR ETANCO

## SERVICE TECHNIQUE-LABORATOIRE ESSAIS-MESURES-CALCULS

ZI Rue du Clos Reine - 78410 AUBERGENVILLE - Tel : 01.34.80.51.02 - Fax : 01.30.95.20.44  
E-Mail : jerome.poinsu@etanco.fr

**RAPPORT D'ESSAI N° LR 070225**

### **ESSAI DE COMPORTEMENT DES ENTRETOISES MODULCO AU DEVERSEMENT**

#### **CONFECTION DE LA MAQUETTE**

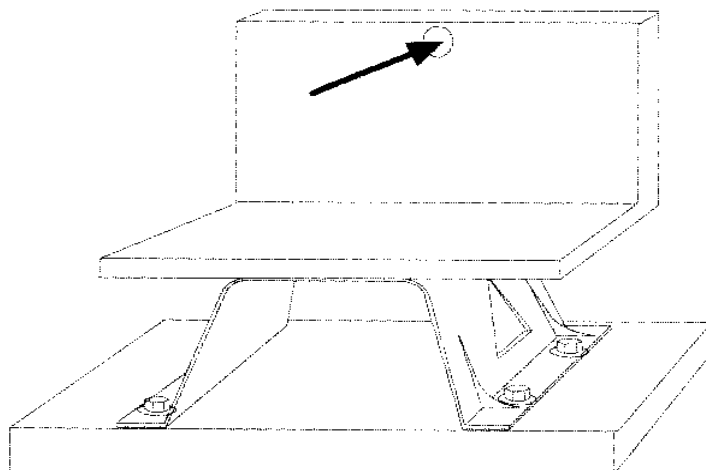
Chaque maquette confectionnée par nos soins est constitué d'une entretoise Modulco et d'une équerre solidement assemblée.

On vient appliquer une charge sur cette equerre à 60 mm du sommet de l'entretoise avec un porte à faux de 140 mm

#### **MODE OPERATOIRE**

Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction et l'on exerce un effort progressif ( 10 mm / min ) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.

#### **PRINCIPE DE MONTAGE**



**RESULTAT DES ESSAIS**

<u>Essais</u> <u>N°</u>	<u>Charge maximale en daN</u> <u>provoquant la rupture</u> <u>de la maquette</u>	<u>Mode de</u> <u>désolidarisation</u> <u>de la maquette</u>
1	409	Dans tous les cas, à la charge maximale on observe une déformation de l'entretoise MODULCO
2	422	
3	438	
4	419	
5	450	
6	454	
7	422	
8	391	
9	406	
10	381	
11	422	
12	409	
<b><u>Moyenne :</u></b>	<b>( P )</b>	<b><u>419</u></b>
<b><u>Ecart-Type :</u></b>	<b>( s )</b>	<b><u>21,7</u></b>
<b><u>Résistance caractéristique :</u></b>	<b>( Pk )</b>	<b><u>375</u></b>

*A partir de 12 valeurs des charges maximales mesurées ( p ), on détermine une moyenne ( Pm ) et un écart-type estimé ( s ) soit :*

$$Pm = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum(P - Pm)^2}{n - 1}}$$

*La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :*

$$Pk = Pm - 2s$$

---

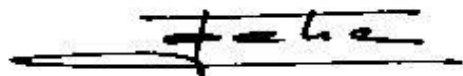
Fait à Aubergenville le 28/11/2018

Le technicien chargé des essais



Jérôme POINSU

Le responsable du laboratoire



Marc JODRA



# LR ETANCO

## SERVICE TECHNIQUE-LABORATOIRE ESSAIS-MESURES-CALCULS

ZI Rue du Clos Reine - 78410 AUBERGENVILLE - Tel : 01.34.80.51.02 - Fax : 01.30.95.20.44  
E-Mail : jerome.poinsu@etanco.fr

**RAPPORT D'ESSAI N° LR 070226**

### **ESSAI DE COMPORTEMENT DES ENTRETOISES MODULCO AU DEVERSEMENT**

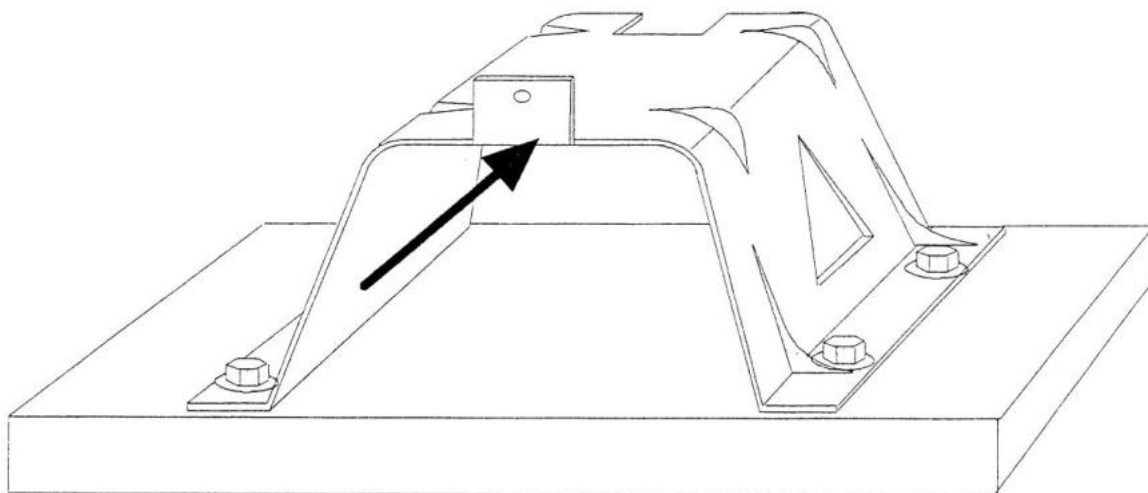
#### **CONFECTION DE LA MAQUETTE**

Chaque maquette est confectionnée par nos soins. Elle est constituée d'une entretoise MODULCO type A. Elle est fixée par l'intermédiaire de quatre fixations à un support acier. On vient appliquer une charge au sommet de l'entretoise avec un porte à faux de 85 mm.

#### **MODE OPERATOIRE**

Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction et l'on exerce un effort progressif ( 10 mm / min ) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.

#### **PRINCIPE DE MONTAGE**



**RESULTAT DES ESSAIS**

<u>Essais</u> <u>N°</u>	<u>Charge maximale en daN</u> <u>provoquant la rupture</u> <u>de la maquette</u>	<u>Mode de</u> <u>désolidarisation</u> <u>de la maquette</u>
1	760	Dans tous les cas, à la charge maximale on observe une déformation de l'entretoise MODULCO
2	681	
3	650	
4	738	
5	684	
6	688	
7	696	
8	723	
9	713	
10	731	
11	716	
12	690	
<b><u>Moyenne :</u></b>	<b>( P )</b>	<b><u>706</u></b>
<b><u>Ecart-Type :</u></b>	<b>( s )</b>	<b><u>30,0</u></b>
<b><u>Résistance caractéristique :</u></b>	<b>( Pk )</b>	<b><u>646</u></b>

*A partir de 12 valeurs des charges maximales mesurées ( p ), on détermine une moyenne ( Pm ) et un écart-type estimé ( s ) soit :*

$$Pm = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum(P - Pm)^2}{n - 1}}$$

*La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :*

$$Pk = Pm - 2s$$

---

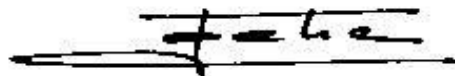
Fait à Aubergenville le 28/11/2018

Le technicien chargé des essais



Jérôme POINSU

Le responsable du laboratoire



Marc JODRA

**RAPPORT D'ESSAI N° LR 070227**

**ESSAI DE COMPORTEMENT DES ENTRETOISES MODULCO A LA COMPRESSION**

**IDENTIFICATION DES CONSTITUANT**

- Entretoise MODULCO en acier galvanisé Z275 d'épaisseur 20/10 ème de mm

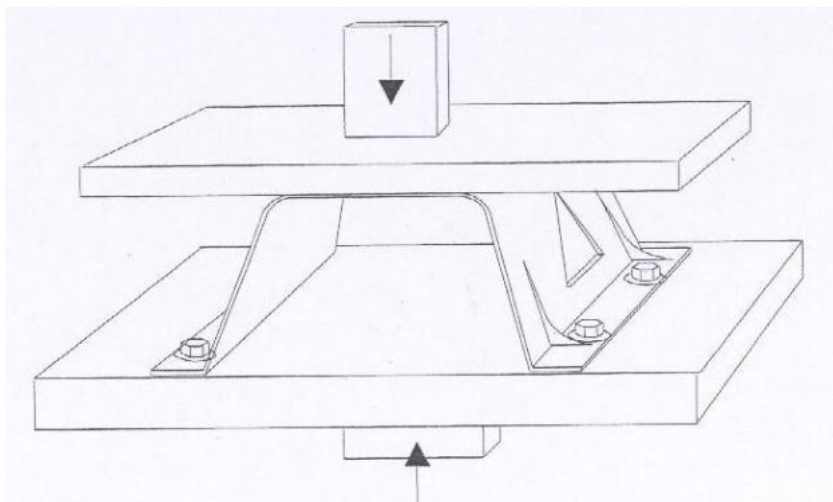
**CONFECTION DE LA MAQUETTE**

La maquette confectionné par nos soins est constituée d'un système de surcouverture MODULCO .  
Cette maquette est placée dans les mordaches d'une machine d'essai afin d'en déterminer la résistance à la compression .

**MODE OPERATOIRE**

Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction et l'on exerce un effort progressif ( 10 mm / min ) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.

**PRINCIPE DE MONTAGE**



**RESULTAT DES ESSAIS**

<u>Essais</u> <u>N°</u>	<u>Charge maximale en daN</u> <u>provoquant la rupture</u> <u>de la maquette</u>	<u>Mode de</u> <u>désolidarisation</u> <u>de la maquette</u>
1	2031	Dans tous les cas, à la charge maximale on observe une déformation de l'entretoise MODULCO
2	1997	
3	2034	
4	1950	
5	1869	
6	1899	
7	2066	
8	1940	
9	2040	
10	1998	
11	2231	
12	2007	
<b><u>Moyenne :</u></b>	<b>( P )</b>	<b><u>2005</u></b>
<b><u>Ecart-Type :</u></b>	<b>( s )</b>	<b><u>92,8</u></b>
<b><u>Résistance caractéristique :</u></b>	<b>( Pk )</b>	<b><u>1820</u></b>

*A partir de 12 valeurs des charges maximales mesurées ( p ), on détermine une moyenne ( Pm ) et un écart-type estimé ( s ) soit :*

$$Pm = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (P - Pm)^2}{n - 1}}$$

*La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :*

$$Pk = Pm - 2s$$

---

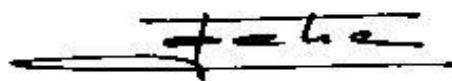
Fait à Aubergenville le 28/11/2018

Le technicien chargé des essais



Jérôme POINSU

Le responsable du laboratoire



Marc JODRA





# Rapport d'enquête technique

Société LR ETANCO  
ZI Rue du Clos Reine  
BP 373  
78410 – AUBERGENVILLE

## MODULCO

### Procédé de surcouverture LR ETANCO par entretoises

Rapport établi dans le cadre de notre mission définie dans le contrat n° 220568080000004 signé le 18/05/2022 (DEV22056808000000111/0).

#### Enquête Technique Nouvelle

n° 220568080000004  
valable jusqu'au 30/06/2027

N° D'AFFAIRE : 220568080000004

DESIGNATION : MODULCO

DATE DU RAPPORT : 08/06/2022

REFERENCE DU RAPPORT : ANC 22/375 AD

NOMBRE DE PAGES : 6

AUTEUR DU RAPPORT : ALEXIS DUBOIS

Tél : (+33) 1 30 12 28 27 - ✉ alexis.dubois@socotec.com

Ce rapport annule et remplace le rapport n° ANC19/352 AD (dossier n°1707CCSDM000009)

## Sommaire

1. OBJET.....	3
2. DESCRIPTION SUCCINTE DU PROCEDE .....	3
3. DOCUMENTS DE REFERENCE .....	3
4. DOMAINE D'EMPLOI ACCEPTE .....	3
5. ETUDE PREALABLE A LA MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE .....	4
6. REMARQUES COMPLEMENTAIRES .....	4
7. ELEMENTS A DEMANDER SUR CHANTIER.....	5
8. VISITES D'OUVRAGES REALISEES.....	5
9. FABRICATION ET CONTROLES .....	5
10. JUSTIFICATION EXPERIMENTALE .....	5
11. AVIS PREALABLE DE SOCOTEC CONSTRUCTION .....	5

## 1. OBJET

La Société LE ETANCO a demandé à SOCOTEC Construction de formuler un avis préalable d'ordre technique sur le procédé de surcouverture par entretoises MODULCO, dans le cadre de la mission définie par le contrat n°220568080000004.

Cette demande vient en renouvellement, et annule et remplace, l'avis formulé en 2018 dans le cadre du contrat 1707CCSDM000009.

Cet avis d'ordre technique se limite à l'aspect solidité et étanchéité du procédé et ne vise pas les domaines tels que la sécurité au feu ou l'isolation thermique.

Le présent rapport a pour objet de faire connaître le résultat de cet avis technique destiné aux intervenants SOCOTEC Construction.

## 2. DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROCEDE

Le système de surcouverture réalisé à l'aide des entretoises MODULCO et d'une ossature secondaire permet la réalisation d'une surtoiture en bacs métalliques nervurés sur une couverture existante en plaques ondulées de profil 177x51 en fibres-ciment ou en plaques métalliques nervurés.

Une couverture double-peau à trames parallèles est alors créée, avec ou sans apport d'isolation thermique.

Sans apport d'isolation thermique, la couverture reste une couverture froide ventilée.

Avec apport d'isolation thermique, la couverture devient une couverture chaude.

La couverture rapportée est impérativement étanche.

La mise en place des entretoises MODULCO est réalisée à l'aide de fixations autoperceuses Etanco à travers la couverture existante sur les pannes existantes.

Une ossature secondaire (métallique ou en bois), support de la surcouverture métallique, est disposée au droit des pannes existantes, fixée sur les entretoises.

La société LR ETANCO a développé, fabriqué et commercialisé la surcouverture MODULCO comprenant les entretoises, l'ossature métallique de type ZED et les fixations.

La mise en œuvre est réalisée par des entreprises qualifiées, dont les équipes de pose ont été spécifiquement informées des spécificités du procédé.

La société LR ETANCO est en mesure de fournir une assistance technique aux entreprises, tant pour la conception de la toiture que pour sa mise en œuvre.

## 3. DOCUMENTS DE REFERENCE

La société LR ETANCO a établi un Cahier des Clauses Techniques MODULCO, édition Juin 2022, comportant 18 pages (sans les annexes).

Les principales évolutions, par rapport à la version précédente, concernent la mise à jour :

- ⇒ Des normes de fabrication des entretoises, de l'ossature ZED et des éclisses.
- ⇒ De la nuance d'acier des éclisses : tôle plate en acier galvanisé S230GD-Z275 remplacée par un acier galvanisé DX51D-Z275 conforme à la Norme NF EN 10346.

## 4. DOMAINE D'EMPLOI ACCEPTE

Identique au domaine et aux limites d'emplois proposés dans le Cahier des Clauses Techniques MODULCO, document de référence.

Le procédé MODULCO est mise en œuvre sur :

- Des bâtiments situés en France « Européenne »,
- Des bâtiments existant non isolés thermiquement, de cas courants :
  - de hauteur inférieure ou égale à 20 m

- d'élançement inférieur à 2,5
- sans débord de toiture
- tous types de locaux à faible ou moyenne d'hygrométrie,
- des bâtiments comportant des ambiances intérieure saines et non agressives au sens de l'annexe D du DTU 40.35,
- en climat de plaine,  
L'emploi en climat de montagne (altitude supérieure à 900 m) n'est pas prévu.

La couverture métallique rapportée peut être :

- soit une couverture « froide », c'est-à-dire ventilée en sous-face de la surcouverture sur l'extérieur,
- soit une couverture « chaude », sans ventilation en sous-face des bacs métalliques ni entrée d'air parasite (espace totalement clos entre la couverture existante et la couverture métallique rapportée). Dans ce cas, l'absence de pare-vapeur dans le complexe de couverture ne permet pas de supprimer totalement le risque de condensation en sous-face de la surcouverture métallique. Ce type de conception doit être limité aux bâtiments à faible hygrométrie.

Dans le cas d'une toiture existante en plaques en amiante-ciment, du fait de la nécessité de percement des plaques, le procédé MODULCO est inapproprié.

## 5. ETUDE PREALABLE A LA MISE EN ŒUVRE DU PROCÉDE

La société LR ETANCO réalise pour chaque projet une étude spécifique sur la base d'un questionnaire pour le dimensionnement du nombre d'entretoise MODULCO (espacement maximal des entretoises) et de l'ossature secondaire (vérification de la flèche) en fonction des paramètres relatifs à l'implantation du bâtiment, tels que : site, région, hauteur, pente de l'ancienne couverture, la nouvelle couverture,...

Le dimensionnement est réalisé sur la base des Règles NV 65 modifiées 2009 et N 84 modifiées 2000.

Un examen de la couverture existante afin de déterminer d'éventuels remplacements ainsi que la nécessité ou non d'un nettoyage préparatoire.

Un examen des pannes supports de la couverture existante est nécessaire afin de déterminer l'aptitude de celles-ci à recevoir les fixations des entretoises Modulco (panne bois : support sains sans trace d'humidité et panne métallique : absence de traces de rouille).

L'aptitude de l'élément porteur existant à reprendre les nouvelles charges permanentes supplémentaires (entretoises, pannes secondaires, isolation, surcouverture) devra impérativement être vérifiée.

Enfin, il convient de s'assurer de la compatibilité du chantier avec les règles de mise en œuvre de la nouvelle couverture (en particulier pente minimum et longueur du rampant).

## 6. REMARQUES COMPLEMENTAIRES

En application notamment du Code du Travail, la mise en œuvre du procédé impose le respect des diverses dispositions réglementaires en vigueur, notamment :

- Les règles de prévention et de sécurité applicables pour l'accès sur les couvertures en matériaux fragiles ou peu résistants.
- Les règles relatives à la présence d'amiante, du fait de la nécessité de percement des plaques, ou de dépose de celles-ci, en cas de plaques existantes en amiante-ciment.

La surcouverture MODULCO doit être réalisée en tout point conformément aux règles de l'art relatives aux travaux neufs de la nouvelle couverture posée :

- DTU 40.35 pour les couvertures en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues,
- DTU 40.36 pour les couvertures en plaques nervurées d'aluminium,
- ou éventuellement Avis Technique de couvertures métalliques.

Dans le cas de la réalisation d'une toiture froide les dispositions liées à la ventilation et à la maîtrise des risques de condensation devront faire l'objet d'une attention toute particulière.

En cas de pannes secondaires en bois, la surcouverture métallique doit impérativement constituer une couverture « chaude ». Les pannes doivent alors avoir reçu un traitement de préservation du bois de classe 3 selon les normes NF EN 335-1 et NF EN 335-2 et leur compatibilité doit être vérifiée avec le matériau de couverture (notamment avec les plaques nervurées en aluminium).

Le choix d'une conception en couverture « chaude » impose la suppression de toutes les entrées et sorties d'air initialement existantes sur la couverture, ainsi que la suppression de toute isolation thermique en sous-face couvertures existantes.

L'isolation en feutres de laines minérale est réalisée par lits parallèles aux pannes secondaires avec une épaisseur permettant son serrage entre les deux peaux du complexe de couverture à trames parallèles pour qu'il n'y ait pas de vide sous la surcouverture métallique.

## 7. ELEMENTS A DEMANDER SUR CHANTIER

Devront systématiquement être demandés sur chantier :

- ⇒ La note de calcul de la société Etanco qui reprend notamment :
  - les caractéristiques de la toiture existante
  - l'espacement maximal des entretoises
- ⇒ Le rapport de diagnostic de la couverture existante apte à recevoir le procédé (par LR ETANCO ou l'entreprise de pose) validant notamment l'état de conservation et l'alignement des plaques en fibres-ciment le cas échéant, la pente minimum, la présence des éclairants, ...
- ⇒ Dans le cas d'une toiture chaude, la vérification de l'épaisseur d'isolant par rapport au type de panne secondaire (acier ou bois) est conforme aux prescriptions du Cahier des Clauses Techniques.

## 8. VISITES D'OUVRAGES REALISEES

Le procédé MODULCO a fait l'objet de nombreuses réalisations avec environ 1 600 000 pièces de commercialisées depuis son lancement en 2000.

## 9. FABRICATION ET CONTROLES

Les entretoises MODULCO sont fabriquées par la société LAVY-BONNOT partenaire de la société LR ETANCO :  
Société LAVY-BONNOT  
40-44 rue Victor Hugo  
93410 VAUJOURS

La traçabilité des produits est assurée.

## 10. JUSTIFICATION EXPERIMENTALE

Des essais de traction, compression et de déversement des différents assemblages sur les entretoises MODULCO ainsi que les essais d'arrachement des fixations dans les différents supports ont été réalisés par la société ETANCO et font l'objet du compte rendu d'essais (liste des essais repris au chapitre B.II du Cahiers des clauses techniques).

## 11. AVIS PREALABLE DE SOCOTEC CONSTRUCTION

SOCOTEC CONSTRUCTION émet un avis préalable favorable sur l'utilisation du procédé MODULCO pour le domaine d'emploi accepté, cet avis s'inscrivant dans la perspective de la réalisation par SOCOTEC CONSTRUCTION de missions de contrôle technique de type « L » sur des opérations de constructions particulières.

Cet avis reste valable pour autant :

- que le procédé MODULCO ne subisse pas de modifications,
- qu'il n'y ait pas de modifications aux prescriptions réglementaires actuelles,

- que les contrôles des produits et leur mise en œuvre soient régulièrement assurés,
- qu'il ne soit pas porté à la connaissance de SOCOTEC CONSTRUCTION des désordres suffisamment graves pouvant remettre en cause le présent avis.

Cet avis deviendrait caduc en cas de délivrance d'un Avis Technique pour le procédé.

La date d'échéance de validité de cet avis est le 30/06/2027.



**Alexis DUBOIS**  
Expert Technique National  
Etanchéité de toiture - Couverture - Cuvelage - Réservoir