

# Les bardages et les couvertures métalliques

## SOMMAIRE

<b>1- Présentation et terminologie.</b>	<b>3</b>
<b>2- Les matériaux.</b>	<b>4</b>
a) Tôles d'acier non allié ou faiblement allié.....	4
1- Tôles avec revêtement de finition.....	4
2- Tôles avec dépôt métalliques.....	5
b) Tôles d'acier inoxydables.....	6
c) Tôles d'alliages d'aluminium.....	6
d) Epaisseurs minimales de fabrication.....	6
<b>3- Critères fonctionnels.</b>	<b>7</b>
a) Critères fonctionnels de base.....	7
1- Résistance aux sollicitations.....	7
2- Thermique.....	11
3- Acoustique.....	12
4- Sécurité incendie.....	12
5- Sécurité d'utilisation.....	13
6- Hygiène, santé, environnement.....	13
7- Etanchéité.....	13
b) Critères fonctionnels particuliers.....	15
1- Esthétisme.....	15
2- Interchangeabilité.....	15
3- Entretien.....	15
c) Critères de compatibilité technique.....	15
d) Critères réglementaires.....	15
<b>4- Règles générales de mise en oeuvre des bardages.</b>	<b>16</b>
a) Consistance des travaux.....	16
b) Réception du support.....	16
c) Tolérances de pose.....	16
d) Surfaces d'appuis des profilés secondaires.....	17
e) Stockage et manutention.....	17

<b>5- Techniques de bardage.....</b>	<b>17</b>
a) Bardages simple peau.....	17
b) Bardages double peau.....	17
1- Pose verticale (nervures verticales) .....	18
2- Pose horizontale (nervures horizontales) .....	19
3- Pose oblique (nervures obliques) .....	19
c) Bardages cassettes .....	19
d) Panneaux sandwich .....	19
e) Pièces de finition .....	20
<b>6- Les couvertures en grands éléments.....</b>	<b>21</b>
a) Toitures sèches .....	21
1- Fixations.....	21
2- Etanchéité.....	21
3- Isolation et Précautions contre la condensation.....	22
4- Ventilation.....	24
b) Evacuation des eaux pluviales : gouttières et chenaux .....	25
c) Surtoitures .....	27
<b>7- Les fixations.....</b>	<b>27</b>
a) Nature des fixations courantes.....	28
1- Vis auto-perceuses.....	28
2- Vis auto-taraudeuses.....	28
3- Tire-fonds, tiges filetées, étriers, crochets, agrafes à rabattre.....	28
4- Rivets à rupture de tige (type pop).....	29
5- Clous à percussion.....	29
6- Fixations pour isolants.....	29
b) Répartition minimale .....	29
1- Plaque nervurée sur lisse.....	29
2- Plateaux.....	30
3- Plaques nervurées sur plateaux.....	30
c) Densité minimale .....	30
1- Plaque nervurée sur lisse.....	30
2- Plaques nervurées sur plateaux.....	30
d) Couture des plaques entre elles .....	30

## 1 - Présentation et terminologie.

Le bardage est une paroi extérieure (ou intérieure) constituée d'éléments métalliques nervurés ou plans de grandes dimensions, fixés à une structure porteuse.

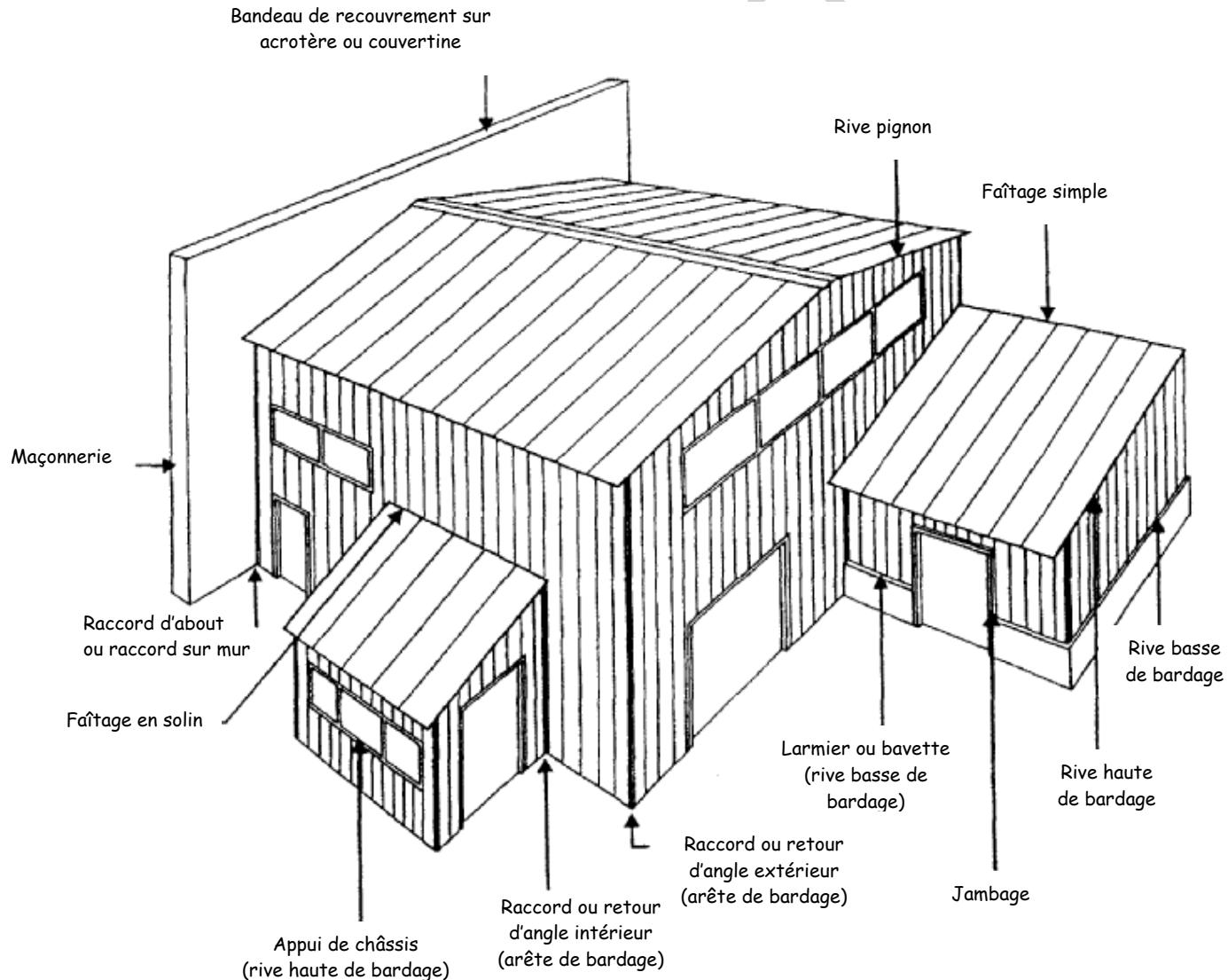
Ils sont couramment posés sur les bâtiments à vocation industrielle et sportive, et associés à des structures métalliques ou bois lamellés-collés caractérisées par des appuis souvent éloignés les uns des autres.

Les couvertures sèches sont constituées elles aussi de tôles métalliques nervurées posées sur des appuis plus ou moins éloignés (charpentes métalliques ou bois). Le terme de couverture « sèche » indique qu'elle ne reçoit aucun élément d'étanchéité rapporté sur la face extérieure.

Ces deux technologies sont très proches l'une de l'autre. Elles assurent une enveloppe légère au bâtiment ( $50 \text{ kg/m}^2$  environ) et assurent l'aspect esthétique de celui-ci.

Ni les bardages, ni les couvertures sèches ne participent à la stabilité du bâtiment.

### Terminologie



## 2- Les matériaux.

Le matériau le plus couramment utilisé est l'acier galvanisé, mais on trouve aussi des bardages en aluminium, en acier inoxydable, en cuivre ou en titane. Ils se présentent en tôles d'épaisseur comprise entre 0,5 et 2 mm.

Les profils sont généralement laminés à froid. Ils se présentent sous la forme de panneaux nervurés ou plans, d'une longueur maximale de 16 m (transport).

L'inertie des panneaux, et donc leur résistance à la flexion, est déterminée par la hauteur des nervures.

Les tôles peuvent aussi être assemblées en panneaux sandwichs. L'inertie est obtenue grâce à l'écartement des deux tôles (Huygens).

Exemple : un panneau 1+80+1 est 300 fois plus rigide que les deux seules tôles de 1 mm. Le gain peut encore être augmenté en utilisant des profils nervurés.

Du fait de leur faible épaisseur, les panneaux métalliques doivent être protégés contre les agressions des milieux extérieur et intérieur. Les expositions atmosphériques sont définies dans le DTU 40-35. Le choix du type de revêtement de protection est basé sur l'analyse des critères suivants :

Ambiances intérieures				Ambiances extérieures							
Saine W/n (g/m <sup>3</sup> )				Agressive (chimique)	Rurale non polluée	Urbaine et industrielle		Marine			Spéciale
Faible hygro	Hygro moyenne	Hygro forte	Hygro très forte			Normale	Sévère	25 à 10 km	10 à 3 km	< 3 km	Particulières
< 2,5	2,5 à 5	5 à 7,5	> 7,5			SO <sub>4</sub>				Mixte	
											Altitude > 900 m

### a) Tôles d'acier non allié ou faiblement allié.

Elles doivent être conformes aux normes NF A 36-345, NF P 34-301, NF P 34-310 ET NF EN 10214.

La faible épaisseur de ces tôles les rend particulièrement sensible à la corrosion. La protection est obtenue par galvanisation (revêtement de zinc), revêtement d'alliage aluminium/zinc et/ou par application de peintures anti-corrosives.

Dans tous les cas, éviter le contact avec le cuivre et l'acier nu.

#### 1- Tôles avec revêtement de finition.

Les tôles sont galvanisées avant application des revêtements organiques.

Les finitions d'aspect sont obtenues par l'application d'une laque ou d'un revêtement plastique (PVC type Plastisol).

Le choix de la nature et de l'épaisseur du revêtement est réalisé en fonction de l'environnement.

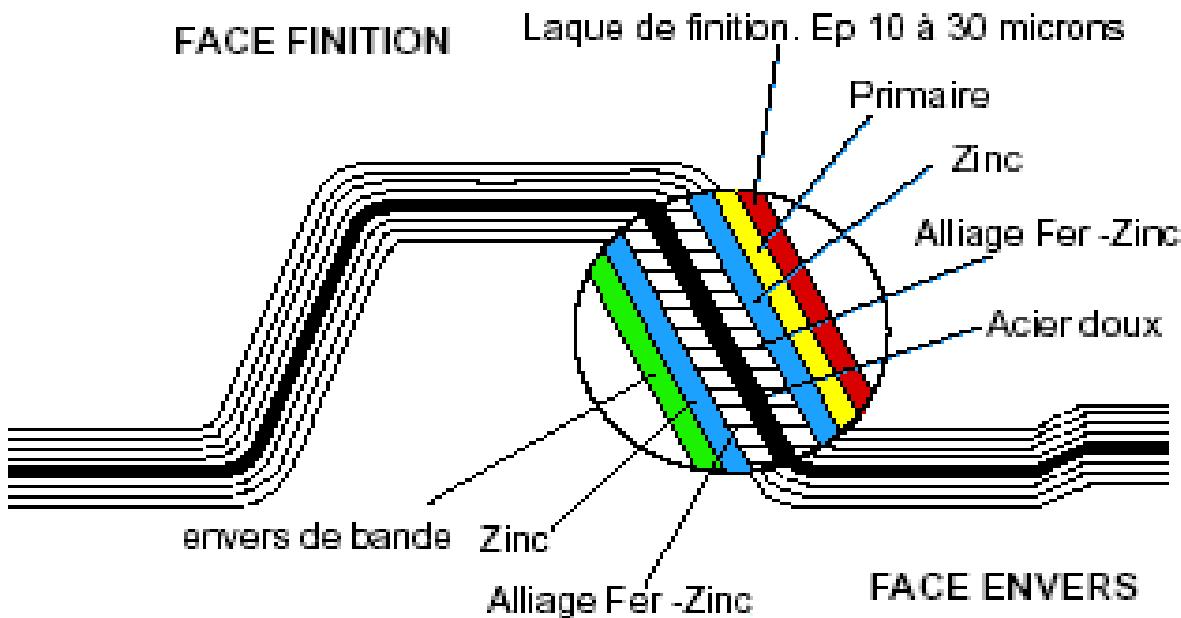
De plus, les revêtements doivent supporter le pliage et l'ensemble des tests de la norme P 34-301.

Les tôles et bandes d'acier galvanisées sont ainsi classées en catégories croissantes de I à VI selon leurs performances.

Système de revêtement		Catégories possibles
Galvanisation	Revêtement organique (µm)	
Z100	Envers de bande 5 à 7	I
	Polyester 10 à 20	I et II
Z225 ou ZA 200	Envers de bande 5 à 12	I et II
	Polyester 25	I à III
Al 195	Polyester 35	III et IV
	PVDF 25	III à V
	PVDF 35	IV à VI
	PVDF 45 à 60	V et VI
	PVC 100 à 200	IV et V
	PVC UVR 100 à 200	IV à VI

Le tableau ci-contre donne, à titre informatif des indications sur les catégories auxquelles sont susceptibles d'appartenir les systèmes de revêtement les plus couramment utilisés

D'autre revêtement particuliers utilisés ( primaire soudable, à base de pigments autre que zinc, polyuréthane) ou en cours d'études ne sont pas dans le tableau. Leur emploi sera lié au niveau de leurs performances.



Le tableau suivant donne les recommandations pour le choix de la catégorie minimale de tôles et bandes prélaquées à employer en fonction de l'ambiance ou de l'atmosphère, pour les applications en couvertures et en bardage. Elles peuvent s'appliquer en l'absence d'indications particulières dans les documents du marché.

Ambiances intérieures				Ambiances extérieures									
Saine W/n (g/m³)				Agressive (chimique)	Rurale non polluée	Urbaine et industrielle		Marine				Spéciale	
Faible hygro	Hygro moy	Hygro forte	T F Hygro		Normal e	Sévère	25 à 10 km	10 à 3 km	< 3 km	Mixte	Forts UV	Part.	
I	II	IV	Cf note 1	Cf note 1	III	III	Cf note 1	III	IV	V	Cf note 1	Cf note 2	Cf note 2

Note 1 : cas pour lequel l'appréciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord du fabricant.

Note 2 : il y a lieu de choisir comme catégorie minimale la catégorie immédiatement supérieure à celle recommandée pour l'atmosphère correspondant au site.

## 2- Tôles avec dépôt métalliques.

Le choix de la catégorie de produits avec revêtement métallique est donné dans le tableau suivant en fonction de l'atmosphère et de l'ambiance.

Cas 1 : simple peau et peau extérieure des double peau

Cas 2 : peau intérieure des double peau

	Ambiances intérieures				Ambiances extérieures								Spéciale	
	Désignation du revêtement métallique		Saine W/n (g/m³)		Agressive (chimique)	Rurale non polluée	Urbaine et industrielle		Marine					
			Faible hygro	Hygro moy			Normale	Sévère	25 à 10 km	10 à 3 km	< 3 km	Mixte		
Cas 1	AL 230	Z A 255	Z 350	x	x	o	x	o	-	o-	-	-	o	
			Z 450	x	x	o	x	x	o	x	o	o	o	
Cas 2		Z A 130	Z 180	x	o	-							Sans objet	
	AL 195	Z A 200	Z 275	x	x	o								

x revêtement adapté

- revêtement non adapté

o cas pour lequel l'appréciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord du fabricant.

## b) Tôles d'acier inoxydables.

Elles doivent être conformes aux normes NF A 35-572 et NF A 35-573.

Il existe plusieurs qualité d'acier inoxydable :

- Z8 C17 : inox ferritique à 17% de chrome,
- Z7 CN 18.09 : inox austénitique à 18% de chrome et 9% de nickel,
- Z3 CND17.11.02 : inox austénitique à 17% de chrome, 11% de nickel et 2% de molybdène.

Ce type d'acier ne reçoit ni protection, ni revêtement de finition. Attention toutefois aux ambiances industrielles, certains polluant peuvent « piquer » l'inox.

Nuances	Ambiances intérieures			Ambiances extérieures						Marine	Mixte	Spéciale			
	Saine W/n (g/m <sup>3</sup> )		Aggressiv e (chimiqu e)	Rurale non polluée	Urbaine		Industrielle								
	Faible hygro moy	Hygro moy			Normale	Sévère	Normale	Sévère							
Z8 C17	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-			
Z8 CN 18.09	x	x	o	x	x	o	x	-	-	-	-	o			
Z3 CND 17.11.02	x	x	x	x	x	x	x	o	x	o	o	o			

x revêtement adapté

- revêtement non adapté

o cas pour lequel l'appreciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord du fabricant

Les bardages en acier inoxydables sont généralement considérés comme le haut de la gamme.

## c) Tôles d'alliages d'aluminium.

Elles doivent être conformes aux normes NF A 50-751 et NF P 34-411.

Le choix de la catégorie de produits avec revêtement métallique est donné dans le tableau suivant en fonction de l'atmosphère et de l'ambiance.

	Revêtement de finition de la face exposée	Ambiances intérieures			Ambiances extérieures								Spéciale
		Saine W/n (g/m <sup>3</sup> )		Aggressive (chimique)	Rurale non pollué	Urbaine et industrielle			Marine				
		Faible hygro moy	Hygro moy			Normale	Sévère	25 à 10 km	10 à 3 km	< 3 km	Mixte		
	Aluminium nu anodisé	x	x	o	x	x	o	x	x	x	o	o	o
Aluminium prélaqué	Thermoudorçissable (polyester)s	x	x	o	x <sup>(#)</sup>	x	o	x <sup>(#)</sup>	x <sup>(#)</sup>	x <sup>(#)</sup>	o	o	o
	Thermoplastiques (PVDF)	x	x	o	x	x	o	x	x	x	o	o	o

x revêtement adapté

o cas pour lequel l'appreciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord du fabricant

x<sup>(#)</sup> la conservation de l'aspect peut nécessiter une remise en peinture

## d) Epaisseurs minimales de fabrication.

Destination de l'élément	Simple peau	Double peau			
		Peau extérieure	Peau intérieure		
			Ne supportant pas la peau extérieure		Supportant la peau extérieure
Tôle d'acier revêtu <sup>(#)</sup>	63/100	63/100	63/100		75/100
Tôle d'acier inoxydable	63/100	50/100	50/100		Cas non envisagé dans les règles
Tôle d'alliage d'aluminium	63/100	60/100	60/100		

(#) La tôle d'acier revêtue peut être galvanisée, galvanisée prélaquée, galvanisée plastifiée.

### 3- Critères fonctionnels.

#### a) Critères fonctionnels de base.

##### 1- Résistance aux sollicitations.

###### Mécanique

Les façades doivent résister à l'action du vent et les couvertures à l'action de la neige (Règles NV 65 + additif 2000).

Extrait du DTU P 06-002 - AVRIL 2000  
Règles NV 65

France métropolitaine : carte des zones de vent

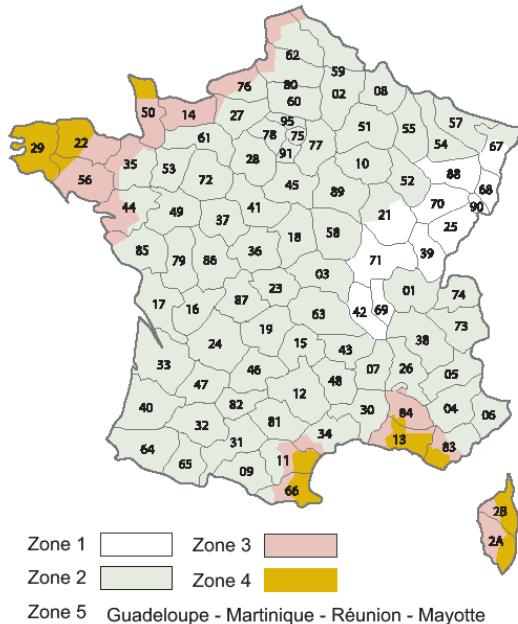
###### Valeurs

	Pression dynamique de base normale (daN/m <sup>2</sup> )	Pression dynamique de base extrême (daN/m <sup>2</sup> )
Zone 1	50	87,5
Zone 2	60	105,0
Zone 3	75	131,0
Zone 4	90	157,5
Zone 5	120	210,0

###### Effet de site

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5
Site protégé	0,80	0,80	0,80	0,80	*
Site normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Site exposé	1,35	1,30	1,25	1,20	1,20

\* La notion de site protégé n'est pas prise en compte dans cette zone



###### Pour les couvertures :

Les pressions dynamiques correspondent à des sites normaux ; seuls les sites exposés sont soumis à majoration (1,35 ; 1,30 ; 1,25) en fonction des zones (I, II, III).

Les bâtiments considérés ont des élancements inférieurs ou égaux à 2,5

En rive de couverture, une majoration de 50 % du coefficient en partie courante affecte le quart de la longueur du bâtiment sur chaque rive de pignon. Étant donné cette importante surface, il n'est retenu qu'un seul coefficient d'action extérieure affectant toute la surface et incluant cette majoration et de fait :  $c_e = -0,75$

Compte tenu des actions intérieures, les coefficients globaux maximaux sont :

- bâtiments fermés (perméabilité  $\mu \leq 5\%$ ) :  $c = -1,05$
- bâtiments ouverts (perméabilité  $\mu \geq 35\%$ ) :  $c = -1,55$

Type de bâtiment	Hauteur (m)	Zones (vent)					
		I		II		III	
		Site		Site		Site	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
Bâtiments fermés	≤ 10	48	66	68	88	87	109
	≤ 15	53	72	74	97	96	120
	≤ 20	57	77	80	104	103	129
Bâtiments ouverts	≤ 10	71	96	100	130	128	160
	≤ 15	78	106	110	143	141	176
	≤ 20	85	114	119	154	152	191

1 daN/m<sup>2</sup> = 10 N/m<sup>2</sup> = 10 Pa.

#### Pour les bardages :

Les valeurs présentées dans les tableaux ci dessous ne s'appliquent pas aux bâtiments dont l'élancement (longueur/largeur) est supérieur à 2,5, ni aux bâtiments de hauteur supérieure à 20 m.

Pour déterminer ou vérifier la portée des plateaux de bardages double peau, il n'est pas retenu de dépressions majorées dans les angles compte tenu du comportement en plaque de ce bardage à trame croisée.

**Pressions et dépressions en daN/m<sup>2</sup>** à prendre en compte pour le choix des PLATEAUX DE BARDAGE et de leurs fixations ( $\gamma_0$  pris égal à 1)

Types de bâtiment	Hauteur du bâtiment	Actions résultantes	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
			Site		Site		Site		Site	
			Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé
Bâtiments fermés	≤ 10 m	Pression	48	65	58	75	72	90	86	104
		Dépression	35	47	42	54	53	65	63	75
	≤ 15 m	Pression	53	71	64	83	80	99	95	114
		Dépression	38	52	47	60	58	72	69	83
	≤ 20 m	Pression	57	76	68	89	85	106	102	122
		Dépression	42	56	50	65	63	78	75	90
Bâtiments ouverts	≤ 10 m	Pression	57	76	68	89	85	106	102	122
		Dépression	57	76	68	89	85	106	102	122
	≤ 15 m	Pression	62	84	75	97	94	117	112	135
		Dépression	62	84	75	97	94	117	112	135
	≤ 20 m	Pression	68	90	81	105	101	126	121	145
		Dépression	68	90	81	105	101	126	121	145

Sur les peaux extérieures, les actions locales sur les rives verticales s'appliquent sur une largeur égale au 1/10<sup>ème</sup> de la plus petite des deux dimensions horizontales de la façade formant l'arête.

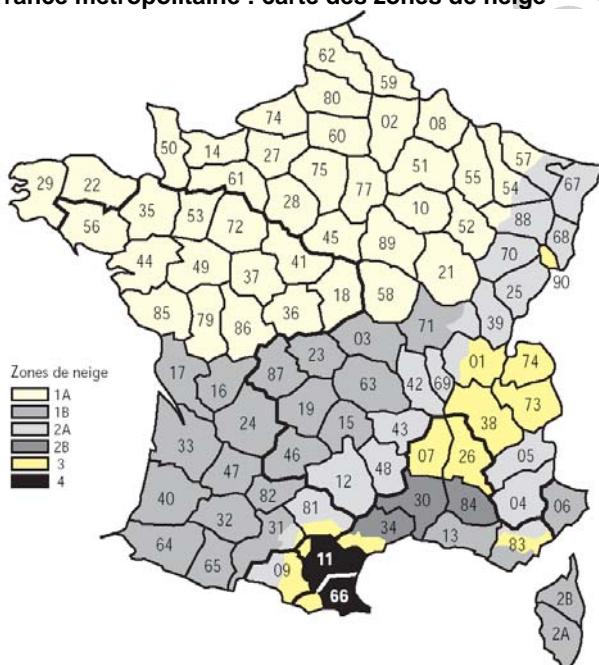
**Pressions et dépressions en daN/m<sup>2</sup> à prendre en compte pour le choix des BARDAGES DOUBLE - PEAU et de leurs FIXATIONS**

Types de bâtiment	Hauteur du bâtiment	Actions résultantes	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
			Site		Site		Site		Site	
			Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé
<b>Bâtiments fermés et ouverts</b>	$\leq 10 \text{ m}$	Pression	51	69	61	79	76	95	92	110
		Dépression	37	50	45	58	56	69	67	80
	$\leq 15 \text{ m}$	Parties courantes	60	81	72	94	90	113	108	130
		Arêtes verticales	56	76	67	87	84	105	101	121
	$\leq 20 \text{ m}$	Pression	41	55	49	64	61	76	73	88
		Dépression	66	89	79	103	99	124	118	142
	$\leq 20 \text{ m}$	Parties courantes	44	59	54	69	65	83	79	95
		Arêtes verticales	72	97	86	111	107	134	129	154

**Pressions et dépressions en daN/m<sup>2</sup> à prendre en compte pour le choix des BARDAGES SIMPLE - PEAU et de leurs FIXATIONS**

Types de bâtiment	Hauteur du bâtiment	Actions résultantes	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
			Site		Site		Site		Site	
			Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé	Normal	Exposé
<b>Bâtiments fermés</b>	$\leq 10 \text{ m}$	Pression	51	68	61	79	76	95	91	110
		Dépression	37	50	45	58	55	70	66	80
	$\leq 15 \text{ m}$	Parties courantes	60	81	72	94	90	113	108	130
		Arêtes verticales	56	76	67	87	84	105	100	120
	$\leq 20 \text{ m}$	Pression	40	55	49	64	61	76	73	88
		Dépression	66	89	79	103	99	124	118	142
<b>Bâtiments ouverts</b>	$\leq 10 \text{ m}$	Pression	44	59	54	69	65	83	79	95
		Arêtes verticales	71	96	86	111	107	134	128	154
	$\leq 15 \text{ m}$	Pression	60	81	72	94	90	113	108	130
		Dépression	60	81	72	94	90	113	108	130
	$\leq 20 \text{ m}$	Parties courantes	83	112	100	130	125	155	149	179
		Arêtes verticales	66	89	79	103	99	124	118	142

**France métropolitaine : carte des zones de neige**



**Zones dont l'altitude est inférieure à 200 m.**

CHARGE DE NEIGE	Zone					
	1 A	1 B	2 A	2 B	3	4
Sur le sol So min. (kN/m <sup>2</sup> )	0,45	0,45	0,55	0,55	0,65	0,90
Charge accidentelle Soa (kN/m <sup>2</sup> )	-	1,00	1,00	1,35	1,35	1,80

**Zones dont l'altitude est supérieure à 200 m.**

La valeur de So est déterminée par les lois de variations suivantes :

- 200 m. < h ≤ 500 m.

$$So = So \text{ min.} + \frac{(0,15 h - 30)}{100}$$

- 500 m. < h ≤ 1000 m.

$$So = So \text{ min.} + \frac{(0,3 h - 105)}{100}$$

- 1000 m. < h ≤ 2000 m.

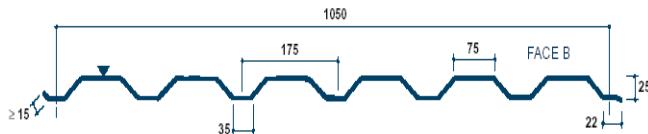
$$So = So \text{ min.} + \frac{(0,45 h - 255)}{100}$$

Elles doivent de plus présenter une bonne résistance aux chocs dans certains cas d'utilisation normale.

- les contraintes doivent être inférieures aux limites élastiques (acier : 240 MPa, alu : 170 MPa).
- les flèches doivent être inférieures au 1/200<sup>ème</sup> de la portée.

Dans la pratique, ces vérifications sont réalisées par le fabricant dans le cadre de l'annexe G du DTU 40.35. Elles se traduisent par des abaques où, pour chaque type de plaque, les charges sont données en fonction de l'espacement et du nombre d'appuis par plaque, le poids propre est déjà intégré aux abaques.

Exemple : plaque de bardage vertical HACIERBA 6.175.25 B



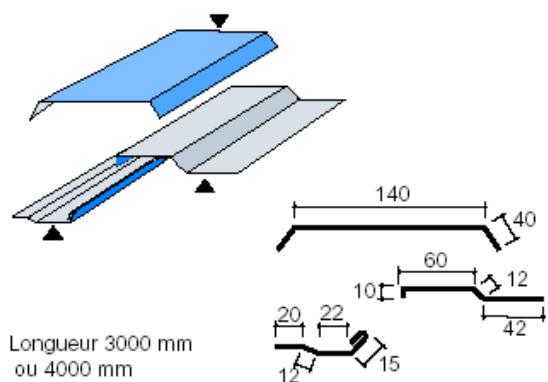
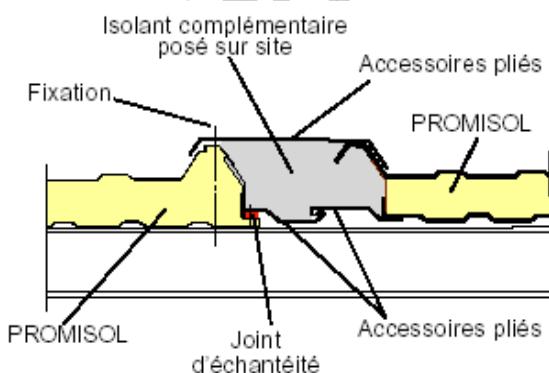
Portée (m)	Charge normale en daN/m <sup>2</sup>									
	en travée simple					en travée double				
	0,63	0,75	0,88	1,00	1,25	0,63	0,75	0,88	1,00	1,25
Pression	158	189								
Dépression	1,60	135	161							
Pression	118	141	165	187						
Dépression	1,80	103	123	144	164					
Pression	91	108	127	144		175				
Dépression	2,00	80	95	112	127		160			
Pression	71	85	99	113			141	168		
Dépression	2,20	64	76	89	101		128	152		
Pression	57	68	80	91			115	137	161	
Dépression	2,40	52	61	72	82		104	124	145	
Pression	47	56	65	74			94	111	131	148
Dépression	2,60	43	51	59	68		83	99	116	132
Pression		45	54	62			73	87	102	116
Dépression	2,80		43	50	57		67	80	93	106
Pression	3,00			46	52		58	69	81	92
Dépression				42	48		55	65	76	87
Pression	3,20						46	55	65	74
Dépression							45	54	63	72
Pression	3,40							45	59	60
Dépression								45	53	60
Pression	3,60									49
Dépression										49
Pression	3,80									
Dépression										

### Durabilité.

Il s'agit principalement de la tenue à la corrosion comme vu précédemment.

### Dilatation.

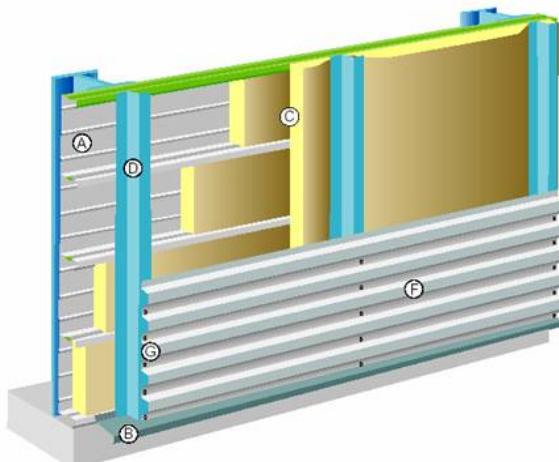
Le bardage et la couverture doivent suivre la dilatation du gros œuvre. Il est donc nécessaire de prévoir des joints de dilatation.



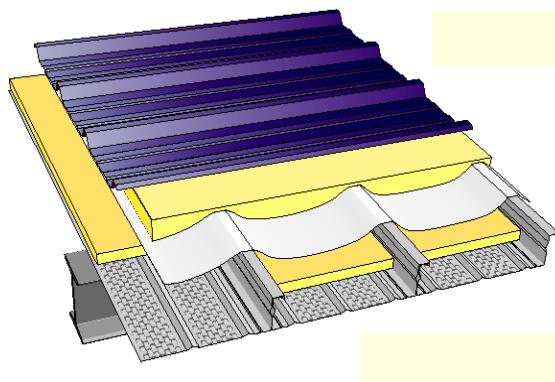
## 2- Thermique.

Les conductivités thermiques de l'acier (52 W/m.K) et de l'aluminium (230 W/m.K) sont très importantes. Aussi, l'isolation thermique d'une ambiance intérieure ne peut être obtenue que par l'adjonction d'un isolant dans (ou sous) la paroi. Celui-ci doit être maintenu et protégé, ce qui implique de le positionner entre deux plaques (bardages et couvertures double peau) ou sous la tôle de couverture sèche :

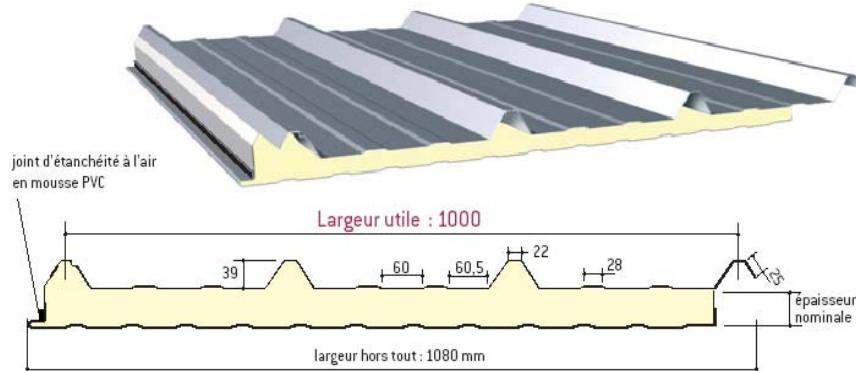
- bardage double peau ou couverture double peau



Isolant : laine minérale  $0,035 \leq \lambda \leq 0,055$   
présenté en panneau ou en rouleau.



- panneau sandwich



Isolants de synthèse  
(polyuréthane, Polystyrène)  
sous forme de mousse injectée  
à la fabrication ou laine de  
roche :  $0,03 \leq \lambda \leq 0,05$ .

## Hygrométrie.

Les panneaux pleins sont des pare vapeurs naturels, les problèmes pouvant se poser au niveau des fixations. Dans le cas d'ambiances intérieures à faible ou moyenne hygrométrie, il n'est pas nécessaire de prévoir de précautions particulières.

Pour des hygrométries plus élevées, la présence et la position d'un pare vapeur doivent être étudiées et justifiées par une note de calcul.

Pour les plateaux perforés, un pare vapeur doit être placé entre l'isolant acoustique et l'isolant thermique. Pour éviter les condensations, l'isolation thermique du complexe acoustique doit être inférieure au tiers de l'isolation totale (une note de calcul est conseillée).

Les problèmes d'hygrométrie spécifiques aux couvertures sèches sont traités au chapitre 6-a-4.

### 3- Acoustique.

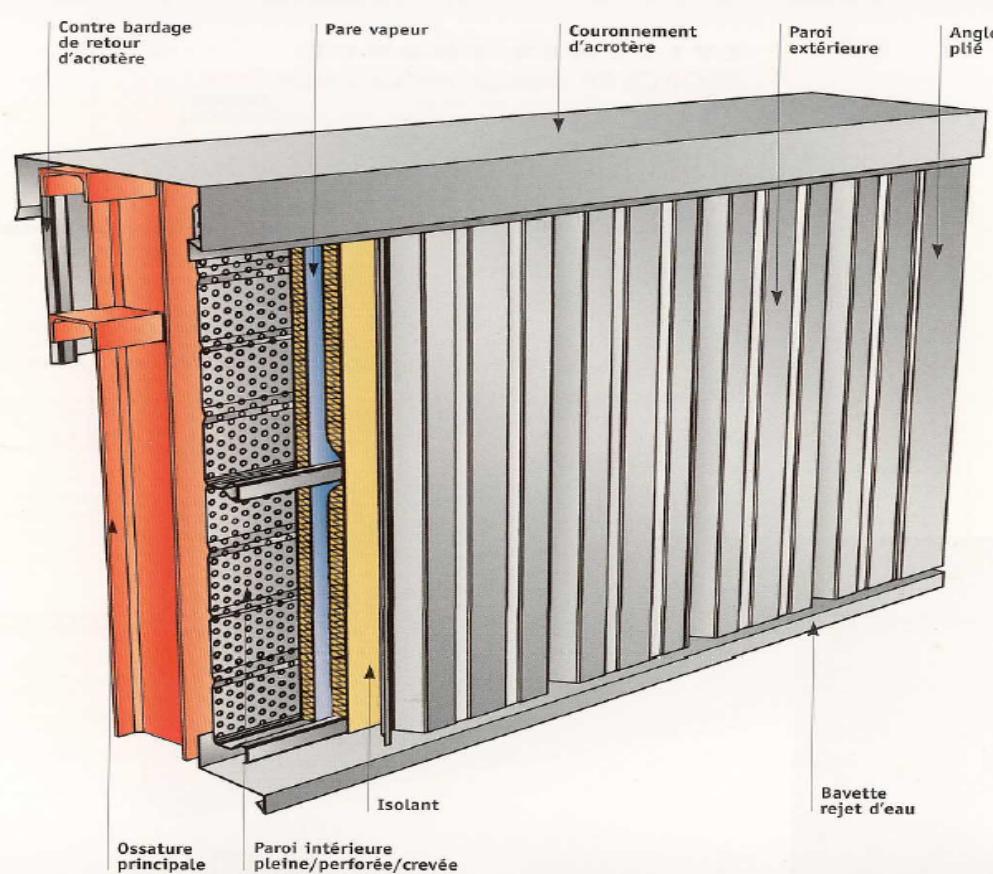
On distingue ici l'isolation acoustique entre deux ambiances et la correction acoustique dans le local.

De part la nature légère et composite des parois, l'isolation est obtenu par l'effet masse-ressort-masse. Les meilleures performances seront obtenues avec des panneaux de plus forte épaisseur combinés à un isolant très absorbant (laine minérale) :

- bardages double peau et couvertures sèches :  $30 \text{ dB} < \text{Rw} < 50 \text{ dB}$
- panneaux sandwichs :  $\text{Rw} < 30 \text{ dB}$  en général.

La correction acoustique est apportée par un traitement de surface de la peau intérieure (plage perforée) associée à un isolant phonique (en général de la laine de roche) plaqué contre le plateau. Selon les produits, on obtient des valeurs de coefficient de Sabine moyen  $\alpha_{\text{moyen}}$  compris entre 0,5 et 0,9, ce qui diminue très sensiblement le temps de réverbération du local.

La présence d'un pare vapeur est alors obligatoire et sa position (derrière l'isolant acoustique) doit être validée par une note de calcul.



### 4- Sécurité incendie.

Les façades et les couvertures doivent répondre aux exigences des règles contre l'incendie.

Pour les façades, ces contraintes dépendent de la destination de l'ouvrage et du type et de l'éloignement des constructions voisines (degré PF ou CF).

De plus, la combustibilité des éléments de façade doit être au maximum M3.

Dans le cas de façades filant sur plusieurs niveaux, l'isolation contre les flammes et les fumées doit être étudiée au droit des nez de plancher.

Il existe un classement des bardages industriels fait par l'Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurance contre l'Incendie et les Risques Divers (APSAIRD, édition 1987).

## 5- Sécurité d'utilisation.

On rapproche ce critère de la sécurité de mise en œuvre à appliquer sur chantier : rédaction d'un PPSPS, choix des éléments de protection collectives (filets en sous face des couvertures, échafaudages, ...), moyens de levage (attention au vent !), systèmes de fixations et conditions de stockage.

La mise à la terre (électrique) des façades est parfois (rarement) demandée.

## 6- Hygiène, santé, environnement.

Il s'agit principalement de la gestion des chutes des produits mis en œuvre, des déchets issus du conditionnement et ceux provenant de l'entretien et du nettoyage des façades.

Toutes ces conditions doivent être prises en compte dans l'établissement du prix de vente.

## 7- Etanchéité.

Toutes les façades et les couvertures doivent assurer l'étanchéité à l'eau. Seuls les systèmes isolés (double peau par exemple) doivent aussi assurer l'étanchéité à l'air.

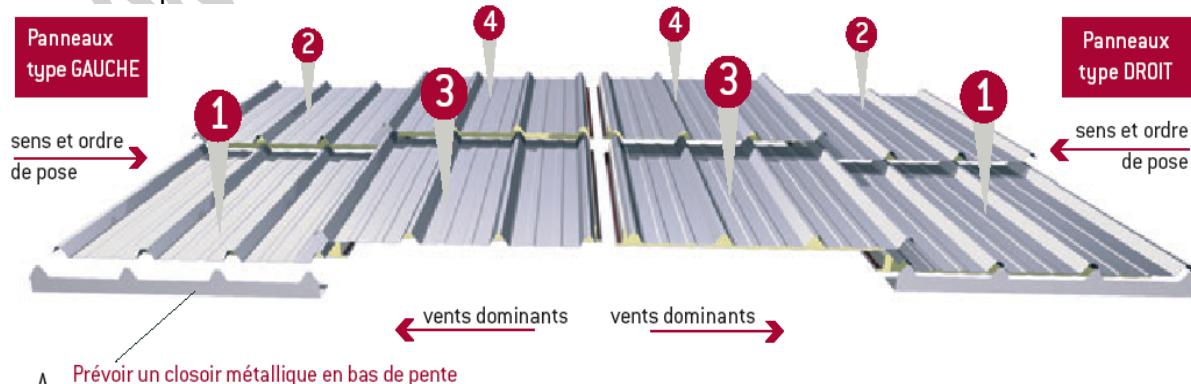
### **Etanchéité à l'eau.**

Elle est assurée par le recouvrement des éléments de la peau extérieure. Ils doivent être opposés aux vents dominants et au sens d'écoulement des eaux. L'ordre de pose des plaques extérieures est donc imposé par ces considérations.

- Ordre de pose peau extérieure de bardage.

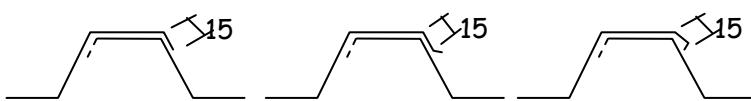


- Ordre de pose couverture sèche.

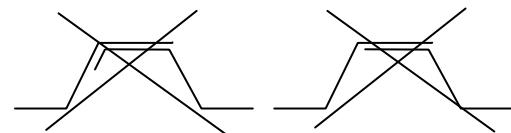


En recouvrement latéral :

- retour de 15 mm de nervure emboîtante dans le sens opposé au vent dominant
- les nervures principales peuvent être rentrantes ou saillantes



Retour de nervures femelles courantes, extérieures ou intérieures admis



Retours de nervures femelles réduits ou absents non admis

#### En recouvrement transversal :

- pour les bardages : superposition des extrémités de 70 mm minimum en pose verticale, 100mm en pose horizontales, les fixations doivent être étanchées.

- pour les couvertures sèches :

\* la pente minimale est comprise entre 5% et 15% minimum selon les conditions (voir tableau ci-dessous)

Configuration de la couverture	Hauteur des nervures (mm)	Zone et situation climatique (H étant l'altitude en mètres)						Toutes situations	
		Zone I		Zone II		Zone III			
		Situation protégée	normale	exposée	protégée	normale	exposée		
Simultanément : -pas de pénétrations - pas de plaques PRV translucides - plaques nervurées de longueur égale à celle du rampant	$h \geq 35$	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
	$h < 35$	7%	7%	7%	7%	7%	7%	15%	
Autres cas	$h \geq 35$	7%	7%	10% <sup>(#)</sup>	7%	10% <sup>(#)</sup>	10% <sup>(#)</sup>	$H \leq 500m : 10\%^{(##)}$ $500 < H \leq 900m : 15\%^{(##)}$	
	$h < 35$	10% <sup>(#)</sup>	10% <sup>(#)</sup>	15% <sup>(#)</sup>	10% <sup>(#)</sup>	15% <sup>(#)</sup>	15% <sup>(#)</sup>	10% <sup>(#)</sup>	

(#) Lorsque la couverture ne comprend pas de plaques nervurées PVR tout en présentant des pénétrations ou des joints transversaux de plaques nervurées, la pente minimale peut être ramenée à 7% en utilisant des compléments d'étanchéité.

Zone I : Tout l'intérieur du pays situé à une altitude inférieure à 200m.

Zone II : Côte atlantique sur 20 km de profondeur de Lorient à la frontière espagnole ; transition de 20 km environ entre la zone I et la zone III pour les côtes de la Manche, de la Bretagne et de la mer du Nord ; altitudes comprises entre 200 et 500m.

Zone III : côtes de la Manche, de la Bretagne et de la mer du Nord sur une profondeur de 20 km ; Val du Rhône jusqu'à la pointe des trois départements Isère, Drôme, Ardèche ; altitudes supérieures à 500m.

En cas d'incertitude, les Documents Particuliers du Marché doivent préciser la zone.

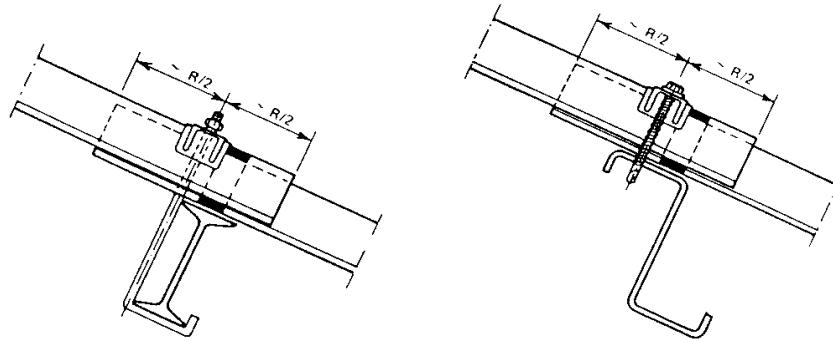
\* les nervures sont posées parallèles à la ligne de plus grande

\* les longueurs de recouvrement sans complément d'étanchéité sont données en mm dans le tableau suivant



Pentes P (%)	Zones climatiques		
	ZONE I ZONE II	ZONE III	
$7 \leq p < 10$	300	Cas non prévu par ce document	
$10 \leq p < 15$	200	300	
$p \geq 15$	150	200	

\* les longueurs de recouvrement avec complément d'étanchéité sont comprises entre 150 et 200mm, celui-ci étant posé aussi près que possible des fixations



### b) Critères fonctionnels particuliers.

#### 1- Esthétisme.

Déterminant dans le choix des éléments, il est imposé par l'architecte :

- sens, présence et formes des nervures,
- trame,
- fixations apparentes ou non...

Le bardeur/couvreur a la tâche de vérifier les compatibilités techniques des produits et d'adapter sa mise en œuvre aux exigences liées au site et à l'ouvrage (vent, hauteurs,...).

#### 2- Interchangeabilité.

Certains éléments de bardage sont situés dans des zones à risque vis à vis des chocs. Il peut alors être exigé que le remplacement se fasse en évitant le démontage d'éléments non endommagés. Cette contrainte ne peut concerner que les peaux extérieures et les panneaux sandwich.

#### 3- Entretien.

L'entretien des peaux extérieures doit être réalisé tous les deux ans. Il s'agit du nettoyage, de la vérification de la bonne tenue des fixations, des réparations dues au vieillissement du revêtement de protection.

### c) Critères de compatibilité technique.

Il, n'existe pas d'incompatibilité réelle entre les techniques utilisées pour les couvertures et les bardages, en dehors des risques de contact entre le tôles et de l'acier nu ou le cuivre.

Néanmoins, il convient d'être attentif aux exigences concernant les appuis des tôles pour en informer les autres corps d'état,

La gestion des interfaces (support, menuiseries, angles, pénétrations,...) doit faire l'objet d'une étude approfondie afin d'assurer la continuité des fonctions du bardage et de la couverture sèche.

### d) Critères réglementaires.

Les produits doivent être conformes aux normes déjà citées.

Les couvertures sèches sont soumises aux DTU 40.35 (acier) et 40.36 (aluminium).

Les bardages sont soumis aux Règles Professionnelles pour la Fabrication et la Mise en Oeuvre de Bardages Métalliques (janvier 1981 2<sup>ème</sup> édition).

Les produits de bardage et de couverture sont sous Avis Technique, il est nécessaire de respecter les instructions des fabricants quant à la mise en œuvre, le stockage et l'entretien.

## 4- Règles générales de mise en oeuvre des bardages.

### a) Consistance des travaux.

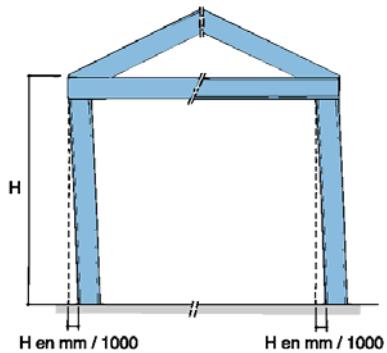
Les travaux à la charge du bardeur sont, au minimum :

- études
- dessins d'exécution, détails des ouvrages et calepinage
- fourniture et pose des ossatures secondaires d'appui
- fourniture et pose des bardages et leurs fixations
- fourniture et pose des dispositifs de liaison

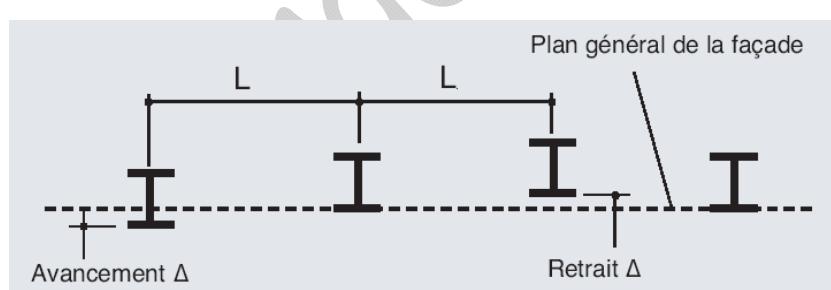
### b) Réception du support.

Les conditions de pose dépendent de l'état du gros oeuvre. Il est indispensable de réceptionner les supports :

- verticalité : faux aplomb limité à 15mm sur la hauteur du bâtiment avec un maximum de 1mm/ml de charpente



- entraxes (2 cm de tolérance)
- retrait et avancement limité à au 1/750<sup>ème</sup> de l'entraxe de la structure porteuse avec un maximum de 8mm



Les défauts du gros oeuvre n'ont pas à être rattrapés par le bardage.

### c) Tolérances de pose.

Elles sont synthétisées dans le tableau suivant :

	Verticalité des ondes (peau extérieure ne partie courante)	Largeur maximale des joints horizontaux	En angle, tolérance de parallélisme entre le couvre-joint et la dernière onde (peau extérieure)	Alignement horizontal des éléments par rapport à la peau théorique de la façade
Bardage double peau	± 15 mm par rapport à la verticale sur 10m de hauteur	± 5 mm vue de l'intérieur	± 10 mm pour 10m	
Bardage simple peau Bardage rapporté	± 15 mm par rapport à la verticale sur 10m de hauteur		± 10 mm pour 10m	
En barrette				± 10 mm par rapport à la ligne idéale sur 10m
Couronnement d'acrotères				± 10 mm par rapport à la ligne idéale sur 10m

#### d) Surfaces d'appuis des profilés secondaires.

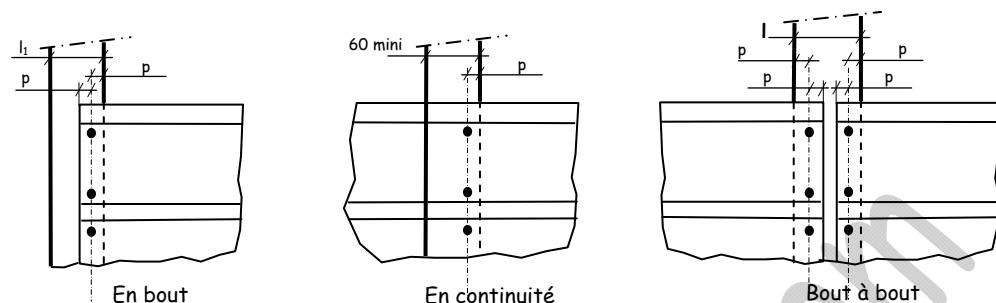
La surface minimale d'appui des profilés secondaires, que ce soit en simple ou double peau, doit permettre un assemblage plan avec les plateaux ou la peau extérieure.

Cette surface varie suivant la nature du support.

Largeurs d'appui minimales :

Supports acier  
 $l_1 = 40 \text{ mm}$  ;  $l_2 = 70 \text{ mm}$

Autres supports  
 $l_1 = 60 \text{ mm}$  ;  $l_2 = 80 \text{ mm}$



L'épaisseur des appuis est l'objet d'une étude mécanique (dimensionnement en contrainte et déformation).

L'épaisseur d'un appui en acier (IPE, HEA, UPN, ...) est au minimum de 1,5 mm et 2,5 mm pour l'assemblage des plateaux. Stockage et manutention.

Les panneaux doivent être stockés sous abris.

Les opérations de manutention ne doivent pas occasionner de déformations.

Les panneaux étant de grande surface, ils présentent une bonne prise au vent. Leur manipulation peut donc s'avérer dangereuse, d'autant que la réglementation à ce sujet n'impose pas de limite précise. Ceci est une source de conflits potentielles entre le poseur et le maître d'œuvre qui veut voir les travaux avancer au plus vite en évitant les pertes pour intempéries..

### 5- Techniques de bardage.

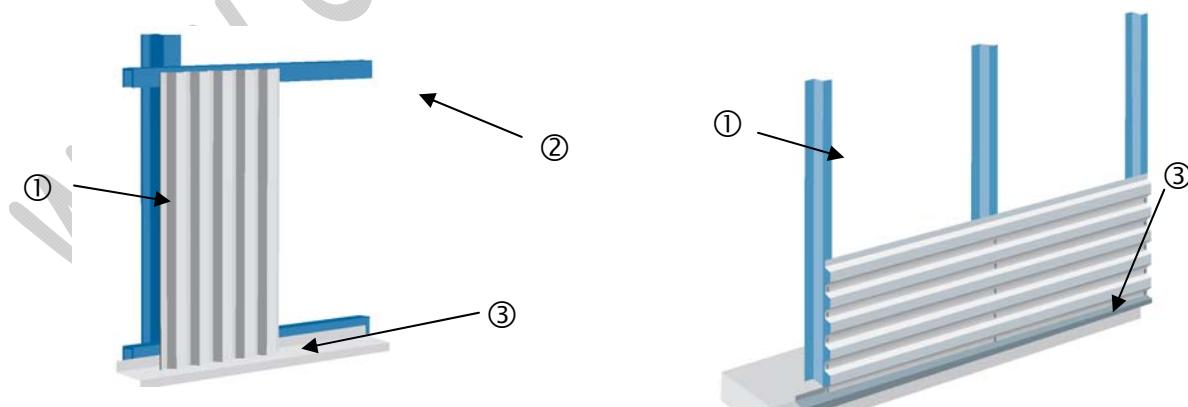
On distingue principalement trois types de bardages :

- les bardages simple peau
- les bardages double peau composites
- les bardages double peau monoblocs (panneaux sandwich)

#### a) Bardages simple peau.

Les fonctions d'étanchéité à l'air, d'isolations thermique ou acoustique n'intéressent pas les bardages simple peau. Ils sont constitués :

- ① d'une ossature porteuse (poteau HEA, IPE, bois...)
- ② d'une ossature secondaire ou grille, composée de lisses horizontales dans le cas de pose verticale
- ③ d'une peau (parement extérieur) généralement nervurée



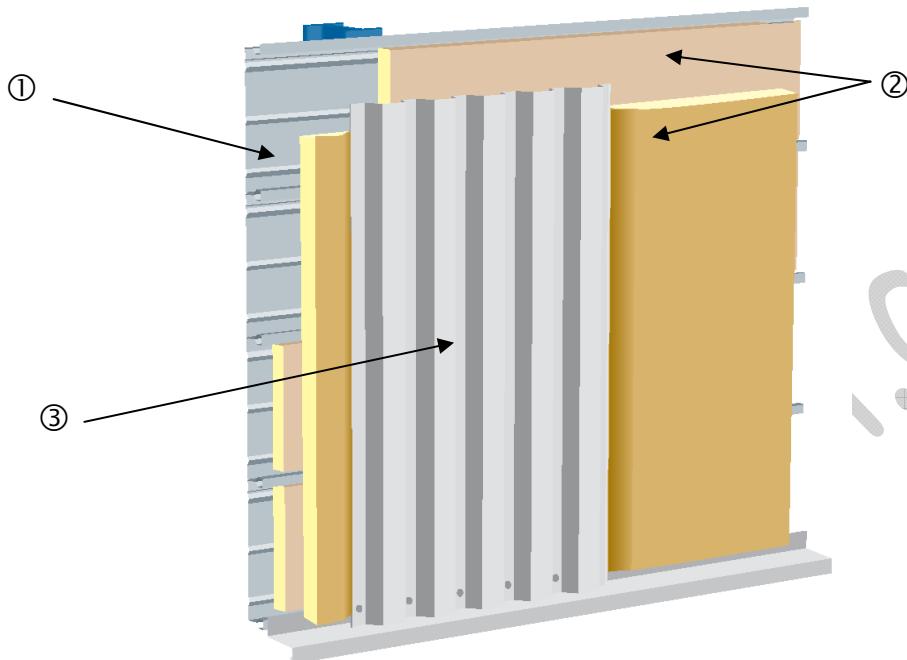
#### b) Bardages double peau.

Il s'agit de bardages composés de deux peaux indépendantes. Toutes les fonctions doivent être assurées. Les systèmes constructifs dépendent de l'orientation des nervures (sens de flexion des panneaux).

## 1- Pose verticale (nervures verticales).

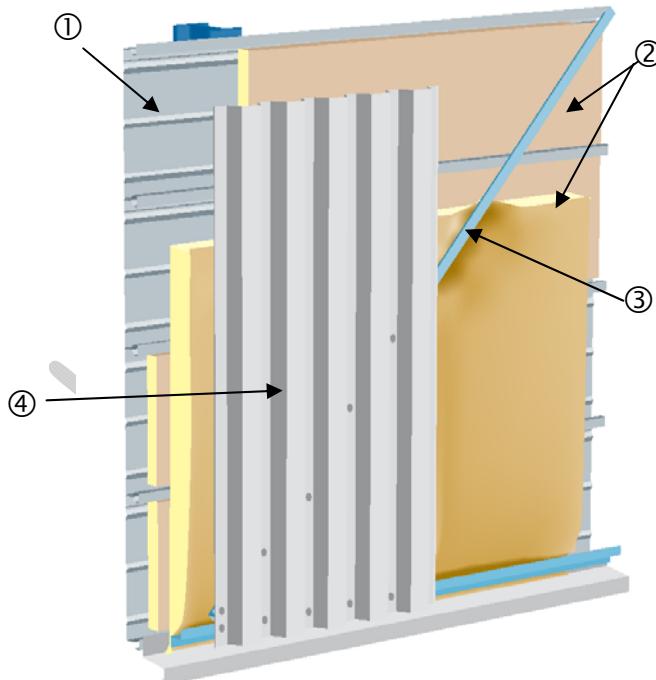
Les bardages verticaux traditionnels sont composés de :

- ① plateaux directement fixés sur poteaux de structure (espacement 6m en général)
- ② isolants thermique et acoustique éventuel
- ③ peau (parement extérieur) généralement nervurée



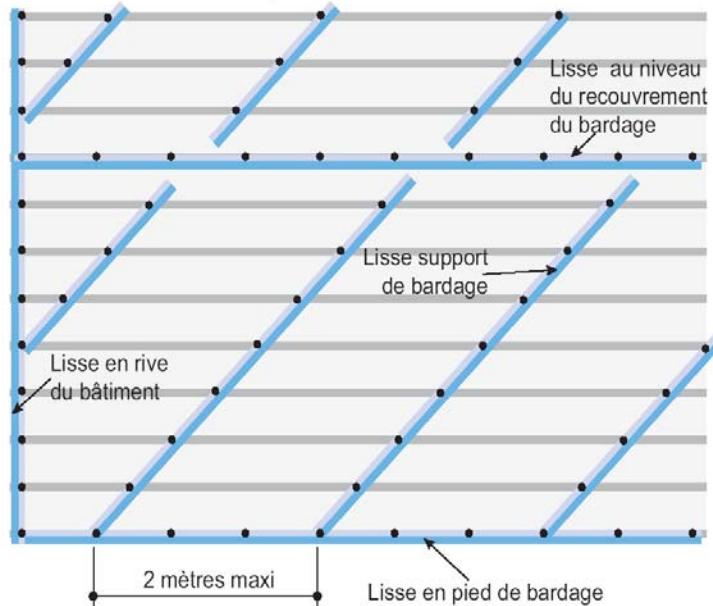
Le respect des exigences de la RT 2005 implique une réduction des ponts thermiques (écrasement de l'isolant extérieur à la liaison peau-plateau) et donc une évolution vers un système avec écarteurs composé de :

- ① plateaux directement fixés sur poteaux de structure (espacement 6m en général)
- ② isolants thermique et acoustique éventuel
- ③ écarteurs à 45° (lisses intermédiaires)
- ④ peau (parement extérieur) généralement nervurée



### Exemple de mise en œuvre d'ossatures secondaires.

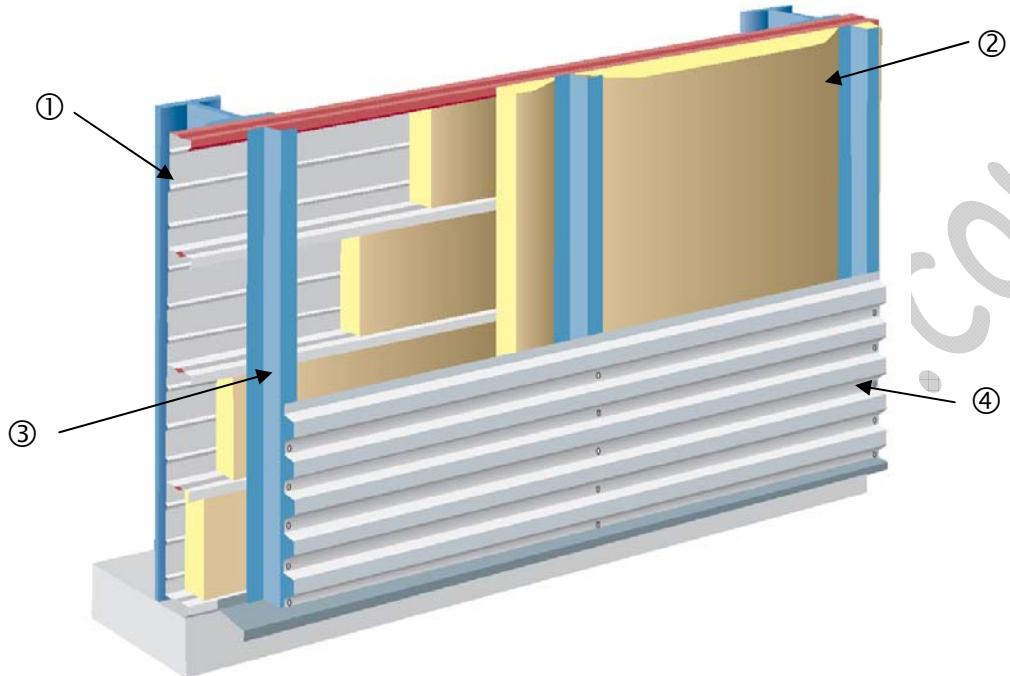
Fixations des lisses sur plateaux



## 2- Pose horizontale (nervures horizontales).

Il est constitué de :

- ① plateaux directement fixés sur poteaux de structure (espacement 6m en général)
- ② isolants thermique et acoustique éventuel
- ③ écarteurs verticaux (lisses intermédiaires)
- ④ peau (parement extérieur) généralement nervurée



## 3- Pose oblique (nervures obliques).

Le principe est identique au système de bardage à nervures horizontales, les lisses intermédiaires sont idéalement perpendiculaires à la direction des nervures.

### c) Bardages cassettes.

Cette technique est surtout employée en revêtement décoratif. L'étanchéité à l'air n'est alors pas assurée. Associés à une étanchéité complémentaire, certains systèmes de cassettes peuvent faire office de paroi extérieure en montage double peau.

### d) Panneaux sandwich.

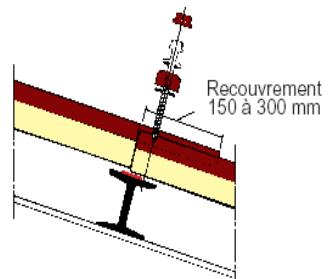
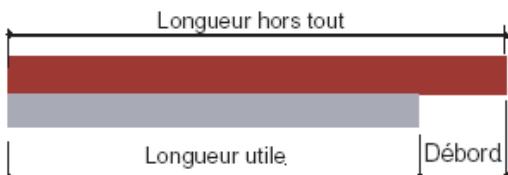
Aussi appelés bardages double peau monoblocs, ils sont constitués :

- de deux tôles de parement intérieure et extérieure,
- d'une âme en mousse isolante: polyuréthane (PUR) ou polyisocyanurate (PIR),
- de profils latéraux destinés à protéger l'isolant et à réaliser des assemblages aisés.

Ce système n'étant pas traditionnel, ces produits sont soumis à Avis technique.

Toutes les fonctions dévolues aux bardages, et en particulier l'étanchéité à l'eau et à l'air, sont assurées par les systèmes panneaux sandwich.

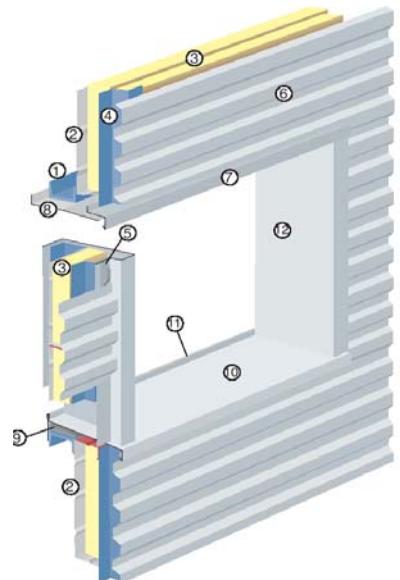
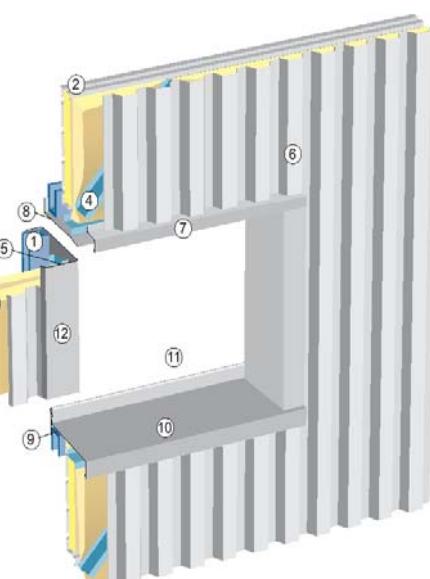
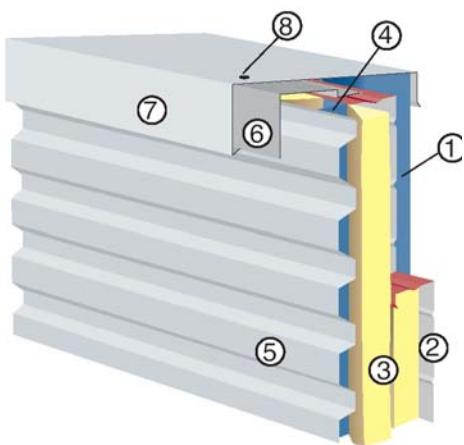
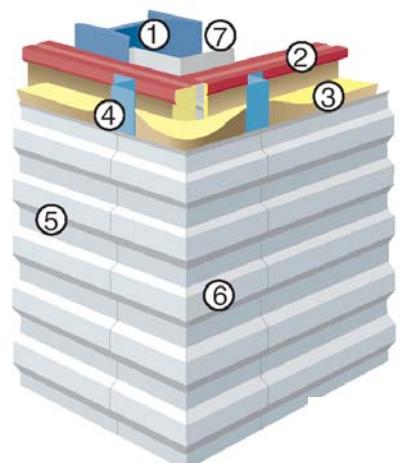
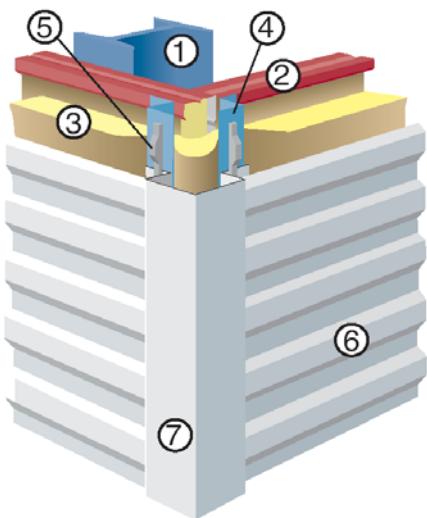
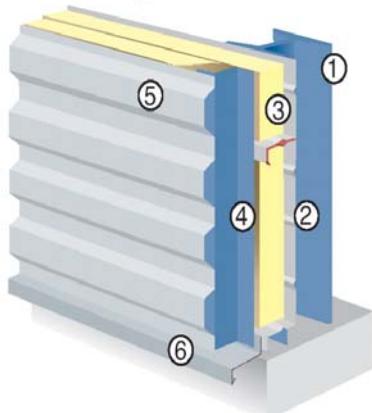
Le recouvrement latéral se réalise soit de façon identique aux bardages traditionnels par superposition d'une nervure, soit par emboîtement des plaques l'une dans l'autre. Le recouvrement transversal nécessite de couper la tôle intérieure et de gruger l'isolant sur la profondeur requise dans l'avis technique du produit (les produits peuvent être commandés avec ce recouvrement longitudinal préparé).



### e) Pièces de finition.

Les fabricants de bardages fournissent les pièces adaptées pour la réalisation des points particuliers :

- pieds de bardage
- angles
- acrotères
- habillage d'une baie



## 6- Les couvertures en grands éléments.

### a) Toitures sèches.

Dans leurs principes généraux, les techniques de couverture sèche sont très proches de celles des bardages. L'analyse fonctionnelle des deux systèmes se rejoint pour de nombreux points, quelques contraintes supplémentaires existant au niveau des couvertures.

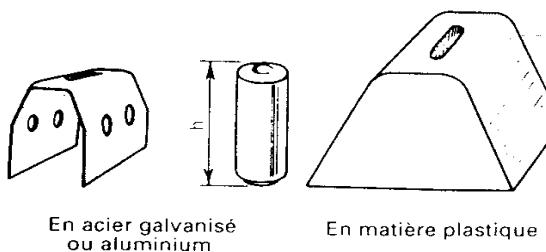
#### 1- Fixations.

Les fixations doivent être posées en sommet de nervure pour limiter au maximum les infiltrations. On distingue deux familles de fixations :

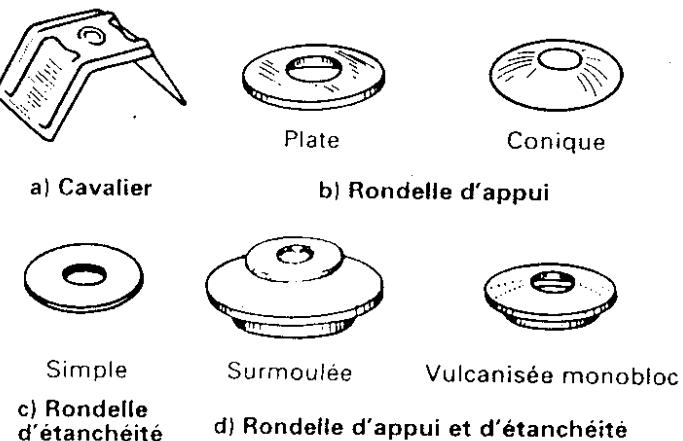
**fixations sur appuis dont le choix dépend beaucoup du support de couverture.**

A ces fixations, il faut parfois associer des accessoires pour assurer un bon comportement mécanique et une étanchéité suffisante :

- des cales de nervures (pontets) placées sous la tôle maintiennent celle-ci lors du serrage,



- des plaquettes-cavalier placées sur la tôle répartissent l'effort de serrage sur la nervure,
- des rondelles plates à bossage,
- des rondelles d'étanchéité.



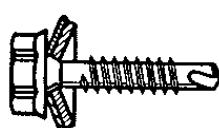
**fixations de couture (boutons de couture) qui lient les tôles entre elles.**

Les critères de choix des fixations (avec leurs accessoires éventuels) à prendre en compte sont:

- la résistance mécanique caractéristique à l'arrachement,
- les problèmes de corrosion.



Vis autotaraudeuse



Vis autoperceuse

Fonction principale de la couverture, elle est assurée par le respect de règles simples (chapitre 3-a-7).

- Les nervures sont posées parallèles à la ligne de plus grande pente.

- Les recouvrements doivent être opposés aux vents dominant et au sens d'écoulement des eaux.

L'ordre de pose des plaques de bardage est donc imposé par ces considérations.

- Les longueurs de recouvrement (transversal et longitudinal) doivent être respectées. On peut réduire la longueur de recouvrement transversal en installant un complément d'étanchéité (bande préformée) au droit de celui-ci.

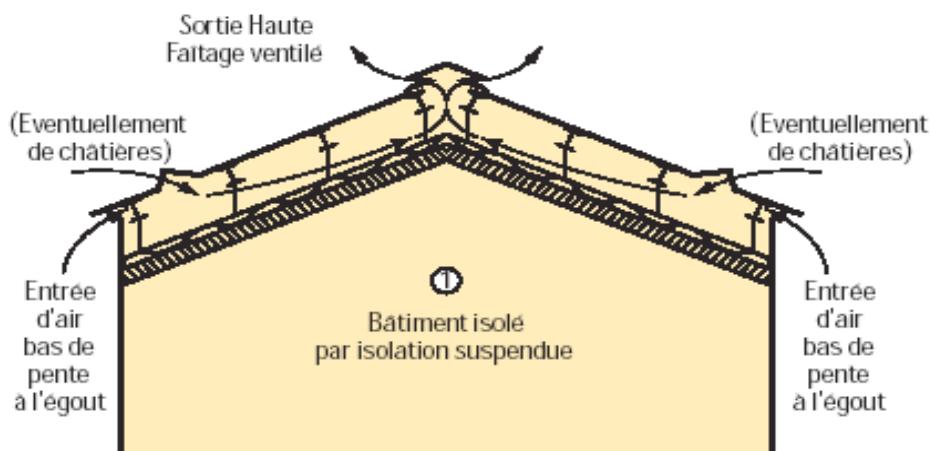
NOTA : La présence de plaques éclairantes sur la toiture doit faire l'objet d'une attention particulière.

### 3- Isolation et Précautions contre la condensation.

En fonction de la position de l'isolation par rapport au support, on distingue 4 cas :

#### **Isolation sous pannes.**

Ce procédé s'apparente à la technique des faux plafonds. Il nécessite une ventilation entre l'isolant et la tôle de couverture (minimum 4 cm entre l'isolant et la face intérieure de la panne). La présence d'un pare-vapeur en sous face de l'isolant est obligatoire et sa perméance doit être inférieure à  $0,02 \text{ g/m}^2 \cdot \text{h.mmHg}$ .



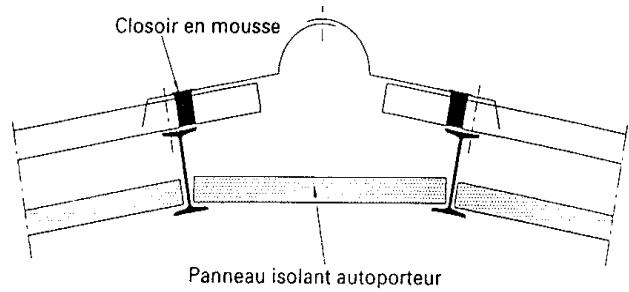
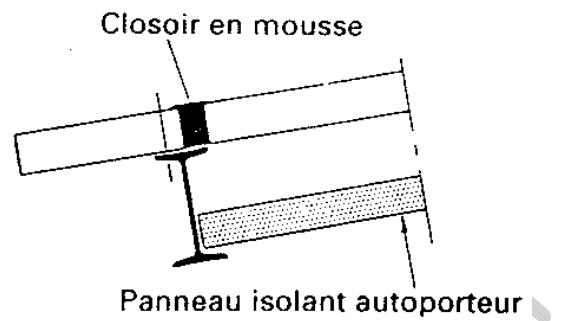
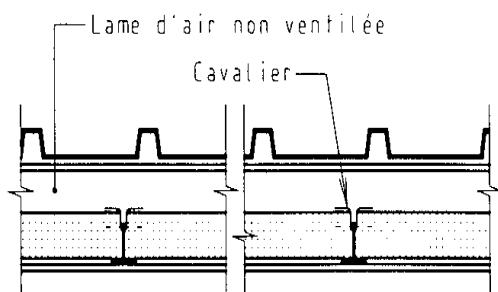
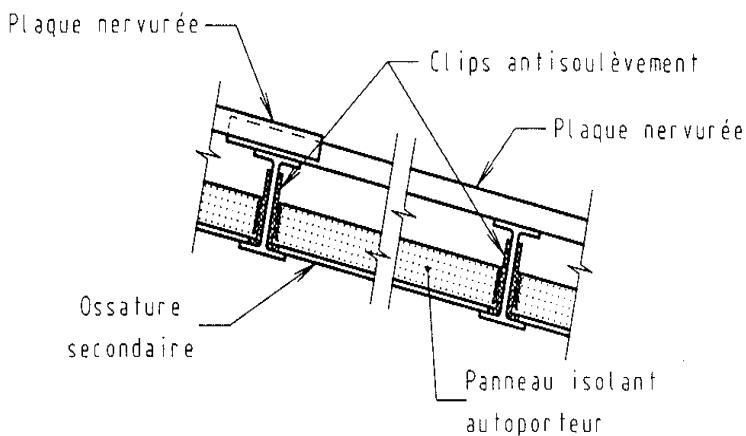
Pour chaque versant de toiture à ventiler, la section minimale de chaque série d'ouvertures (entrée ou sortie d'air) est égale au moins au 1/500<sup>ème</sup> de la surface projetée du versant considéré sans toutefois dépasser 400 cm<sup>2</sup> par mètre linéaire.

#### **Isolation entre pannes.**

Ce procédé ne peut être employé que sur des locaux à faible hygrométrie ou rendus tels. De plus, les ponts thermiques ne sont pas traités. La perméance du pare-vapeur doit être inférieure à  $0,02 \text{ g/m}^2 \cdot \text{h.mmHg}$ . La lame d'air doit être obstruée en périphérie et au droit des pénétrations. Elle n'est pas ventilée.

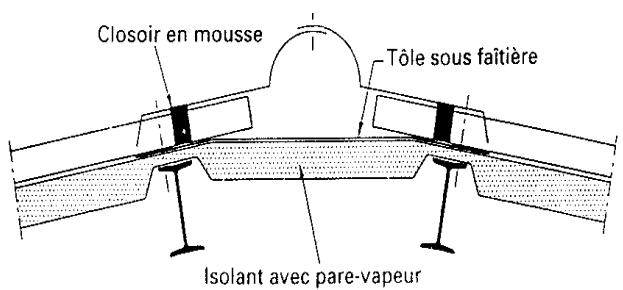
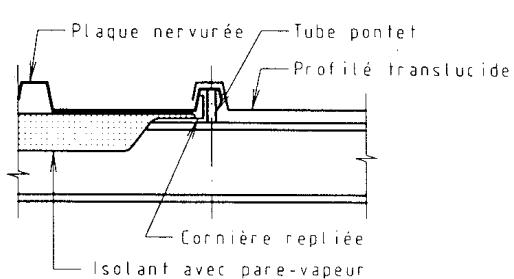
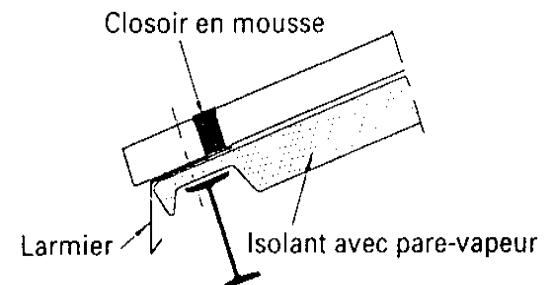
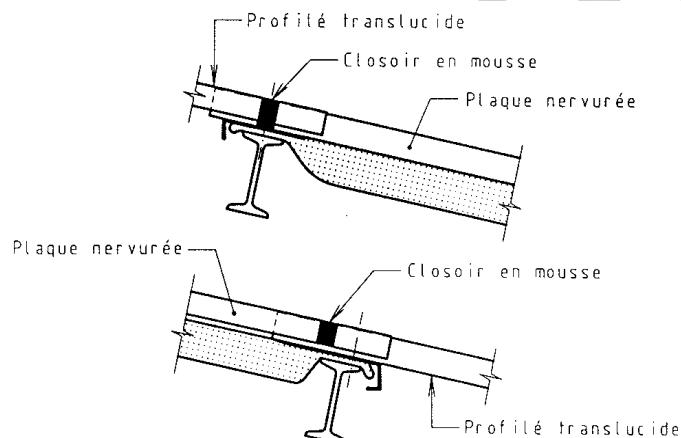
Ces procédés utilisent une ossature secondaire constituée de profilés T généralement en tôle d'acier galvanisé. La semelle de ces profils comporte une largeur minimale de 35 mm.

Ces profilés sont disposés perpendiculairement aux pannes, posés sur leurs ailes inférieures et munis de dispositifs antisoulèvement.



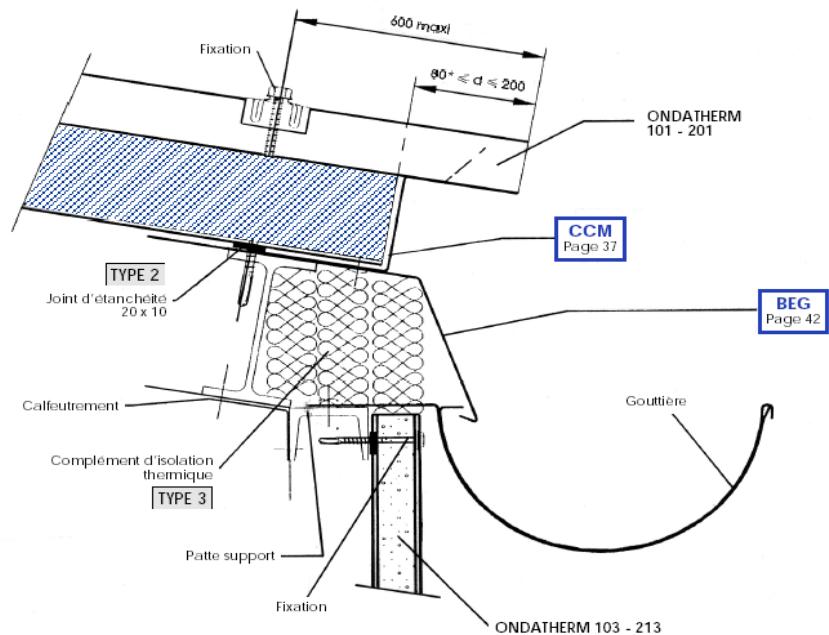
### Isolation sur pannes.

Ce procédé ne peut être employé que sur des locaux à faible hygrométrie ou rendus tels. Il relève de l'avis technique. L'isolant est un feutre (souple ou semi-rigide) muni d'un pare-vapeur sur sa face intérieure.



## Panneau sandwich

Comme pour les bardages, on trouve des panneaux sandwich adaptés à la couverture

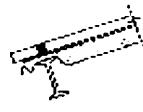
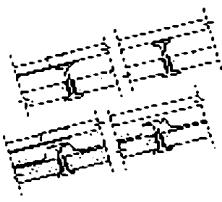


### 4- Ventilation.

Quand elle s'avère nécessaire, elle peut être assurée selon le cas:

- entre pignons (longueur du bâtiment inférieure à 12 m),
- sur les rampants (entrées d'air en égout et sortie d'air en faîtage),
- éventuellement par la pose de châtières sur les pans de toiture. La section minimale de ventilation, comprise entre 1/500<sup>ème</sup> et 1/2000<sup>ème</sup> de la surface de toiture, dépend du type de bâtiment, de l'hygrométrie des locaux et de la perméance du complexe isolation/pare-vapeur.

Nota : dans le cas de bâtiments fermés non isolés, la sous-face de la couverture est obligatoirement ventilée.

	Type de toiture	Type d'isolation	Hygrométrie des locaux	
			faible	moyenne
	Froide	Sous panne 1) – avec régulateur	oui	oui
		– avec feutre 2)	oui	oui
	Chaud	Sur panne	oui 3)	○ 3)
	Chaud	Entre pannes – avec lame d'air non ventilée	oui	non
		– sans lame d'air	oui	non
	Chaud	Trame parallèle	oui	oui

1) L'isolation peut être horizontale comme illustré sur le schéma ou inclinée.

2) Bénéficiant d'un avis technique (AT) pour l'emploi sur panne.

3) Relève de l'AT.

### b) Evacuation des eaux pluviales : gouttières et chenaux.

Les sections de basse pente des conduits d'évacuation seront déterminées d'après les indications du tableau ci-dessous en fonction de la surface en plan de la toiture ou portion de toiture desservie et de la pente du conduit.

Ce tableau concerne les conduits de **section demi-circulaire**.

Il a été établi d'après la nouvelle formule de Bazin (ci-dessous) relative à l'écoulement de l'eau dans les canaux en supposant un coefficient de déversoir égal à 0,38 et en admettant un débit maximal de 3 litres à la minute et par mètre carré de projection horizontale :

Q : débit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

RH : rayon hydraulique (m)

SM : surface mouillée ( $\text{m}^2$ )

i : pente (m/m)

γ : coefficient de frottement ( $\text{m}^{1/2}$ )

$$Q = \frac{87 \text{ RH} \sqrt{i}}{\gamma + \sqrt{\text{RH}}} \times \text{SM}$$

Il indique les sections en centimètres carrés à donner en basse pente.

Pour les chéneaux et gouttières de **section rectangulaire, trapézoïdale**, les sections indiquées sur ce tableau devront être augmentées de 10 % et pour ceux de section triangulaire, elles seront augmentées de 20 %.

Dans un chéneau comportant des ressauts, la section calculée est celle située au-dessous du ressaut inférieur.

Pour les ouvrages d'étanchéité, certaines dimensions (largeur, hauteur) sont exigées dans le DTU 20.12 et dans les DTU de la série 43.

Surface en plan des toitures desservies (m <sup>2</sup> )	Pente du conduit (mm/m)							
	≤ 1	2	3	5	7	10	15	20
20	65	50	45	35	35	30	25	20
30	85	70	60	50	45	40	35	30
40	105	80	70	60	55	50	40	35
50	120	95	85	70	65	55	50	45
60	140	110	95	80	70	60	55	50
70	155	120	105	90	80	70	60	55
80	170	135	115	95	85	75	65	60
90	185	145	125	100	95	85	70	65
100	200	155	135	115	100	90	80	70
110	215	170	145	120	110	95	85	75
120	230	180	155	130	115	100	90	80
130	240	190	165	135	120	105	95	85
140	255	200	170	145	130	115	100	90
150	265	210	180	150	135	120	105	95
160	280	220	190	160	140	125	110	100
170	290	230	200	165	145	130	115	100
180	305	240	205	170	150	135	120	105
200	330	255	220	185	165	145	125	115
250	385	300	260	215	190	170	145	135
300	440	340	295	245	220	195	165	150
350	490	380	330	275	245	215	185	170
400	540	420	365	305	270	235	205	185
450	585	460	395	330	290	255	225	200
500	635	490	425	355	315	275	240	215
600	720	560	485	405	360	315	275	245
700	805	630	540	450	400	350	305	275
800	890	690	595	495	440	385	335	305
900	965	750	650	540	480	420	365	330
1 000	1 045	810	700	585	515	455	395	355

Sections en cm<sup>2</sup>

### c) Surtoitures.

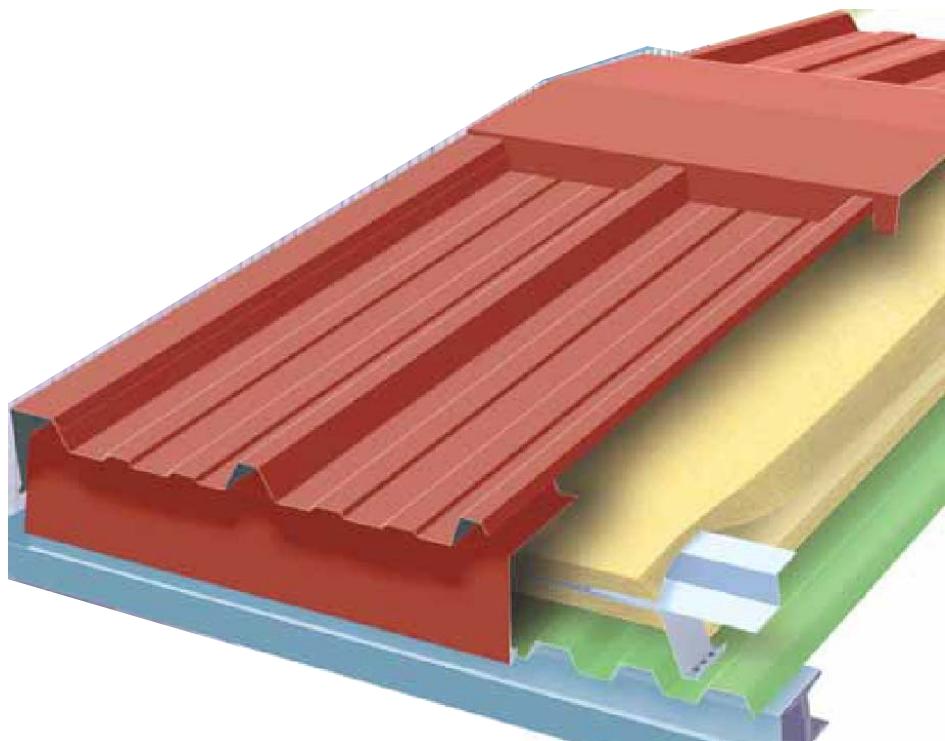
La surtoiture est un procédé récent de réfection (inventé en 1986 par FENO) consistant à installer une couverture neuve avec ou sans isolant sur une ancienne toiture sans déposer cette dernière. L'avantage premier est de pouvoir travailler sans perturber les activités dans le bâtiment considéré. De plus, on peut citer comme atout par rapport au démontage du toit :

- moyens de levage et d'échafaudage limités,
- pas de nécessité d'évacuer les déchets,
- pas de poussières ni d'humidité dans le bâtiment dues aux travaux,
- durée globale du chantier réduite.

La plupart du temps, la surcharge due à la surtoiture est faible (de l'ordre de 5 à 10%) et ne nécessite donc pas de renfort de la charpente existante. Toutefois, il est conseillé de procéder à une vérification de l'état de la structure porteuse avant travaux.

La pose d'une surtoiture nécessite comme seule condition préalable que le toit existant possède des pannes ou équivalent. Auquel cas, et quelles que soient la structure du bâtiment et la constitution de la couverture, la solution d'une surtoiture est envisageable.

Ce procédé est sous avis technique. La mise en oeuvre doit être scrupuleusement conforme aux exigences des documents du constructeur. Le non-respect des consignes de pose entraînera à coup sûr des sinistres (arrachement de la couverture sous l'effet du vent). Il est conseillé d'engager la responsabilité du fabricant quant au dimensionnement: des éléments de la surtoiture.



## 7- Les fixations.

Les systèmes de fixation doivent être conçus de façon à permettre une tenue à la corrosion des tôles au moins équivalente à celle des éléments qu'ils assemblent. Le choix et la fourniture des éléments de fixation sont laissés à l'initiative du bardeur et du couvreur. Toutefois, il est indispensable de suivre les recommandations des fabricants, surtout pour les panneaux sandwich. Les fixations sur le support doivent résister aux efforts du vent (arrachement de la fixation, déchirement des tôles autour de la fixation) et du poids pour les bardages (cisaillage de la fixation).

### a) Nature des fixations courantes.

On rappelle que toutes les fixations des peaux extérieures sont munies d'un dispositif d'étanchéité.

Il s'agit généralement de rondelles étanches monoblocs (rondelles d'appui et d'étanchéité ne font qu'une) de diamètre minimal égal à 13 mm pour les tôles en acier et de 16 mm pour les tôles d'aluminium. L'étanchéité peut être obtenue par la présence d'une tête de fixation surmoulée (diamètre minimal égal à 14 mm).

Dans tous les cas, la mise en oeuvre des vis doit être conforme aux instructions du fournisseur.

#### 1- Vis auto-perceuses.

Ce type de fixations est aujourd'hui le plus utilisé. Elles assurent le perçage du trou, le taraudage et le serrage en une opération.

Ces vis sont le plus souvent en acier cémenté zingué. Il en existe en acier inoxydable. Leur diamètre est au moins égal à 4,8 mm (4 mm pour les assemblages de couture).

Elles reposent sur un dispositif d'appui (rondelle, cavalier pour fixation en sommet d'onde, plaquette de répartition de 15x25x1,5 pour la fixation des plateaux).

La capacité de perçage des supports et des parements en acier est

- au minimum égale à 1,5
- au maximum de 15 mm.

#### 2- Vis auto-taraudeuses.

Ce type de fixations nécessite le perçage préalable d'un trou. Elles assurent le taraudage et le serrage en une opération.

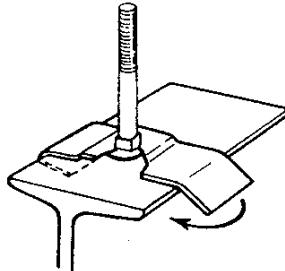
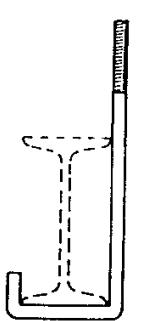
Ces vis sont le plus souvent en acier cémenté zingué. Il en existe en acier inoxydable. Leur diamètre est au moins égal à 4,8 mm (4 mm pour les assemblages de couture).

Elles sont surtout utilisées quand l'épaisseur du support est :

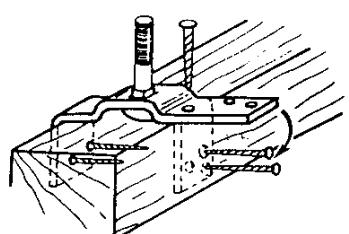
- inférieure à 1,5 mm,
- supérieure à 15 mm (cas peu courant en bardage, plus fréquent en couverture).

#### 3- Tire-fonds, tiges filetées, étriers, crochets, agrafes à rabattre.

Ces types de fixations nécessitent le perçage préalable d'un trou. Ils ne sont plus utilisés aujourd'hui que dans certaines conditions de fixations sur supports de toitures sèches.



Pose sur profil acier



Pose sur ossature bois

#### 4- Rivets à rupture de tige (type pop).

Ces types de fixations nécessitent le perçage préalable d'un trou. Ils sont utilisés pour la réalisation des coutures des tôles.

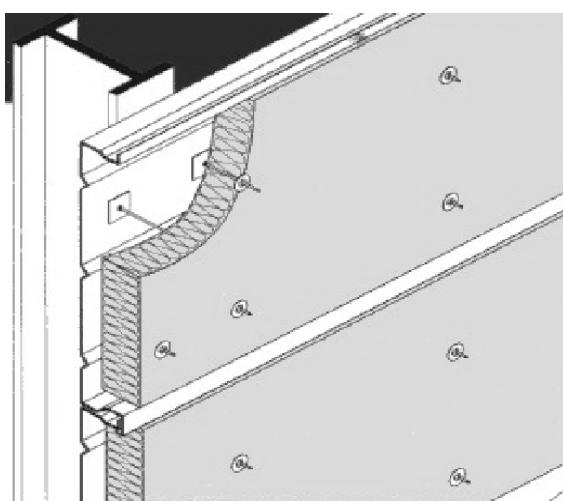
Les rivets sont en acier inoxydable ou en aluminium, leur diamètre est au moins égal à 4mm (pour le corps), 8 mm (pour la tête) et 1,2 mm (pour l'épaisseur de la tête).

#### 5- Clous à percussion.

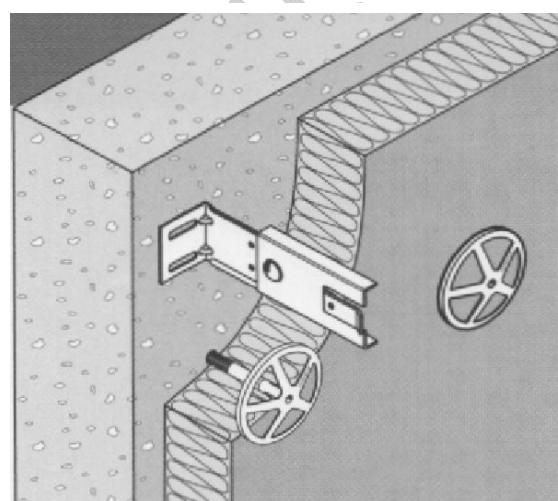
Il s'agit de clous HILTI utilisés principalement pour la fixation des peaux intérieures sur les supports en acier d'épaisseur supérieure à 6 mm (on les utilise également pour la fixation des TAN).

#### 6- Fixations pour isolants

Maintien sur plateaux



Fixation sur mur porteur

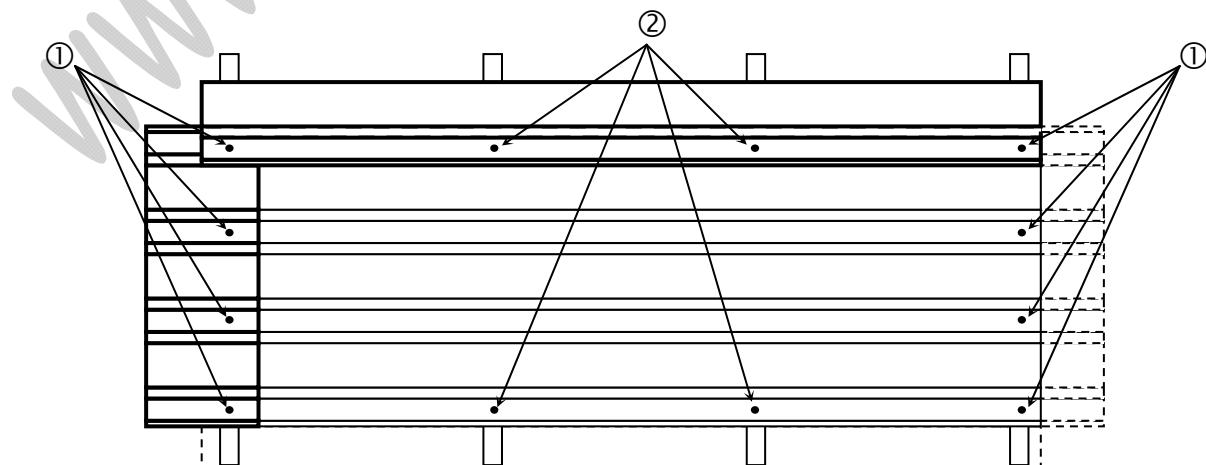


#### b) Répartition minimale.

##### 1- Plaque nervurée sur lisse.

1 fixation par nervure principale en extrémité recouverte ou non des plaques ①.

1 fixation à chaque nervure de recouvrement latéral sur tous les appuis intermédiaires ②.



## 2- Plateaux.

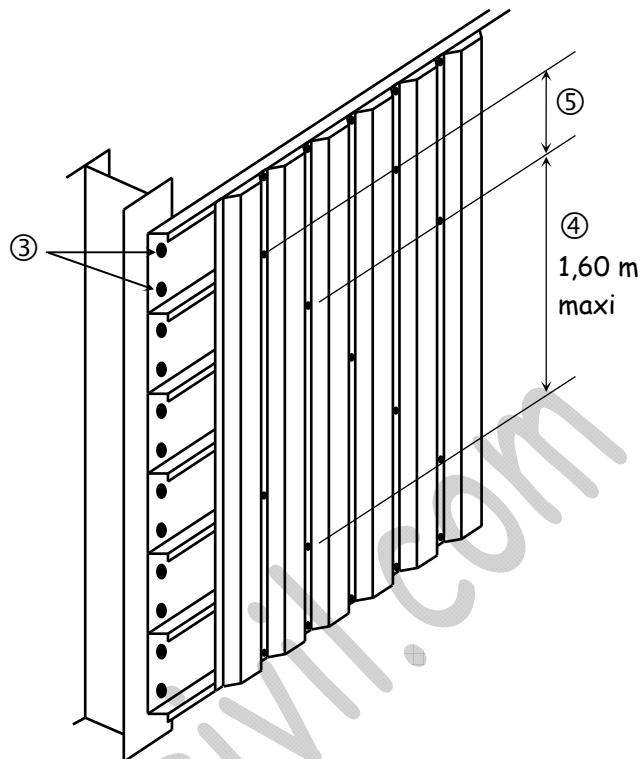
2 fixations par appui et par plateau ③.

### 3- Plaques nervurées sur plateaux.

1 fixation par nervure principale recouverte ou non. 1 fixation par plateau en arête verticale de bardage.

Un espace maximal de 1,60 m (vérifier les conditions de pose données par chaque fabricant) entre deux fixations successives sur un même axe vertical ④.

Un espace maximal entre deux lignes horizontales de fixations égal à une largeur de plateau ⑤.



### c) Densité minimale.

#### 1- Plaque nervurée sur lisse.

3 fixations par mètre linéaire de lisse en extrémité recouverte ou non. 2 fixations par mètre linéaire de lisse sur les autres appuis intermédiaires.

#### 2- Plaques nervurées sur plateaux.

2,5 fixations par mètre carré de bardage en partie courante avec renfort éventuel dans les angles.

### d) Couture des plaques entre elles.

L'espacement maximal est de 1,60 m lorsque la pression (ou dépression) normale due au vent est inférieure ou égale à 800 Pa. L'espacement maximal est de 1,00 m lorsque la pression (ou dépression) normale due au vent est supérieure à 800 Pa. Les densités de fixations et leur répartition sont en général fournies par les fabricants de bardage dans leur documentation ou sur demande.