Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro OBM, veuillez visiter :
bacproobm.fr/annales-sujets-et-corriges

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.

Résistance thermique

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

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 (Tic) 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./m²/an	points	°C
Formule de calcul	Utilisation de logiciels réglementaires d'étude thermique Calcul des consommations rapportées à un m² de $SHON_{RT}$	Utilisation de logiciels réglementaires d'étude thermique	Dans le résidentiel, Tic 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	$Cep \leq Cep_{max}$	$Bbio \leq Bbio_{max}$	$T_{ic} \leq T_{ic\ référence}$
Définition	Consommation conventionnelle maximale d'énergie primaire du bâtiment	Besoin bioclimatique maximal	
Calcul	$Cep_{max} = 50x\ M_{ctype} \times (M_{cgeo} + M_{calt} + M_{csurf} + M_{cges})$ 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	$Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (M_{bgéo} + M_{balt} + M_{bsurf})$ Modulations Localisation géographique Altitude Surface du logement	Température intérieure d'été de référence. Par défaut cette température est définie à 26°
Règles professionnelles	Règles Th-BCE 2012		

Résistance thermique d'une paroi

Valeurs de conductivité thermique (λ) de certains matériaux

Matériaux	Masse volumique (kg/m³)	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		
	Rsi	Rse	Rsi + Rse	Rsi	Rse	Rsi + Rse
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)

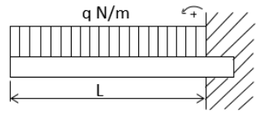
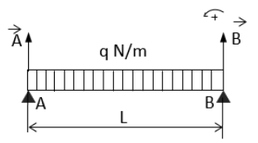
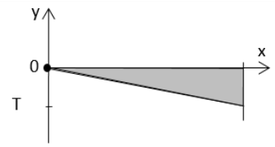
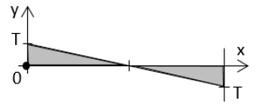
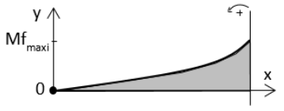
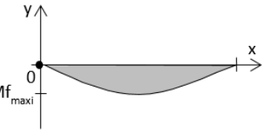
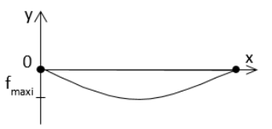
Valeurs des charges d'exploitation en fonction de la nature des locaux

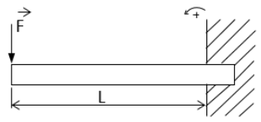
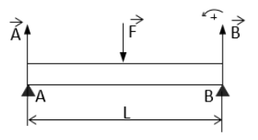
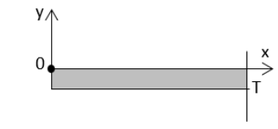
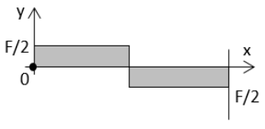
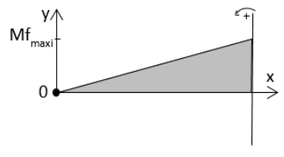
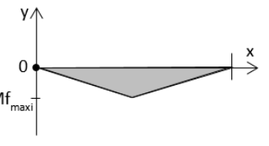
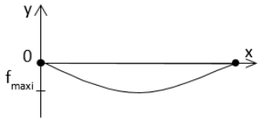
(charges d'occupation des locaux)

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

Nature des locaux	daN/m²
– 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, aérogare)	400
– Salles d'exploitation < 50 m²	250
– Salles d'exploitation > 50 m²	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 encastrée – Charge répartie		Poutre sur deux appuis – charge répartie	
$F = q \times L$		$F = q \times L$	
$T = F$		$T = \frac{qL}{2}$	
$Mf_{maxi} = \frac{FL}{2}$		$Mf_{maxi} = \frac{FL}{8}$	
$_{maxi} = \frac{qL^4}{8\ EI}$		$f_{maxi} = \frac{5qL^4}{384\ EI}$	

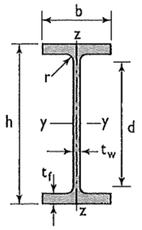
Poutre encastrée – Charge appliquée		Poutre sur deux appuis – charge centrée	
			
$T = F$		$T = \frac{F}{2}$	
$Mf_{maxi} = F \times L$		$Mf_{maxi} = \frac{FL}{4}$	
$f_{maxi} = \frac{FL^3}{3\ EI}$		$f_{maxi} = \frac{FL^3}{48\ EI}$	

Bases de calcul – Actions sur les structures

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

Profilés 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 :

a) soit en adoptant les valeurs $f_y = R_{eh}$ et $f_u = R_m$ tirées directement de la norme produit,

b) 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
S460 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

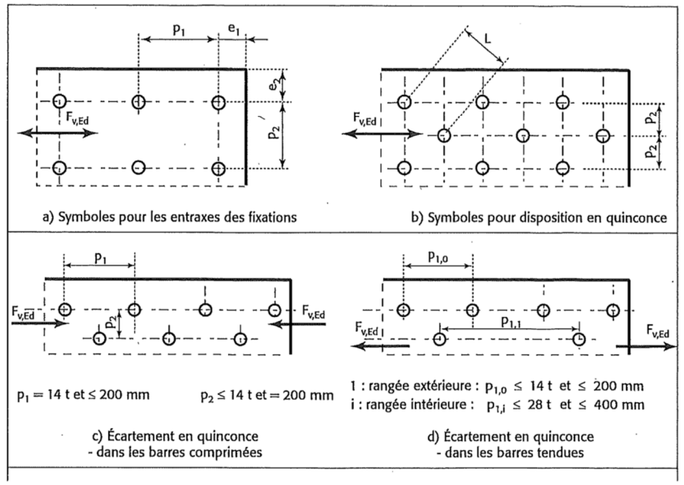
Bases de calcul – Actions sur les structures

(réf. Manuel de construction métallique Eyrolles)

Calcul des assemblages

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

Distances et entraxes	Minimum	Maximum [1) 2) 3)]	
Voir figure 3.1		Structures réalisées en aciers conformes à l'EN 10025 à l'exception des aciers conformes à l'EN 10025-5	
		Acier exposé aux intempéries ou autres influences corrosives	Acier non exposé aux intempéries ou autres influences corrosives
Pince longitudinale e_1	1,2 d_0	4 t + 40 mm	
Pince transversale e_2	1,2 d_0	4 t + 40 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	$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$ • lorsque le plan de cisaillement passe par la partie filetée du boulon (A est l'aire de la section résistante en traction du boulon As) : – 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 filetée 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 filetée)
- d_0 diamètre du trou normal
- A aire de la section de la tige lisse du boulon
- A_s section résistante de la partie filetée
- 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
$M_{c,Rd} = M_{el,Rd}$,

$M_{el,Rd} = \frac{Wely \times fy}{\gamma M0}$

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

Régles professionnelles pour la fabrication et la mise en œuvre des bardages métalliques : Janvier 1981 - 2ème 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)	0,80
Masse (kg/m²)	7,30

Longueur maximale (m)	6,50

Pour tout renseignement veuillez vous rapprocher de votre contact commercial

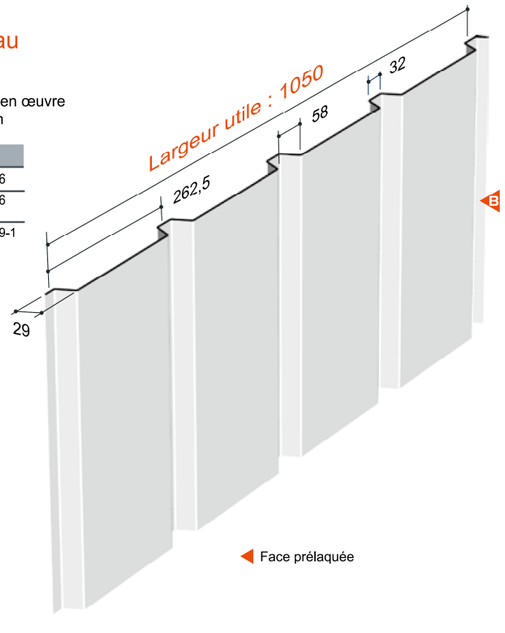


Tableau d'utilisation

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

PLATINE 4.29.1050 B	2 APPUIS	PORTEE (m)	3 APPUIS
	EPAISSEUR (mm)		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

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

Régles professionnelles pour la fabrication et la mise en œuvre des bardages métalliques : Janvier 1981 - 2ème 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
Masse (kg/m²)	6,98

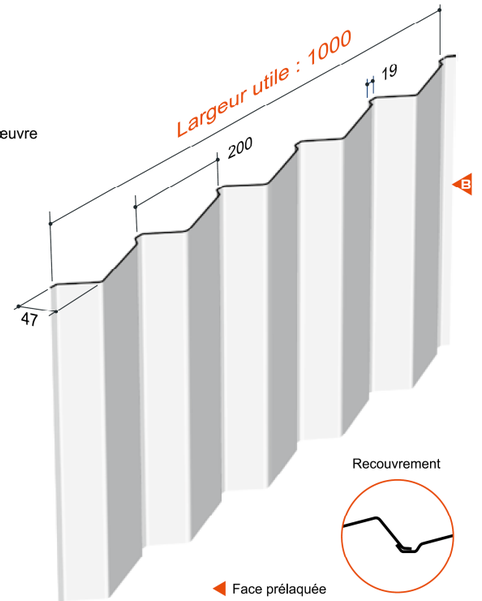


Tableau d'utilisation

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

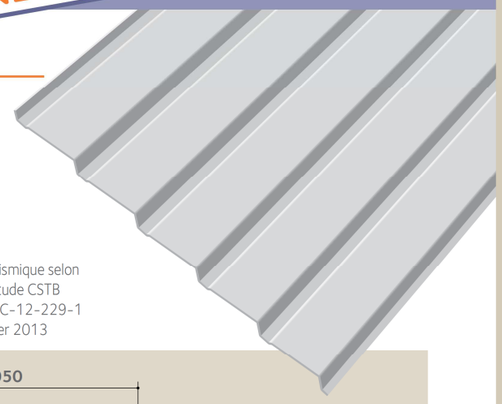
HACIERBA 5.200.50 B PV SOCOTEC BM 7189	2 APPUIS	PORTEE (m)	3 APPUIS
	EPAISSEUR (mm)		EPAISSEUR (mm)
	0,75		0,75
Pression	1,60	1,50	1,60
Dépression	1,60		1,60
Pression	1,60	1,60	1,60
Dépression	1,60		1,60
Pression	1,60	1,80	1,60
Dépression	1,60		1,60
Pression	1,60	2,00	1,60
Dépression	1,60		1,60
Pression	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

Gamme Océane

Arval by ArcelorMittal

NEW

Océane 5.210.30 B/HB



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

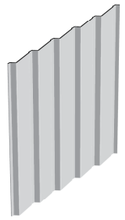
Référence normative :
Règles professionnelles pour la fabrication et la mise en œuvre des bardages métalliques : Janvier 1981 - 2ème édition
Recommandations professionnelles RAGE juillet 2014

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



Epaisseur (mm)	0,75
Masse (kg/m²)	6,64
Longueur maximale (m)	10,00

Recouvrement



pose horizontale



Epaisseur (mm)	0,75
Masse (kg/m²)	6,64
Longueur maximale conseillée (m)	7,50

Recouvrement



B Face prélaquée

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

2 appuis Epaisseur (mm)	Portée (m)	3 appuis Epaisseur (mm)	pose verticale / pose horizontale	2 appuis Epaisseur (mm)	Portée (m)	3 appuis Epaisseur (mm)
0,75		0,75		0,75		0,75
154	1,60	160	Pression	154	1,60	160
106		133	Dépression	106		133
130	1,70	160	Pression	111	1,80	160
94		122	Dépression	84		113
111	1,80	160	Pression	79	2,00	160
84		113	Dépression	66		96
94	1,90	160	Pression	58	2,20	134
74		104	Dépression	53		82
79	2,00	160	Pression		2,40	105
66		96	Dépression			71
68	2,10	150	Pression		2,60	84
59		89	Dépression			61
58	2,20	134	Pression		2,80	69
53		82	Dépression			54
50	2,30	118	Pression		3,00	57
48		76	Dépression			48
	2,40	105	Pression			
		71	Dépression			
	2,50	94	Pression			
		66	Dépression			

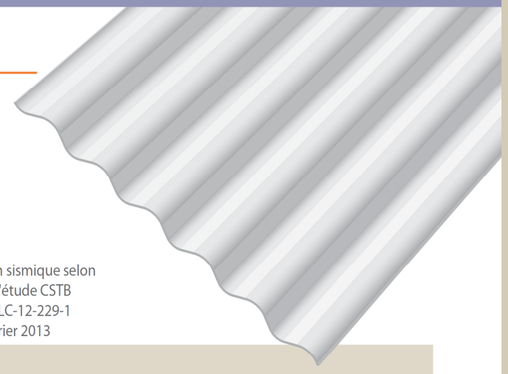
Pièces de finition et compatibilité entre les profils de la gamme Océane, nous consulter

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

Gamme Fréquence

Arval by ArcelorMittal

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 - 2ème 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



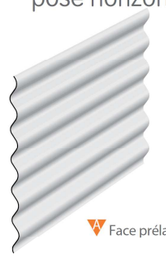
Epaisseur (mm)	0,75
Masse (kg/m²)	7,75
Longueur maximale (m)	14,00

Recouvrement



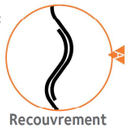
Recouvrement Hairgalbe : page 30 *(Couturage de la peau extérieure)*

pose horizontale



Epaisseur (mm)	0,75
Masse (kg/m²)	7,75
Longueur maximale conseillée (m)	9,50

Recouvrement



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

A Face prélaquée

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 Epaisseur (mm)	Portée (m)	3 appuis Epaisseur (mm)	pose verticale / pose horizontale	2 appuis Epaisseur (mm)	Portée (m)	3 appuis Epaisseur (mm)
0,75		0,75		0,75		0,75
160	2,35		Pression	160	1,60	160
119			Dépression	160		156
114	2,50	160	Pression	160	1,80	160
100		119	Dépression	160		147
91	2,75	160	Pression	160	2,00	160
84		111	Dépression	142		138
66	3,00	155	Pression	160	2,20	160
65		100	Dépression	123		130
55	3,25	125	Pression	134	2,40	160
51		86	Dépression	107		122
	3,50	101	Pression	98	2,60	160
		74	Dépression	94		116
	3,75	83	Pression	78	2,80	160
		64	Dépression	79		109
	4,00	69	Pression	66	3,00	155
		53	Dépression	65		100
	4,25	58	Pression			
		45	Dépression			
	4,50	49	Pression			
		38	Dépression			

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

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

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.