

HILTI

Homologation
Cahier des charges
des connecteurs en
construction neuve
accepté par
SOCOTEC sous le
N° PX 0091/3

X-HVB



Annule et remplace le
cahier des charges
PX 0091/1 de juillet 2004
Délivré en Sept. 2005
Limite de validité Août 08

Sommaire

1	Généralités	3
2	Domaine d'emploi.....	3
3	Description du système	4
3.1	Généralités	4
3.2	Connecteur.....	4
3.3	Clous Hilti X-ENP-21 HVB	6
4	Matériel spécifique de mise en œuvre	6
4.1	Appareil DX 76	6
4.2	Embase X-76-F-HVB	7
4.3	Piston X-76-P-HVB.....	7
4.4	Charges	7
5	Matériaux mis en œuvre	8
5.1	Poutrelles métalliques	8
5.2	Tôles profilées en acier collaborantes ou non.....	8
5.3	Connecteurs Hilti X-HVB.....	8
5.4	Béton	8
6	Choix des éléments du système	8
6.1	Choix du connecteur	8
6.2	Choix de la cartouche	10
7	Disposition des connecteurs.....	11
7.1	Règle générale	11
7.2	Poutre mixte sans tôle profilée	12
7.3	Poutres mixtes avec tôles profilées.....	13
7.4	Exemples de disposition	18
8	Calcul de la résistance	19
8.1	Résistance du connecteur dans une dalle pleine.....	19
8.2	Effet de la tôle profilée	20
9	Pose.....	22
10	Contrôles.....	23
10.1	Contrôle de la pose	23
10.2	Certificat de qualification.....	23
10.3	Contrôle qualité	23
11	Validité du cahier des charges	23
	Bibliographie.....	23

1 Généralités

On appelle **connecteurs** les éléments qui assurent une liaison mécanique entre une poutrelle métallique et une dalle de compression en béton afin de réaliser une **structure mixte**.

Ces connecteurs ont pour but de transmettre les efforts agissant entre la poutrelle métallique et la dalle de compression en béton et d'empêcher le soulèvement de la dalle par rapport à son support.

Ainsi, la participation de la dalle de compression à la résistance de la structure porteuse **permet une diminution notable du poids des poutres porteuses**, de leur hauteur et permet d'accroître notablement la stabilité de la structure dans toutes les directions.

Les connecteurs Hilti X-HVB sont formés à froid en forme de « L ». Ils sont proposés en plusieurs hauteurs variant de 80 à 140 mm (X-HVB 80, X-HVB 95, X-HVB 110, X-HVB 125 et X-HVB 140).

Les connecteurs X-HVB sont fixés au support métallique à l'aide de 2 clous Hilti X-ENP-21 HVB (acier S355), mis en place avec un pistolet de scellement Hilti DX 76 HVB.

L'avantage d'une telle fixation réside dans le fait qu'elle ne nécessite ni courant électrique, ni soudure.

Le dimensionnement des poutres mixtes utilisant les connecteurs X-HVB est effectué par référence aux textes réglementaires en France, en particulier, aux prescriptions de l'Eurocode 4 : Conception et dimensionnement des structures mixtes acier-béton et son Document d'Application Nationale (Norme expérimentale ENV 1994 1-1 : 1992 ; Norme française P22-391 de septembre 1994).

La stabilité au feu des structures mixtes acier-béton est couverte par l'Eurocode 4 Partie 1-2 : Conception et dimensionnement des structures mixtes acier-béton - Partie 1-2 : Règles générales - Calcul du comportement au feu.

Ce cahier des charges contient les éléments essentiels permettant d'utiliser les connecteurs Hilti X-HVB dans les structures mixtes de bâtiments et de procéder à leur dimensionnement.

Il est basé sur les rapports relatifs à l'étude de ces connecteurs. Il donne les valeurs de résistance à adopter pour le dimensionnement qui s'inscrivent dans le cadre de l'Eurocode 4 ainsi que les règles de construction concernant la disposition et le contrôle des connecteurs.

Hilti propose également un cahier des charges accepté par SOCOTEC sous le n°PX 0091/2 qui traite de l'usage des produits X-HVB en plancher dans le cadre d'**opérations de réhabilitation**. Il se réfère notamment à la situation couramment rencontrée de poutrelles IAO et d'augets en plâtre.

2 Domaine d'emploi

Les connecteurs Hilti X-HVB sont indiqués pour les applications principales suivantes :

- **Poutres mixtes :**
 - Poutre métallique + dalle pleine en béton armé,
 - Poutre métallique + dalle coulée sur tôles profilées en acier collaborant (par exemple 'dalle mixte' type cofrastra 40),
 - Poutre métallique + dalle coulée sur tôle en acier, utilisé comme coffrage perdu,
 - Poutre métallique + dalle coulée sur des éléments préfabriqués en béton armé.
- **Poteaux mixtes (profilés enrobés de béton) :**
 - Les connecteurs Hilti X-HVB peuvent être utilisés pour assurer la liaison entre le noyau métallique et l'enrobage en béton des poteaux mixtes acier-béton.
- **Protection contre l'incendie :**
 - Pour les poteaux et les poutres, les connecteurs Hilti X-HVB peuvent être utilisés pour assurer la liaison entre l'âme d'un profilé et l'enrobage en béton de protection contre le feu.

- **Reprise d'efforts horizontaux :**

- Les connecteurs peuvent servir à transmettre des efforts de vent entre les poutres métalliques et une dalle en béton ainsi qu'entre cette dalle de béton et les systèmes de stabilité.
- Quand les connecteurs assurent une connexion d'éléments fléchis, il conviendra de cumuler le flux de cisaillement dû à la flexion avec les efforts horizontaux à reprendre.

3 Description du système

3.1 Généralités

Les connecteurs X-HVB sont des pièces en acier formé à froid dont la forme générale est en « L ».

Cinq types de connecteurs X-HVB sont proposés. Ils se différencient par leur hauteur, leurs pieds, leur tête et leur épaisseur.

Les modèles proposés sont les suivants :

- X-HVB 80
- X-HVB 95
- X-HVB 110
- X-HVB 125
- X-HVB 140

Chaque connecteur X-HVB est fixé par deux clous X-ENP-21 HVB.

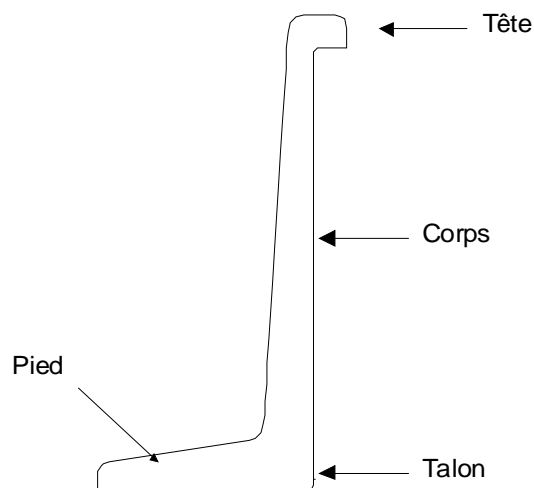
Ces clous sont posés à l'aide d'un pistolet de scellement Hilti DX 76 HVB (voir chapitre 4 relatif au matériel de mise en œuvre).

Ils sont propulsés par des charges, cartouches de sécurité Hilti de calibre 6.8/18M.

Il est intéressant de noter que Hilti propose également un connecteur de hauteur 50 mm (**X-HVB 50**) pour les applications de dalles minces en réhabilitation (se reporter au cahier des charges accepté par SOCOTEC sous la référence PX 0091/4 – utilisation en réhabilitation des connecteurs X-HVB).

3.2 Connecteur

3.2.1 Terminologie

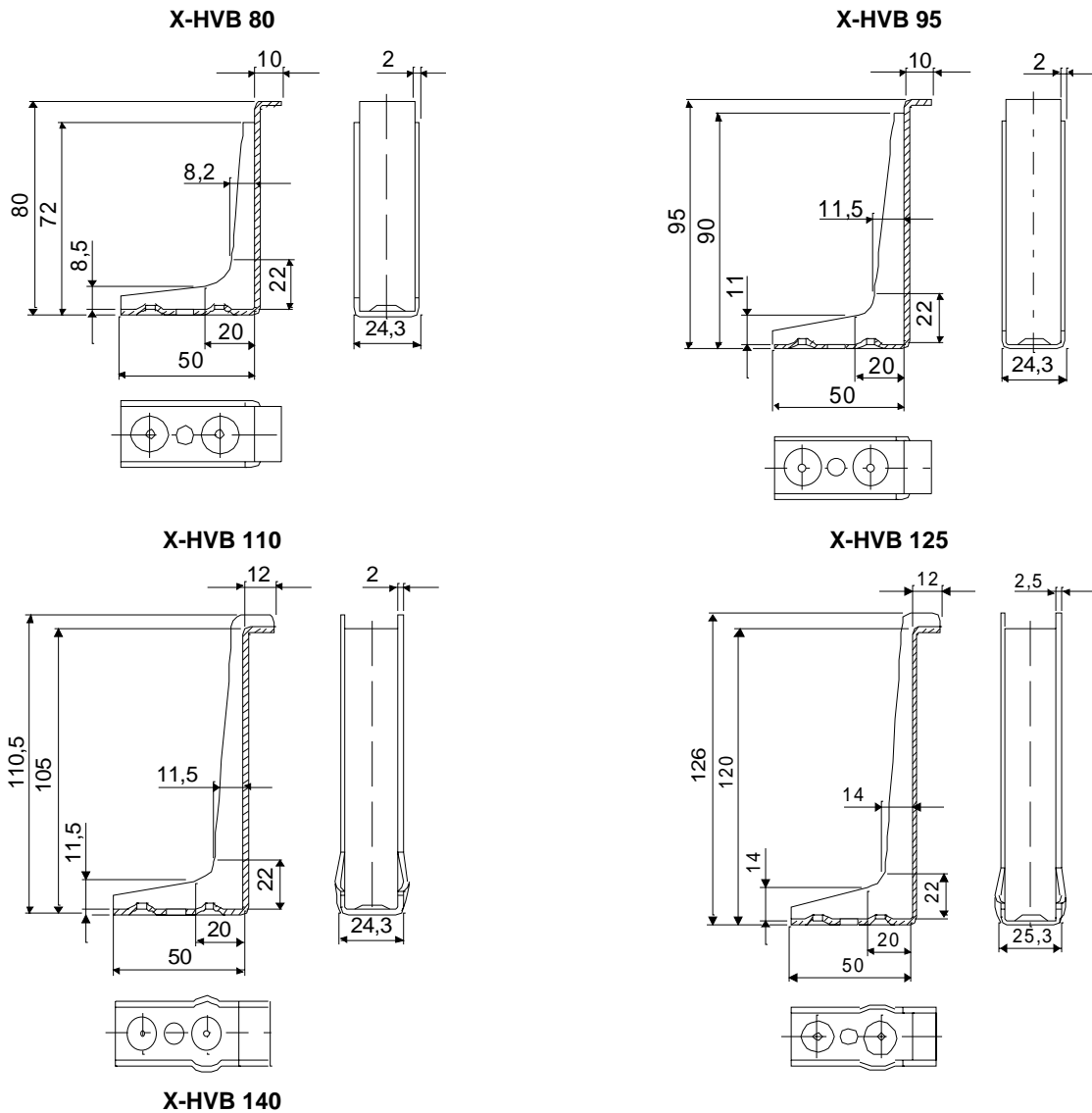


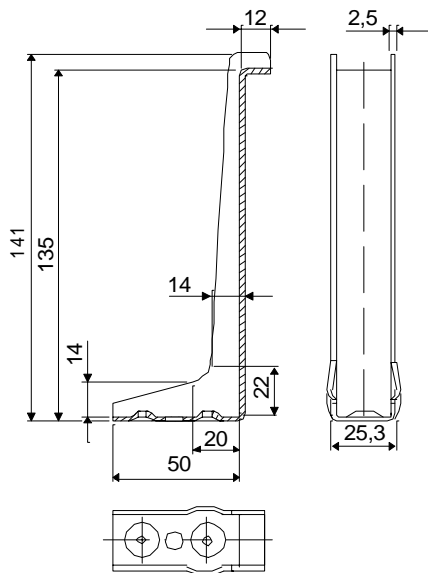
3.2.2 Matière et caractéristiques mécaniques des connecteurs X-HVB

- Fabrication par emboutissage
- Matière tôle acier FeP04A (norme NF EN 10130)
- $R_{m \text{ mini}} = 295 \text{ N/mm}^2$
- Revêtement anti-corrosion par traitement zingué passivé 3 μm .

3.2.3 Géométrie des connecteurs X-HVB

	Hauteur (mm)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Epaisseur tôle (mm)	Poids (g)
X-HVB 80	80,0	60	24,3	2,0	70
X-HVB 95	95,0	60	24,3	2,0	85
X-HVB 110	110,5	62	24,3	2,0	100
X-HVB 125	126,0	62	25,3	2,5	142
X-HVB 140	141,0	62	25,3	2,5	154



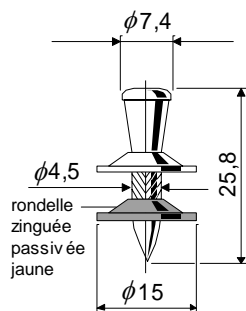


3.3 Clous Hilti X-ENP-21 HVB

Nature du clou :

- Acier fin au carbone
- Tige moletée
- Protection à la corrosion par Zinc 8-16 µm

X-ENP-21 HVB



$R_m : 2\ 200\ \text{N/mm}^2$
HRC58 ± 1

4 Matériel spécifique de mise en œuvre

4.1 Appareil DX 76

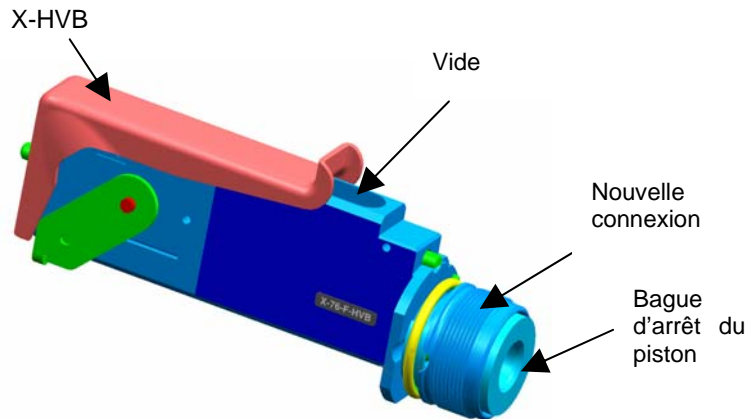


Appareil basique DX 76 avec embase X-76-F-HVB

Caractéristiques techniques :

- Appareil à masselotte, classe A selon la norme NF E 71-100
- Poids : 4,272 kg
- Approvisionnement par bande chargeuse pour les cartouches, à l'unité pour les clous.

4.2 Embase X-76-F-HVB



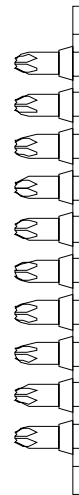
4.3 Piston X-76-P-HVB



Pour le choix de la cartouche adaptée, se reporter au paragraphe 6.3 : Choix de la cartouche

4.4 Charges

- cartouche de sécurité de calibre 6,8/18 M
- Percussion annulaire
- Conditionnement en bande chargeur de 10 unités
- Puissance : selon Norme NF E 71.100
- Rouges : très forte
- Noires : ultra forte



Pour le choix de la cartouche adaptée, se reporter au paragraphe 6.2 : Choix de la cartouche

5 Matériaux mis en œuvre

5.1 Poutrelles métalliques

Les connecteurs X-HVB sont utilisés sur des poutres laminées à chaud ou des Poutres Reconstituées Soudées (P.R.S.).

- Nuance d'acier S235 (E24), S275 (E28) et S355 (E36)
- Epaisseur minimale de l'aile supérieure de la poutre : 8 mm (par exemple IPE 180 - HEA 100 - HEB 100)

Les limites d'application de pose des clous sont définies dans le paragraphe 6.2.

5.2 Tôles profilées en acier collaborantes ou non

Norme NF EN 10147

Limite d'élasticité comprise entre 220 N/mm² et 355 N/mm²

Epaisseur nominale entre 0,75 et 1,25 mm

Protection : Galvanisées à chaud ou pré-laquées sur les 2 faces

5.3 Connecteurs Hilti X-HVB

Seuls les connecteurs définis ci avant et fabriqués par Hilti ou ses fournisseurs agréés et distribués par Hilti ou ses concessionnaires agréés sont utilisés.

5.4 Béton

Dans le cas d'entraxe faible entre les poutres et les solives, la dalle de compression ne comporte qu'un treillis anti-fissuration.

Les connecteurs Hilti n'étant pas des produits E.P.E.R.S. mais l'un des composants d'un plancher mixte, il appartient à l'utilisateur de vérifier la nécessité de mettre en place :

- des armatures transversales de « couture » pour diffuser l'effort sollicitant les connecteurs
- des armatures « chapeaux » au droit de chaque appui pour reprendre le moment négatif dû à la continuité de la dalle.

Les connecteurs Hilti X-HVB peuvent être posés dans les types de béton suivants conformément à l'ENV 1994-1-1 :1992 :

- béton normal : masse volumique 2400 kg/m³
- béton léger : masse volumique supérieure à 1750 kg/m³ et inférieure à 2400 kg/m³

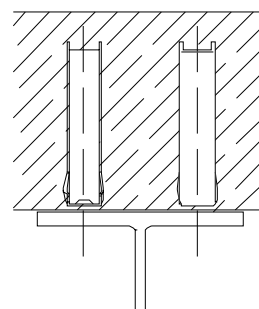
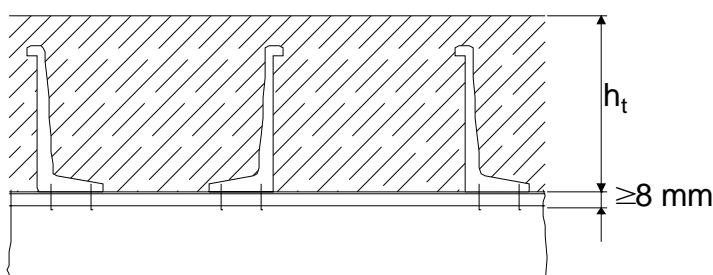
La résistance caractéristique f_{ck} à la compression sur cylindre mesurée à 28 jours doit être comprise entre : $25 \leq f_{ck} \leq 50$ N/mm².

6 Choix des éléments du système

6.1 Choix du connecteur

6.1.1 Connecteur dans une dalle pleine

Le choix du connecteur dépend de l'épaisseur minimale de la dalle (voir paragraphe 6.1.2).



6.1.2 Protection à la corrosion

La technique des connecteurs Hilti intéresse les éléments de planchers non exposés aux intempéries.

Pour les locaux humides avec condensation, il est possible d'envisager, en variante, un faux plafond avec plénum ventilé, les protections prévues pour les locaux secs restants toujours à appliquer.

Sur vide sanitaire non accessible, l'utilisation de structures mixtes acier-béton comportant des connecteurs Hilti est à déconseiller.

Leur utilisation n'est pas à envisager non plus pour la construction de terrasses et de balcons non pourvus d'étanchéité en face supérieure.

Le recouvrement de béton minimal des connecteurs est donné dans le tableau ci-dessous :

Connecteur	Épaisseur minimale de dalle h_t (mm)	
	En l'absence de risque de corrosion	En présence de risque de corrosion
X-HVB 80	90	100
X-HVB 95	95	115
X-HVB 110	110	130
X-HVB 125	125	145
X-HVB 140	140	160

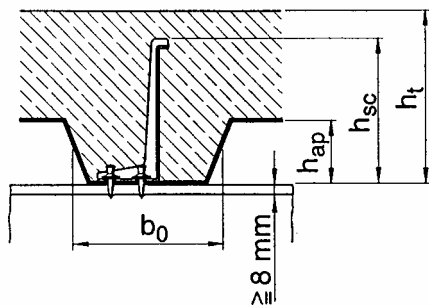
6.1.3 Connecteur X-HVB avec tôle profilée

6.1.3.1 Classification des tôles profilées

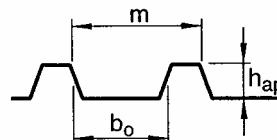
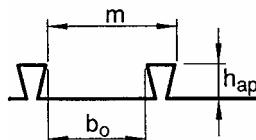
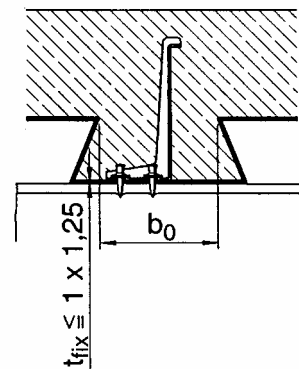
Les différentes tôles profilées utilisées peuvent être classées approximativement en 3 catégories suivant leur hauteur et la compacité des nervures.

Des règles spécifiques de disposition des connecteurs sont prévues pour chaque cas.

Tôle profilée onde ouverte



Tôle profilée onde fermée



où

b_0 est la largeur moyenne des nervures pour les ondes ouvertes et la largeur minimale pour les ondes fermées,
 h_{ap} est la hauteur des nervures
 h_{sc} est la hauteur du connecteur
 h_t est l'épaisseur de la dalle
 m est l'entraxe entre nervures.

Vis à vis du comportement du connecteur Hilti, les tôles profilées peuvent être classées en trois catégories, en fonction de leurs caractéristiques géométriques comme suit :

	Caractéristiques géométriques		Exemple
	Ratio b_0/m	Ratio b_0/h_{ap}	
Compact	$0,7 \leq b_0/m \leq 0,8$	$b_0/h_{ap} > 1,8$	Cofrastra 40
Semi-compact	$0,5 \leq b_0/m \leq 0,6$	$1,3 < b_0/h_{ap} < 1,8$	Hi-bond 55.750, Cofrastra 70, Cofra plus 60C
Elancé	$b_0/m \leq 0,4$	$0,8 < b_0/h_{ap} < 1,3$	Haircol 59S, Cofradal 60, Hi-bond 77.570

6.1.3.2 Hauteur minimale de dépassement des connecteurs au-dessus des nervures

Outre les prescriptions du paragraphe 6.1.2 concernant l'épaisseur de la dalle, la hauteur de dépassement du connecteur au-dessus des nervures du bac est fonction du type de bac utilisé. Trois cas sont possibles :

Ratio b_0/h_{ap} de la tôle profilée	Hauteur du connecteur au-dessus de la nervure $h_{sc} - h_{ap}$
$b_0/h_{ap} \geq 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} \geq 35 \text{ mm}$
$1 < b_0/h_{ap} \leq 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} \geq 35 \text{ mm}$ et $h_{sc} \geq 1,7h_{ap}$
$b_0/h_{ap} \leq 1$	$h_{sc} - h_{ap} \geq 50 \text{ mm}$ et $h_{sc} \geq 1,7h_{ap}$

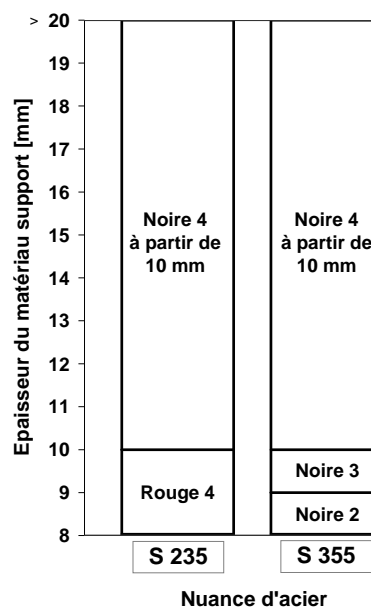
Le tableau ci-dessous donne, pour les tôles profilées les plus couramment utilisées en France, les possibilités d'utilisation des cinq modèles de connecteurs X-HVB :

	X-HVB 80	X-HVB 95	X-HVB 110	X-HVB 125	X-HVB 140
Cofrastra 40					
Cofra plus 60C					
Cofradal 60					
Cofrastra 70					
Hi bond 55.750					
Hi-bond 77					
Haircol 59S					

Légende : Possibilité d'usage Impossibilité d'usage

6.2 Choix de la cartouche

Le choix de la charge propulsive nécessaire (cartouche) dépend de l'épaisseur d'aile et de la nuance d'acier du profilé sur lequel doivent être fixés les connecteurs.



Légende : Rouge 4 signifie :
- cartouches rouges
- et réglage de puissance « 4 ».

Domaine d'utilisation des cartouches et réglage de puissance adapté

Toutefois, ces limites relatives au choix des cartouches ne sont pas des limites précises.

Sur le chantier, il peut s'avérer nécessaire d'opter pour une charge propulsive de l'échelon supérieur ou inférieur. Le critère de décision est en l'occurrence la hauteur saillante du clou qu'il est possible de déterminer facilement comme indiqué ci-dessous.

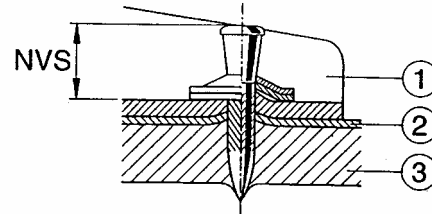
Hauteur saillante du clou :

La hauteur saillante NVS du clou se vérifie dès les premières fixations.

Elle doit être comprise entre 8,2 et 9,8 mm

$$8,2 \text{ mm} \leq \text{NVS} \leq 9,8 \text{ mm}$$

- ① Connecteur X-HVB
- ② Tôle profilée
- ③ Acier

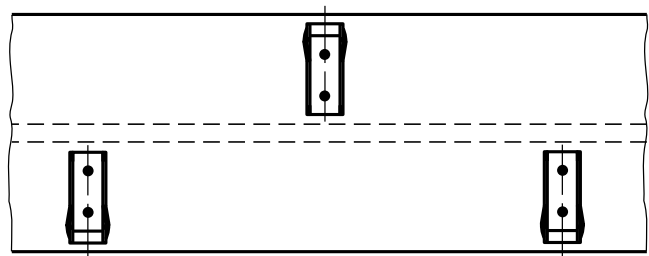


Contrôle visuel		Clous X-ENP-21 HVB	SOLUTION
Rondelles écrasées		NVS < 8,2 mm	Utiliser une charge moins forte
Empreinte du pistolet sur la rondelle		$8,2 \text{ mm} \leq \text{NVS} \leq 9,8 \text{ mm}$	Satisfaisant
Rondelles séparées		NVS > 9,8 mm	Utiliser une charge plus forte

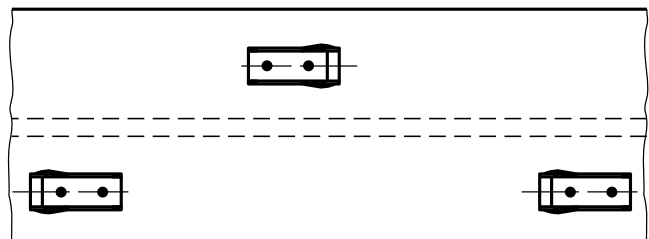
7 Disposition des connecteurs

7.1 Règle générale

Connecteurs transversaux par rapport à la poutre



Connecteurs longitudinaux par rapport à la poutre



Attention : La surface du pied du connecteur doit toujours être en appui sur l'aile du profilé.

- On peut poser de 1 à 3 connecteurs - perpendiculairement à la poutre - avec ou sans tôles profilées.
- Les connecteurs X-HVB peuvent être disposés parallèlement ou perpendiculairement à la poutre et/ou aux tôles profilées.
- Perpendiculairement à la poutre avec ou sans tôles profilées, les connecteurs doivent être disposés à une distance entre corps de 50 mm au minimum (voir paragraphe 7.2).
- Dans le cas où les nervures sont perpendiculaires aux poutres ou dans le cas où $h_{ap} > 51$ mm, les écartements minimaux entre corps des connecteurs perpendiculairement aux poutres sont égaux à :
 - 50 mm dans le cas des tôles à profils compacts ;
 - 100 mm dans le cas des tôles à profils semi-compacts et élancés.
- Ecartement **minimal** des corps des connecteurs, parallèlement à la poutre avec ou sans tôles profilées = 100 mm
- Ecartement **maximal** des corps des connecteurs, parallèlement à la poutre avec ou sans tôles profilées = 4 X épaisseur de la dalle ou 600 mm

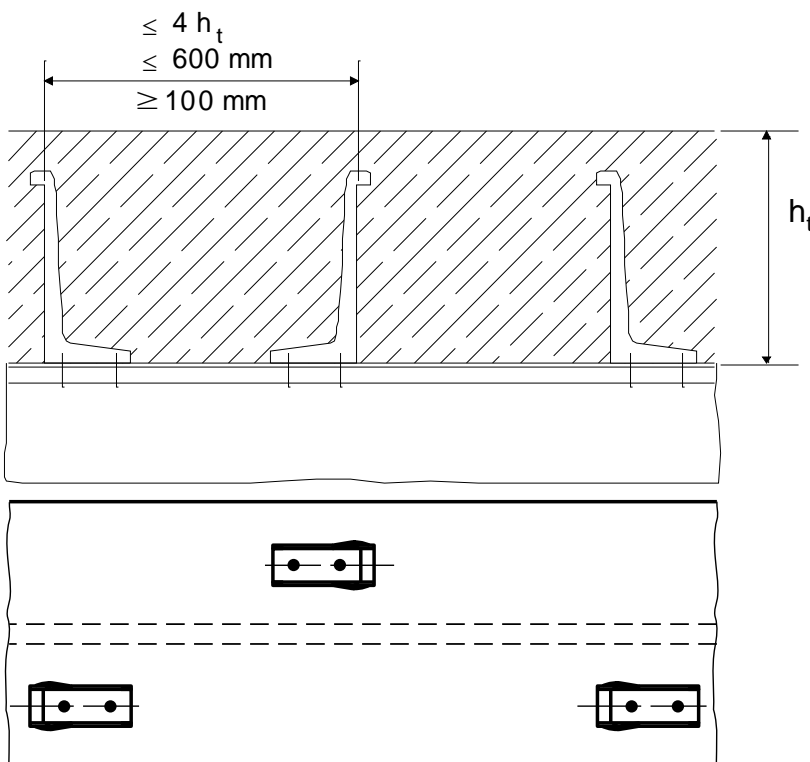
7.2 Poutre mixte sans tôle profilée

- Il est obligatoire de disposer les connecteurs en opposition conformément aux schémas.
- Il est recommandé de les disposer de façon décalée par rapport à l'axe de la poutre.

Les connecteurs peuvent aussi être tournés de 90 ° par rapport au profil de la poutre. Du fait des embases, les connecteurs doivent être écartés de 50 mm perpendiculairement à la poutre (voir paragraphe 7.3.1.1).

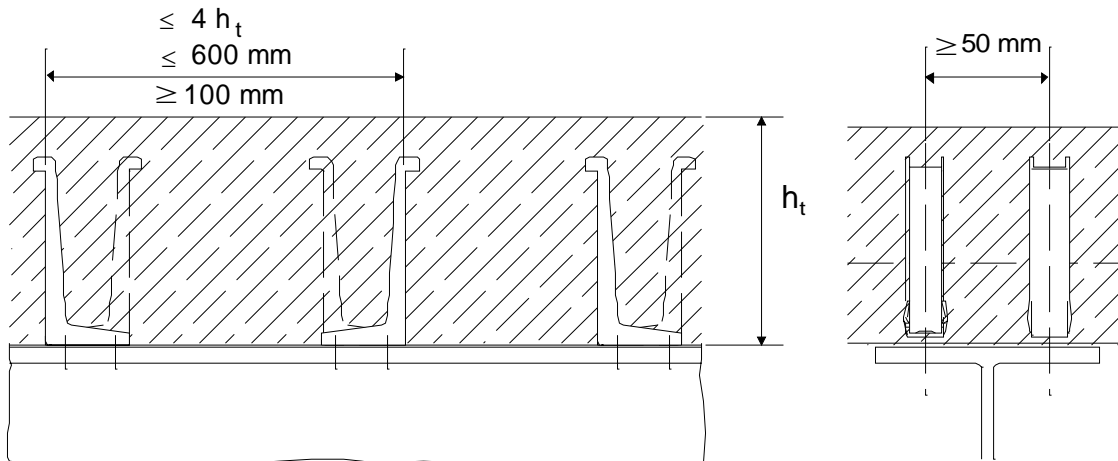
7.2.1 Avec une simple rangée de connecteurs

Max 600 mm ou $4 h_t$, min 100 mm



7.2.2 Avec deux ou trois rangées de connecteurs

Max 600 mm ou $4 h_t$, min 100 mm



7.3 Poutres mixtes avec tôles profilées

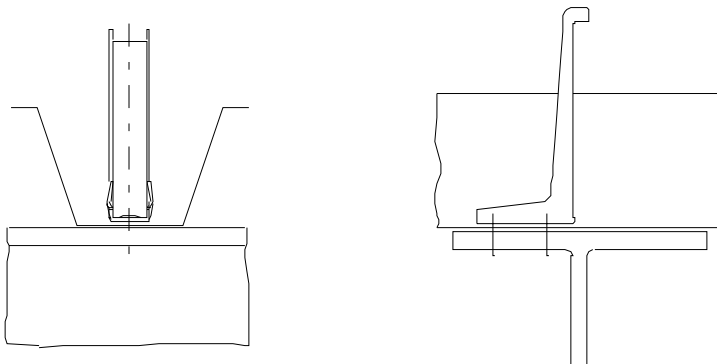
7.3.1 Tôles profilées posées perpendiculairement à la poutre

7.3.1.1 Bas d'onde plan ou avec deux nervures

Les connecteurs sont disposés parallèlement aux tôles profilées, au milieu de l'onde.

- **1 connecteur par onde**

Le corps du connecteur doit se trouver juste au dessus de l'âme de la poutre.



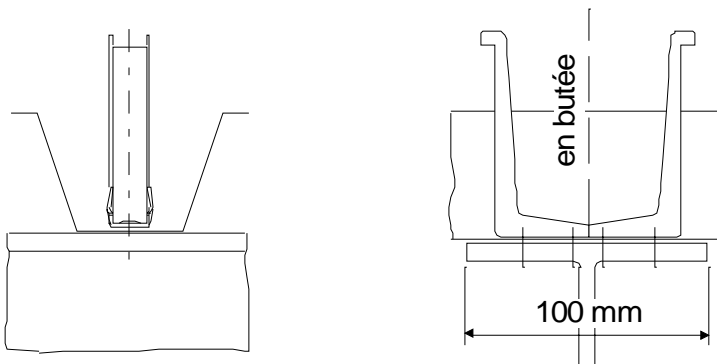
- **2 connecteurs par onde**

Les corps des connecteurs sont placés vers l'extérieur.

Les pieds des connecteurs se touchent.

Les connecteurs sont disposés symétriquement par rapport à l'axe médian de la poutre.

Largeur minimale d'aile de la poutre : 100 mm

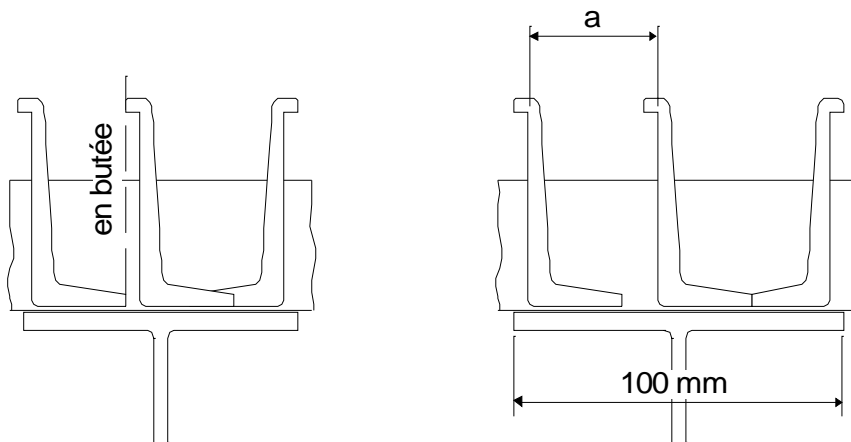


- **3 connecteurs par onde**

Tôles à profils compacts, $a \geq 50$ mm

Tôles à profils semi-compacts et élancés, $a \geq 100$ mm

Largeur minimale d'aile de la poutre : 100 mm

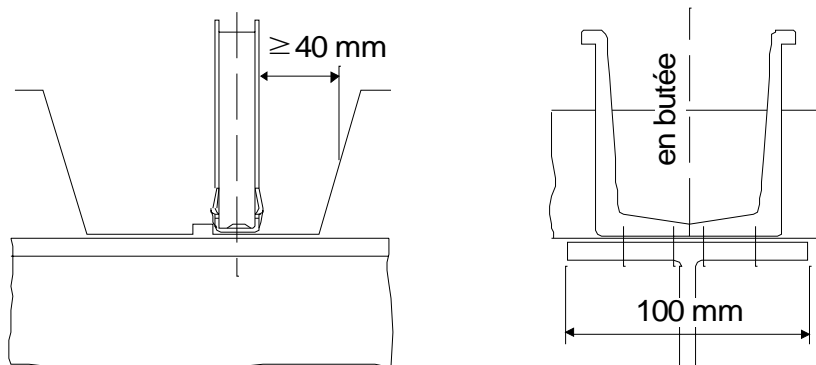


7.3.1.2 Bas d'onde avec une nervure au milieu

Les connecteurs sont disposés en alternance d'un côté et de l'autre de la nervure médiane en bas d'onde.

- **1 connecteur par onde**

Le corps du connecteur doit se situer à au moins 40 mm de la nervure et doit se trouver juste au-dessus de l'âme de la poutre.

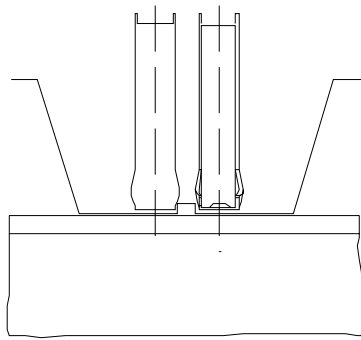


- **2 connecteurs par onde**

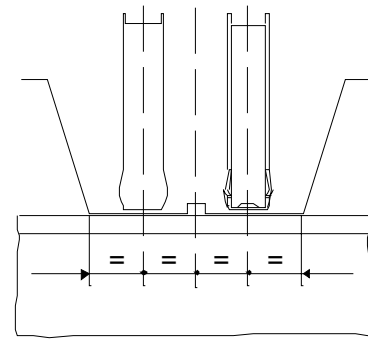
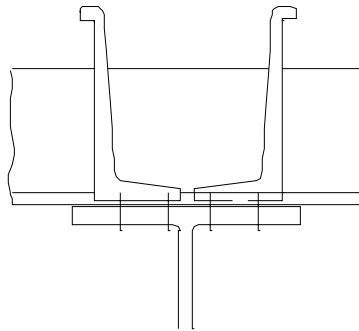
Les connecteurs sont disposés autour de la nervure en bas d'onde. Les corps des connecteurs sont placés vers l'extérieur (schéma a). Les connecteurs peuvent être soit placés contre la nervure en bas d'onde, soit centrés au milieu de chaque demi-onde délimitée par la nervure (schéma b).

Les connecteurs sont disposés symétriquement par rapport à l'axe médian de la poutre.

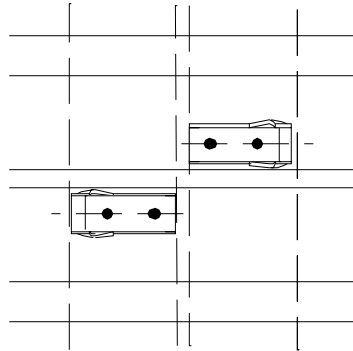
Largeur minimale d'aile de la poutre : 100 mm



Schema (a)



Schema (b)

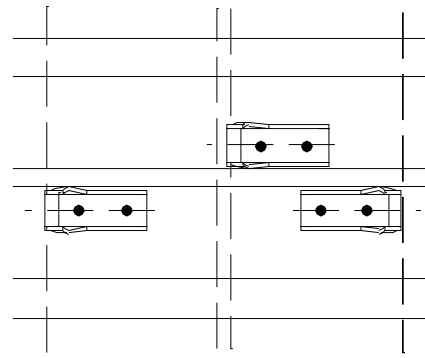
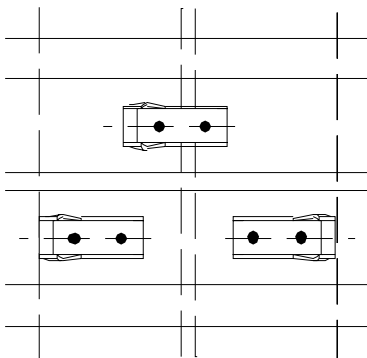
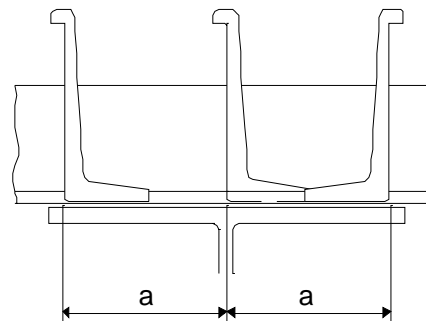
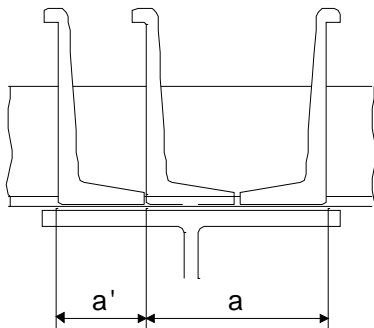


- **3 connecteurs par onde**

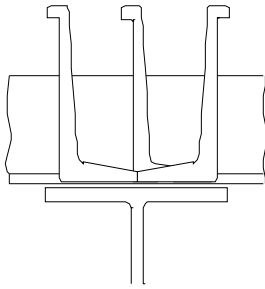
Tôles à profils compacts, $a \geq 50$ mm et $a' \geq 50$ mm

Tôles à profils semi-compacts et élancés, $a \geq 100$ mm et $a' \geq 100$ mm

Largeur minimale d'aile de la poutre : 100 mm

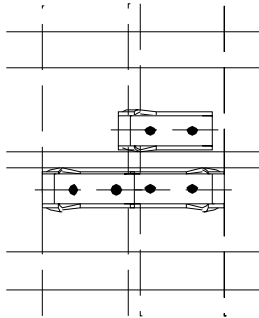


- **2 ou 3 connecteurs par onde dans le cas de poutres de largeur d'aile réduite (≤ 100 mm)**



Admis dans le cas de :

- tôles à profils compacts, toutes hauteurs d'ondes
- tôles à profils semi-compacts et élancés si $h_{ap} \leq 51$ mm



Les corps des connecteurs sont disposés symétriquement par rapport à l'axe médian de la poutre.

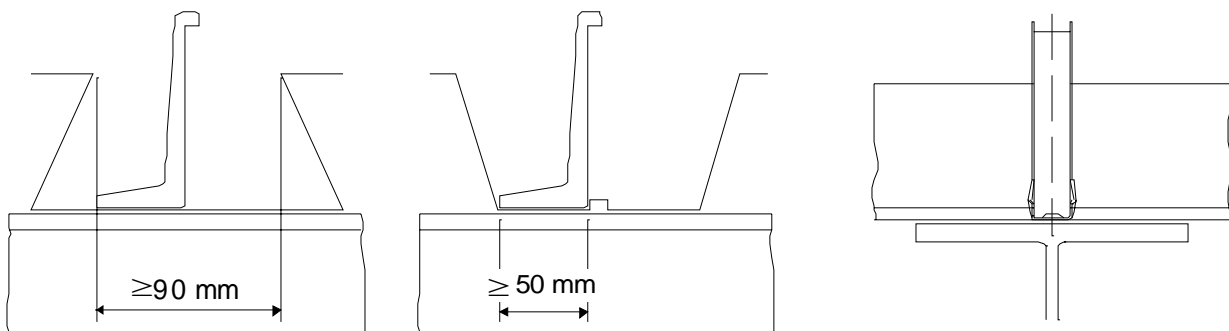
7.3.1.3 Connecteurs placés perpendiculairement aux ondes

Les connecteurs ne peuvent être disposés perpendiculairement aux ondes que si le fond des ondes est plan, présente des nervures déformables ou s'il y a suffisamment de place dans les demi-ondes pour placer les connecteurs.

- **1 connecteur par onde**

Le bas d'onde de tôles à profils ouverts et/ou la largeur supérieure d'onde de tôles à profils fermés doit être au moins égal à 90 mm.

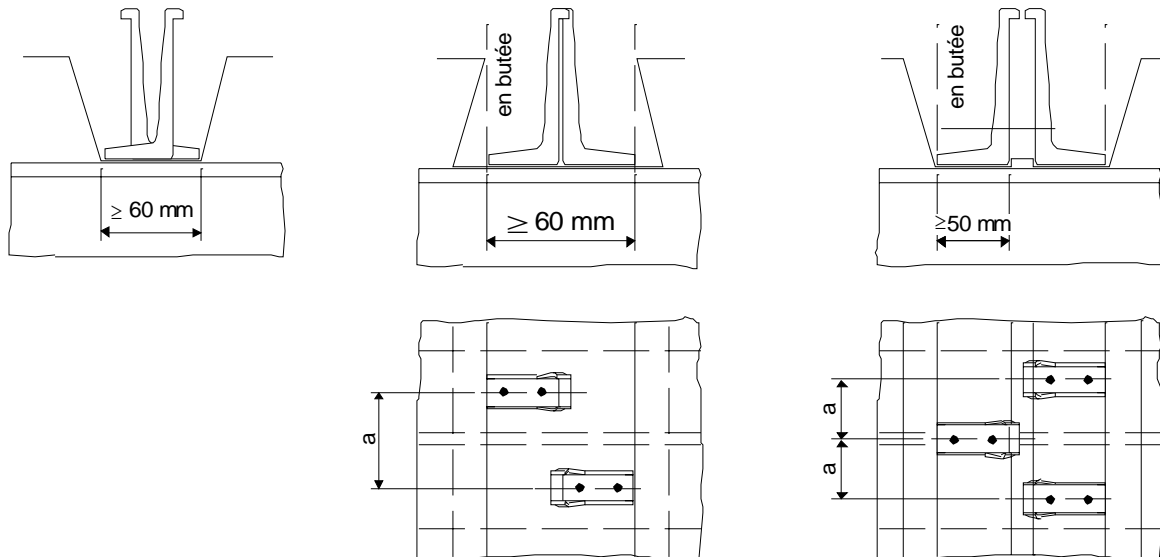
Le plan moyen du connecteur doit se situer à l'aplomb de l'âme de la poutre. En cas de problème de pose dans la zone de l'âme de la poutre, nous conseillons de disposer les connecteurs de manière opposée et décalée, une fois à gauche, une fois à droite.



- **2 ou 3 connecteurs par onde**

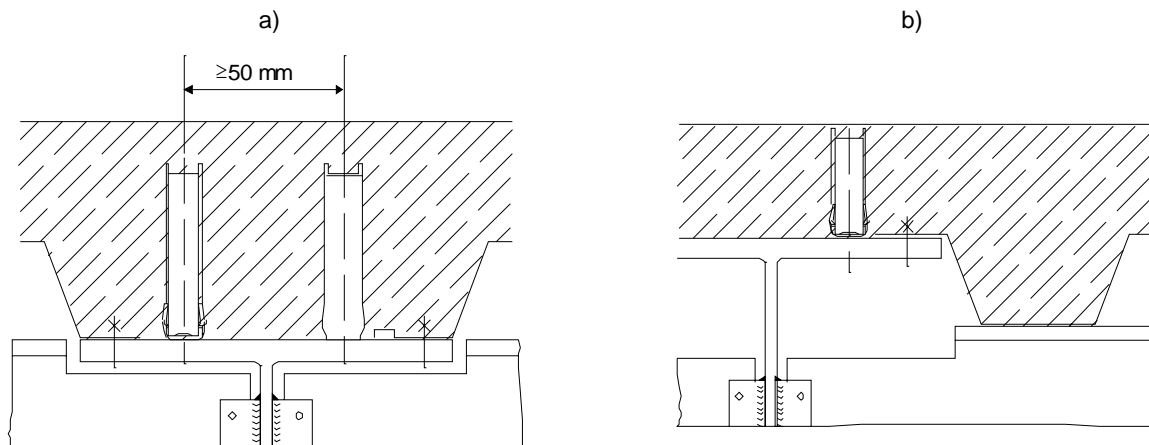
Le bas d'onde de tôles à profils ouverts et/ou la largeur supérieure d'onde de tôles à profils fermés doit être au moins égal à 60 mm. On place d'abord l'appareil de scellement contre le bord de l'onde, puis on pose le premier connecteur, on retourne l'appareil et on pose le deuxième à 50 et/ou 100 mm de distance. On dispose le troisième connecteur de manière analogue.

Profils compacts, $a \geq 50$ mm, toutes hauteurs d'onde
Profils compacts et élancés, si $h_{ap} > 51$ mm, $a \geq 100$ mm

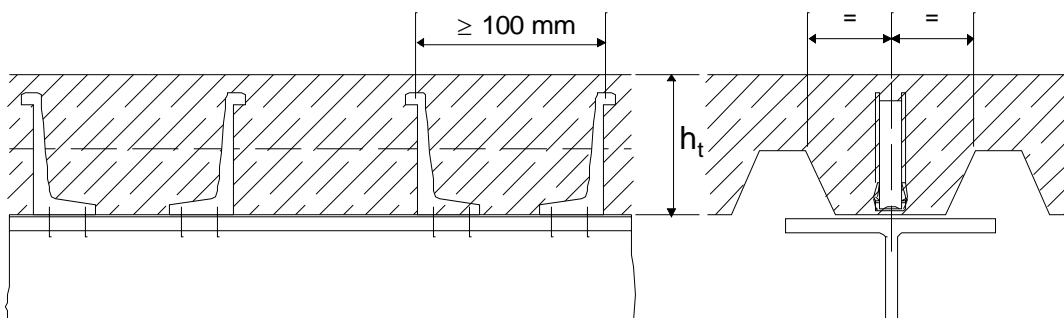


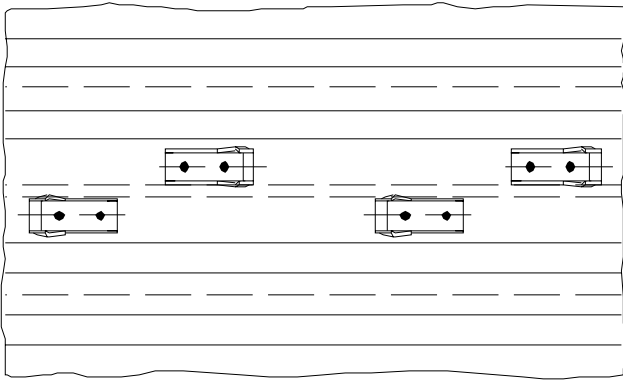
7.3.2 Tôles profilées parallèles à la poutre

Dans le cas de poutres maîtresses, les tôles profilées sont en général posées parallèlement aux poutres de telle sorte qu'elles recouvrent les poutres.



- Les connecteurs sont de préférence disposés parallèlement à la poutre.
- Ecartement **minimal** des connecteurs, perpendiculairement à la poutre = 50 mm
- Ecartement **minimal** des connecteurs, parallèlement à la poutre = 100 mm
- Ecartement **maximal** des connecteurs, parallèlement à la poutre = plus petite des valeurs suivantes
 - 4 X épaisseur de la dalle ou
 - 600 mm



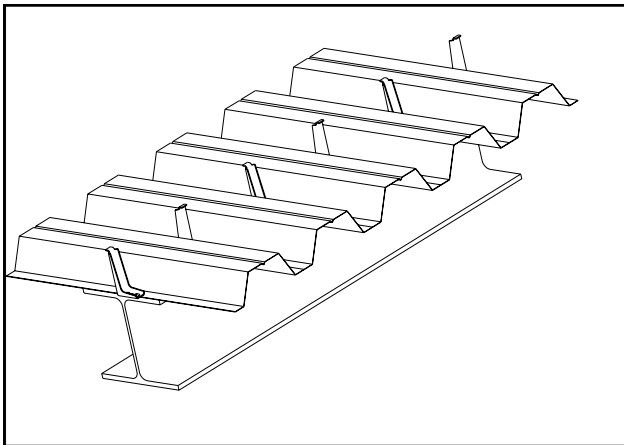


- Les connecteurs doivent être placés en opposition.
- En cas de problèmes de pose dans la zone de l'âme de la poutre, nous conseillons, en outre, une pose décalée par rapport à l'âme de la poutre.

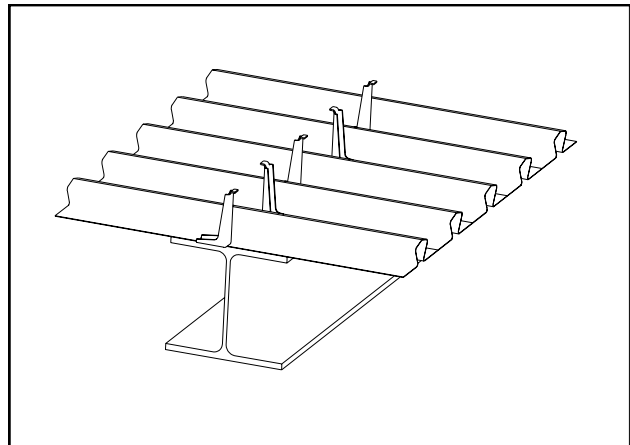
7.4 Exemples de disposition

Les exemples de disposition ci-dessous concernent le cas des tôles profilées posées perpendiculairement à la poutre et illustrent le paragraphe 7.3.1.

7.4.1 Exemples avec 1 connecteur

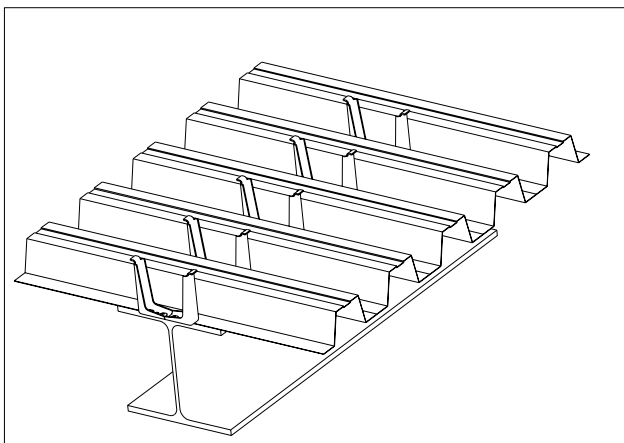


Exemple 1 : Haircol 59 S -
Connecteur parallèle à la nervure

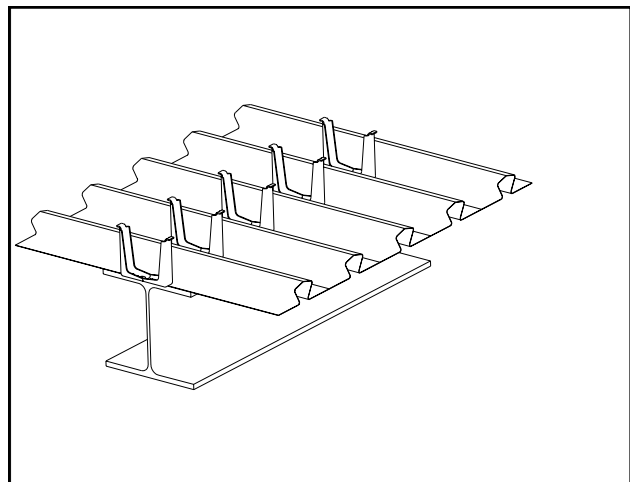


Exemple 2 : Cofrasta 40 -
Connecteur parallèle à la nervure

7.4.2 Exemples avec 2 connecteurs

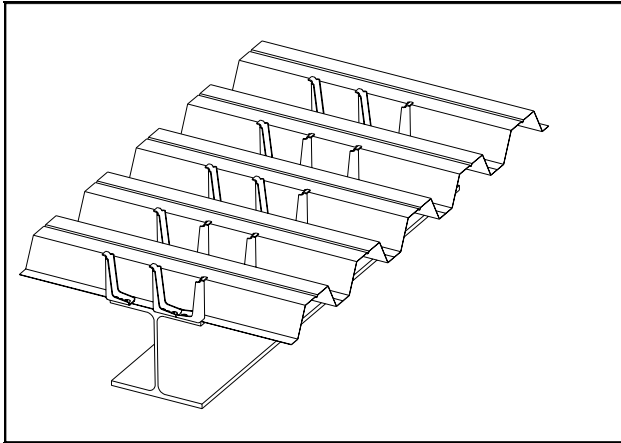


Exemple 3 : HIBOND 55 -
Connecteurs parallèles à la nervure

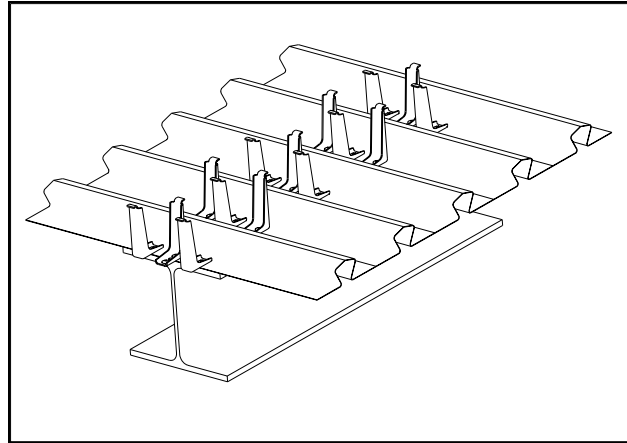


Exemple 4 : Cofrasta 40 -
Connecteurs parallèles à la nervure

7.4.3 Exemples avec 3 connecteurs



Exemple 5 : Cofradal 60 -
Connecteurs parallèles à la nervure



Exemple 6 : Cofrasta 40 -
Connecteurs perpendiculaires à la nervure

8 Calcul de la résistance

Les résistances fournies dans les tableaux ci-après sont des valeurs de calcul au sens des prescriptions de la norme ENV 1994-1-1:1992.

Elles intègrent un coefficient de sécurité $\gamma_v = 1,25$ et sont à utiliser dans les vérifications de résistances à l'état limite ultime.

8.1 Résistance du connecteur dans une dalle pleine

Calcul plastique de la résistance ultime des sections

X-HVB Type	Résistance de calcul, P_{Rd} , (kN) Béton normal		Résistance de calcul, P_{Rd} , (kN) Béton léger	
	Connecteurs longitudinaux par rapport à la poutre	Connecteurs transversaux par rapport à la poutre	Connecteurs longitudinaux par rapport à la poutre	Connecteurs transversaux par rapport à la poutre
80	22	18	19	16
95	28	28	25	25
110	28	28	25	25
125	30	30	25	25
140	30	30	25	25

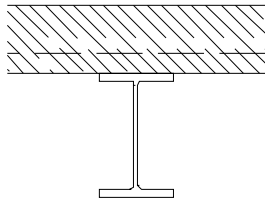
P_{Rd} suppose une résistance caractéristique à la compression mesurée sur cylindre à 28 jours comprise dans la gamme suivante : $25 \text{ N/mm}^2 \leq f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2$.

Note : La désignation béton normal ou béton léger est explicitée au paragraphe 5.4.

Les connecteurs HVB, dans le respect des règles de dispositions proposées, offrent une capacité de déformation suffisante pour justifier l'hypothèse d'un comportement plastique idéal de la connexion. Le comportement du connecteur peut être considéré comme ductile au sens de la norme ENV 1994-1-1:1992.

8.2 Effet de la tôle profilée

8.2.1 Nervures perpendiculaires à la poutre



Dans le cas de planchers réalisés avec des tôles profilées, il est nécessaire de réduire P_{Rd} par le biais d'un coefficient de réduction k_t par nervures perpendiculaire : $P_{Rd,t} = k_t \times P_{Rd}$

Le coefficient de réduction k_t est donné dans le tableau suivant :

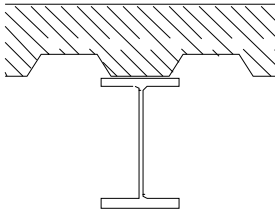
Conditions		Coefficient k_t
Ratio b_0/h_{ap} de la tôle profilée	Hauteur du connecteur au dessus de la nervure $h_{sc} - h_{ap}$	
$b_0/h_{ap} \geq 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} \geq 35 \text{ mm}$	$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{N_r}} \times \frac{b_0}{h_{ap}} \times \frac{h_{sc} - h_{ap}}{h_{ap}}$ $k_t \leq 1$ où N_r est le nombre de connecteur pour une nervure, à son intersection avec la poutre, sans dépasser 2 dans la formule de calcul.
$1 < b_0/h_{ap} \leq 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} \geq 35 \text{ mm}$ et $h_{sc} \geq 1,7h_{ap}$	
$b_0/h_{ap} \leq 1$	$h_{sc} - h_{ap} \geq 50 \text{ mm}$ et $h_{sc} \geq 1,7h_{ap}$	$k_t = 0,6 \times \frac{b_0}{h_{ap}}$ $k_t \leq 1$

Rappel : 3 connecteurs maximum par nervure.

Les calculs permettant de définir la densité de connecteurs et le choix des poutres peuvent être assurés par Hilti. Néanmoins, le tableau ci-dessous donne, pour les tôles profilées les plus couramment utilisées en France, telles que définies à ce jour, les résultats les valeurs du coefficient k_t .

Type de bac	Données du bac			Nombre de connecteur / creux d'ondes	Facteur de réduction k_t pour connecteur X-HVB				
	b_0	h_{ap}	b_0/h_{ap}		80	95	110	125	140
Cofrastra 40	105	40	2,63	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	105	40	2,63	2 ou 3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cofra plus 60C	85	58	1,46	1			0,91	1,00	1,00
	85	58	1,46	2 ou 3			0,65	0,83	1
Cofradal 60	86	59	1,46	1			0,88	1,00	1,00
	86	59	1,46	2 ou 3			0,62	0,81	0,99
Cofrastra 70	115	70	1,64	1				0,90	1,00
	115	70	1,64	2 ou 3				0,64	0,81
HI-BOND 55	75	55	1,36	1		0,69	0,95	1,00	1,00
	75	55	1,36	2 ou 3		0,49	0,67	0,86	1,00
HAIRCOL 59S	89,5	59	1,52	1			0,92	1,00	1,00
	89,5	59	1,52	2 ou 3			0,65	0,84	1,00

8.2.2 Nervures parallèles à la poutre



Dans le cas de planchers réalisés avec des tôles profilées, il est nécessaire de réduire P_{Rd} par le biais d'un coefficient de réduction k_I par nervures perpendiculaire :

$$P_{Rd,I} = k_I \times P_{Rd}$$

Le coefficient de réduction k_I est donné dans le tableau suivant :

Conditions		Coefficient k_I
Ratio b_0/h_{ap} de la tôle profilée	Hauteur du connecteur au dessus de la nervure $h_{sc} - h_{ap}$	
$b_0/h_{ap} \geq 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} \geq 35 \text{ mm}$	$k_I = 0,6 \times \frac{b_0}{h_{ap}} \times \frac{h_{sc} - h_{ap}}{h_{ap}}$ $k_I \leq 1$
$1 < b_0/h_{ap} \leq 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} \geq 35 \text{ mm}$ et $h_{sc} \geq 1,7h_{ap}$	
$b_0/h_{ap} \leq 1$	$h_{sc} - h_{ap} \geq 50 \text{ mm}$ et $h_{sc} \geq 1,7h_{ap}$	$k_I = 0,6 \times \frac{b_0}{h_{ap}}$ $k_I \leq 1$

Rappel : 3 connecteurs maximum par nervure.

Les calculs permettant de définir la densité de connecteurs et le choix des poutres peuvent être assurés par Hilti.

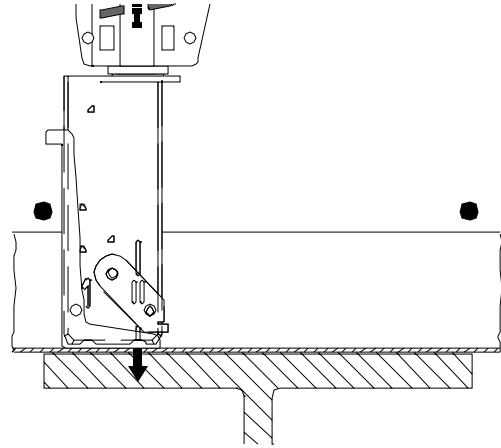
Néanmoins, le tableau ci-dessous donne, pour les tôles profilées les plus couramment utilisées en France, telles que définies à ce jour, les résultats les valeurs du coefficient k_I .

Type de bac	Données du bac			Facteur de réduction k_I pour connecteur X-HVB				
	b_0	h_{ap}	b_0/h_{ap}	80	95	110	125	140
Cofrastra 40	105	40	2,63	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cofra PLUS 60C	85	58	1,46			0,79	1,00	1,00
Cofradal 60	86	59	1,46			0,76	0,98	1,00
Cofrastra 70	115	70	1,64				0,77	0,99
HI-BOND 55	75	55	1,36		0,60	0,82	1,00	1,00
HAIRCOL 59S	89,5	59	1,52			0,79	1,00	1,00

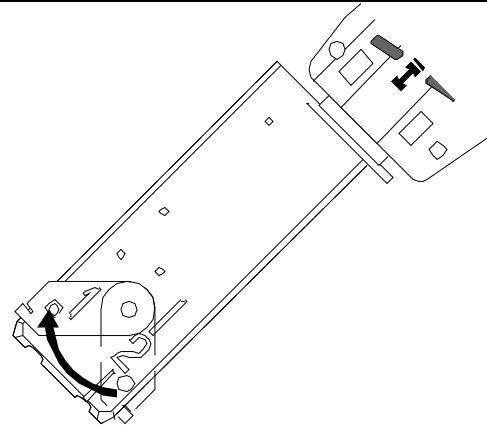
9 Pose

- Repérer l'alignement des connecteurs à l'aide d'un cordeau.
- Placer les connecteurs sur la poutre en respectant les dispositions et la répartition.
- A l'aide d'un appareil DX 76 HVB, planter le clou extérieur de toute la ligne de connecteurs : levier positionné de façon à ce que le chiffre "1" soit visible.

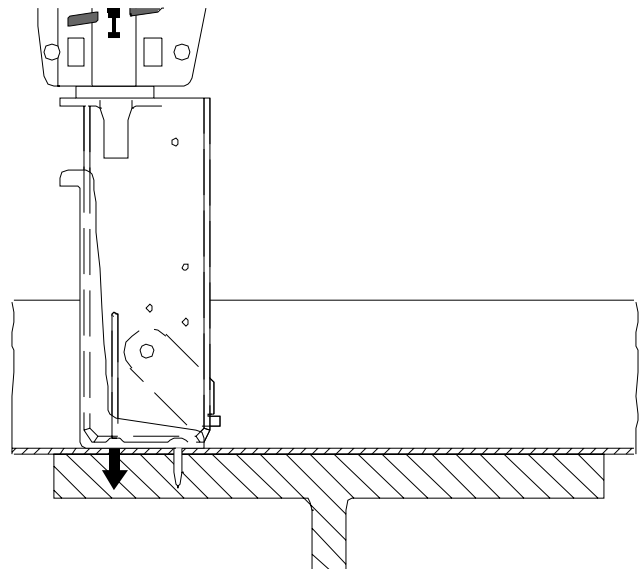
Note : Au premier tir, bien vérifier l'enfoncement du clou (voir paragraphe 6.2).



- Puis, fixer le clou intérieur : levier positionné de façon à ce que le chiffre "2" soit visible.



- Grâce à ce levier détrompeur, le deuxième clou ne peut être fixé qu'en bonne position.



10 Contrôles

10.1 Contrôle de la pose

- Le contrôle de la mise en place des connecteurs est effectué par l'entreprise de pose.
- Avant la pose des tôles, on doit vérifier l'état de surface de contact.
- Contrôle visuel qualitatif sur toutes les fixations.
- Contrôle de l'enfoncement du clou.
- Sonner les connecteurs par un léger coup de marteau : ils ne doivent pas sonner creux.
- Tout connecteur dont la fixation ne serait pas conforme aux exigences précédentes sera remplacé.

Le coulage du béton doit intervenir le plus rapidement possible après la mise en place des connecteurs.

10.2 Certificat de qualification

La pose des connecteurs doit être confiée à des personnes qualifiées.

Tout poseur doit avoir reçu une formation par un technicien Hilti qui, par la suite, délivrera le certificat de qualification.

10.3 Contrôle qualité

Le contrôle de fabrication et le suivi qualité des produits Hilti sont assurés dans le cadre des normes ISO 9001 (certificat SQS).

SOCOTEC est habilité à assurer un audit sur l'ensemble de ces productions.

11 Validité du cahier des charges

A partir de la date d'établissement de ce document, la durée de validité d'acceptation est limitée au 30 août 2008.

Bibliographie

1. Rapport d'enquête technique SOCOTEC - Dossier N° L 42029 d'octobre 1984 (M.A. KOVACS)
2. Rapport d'essais CTICM juin 1977 (MM. FULOP et MOUM)
3. Compte rendu d'essais sur poutre mixte avec COFRASTRA 40 et connecteur Hilti X-HVB 80 du CEBTP mars 1978, dossier N° 912-7.012 (M. SOUBRET)
4. Interprétation des essais de flexion CTICM - mars 1978 (M. FULOP)
5. Rapport d'essais "push out" de l'Institut de la Construction Métallique (ICOM) de l'Ecole Polytechnique de Lausanne (Suisse).
Le programme d'essais et l'interprétation des résultats ont été supervisés par des experts internationaux tels que le professeur JC BADOUX, M. CRISINEL et V. LAEDERACH de l'Ecole Polytechnique de Lausanne (Suisse), le professeur E. BRYAN, M. D. O'LEARY de l'Université de Salford (GB), le professeur F. TSCHEMMERNEGG de l'Université d'Innsbruck (A), M. J. STARK de l'Institut TNO-IBBC- Delph (NL).
6. Avis technique établi par M. CRISNIEL et signé par le professeur JC BADOUX (EPFL)
7. Rapport de mandat 617-1, "Behaviour of Hilti shear connectors using former steel deck", M. CRISINEL et E. THURNER, ICOM, Lausanne, avril 1988
8. Avis technique, comportement et résistance de la liaison acier-béton à l'aide de connecteurs X-HVB, professeur JC BADOUX, EPFL (Suisse), 1989
9. Récapitulatif des essais XMA-17/95 : Summary of push tests de septembre 1995.
10. Rapport d'essai XE_05_38 du 15 mars 2005 « DX 76 - Verification of suitability of X-HVB equipment ».

Hilti. Performance. Fiabilité.

Service client 0800 397 397

Hilti France | 1 rue Jean Mermoz | 78778 Magny les Hameaux | T +33 1 30 12 50 00 | F + 33 1 30 12 50 12 | www.hilti.fr