

E2 - ÉPREUVE D'ANALYSE ET DE PRÉPARATION

E21 - Analyse technique d'un ouvrage

DOCUMENTS TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES



Ce dossier comporte 8 pages :  
DTC 1 à DTC 8.

Assurez-vous que le dossier qui vous est remis est complet.

*Note* : les documents sont au format A3.

Baccalauréat professionnel OUVRAGES DU BÂTIMENT : MÉTALLERIE	ID41	PO 2306-OBM T21	2023	DOCUMENTS TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES
E21 – Analyse technique d'un ouvrage		Durée : 3 heures	Coefficient : 2	DTC 1 / 8

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Présentation

- La gamme Soutuile FR comprend 3 familles :
- plaques **Soutuile 230 FR**, conçues pour recevoir des tuiles canal d'ouverture 190 à 225 mm,
  - plaques **Maxi Soutuile 230 FR**, plaques de grande largeur conçues pour recevoir des tuiles canal d'ouverture 190 à 225 mm,
  - plaques **Soutuile 190 FR**, conçues pour recevoir des tuiles canal d'ouverture 185 mm maximum.
- Veuillez vous référer au tableau en page 27 sur les références de tuile canal en terre cuite adaptée aux plaques de la gamme Soutuile.

Eternit propose sa gamme Soutuile FR en deux coloris :

- **Monaco**, pour s'intégrer aux tuiles canal uniformément ocre/rose, d'ouverture 190 à 225 mm.
- **Flammée**, pour suivre avec naturel le camaïeu des teintes des toitures des pays du soleil.

Une gamme complète de raccords et d'accessoires adaptés permet de traiter tous les points singuliers de la couverture (voir p.10).

Finition Flammée

- Soutuile 230 FR,
- Maxi Soutuile 230 FR,
- Soutuile 190 FR.

Finition Monaco

- Soutuile 230 FR.

Normes et spécifications

Soutuile et Maxi Soutuile 230 FR sont conformes à la classe C1X de la norme NF EN 494 et répondent à la spécification de la norme choc NF EN 15057-octobre 2006. Soutuile et Maxi Soutuile 230 FR bénéficient d'un Document Technique d'Application (Avis Technique) n°5.1/14-2372\_V1<sup>(1)</sup>, Soutuile 190 FR bénéficie d'un Document Technique d'Application (Avis Technique) n°5.1/14-2413\_V1<sup>(1)</sup>.

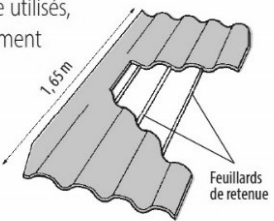


- NOUVEAU** Cahier de Prescription Technique (CPT n° 3297 P1 V2 et CPT n° 3297 P2 V4) du CSTB pour les couvertures en plaques profilées en fibres-ciment support de tuiles canal faisant l'objet d'un Document Technique d'Application. Il s'agit d'une mise à jour du CPT suite à la parution du DTU 40.37 « Couverture en plaques ondulée 177x51 en fibres-ciment » de septembre 2011.
- Il traite notamment des points suivants :
- pose des plaques Soutuile :
    - directement sur la structure (panne bois et métal),
    - sur support isolant en caisson chevronné,
    - sur support isolant en panneaux sandwich.
  - pose des tuiles canal sur les plaques Soutuile
  - réalisation des traitements de points singuliers (égout, faîtage, rive et pénétration)
  - détails de mise en œuvre de différents points singuliers repris dans les annexes du CPT n° 3297 P1 V2.

Préventions des accidents

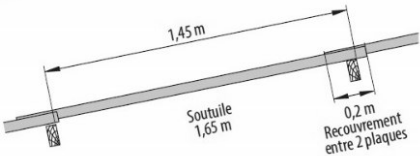
Les plaques Soutuile FR sont toutes équipées de feuilards en polypropylène au niveau de chaque onde qui assurent un rôle de retenue en cas de rupture accidentelle de la plaque lors d'une intervention sur la toiture.

Les plaques en fibres-ciment imposent le respect des règles de sécurité lors de l'accès sur les couvertures. En particulier, des dispositifs de répartition devront être utilisés, afin de ne pas prendre directement appui sur les plaques.



Mise en œuvre

Les plaques Soutuile et Maxi Soutuile 230 FR 1,10 m, 1,20 m et 1,65 m sont autoportantes et ne nécessitent pas de pannes intermédiaires. La fixation est assurée par tirefonds en 2 points sur des pannes écartées de 1,45 m pour les plaques de 1,65 m ou écartées de 1,00 m pour les plaques de 1,20 m ou écartées de 0,90 m pour les plaques de 1,10 m.



Pose et fixation des tuiles canal

Les tuiles de couvert sont fixées par simple collage souple (mastic PU) ou à l'aide de crochets S. La pose au mortier est autorisée uniquement en égout, en faîtage ou en rive, avec un mortier de chaux ou un mortier batard.

Soutuile

Soutuile

GAMME

- **Gamme Soutuile 230 FR**  
pour tuiles canal d'ouverture 190 à 225 mm (voir tableau des tuiles compatibles page 27)  
4 longueurs disponibles, avec ou sans coins coupés.

**Profil 230**

Épaisseur : 6,5 mm	Flammée	Monaco	Poids (kg)
1,10 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14,7
1,20 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>		16,1
1,65 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22,1
1,65 m FR courant 2 coins coupés	<input type="checkbox"/>		22,1
1,65 m FR courant 1 coin coupé	<input type="checkbox"/>		22,1
2,20 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>		29,5

Largeur utile des plaques : 0,92 m.  
Longueur utile des plaques = longueur hors tout -200 mm de recouvrement minimum.  
Largeur développée 1,145 m.

**NOUVEAU**

Pose à 1 tuile

Pose à 2 tuiles\* (≤ 1,65 m) selon les limites d'emploi p.13

Soutuile face colorée en dessous  
\*Plaque posée à l'envers

Nota : la pose des plaques Soutuile 230 FR en longueur 2,20 m est hors DTA, ces plaques ne bénéficient donc pas de la marque NF.

- **Gamme Maxi Soutuile 230 flammée**  
pour tuiles canal d'ouverture 190 à 225 mm (voir tableau p 27)  
4 longueurs disponibles, avec ou sans coins coupés.

**Profil 230**

Épaisseur : 6,5 mm	Flammée	Poids (kg)
1,10 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>	18,2
1,20 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>	19,9
1,65 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>	27,3
1,65 m FR courant 2 coins coupés	<input type="checkbox"/>	27,3
1,65 m FR courant 1 coin coupé	<input type="checkbox"/>	27,3
2,20 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>	36,4

Largeur utile des plaques : 1,15 m.  
Longueur utile des plaques = longueur hors tout -200 mm de recouvrement minimum.  
Largeur développée 1,417 m.

**NOUVEAU**

Pose à 1 tuile

Pose à 2 tuiles\* (≤ 1,65 m)

Soutuile face colorée en dessous  
\*Plaque posée à l'envers

Nota : la pose des plaques Maxi Soutuile 230 FR en longueur 2,20 m est hors DTA, ces plaques ne bénéficient donc pas de la marque NF.

- **Gamme Soutuile 190 flammée**  
pour tuiles canal d'ouverture 185 mm maximum (voir tableau p 27)  
4 longueurs disponibles, sans coins coupés.

**Profil 190**

Épaisseur : 6,5 mm	Flammée	Poids (kg)
1,10 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>	15,5
1,20 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>	16,9
1,65 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>	23,2
2,20 m FR non coins coupés	<input type="checkbox"/>	30,9

Largeur utile des plaques : 0,95 m.  
Longueur utile des plaques = longueur hors tout -200 mm de recouvrement minimum.  
Largeur développée 1,203 m.

**NOUVEAU**

Pose à 1 tuile

Pose à 2 tuiles\* (≤ 1,20 m exclusivement)

Soutuile face colorée en dessous  
\*Plaque posée à l'envers

Nota : la pose des plaques Soutuile 190 FR en longueur 2,20 m est hors DTA, ces plaques ne bénéficient donc pas de la marque NF.

MISE EN ŒUVRE

1 • Principes élémentaires de pose

Supports

Les plaques Soutuile FR sont posées et fixées directement sur les pannes en bois ou métal de la charpente.

Entraxe et nature des pannes

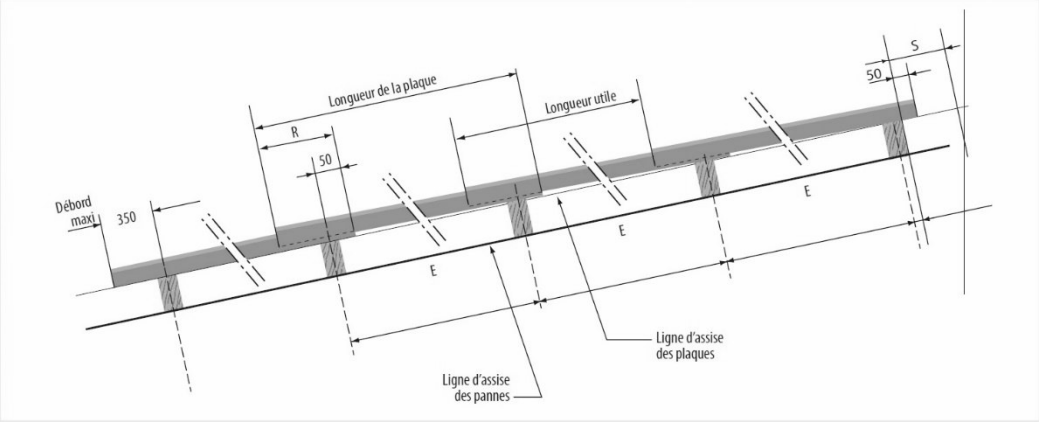
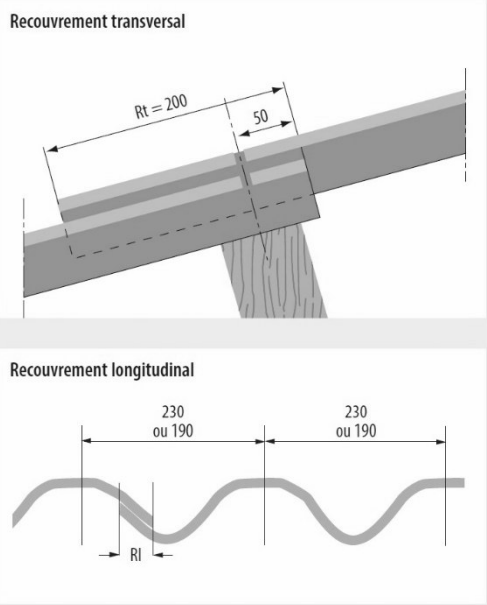
- Entraxe : 1,45 m pour les plaques de longueur 1,65 m.
- Entraxe : 0,90 m pour les plaques de longueur 1,10 m.
- Entraxe : 1,00 m pour les plaques de longueur 1,20 m.
- Entraxe : 1,00 m pour les plaques de longueur 2,20 m.
- Section des pannes bois : largeur mini 65 mm, hauteur mini 75 mm.
- Section des pannes métalliques : largeur mini 40 mm.

Recouvrements

- **Transversal : 200 mm minimum (jusqu'à 260 mm pour les plaques non coins coupés).**  
Dans certains cas il peut être nécessaire de mettre en place des compléments d'étanchéité (voir page 12).
- **Latéral :** il est toujours d'environ 1/2 onde.  
Pour des pentes supérieures à 31 %, le recouvrement peut être réduit à 140 mm pour les seules plaques livrées sans coins coupés et de longueur au plus 1,59 m.

2 • Répartition des plaques

Les plaques Soutuile FR 1,10 m, 1,20 m et 1,65 m sont autoportantes et ne nécessitent pas de pannes intermédiaires. Les plaques Soutuile FR 2,20 m sont posées sur 3 appuis.  
La cote "S" qui positionne la dernière panne par rapport au faîtage varie selon le type de raccord utilisé.



Service Clients : du lundi au vendredi : 8h00/12h00 - 14h00/17h30  
tél.: 0 808 809 867 Service gratuit - prix appel

Soutuile

Assemblage par boulons

Caractéristiques géométriques

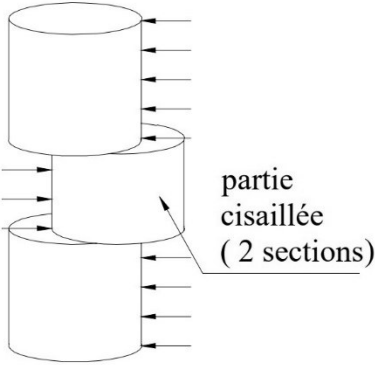
Diamètre nominal d	Pas P	Clef	Diamètre du noyau de la vis d3	Diamètre intérieur de l'écrou d1	Diamètre de la rondelle	Section résistante As	Diamètre moyen dm	Tôle usuelle	Cornière usuelle
8	1.25	13	6.466	6.647	16	36.6	14	2	30
10	1.5	17	8.160	8.376	20	58.0	18.3	3	35
12	1.75	19	9.853	10.106	24	84.3	20.5	4	40
14	2	22	11.546	11.835	27	115	23.7	5	50
16	2	24	13.546	13.835	30	157	24.58	6	60
18	2.5	27	14.933	15.294	34	192	29.1	7	70
20	2.5	30	16.933	17.294	36	245	32.4	8	80
22	2.5	32	18.933	19.294	40	303	34.5	10.14	120
24	3	36	20.319	20.752	44	353	38.8	>14	>120
27	3	41	23.319	23.752	50	459	44.2	-	-
30	3.5	46	25.706	26.211	52	561	49.6	-	-
33	3.5	50	28.706	29.211		694		-	-
36	4		31.093	31.670		817		-	-

Caractéristiques mécaniques des boulons

Les caractéristiques mécaniques des boulons nécessaires sont :  
 $f_{yb}$  : limite d'élasticité  
 $f_{ub}$  : résistance à la traction

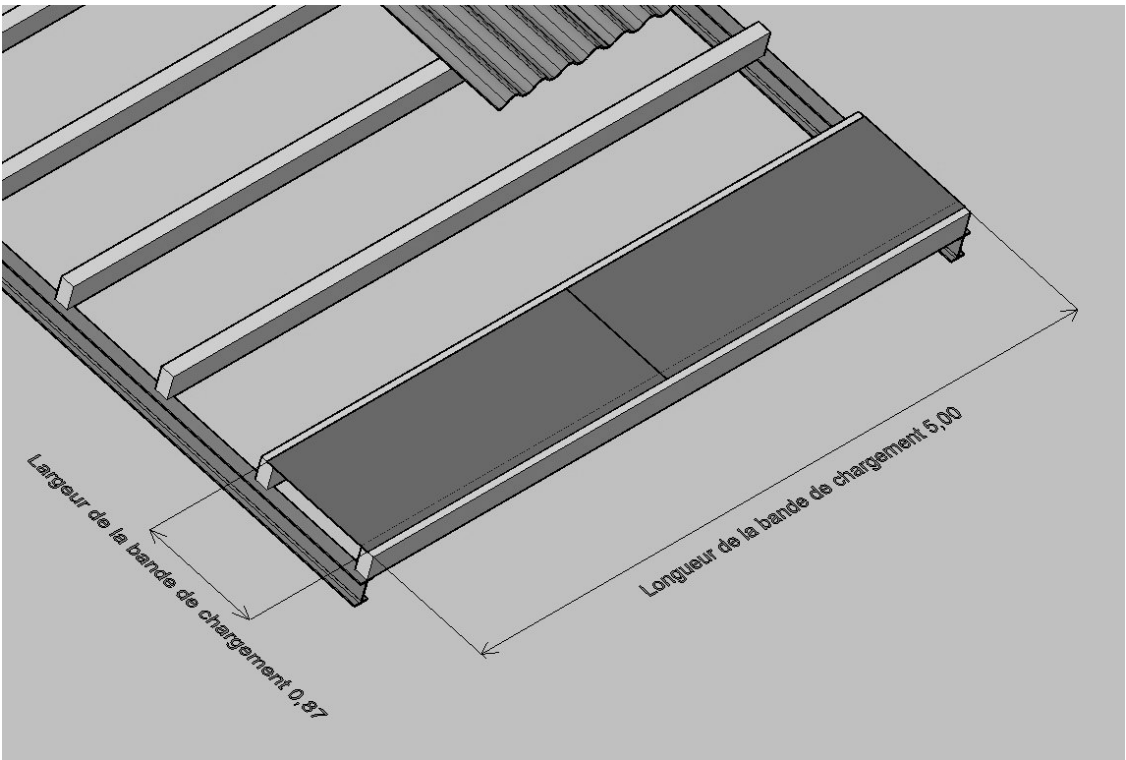
Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	6.6
$f_{yb}$ (Mpa)	240	320	300	400	480	640	900	360
$f_{ub}$ (Mpa)	400	400	500	500	600	800	1000	600

Résistance au cisaillement par plan de cisaillement ( $F_{v,Rd}$ )

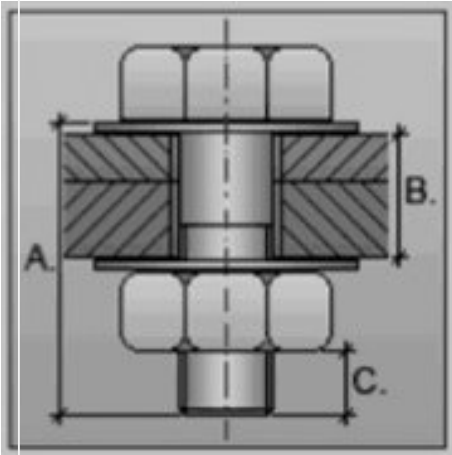


$$F_{v,Rd} = \frac{0.6 f_{ub} A_s}{1.25}$$

Représentation de la bande de chargement de 0,87 x 5,00

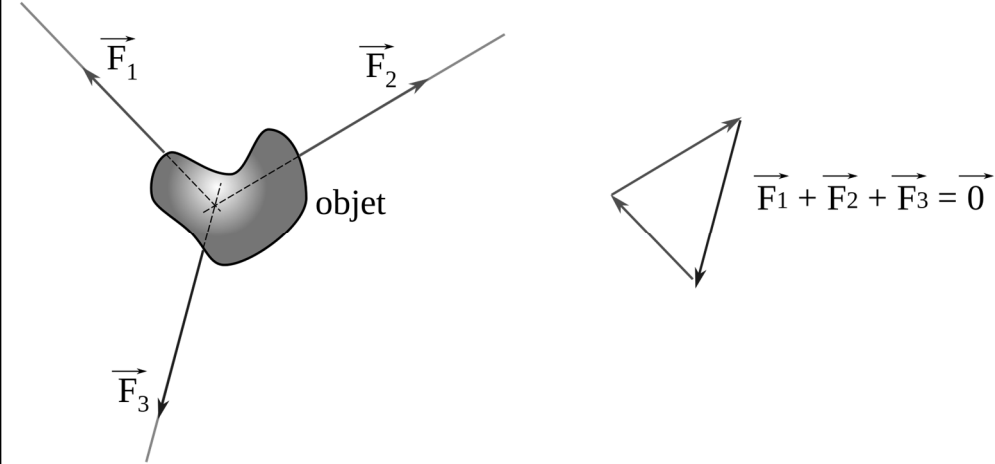


Choix des boulons, détermination de la longueur en fonction de l'épaisseur des pièces à assembler

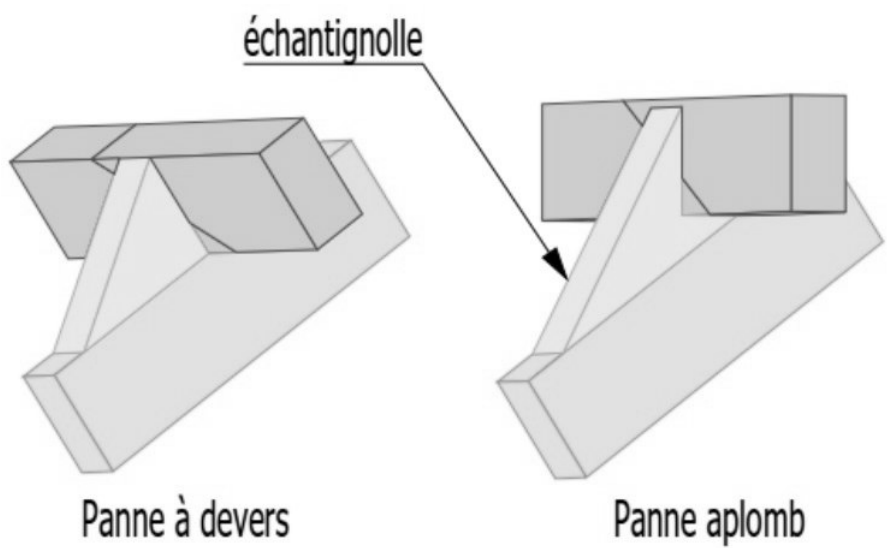


A = longueur totale du boulon  
B = épaisseur des pièces à assembler  
C = 5 mm

Objet en équilibre sous l'effet de trois forces non parallèles



Exemple d'une panne posée à dévers avec échantignolle



Pb : Panne Bois

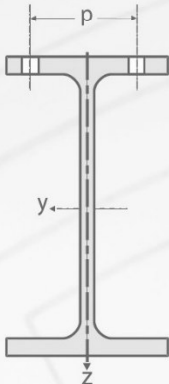
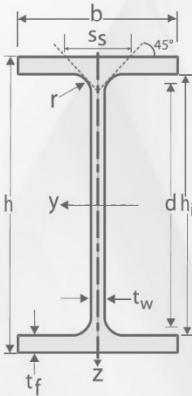


POUTRELLES

IPEA IPE

Dimensions: IPE 80 – 600 conformes à l'Euronorme 19-57; IPE A 80 – 600; IPE O 180 – 600; IPE 750  
Tolérances: EN 10034: 1993  
Etat de surface conforme à EN 10163-3: 1991, classe C, sous-classe 1

Désignation	Dimensions						Dimensions de construction						Surface	
	G	h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r	A	h <sub>i</sub>	d	Ø	P <sub>min</sub>	P <sub>max</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>G</sub>
	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm		mm	mm	m <sup>2</sup> /m	m <sup>2</sup> /t
							x 10 <sup>2</sup>							
IPE A 80*/*	5,0	78	46	3,3	4,2	5	6,38	69,6	59,6	-	-	-	0,325	64,90
IPE 80*	6,0	80	46	3,8	5,2	5	7,64	69,6	59,6	-	-	-	0,328	54,64
IPE A 100*/*	6,9	98	55	3,6	4,7	7	8,78	88,6	74,6	-	-	-	0,397	57,57
IPE 100*	8,1	100	55	4,1	5,7	7	10,3	88,6	74,6	-	-	-	0,400	49,33
IPE A 120*	8,7	117,6	64	3,8	5,1	7	11,0	107,4	93,4	-	-	-	0,472	54,47
IPE 120	10,4	120	64	4,4	6,3	7	13,2	107,4	93,4	-	-	-	0,475	45,82
IPE A 140*	10,5	137,4	73	3,8	5,6	7	13,4	126,2	112,2	-	-	-	0,547	52,05
IPE 140	12,9	140	73	4,7	6,9	7	16,4	126,2	112,2	-	-	-	0,551	42,70
IPE A 160*	12,7	157	82	4	5,9	9	16,2	145,2	127,2	-	-	-	0,619	48,70
IPE 160	15,8	160	82	5	7,4	9	20,1	145,2	127,2	-	-	-	0,623	39,47
IPE A 180*	15,4	177	91	4,3	6,5	9	19,6	164	146	M10	48	48	0,694	45,15
IPE 180	18,8	180	91	5,3	8	9	23,9	164	146	M10	48	48	0,698	37,13
IPE O 180*	21,3	182	92	6	9	9	27,1	164	146	M10	50	50	0,705	33,12
IPE A 200*	18,4	197	100	4,5	7	12	23,5	183	159	M10	54	58	0,764	41,49
IPE 200	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,5	183	159	M10	54	58	0,768	34,36
IPE O 200*	25,1	202	102	6,2	9,5	12	32,0	183	159	M10	56	60	0,779	31,05
IPE A 220*	22,2	217	110	5	7,7	12	28,3	201,6	177,6	M12	60	62	0,843	38,02
IPE 220	26,2	220	110	5,9	9,2	12	33,4	201,6	177,6	M12	60	62	0,848	32,36
IPE O 220*	29,4	222	112	6,6	10,2	12	37,4	201,6	177,6	M12	58	66	0,858	29,24



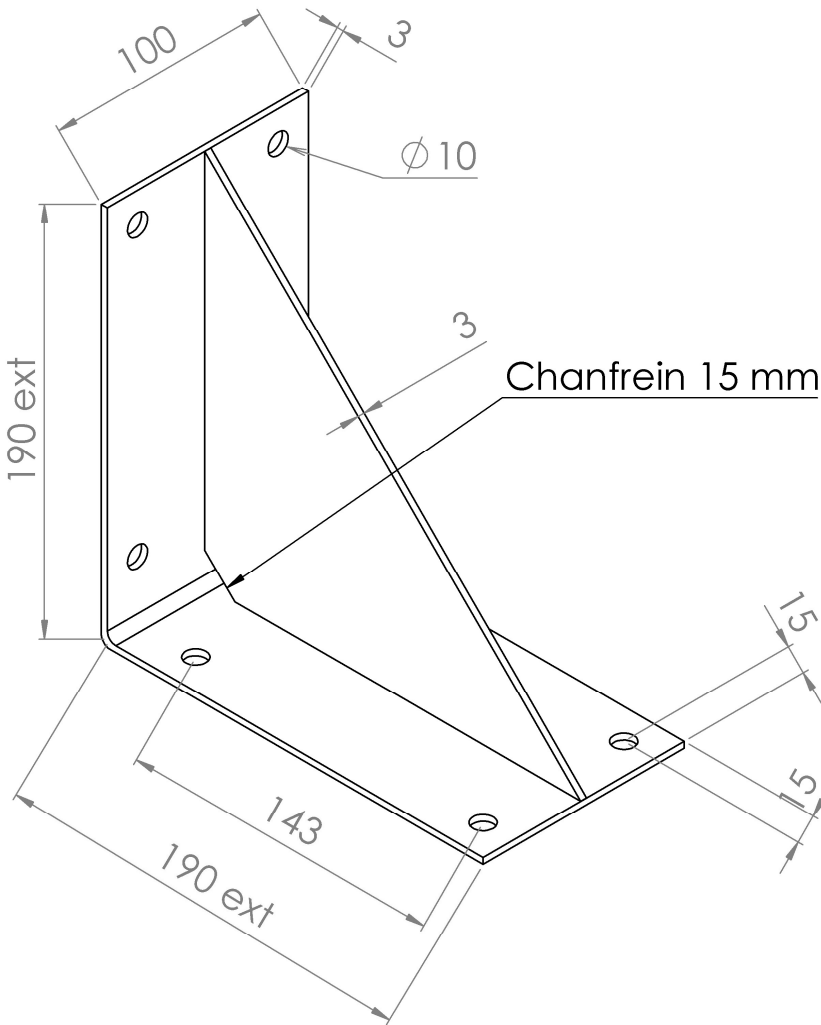
POUTRELLES

IPEA IPE

Dimensions: IPE 80 – 600 conformes à l'Euronorme 19-57; IPE A 80 – 600; IPE O 180 – 600; IPE 750  
Tolérances: EN 10034: 1993  
Etat de surface conforme à EN 10163-3: 1991, classe C, sous-classe 1

Désignation	Valeurs statiques												
	axe fort y-y						axe faible z-z						
G	I <sub>y</sub>	W <sub>el.y</sub>	W <sub>pl.y</sub> ®	i <sub>y</sub>	A <sub>vz</sub>	I <sub>z</sub>	W <sub>el.z</sub>	W <sub>pl.z</sub> ®	i <sub>z</sub>	S <sub>s</sub>	I <sub>t</sub>	I <sub>w</sub>	
kg/m	mm <sup>4</sup>	mm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup>	mm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	mm	mm	mm <sup>4</sup>	mm <sup>6</sup>	
	x10 <sup>4</sup>	x10 <sup>3</sup>	x10 <sup>3</sup>	x10	x10 <sup>2</sup>	x10 <sup>4</sup>	x10 <sup>3</sup>	x10 <sup>3</sup>	x10		x10 <sup>4</sup>	x10 <sup>9</sup>	
IPE A 80	5,0	64,38	16,51	18,98	3,18	3,07	6,85	2,98	4,69	1,04	17,60	0,42	0,09
IPE 80	6,0	80,14	20,03	23,22	3,24	3,58	8,49	3,69	5,82	1,05	20,10	0,70	0,12
IPE A 100	6,9	141,2	28,81	32,98	4,01	4,44	13,12	4,77	7,54	1,22	21,20	0,77	0,28
IPE 100	8,1	171,0	34,20	39,41	4,07	5,08	15,92	5,79	9,15	1,24	23,70	1,20	0,35
IPE A 120	8,7	257,4	43,77	49,87	4,83	5,41	22,39	7,00	10,98	1,42	22,20	1,04	0,71
IPE 120	10,4	317,8	52,96	60,73	4,90	6,31	27,67	8,65	13,58	1,45	25,20	1,74	0,89
IPE A 140	10,5	434,9	63,30	71,60	5,70	6,21	36,42	9,98	15,52	1,65	23,20	1,36	1,58
IPE 140	12,9	541,2	77,32	88,34	5,74	7,64	44,92	12,31	19,25	1,65	26,70	2,45	1,98
IPE A 160	12,7	689,3	87,81	99,09	6,53	7,80	54,43	13,27	20,70	1,83	26,34	1,96	3,09
IPE 160	15,8	869,3	108,7	123,9	6,58	9,66	68,31	16,66	26,10	1,84	30,34	3,60	3,96
IPE A 180	15,4	1063	120,1	135,3	7,37	9,20	81,89	18,00	27,96	2,05	27,84	2,70	5,93
IPE 180	18,8	1317	146,3	166,4	7,42	11,25	100,9	22,16	34,60	2,05	31,84	4,79	7,43
IPE O 180	21,3	1505	165,4	189,1	7,45	12,70	117,3	25,50	39,91	2,08	34,54	6,76	8,74
IPE A 200	18,4	1591	161,6	181,7	8,23	11,47	117,2	23,43	36,54	2,23	32,56	4,11	10,53
IPE 200	22,4	1943	194,3	220,6	8,26	14,00	142,4	28,47	44,61	2,24	36,66	6,98	12,99
IPE O 200	25,1	2211	218,9	249,4	8,32	15,45	168,9	33,11	51,89	2,30	39,26	9,45	15,57
IPE A 220	22,2	2317	213,5	240,2	9,05	13,55	171,4	31,17	48,49	2,46	34,46	5,69	18,71
IPE 220	26,2	2772	252,0	285,4	9,11	15,88	204,9	37,25	58,11	2,48	38,36	9,07	22,67
IPE O 220	29,4	3134	282,3	321,1	9,16	17,66	239,8	42,83	66,91	2,53	41,06	12,27	26,79

Echantignole 'PAF, profil à froid'







L'échantignole métallique ECH évite l'utilisation d'échantignoles en bois qui doivent respecter une certaine découpe par rapport au fil du bois.



FR-DoP-e06/0106, ETA-06/0106

CARACTÉRISTIQUES



Matière

- Acier galvanisé S250GD + Z275 suivant NF EN 10346,
- Épaisseur : 2 mm.

Avantages

- Simplifie la justification des échantignoles,
- Sécurise des assemblages existants.



APPLICATIONS

Support

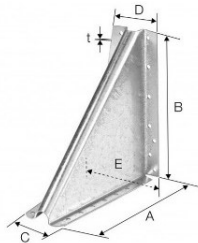
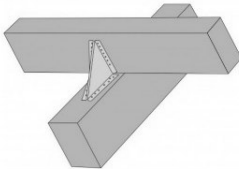
- Porteur** : bois massif, bois composite, lamellé-collé,
- Porté** : bois massif, bois composite, lamellé-collé, fermes triangulées.

Domaines d'utilisation

- Pannes sur ferme,
- Poutre sur poteau,
- Renforcement d'assemblages existants.

DONNÉES TECHNIQUES

Dimensions



Références	Dimensions [mm]						Perçages Aile A	Perçages Aile B
	A	B	C	D	E	t		
ECH90/19090	90	90	43	55	65	2	Ø5	Ø5
ECH125/19130	125	125	52	66	79	2	9	10
ECH160/19170	160	160	51	72	92	2	11	12
ECH200/19210	200	200	54	67	100	2	14	14



Les équerres renforcées ABR100 et ABR9015 répondent à des applications structurales dans la charpente et la maison à ossature bois.



ETA-06/0106, FR-DoP-e06/0106

CARACTÉRISTIQUES



Matière

- Acier galvanisé S250GD + Z275 suivant NF EN 10346,
- Épaisseur : 2 mm.

Avantages

- Haute rigidité,
- Connexion sur béton possible avec un seul ancrage.



APPLICATIONS

Support

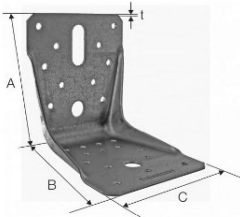
- Porteur** : bois massif, lamellé collé, béton, acier, ...
- Porté** : bois massif, bois composite, lamellé collé, fermes triangulées, profilés, ...

Domaines d'utilisation

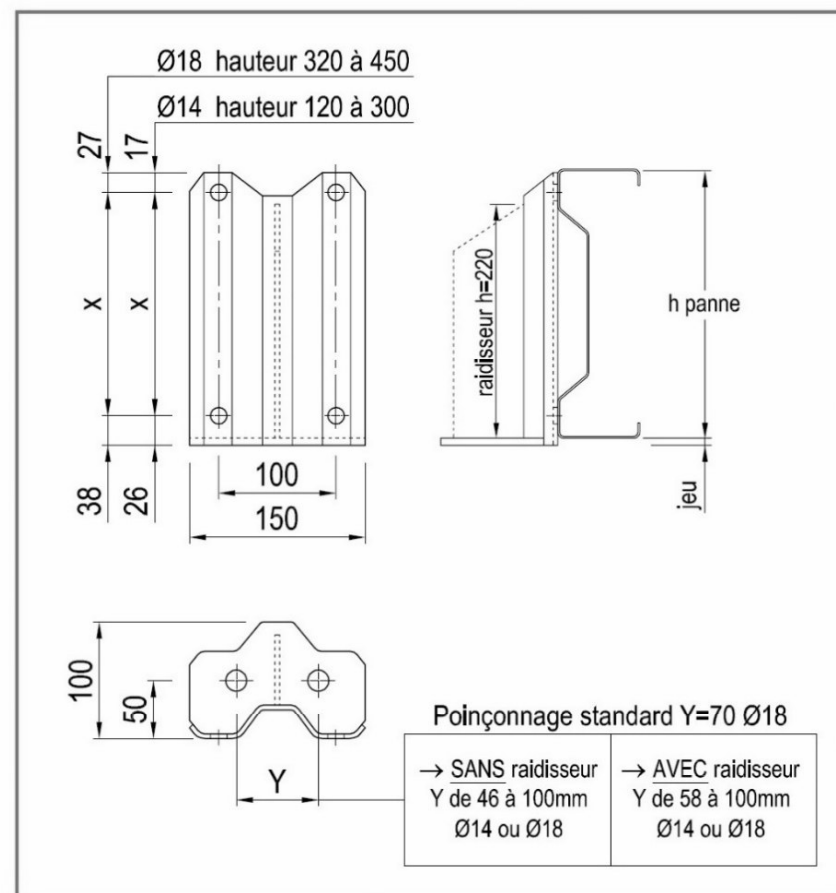
- Fixation de fermettes, lisses et montants de bardage,
- Fixation de préau, carport ouvert,
- Ancrages de chevrons, consoles, chevêtres, ...

DONNÉES TECHNIQUES

Dimensions

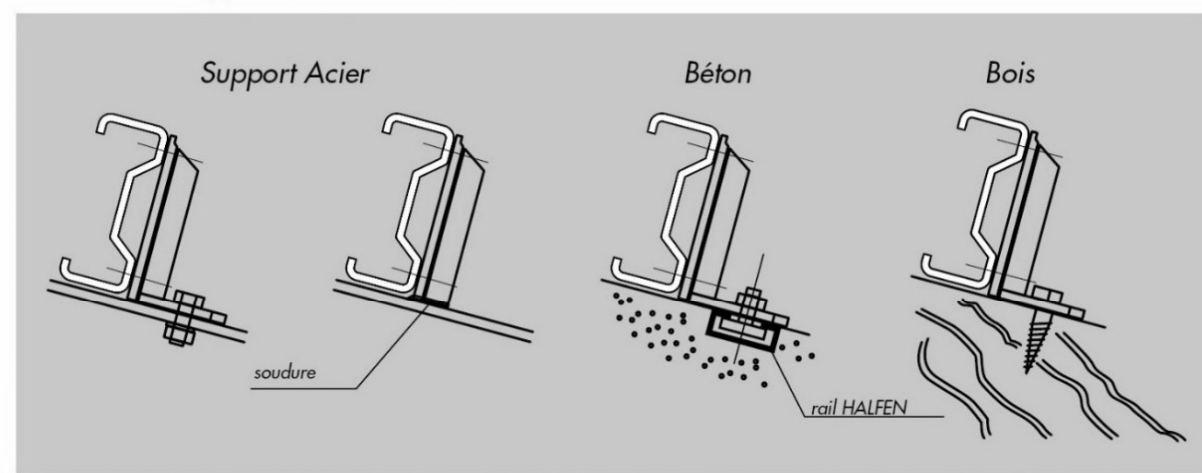


Références	Dimensions [mm]				Perçages Aile A				Perçages Aile B		
	A	B	C	t	Ø5 [mm]	Ø12 [mm]	Ø13 [mm]	Ø12x32 [mm]	Ø5 [mm]	Ø12 [mm]	Ø13 [mm]
ABR9015	89	89	60	1.5	10	-	1	-	10	-	1
ABR100	100	100	90	2	10	1	-	1	14	1	-



Les échantignoles à boulonner sont galvanisées à chaud.  
Les échantignoles à souder sont noires et sans embase.

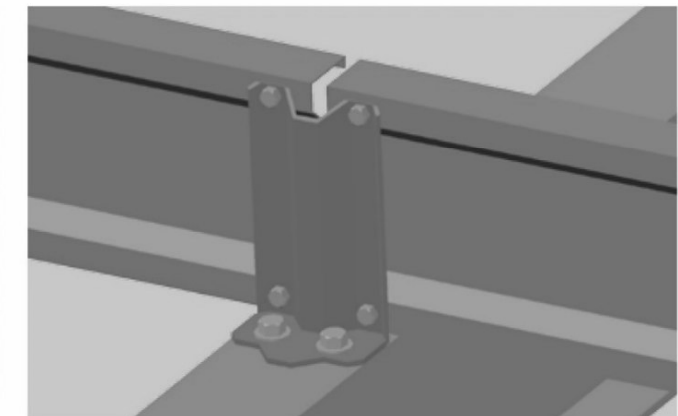
## Différents types de fixation



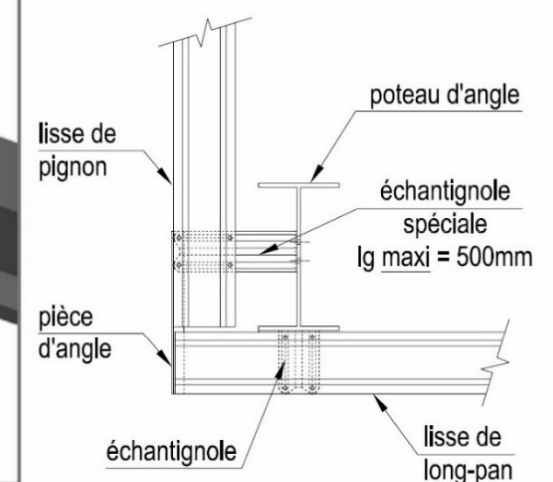
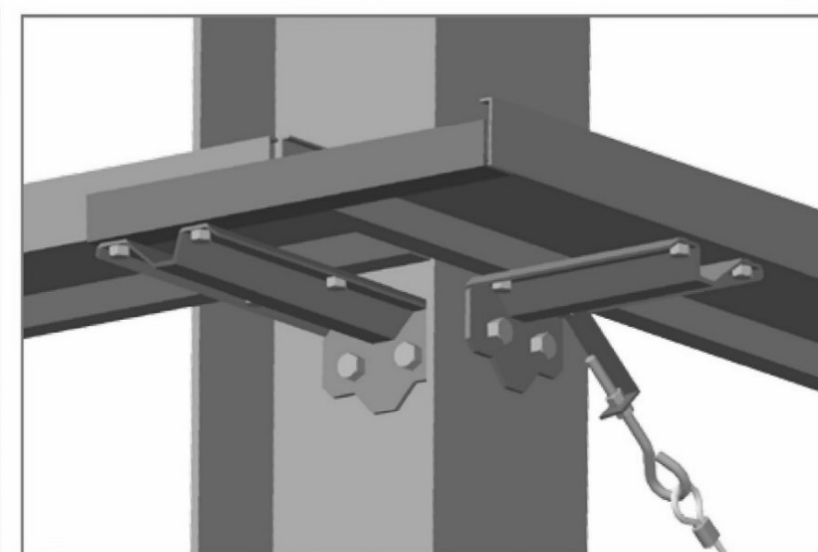
## Références

h panne	Réf. à souder	Réf. à boulonner	Côte x	h CD	jeu	Raid.
120	CD12	CD12B	80	123	6	
140	CD14	CD14B	100	143	6	
170	CD17	CD17B	130	173	6	
200	CD20	CD20B	160	203	6	
230	CD23	CD23B	190	233	6	
260	CD26	CD26B	220	263	6	X*
300	CD30	CD30B	260	303	6	X*
320	CD32	CD32B	262	327	9	X
350	CD35	CD35B	292	357	9	X
400	CD40	CD40B	342	407	9	X
450	CD45	CD45B	392	457	9	X

\* en lissage uniquement



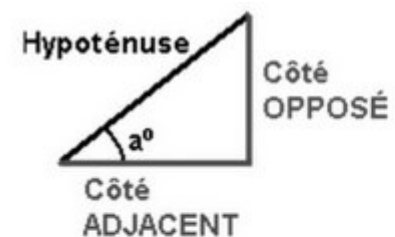
## Détail d'angle



**Tableau de conversion de pente**  
**Pourcentage et degré**

Pente en degré °	Pente en %	Soit pour 1 metre
1°	1,75 %	1,75 cm
2°	3,49 %	3,49 cm
3°	5,24 %	5,24 cm
4°	6,99 %	6,99 cm
5°	8,75 %	8,75 cm
6°	10,51 %	10,51 cm
7°	12,28 %	12,28 cm
8°	14,05 %	14,05 cm
9°	15,84 %	15,84 cm
10°	17,63 %	17,63 cm
11°	19,44 %	19,44 cm
12°	21,26 %	21,26 cm
13°	23,09 %	23,09 cm
14°	24,93 %	24,93 cm
15°	26,79 %	26,79 cm
16°	28,67 %	28,67 cm
17°	30,57 %	30,57 cm
18°	32,49 %	32,49 cm
19°	34,43 %	34,43 cm
20°	36,40 %	36,40 cm
21°	38,39 %	38,39 cm
22°	40,40 %	40,40 cm
23°	42,45 %	42,45 cm
24°	44,52 %	44,52 cm
25°	46,63 %	46,63 cm
26°	48,77 %	48,77 cm
27°	50,95 %	50,95 cm
28°	53,17 %	53,17 cm

**Formules de trigonométrie**



$$\sin a = \frac{\text{Côté OPPOSÉ}}{\text{Hypoténuse}}$$

$$\cos a = \frac{\text{Côté ADJACENT}}{\text{Hypoténuse}}$$

$$\tan a = \frac{\sin a}{\cos a} = \frac{\text{Côté OPPOSÉ}}{\text{Côté ADJACENT}}$$