



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

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé
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.

Baccalauréat professionnel OUVRAGES DU BÂTIMENT : MÉTALLERIE

E2 - ÉPREUVE D'ANALYSE ET DE PRÉPARATION

Sous-épreuve E21 - Analyse technique d'un ouvrage



DOCUMENTS TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES

Ce dossier comporte 7 pages numérotées 1/7 à 7/7.
Assurez-vous que le dossier qui vous est remis est complet.

Nota : les documents sont au format A3.

Baccalauréat professionnel OUVRAGES DU BÂTIMENT : MÉTALLERIE	id 28	1806-OBM T 21	Session 2018	DOCUMENTS TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES
Sous-épreuve E21 – Analyse technique d'un ouvrage		Durée : 3 h 00	Coefficient : 2	DTC 1/7

Résistance thermique

(réf. Les bonnes pratiques de l'isolation castella)

RT 2012

◆ Présentation

Les critères de la RT 2012 correspondent au label BBC (Bâtiment basse consommation).
La RT 2012 définit des exigences de performances énergétiques mais également des exigences de moyens.
Alors que la RT 2005 est toujours en vigueur, la RT 2012 se met en place progressivement.


◆ La RT 2012 s'applique :

- à partir du 28 octobre 2011 : pour les bâtiments neufs du secteur tertiaire et les bâtiments d'habitation construits en zones de rénovation urbaine
- à partir de janvier 2013 : pour tous les autres types de bâtiments résidentiels neufs

◆ Elle définit trois conditions à respecter :

- consommation d'énergie primaire (cep),
- le Besoin Bioclimatique (Bbio),
- la température intérieure de consigne (T_{ic}) pour le confort d'été.

Exigences de résultat

	Consommation d'énergie	Besoin bioclimatique	Confort d'été
	Cep	Bbio	T _{ic}
Définition	Consommation conventionnelle d'énergie pour 5 usages : chauffage, refroidissement, ECS, éclairage, auxiliaires de chauffage et de refroidissement, déduction faite de l'électricité produite à demeure.	Besoin bioclimatique conventionnel en énergie pour 3 usages : - chauffage - refroidissement - éclairage	Température intérieure conventionnelle atteinte en été
Unité	kWh e.p./m ² /an	points	°C
Formule de calcul	Utilisation de logiciels réglementaires d'étude thermique Calcul des consommations rapportées à un m ² de SHON _{RT}	Utilisation de logiciels réglementaires d'étude thermique	Dans le résidentiel, T _{ic} est la valeur maximale des températures obtenues en période d'été en fonction des données climatiques et de l'implantation du bâtiment
	Récapitulatif standardisé d'étude thermique à fournir au plus tard à l'achèvement des travaux		
Exigence	Cep ≤ Cep_{max}	Bbio ≤ Bbio_{max}	T_{ic} ≤ T_{ic} référence
Définition	Consommation conventionnelle maximale d'énergie primaire du bâtiment	Besoin bioclimatique maximal	Température intérieure d'été de référence. Par défaut cette température est définie à 26°
Calcul	Cep _{max} = 50x M _{ctype} x (M _{cgeo} + M _{cal} + M _{csurf} + M _{cges}) Modulations M _{ctype} Type de bâtiment M _{cgeo} Localisation géographique M _{cal} Altitude M _{csurf} Surface moyenne du logement M _{cges} Emissions de gaz à effet de serre	Bbio _{max} = Bbio _{maxmoyen} x (M _{bgeo} + M _{balt} + M _{bsurf}) Modulations Localisation géographique Altitude Surface du logement	
Règles professionnelles	Règles Th-BCE 2012		

Résistance thermique d'une paroi

Valeurs de conductivité thermique (λ) de certains matériaux

Matériaux	Masse volumique (kg/m ³)	Conductivité thermique λ (W/m.K)
Acier	7 780	52
Béton	2 200 à 2 400	1,75
Bois (chêne, hêtre, frêne)	800 à 1 000	0,29
Carreau de plâtre	750 à 1000	0,35
Enduit ciment	500 à 2 000	0,3 à 1,9
Pierre (calcaires durs)	1 600 à 2 200	11 à 1,7
Laine de verre	7 à 65	0,033
Laine de roche	7 à 65	0,035
Polystyrène expansé	7 à 29	0,035
Plaque de plâtre	750 à 1 000	0,35
Brique « monomur » terre cuite	600 à 850	0,12 à 0,14

Calcul de la résistance thermique : $R = \frac{e}{\lambda}$ e en m
λ en W/m.K

Valeurs des résistances superficielles

Sens du flux	Paroi en contact : l'extérieur, un passage ouvert, un local ouvert			Paroi en contact : un autre local chauffé ou non chauffé, un comble, un vide sanitaire		
	R _{si}	R _{se}	R _{si} + R _{se}	R _{si}	R _{se}	R _{si} + R _{se}
Horizontal →	0,13	0,04	0,17	0,13	0,13	0,26
Ascendant ↑	0,10	0,04	0,14	0,10	0,10	0,20
Descendant ↓	0,17	0,04	0,21	0,17	0,17	0,34

Bases de calcul – Actions sur les structures

(réf. Dessin et technologie de construction en structure métalliques casteilla)

Valeurs des charges d'exploitation en fonction de la nature des locaux

(charges d'occupation des locaux)

Les charges sont évaluées en mètres carrés de surface horizontales en daN / m².

Nature des locaux	daN/m ²
– Hébergement en chambres, salles de jeux	150
– Hébergement collectif	250
– Salles de restaurant, café, cantines	250
– Bureaux	250
– Salles de réunions	250
– Halls divers (gare, aéroport)	400
– Salles d'exploitation < 50 m ²	250
– Salles d'exploitation > 50 m ²	350
– Salle de réunion (debout)	500
– Tribunes (sports, spectacle)	600
– Bibliothèques	400
– Garages, parc de stationnement, véhicules légers	250
– Espaces de circulation intérieurs. La valeur ne doit pas être inférieure à celle des locaux desservis	400 à 500
– Balcons et terrasses, en fonction du public	150 à 350

Diagramme – Effort tranchant T – Moment fléchissant Mf

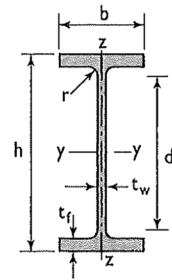
Poutre encastree – Charge répartie		Poutre sur deux appuis – charge répartie	
$F = q \times L$		$F = q \times L$	
$T = F$		$T = \frac{qL}{2}$	
$Mf_{maxi} = \frac{FL}{2}$		$Mf_{maxi} = \frac{FL}{8}$	
$f_{maxi} = \frac{qL^4}{8EI}$		$f_{maxi} = \frac{5qL^4}{384EI}$	
Poutre encastree – Charge appliquée		Poutre sur deux appuis – charge centre	
$T = F$		$T = \frac{F}{2}$	
$Mf_{maxi} = F \times L$		$Mf_{maxi} = \frac{FL}{4}$	
$f_{maxi} = \frac{FL^3}{3EI}$		$f_{maxi} = \frac{FL^3}{48EI}$	

Bases de calcul – Actions sur les structures

(réf. Dessin et technologie de construction en structure métalliques casteilla)

Profils standards (produits sidérurgiques)

Profilé IPE



Aciers : S235, S275, S355

Norme : NF EN 10025

Pour des aciers S450 cette nuance est uniquement livrée pour des hauteurs supérieures à 300 mm.

Dimensions : NFA 45-205

Tolérances : NF EN 10034

	Dimensions					Masse par mètre	Aire de la section	Caractéristiques de calcul							Moment d'inertie de torsion		
	h	b	t _w	t _f	r			P	A	I _y	W _{el,y}	I _y	I _z	W _{el,z}		I _z	I _t
	mm	mm	mm	mm	mm			kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³		cm	cm ⁴
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	6,0	7,64	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	0,70			
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	8,1	10,3	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24	1,10			
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	10,4	13,2	318	53,0	4,90	27,7	8,65	1,45	1,71			
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	12,9	16,4	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	2,54			
IPE 160	160	82	5,0	7,4	9	15,8	20,1	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84	3,53			
IPE 180	180	91	5,3	8,0	9	18,8	23,9	1317	146	7,42	101	22,2	2,05	4,90			
IPE 200	200	100	5,6	8,5	12	22,4	28,5	1943	194	8,26	142	28,5	2,24	6,46			
IPE 220	220	110	5,9	9,2	12	26,2	33,4	2772	252	9,11	205	37,3	2,48	8,86			
IPE 240	240	120	6,2	9,8	15	30,7	39,1	3892	324	9,97	284	47,3	2,69	11,60			
IPE 270	270	135	6,6	10,2	15	36,1	45,9	5790	429	11,2	420	62,2	3,02	14,93			
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	42,2	53,8	8356	557	12,5	604	80,5	3,35	19,47			
IPE 330	330	160	7,5	11,5	18	49,1	62,6	11770	713	13,7	788	98,5	3,55	25,70			
IPE 360	360	170	8,0	12,7	18	57,1	72,7	16270	904	15,0	1043	123	3,79	36,20			
IPE 400	400	180	8,6	13,5	21	66,3	84,5	23130	1160	16,5	1318	146	3,95	46,80			
IPE 450	450	190	9,4	14,6	21	77,6	98,8	33740	1500	18,5	1676	176	4,12	63,80			
IPE 500	500	200	10,2	16,0	21	90,7	116	48200	1930	20,4	2142	214	4,31	89,0			
IPE 550	550	210	11,1	17,2	24	106	134	67120	2440	22,3	2668	254	4,45	118,4			
IPE 600	600	220	12,0	19,0	24	122	156	92080	3070	24,3	3387	308	4,66	166,2			

Propriétés des matériaux

(1) Il convient d'obtenir les valeurs nominales de la limite d'élasticité f_y et de la résistance à la traction f_u pour l'acier de construction par l'une des méthodes suivantes :

- soit en adoptant les valeurs $f_y = R_{eh}$ et $f_u = R_m$ tirées directement de la norme produit,
- soit en utilisant l'étagement simplifié de valeurs du tableau 3.1.

Tableau 3.1 - Valeurs nominales de limite d'élasticité f_y et de résistance à la traction f_u pour les aciers de construction laminés à chaud

Normes et nuances d'acier	Épaisseur nominale t de l'élément (mm)			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _y (MPa)	f _u (MPa)	f _y (MPa)	f _u (MPa)
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490
EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550

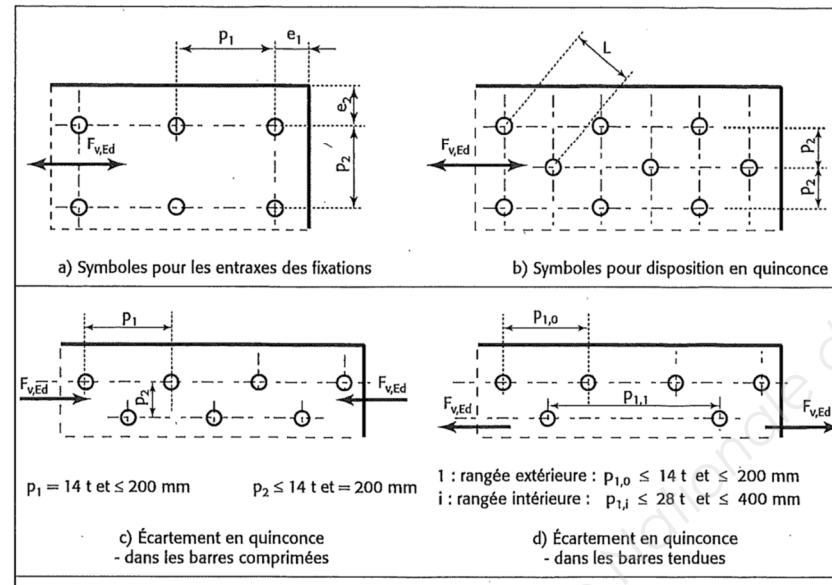
Bases de calcul – Actions sur les structures

(réf. Manuel de construction métallique Eyrolles)

Calcul des assemblages

Tableau 3.3 – Pincés longitudinales et transversales, entraxes minimum et maximum

Distances et entraxes	Minimum	Maximum ^{1) 2) 3)}	
		Acier exposé aux intempéries ou autres influences corrosives	Acier non exposé aux intempéries ou autres influences corrosives
Voir figure 3.1		Structures réalisées en aciers conformes à l'EN 10025 à l'exception des aciers conformes à l'EN 10025-5	
Pince longitudinale e_1	$1,2 d_0$	$4 t + 40 \text{ mm}$	
Pince transversale e_2	$1,2 d_0$	$4 t + 40 \text{ mm}$	
Distance e_3 pour les trous oblongs	$1,5 d_0$ ⁴⁾		
Distance e_4 pour les trous oblongs	$1,5 d_0$ ⁴⁾		
Entraxe p_1	$2,2 d_0$	Minimum de $14 t$ ou 200 mm	Minimum de $14 t$ ou 200 mm
Entraxe $p_{1,0}$		Minimum de $14 t$ ou 200 mm	
Entraxe $p_{1,i}$		Minimum de $28 t$ ou 400 mm	
Entraxe p_2 ⁵⁾	$2,4 d_0$	Minimum de $14 t$ ou 200 mm	Minimum de $14 t$ ou 200 mm



Résistance de calcul individuelle pour les fixations sollicitées au cisaillement et/ou traction

Mode de ruine	Boulons
Résistance au cisaillement par plan de cisaillement	$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$ <ul style="list-style-type: none"> lorsque le plan de cisaillement passe par la partie fileté du boulon (A est l'aire de la section résistante en traction du boulon A_s) : <ul style="list-style-type: none"> pour les classes 4.6, 5.6 et 8.8 : $\alpha_v = 0,6$ pour les classes 4.8, 5.8, 6.8 et 10.9 : $\alpha_v = 0,5$ lorsque le plan de cisaillement passe par la partie non fileté du boulon (A est l'aire de la section brute du boulon) : $\alpha_v = 0,6$

Valeurs nominales de la limite d'élasticité f_{yb} et de la résistance ultime à la traction f_{ub} pour les boulons

Classe de boulons	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (MPa)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (MPa)	400	400	500	500	600	800	1000

Principales caractéristiques des boulons - Caractéristiques géométriques (mm, mm²)

Désignations	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
d	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
d_0 trou normal	11	13	15	18	20	22	24	26	30	33
A	78,5	113	154	201	254	314	380	452	573	707
A_s	58	84,3	115	157	192	245	303	353	459	561
Ø rondelle	20	24	27	30	34	37	40	44	50	52
d_m	17,24	19,39	22,63	25,86	29,09	32,32	36,63	38,79	44,17	49,56

- d : diamètre nominal du boulon (celui de la partie non fileté)
- d_0 : diamètre du trou normal
- A : aire de la section de la tige lisse du boulon
- A_s : section résistante de la partie fileté
- d_m : moyenne entre surangle et surplat pour le calcul de $B_{p,Rd}$ (valeurs pour les boulons HM uniquement).

Le diamètre de la vis est choisi en fonction de l'épaisseur des pièces assemblées et d'autres paramètres.

Combinaisons d'actions Combinaison ELS = G + Q

Combinaison ELU = 1,35 G + 1,5 Q

Condition de résistance à la flexion simple

$$M_{ed} \leq M_{c, Rd}$$

M_{ed} : moment fléchissant
 $M_{c, Rd}$: valeur de la résistance à la flexion
 $M_{c, Rd} = M_{el, Rd}$

$$M_{el, Rd} = \frac{W_{ely} \times f_y}{\gamma_{M0}}$$

W_{ely} : module d'inertie de flexion
 $\gamma_{M0} = 1$ (pour les bâtiments)

Arval

PLATINE 4.29.1050 B

Bardage vertical

GAMME OCEANE

Plaque nervurée en acier galvanisé ou galvanisé prélaqué de type clin pour bardage simple et double peau

RÉFÉRENCE NORMATIVE

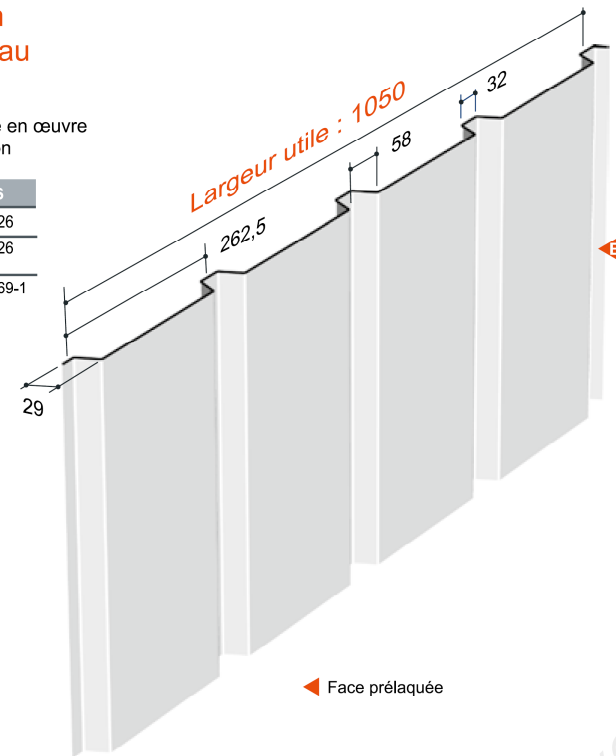
Règles professionnelles pour la fabrication et la mise en œuvre des bardages métalliques : Janvier 1981 - 2^{ème} édition

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

Épaisseur (mm)	0,80
Masse (kg/m ²)	7,30

Longueur maximale (m)	6,50
-----------------------	------

Pour tout renseignement veuillez vous rapprocher de votre contact commercial



Arval

HACIERBA 5.200.50 B

Bardage vertical

GAMME OCEANE

Plaque nervurée en acier galvanisé ou galvanisé prélaqué de type clin pour bardage simple et double peau

RÉFÉRENCE NORMATIVE

Règles professionnelles pour la fabrication et la mise en œuvre des bardages métalliques : Janvier 1981 - 2^{ème} 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

Épaisseur (mm)	0,75
Masse (kg/m ²)	6,98

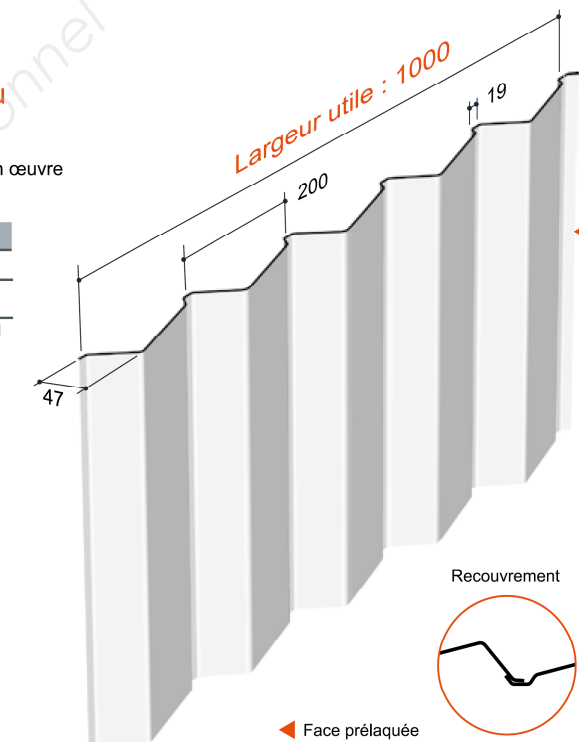


Tableau d'utilisation

Charges normales admissibles en kN/m² en fonction des portées d'utilisation (travées égales)

Tableau d'utilisation

Charges normales admissibles en kN/m² en fonction des portées d'utilisation (travées égales)

PLATINE 4.29.1050 B	2 APPUIS		3 APPUIS	
	EPAISSEUR (mm)	PORTEE (m)	EPAISSEUR (mm)	
	0,80		0,80	
Pression	1,60	1,50	1,60	
Dépression	1,60		1,60	
Pression	1,44	1,60	1,60	
Dépression	1,44		1,60	
Pression	1,20	1,70	1,57	
Dépression	1,20		1,60	
Pression	1,01	1,80	1,40	
Dépression	1,01		1,60	
Pression	0,86	1,90	1,25	
Dépression	0,86		1,60	
Pression	0,74	2,00	1,12	
Dépression	0,74		1,49	

HACIERBA 5.200.50 B PV SOCOTEC BM 7189	2 APPUIS		3 APPUIS	
	EPAISSEUR (mm)	PORTEE (m)	EPAISSEUR (mm)	
	0,75		0,75	
Pression	1,60	1,50	1,60	
Dépression	1,60		1,60	
Pression	1,60	1,60	1,60	
Dépression	1,60		1,60	
Pression	1,60	1,80	1,60	
Dépression	1,60		1,60	
Pression	1,60	2,00	1,60	
Dépression	1,60		1,60	
Pression	1,60	2,20	1,60	
Dépression	1,60		1,60	
Pression	1,41	2,40	1,60	
Dépression	1,36		1,60	
Pression	1,13	2,60	1,50	
Dépression	1,10		1,52	
Pression	0,92	2,80	1,30	
Dépression	0,92		1,27	
Pression	0,76	3,00	1,14	
Dépression	0,77		1,05	

NEW

Océane 5.210.30 B/HB

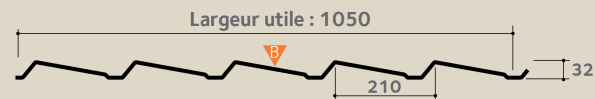
Plaque nervurée en acier galvanisé ou galvanisé prélaqué de type clin pour bardage simple et double peau

Référence normative :

Règles professionnelles pour la fabrication et la mise en œuvre des bardages métalliques : Janvier 1981 - 2^{ème} édition
Recommandations professionnelles RAGE juillet 2014

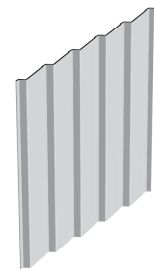
CARACTERISTIQUES DU MATERIAU DE BASE		NORMES
Nuance d'acier	S 320 GD	NF EN 10346
Type de protection	Acier revêtu	NF EN 10346 P 34310
	Acier revêtu prélaqué	NF EN 10169 + A1 XP P 34310

Validation sismique selon rapport d'étude CSTB n° DCC/CLC-12-229-1 du 25 février 2013



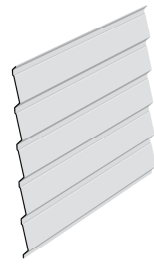
pose verticale

pose horizontale



Epaisseur (mm)	0,75
Masse (kg/m ²)	6,64
Longueur maximale (m)	10,00

Recouvrement



Epaisseur (mm)	0,75
Masse (kg/m ²)	6,64
Longueur maximale conseillée (m)	7,50

Recouvrement



Face prélaquée

Tableau d'utilisation : Charges normales admissibles en daN/m² en fonction des portées d'utilisation (V65 contraintes admissibles)

2 appuis		pose verticale / pose horizontale	3 appuis	
Epaisseur (mm)	Portée (m)		Epaisseur (mm)	Portée (m)
0,75	1,60	Pression	0,75	160
154			133	
106	1,70	Dépression	0,75	160
130			122	
94	1,80	Pression	0,75	160
111			113	
84	1,90	Dépression	0,75	160
94			104	
74	2,00	Pression	0,75	160
79			96	
66	2,10	Dépression	0,75	160
68			84	
59	2,20	Pression	0,75	160
58			71	
53	2,30	Dépression	0,75	160
50			61	
48	2,40	Pression	0,75	160
			54	
	2,50	Dépression	0,75	160
			48	

Pièces de finition et compatibilité entre les profils de la gamme Océane, nous consulter

4 Portées pour bardage double peau, voir paragraphe "conseils de mise en œuvre" Pour dimensionnement sous charges Eurocode (états limites), nous consulter

Fréquence 5.43 B/HA

Plaque nervurée en acier galvanisé ou galvanisé prélaqué de type ondulée pour bardage simple et double peau

Référence normative :

Règles professionnelles pour la fabrication et la mise en œuvre des bardages métalliques : Janvier 1981 - 2^{ème} édition

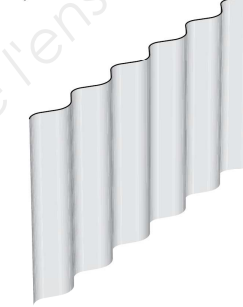
CARACTERISTIQUES DU MATERIAU DE BASE		NORMES
Nuance d'acier	S 320 GD	NF EN 10346
Type de protection	Acier revêtu	NF EN 10346 P 34310
	Acier revêtu prélaqué	NF EN 10169 + A1 XP P 34310

Validation sismique selon rapport d'étude CSTB n° DCC/CLC-12-229-1 du 25 février 2013



pose verticale

pose horizontale



Epaisseur (mm)	0,75
Masse (kg/m ²)	7,75
Longueur maximale (m)	14,00

Recouvrement



Recouvrement Hairgalbe : page 30 (Couturage de la peau extérieure)



Epaisseur (mm)	0,75
Masse (kg/m ²)	7,75
Longueur maximale conseillée (m)	9,50

Recouvrement



Recouvrement Hairgalbe : page 33 (Conseil de mise en œuvre-Recouvrement longitudinal)

Tableau d'utilisation : Charges normales admissibles en daN/m² en fonction des portées d'utilisation (V65 contraintes admissibles)
PV VERITAS DME 7 92 273 02

2 appuis		pose verticale / pose horizontale	3 appuis	
Epaisseur (mm)	Portée (m)		Epaisseur (mm)	Portée (m)
0,75	1,60	Pression	0,75	160
160			156	
119	2,35	Dépression	0,75	160
114			160	
100	2,50	Pression	0,75	160
91			147	
84	2,75	Dépression	0,75	160
66			138	
65	3,00	Pression	0,75	160
55			160	
51	3,25	Dépression	0,75	160
			122	
	3,50	Pression	0,75	160
			116	
	3,75	Dépression	0,75	160
			109	
	4,00	Pression	0,75	160
			155	
	4,25	Dépression	0,75	160
			100	
	4,50	Pression	0,75	160
			100	

Portées pour bardage double peau, voir paragraphe "conseils de mise en œuvre"

10 Pour dimensionnement sous charges Eurocode (états limites), nous consulter