



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

SESSION 2014

### E5 : Analyse et Calcul des Structures

#### U5.1 : Conception

Durée : 4 h – coefficient : 3

**Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 et E5**

#### Contenu du dossier

- présentation : p. 1/10 ;
- travail demandé : p. 2/10 à p. 6/10 ;
- documents réponses : p. 7/10 et p. 8/10 ; à remettre avec la copie
- documents techniques : p. 9/10 et p. 10/10.

#### Barème indicatif

- partie 1 : 5 points ;
- partie 2 : 11 points ;
- partie 3 : 4 points ;
- les trois parties sont indépendantes.

#### Recommandations

Une attention particulière sera portée :

- au repérage des questions ;
- à la qualité de rédaction et aux soins des schémas ;
- il est recommandé au candidat de traiter chaque partie sur une nouvelle copie.

#### Matériels et documents autorisés

- calculatrice conforme aux normes en vigueur ;
- catalogue de profilés ;
- règlement ou extrait des règlements en vigueur.

<b>Code épreuve :</b> CME5CO	<b>Examen :</b> Brevet de technicien supérieur	<b>Spécialité :</b> Constructions Métalliques	
<b>Session 2014</b>	<b>SUJET</b>	<b>Epreuve :</b> U5.1 Conception	<b>Calculatrice autorisée</b>
<b>Durée : 4 h</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>Sujet :</b> n° BTS/VP/12/7	

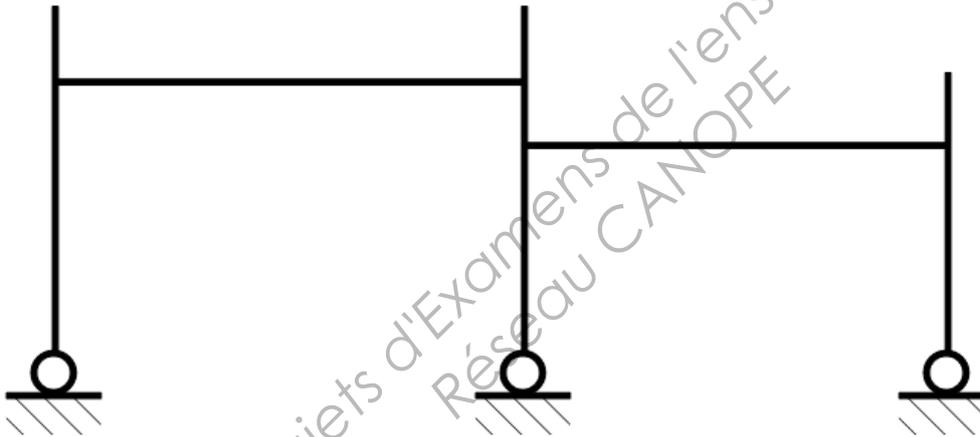
# Partie 1 : étude de stabilité

**Rappel** : la longitudinale est donnée par le sens de la génératrice des panes.

*Dans un premier temps, nous nous intéressons à la stabilité transversale de la structure.*

**Question 1** : dans la file 5, par quel type d'éléments est assurée la stabilité transversale ?

**Question 2** : déterminer le degré d'hyperstatisme associé au schéma mécanique de la file 5 représenté ci-dessous. Votre réponse devra être clairement justifiée. Conclure sur la stabilité transversale de la file 5.



*Dans un second temps, nous nous intéressons à la stabilité longitudinale de la structure.*

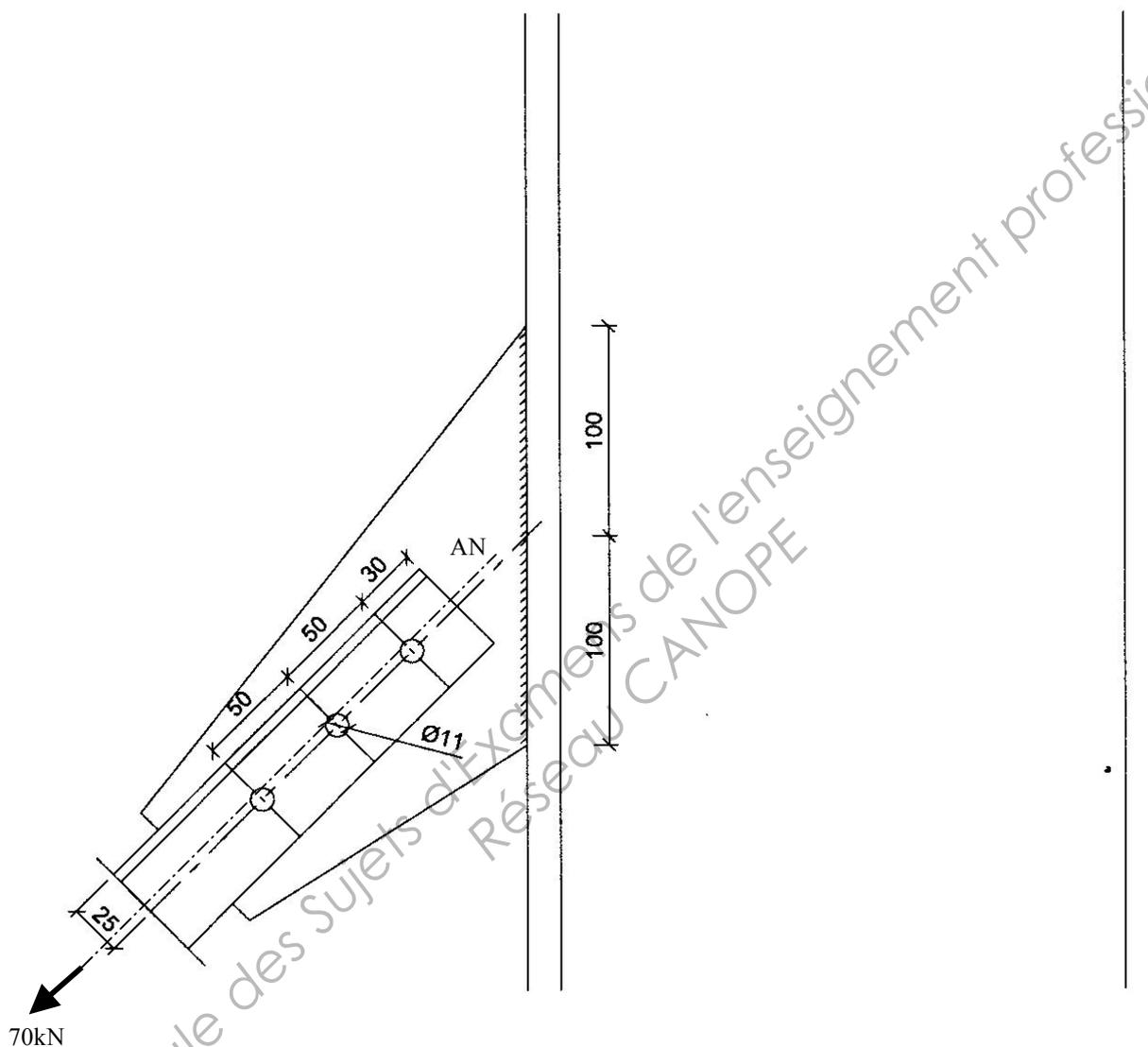
**Question 3** : sur le document réponse DR1, faites apparaître par un système de flèches comment sont repris les efforts des vents longitudinaux en indiquant au dessus de chaque élément un C pour comprimé ou un T pour tendu.

**Question 4** : sur le document réponse DR2, surligner en bleu les éléments entre la file 1 et 5 soumis à de la compression et en rouge ceux soumis à de la traction. Les goussets centraux des croix de stabilité ne sont pas reliées aux panes.

**Question 5** : les cornières de l'élément qui assure la stabilité de toiture sont-elles prévues pour être sollicitées en compression ? Justifier la réponse.

## Partie 2 : étude d'une diagonale

Le schéma ci-dessous représente l'attache d'un tirant de stabilité sur un poteau de portique (EN 10056-1). Le tirant est réalisé par une double cornière.



A l'état limite ultime (ELU), l'effort de traction appliqué à cette double cornière  $50 \times 50 \times 5$  est de  $N_{Ed} = 70$  kN. La double cornière est assemblée sur un gouset par des boulons HM10 qualité 6.8. Le gouset d'épaisseur 10 mm est soudé sur l'aile de poteau par un cordon de gorge 3 mm. L'angle de la double cornière avec la verticale est de  $45^\circ$ .

**Question 6 :** donner les modes de ruines possibles de l'assemblage.

Dans un premier temps, nous nous intéressons au dimensionnement de la cornière.

**Question 7** : vérifier la résistance de la cornière.

---

Dans un deuxième temps, nous nous intéressons au dimensionnement des boulons.

**Question 8** : vérifier la résistance des boulons au cisaillement.

**Question 9** : vérifier la résistance de l'assemblage à la pression diamétrale.

---

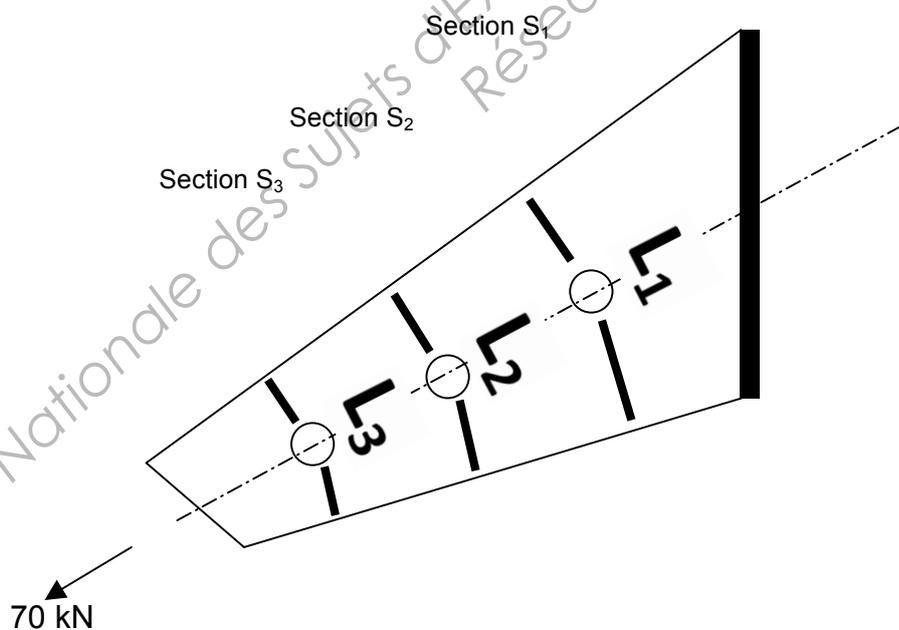
Dans un troisième temps, nous nous intéressons à la vérification de la soudure du gousset.

**Question 10** : déterminer les efforts intérieurs dans les cordons de soudure.

**Question 11** : vérifier la résistance des cordons de soudure vis-à-vis des sollicitations appliquées selon la méthode directionnelle.

---

Dans un quatrième temps, nous nous intéressons à la résistance du gousset à la traction



Soient les longueurs suivantes :  $L_1 = 117$  mm,  $L_2 = 100$  mm,  $L_3 = 83$  mm.

**Question 12 :** en considérant que l'effort est repris de manière identique par les trois boulons, isoler le gousset et représenter le diagramme de l'effort normal en indiquant les valeurs numériques connues sur le document réponse DR3.

**Question 13 :** calculer les aires nettes des sections 1, 2, 3, notées  $A_{\text{eff}1}$ ,  $A_{\text{eff}2}$ ,  $A_{\text{eff}3}$  participant à la résistance à la traction du gousset.

**Question 14 :** vérifier la résistance à la traction du gousset dans la section la plus contrainte.

### Partie 3 : étude de l'enveloppe

Dans un premier temps nous nous intéressons à la portée des plateaux intérieurs.

On considère que ces plateaux devront pouvoir supporter une pression de  $80 \text{ daN/m}^2$  et une dépression de  $58 \text{ daN/m}^2$ .

**Question 15 :** à partir du dossier technique joint, indiquer quelle est dans ces conditions la portée maximale de ces plateaux pour une pose sur deux appuis et pour une pose sur 3 appuis.

Dans un second temps, nous nous intéressons aux performances thermiques de l'enveloppe

La réglementation thermique en vigueur qualifie la performance thermique des parois à travers le coefficient de transmission surfacique  $U_P$ , exprimé en  $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Ce coefficient de transmission surfacique peut s'écrire sous la forme :

$$U_P = U_C + \Delta U$$

où :

- $U_P$  représente le coefficient de transmission surfacique global de la paroi ;
- $U_C$  représente le coefficient de transmission surfacique en partie courante ;

- $\Delta U$  représente les déperditions dues aux ponts thermiques.

On rappelle par ailleurs que :

- Le coefficient de transmission surfacique en partie courante  $U_C$  est l'inverse de la résistance thermique  $R$ , exprimée en  $m^2 \cdot K/W$  :  $U_C = 1/R$  ;
- La résistance thermique  $R$  d'une succession de couches de matériaux est donnée par :

$$R = R_{Se} + R_{Si} + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i}$$

- où  $e_i$  représente l'épaisseur en mètre de la couche n°  $i$  et  $\lambda_i$  son coefficient de conductivité thermique ;
- Les résistances thermiques de surface ( $R_{Se} + R_{Si}$ ) sont de  $0,17 m^2 \cdot K/W$  pour les parois verticales et de  $0,14 m^2 \cdot K/W$  pour les toitures.

On considère que seul l'isolant joue un rôle thermique et que son coefficient de conductivité est  $\lambda = 0,04 W/mK$ .

L'influence des ponts thermiques est d'autre part estimée à  $\Delta U = 0,06 W/m^2 \cdot K$  pour la toiture et  $\Delta U = 0,2 W/m^2 \cdot K$  pour les bardages double peau.

**Question 16 :** déterminer le coefficient de transmission surfacique  $U_{toit}$  (en  $W/m^2 \cdot K$ ) pour la couverture et  $U_{bardage}$  pour les parois verticales.

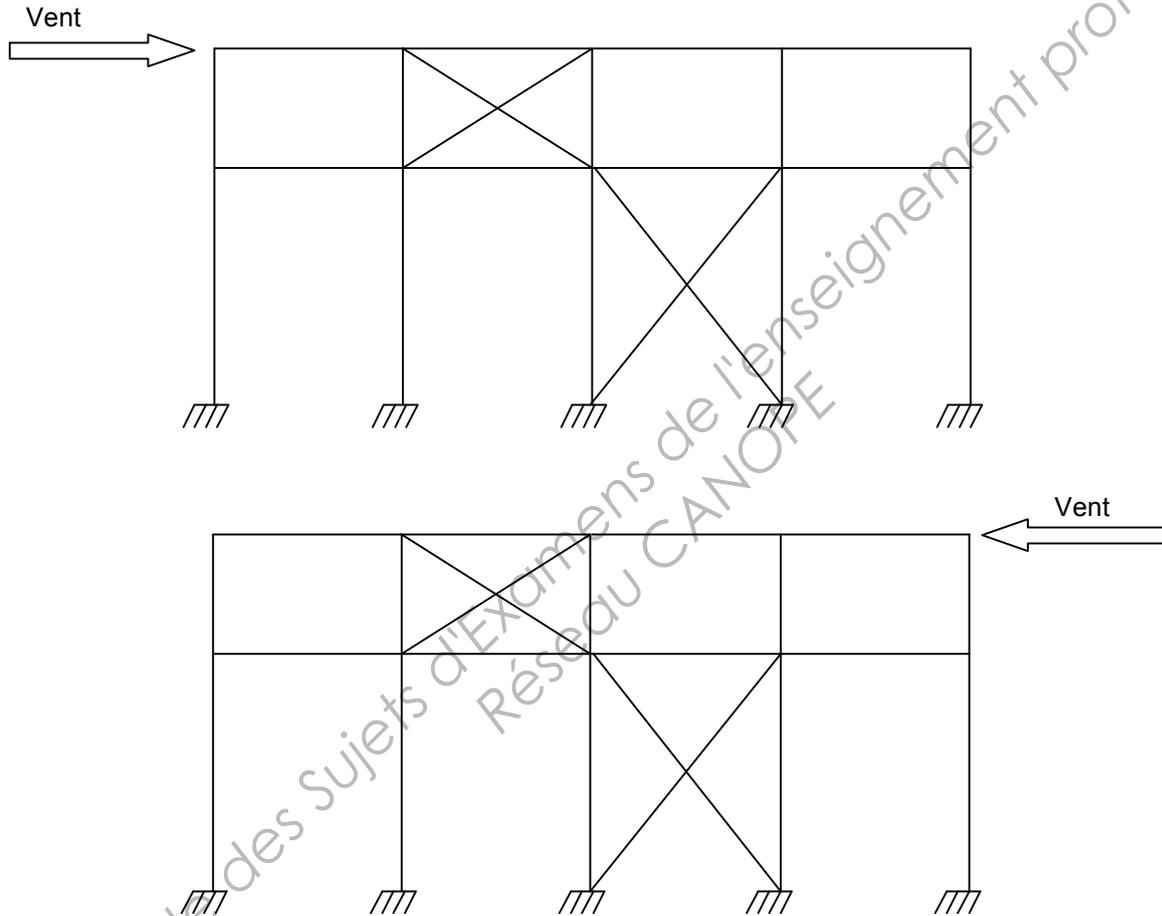
**Question 17 :** conclure sur la conformité des ouvrages décrits, et déterminer si nécessaire les épaisseurs minimales d'isolant à mettre en œuvre sachant que la réglementation thermique impose pour les parois extérieures des performances thermiques minimales appelées garde-fous. On doit ainsi respecter :

- $U < 0,45 W/m^2 \cdot K$  pour les parois verticales extérieures ;
- $U < 0,34 W/m^2 \cdot K$  pour les toitures en tôles métalliques étanchées.

# Document réponse DR1

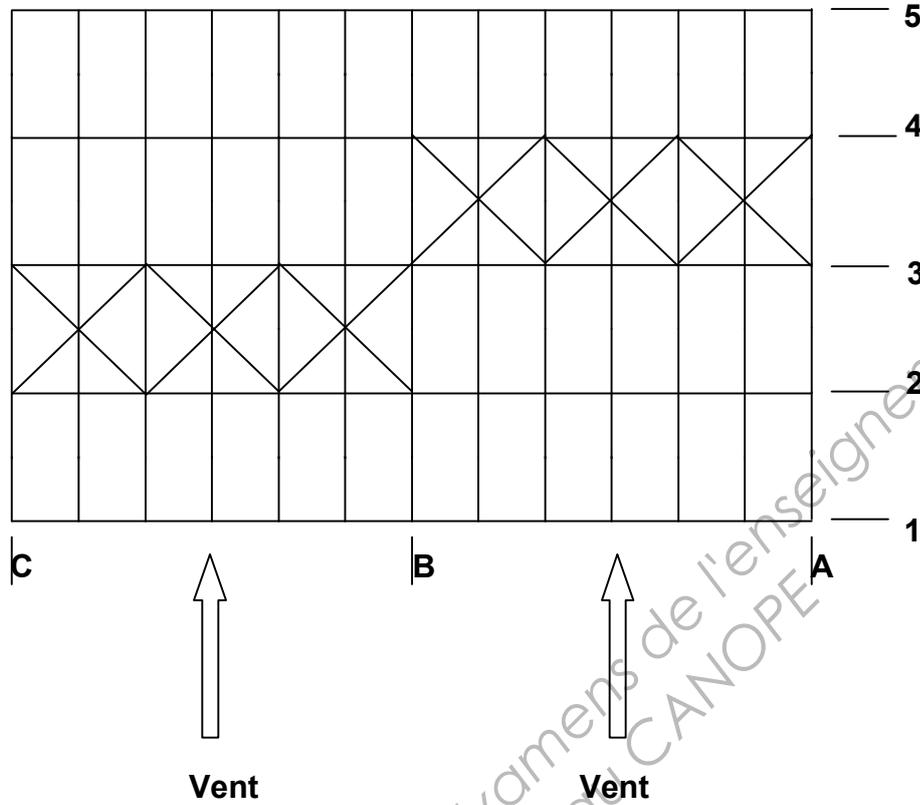
## Question 3 : stabilité longitudinale

Élévation file A :



# Document réponse DR2

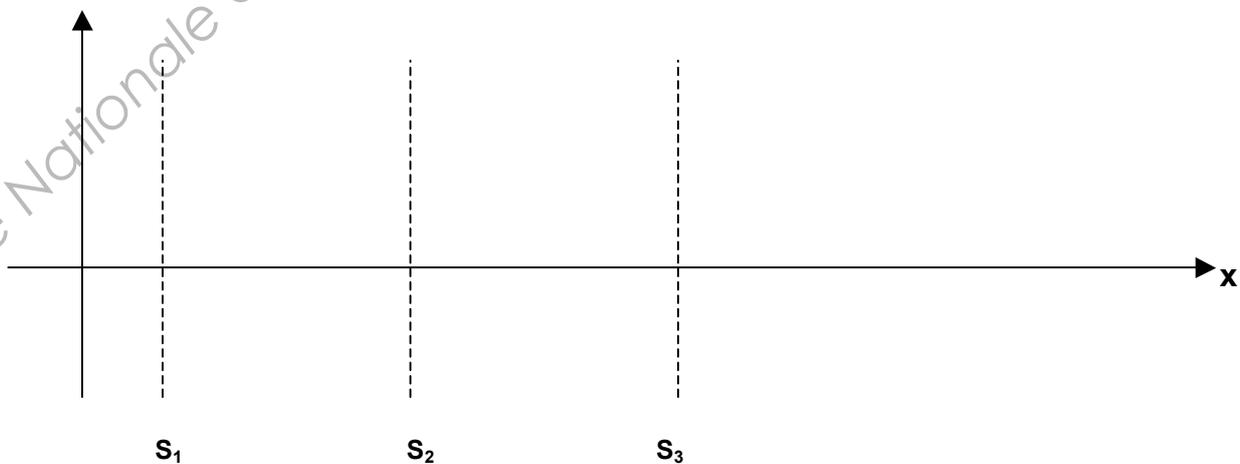
## Question 4 : stabilité de toiture



# Document réponse DR3

## Question 12 : effort normal N

Effort N en kN



# Document technique DT1 : caractéristiques des cornières

## ● Cornières à ailes égales<sup>▼</sup>

Dimensions: EN 10056-1: 1998

Tolérances: EN 10056-2: 1994

Etat de surface conforme à EN 10163-3: 2004, classe C, sous-classe 1

## ● Equal leg angles<sup>▼</sup>

Dimensions: EN 10056-1: 1998

Tolerances: EN 10056-2: 1994

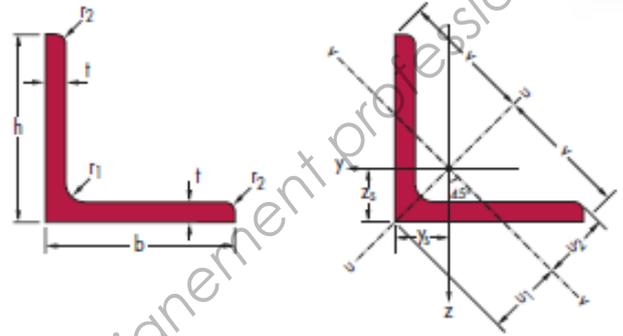
Surface condition according to EN 10163-3: 2004, class C, subclass 1

## ● Gleichschenkliger Winkelstahl<sup>▼</sup>

Abmessungen: EN 10056-1: 1998

Toleranzen: EN 10056-2: 1994

Oberflächenbeschaffenheit gemäß EN 10163-3: 2004, Klasse C, Untergruppe 1



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen				A mm <sup>2</sup>	Position des axes Position of axes Lage der Achsen					Surface Oberfläche	
	G kg/m	h = b mm	t mm	r1 mm		r2 mm	Zs = Ys mm	v mm	u1 mm	u2 mm	AL m <sup>2</sup> /m	AG m <sup>2</sup> /t
					x 10 <sup>2</sup>	x 10	x 10	x 10	x 10			
L 20 x 20 x 3 <sup>±</sup>	0,882	20	3	3,5	2	1,12	0,60	1,41	0,84	0,70	0,080	87,40
L 25 x 25 x 3 <sup>±</sup>	1,12	25	3	3,5	2	1,42	0,72	1,77	1,02	0,88	0,100	86,88
L 25 x 25 x 4 <sup>±</sup>	1,45	25	4	3,5	2	1,85	0,76	1,77	1,08	0,89	0,100	66,67
L 30 x 30 x 3 <sup>±</sup>	1,36	30	3	5	2,5	1,74	0,84	2,12	1,18	1,05	0,120	84,87
L 30 x 30 x 4 <sup>±</sup>	1,78	30	4	5	2,5	2,27	0,88	2,12	1,24	1,06	0,120	65,02
L 35 x 35 x 4 <sup>±</sup>	2,09	35	4	5	2,5	2,67	1,00	2,47	1,42	1,24	0,140	64,82
L 40 x 40 x 4 <sup>±</sup>	2,42	40	4	6	3	3,08	1,12	2,83	1,58	1,40	0,150	64,07
L 40 x 40 x 5 <sup>±</sup>	2,97	40	5	6	3	3,79	1,16	2,83	1,64	1,41	0,150	52,07
L 45 x 45 x 4,5 <sup>±</sup>	3,06	45	4,5	7	3,5	3,90	1,26	3,18	1,78	1,58	0,170	56,83
L 50 x 50 x 4 <sup>±</sup>	3,06	50	4	7	3,5	3,89	1,36	3,54	1,92	1,75	0,190	63,49
L 50 x 50 x 5 <sup>±</sup>	3,77	50	5	7	3,5	4,80	1,40	3,54	1,99	1,76	0,190	51,46
L 50 x 50 x 6 <sup>±</sup>	4,47	50	6	7	3,5	5,69	1,45	3,54	2,04	1,77	0,190	43,41
L 60 x 60 x 5 <sup>±</sup>	4,57	60	5	8	4	5,82	1,64	4,24	2,32	2,11	0,230	51,04
L 60 x 60 x 6 <sup>±</sup>	5,42	60	6	8	4	6,91	1,69	4,24	2,39	2,11	0,230	42,99
L 60 x 60 x 8 <sup>±</sup>	7,09	60	8	8	4	9,03	1,77	4,24	2,50	2,14	0,230	32,89

▼ Autres dimensions sur demande. Le rayon r<sub>2</sub> peut être inférieur en fonction du procédé de laminage.

\* Avec arêtes vives sur commande.

- Profilé conforme à EN 10056-1: 1998.

▼ Other dimensions on request. The r<sub>2</sub> radius may be smaller depending on the rolling process.

\* Available with sharp edges.

- Section in accordance with EN 10056-1: 1998.

▼ Andere Abmessungen auf Anfrage. Der Radius r<sub>2</sub> kann je nach Walzprozess kleiner sein.

\* Auch mit scharfen Kanten erhältlich.

- Profil gemäß EN 10056-1: 1998.

# Document technique DT2 : Arval

## Arval

Haironville-Pab

**HACIERBA 1.400.90 SRC**

**Plateaux de bardage**

### Plateau pour bardage double peau

#### RÉFÉRENCE NORMATIVE

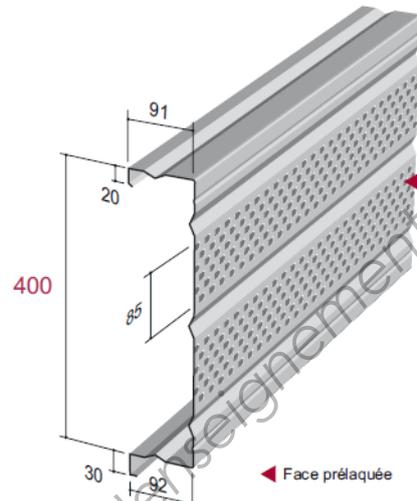
Règles professionnelles pour la fabrication et la mise en œuvre des bardages métalliques : Janvier 1981 - 2<sup>ème</sup> édition

CARACTERISTIQUES DU MATÉRIAU DE BASE		NORMES
Nuance d'acier	S 320 GD	NF EN 10 326
Type de protection	Galvanisé	NF EN 10 326 P 34.310
	Galvanisé-Prélaqué	NF EN 10 169-1 XP P34.301

Epaisseur (mm)	0,75	0,88	1,00
Masse (kg/m <sup>2</sup> )	9,60	11,20	12,80



**Crevé Type C**  
2 zones de 85 mm  
Vide de perforation : 15%



**Tableau d'utilisation** Charges normales admissibles en daN/m<sup>2</sup> en fonction des portées d'utilisation (travées égales)

HACIERBA 1.400.90 SRC PV SOCO TEC MG 3733 01	2 APPUIS			PORTEE (m)	3 APPUIS		
	EPAISSEUR (mm)				EPAISSEUR (mm)		
	1,00	0,88	0,75		0,75	0,88	1,00
Pression			141	4,00			
Dépression			141				
Pression		143	122	4,25			
Dépression		144	123				
Pression	141	124	105	4,50	141		
Dépression	144	127	108				
Pression	123	108	92	4,75	129		
Dépression	127	112	95				
Pression	109	96	82	5,00	119	140	
Dépression	112	99	84				
Pression	99	87	74	5,25	110	129	146
Dépression	98	86	74				
Pression	90	79	67	5,50	100	118	134
Dépression	87	76	65				
Pression	82	72	62	5,75	92	108	123
Dépression	77	68	58				
Pression	75	66	57	6,00	85	100	113
Dépression	68	60	51				
Pression	69	61	52	6,25	79	92	105
Dépression	61	54	46				
Pression	64	56	48	6,50	73	86	97
Dépression	55	49	41				
Pression	58	51	44	6,75	68	80	91
Dépression	50	44	37				
Pression	53	46		7,00	64	75	85
Dépression	45	40					
Pression	48			7,25	59	70	79
Dépression	41						
Pression	43			7,50	56	65	74
Dépression	38						
Pression				7,75	52	62	70
Dépression							
Pression				8,00	49	58	66
Dépression							