

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES
SYSTEMES DE SURCOUVERTURE

ETANCO

PAR ENTRETOISES MODUL V



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° 220568080000005 valable jusqu'au 30/06/2027, dont les conclusions sont reconnues par l'ensemble des collaborateurs SOCOTEC Construction.

SOMMAIRE

A. Description	3
I. Présentation du système	3
1. Principe	3
2. Exemple d'application sur bacs perforés	3
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 MODUL V.....	6
2. Caractéristiques des pannes secondaires Zed	7
3. Caractéristiques des éléments de raccordement	7
4. Caractéristiques des éléments spéciaux aux plaques fibres-ciment	8
IV. Présentation des fixations	10
V. Mise en œuvre du système de surcouverture MODUL V	11
1. Mise en place et assemblage des entretoises	11
2. Mise en place des pannes secondaires	11
3. Traitement des points particuliers	13
a) Faitages et rives d'égouts	13
b) Egouts – Chéneaux	14
c) Pénétrations (Exemple de principe)	15
VI. Les accessoires complémentaires	15
B. Les résultats expérimentaux	16
I. Calcul relatif à l'utilisation de la surcouverture MODUL V	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	16
c) Questionnaire en vue du calcul de surcouverture MODUL V	16
d) Détermination des caractéristiques des pannes secondaires	16
e) Détermination de la résistance caractéristique des Fixations	17
II. Les essais	17
C. Les annexes	17

DOSSIER TECHNIQUE MODUL V

A. Description

I. Présentation du système

Définition du système de surcouverture ETANCO réalisé à l'aide d'entretoises Modul V.

1. Principe

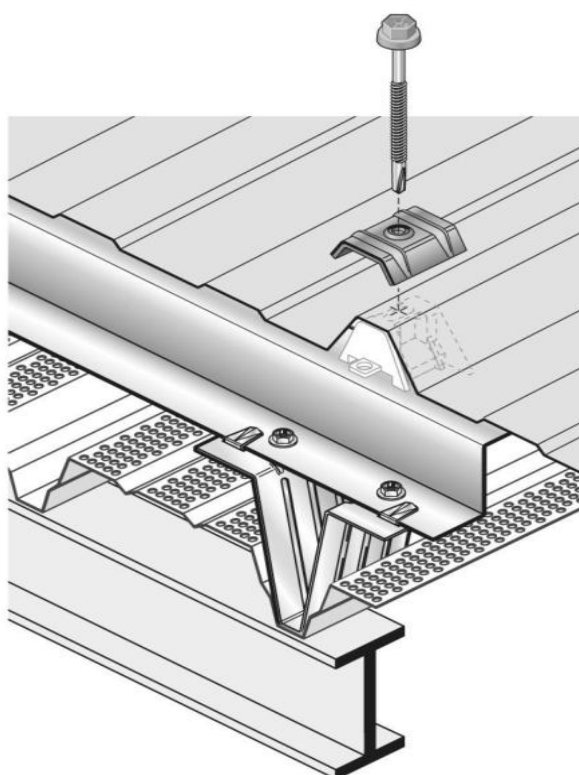
Le système de surcouverture ETANCO est une ossature secondaire placée sur une construction existante, neuve ou ancienne, collaborant ainsi avec cette dernière afin de permettre la réalisation d'une couverture double peau avec ou sans isolant.

Cette double peau peut être réalisée sur une ancienne couverture bac acier, bac aluminium, bac acier perforé, bac acier crevé, plaques fibres-ciment.

Nota : Pour les couvertures en plaques ondulées fibres ciment, la jonction du MODUL V sur la panne existante est assurée par une vis adaptée, équipée d'un tabouret de compression (§ 4 p.9 du présent document).

2. Exemple d'application sur bacs perforés

Couverture secondaire MODUL V avec une panne Zed sur bac perforé



II. Domaine d'emploi et limite d'utilisation

L'utilisation du système de surcouverture ETANCO réalisé à partir d'entretoises MODUL V, de pannes secondaires ZED 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 m (hors climat de montagne).

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 de la couverture existante qui devra être compatible avec celle de la nouvelle couverture
- Hauteur de bâtiment maxi 20 m
- Le recouvrement
- La longueur du rampant : le procédé est prévu pour des versants droits exclusivement.
- La situation géographique du bâtiment : l'altitude, la région neige et vent.
- Les autres paramètres de la seconde peau tel que : plaques fibres-ciment, tôle en acier galvanisé, bac aluminium, fixées au système d'ossature secondaire.

Les limites fixées par les DTU respectifs doivent obligatoirement être respectées, particulièrement au niveau de 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 ETANCO, réalisée à l'aide d'entretoises MODUL V et de pannes Zed formant ainsi une ossature secondaire, doit être conforme aux règles émises dans le DTU 40.35 au sujet des doubles peaux à trames parallèles.

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.

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. Descriptions des éléments composants le système

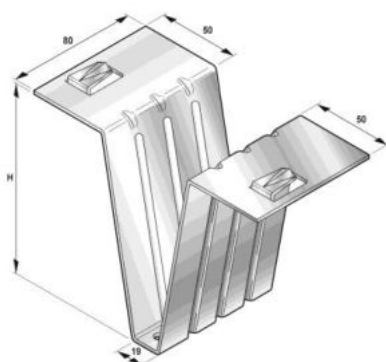
1. Caractéristiques des entretoises MODUL V



Les entretoises MODUL V sont solidement fixées par l'intermédiaire de fixations adaptées à la nature de la charpente existante.

Les caractéristiques dimensionnelles des entretoises sont les suivantes :

Les entretoises MODUL V, fabriquées par la Sté 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.



Il n'existe néanmoins 5 tailles différentes de MODUL V.

Hauteur H (mm)	Base (mm)	Profondeur (mm)
60	19	80
95	19	80
120	19	80
160	19	80
170	19	80

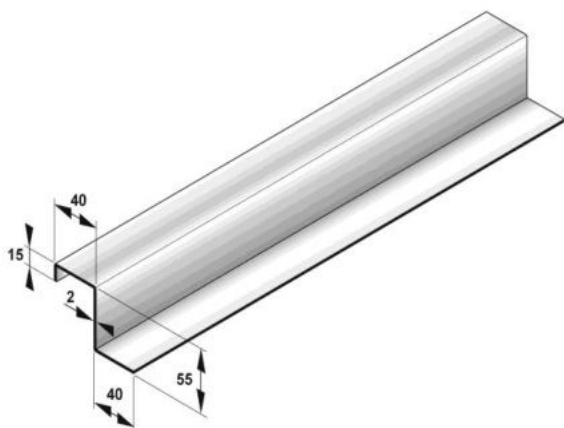
2. Caractéristiques de la panne secondaire ZED

Panne secondaire ZED en acier



Les pannes secondaires Zed sont destinées à constituer l'ossature secondaire pour supporter la deuxième couverture. Elles sont fixées au sommet des entretoises MODUL V par l'intermédiaire de fixations adaptées.

Les caractéristiques dimensionnelles des pannes secondaires :



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.

3. Caractéristiques des éléments de raccordement

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

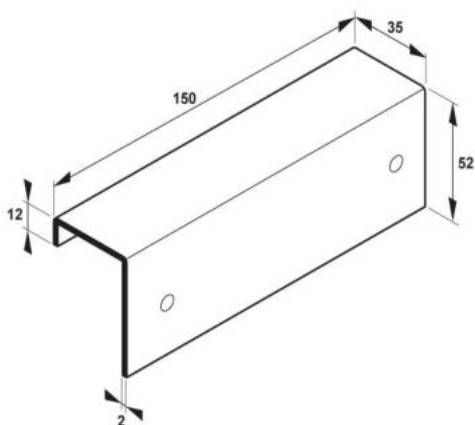
Eclisse de raccordement pour panne secondaire Zed



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

Les caractéristiques dimensionnelles des éléments de raccordement :

Eclisse de raccordement pour panne secondaire Zed

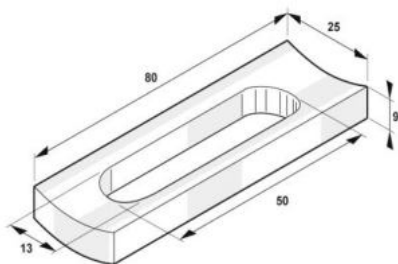


Les éclisses fabriquées par la Sté ETANCO sont réalisées à l'aide des tôles plates en acier galvanisé DX51D-Z275 conforme à la Norme NF EN 10346 d'octobre 2015. La tôle de 2mm d'épaisseur est profilée ou pliée de manière à obtenir une forme de Zed aux caractéristiques géométriques ci-contre.

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 recouverts en faitage et à l'égout.

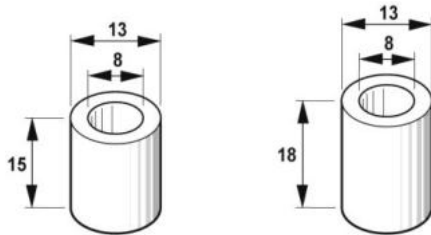
Elles se placent en creux d'onde sous les deux pieds des entretoises MODUL V.

- **Les tabourets de compression**

Les tabourets sont destinés à répartir les efforts de compression entre les entretoises MODULV 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 MODUL V 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 MODUL V.

➤ **Fixation des entretoises MODUL V sur les pannes existantes acier**

Vis en acier cimenté zingué bichromaté – GOLDOVIS 15 Ø 6 x 35 mm

➤ **Fixation des entretoises MODUL V sur les pannes existantes Bois**

Vis en acier cimenté 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 MODUL V**

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

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

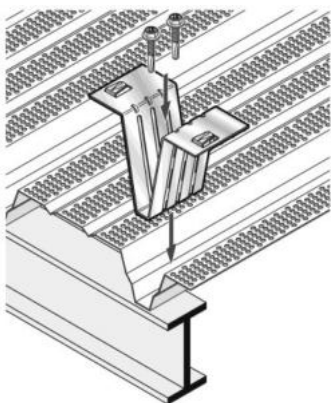
V. Mise en œuvre du système de surcouverture Modul V

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 MODUL V.

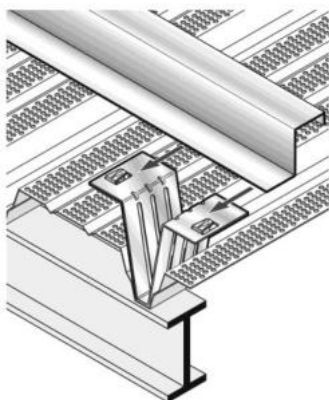
Les caractéristiques des pannes existantes doivent répondre aux prescriptions du chapitre 4.4 du DTU 40.35.

2. Mise en place et assemblage des pannes secondaires

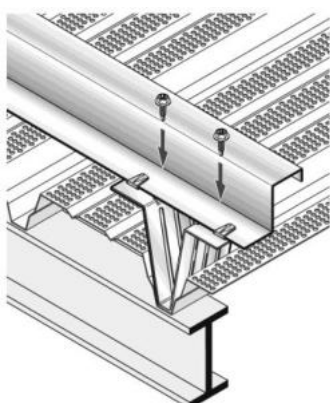


Positionner l'entretoise MODUL V dans le creux d'onde du bac acier selon l'entraxe définis dans l'étude spécifique au chantier réalisé par la société ETANCO.

Fixer l'entretoise par l'intermédiaire de 2 fixations adaptées à la panne existante.

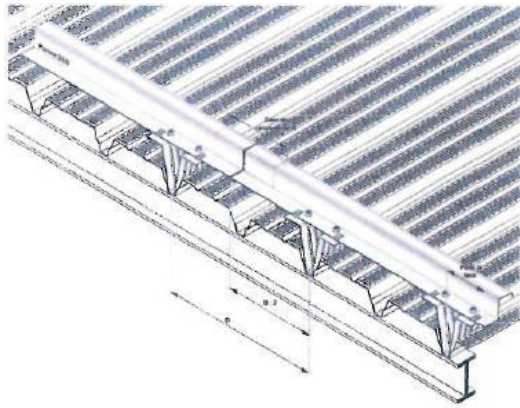


Placer la panne Zed dans les encoches des entretoises MODUL V parallèlement à la panne existante.



Fixer la panne Zed à l'entretoise par l'intermédiaire de fixations sur chaque ailettes de l'entretoise MODUL V.

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

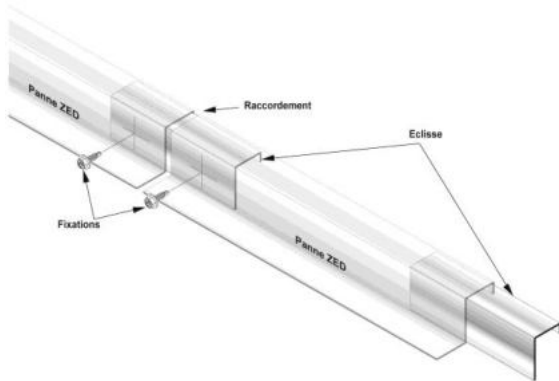


> Placer impérativement la première éclisse de raccordement de la panne secondaire Zed au moins à la deuxième travée partant de la rive parallèle à la pente.

> Cette éclisse doit être à mi distance entre les deux entretoises MODUL V.

> Le porte à faux ne doit pas excéder le tiers de la distance entre deux entretoises sans dépasser les 30 cm.

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



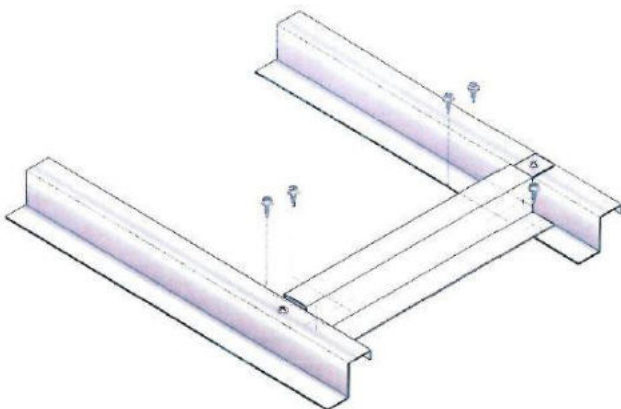
> Raccorder les pannes à l'aide d'une éclisse fixée sous l'aile supérieure de la panne Zed.

> 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 autoperceuses adaptées (cf. § IV.)

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

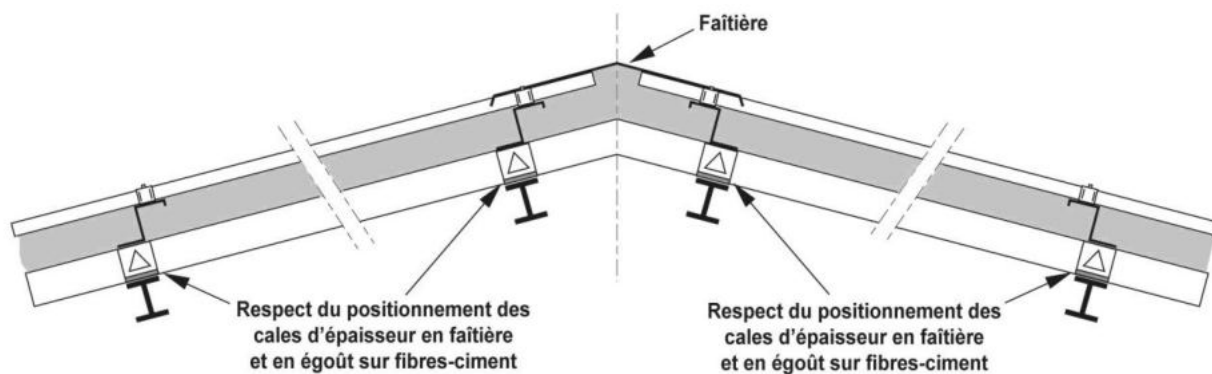


En cas de nécessité de chevêtre entre les pannes Zed, ceux-ci sont fabriqués par la société LR ETANCO à partir d'une panne Zed, décrite ci-dessus avec assemblage par l'intermédiaire d'éclisses de chevêtres.

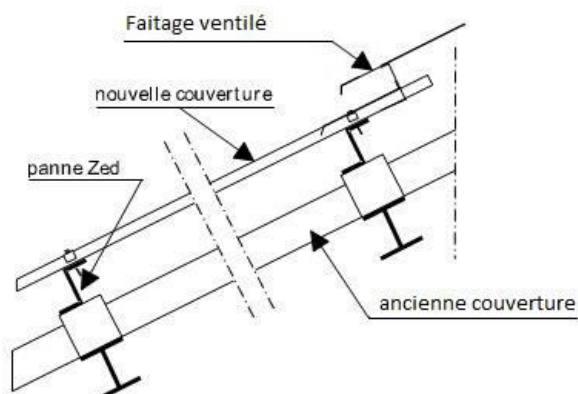
3. Traitement des points particuliers

a) Faîtages

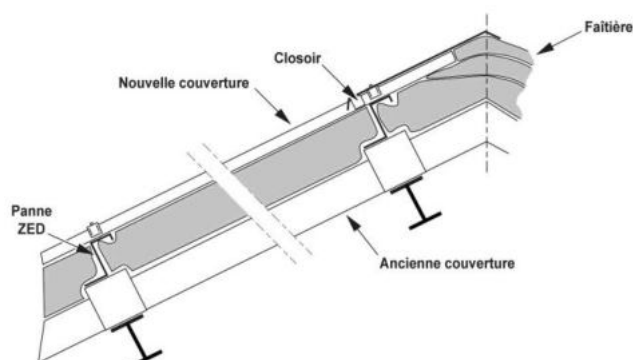
Les faîtages sont traités de manière classique par des faîtères droites ou crantées, plates ou à boudins. Elles peuvent être ventilées ou non suivant les critères du DTU 40.35 § 6.2.2.2.



Surcouverture ventilée



Surcouverture non ventilée



L
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. Le premier lit d'isolant comporte un pare-vapeur intégré.

Nota : Afin d'éviter les ponts thermiques, l'emploi de feutres d'isolations (avec pare-vapeur intégré), disposés sur les pannes secondaires, est envisageable.

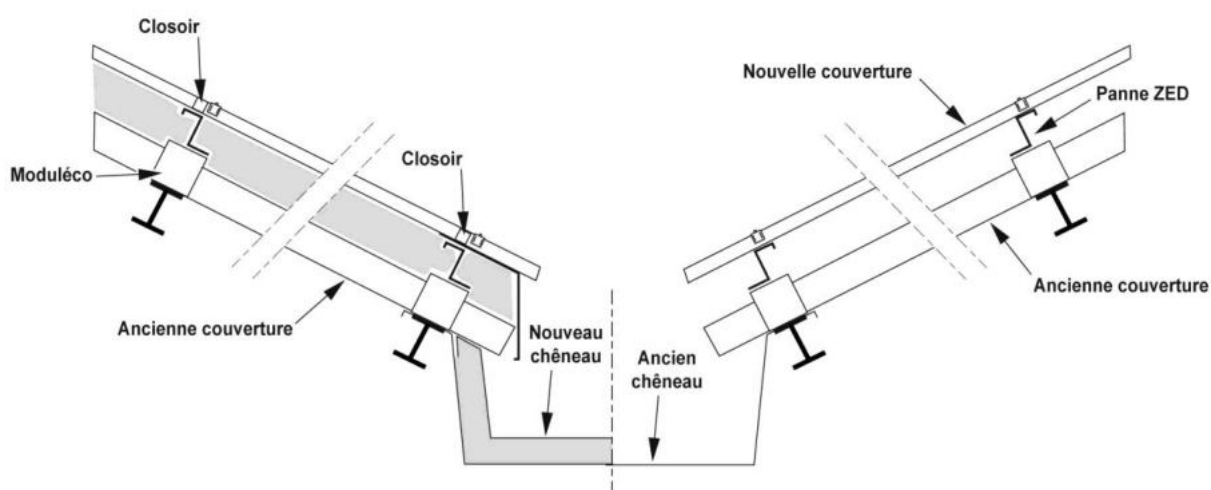
Exemple de détermination de l'épaisseur de l'isolant pour une couverture en tôle métallique existante :

Epaisseur Isolant (en mm)		Hauteur des tôles métalliques existantes (en mm)				
Hauteur du MODUL V (en mm)		40	50	60	70	115
Sans Zed	60					
Avec Zed de 55 et 20 de compression	135	95	85	75	65	-
Sans Zed	95					
Avec Zed de 55 et 20 de compression	170	130	120	110	100	55
Sans Zed	120					
Avec Zed de 55 et 20 de compression	195	155	105	135	125	80
Sans Zed	160					
Avec Zed de 55 et 20 de compression	235	195	185	175	165	120
Sans Zed	170					
Avec Zed de 55 et 20 de compression	245	205	195	185	175	130

b) Egouts-Chéneaux

L'implantation des entretoises MODUL V et des pannes secondaires Zed 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 aux dispositions décrites dans les DTU 40.35 et DTU 40.36).



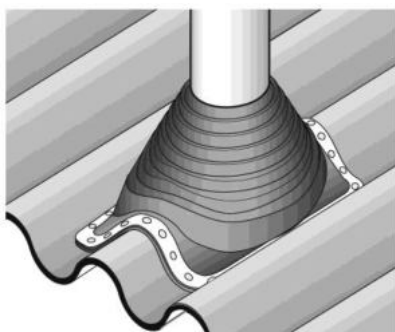
Surcouverture chaude

Surcouverture froide

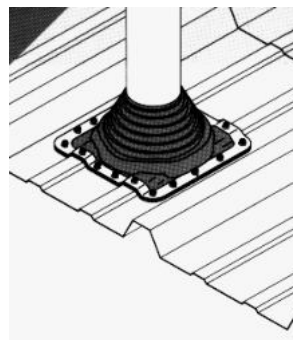
c) Exécution des pénétrations

Les passages de tuyaux sont réalisés par des manchons d'étanchéité PIPECO pour sortie de toiture, en caoutchouc vulcanisé sur embase ronde ou carrée en aluminium déformable permettant son adaptation sur tous types de profils, sans empêcher l'écoulement de l'eau sur la surcouverture.

Manchon à embase ronde
« Pipéco »



Manchon à embase carrée
« Pipéco »



Elles sont réalisées conformément aux dispositions décrites dans les DTU 40.35 et DTU 40.36.

VI. Les accessoires complémentaires

Double Faîtière
1/2 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. : DTU 40.35 – 40.36)

B. Les résultats expérimentaux

I. Calcul relatif à l'utilisation de la surcouverture Modul V

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 MODUL V, 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 ETANCO.

Les entretoises MODUL V 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 écartement 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 MODUL V

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

d) Détermination des caractéristiques des pannes secondaires

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

- La distance entre les entretoises MODUL V 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 décrits ci-dessus.

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

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.

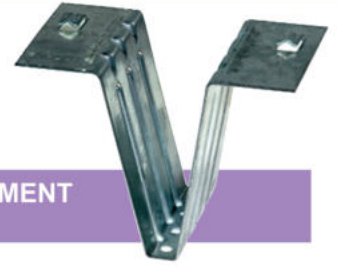
- Voir PV d'essais : Résistance caractéristique admissible à la traction de l'assemblage panne / entretoise selon le type et le nombre de vis.
- Voir PV d'essais : Comportement des entretoises à la compression et au déversement.
- Voir PV d'essais : Résistance caractéristique admissible à la traction de l'assemblage entretoise / ossature porteuse.
- Voir PV d'essais : Résistance caractéristique admissible à la traction de l'assemblage couverture/ panne.

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

- Comportement des entretoises à la traction, compression et déversement pour des hauteurs H d'entretoise Modul V 60mm, 120mm, 160 mm et 170 mm (rapport d'essai n° LR011036 a, b, c, d et n° LR190315 et LR190316) : Essais réalisés sur l'entretoise et sa panne secondaire Zed fixée par l'intermédiaire de deux Goldovis 6 Zn - 6,3 x 22
- Comportement d'une fixation Goldovis 6,3 x 25 (rapport d'essai n°LR070201) : 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 placé dans un support bois (rapport d'essai n°LR070206)

C. Les annexes

QUESTIONNAIRE



QUESTIONS RELATIVES AU BÂTIMENT EXISTANT EN VUE DU CALCUL D'ÉCARTEMENT DES ENTRETOISES MODUL V

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

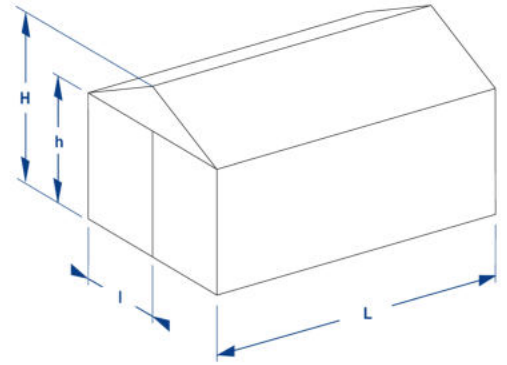
Région neige : A1 A2 B1 B2 C1 C2 D E

H = hauteur au faîtage _____ m

h = hauteur à l'égout _____ m

l = demi largeur bâtiment _____ m

L = longueur du bâtiment _____ m



QUESTIONS RELATIVES A L'ANCIENNE COUVERTURE

Type de pannes existantes

Type IPN - IPE

Profilé à froid

Bois naturel

Lamélé collé

Épaisseur _____ mm

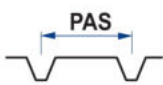
Type de l'ancienne couverture

Bac support d'étanchéité

Toiture tuile

Autre, préciser : _____

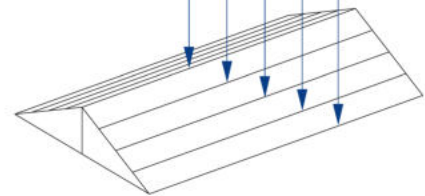
Pas _____ mm



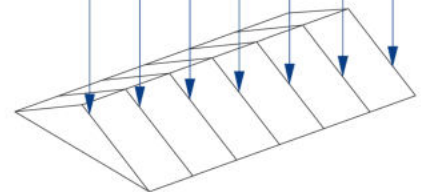
Nombre de versants identiques _____

Position des pannes existantes

Nombre de pannes horizontales par versant _____



Nombre de pannes verticales par versant _____



QUESTIONS RELATIVES A LA NOUVELLE COUVERTURE

Type de Modul V

Hauteur de Modul V 60 120 160 170

Type de couverture

Bac acier

Bac alu

Fibres-ciment

Autre, préciser : _____

Épaisseur _____ mm

Poids de la couverture (kg/m²) _____

Chantier : **TERRAIN DE TENNIS - ST DIE DES VOSGES**

Responsable :

Adresse :

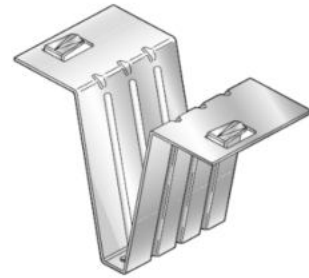
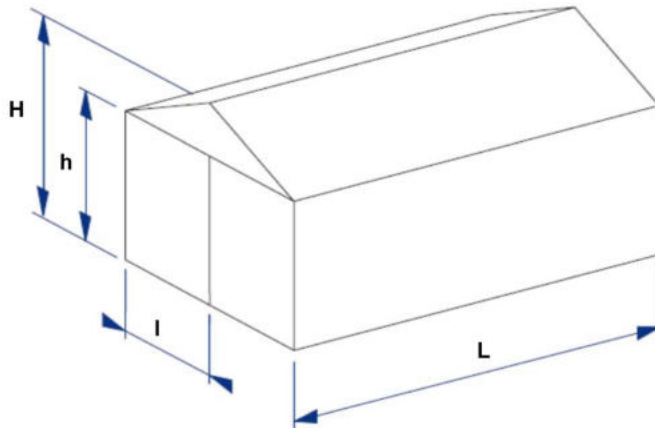
Tel :

Fax :

Commentaire : **TER 150109-1**

HYPOTHESES DE CALCUL

Disposition



Informations sur le chantier

Zone de vents : **II**
Site : **Normal**
Zone de neige : **C1-C2**
Altitude : **340** m

Information sur le bâtiment

Type : **Fermé**
H = **7,50** m (Hauteur au faitage)
h = **0,00** m (Hauteur à l'égout)
L = **62,00** m (Longueur du bâtiment)
l = **5,70** m (Demi-largeur de la façade)
 α = **Variable** % (Pente du toit - Toiture cintré)

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 : **6**
e1 = **210,00** mm (Epaisseur des pannes)
D1 = **1,33** m (Espacement entre pannes)
Nombre de versants identiques : **2**

Informations sur la nouvelle couverture

Type de couverture : **Bac acier**
c2 = **6,98** 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)

Informations sur l'entretoise

Longueur de l'entretoise = **95** mm

RESULTAT : **MODUL V Lg. 95 + 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)

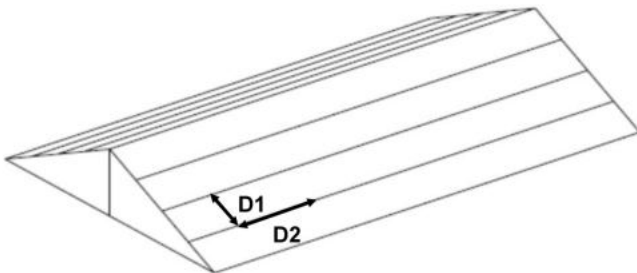
Résultantes :

Résultante des entretoises en compression	=	$\frac{\text{Charge de compression}}{Rc / 3}$	=	$\frac{85,99}{415,00}$	=	0,21
Résultante des entretoises en traction	=	$\frac{\text{Charge de traction}}{Ra / 3}$	=	$\frac{85,87}{251,60}$	=	0,34
Résultante des entretoises au déversement	=	$\frac{\text{Charge de déversement}}{Rd / 3}$	=	$\frac{103,16}{48,53}$	=	2,13

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	=	$\frac{1}{\text{MAX (Résultantes)}}$	=	$\frac{1}{2,13}$	=	0,47 m
Nombre d'ondes entre les entretoises, No	=	$\frac{\text{Ecartement théorique}}{\text{Pas}}$	=	$\frac{0,47}{0,333}$	=	1
Ecartement réel entre les entretoises, D2	=	Nombre d'ondes X Pas	=	1 X 0,333	=	0,33 m

Récapitulatif :


$$D1 = 1,33 \text{ m}$$

$$D2 = 0,33 \text{ m}$$

Soit 1 entretoise toute les 1 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 : MODUL V Lg. 95 + 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'oeuvre 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

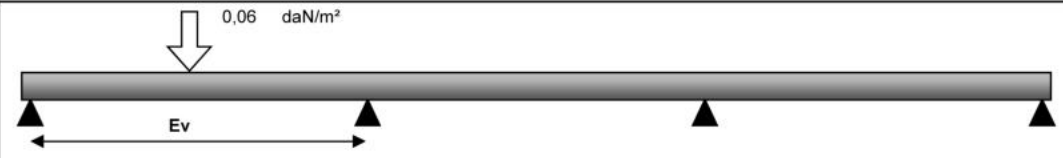
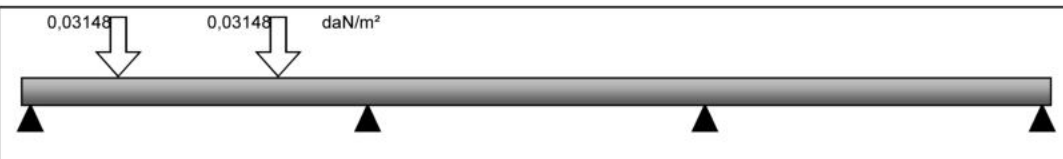
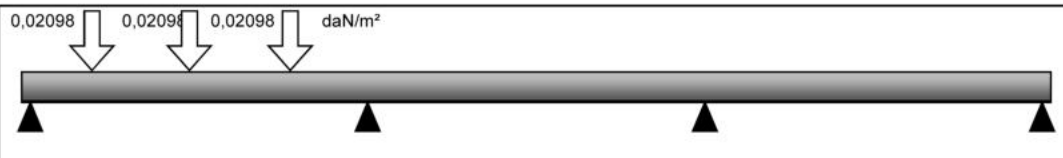
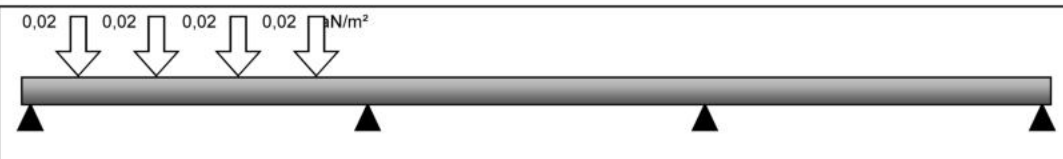
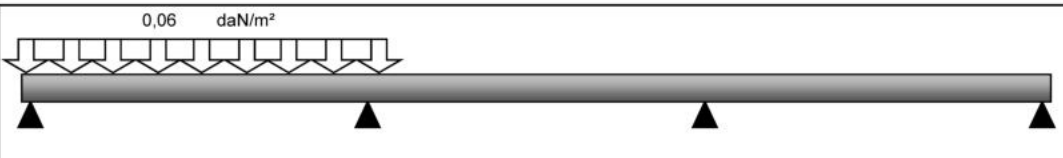
VERIFICATION DE LA FLECHE

(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 : **1,85** mm

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

	$\beta_{F1} = \frac{0,000}{1,85}$ $\beta_{F1} = 0,00$
	$\beta_{F2} = \frac{0,000}{1,85}$ $\beta_{F2} = 0,00$
	$\beta_{F3} = \frac{0,000}{1,85}$ $\beta_{F3} = 0,00$
	$\beta_{F4} = \frac{0,000}{1,85}$ $\beta_{F4} = 0,00$
	$\beta_{F5} = \frac{0,000}{1,85}$ $\beta_{F5} = 0,00$

Rappel :

Etude valable uniquement pour les entretoises MODUL V associées aux fixations et accessoires LR ETANCO.

 Entretoises MODUL V bénéficiant d'un Cahier des Clauses Techniques validé par Socotec Construction
 Note de calcul réalisée conformément au DTU 40.35

RESULTAT : MODUL V Lg. 95 + 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

RAPPORT D'ESSAI N° LR 011036a

SYSTEME DE SURCOUVERTURE PAR ENTRETOISE MODUL V

IDENTIFICATION DES CONSTITUANTS

Entretoise MODUL V - h 60 mm, en acier galvanisé Z275 d'épaisseur 20/10 ème de mm, destinée à supporter les pannes secondaires Zed 40 x 55 x 15 mm, elles-même en acier galvanisé Z275 d'épaisseur 20/10 ème de mm (ensemble supportant la peau extérieure de la couverture ou du bardage)

L'ensemble est fixé par l'intermédiaire des vis autoperceuses:

- > MODUL V / Panne Zed : GOLDOVIS 6 TH1Ø 6.3 x 22 mm
- > MODUL V / Charpente acier : GOLDOVIS 15 TH10 Ø 6 X 35 mm
- > MODUL V / Charpente bois : GOLDOBOIS 6.5 x 63 mm

CONFECTION DE LA MAQUETTE

La maquette confectionnée par nos soins est constituée d'un système de surcouverture MODUL V équipé d'un élément de panne Zed (voir ci contre)
Cette maquette est placée dans les mordaches d'une machine d'essai afin d'en déterminer la résistance mécanique

MODE OPERATOIRE DE L'ESSAI

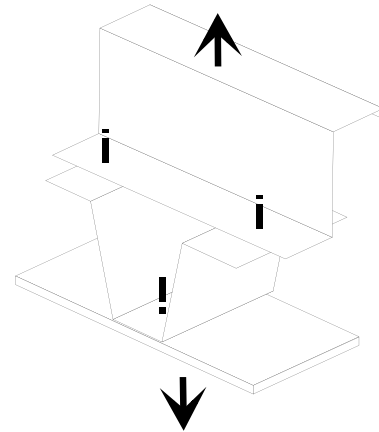
Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction (ERICHSEN 0 à 30 KN) et l'on exerce un effort progressif (10 mm / minute) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.



RESULTATS DES ESSAIS DE TRACTION

<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	827	
2	799	
3	812	
4	805	
5	793	
6	801	
7	806	
8	808	
9	782	
10	814	(P)
11	817	
12	796	
<u>Moyenne :</u>	<u>805</u>	
<u>Ecart-type :</u> (s)	<u>12</u>	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	<u>781</u>	

Dans tous les cas, à la charge maximale, on observe simultanément l'ouverture des crochets de retenue et l'arrachement des vis



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

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

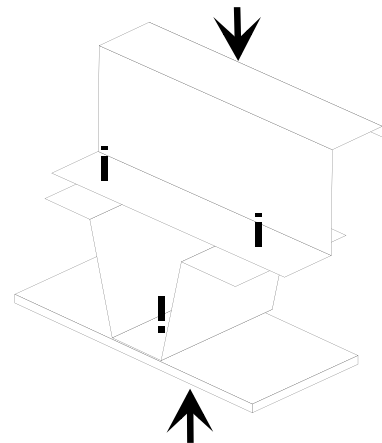
La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :

$$P_k = P_m - 2s$$

RESULTATS DE L'ESSAI DE COMPRESSION

<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	1497	
2	1485	
3	1468	
4	1462	
5	1500	
6	1487	
7	1493	
8	1485	
9	1483	
10	1490	
11	1500	
12	1493	
<u>Moyenne :</u>	1487	
<u>Ecart-type :</u> (s)	11,89	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	1463	

Dans tous les cas, à la charge maximale, on observe le flambage des flancs du MODUL V.



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

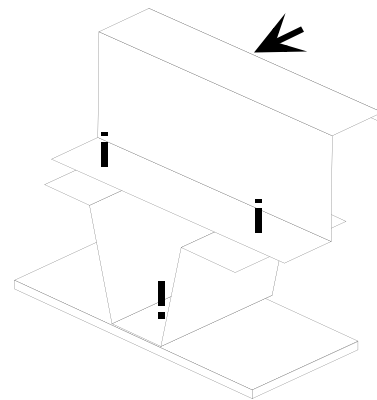
$$Pm = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (P - Pm)^2}{n - 1}}$$

La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :

$$Pk = Pm - 2s$$

RESULTATS DE L'ESSAI DE DEVERSEMENT

<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	247	Rupture par torsion de la panne Zed.
2	244	
3	252	
4	249	
5	248	
6	250	
7	244	
8	252	
9	250	
10	244	
11	247	
12	250	
<u>Moyenne :</u>	248,1	
<u>Ecart-type :</u> (s)	2,937	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	242,2	



A partir des 12 valeurs des charges maximales mesurées (P), on détermine une moyenne (P_m) 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 :

$$P_k = P_m - 2s$$

L'ingénieur responsable de la qualité

Jacques PREVOST

RAPPORT D'ESSAI N° LR 011036b

SYSTEME DE SURCOUVERTURE PAR ENTRETOISE MODUL V

IDENTIFICATION DES CONSTITUANTS

Entretoise MODUL V - h 120 mm, en acier galvaniser Z275 d'épaisseur 20/10 ème de mm, destinée à supporter les pannes secondaires Zed 40 x 55 x 15 mm, elles-même en acier galvanisé Z275 d'épaisseur 20/10 ème de mm (ensemble supportant la peau extérieure de la couverture ou du bardage).

L'ensemble est fixé par l'intermediaire des vis autoperceuses:

- > MODUL V / Panne Zed : GOLDOVIS 6 TH1Ø 6.3 x 22 mm
- > MODUL V / Charpente acier : GOLDOVIS 15 TH10 Ø 6 X 35 mm
- > MODUL V / Charpente bois : GOLDOBOIS 6.5 x 63 mm

CONFECTION DE LA MAQUETTE

La maquette confectionnée par nos soins est constituée d'un système de surcouverture MODUL V équipé d'un élément de panne Zed (voir ci contre)
Cette maquette est placée dans les mordaches d'une machine d'essai afin d'en déterminer la résistance mécanique

MODE OPERATOIRE DE L'ESSAI

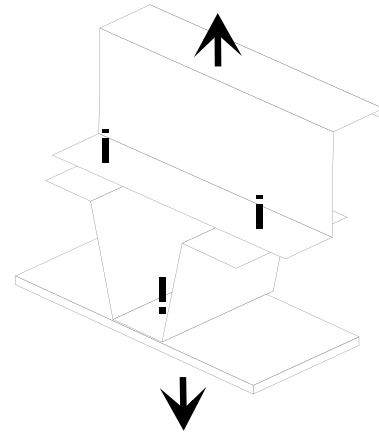
Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction (ERICHSEN 0 à 30 KN) et l'on exerce un effort progressif (10 mm / minute) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.



RESULTATS DES ESSAIS DE TRACTION

<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	831	
2	822	
3	785	
4	800	
5	814	
6	753	
7	810	
8	780	
9	776	
10	803	(P)
11	807	
12	797	
<u>Moyenne :</u>	<u>798</u>	
<u>Ecart-type :</u> (s)	<u>22</u>	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	<u>755</u>	

Dans tous les cas, à la charge maximale, on observe simultanément l'ouverture des crochets de retenue et l'arrachement des vis



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

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

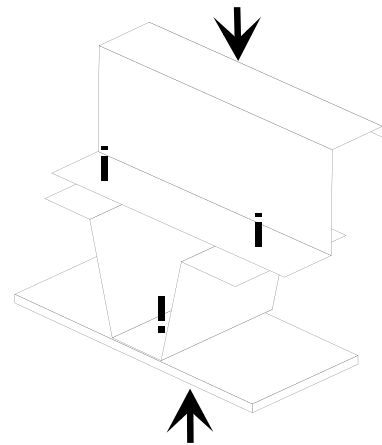
La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :

$$P_k = P_m - 2s$$

RESULTATS DE L'ESSAI DE COMPRESSION

<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	1283	
2	1256	
3	1321	
4	1356	
5	1348	
6	1295	
7	1288	
8	1321	
9	1356	
10	1290	
11	1375	
12	1318	
<u>Moyenne :</u>	1317	
<u>Ecart-type :</u> (s)	36,09	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	1245	

Dans tous les cas, à la charge maximale, on observe le flambage des flancs du MODUL V.



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

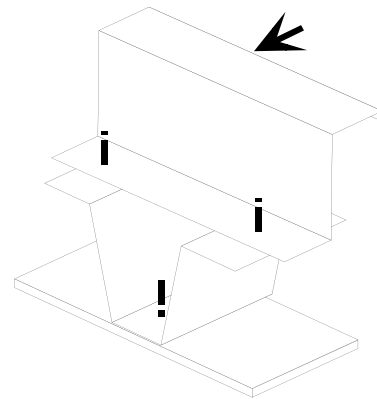
$$Pm = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (P - Pm)^2}{n - 1}}$$

La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :

$$Pk = Pm - 2s$$

RESULTATS DE L'ESSAI DE DEVERSEMENT

<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	208	Rupture par torsion de la panne Zed.
2	226	
3	208	
4	194	
5	216	
6	200	
7	197	
8	197	
9	205	
10	193	
11	201	
12	317	
<u>Moyenne :</u>	213,5	
<u>Ecart-type :</u> (s)	33,97	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	145,6	



A partir des 12 valeurs des charges maximales mesurées (P), on détermine une moyenne (P_m) 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 :

$$P_k = P_m - 2s$$

L'ingénieur responsable de la qualité

Jacques PREVOST

RAPPORT D'ESSAI N° LR 011036c

SYSTEME DE SURCOUVERTURE PAR ENTRETOISE MODUL V

IDENTIFICATION DES CONSTITUANTS

Entretoise MODUL V - h 160 mm, en acier galvaniser Z275 d'épaisseur 20/10 ème de mm, destinée à supporter les pannes secondaires Zed 40 x 55 x 15 mm, elles-même en acier galvanisé Z275 d'épaisseur 20/10 ème de mm (ensemble supportant la peau extérieure de la couverture ou du bardage).

L'ensemble est fixé par l'intermediaire des vis autoperceuses:

- > MODUL V / Panne Zed : GOLDOVIS 6 TH1Ø 6.3 x 22 mm
- > MODUL V / Charpente acier : GOLDOVIS 15 TH10 Ø 6 X 35 mm
- > MODUL V / Charpente bois : GOLDOBOIS 6.5 x 63 mm

CONFECTION DE LA MAQUETTE

La maquette confectionnée par nos soins est constituée d'un système de surcouverture MODUL V équipé d'un élément de panne Zed (voir ci contre)
Cette maquette est placée dans les mordaches d'une machine d'essai afin d'en déterminer la résistance mécanique

MODE OPERATOIRE DE L'ESSAI

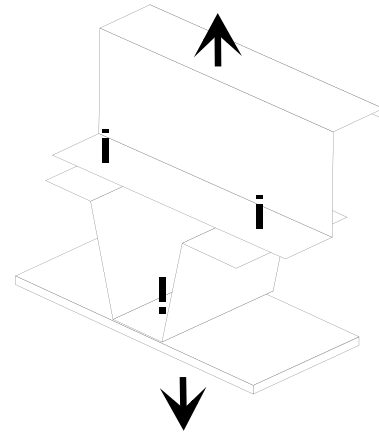
Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction (ERICHSEN 0 à 30 KN) et l'on exerce un effort progressif (10 mm / minute) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.



RESULTATS DES ESSAIS DE TRACTION

<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	843	
2	813	
3	715	
4	719	
5	801	
6	783	
7	768	
8	790	
9	797	
10	784	(P)
11	774	
12	803	
<u>Moyenne :</u>	<u>783</u>	
<u>Ecart-type :</u> (s)	<u>36</u>	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	<u>710</u>	

Dans tous les cas, à la charge maximale, on observe simultanément l'ouverture des crochets de retenue et l'arrachement des vis



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

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

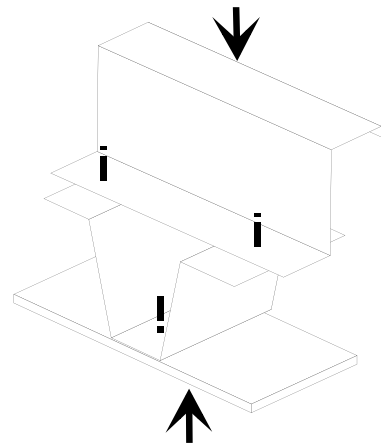
La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :

$$P_k = P_m - 2s$$

RESULTATS DE L'ESSAI DE COMPRESSION

<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	996	
2	1021	
3	983	
4	997	
5	1016	
6	1016	
7	978	
8	985	
9	971	
10	1000	
11	973	
12	1007	
<u>Moyenne :</u>	995,3	
<u>Ecart-type :</u> (s)	17,38	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	960,5	

Dans tous les cas, à la charge maximale, on observe le flambage des flancs du MODUL V.



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

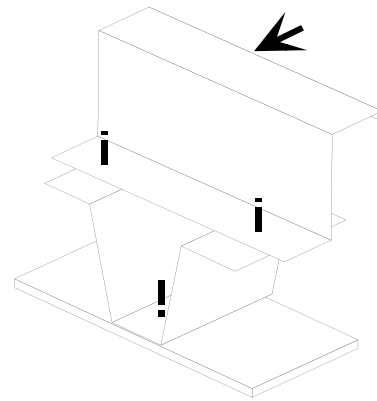
$$P_m = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (P - P_m)^2}{n - 1}}$$

La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :

$$P_k = P_m - 2s$$

RESULTATS DE L'ESSAI DE DEVERSEMENT

<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	151	Rupture par torsion de la panne Zed.
2	170	
3	168	
4	163	
5	171	
6	167	
7	159	
8	164	
9	170	
10	166	
11	168	
12	156	
<u>Moyenne :</u>	164,4	
<u>Ecart-type :</u> (s)	6,201	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	152	



A partir des 12 valeurs des charges maximales mesurées (P), on détermine une moyenne (P_m) 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 :

$$Pk = P_m - 2s$$

L'ingénieur responsable de la qualité

Jacques PREVOST

RAPPORT D'ESSAI N° LR 011036d

SYSTEME DE SURCOUVERTURE PAR ENTRETOISE MODUL V

IDENTIFICATION DES CONSTITUANTS

Entretoise MODUL V - h 160 mm, en acier galvaniser Z275 d'épaisseur 20/10 ème de mm, destinée à supporter les pannes secondaires Zed 40 x 55 x 15 mm, elles-même en acier galvanisé Z275 d'épaisseur 20/10 ème de mm (ensemble supportant la peau extérieure de la couverture ou du bardage).

L'ensemble est fixé par l'intermediaire des vis autoperceuses:

- > MODUL V / Panne Zed : GOLDOVIS 6 TH1Ø 6.3 x 22 mm
- > MODUL V / Charpente bois : GOLDOBOIS 6.5 x 63 mm

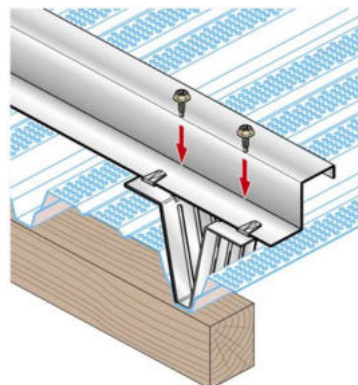
CONFECTION DE LA MAQUETTE

La maquette confectionnée par nos soins est constituée d'un système de surcouverture MODUL V fixée sur un support bois par l'intermédiaire de deux Goldovis Bois 6.5 x 6.3 et équipé d'un élément de panne Zed (voir ci contre).

Cette maquette est placée dans les mordaches d'une machine d'essai afin d'en déterminer la résistance mécanique.

MODE OPERATOIRE DE L'ESSAI

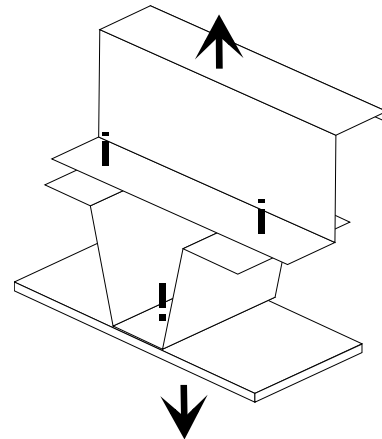
Chaque maquette ainsi réalisée est fixée dans les mordaches d'une machine de traction (ERICHSEN 0 à 30 KN) et l'on exerce un effort progressif (10 mm / minute) jusqu'à atteindre la désolidarisation de la maquette.



RESULTATS DES ESSAIS DE TRACTION

<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	843	
2	813	
3	715	
4	719	
5	801	
6	783	
7	768	
8	790	
9	797	
10	(P)	784
11		774
12		803
<u>Moyenne :</u>	<u>783</u>	
<u>Ecart-type :</u> (s)	<u>36</u>	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	<u>710</u>	

Dans tous les cas, à la charge maximale, on observe simultanément l'ouverture des crochets de retenue et l'arrachement des vis



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

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

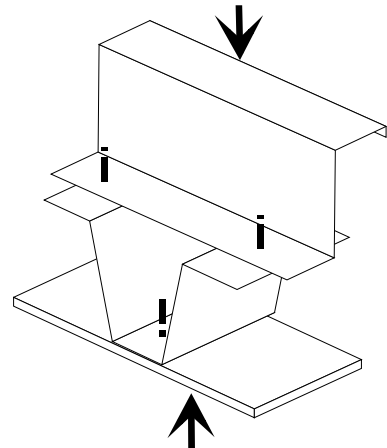
La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :

$$Pk = P_m - 2s$$

RESULTATS DE L'ESSAI DE COMPRESSION

<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	996	
2	1021	
3	983	
4	997	
5	1016	
6	1016	
7	978	
8	985	
9	971	
10	1000	
11	973	
12	1007	
<u>Moyenne :</u>	995.3	
<u>Ecart-type :</u> (s)	17.38	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	960.5	

Dans tous les cas, à la charge maximale, on observe le flambage des flancs du MODUL V.



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

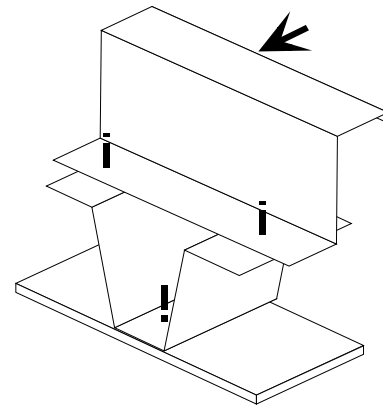
$$P_m = \frac{\sum P}{12} \quad \text{et} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (P - P_m)^2}{n - 1}}$$

La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :

$$P_k = P_m - 2s$$

RESULTATS DE L'ESSAI DE DEVERSEMENT

<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	151	Rupture par torsion de la panne Zed.
2	170	
3	168	
4	163	
5	171	
6	167	
7	159	
8	164	
9	170	
10	166	
11	168	
12	156	
<u>Moyenne :</u>	164.4	
<u>Ecart-type :</u> (s)	6.201	
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	152	



A partir des 12 valeurs des charges maximales mesurées (P), on détermine une moyenne (P_m) 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 :

$$Pk = P_m - 2s$$

L'ingénieur responsable de la qualité

Jacques PREVOST

Ce rapport d'essai comporte 4 Pages . Sa reproduction intégrale sans modification d'aucune sorte est seule autorisée.

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

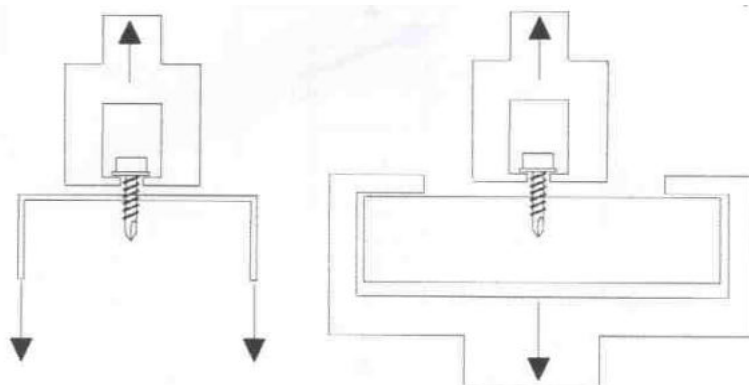
CONFECTION DE LA MAQUETTE

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	
<u>Moyenne :</u>	(P)	<u>347</u>
<u>Ecart-Type :</u>	(s)	<u>8,4</u>
<u>Résistance</u> <u>caractéristique :</u>	(Pk)	<u>331</u>

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 / m³) de longueur 200 mm de largeur 80 mm et d'épaisseur 60 mm

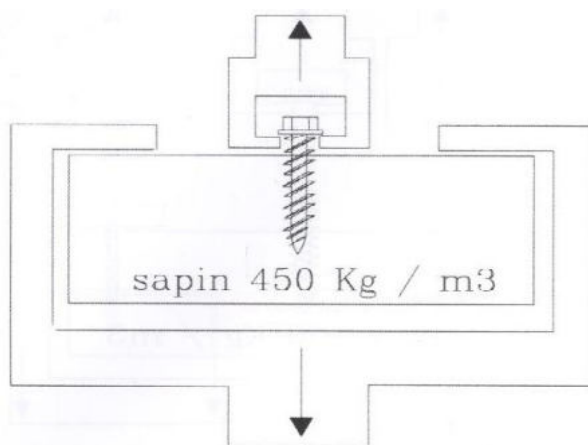
CONFECTION DE LA MAQUETTE

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

PRINCIPE DE MONTAGE



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.

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		
<u>Moyenne :</u> (P)	<u>781</u>		
<u>Ecart-type :</u> (s)	<u>38,2</u>		
<u>Résistance</u> <u>Caractéristique</u> (Pk)	<u>704,6</u>		

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

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

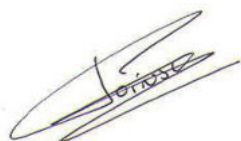
La résistance caractéristique à l'arrachement est déterminée ainsi :

$$P_k = P_m - 2s$$

Fait à Aubergenville le 04/12/2018

Le technicien chargé de l'essai

Le responsable du laboratoire



Jérôme POINSU

Marc JODRA

Rapport d'enquête technique

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

MODUL V

Procédé de surcouverture LR ETANCO par entretoises

Rapport établi dans le cadre de notre mission définie dans le contrat n° 220568080000005 signé le 18/05/2022 (DEV22056808000000112/0).

Enquête Technique Nouvelle

n° 220568080000005
valable jusqu'au 30/06/2027

N° D'AFFAIRE : 220568080000005

DESIGNATION : MODUL V

DATE DU RAPPORT : 08/06/2022

REFERENCE DU RAPPORT : ANC22/376 AD

NOMBRE DE PAGES : 5

AUTEUR DU RAPPORT : ALEXIS DUBOIS

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

Ce rapport annule et remplace le rapport n° ANC19/359 AD (Dossier N°1707CCSDM000010)

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 MODUL V, dans le cadre de la mission définie par le contrat n°220568080000005.

Cette demande vient en renouvellement, et annule et remplace, l'avis formulé en 2018 dans le cadre du contrat 1707CCSDM000010.

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 MODUL V et d'une ossature secondaire permet la réalisation d'une surtoiture en bacs métalliques nervurés sur une couverture existante en bac acier, bac aluminium, bac acier perforé, bac acier crevé ou en plaques fibres-ciment.

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 MODUL V est réalisée à l'aide de fixations autoperceuses ETANCO à travers la couverture existante sur les pannes existantes.

Une ossature secondaire métallique de type ZED, support de la surcouverture métallique, est disposée au droit des pannes existantes, fixée sur les entretoises.

La société LR ETANCO a développé, fabrique et commercialise la surcouverture MODUL V comprenant les entretoises, l'ossature métallique de type ZED, les éclisses 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 MODUL V, édition juin 2022, comportant 17 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 MODUL V, document de référence.

Le procédé MODUL V est mise en œuvre sur :

- Des bâtiments situés en France « Européenne »,
- Des bâtiments existants non isolés thermiquement, de cas courants :
 - de hauteur inférieure ou égale à 20 m
 - d'élanement 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 MODUL V 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 MODUL V (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 Modul V (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 MODUL V 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.

Le choix d'une conception en couverture « chaude » impose la suppression de toutes les entrées et sorties d'air initialement existantes sur la toiture, ainsi que la suppression de toute isolation thermique en sous-face des 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 bac acier est conforme aux prescriptions du Cahier des Clauses Techniques.

8. VISITES D'OUVRAGES REALISEES

Le procédé MODUL V a fait l'objet de nombreuses réalisations avec environ 500 000 pièces de commercialisées depuis son lancement en 2000.

9. FABRICATION ET CONTROLES

Les entretoises MODUL V 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 et pour les différentes hauteurs d'entretoises MODUL V ainsi que les essais d'arrachement des fixations dans les différents supports ont été réalisés par la société LR ETANCO. Ils font l'objet de comptes rendus d'essais listés 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 MODUL V 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 MODUL V 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