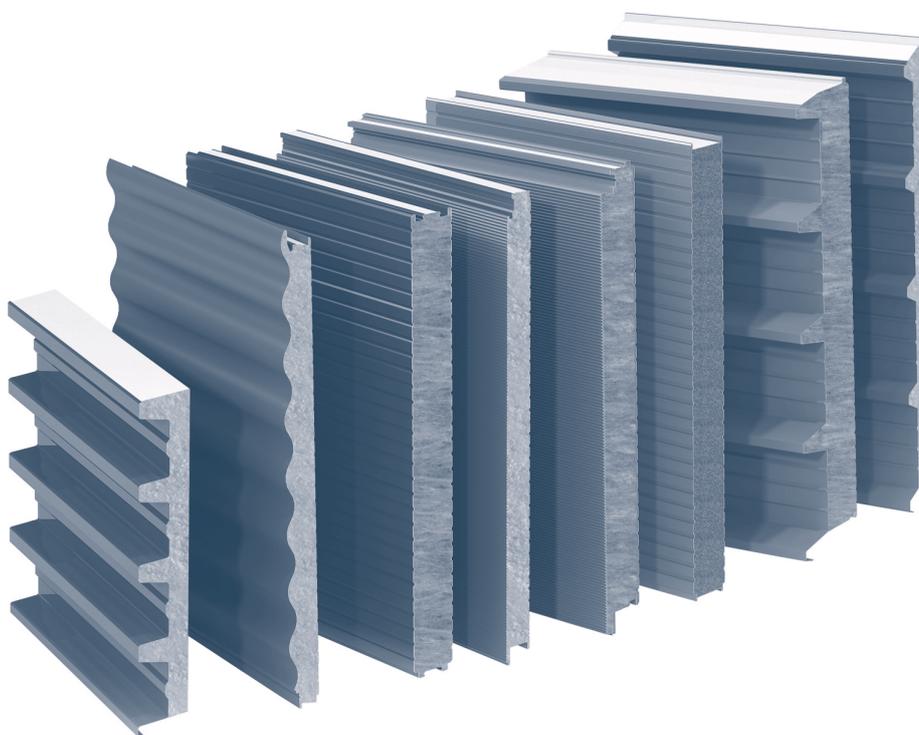


# DOSSIER TECHNIQUE PANNEAUX SANDWICH

---

*MANUTENTION, STOCKAGE ET ASSEMBLAGE  
POUR CONCEPTEURS / INSTALLATEURS  
LES UTILISATEURS FINAUX*



## INDEX

Prémisse

<b>1</b>	<b>DESCRIPTION GÉNÉRALE DES PRODUITS</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>MATÉRIAUX</b>	
2.1	Mousses isolantes	5
2.2	Laine minérale et laine de verre	5
2.3	Parements métalliques	5
<b>3</b>	<b>CARACTÉRISTIQUES DU PRODUIT</b>	<b>6</b>
3.1	Forme et épaisseur	6
3.1.1	<i>Tolérances dimensionnelles des panneaux sandwich</i>	6
3.2	Type de joint	6
<b>4</b>	<b>FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX</b>	<b>7</b>
4.1	Isolation thermique	7
4.1.1	<i>Coefficient de transmission thermique "U"</i>	8
4.1.2	<i>Ponts thermiques</i>	8
4.2	Isolement acoustique	9
4.2.1	<i>Insonorisation</i>	9
4.2.2	<i>Absorption acoustique</i>	10
4.3	Corrosion des parements métalliques et durabilité du produit	11
4.3.1	<i>Confinement des phénomènes corrosifs du métal</i>	12
4.3.2	<i>Confinement des phénomènes de peinture et de couleur corrosifs</i>	13
	a. <i>Pré-peinture</i>	
	b. <i>Peintures - applications</i>	
4.4	Radiation et dilatation thermique	17
4.4.1	<i>Effets de la dilatation thermique</i>	17
4.4.2	<i>Effets des rayonnements</i>	19
4.5	Condensation: la vapeur contenue dans l'air	22
4.5.1	<i>Formation de condensation</i>	22
4.5.2	<i>Conditions environnementales générant de la condensation</i>	22
4.5.3	<i>Choix de conception à adopter en cas de condensation</i>	22
4.6	Protection incendie passive	23
4.6.1	<i>Réaction au feu</i>	23
4.6.2	<i>Résistance au feu</i>	24
4.6.3	<i>Lecture des valeurs de référence de la norme</i>	25
4.6.4	<i>Certificats de résistance au feu et de réaction</i>	25
4.7	Résistance mécanique: aspects généraux du panneau sandwich	26
4.7.1	<i>Actions du vent (exemples de calcul de l'action du vent)</i>	27
4.7.2	<i>Actions de neige (exemples de calcul de charge de neige)</i>	32
4.7.3	<i>Notes sur l'action sismique</i>	35

<b>5</b>	<b>RECOMMANDATIONS POUR LA MANIPULATION ET L'ASSEMBLAGE DE PANNEAUX MÉTALLIQUES PRÉ-ISOLÉS</b>	<b>38</b>
	<b>5.1</b> Emballage et protection	<b>38</b>
	<b>5.2</b> Transport de panneaux et déchargement	<b>38</b>
	<b>5.3</b> Réception des matériaux et mesure du site	<b>39</b>
	<b>5.4</b> Stockage	<b>40</b>
	<b>5.5</b> Levage en hauteur	<b>42</b>
	<b>5.6</b> La coupe de panneaux sandwich	<b>45</b>
	<b>5.7</b> Ouvertures et trous de panneaux sandwich	<b>45</b>
	<b>5.8</b> Lignes directrices pour l'évaluation de la résistance résiduelle	<b>46</b>
	<b>5.9</b> Suggestions de conception	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>PANNEAU FACADE SANDWICH</b>	<b>49</b>
	<b>6.1</b> Installation de panneaux verticaux pour construire des façades	<b>49</b>
	<b>6.2</b> Remarques sur la pose horizontale des panneaux façade	<b>51</b>
	<b>6.3</b> Systeme de fixation pour panneaux facade	<b>51</b>
	6.3.1 <i>La forme de tête</i>	<b>52</b>
	6.3.2 <i>Le fil</i>	<b>52</b>
	6.3.3 <i>La pointe</i>	<b>52</b>
	6.3.4 <i>Joints</i>	<b>52</b>
	<b>6.4</b> Rappel pour le stockage des panneaux paroi	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>PANNEAUX SANDWICH COUVERTURE</b>	<b>54</b>
	<b>7.1</b> Pentés minimales de la tôle de rive du toit et suggestions de pose	<b>55</b>
	<b>7.2</b> Caractéristiques des panneaux sandwich mono support	<b>57</b>
	7.2.1 <i>Feltre bitumineux</i>	<b>58</b>
	7.2.2 <i>Aluminium embossé centesimal</i>	<b>58</b>
	7.2.3 <i>Fibre de verre</i>	<b>59</b>
	<b>7.3</b> Notes pour le stockage et la manipulation des panneaux	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>ELIMINATION</b>	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>ENTRETIEN PROGRAMME DU BATIMENT REALISE AVEC LES PANNEAUX</b>	<b>60</b>
	<b>ANNEXES</b>	<b>61</b>
	<i>CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE AIPPEG DES TÔLES ONDULÉES, DES PANNEAUX MÉTALLIQUES ISOLANTS ET DES ACCESSOIRES</i>	

## PRÉMISSE

Ce “**DOSSIER technique**” rassemble les expériences d’**Isolpack - Isometal - Isotecnica - RWPI** dorénavant nommés “Les Producteurs”. Approfondir la connaissance du “**panneau pré-isolé**” dans ses différentes configurations” peut être d’une grande aide pour tous ceux qui auront à l’utiliser, donc une lecture attentive est re-commandée qui offrira des informations utiles sur les valeurs et limites du produit lui-même (sans fixer de règles pour son utilisation et assemblage qui seront déterminés, uniquement, par la compétence et le professionnalisme des concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux).

Le DOSSIER est destiné à la fois aux utilisateurs finaux et aux professionnels expérimentés du secteur et a pour seul objectif de fournir le plus de suggestions utiles possible pour une utilisation optimale du panneau sandwich, des notes pour une manipulation et une manipulation idéales, des limites d’utilisation, des suggestions de calcul que ces Utilisateurs doivent faire avant d’acheter et d’installer le “panneau sandwich”. Les Constructeurs n’ont jamais connaissance de la destination finale du produit vendu, des modalités d’utilisation, des équipements mis à disposition des équipes de montage, des spécificités de chaque chantier et de tous les facteurs qui peuvent être déterminants pour l’obtention d’un “résultat à la perfection”, pour cette raison chaque choix (architectural, technique, constructif, etc.) sera laissé uniquement à l’expertise et au professionnalisme des Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs finaux, en précisant qu’aucune responsabilité ne peut être attribuée aux Fabricants même pour ce qui est contenu dans ce DOSSIER.

Les informations contenues dans ce DOSSIER technique sont fournies dans l’état actuel des connaissances des Constructeurs et n’auront pas valeur de garantie contractuelle et pourront faire l’objet de modifications à tout moment et sans aucun préavis ni communication d’aucune sorte. Les produits auxquels se réfère le DOSSIER doivent être stockés et utilisés selon les règles d’hygiène, de sécurité et de bonnes pratiques industrielles, selon les indications techniques du fournisseur et dans le respect des dispositions de la loi.

### 1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DES PRODUITS

Les panneaux sandwich sont constitués d’un ou deux parements métalliques avec une âme en polyuréthane intercalée (PUR) - (PIR) - (laine de verre ou laine de roche).

L’isolant PUR - PIR est coulé à l’état liquide sur une ligne de cycle continu de manière à assurer une homogénéité, une rigidité, des caractéristiques d’isolation thermique et des performances mécaniques autoportantes adéquates du produit. La géométrie de la section, caractérisée par la nervure, les micro-nervures et les bords du panneau, est obtenue par la technique de profilage à froid des bobines (donc PAS d’étirage). Le parement métallique des panneaux, qui constitue les faces externes des panneaux sandwich, peut être composé de: acier galvanisé, pré-peint, aluminium naturel ou pré-peint, acier inoxydable et cuivre.

Les panneaux sandwich créent une continuité entre eux grâce à des joints de section géométrique différente. Le plus simple avec emboîtement mâle et femelle pour les vis de fixation apparentes, se chevauchant pour les vis de fixation cachées ou constitué de deux boîtiers en acier pré-peint moussés sur chantier et sans donc connexion en l’absence totale de ponts thermiques.

## 2. MATÉRIAUX

### 2.1 MOUSSES ISOLANTES

#### **POLYURÉTHANE EXPANSÉ (PUR):**

Le terme polyuréthane désigne une vaste famille de polymères thermodurcissables dans laquelle la chaîne polymère est constituée de liaisons uréthane. Ils sont obtenus par réaction d'un diisocyanate (aromatique ou aliphatique) et d'un polyol, des catalyseurs sont ajoutés pour améliorer les performances de la réaction et d'autres additifs qui confèrent des caractéristiques améliorées au matériau. Agent d'expansion PENTANE: a la fonction d'agent d'expansion et est une substance capable de produire une structure cellulaire par un processus de moussage.

**CARACTÉRISTIQUES:** haut niveau d'isolation thermique pouvant être obtenu; rapport épaisseur-coût-performance optimal; résistance mécanique et stabilité considérables dans le temps; légèreté; absorption d'eau réduite; il ne favorise pas l'apparition de condensation et de moisissure.

#### **POLYISOCYANURATE (PIR):**

Les mousses de polyisocyanurate ont une concentration plus élevée de diisocyanate de méthylène de-phényle que de polyuréthane (PUR).

**CARACTÉRISTIQUES:** Par rapport au PUR, la mousse PIR, bien que moins stable dimensionnellement, garantit une plus grande résistance à la compression avec une compacité et une monolithicité supérieures du panneau, combine de nombreuses caractéristiques du polyuréthane et permet surtout l'obtention de classifications au feu sévère. Il permet d'obtenir la classe B-s1, d0 et les classes EI et REI.

### 2.2 LAINE MINÉRALE ET LAINE DE VERRE

Laine minérale (de roche) : le processus de production de la laine de roche commence par la fonte de la roche volcanique à une température de 1500°C, après une sélection géologique rigoureuse de la matière première. Les fibres sont fixées avec des résines.

Laine de verre : elle est produite à partir de 70 % de verre recyclé avec ajout de sable de quartz et de pierre calcaire, borate et soude. Tout est fixé avec des résines, qui n'affectent pas gravement l'air et sur l'environnement.

Les isolants dans les différents types de laine sont traités, au cours du processus de fabrication des panneaux, en les coupant en sections parallélépipédiques pour ensuite orienter les fibres perpendiculairement à la surface du plan de collage sur les faces métalliques. Cette solution confère au panneau sandwich des caractéristiques discrètes de résistance mécanique.

Les différents types de laine combinent quatre qualités fondamentales : Protection contre le feu, Incombustibilité, Isolation thermique, Absorption acoustique.

### 2.3 PARAMENTS MÉTALLIQUES

Le parement métallique constitue la surface externe du panneau en contact avec l'environnement. Le choix de cet élément relève exclusivement de la responsabilité du Concepteur / Installateur / Utilisateur final du produit en fonction de l'usage auquel il sera destiné (toiture; mur; faux plafond; cloisonnement, etc.) et du lieu où il sera installé (intérieur; extérieur; zone montagneux; zone industrielle; en présence d'air saumâtre; milieu agricole particulier; etc.). Le choix, comme d'habitude, s'opère sur la base des caractéristiques techniques évaluées par le Concepteur ou en fonction de la résistance à la corrosion et donc des attentes de durabilité du produit, parfois pour des raisons purement esthétiques. La recommandation du fabricant aux concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux est de choisir entre un type de parement et un autre, en tenant compte, principalement, des facteurs environnementaux (exposition directe à l'action du vent; rayonnement solaire; températures positives ou négatives pouvant être atteintes dans le lieu spécifique; environnements industriels avec présence d'éléments chimiques agressifs dispersés dans l'atmosphère; éloignement de la mer; environnements agricoles en présence de fermes; etc.). En plus de ce qui précède, le choix des parements métalliques doit toujours tenir le plus grand compte de facteurs tels que les dilatations / allongements typiques du métal choisi qui peuvent conduire à des déformations permanentes du produit fini, après son installation.

### 3. CARACTÉRISTIQUES DES PRODUITS

#### 3.1 FORME ET ÉPAISSEUR

La tôle des parements métalliques peut être ondulée, nervurée, micro-nervurée ou lisse; lequel utiliser, parmi les différents types de finition, dépendra uniquement du choix de l'utilisateur en fonction de l'application envisagée du produit. Il existe des cas particuliers, tels que le revêtement lisse, qui, bien qu'il puisse être produit sans supplément, n'est pas recommandé et par conséquent, les panneaux ne seront pas garantis par le fabricant, car ils présentent un risque élevé de mettre en évidence des ondulations du métal en raison des processus de stratification du même ou du coulé de mousse qui se déroule en phases successives alternées.. Dans la construction de chambres froides, cette condition purement esthétique est acceptée car considérée comme largement compensée par la fonctionnalité qui découle des opérations de nettoyage et d'assainissement (HACCP).

La solution nervurée ou micro-nervures prend une plus grande valeur là où le concepteur préfère avoir une plus grande rigidité du support métallique, quoique minime.

##### 3.1.1 Tolérances dimensionnelles des panneaux sandwich

Tableau n° 1

Tolérances dimensionnelles (Conformément à la norme EN 14509 e C.G.V. Aippeg)		
Décalages (mm)		
Longueur	L ≤ 3000 mm	± 5 mm
	L > 3000 mm	± 10 mm
Largeur utile	± 2 mm	
Epaisseur	D ≤ 100 mm	± 2 mm
	D > 100 mm	± 2 %
Déviations de perpendicularité	6 mm	
Désalignement des parements métalliques internes	± 3 mm	
Emboîtement des supports	F = 0 + 3 mm	
L = longueur; D = épaisseur des panneaux; F = Emboîtement des supports		

#### 3.2 TYPE DE JOINT

Depuis le début des années 1970, à l'aube de la naissance du panneau isolant, la règle impérative a été établie que les panneaux de toiture doivent être installés avec des pentes égales ou supérieures à 7% tandis que les panneaux façade doivent être montés verticalement. Néanmoins, dans les années suivantes, des réalisations faites avec des panneaux montés horizontalement ont été mises en place, avec des résultats qui n'ont pas toujours été entièrement satisfaisants (c'est pourquoi les Constructeurs ne recommandent pas ce type d'installation). Les types de joints varient selon le modèle de panneau choisi et garantissent tous une bonne étanchéité aux agents atmosphériques mais ils ne doivent jamais être considérés comme parfaitement étanches et étanches à l'air car il s'agit d'une conformation du métal et de l'isolant qui créent le joint lui-même, obtenu par profilage et non par étirage ou moulage.

La recommandation du fabricant aux concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux est de choisir le type de joint et donc le modèle de panneau après une évaluation technique préalable approfondie des performances souhaitées du produit. Techniquement, pour obtenir une isolation parfaite entre l'environnement externe et interne, il est nécessaire d'interposer des joints à cellules ouvertes, des cordons en silicone ou de passer à des modèles de panneaux profilés pour recevoir le moussage du joint en place ou le Concepteur doit opter pour l'utilisation des très rares modèles «spéciaux» pour lesquels le fabricant garantit une parfaite étanchéité à l'air. Les joints sont divisés en trois familles : «Joints sèches»; «Spécial»; «Moussés», ces deux derniers sont utili-

sés pour des applications particulières, telles que les chambres froides ou les environnements à atmosphère contrôlée, où l'étanchéité à l'air et les ponts thermiques sont des éléments clés dans le choix de la conception. Le type «joint sec», le moins cher et le plus répandu, se divise quant à lui en trois solutions distinctes: vis de fixation apparentes, vis de fixation cachée à l'intérieur du joint et enfin «labyrinthe».

#### TYPOLOGIES:

- Joint sec avec système de fixation sur ondulation (toiture);
- Joint sec mâle femelle avec vis de fixation apparente et installation verticale;
- Joint sec mâle femelle avec vis de fixation cachée et installation verticale: (parois);
- Joint sec labyrinthe femelle mâle et installation verticale (parois);
- Joint mousse et installation verticale (parois);
- Joint sec mâle femelle avec vis de fixation visible et installation horizontale (parois - ONDA – Zeroklass Leonardo RWPpanel).

## 4. FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

Afin d'obtenir des performances fonctionnelles, esthétiques et de durabilité adéquates du «panneau sand-wich», le fabricant recommande aux concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux d'étudier attentivement les paramètres environnementaux des endroits où le produit sera installé. La grande variabilité des conditions et leurs combinaisons possibles ne permettent pas de définir à l'avance les prescriptions valables pour chaque situation; le rôle du concepteur reste essentiel pour l'évaluation préventive de chaque projet / travail individuel afin d'identifier les actions à prendre en considération et d'adopter les mesures appropriées et les choix de conception.

Le choix du type de panneau ne se limite pas à une évaluation de la simple résistance mécanique requise pour les actions de conception, l'étude doit prendre en compte des facteurs environnementaux déterminants tels que:

- *Isolation thermique;*
- *Isolation acoustique (isolation acoustique et absorption acoustique).*
- *Corrosion sur les parements métalliques.*
- *Irradiation, dilatation thermique et concentration d'U.V.*
- *Formation de condensation.*
- *Protection incendie passive.*
- *Résistance mécanique: action du vent.*
- *Résistance mécanique: action de la neige.*
- *Résistance mécanique : action sismique.*

### 4.1 ISOLATION THERMIQUE

Les matériaux isolants, en fonction de leur nature spécifique (constitution structurale et caractéristiques physiques des composants), sont de mauvais conducteurs de chaleur, donc capables d'atténuer et de réduire l'intensité des flux thermiques qui les traversent à des valeurs très faibles. L'efficacité théorique d'un matériau est définie par le «coefficient de conductivité thermique» ou «conductivité thermique» indiqué par la lettre  $\lambda$  Lambda.

Considérons une paroi homogène à faces planes et parallèles, cette dernière soumise à deux températures différentes: il y aura un passage de la chaleur, exclusivement par conduction, de la face haute température vers la face inférieure. Expérimentalement, on constate que la quantité de chaleur qui passe est directement proportionnelle à la surface concernée, à la différence de température entre les faces, au temps, et inversement proportionnelle à l'épaisseur de la paroi.

Lors de l'utilisation du «panneau sandwich» en construction, le Fabricant recommande aux Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs finaux la plus grande attention dans l'évaluation préventive des performances offertes par le matériau isolant choisi, en rappelant que le calcul doit toujours tenir compte de la dégradation naturelle que subit le produit au cours des années. Les matériaux isolants peuvent être divisés selon leur structure (fibreuse, alvéolaire ou granulaire) ou selon leur origine (minérale, végétale et synthétique).

La règle suivante s'applique: plus le coefficient  $\lambda$ , est bas, meilleure est la capacité isolante du matériau.

#### 4.1.1 LE COEFFICIENT DE TRANSMISSION THERMIQUE “U”

Le coefficient de conductivité thermique  $\lambda$  se réfère au matériau isolant positionné entre les parements métalliques, tandis que le coefficient de transmission thermique U se réfère à l'ensemble du système (donné par le couplage de différents matériaux). La valeur U (coefficient de transmission thermique ou conductance) est reportée dans les catalogues du «panneau sandwich». Le coefficient de transmission thermique U est défini comme la quantité de chaleur qui traverse une paroi avec une face avant de 1 m<sup>2</sup> d'épaisseur S et avec une différence de température entre les deux faces opposées égale à 1 ° C en 1 heure. Pour les panneaux soumis uniquement au marquage CE, la transmission thermique se produit selon la norme européenne EN 14509, et doit tenir compte non seulement de la conductivité thermique du matériau isolant de l'âme mais aussi de l'effet des joints entre les panneaux et les profils trapézoïdales. La valeur déclarée doit tenir compte des effets du vieillissement du matériau isolant.

Sur les catalogues, la valeur de U est exprimée en  $\frac{W}{m^2 \cdot k}$

Où k est la différence de température des faces exprimée en degrés kelvin.

**La règle suivante s'applique: plus le coefficient U du panneau est bas, plus ses pertes de chaleur sont faibles.**

Les méthodes d'isolation et le type de construction en général dépendent principalement des préférences personnelles du client. Une construction basse énergie ne se réalise pas à travers un modèle de construction spécifique ou une forme architecturale spécifique mais surtout à travers coefficients U faibles. Un facteur décisif pour un bâtiment basse consommation c'est la compacité de la construction elle-même. Pour minimiser les besoins énergétiques d'un bâtiment, il est conseillé de minimiser la surface, cela signifie que le bâtiment doit être construit de manière aussi compacte que possible sans joints, renforcements et saillies, etc. Sinon, la consommation d'énergie sera relativement élevée malgré la bonne isolation thermique et les coûts nécessaires pour assurer une bonne isolation thermique sur une plus grande surface augmentent également proportionnellement. Un exemple utile pour prouver ce qui précède est en examinant un bâtiment industriel en CAP avec des tuiles d'aile sur lequel un panneau courbé est installé par rapport au même bâtiment avec la toiture **ISOLPACK TECTHUM** où l'intrados du panneau plat réduit jusqu'à 28% le volume d'air à chauffer avec des économies vraiment considérables.

#### 4.1.2 Les ponts thermiques

Une application correcte de l'isolation thermique est une condition essentielle pour pouvoir obtenir les effets souhaités d'économie d'énergie, de réduction des coûts et de confort accru. Pour l'isolation thermique des enveloppes de bâtiments, non seulement les coefficients U des éléments structurels sont déterminants, mais aussi - et dans une large mesure - les configurations des détails. Les ponts thermiques doivent être absolument évités car ils conduisent non seulement à une dispersion d'énergie mais également à des problèmes techniques tels que la formation de moisissure provoquée par la condensation. Les ponts thermiques créent une résistance minimale au flux de chaleur qui pour cette raison est renforcée précisément dans leur correspondance, en abaissant notamment les températures des surfaces avec les problèmes relatifs de condensation et de formation de moisissures.

Le fabricant recommande aux concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux de porter la plus grande attention à combiner chaque panneau avec celui précédemment posé, en prenant soin de vérifier que le pas de trois panneaux placés côte à côte dans la position finale et fixe, donne toujours la somme du pas utile du simple panneau multiplié par trois et jamais une valeur plus élevée, indicateur d'un pont thermique sûr avec ses conséquences.

## 4.2 INSONORISATION - ISOLATION SONORE ET ABSORPTION SONORE

Les problèmes d'acoustique se divisent en deux phénomènes importants qui caractérisent la matière. Ce sont l'isolation phonique et l'absorption acoustique. Les matériaux d'insonorisation travaillent pour réduire la "quantité" de son qui peut être entendu de l'intérieur ou de l'extérieur d'une pièce, alors que lorsqu'il est nécessaire de réduire le niveau de l'écho et des ondes sonores qui se déplacent dans un certain espace, il est nécessaire absorption acoustique.

### 4.2.1 Insonorisation

La notion de matériau d'insonorisation est étroitement liée à la loi de masse ce qui signifie qu'un matériau est d'autant plus insonorisant que son poids spécifique est élevé. Le panneau sandwich de **ISOLPACK ECOLINE** ou **R&WPI** de la série **ZEROKLASS** avec isolant de laine de roche-verre représente la solution optimale car elle est plus lourde que celles en PUR / PIR.

Rappelons que l'oreille humaine, en plus de ne percevoir qu'une partie des variations de pression qui sont à la base du phénomène acoustique, a une sensibilité qui varie avec la fréquence percevant des sons de même niveau de manière différente selon la fréquence.

Afin d'avoir un cadre de référence, les sensations auditives correspondant à différents niveaux de pression acoustique, exprimées en décibels, à une fréquence de 1000 Hz sont reportées ci-dessous.

- 0 dB: seuil d'audition;
- 20 dB: niveau de perception;
- 35 dB: troubles du sommeil;
- 55 dB: difficulté de conversation;
- 90 dB: dommage auditif pour les longues expositions;
- 120 dB: seuil de douleur et perte auditive temporaire.

Le pouvoir d'insonorisation R est la grandeur, mesurée en laboratoire, qui permet de prédire la propagation du son d'un environnement dans lequel il y a une source à un autre (récepteur), bien qu'il soit séparé par un certain élément de construction, qui peut être un mur extérieur, un grenier, une charpente. Cette valeur R n'est pas suffisante pour définir le degré de performance d'un certain élément, car ses performances sur site seront certainement inférieures. Il est donc important de disposer d'un indice permettant une évaluation synthétique et sur site du pouvoir d'insonorisation; cet indice est appelé Rw. Un panneau Fibermet de 100 mm d'épaisseur a une puissance d'insonorisation Rw de 34,7 dB. Plus l'épaisseur du panneau est grande, plus l'isolation phonique est grande.

**La classification d'isolation acoustique a été obtenue selon la norme EN 10140-2: 2010 - EN 717-1: 2013.**

Le Fabricant recommande aux Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs finaux de préparer des sondages et des calculs précis dans les projets / travaux qui impliquent une insonorisation puisque les panneaux sandwich proposés, bien que dotés de certifications précises, ne garantissent pas la correspondance exacte avec le besoin spécifique que seul le Concepteur pourra calculer.

## 4.2.2 Absorption sonore

Le concept de matériau insonorisant est de gêner la réflexion donc le moins possible de réflexion de l'énergie acoustique qu'ils reçoivent. Dans ce cas également le "panneau sandwich" de la série **ISOLPACK ECOLINE** ou **R&WPI** de la série **ZEROKLASS** avec isolation en laine minérale (laine de roche - laine de verre) représente la solution optimale étant donné la nature fibreuse de l'isolation appliquée en combinaison avec la micro-perforation du revêtement métallique. Les absorbeurs acoustiques répondent principalement aux besoins de correction acoustique environnementale qui interviennent lorsqu'il est nécessaire de modifier les temps de réverbération à l'intérieur d'un environnement et d'agir ainsi sur la réponse en fréquence de la pièce en question. La réverbération et ses caractéristiques affectent en effet l'intelligibilité correcte des mots et des sons. L'absorption acoustique est le paramètre le plus important dans la correction acoustique des environnements. En principe, le choix du type d'ouverture sur le panneau affecte également les propriétés acoustiques. En règle générale, par exemple, une augmentation du pourcentage de perforation entraîne également une augmentation de l'absorption acoustique. Cependant, en présence de pourcentages de forage supérieurs à 25%, les valeurs ne changent que dans une mesure limitée.

L'indice qui permet une évaluation synthétique et sur site du pouvoir d'insonorisation; cet indice est appelé  $\alpha_w$ . Un panneau Lithos 5 de 150 mm d'épaisseur a une puissance d'insonorisation  $\alpha_w$  0,95.

**La classification d'absorption acoustique a été obtenue selon ISO 354: 2003 - ISO 11654: 1997.**

En général, l'absorption acoustique totale suit cette logique:

*cas 1)*

absorption totale  $\alpha = 1$  (matériaux fibreux. Nattes de laine minérale très épaisses sans parements métalliques, chambres anéchoïques);

*cas 2)*

réflexion acoustique totale:  $\alpha = 0$  (pas de panneaux sandwich micro-perforés);

*cas 3)*

Absorption acoustique partielle de  $\alpha = 0$  fino  $\alpha = 1$  (panneaux sandwich micro-perforés  $\alpha_w$  0,95 proche de la valeur d'absorption totale).

Dans ce cas également, le Fabricant recommande aux Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs finaux de préparer des relevés et des calculs précis dans les projets / travaux qui impliquent une absorption acoustique puisque les panneaux sandwich proposés, bien que dotés de certifications précises, ne garantissent pas la correspondance exacte au besoin spécifique qui le concepteur pourra calculer.

Il faut souligner que la micro-perforation du support métallique, qui est réalisée pour favoriser l'absorption acoustique par le panneau sandwich, met en contact l'âme métallique du bardage avec l'environnement et en particulier les surfaces en métal ferreux pourraient présenter de la rouille de la partie interne des trous. Cette condition n'est pas considérée comme un défaut du produit mais comme un résultat inévitable du processus de production. Alternativement, un revêtement métallique en aluminium micro-perforé ou en acier inoxydable peut être utilisé.

Lorsque les besoins d'isolation acoustique / d'absorption acoustique nécessitent le perçage total du support interne du panneau, les Constructeurs suggèrent aux Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs finaux de commander des panneaux avec ce support d'au moins 0,65 mm. d'épaisseur qui garantit une masse minimale adéquate, et dans tous les cas d'accorder une attention particulière au choix du panneau (évaluation qui dépendra exclusivement des calculs et des choix de conception des Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs Finaux).

### 4.3 CORROSION ET DURABILITÉ DU PRODUIT

Les phénomènes chimiques et physiques représentent des raisons de simple altération ou dégradation des supports métalliques qui composent l'enveloppe du produit, dans ce cas les panneaux subissent des phénomènes de photodégradation et de corrosion du fait de leur exposition permanente à des agents extérieurs.

Le fabricant des «panneaux sandwich» recommande aux Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs finaux des évaluations préventives approfondies de l'exposition et des conditions environnementales auxquelles les produits seront soumis.

Afin d'obtenir la plus grande durabilité, fonctionnalité, efficacité du panneau, les choix du Designer visant à contraster ou au moins à atténuer les effets des phénomènes susmentionnés seront déterminants.

#### **Corrosion due à une exposition en atmosphères industrielles \* (note au lecteur: s'applique uniquement à la toiture)**

La corrosion chimique est causée à la fois par certains gaz (dioxyde de soufre, oxyde de soufre, oxyde d'azote) présents dans l'air, fuyant des cheminées, cheminées et / ou événements, et par la salinité présente dans les environnements marins. En présence de toitures métalliques, le phénomène corrosif est déclenché par l'eau qui stagne en présence d'une faible pente de l'aquifère. Le film d'eau qui reste sur le toit dissout les éléments agressifs dispersés dans l'atmosphère qui, au contact du support métallique, le corrodent. Pour augmenter la résistance à la corrosion chimique, on utilise des éléments métalliques fabriqués avec des alliages spéciaux résistants à la corrosion (aluminium; acier inoxydable; zinc titane, etc.); une protection supplémentaire est obtenue en appliquant des résines synthétiques, des émaux, du zinc à la surface des métaux.

#### **Corrosion par ventilation différentielle**

Le processus corrosif est déterminé lorsqu'à la surface d'un métal une différence de potentiel électrique est établie entre une pièce plus oxygénée (aérée) et une pièce qui l'est moins. Les zones les plus aérées sont cathodiques que les moins aérées qui étant anodiques se corrodent. Le phénomène peut se produire, par exemple, dans des tôles ou des plaques de toiture métalliques pré-peints. Dans tous les points de discontinuité dans la peinture, principalement en raison d'une élimination imprudente de tout résidu métallique pendant les phases d'assemblage, une plus grande oxydation se produit qui déclenchera un processus corrosif localisé «pitting» qui évolue rapidement dans le temps, beaucoup plus élevé que ce que l'on pourrait trouver pour une tôle non protégée. La solution à ce problème consiste à apporter un soin extrême au nettoyage du chantier, notamment pour les toitures.

#### **Corrosion électrochimique des métaux par effet de "contacts bimétalliques"**

Elle peut se produire dans le cas d'un contact avec différents métaux, par exemple ceux constituant les éléments d'étanchéité, les accessoires de fixation et le support d'un couvercle. Le phénomène se produit en présence de solutions électrolytiques en contact avec deux métaux différents, de sorte qu'une différence de potentiel électrique est déterminée entre eux. Le comportement de la paire bimétallique est celui d'une batterie avec un métal agissant comme anode et l'autre comme cathode et avec le temps implique une dissolution plus ou moins prononcée de la partie anodique. Ce type de corrosion est appelé "corrosion galvanique". L'interposition de joints en matériaux non conducteurs entre deux métaux réduit ou élimine, en cas d'isolation complète, la corrosion due au contact direct bimétallique. Cependant, il convient de garder à l'esprit que la corrosion chimique peut se produire sur un toit en raison de l'écoulement de l'eau de pluie. Un exemple de ce type sont les processus corrosifs créés sur les gouttières et les descentes pluviales en acier ou en aluminium sous les toits de cuivre, provoqués par les oxydes de ce métal en solution dans l'eau de pluie.

## Corrosion due aux impuretés de surface

Le phénomène se produit normalement pour les alliages métalliques où la présence d'impuretés constituées de métaux à comportement cathodique par rapport au métal de base détermine en présence d'eau un couple galvanique qui conduit à la dissolution de la partie de métal entourant l'impureté. Ces phénomènes de corrosion localisés sont souvent caractéristiques des alliages d'aluminium car ce métal présente un comportement anodique vis-à-vis de ses principaux métaux d'alliage.

## Corrosion due aux courants parasites

C'est un processus de corrosion électrochimique qui se produit sur ces structures, ou en tout cas sur des pièces en métal d'un bâtiment, qui sont traversées par des courants parasites, c'est-à-dire par ces courants dispersés par le réseau du système électrique du bâtiment, ou qui arrivent à travers le terrain (notamment à proximité des voies ferrées et des tramways). Les zones d'entrée du courant sur l'élément métallique ont normalement un comportement cathodique, les zones de sortie ont un comportement anodique et peuvent donc se corroder. Le phénomène peut également déterminer, en relation avec la différence de potentiel électrique qui se crée entre les pièces, des processus corrosifs pertinents.

### 4.3.1 Confinement des phénomènes métalliques corrosifs

Voyons ci-dessous (tab. 2) le comportement à la corrosion de certains types de matériaux utilisés pour la fabrication de tôles de toitures normes UNI EN 10169 rapportent la classification de l'environnement et la vitesse relative de corrosion.

Tableau n°2 – le comportement à la corrosion de certains types de matériaux utilisés pour la fabrication de tôles de couverture

CATEGORIE RESISTENCE CORROSION	CATEGORIE CORROSION	TYPE D'ATMOSPHERE					
		RURALE (EXTERNE)	URBAINE (EXTERNE)	INDUSTRIALE (INTERNE - EXTERNE)	MARINE (EXTERNE)	POLLUEE ET HUMIDE	BORD DE MER
RC1	C1 - TRÈS FAIBLE						
RC2	C2 - FAIBLE	POLLUTION CONTENUE À FAIBLE CONDENSATION					
RC3	C3 - MOYENNE		POLLUTION MOYENNE	FAIBLE SO <sub>2</sub>	FAIBLE SALINITÉ		
RC4	C4 - HAUTE			MODÉRÉ SO <sub>2</sub>	MODÉRÉ SALINITÉ		
RC5	C5 - I - TRÈS HAUTE			HAUT SO <sub>2</sub>		GRAVE POLLUTION	
	C5 - M - TRÈS HAUTE				HAUTE SALINITÉ		TRÈS HAUTE SALINITÉ

Le fabricant des «panneaux sandwich» le juge indispensable et informe donc les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux de la nécessité d'inspecter périodiquement le produit (au moins annuellement documenté), pour un contrôle normal de son état d'entretien. Les panneaux doivent être nettoyés périodiquement pour éviter la stagnation de l'eau, la condensation, les impuretés, les matières organiques telles que les feuilles, etc. ou en tout cas les substances nuisibles à la durabilité du support métallique. Si des phénomènes de dégradation sont détectés, il est nécessaire de procéder à une intervention extraordinaire immédiate afin de restaurer les conditions générales initiales (ex: restauration de la peinture en correspondance avec des abrasions ou rayures locales).

Le nettoyage peut être effectué avec de l'eau, mais dans le cas d'un jet de pression il ne doit pas être trop proche et perpendiculaire aux surfaces (en particulier dans le cas de supports en acier zingué pré-laqué); de plus, à proximité des joints, le jet d'eau doit avoir une inclinaison adéquate pour empêcher la pression de créer des infiltrations ou de compromettre l'étanchéité.

Un entretien périodique adéquat doit être réservé aux systèmes de fixation (serrage des vis si nécessaire, suite à des dilatations ou mouvements de structure, vérification de toute oxydation des pièces de coupe angulaire et vérification de l'état des joints).

En cas de présence d'agents agressifs, un soin particulier doit être apporté à l'inspection des panneaux afin de ne pas affecter leur durabilité.

S'il y a des bosses ou des rayures dues à des causes accidentelles, la surface doit être rapidement restaurée et peinte.

Dans le cas d'environnements à taux d'humidité élevé ou en présence de fuites d'eau, nettoyer soigneusement la surface avec des produits respectant la surface peinte à l'aide d'une brosse non abrasive.

#### **4.3.2 Confinement des peintures et couleurs corrosives**

Les «panneaux sandwich» métalliques isolés présentent principalement deux faces métalliques qui correspondent à la face avant tournée vers l'environnement extérieur et la face avant tournée vers l'environnement interne; le choix de la qualité de la peinture du parement métallique est un facteur déterminant que les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux sont appelés à effectuer dès la phase de conception de l'enveloppe du bâtiment, en évaluant soigneusement au moins tous les facteurs / indications rassemblés dans ce DOSSIER technique, qui doivent être considérés comme un vademecum utile qui ne peut en aucun cas remplacer les compétences des Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs Finaux.

Les exigences des deux supports peuvent avoir des caractéristiques très différentes; la qualité du revêtement doit être évaluée et choisie sur la base des performances prédéterminées en fonction des conditions d'exposition et d'environnement.

Le marché propose une large gamme de peintures aux caractéristiques différentes et dans certains cas avec des garanties de durabilité strictement liées aux conditions d'utilisation. Ce «DOSSIER technique» propose, dans ce chapitre, quelques notes à titre indicatif uniquement mais recommande des éclairages techniques spécifiques pouvant être obtenus directement auprès des aciéries produisant la matière première, les seules capables de proposer des solutions sûres et garanties.

#### **A) PRÉ-PEINTURE**

Le processus de pré-peinture se déroule selon un cycle continu appelé coil-coating (peinture en rouleau). Lors de ce traitement, une première couche de peinture appelée Primer contenant des résines époxy à haute résistance aux conditions corrosives causées par l'humidité et les produits chimiques agressifs est appliquée sur la bande métallique. La couche de « primer » est la couche anticorrosion par excellence mais elle ne peut pas non plus être utilisée comme couche de finition car elle n'est pas résistante aux rayons ultraviolets (elle s'effrite). Par conséquent, une deuxième couche de peinture est appliquée pour protéger l'apprêt. La véritable barrière contre la corrosion est le « primer » car la peinture finale est perméable. Le « primer » des deux côtés est appliqué uniquement lorsque le ruban doit être pré-peint des deux côtés. Dans les cas les plus courants de ruban pré-peint sur un seul côté, le « primer » n'est appliqué que sur le côté qui sera complété par la peinture finale, tandis que de l'autre côté une couche de back-coat est appliquée qui représente une peinture de valence inférieure à l'apprêt. La couche de back-coat ne doit jamais être considérée comme un élément de protection du support métallique.

Il est important de rappeler que la pré-peinture peut être réalisée dans une multitude de couleurs se référant à des tableaux standardisés (par ex. RAL), mais la teinte finale peut subir des variations (tolérances), même sensibles, selon la couleur, la brillance, la pigmentation, etc. Pour cette raison, il n'est pas possible de combiner des panneaux commandés avec la même couleur mais à des périodes différentes car des différences de nuances pourraient apparaître, parfois perceptibles même à l'œil nu, bien que la matière première provienne du même fournisseur, avec le même code couleur, même

référence RAL, mais obtenue à partir de différents «bains de peinture».

Les Constructeurs, sur demande spécifique des Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs finaux, moyennant un supplément, fournissent les panneaux pré-peints équipés d'un film pour la protection des éléments lors des différentes phases de manutention, de transport, etc. cette précaution est recommandée et jugée utile pour préserver la parfaite intégrité du panneau jusqu'à ce que l'assemblage soit terminé (dans tous les cas le film doit être retiré dans les 15 jours à compter de la date de préparation - avis de marchandise prêt - et en aucun cas les panneaux ne doivent être exposés à Soleil). Si les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux jugent éviter cette application, les fabricants ne seront pas responsables des dommages que le produit pourrait subir.

### COMPOSANTS: Les peintures se composent normalement de quatre composants principaux:

**1. Solvants:** les solvants sont utilisés pour donner de la fluidité permettant à la peinture de couler. Cette propriété permet de créer un film lisse et humide avant le séchage et le durcissement. Les solvants, une fois leur travail terminé, se dispersent et ne restent pas dans le produit fini (panneau sandwich).

**2. Liants:** Les liants sont des matériaux polymères qui confèrent à la peinture sa véritable structure, c'est pourquoi les peintures sont généralement classées en fonction du type de polymère liant utilisé.

Les principaux types de liants sont:

**Polyester (PE - HD SUPER POLYESTER).** Polyester standard. Bonne flexibilité, bonne résistance à l'extérieur et excellent rapport coût / performance. Polyester modifié (HD) excellente résistance au farinage et variation de couleur très limitée dans le temps;

**Polyuréthane (PU).** Films à haute dureté et très élastiques résistants aux agents chimiques et atmosphériques agressifs, aux abrasions;

**Polyfluorure de vinylidène (PVDF).** Résistance aux rayons ultraviolets (fort ensoleillement) et aux agents chimiques (environnements industriels)

**Chlorure de polyvinyle (PVC laminé).** Recommandé pour les intérieurs avec lavages fréquents, possibilité d'avoir des films non toxiques et pour un contact occasionnel avec des aliments. Très souple.

**3. Pigments:** Les pigments utilisés pour les revêtements des bobines sont généralement inorganiques. Ils donnent l'aspect colorimétrique à la peinture et contribuent à la résistance à la corrosion et à la protection.

**4. Additifs:** Des additifs sont inclus dans la formulation chimique de la peinture pour modifier des aspects tels que la fluidité de la peinture, le temps de polymérisation, l'absorption UV et le brillant.

## B) PEINTURES - APPLICATIONS

### Polyuréthane (PU)

C'est un matériau très lisse avec une forte épaisseur, il trouve une utilisation croissante pour des applications où la durée est importante, épaisseur totale (y compris le primaire) 55 µm, supérieure aux polyesters standards. Excellente résistance à la corrosion, ainsi que résistance aux rayons UV. Le PUR-PA pré-laqué est utilisé dans les environnements marins et industriels sévères spécifiques aux polluants d'origine chimique. Il résiste bien aux températures (max 80 ° C sur la surface du panneau) Il n'est pas recommandé avec des couleurs très foncées (voir le chapitre température et couleur).

CATÉGORIE DE CORROSION EN 10169 - niveau RC5

CATÉGORIE DE CORROSION UV EN 10169 - niveau RUV4

### **Cloruro di polivinile (PVC-P)**

Revêtement en polychlorure de vinyle (PVC) de classe supérieure «plastisol» caractérisé par des matériaux organiques multicouches garantissant une protection optimale. Épaisseur finale jusqu'à 200µm apprêt compris, il garantit une excellente résistance à l'abrasion. Spécialement développé pour les toits ou les façades qui nécessitent une forte protection anticorrosion dans le temps, il résiste bien à presque tous les solvants sauf l'acétone (cétones). Ce matériau ne doit pas être confondu avec le PVC «plastifié» ou «laminé». Convient aux faces intérieures non exposés aux rayons UV.

CATÉGORIE DE CORROSION EN 10169 - niveau RC5  
CATÉGORIE DE PROTECTION UV EN 10169 - niveau RUV2

### **PVC polychlorure de vinyle plastifié (F)**

Il s'agit d'un stratifié plastifié pré-peint constitué d'un film PVC préfabriqué d'une épaisseur de 100µm, ce n'est pas un produit appliqué en ligne avec le système de coil coating. Recommandé pour les intérieurs avec lavages fréquents, possibilité d'avoir des films non toxiques et pour un contact occasionnel avec des aliments. Convient aux murs intérieurs non exposés aux rayons UV.

CATÉGORIE DE CORROSION EN 10169 - niveau RC5  
CATÉGORIE DE CORROSION UV EN 10169 - niveau RUV2

### **Polyfluorure de vinylidène (PVDF)**

Le polyfluorure de vinylidène (PVDF) est l'homopolymère alterné du fluorure de vinylidène. Le PVDF est un polymère thermoplastique partiellement fluoré haute performance, caractérisé par de bonnes caractéristiques de résistance chimique aux acides forts et aux oxydants, une solubilité élevée dans les solvants polaires, une résistance aux rayons ultraviolets et une plage d'applicabilité thermique: -40 ° C / 150 ° C . Le PVDF est soluble dans les solvants polaires et très résistant aux rayons UV. Il est également utilisé comme composé principal dans les peintures anticorrosion dans le secteur industriel. Il n'est recommandé que pour les murs extérieurs, les revêtements et les façades, où la durabilité des couleurs est un facteur important, en particulier sur les bâtiments prestigieux. Épaisseur totale (avec apprêt inclus) 25/35 µm.

CATÉGORIE DE CORROSION EN 10169 - niveau RC4  
CATÉGORIE DE PROTECTION UV EN 10169 - niveau RUV4

### **Super polyester (HD)**

C'est un polyester standard modifié qui améliore la résistance aux UV et à la corrosion. Ce type de peinture convient à toutes les applications de toiture et de mur. Les polyesters HD sont généralement associés à un revêtement de zinc minimum de 200 g / m<sup>2</sup>. Épaisseur totale (apprêt compris) 25 µm

CATÉGORIE DE CORROSION EN 10169 - niveau RC3  
CATÉGORIE DE PROTECTION UV EN 10169 - niveau RUV4

### **Polyester (PE STANDARD)**

Il représente le choix standard le plus économique en combinant une durée raisonnable: un excellent rapport coût / performance. Épaisseur totale (apprêt compris) 25 µm. Recommandé par les fabricants pour les environnements qui ne sont pas trop pollués.

CATÉGORIE DE CORROSION EN 10169 - niveau RC2  
CATÉGORIE DE PROTECTION UV EN 10169 - niveau RUV2

**(Remarque: 1 micron (µ) correspond à 0,001 mm)**

<i>Légende des catégories de corrosion et de protection</i>	
<b>L'ENVIRONNEMENT SELON LA NORME EN 10169</b>	
Subdivision en:	
ZONE RURALE (RC2)	faible niveau de pollution
ZONE URBAINE(RC3)	niveau de pollution modéré - teneur modeste en dioxyde de soufre et chlorures
ZONE INDUSTRIELLE de (RC3) à (RC5)	haut niveau de pollution
ZONE MARINE (RC3-RC5)	à diviser en trois situations: (RC3) faible salinité de 10-20 km de la côte, (RC4) moyenne salinité 3-10 km de la côte, (RC5) haute salinité de 0 à 3 km de la côte
<b>LE FACTEUR - RAYONS UV</b>	
Subdivision en:	
ZONE NORD	du 37e parallèle (RUV4)
ZONE SUD	du 37e parallèle (RUV4)
HAUTE ALTITUDE	900 mètres d'altitude (RU3)
HAUTE ALTITUDE	2100 m au dessus du niveau de la mer (RU4)
Dans la classification du comportement du rayonnement UV, RUV4 est le meilleur et RUV1 est la classe la plus faible.	

Photo n°1



## 4.4 RAYONNEMENT ET DILATATION THERMIQUE

### 4.4.1 Effets de l'extension thermique

Au cours de leur vie utile, les panneaux sandwich peuvent être soumis à des gradients de température importants, les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent toujours tenir compte des effets de la température car, comme indiqué dans la norme **EN 14509**, la température **peut provoquer des tensions ou des déformations plus importantes par le vent, la neige ou une charge imposée**.

Le Concepteur, déjà en phase de conception, doit, sur la base de ses calculs, faire un choix des types et des épaisseurs du parement métallique du panneau après avoir correctement calculé le phénomène de dilatation thermique des métaux utilisés, phénomène dérivant de l'effet de la variation thermique.

L'état de contrainte induit par la dilatation thermique est un phénomène physique inévitable ainsi que ses effets qui seront plus ou moins évidents avec pour résultat de compromettre non seulement l'esthétique, mais aussi les caractéristiques statiques du panneau. En plus de la phase de conception, il est recommandé de prendre en compte les éventuelles différences de température entre les éléments adjacents lors de la phase d'assemblage (voir chapitre 5 "Recommandations pour la manipulation et l'assemblage de panneaux métalliques pré-isolés").

Tableau n° 4 - I coefficienti di dilatazione termica per alcuni materiali.

MATERIEL	COEFFICIENT DE DILATATION $\lambda$	
ACIER	$12 \times 10^{-6}$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
ACIER INOXIDABLE AISI 304	$17 \times 10^{-6}$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
CUIVRE	$17 \times 10^{-6}$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
ALLUMINIUM	$24 \times 10^{-6}$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$

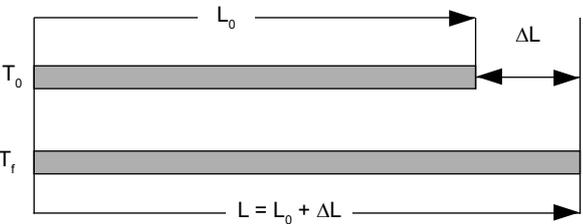
	$T_0$ = Température initiale ( $^{\circ}\text{C}$ ) $T_f$ = Température finale ( $^{\circ}\text{C}$ ) $\Delta T$ = Différence de température = $T_f - T_0$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) $L_0$ = Longueur initiale (a $T_0$ ) $L$ = Longueur finale (a $T_f$ ) $\Delta L$ = Différence de longueur $\lambda$ = Coefficient de dilatation linéaire - ( $1/^{\circ}\text{C}$ )
---	---

Figure n° 1

L'installateur, correctement informé, doit se conformer aux méthodes d'assemblage / fixation prévoyant un allongement variable des parements en fonction des valeurs des coefficients de dilatation thermique. Des précautions particulières doivent être prises pour les panneaux à faces métalliques mixtes: aluminium-acier, cuivre-acier.

Les principales causes de l'expansion ou de la contraction du substrat sont dues au rayonnement solaire direct et aux variations de température quotidiennes et saisonnières.

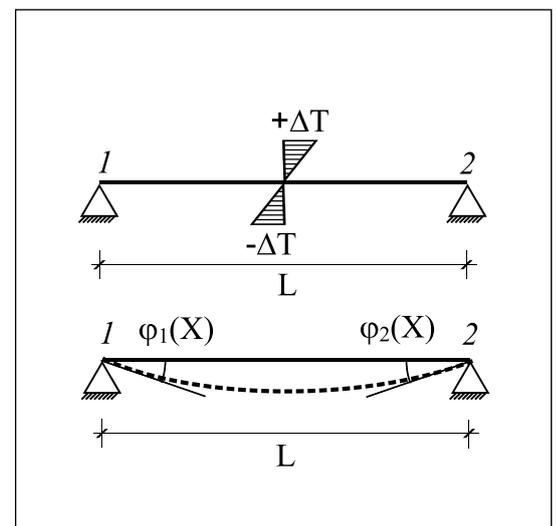


Figure n° 2 – Déformé en raison d'un gradient de températures

**Les effets de la température peuvent être divisés en:**

- Effets à court terme (contraintes dues au gradient thermique, voir fig. 2, froissement de la feuille);
- Effets à long terme (vieillesissement).

Le fabricant des **panneaux sandwich** ne fournit pas de règles, car il se limite à la fourniture de ce qui est commandé, mais rappelle aux concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux que les contraintes thermiques et les déformations ont des effets beaucoup plus marqués lorsque le produit est dans les conditions suivantes:

- ✓ Revêtement extérieur métallique de couleur avec RG < 75;
- ✓ Revêtement métallique extérieur soumis à un fort rayonnement solaire (zone climatique);
- ✓ Épaisseurs inférieures à 6/10 mm;
- ✓ Panneaux de plus de 5000 mm;
- ✓ Utilisation de mousses PIR.

Une indication similaire provient également de la norme EN 14509 qui suggère de porter une attention parti-culière à la conception et à l'installation de panneaux avec RG < 75, et fournit trois classes de couleurs et la température de conception relative à supposer sur la face exposée au rayonnement solaire. Les valeurs de température suivantes (TD) sont recommandées pour les contrôles à l'état limite de fonctionnement, alors qu'elles représentent le minimum pour les contrôles à l'état limite ultime.

- ✓ Couleurs très claires de classe 1      RG= 75-90 (TD=55°C);
- ✓ Couleurs claires de classe 2      RG= 40-74 (TD=65°C);
- ✓ Couleurs foncées de classe 3      RG= 8-39 (TD=80°C).

La classification est basée sur la valeur de réflectance du revêtement métallique, c'est-à-dire sa capacité à réfléchir une partie de la lumière incidente. Le paramètre utilisé dans la norme EN14509 est le «degré relatif de réflexion» RG, qui prend l'oxyde de magnésium comme référence (RG = 100). Le tableau 3 présente les valeurs obtenues à partir d'un programme de test réalisé par Isolpack sur dix types de couleurs RAL. La réflectance est exprimée au moyen du paramètre SRI (Solar Reflectance Index) qui, à titre d'exemple, est égal à 0 dans le cas d'une surface noire, et égal à 100 pour une surface blanche

*N.B. Les valeurs peuvent subir des écarts en raison des variables de processus, des différents types de support et des conditions d'application en ligne associées. Les écarts constatés dans les enquêtes, en raison des variables ci-dessus, ne peuvent pas être une raison de facturer les producteurs, comme on le sait, les différences de nuances doivent être acceptées, parfois perceptibles même à l'œil nu, bien que la matière première provienne du même fournisseur, avec code couleur identique, même référence RAL, mais obtenu à partir de différents "bains de peinture". Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux correctement informés du contenu du tableau 3 feront le choix de la couleur souhaitée à leur seule discrétion, conscients des tensions et déformations que les panneaux peuvent subir par rapport à la couleur choisie.*

Couleurs	SRI
RAL 9010	89
RAL 9002	75
RAL 9006	41
RAL 9007	38
RAL 1011	36
Rosso Coppo	27
RAL 3009	22
RAL 6005	18
Verde Foresta	15
RAL 7012	10
RAL 8019	4

Tab. n° 3

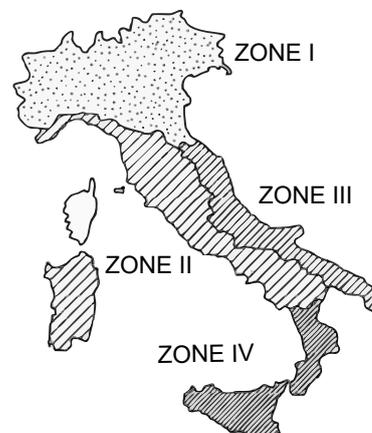
#### 4.4.2 Effets de l'irradiation

Un autre élément à retenir pour l'estimation des températures du projet se trouve au **paragraphe 3.5.2 des Normes Techniques pour les constructions visées dans l'Arrêté Ministériel du 17 janvier 2018**.

Celles-ci proposent un zonage général du territoire italien dans lequel les aspects locaux à évaluer individuellement ne sont pas pris en compte. L'Italie est divisée en 4 zones et, pour chaque zone, la température maximale et minimale est exprimée en fonction de l'altitude de référence –  $a_s$  –, exprimée en mètres au-dessus du niveau de la mer. (voir figure 3).

Figure n° 3

<b>ZONE I</b> Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna.		
	$T_{min} = -15-4 \cdot a_s / 1000$	[3.5.1]
	$T_{min} = 42-6 \cdot a_s / 1000$	[3.5.2]
<b>ZONE II</b> Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata.		
	$T_{min} = -8-6 \cdot a_s / 1000$	[3.5.3]
	$T_{min} = 42-2 \cdot a_s / 1000$	[3.5.4]
<b>ZONE III</b> Marche, Abruzzo, Molise, Puglia.		
	$T_{min} = -8-7 \cdot a_s / 1000$	[3.5.5]
	$T_{min} = 42-0.3 \cdot a_s / 1000$	[3.5.6]
<b>ZONE IV</b> Calabria, Sicilia.		
	$T_{min} = -2-9 \cdot a_s / 1000$	[3.5.7]
	$T_{min} = 42-2 \cdot a_s / 1000$	[3.5.8]



Pour définir la température de surface extérieure, il faut ajouter la contribution apportée par le rayonnement solaire qui peut être estimée à partir du tableau suivant:

Tableau n° 6 - Contribution apportée par le rayonnement solaire.

SAISON	SURFACE	AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE	
		Superfici esposte a Nord-Est	Surfaces exposées au Sud-ouest ou horizontal
ÉTÉ	Surface réfléchissante	0 °C	18 °C
	Surface claire	2 °C	30 °C
	Surface sombre	4 °C	42 °C
HIVER		0 °C	0 °C

## SUGGESTIONS PRATIQUES POUR CONTENIR LES EFFETS DE L'EXTENSION THERMIQUE

Pour minimiser les inévitables problèmes que subissent les «panneaux sandwich» en raison de la dilatation thermique comme les bulles, le plissement, la flexion longitudinale ou transversale - détectables, de façon particulière, avec l'utilisation de mousse PIR. Mais aussi les difficultés d'assemblage si la surface est soumise à un rayonnement direct lors de l'assemblage (avec déformation et difficulté conséquentes d'emboîtement) qui, en plus de provoquer des anomalies esthétiques, pourraient compromettre la capacité structurelle du système de structure panneau-support, le Fabricant recommande de prendre les précautions suivantes:

- ✓ **Évitez les couleurs sombres;**
- ✓ **lorsque des besoins architecturaux particuliers exigent des couleurs sombres, évitez d'utiliser de longs panneaux;**
- ✓ **les parements métalliques foncés soumis à l'irradiation solaire doivent avoir une épaisseur adéquate (minimum 0,6 mm) et des peintures d'une épaisseur supérieure à la norme;**
- ✓ **le Concepteur, après avoir calculé la dilatation thermique maximale à laquelle le revêtement peut être soumis, doit choisir et indiquer des solutions de fixation permettant toutes les déformations prévues; et imposer des mesures des panneaux inférieures à mm. 5000;**
- ✓ **si de fortes déformations du parement extérieur sont attendues, il est préférable d'adopter un panneau prévoyant une fixation avec des vis apparentes plutôt que des modèles à fixation cachée.**

Les panneaux isolants sont sujets à dilatation, allongement et déformation éventuelle en présence d'une excursion de température sur les supports métalliques que les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent prendre en compte dans la conception et le choix des panneaux. Ce phénomène affecte particulièrement les panneaux de couleur foncée installés sur la façade. Pour le détail RAL - extension (voir Tab. N°3.)

La conséquence de la dilatation agit sur la rectitude du panneau, provoquant des flexions et des déformations qui peuvent affecter sa fonctionnalité et son aspect esthétique.

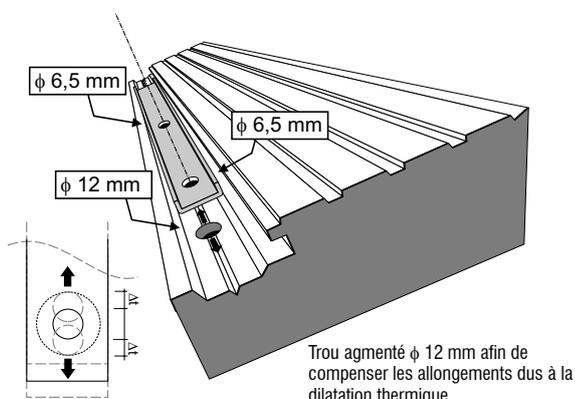
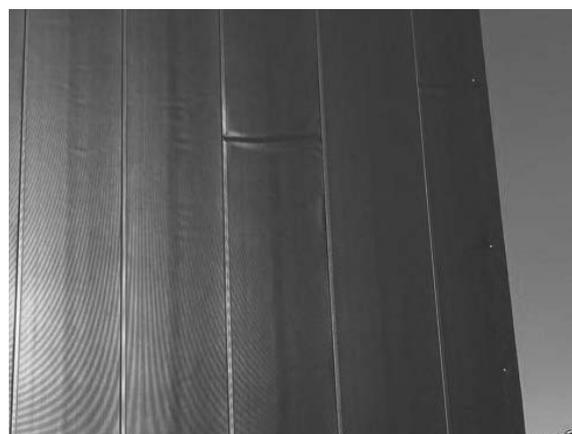
Les concepteurs/installateurs/utilisateurs finaux doivent prévoir un assemblage permettant au système d'absorber les allongements linéaires (voir dessin) et les tensions du support dues aux températures de surface élevées et aux changements thermiques rapides qui peuvent provoquer des ondulations, des imperfections et/ou des phénomènes de plissement pour lesquels les producteurs ne peuvent en aucun cas être tenus responsables.

Les producteurs conseillent de:

- Éviter l'utilisation de panneaux de couleur foncée, surtout avec des longueurs importantes (plus de 5 m).
- Choisir une épaisseur appropriée à l'usage et aux déformations calculées.
- Valutare adeguati sistemi di fissaggio mobili che compensino le dilatazioni (voir dessin).

Les conséquences du choix de certains types et couleurs de panneaux et la mise en œuvre d'opérations permettant de minimiser les risques de déformation sont à considérer sous l'entière et seule responsabilité des concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux.

Foto n° 2: mur déformé



Afin d'éviter ce phénomène, les concepteurs / installateurs / utilisateurs auront la charge d'adopter la solution jugée la plus adaptée à leur cas d'utilisation spécifique. Dans la figure, une solution possible au problème, étant entendu que toutes les exigences déjà énumérées dans ce manuel doivent être respectées.

## EXEMPLE DE CALCUL D'EXTENSION DE FEUILLE EXTERNE

Longueur du panneau: 10 m

Matériau: acier galvanisé prélaqué (couleur classe 2)

Exposition: Sud

Localisation: Turin ( $a_s=295$  m au dessus du niveau de la mer)

### ÉTAPE 1: Calcul de la température extérieure minimale

En l'absence de levés statiques spécifiques pour le site d'installation, l'approche des **Normes Techniques de Construction** est suivie pour le calcul (§3.5.2).

Piemonte → ZONE I

$$T_{min} = -15 - 4 \cdot a_s / 1000 = -15 - 4 \cdot 295 / 1000 = -16,2 \text{ °C}$$

### ÉTAPE 2: Calcul de la température extérieure maximale

Selon le tableau reporté sur EN14509, la température maximale est:

Couleur classe 2 →  $T_{max} = 65 \text{ °C}$

Nous comparons maintenant cette valeur avec celle proposée par le NTC2018.

Piemonte → ZONE I

$$T_{max,1} = 42 - 6 \cdot a_s / 1000 = 42 - 6 \cdot 295 / 1000 = 40,2 \text{ °C}$$

A cette valeur de température, il faut ajouter la contribution due au rayonnement solaire des Normes Techniques qui, pour le cas en question, est de  $42 \text{ °C}$ .

En fin de compte, nous obtenons:

$$T_{max} = 40,2 + 42 = 82,2 \text{ °C}$$

La valeur la plus prudente obtenue à partir du calcul proposé par le NTC est choisie à  $82,2 \text{ °C}$

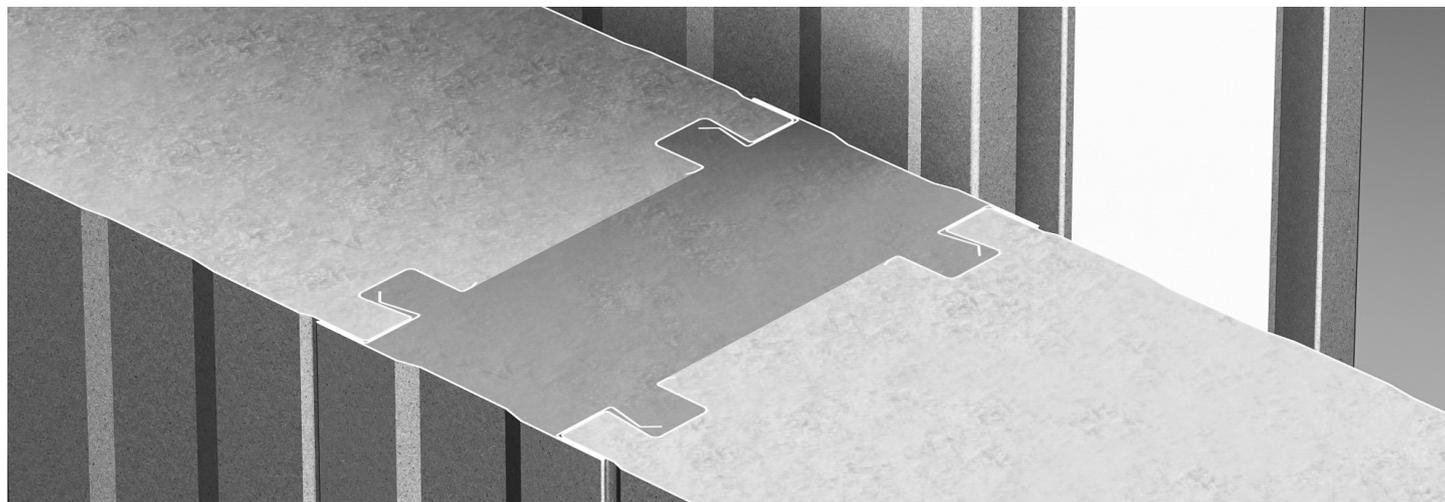
### ÉTAPE 3: Calcul de l'expansion maximale de la feuille

La plage d'expansion à laquelle le panneau sera soumis:

$$\Delta L = 12 \cdot 10 \cdot 6 \text{ (°C-1)} \times [82,2 - (-16,2)] \text{ (°C)} \times 10 \text{ (m)} = 12 \cdot 10 \cdot 6 \text{ (°C-1)} \times 98,4 \text{ (°C)} \times 10 \text{ (m)} = 11,8 \text{ mm}$$

Dans l'exemple ci-dessus, les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent nécessairement adopter une solution de fixation qui permet l'expansion et la contraction de la tôle, évitant les contraintes dangereuses qui pourraient compromettre les caractéristiques esthétiques et fonctionnelles du produit (voir solutions de fixation dans le paragraphe "Méthodes et systèmes de fixation pour panneaux muraux").

*Photo n° 3: la fixation du panneau WFJ est capable de compenser les mouvements dus à la dilatation thermique sans générer de ponts thermiques.*



## **4.5 CONDENSATION: LA VAPEUR CONTENUE DANS L'AIR**

### **4.5.1 Formation de condensation**

L'air a la capacité de stocker une certaine quantité d'eau sous forme de vapeur. Cette capacité est fonction de la température et de la pression. Normalement, l'air dans un environnement n'est pas en conditions de saturation mais contient une quantité d'eau inférieure à celle maximale permise où se produisent des phénomènes de condensation.

Les condensations de surface se forment lorsque l'air, à une certaine température et avec un certain taux d'humidité, se refroidit et lorsqu'il entre en contact avec des surfaces qui sont à une température plus basse. Dans ces cas, si la vapeur d'eau contenue dans l'air est supérieure à la quantité de saturation pour la nouvelle température inférieure, l'excès de vapeur se condense en gouttelettes.

Lorsque les températures extérieures sont élevées par rapport aux températures internes, comme dans les chambres froides, une tendance à la circulation de la vapeur par diffusion vers l'intérieur se crée.

### **4.5.2 Conditions environnementales générant la condensation**

Dans un environnement, la présence humaine conduit à une augmentation de l'humidité, avec une contribution estimée d'environ 120-150 gr. d'eau par heure et par personne, en raison de la respiration et de la transpiration. La surpopulation d'un environnement conduit automatiquement à la formation d'une forte humidité. Même le matériau stocké dans les entrepôts / chambres froides génère le dégagement d'humidité qui se traduit par la formation de condensation de surface sur la surface métallique des panneaux isolants, une autre condition critique peut être causée par la coulée du sol en béton interne d'un bâtiment qui libère des quantités importantes d'humidité qui, lorsqu'une ventilation adéquate n'a pas été fournie, est stratifiée sur l'intrados du toit et devient alors un condensat ruisselant.

### **4.5.3 Choix de conception à adopter en cas de condensation**

Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent d'abord évaluer soigneusement le phénomène de condensation avant de faire des choix sur le type de «panneaux sandwich» à adopter dans la construction d'un bâtiment. Surtout en ce qui concerne les chambres froides, éliminer la possibilité de condensation évite les conséquences négatives et les dommages à la cellule tandis qu'une situation optimale sera obtenue lorsque les couches d'isolation thermique sont disposées autant que possible vers l'extérieur et en même temps des couches opposées sont disposées à la diffusion de vapeur sur la face interne. Aussi bien dans les chambres froides que dans les chambres à température dirigée, les variations de pression qui se produisent normalement dans les bâtiments industriels réfrigérés ou chauffés lors des opérations d'essais et/ou de mise en température doivent être compensées.

Pour ce type d'applications, il est préférable d'utiliser des panneaux sandwich à **joints en mousse** ou les **panneaux sandwich** de dernière génération équipés de **joints d'étanchéité spéciaux EPDM** qui, correctement posés, assurent la fonction pare-vapeur. Il faut éviter les panneaux à joint sec, vertical ou labyrinthe, ce qui ne peut en aucun cas garantir l'étanchéité à l'air nécessaire et donc donner lieu aux phénomènes de condensation traités.

## 4.6 PROTECTION INCENDIE PASSIVE

Les mousses de polyuréthane ne sont pas inflammables mais, comme toutes les matières plastiques de nature organique, elles sont combustibles et brûlent au contact de la flamme. En cas d'incendie, le polyuréthane développe des fumées et des gaz de combustion dont la composition varie en fonction à la fois des caractéristiques de réaction de la mousse au feu (formulation, densité, etc.) et des conditions d'incendie (ventilation, température, etc.). Les expériences montrent que la composition des gaz de combustion développés par les mousses de polyuréthane ne diffère généralement pas de celle des gaz développés par le bois. Leur température d'inflammation est généralement inférieure à 500 ° C. Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent assurer une protection contre le feu direct pour les faces des panneaux - généralement déjà recouverts par des supports métalliques - ainsi que pour tout le périmètre qui peut être exposé en adoptant les précautions appropriées même pendant l'installation de la même sources potentielles d'inflammation.

Le comportement au feu des structures est l'ensemble des transformations physiques d'un matériau ou d'un élément de construction soumis à l'action du feu. Elle se caractérise par les propriétés thermiques des matériaux et les méthodes de leur utilisation dans les structures elles-mêmes. Il y a deux aspects à considérer:

- **réaction au feu:** qui indique le comportement que manifeste tout matériau, meuble ou élément de construction en présence d'un feu (il brûle, ne brûle pas, brûle peu, fait de la fumée, s'égoutte);
- **résistance au feu:** c'est la capacité d'un élément ou d'une structure de bâtiment à maintenir la stabilité, l'étanchéité et l'isolation thermique requises pendant une période donnée.

Les fabricants disposent de nombreux certificats de résistance au feu délivrés par des laboratoires agréés, selon des normes reconnues au niveau national et international.

### 4.6.1 Réaction au feu

Pour la classification de la réaction au feu des matériaux de construction, il est fait référence à la norme **EN 13501-1 (Classement au feu des produits et éléments de construction)**. La législation établit:

- **méthodologies de test**
- **classification des matériaux**
- **procédure de certification des produits aux fins de réaction au feu.**

Dans la législation, les matériaux sont classés selon les **Euroclasses A1, A2, B, C, D, E, F**.

Les matériaux classés **A1** et **A2** sont incombustibles, la **classe B** est ininflammable, tandis que la **classe F** est dans le cas spécifique des **panneaux sandwich**, non testée au feu.

La législation européenne prend en considération deux autres paramètres d'une importance considérable pour la prévention des incendies. Le premier paramètre concerne l'émission de fumées où les valeurs indiquées dans la norme sont:

- **(S1) Mauvaise émission de fumée,**
- **(S2) Emission de fumée modérée**
- **(S3) Forte émission de fumée.**

Alors que le deuxième paramètre concerne la présence de particules ruisselantes ou incandescentes qui se développent lors de la combustion et qui peuvent propager le feu (contrairement à la norme italienne, cet indice permet de connaître le comportement du matériau individuel vis-à-vis de cet aspect). Les valeurs indiquées sont:

- **(d0) Absence de gouttes brûlantes,**
- **(d1) Quelques gouttes brûlantes et / ou particules incandescentes**
- **(d2) Beaucoup de gouttes brûlantes et / ou de particules incandescentes.**

**4.6.2 Résistant au feu**

La résistance au feu est l'une des mesures de protection contre l'incendie à poursuivre pour assurer un niveau de sécurité adéquat d'un ouvrage de construction en cas d'incendie. Elle concerne la capacité de charge en cas d'incendie, pour une structure, pour une partie de la structure ou pour un élément de structure ainsi que la capacité de compartimentation en cas d'incendie pour les éléments de séparation structurelle (ex: murs, sols, ...) et non structurels (ex: portes, cloisons, etc.).

Les principaux paramètres d'évaluation de la résistance au feu sont:

- **Résistance R:** aptitude à maintenir une résistance mécanique sous l'action du feu;
- **étanchéité E:** aptitude à ne pas laisser passer ou à ne pas produire de flammes, vapeurs ou gaz chauds du côté non exposé;
- **isolation thermique I:** aptitude à réduire la transmission thermique.

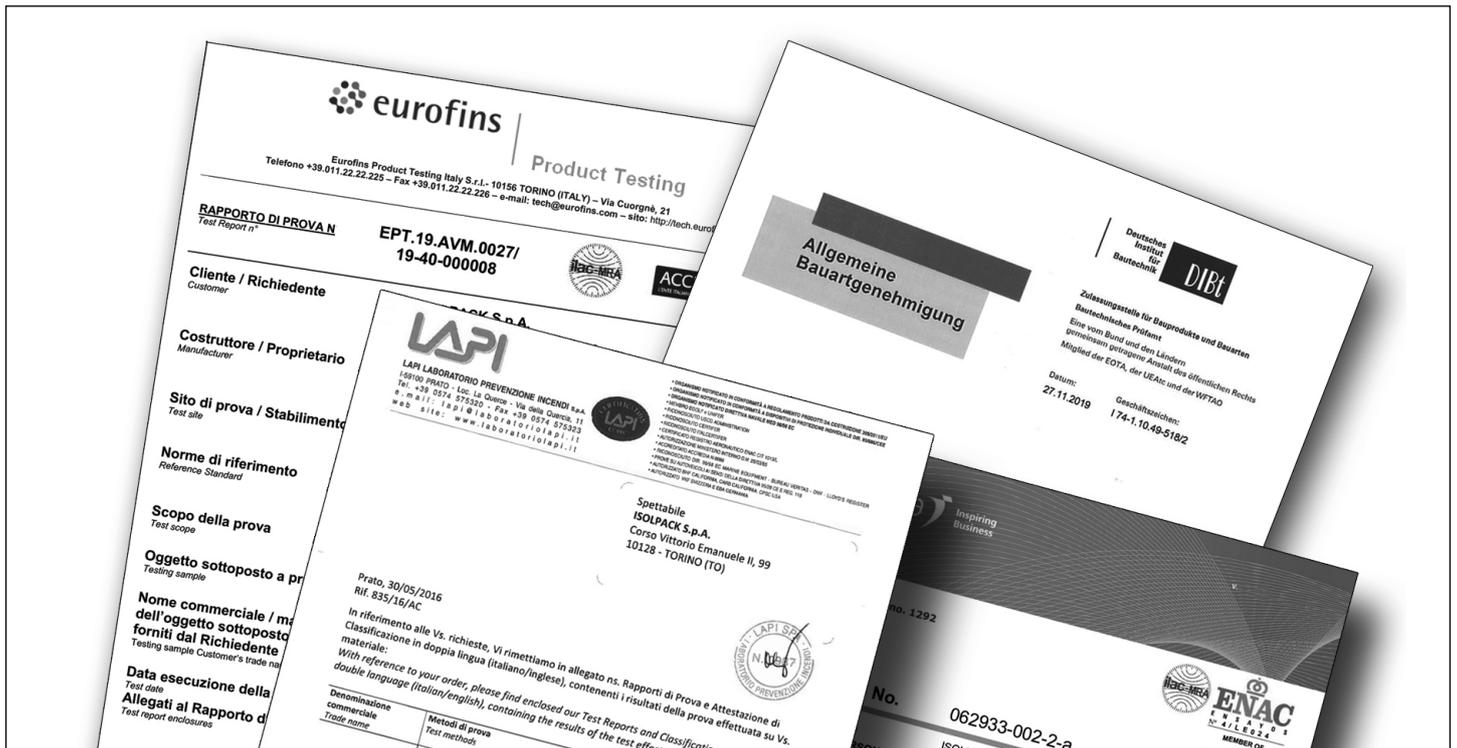
Le symbole **REI** suivi d'un nombre (n) identifie: un élément de construction qui maintient pendant un temps déterminé n la résistance mécanique, la résistance aux flammes et aux gaz chauds, l'isolation thermique; Le nombre (n) indique la classe de résistance au feu, calculée et proportionnelle à la charge calorifique spécifique du projet caractérisant le compartiment analysé.

Les classes de résistance au feu sont: **10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 e 360**, et expriment le temps, en minutes d'exposition à la **courbe nominale ISO 834**, pendant lequel la résistance le feu doit être garanti.

**LES CERTIFICATS SONT SUJETS A DES MISES A JOUR CONTINUES,  
POUR PLUS D'INFORMATIONS OU DEMANDES DE CERTIFICATS  
CONSULTER LES SITES:**

**www.isolpack.com - www.isometal.it - www.isotecnica.com - www.rwpi.it (o contacter les service commercial des producteurs)**

*Photo n° 4: certains certificats de producteurs émis par des laboratoires autorisés, selon des normes reconnues au niveau national et international.*



#### 4.6.3 Lecture des valeurs de référence de la Norme

Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux devront procéder à une évaluation préalable approfondie de l'utilisation finale à laquelle seront destinés les **panneaux sandwich** puis choisir le produit présentant les caractéristiques les plus adaptées en lisant le codage des panneaux et en formalisant, avant de passer la commande, la certification souhaitée pour le modèle spécifique identifié:

X – sY - dZ où:

X = classe de produit (A1; A2; B; D; E; F)

Y= comportement testé pour l'émission de fumée (s1; s2; s3)

Z= comportement testé pour les particules enflammées dégoulinant (d0; d1; d2)

Les panels des Producteurs ont obtenu différentes classifications dont:

A2 – s1 – d0 > Panneaux en laine minérale pour murs ou toitures

B – s1 – d0 > Panneaux PIR pour mur ou toit

#### 4.6.4 Classification de la résistance au feu externe

La certification **B<sub>ROOF</sub>** représente l'évaluation spécifique du risque de propagation aux incendies extérieurs des toitures et de la classe de réaction au feu. L'identification de la méthode d'essai utilisée est généralement indiquée par **(t1)**, **(t2)**, **(t3)**, où la progression numérique n'indique pas une résistance au feu de plus en plus basse mais la méthode d'essai différente. **(t3)** Allumage avec braises, vent et apport de chaleur.

*Photo n° 5: couverture réalisée avec des panneaux sandwich Isolpack Lithos 5 certifié au feu.*



#### 4.7 RÉSISTANCE MÉCANIQUE: ASPECTS GÉNÉRAUX DU PANNEAU SANDWICH

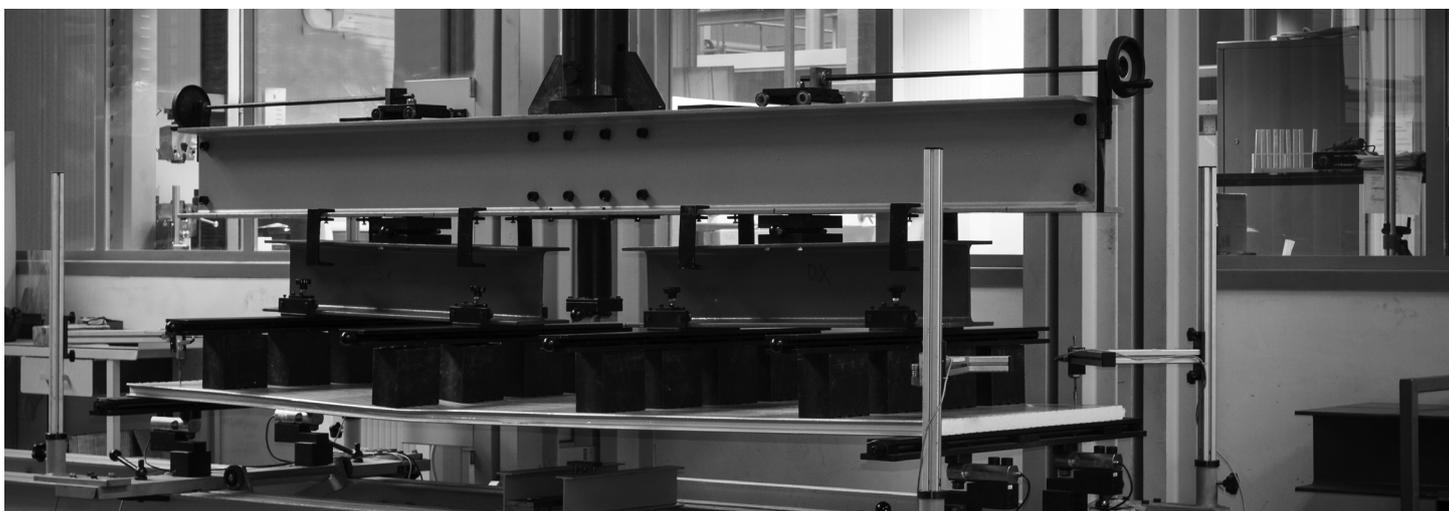
Le **panneau sandwich** est composé de plusieurs éléments: parement métallique sur une ou deux faces, âme isolante: (**mousse polyuréthane PUR ou PIR, laine minérale ou laine de verre**). Ces éléments, pris individuellement, ont une capacité minimale à supporter des charges tandis que l'union de ces composants, au point de former un élément monolithique, permet d'obtenir de bons résultats autoportants et de résister à des charges accidentelles sans jamais pouvoir assumer la fonction de contribuer à la statique du bâtiment sur le-quel ils sont installés. Une caractéristique très importante est la capacité d'adhésion du polyuréthane au support métallique.

**Les facteurs qui déterminent la résistance mécanique d'un panneau sandwich sont les suivants:**

- **ÉPAISSEUR DU PANNEAU:** pour le panneau double feuille (ou bimétallique) c'est le facteur le plus important. D'une manière générale, plus l'épaisseur est élevée, plus sa portée est grande. Ce concept est basé sur le principe de la propriété géométrique d'un corps, où avec le même matériau, plus le matériau est éloigné de l'axe passant par son centre de gravité, plus le moment d'inertie et par conséquent la capacité augmentent;
- **ÉPAISSEUR DES FEUILLES:** c'est un facteur important pour tous les types de panneaux, mais crucial uniquement pour les panneaux à une seule feuille;
- **QUALITÉ MÉTALLIQUE:** dans la plupart des cas, des aciers standards sont utilisés, cependant dans des cas particuliers, lorsque la limite de résistance est due à la limite de rupture et non à des déformations, des aciers spéciaux sont choisis;
- **GÉOMÉTRIE DES FEUILLES:** la section transversale de l'élément métallique est un facteur déterminant qui caractérise les panneaux, leur moment d'inertie et par conséquent la capacité de charge que l'élément peut garantir;
- **DENSITÉ DE L'ISOLANT:** l'augmentation de la densité de l'isolant contribue à l'amélioration des performances des panneaux double feuille.

**Il est rappelé aux concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux que les panneaux sandwich sont conçus pour des actions orthogonales au plan du panneau. Les Constructeurs n'offrent aucune garantie pour l'utilisation des panneaux en tant qu'éléments résistants aux actions agissant dans leur plan car une telle utilisation est considérée comme incorrecte et peut donner lieu à des dommages de diverses natures.**

*Photo n° 6: tests de flexion sur panneau bardage au laboratoire/usine Isolpack à Vinovo (TO)*



#### 4.7.1 Action du vent

Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent toujours calculer à l'avance les actions imputables au vent. En l'absence d'enquêtes statistiques spécifiques se référant au site d'installation, il est possible, pour le territoire italien, de se référer au **Règlement Technique de la Construction (référéncé "Decreto Ministeriale" 17 Janvier 2018)** et la circulaire explicative y afférente du **21 janvier 2019** (voir les tableaux n.7 e n.8). Il est important de rappeler que le montage correct passe toujours par la mise en place des panneaux sandwich en positionnant les joints sous le vent, donc placés dans le sens inverse du vent dominant.

#### EXEMPLE DE CALCUL DE L'ACTION DU VENT

Pour le calcul, il sera fait référence à la procédure rapportée dans l'arrêté ministériel du 17 janvier 2018. Mise à jour des **Normes techniques de construction** par souci de concision, ci-après dénommée **NTC2018** et sa circulaire d'application du 21 janvier 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Instructions pour l'application de la Mise à jour des **Normes techniques de la construction** visée dans le **Décret ministériel** du 17 janvier 2018 ci-après dénommé **Circulaire 2019**.

DONNÉES DE CONSTRUCTION (voir fig. 4):

- Localisation: Turin (z = 295 m s.l.m.);
- Dimensions du plan 15x40 m;
- Hauteur des avant-toits 11 m
- Hauteur du faîtage 12 m;

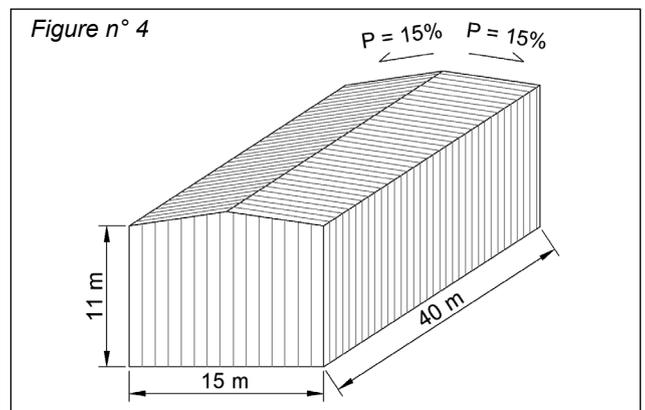


Tableau n° 7

ZONE	Description	$V_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (à l'exception de Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (à l'exclusion de Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia et Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zone à l'est de la ligne de raccordement Capo Teulada avec l'île de Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zone à l'ouest de la ligne de raccordement Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Iles (à l'exception de Sicilia et Sardegna) et haute mer	31	500	0,32

Tableau n° 8

Tableau 3.3.III - Classes de rugosité du sol	
Classes de rugosité du sol	Description
A	Zones urbaines où au moins 15 % de la surface est couverte par des bâtiments dont la hauteur moyenne dépasse 15 m.
B	Zones urbaines (hors classe A), suburbaines, industrielles et boisées
C	Zones avec des obstacles étendus (arbres, maisons, murs, clôtures, etc.); zones dont la rugosité n'est pas attribuable aux classes A, B, D
D	a) Mer et sa bande côtière (à moins de 2 km de la côte) ; b) Lac (d'une largeur maximale d'au moins 1 km) et bande côtière relative (à moins de 1 km de la côte) c) Zones sans obstacles ou avec des obstacles au moins isolés (campagnes ouvertes, aéroports, zones agricoles, pâturages, zones marécageuses ou sablonneuses, surfaces enneigées ou glacées, etc.)

La valeur de la pression du vent agissant sur le bâtiment peut être estimée à l'aide de la formule indiquée sur le NTC2018 (§3.3.4):

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

**ÉTAPE 1: Calcul de la valeur de la «pression cinétique de référence»  $q_r$  (§3.3.4 NTC2018)**

Où est-ce:

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$V_r = V_b \cdot C_r \rightarrow (z = 295 \text{ m au-dessus du niveau de la mer} < a_0 = 1000 \text{ m au-dessus du niveau de la mer}) \rightarrow v_r = v_{b,0} \cdot c_r = 25 \text{ m/s}$$

La valeur de  $c_r$  a été supposée égale à 1 (temps de retour de 50 ans) et la valeur de  $v_{b,0}$  a été obtenue à partir du tableau 3.3.I du NTC2018.

**ETAPE 2: Calcul du “coefficient d'exposition”  $c_e$  (§3.3.7 NTC2018)**

En supposant que le bâtiment est situé dans la zone industrielle du tableau 3.3.III du NTC2018, la classe de rugosité du sol B est attribuée.

Noter la distance de la côte (supérieure à 100 km), il est possible d'attribuer la catégorie d'exposition IV au site en question (voir image 3.3.2 du NTC2018). Une fois la catégorie d'exposition connue, il est possible d'obtenir les paramètres de calcul du coefficient d'exposition.

Dans le cas en question, la hauteur au-dessus du sol du bâtiment  $z$  est égale à 12 m (inférieure à 200 m) donc la formule 3.3.7 du NTC2018 est utilisée:

Puisque  $z = 12 \text{ m} \rightarrow z_{\min} = 8 \text{ m}$ , en supposant  $c_t = 1$  on obtient:

$$c_e(12) = 0,222^2 \cdot 1 \cdot \ln(12/0,30) \cdot [7+1 \cdot \ln(12/0,30)] = 1,943$$

**ÉTAPE 3: Calcul du «coefficient de pression»  $c_p$  (§C3.3.8.1.1 Circulaire 2019)**

**COEFFICIENT DE PRESSION POUR LES FACES**

Le coefficient de pression est spécifique de chaque côté du bâtiment et dépend de la direction du vent considérée. L'objectif du concepteur est de vérifier toutes les combinaisons possibles pour chaque face et d'extrapoler le cas le plus onéreux.

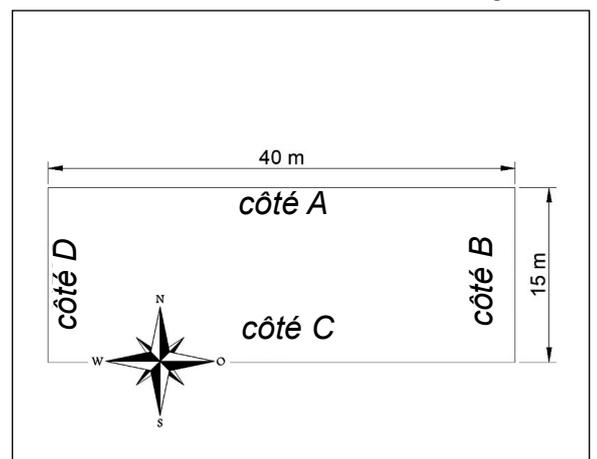
En supposant pour le cas en question une double symétrie du bâtiment, il est possible de réduire les combinaisons à deux cas possibles.

*Dans le cas considéré, l'exemple d'une vérification globale du mur sera considéré.*

*La valeur du coefficient est fonction de la relation entre  $h$  (hauteur du bâtiment) et  $d$  (longueur du côté parallèle) à la direction du vent.*

*Par convention, les coefficients qui identifient une poussée du vent de l'extérieur vers l'intérieur sont supposés positifs, tandis que ceux qui identifient une poussée de l'intérieur vers l'extérieur sont négatifs.*

Figure n° 5



**CASO 1: Vent de l'Est -  $h/d = 12/40 = 0,3$** 

- Face au vent (CÔTÉ D)  
Pour  $h/d < 1$ :  $C_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d = + 0,73$  (tableau C3.3.1 Circulaire 2019)
- Face vent arrière (CÔTÉ B)  
Pour  $h/d < 0,5$ :  $C_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d = - 0,26$  (tableau C3.3.1 Circulaire 2019)
- Face vent arrière (CÔTÉ A et C)  
Pour  $h/d < 1$ :  $C_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d = - 0,36$  (tableau C3.3.1 Circulaire 2019)

Aux coefficients calculés ci-dessus, nous devons ajouter ceux dus à d'éventuelles pressions internes. Le calcul des pressions internes est abordé au chapitre C3.3.8.5 de la circulaire 2019 et dépend des ouvertures sur les murs du bâtiment. Pour l'exemple en question, on considérera le cas où il y a des ouvertures réparties uniformément sur les murs du bâtiment (cas 3) donc il est possible de supposer le coefficient de pression interne égal à  $c_{pi} = +0,20$  ou  $c_{pi} = -0,30$ , selon la combinaison la plus lourde. En résumé, une image récapitulative est présentée ci-dessous avec les coefficients obtenus pour le cas 1, pour chaque face la valeur de pression interne la plus défavorable a été considérée. (voir fig. 6).

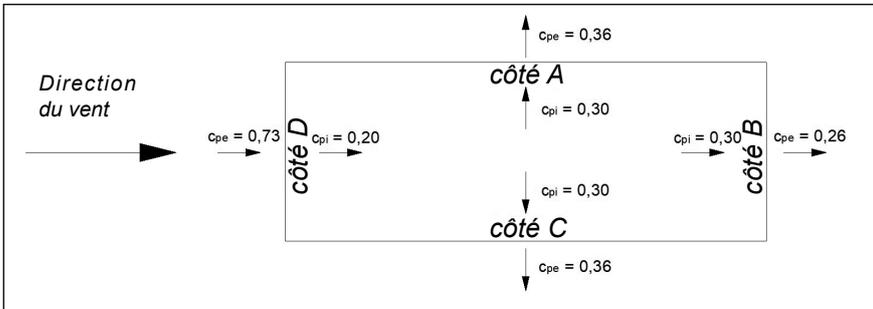


Figure n° 6

**CAS 2 : Vent du sud -  $h/d = 12/15 = 0,8$** 

- Face au vent (CÔTÉ C)  
Pour  $h/d < 1$ :  $C_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d = + 0,78$  (tableau C3.3.1 Circulaire 2019)
- Face vent arrière (CÔTÉ A)  
Pour  $h/d < 0,5$ :  $C_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d = - 0,14$  (tableau C3.3.1 Circulaire 2019)
- Face vent arrière (CÔTÉ B et D)  
Pour  $h/d < 1$ :  $C_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d = - 0,46$  (tableau C3.3.1 Circulaire 2019)

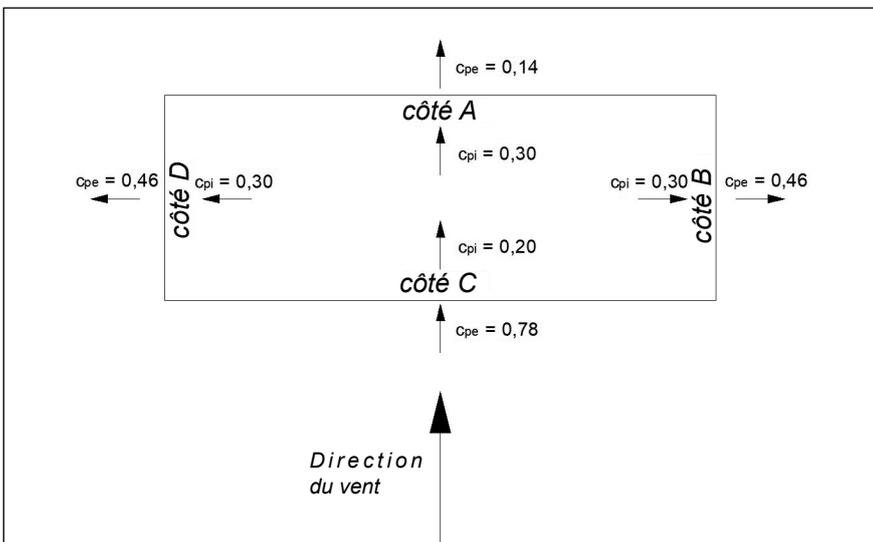


Figura n° 7

Pour les coefficients de pression interne, les considérations du cas 1 s'appliquent. En figure n° 7 une image récapitulative avec les coefficients obtenus pour le cas 2.

Il est conseillé de trouver les coefficients de pression maximum pour chaque paroi aussi bien en dépression qu'en pression. En particulier, en supposant que les panneaux sandwich muraux sont fixés sur une structure de caserne à l'intérieur du bâtiment, la pression maximale du vent est utile pour dimensionner les structures porte-panneaux tandis que la dépression maximale est déterminante pour le contrôle des fixations.

En résumé, les résultats obtenus sont:

- Coefficient de pression global maximum sur les petits côtés (B et D) dans le sens de l'extérieur vers l'intérieur:  
 $c_p = c_{pi} + c_{pe} = 0,93$  (à partir du cas 1)
- Coefficient de dépression global maximum sur les petits côtés (B et D) dans le sens de l'intérieur vers l'extérieur:  
 $c_p = c_{pi} + c_{pe} = -0,76$  (à partir du cas 2)
- Coefficient de pression global maximum sur les grands côtés (A et C) dans le sens de l'extérieur vers l'intérieur:  
 $c_p = c_{pi} + c_{pe} = 0,98$  (à partir du cas 2)
- Coefficient de dépression global maximum sur les grands côtés (A et C) dans le sens de l'intérieur vers l'extérieur:  
 $c_p = c_{pi} + c_{pe} = -0,66$  (à partir du cas 1)

N.B.:Les coefficients ainsi calculés sont l'enveloppe de deux cas qui ne sont pas réellement contemporains. Cette procédure est valable pour les vérifications concernant la paroi simple mais en général elles sont erronées pour les vérifications globales de la structure.

**COEFFICIENT DE PRESSION POUR LA COUVERTURE**

Le calcul du coefficient de pression pour le cas considéré (toit à double pente avec une inclinaison supérieure à 5 °) est décrit au paragraphe C3.3.8.1.4 de la circulaire 2019 (voir fig. 8).

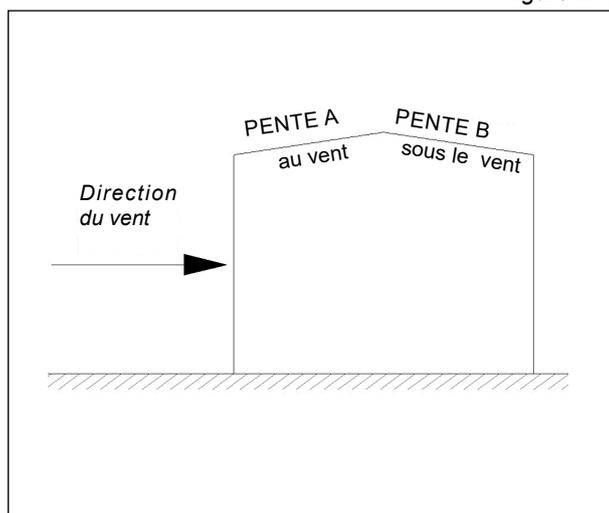
**CAS 1: Vent de l'Est (orthogonal à la faitière)**

Considérons le cas de la direction du vent orthogonale à la faitière. Pour le calcul du coefficient de pression global sur la pente A (au vent) on peut se référer à la figure C3.3.8 de la circulaire 2019. Pour la pente B (sous le vent), on se réfère à la figure C3.3.12 de la circulaire 2019.

Notez que les coefficients de pression sont donnés avec les deux signes. De même que ce qui a été vu dans le cas des coefficients positifs, les murs correspondent à une action du vent de l'extérieur vers l'intérieur, ceux avec un signe négatif représentent des dépressions. Dans le cas en question, les pentes ont une inclinaison de 15 °, donc les valeurs de coefficient de pression suivantes sont obtenues:

<b>PENTE SUR LE VENT</b>	<b>PENTE SOUS LE VENT</b>
$C_{pe+} = 0,20$	$C_{pe} = -0,60$
$C_{pe-} = -0,60$	

Figure n° 8



**CAS 2: Vent du sud (parallèle à la faitière)**

Pour l'estimation des coefficients de pression, il est fait référence à la figure C3.3.13 de la circulaire 2019. D'où nous obtenons:

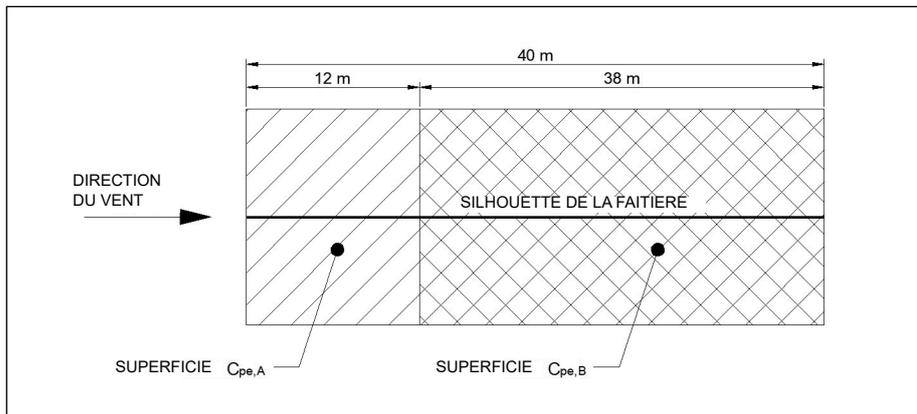
$$C_{pe,A} = -0,90$$

$$C_{pe,B} = -0,45$$

Le coefficient  $c_{pe,A}$  doit être supposé pour une longueur de la nappe phréatique égale au minimum entre  $b/2$  et  $h$ . Dans ce cas,  $b/2$  est égal à 20 m et  $h$  égal à 12 m, on considère donc 12 m.

Dans les zones restantes, en revanche, le coefficient  $c_{pe,B}$  (voir figure 9).

Figure n° 9



Comme déjà vu pour le calcul des coefficients de pression pour les murs, les éventuelles pressions internes doivent être prises en compte. Pour le cas considéré (ouvertures réparties de manière uniforme) le coefficient de pression interne est  $c_{pi} = +0,20$  ou  $c_{pi} = -0,30$  selon la combinaison la plus lourde.

Les coefficients de pression obtenus pour estimer les pressions maximales et les dépressions maximales sur le toit sont indiqués ci-dessous.

- Coefficient de pression global maximum sur le toit dans le sens de l'extérieur vers l'intérieur:

$$C_p = C_{pi} + C_{pe} = 0,20 + 0,20 = +0,40 \text{ (à partir du cas 1)}$$

- Coefficient de pression global maximal sur le toit (sur une extension du pas égale à 12 m) dans le sens de l'intérieur vers l'extérieur:

$$C_p = C_{pi} + C_{pe} = -0,30 - 0,90 = -1,20 \text{ (à partir du cas 2)}$$

**ÉTAPE 4: Calcul du "coefficient dynamique"  $c_d$  (§3.3.9 NTC2018)**

Pour les bâtiments industriels dans lesquels le cas en question se situe, il peut être supposé à titre de précaution égal à 1.

**ÉTAPE 5: Calcul de la pression caractéristique du vent (§3.3.4 NTC2018)**

Une fois les coefficients calculés, il est possible d'obtenir la valeur de la pression du vent sur les murs extérieurs et le toit. Le concepteur devra identifier l'action la plus lourde en fonction de la vérification effectuée.

**Action du vent sur les murs**

- ✓ Pression maximale du vent (pour vérifier la structure de support du panneau)
- Côtés longs (A et C) dans le sens de l'extérieur vers l'intérieur:  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,98 \cdot 1 = 742,6 \text{ N/m}^2 = 75,7 \text{ kgf/m}^2 \text{ (dal caso 2)}$
- Petits côtés (B et D) dans le sens de l'extérieur vers l'intérieur:  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,93 \cdot 1 = 704,7 \text{ N/m}^2 = 71,9 \text{ kgf/m}^2 \text{ (dal caso 1)}$

- ✓ Dépression maximale (pour vérifier les fixations)
- Côtés longs (A et C) dans le sens de l'intérieur vers l'extérieur:  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,66 \cdot 1 = 500,1 \text{ N/m}^2 = 51,0 \text{ kgf/m}^2$  (à partir du cas 2)
- Petits côtés (B et D) dans le sens de l'extérieur vers l'intérieur:  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,76 \cdot 1 = 575,9 \text{ N/m}^2 = 58,7 \text{ kgf/m}^2$  (à partir du cas 1)
- ✓ Action tangentielle du vent (§3.3.5 NTC2018)  
 À partir du tableau 3.3.XIX de la circulaire 2019, nous obtenons la valeur du coefficient de frottement  $c_f$  égale à 0,01.  
 $p_f = q_r \cdot c_e \cdot c_f = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,01 = 7,6 \text{ N/m}^2 = 0,8 \text{ kgf/m}^2$   
 On note que cette action est négligeable dans le cas d'une paroi lisse telle que celle en question. Cette valeur peut cependant être utilisée pour le contrôle de cisaillement des fixations.

**Action du vent sur le toit**

- ✓ Pression maximale du vent (pour vérifier la structure de support du panneau)  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,40 \cdot 1 = 303,1 \text{ N/m}^2 = 30,9 \text{ kgf/m}^2$
- ✓ Dépression maximale (pour vérifier les fixations)  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 1,20 \cdot 1 = 909,3 \text{ N/m}^2 = 92,7 \text{ kgf/m}^2$
- ✓ Action tangentielle du vent (§3.3.5 NTC2018)  
 Dans le cas en question, l'utilisation de panneaux sandwich avec des tôles ondulées est supposée. À partir du tableau 3.3.XIX de la circulaire 2019, nous obtenons la valeur du coefficient de frottement  $c_f$  égale à 0,03.  
 $p_f = q_r \cdot c_e \cdot c_f = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,03 = 22,7 \text{ N/m}^2 = 2,3 \text{ kgf/m}^2$

**4.7.2 Action de neige - exemple de calcul**

Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent toujours tenir pleinement compte de l'action de la neige qui, combinée à l'action du vent, représente un facteur déterminant pour le bon choix du type et de l'épaisseur des panneaux de toiture. Ne pas négliger le calcul des valeurs issues de la fonte ultérieure de la neige pour dimensionner un système d'évacuation d'eau approprié.

**La législation de référence en Italie est la D.M. 17/01/2018.**

L'Italie est divisée en 3 zones de chargement (voir figure 10) où la charge de neige au sol est respectivement d'environ 60 - 100 - 150 kg/m<sup>2</sup> (pour les constructions ordinaires en dessous de 1500 m d'altitude).

Les valeurs ci-dessus doivent être multipliées par certains coefficients qui prennent en compte:

- Exposition de la forme du toit (à une seule pente, à plusieurs versants, cylindrique, etc.): pour les toits en pente, elle est comprise entre 0,8 (toit plat) et 0 (toits avec une inclinaison > 60 °);
- de la structure: il est compris entre 0,9 (zone balayée par le vent) et 1,1 (zone abritée);
- La réduction possible de la charge de neige due à la fonte de celle-ci: généralement fixée à 1.

## ZONES DE CHARGEMENT NEIGE IN ITALIE

L'Italie est divisée en 3 zones de chargement (voir figure 10) où la charge de neige au sol est respectivement d'environ 60 - 100 - 150 kg/m<sup>2</sup> (pour les constructions ordinaires en dessous de 1500 m d'altitude).

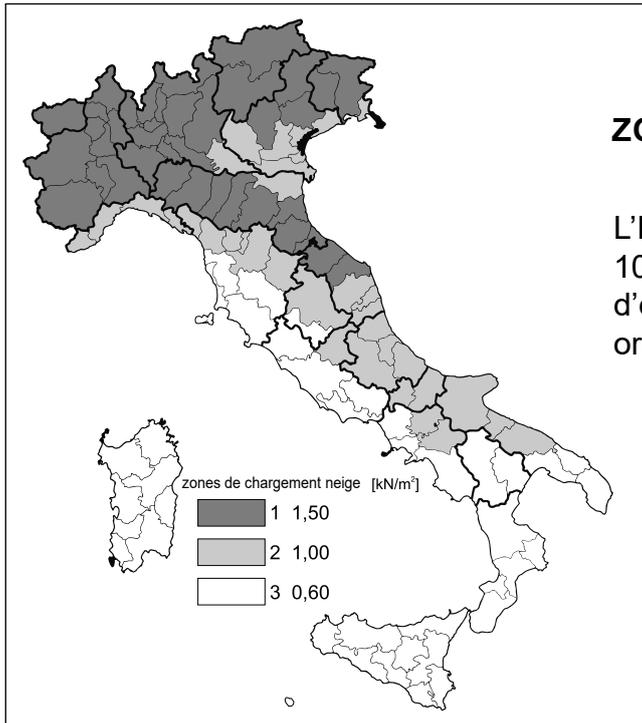


Figure n° 10

## EXEMPLE DE CALCUL DE LA CHARGE DE NEIGE

Pour le calcul, il sera fait référence au bâtiment considéré pour le calcul de l'action du vent. Données de construction (voir figure 11).

### DONNÉES DE CONSTRUCTION

- Localisation: Turin (z = 295 m s.l.m.);
- Dimensions du plan 15x40 m;
- Hauteur des avant-toits 11 m
- Hauteur du faîtage 12 m;

Le poids de la neige " $q_s$ " agissant sur le toit est calculé selon les indications données dans les **Normes techniques de construction de 2018**.

$$q_{sk} = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t$$

**ÉTAPE 1: Calcul de la valeur de  $q_{sk}$  "charge de neige au sol" (§3.4.2 NTC2018)**

Le bâtiment tombe dans la zone I - Alpina, la valeur  $q_{sk}$  est obtenue en fonction de son altitude au-dessus du niveau de la mer selon la formule:

$$q_{sk} = 1,39 \cdot [1 + (as/728)^2] = 1,39 \cdot [1 + (295/728)^2] = 1,62 \text{ kN/m}^2$$

**ÉTAPE2: Calcul de la valeur du  $\mu_i$  "coefficient de forme de couverture" (§3.4.3 NTC2018)**

Pour des pentes inférieures à 30 °, la valeur  $\mu_i$  égale à 0,8.

**ETAPE 3: Calcul de la valeur du "coefficient d'exposition"  $C_E$  (§3.4.4 NTC2018)**

Pour le calcul, il est fait référence au tableau 3.4.I du NTC2018 qui est présenté (voir Tableau 9).

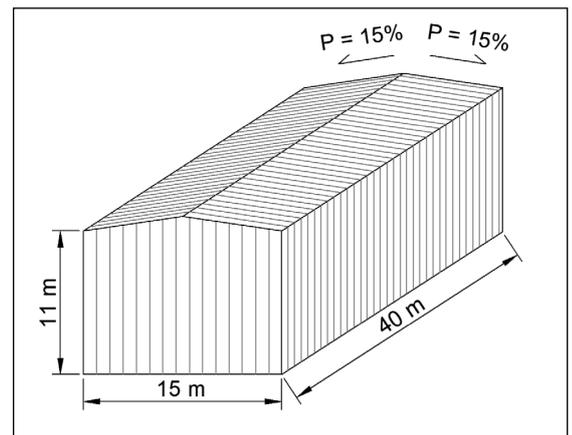


Figure n° 11

Tableau n° 9

Tab. 3.4.1 - Valeurs de $C_E$ pour différentes classes d'exposition		
TOPOGRAPHIE	DESCRIPTION	$C_E$
Battu par les vents	Surfaces planes dégagées exposées sur tous les côtés, pas de bâtiments ou d'arbres plus grands	0,9
Normal	Les zones où il n'y a pas d'importance déneigement sur la construction préfabriquée du vent, à cause du sol, d'autres constructions ni ou des arbres	1,0
Réparé	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.	1,1

À partir du tableau, nous obtenons la valeur de  $C_E$  égale à 1.

#### ETAPE 4: Calcul de la valeur $C_t$ "coefficient thermique" (§3.4.5 NTC2018)

Dans la circulaire explicative de **Décret Ministériel**, l'adoption de valeurs de coefficient thermique inférieures à un n'est pas recommandée. Le seul cas où ce coefficient est supposé égal à 1,2 est celui des bâtiments dans lesquels la température intérieure est maintenue en dessous de 0 ° C (par exemple pour les chambres froides). Dans le cas en question, on suppose le coefficient thermique  $C_t$  égal à 1.

#### ÉTAPE 5: Calcul de la charge de neige sur le toit (§3.4.1 NTC2018)

$$q_{sk} = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t = 1,62 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 1,30 \text{ kN/m}^2 = 132 \text{ kgf/m}^2$$



Photo n° 7:  
couverture d'abri situé dans le domaine alpin (2000 m d'altitude) et réalisé avec des panneaux sandwich sur lesquels des lattes et des bardeaux de bois ont été posés.

### 4.7.3 Remarques sur l'action sismique

Les tremblements de terre agissent par une succession de vibrations dans le sol qui provoquent un déplacement à la base des bâtiments. Contrairement au vent et à la neige, l'action sismique n'est pas une force mais une accélération imposée au niveau des fondations. Malgré cela, il existe différentes approches permettant d'évaluer l'action sismique à l'aide de forces «statiques équivalentes» dont l'ampleur est estimée dans le but de produire les mêmes effets qu'un séisme. Il est intuitif de déduire comment ces forces statiques sont proportionnelles à l'accélération sismique et à la masse de la structure. De par leur nature, les **panneaux sandwich** sont des éléments très légers et, de plus, ils ne font pas partie des éléments de construction «structurels». Ces considérations soulèvent souvent des doutes quant à savoir si, quand et éventuellement de quelle manière il est nécessaire de prendre en compte l'action sismique sur les panneaux sandwich. Dans cette partie du **DOSSIER**, nous voulons clarifier cet aspect, à la lumière des indications contenues dans la législation italienne.

Dans toutes les applications, les panneaux sandwich peuvent être classés comme éléments de construction non structurels. Cette considération découle du fait que leur rigidité, leur résistance et leur masse ne sont pas de nature à influencer significativement la réponse structurelle. Il est important de souligner que cela ne signifie pas qu'ils doivent être sous-estimés, en fait les panneaux constituent des éléments importants pour la sécurité et / ou la protection des personnes.

Selon les normes techniques de construction, la force sismique agissant sur les éléments non structurels, en raison de la masse de l'élément, est évaluée avec la formule suivante (§7.2.3 NTC2018), dont les facteurs sont présentés dans le tableau 10.

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a$$

Tableau n° 10

FACTEUR	DESCRIPTION
$F_a$	<i>est la force sismique horizontale répartie ou agissant au centre de masse de l'élément non structurel, dans la direction la plus défavorable, résultant des forces réparties proportionnelles à la masse;</i>
$S_a$	<i>est l'accélération maximale, sans dimension par rapport à celle de la pesanteur, que subit l'élément non structurel lors du séisme et correspond à l'état limite considéré (§3.2.1)</i>
$W_a$	<i>est le poids de l'élément</i>
$q_a$	<i>est le facteur de comportement de l'élément</i>

En plus de la force calculée ci-dessus, due à la seule masse du panneau, il faut garder à l'esprit que dans les usines de production, le panneau sandwich constitue souvent le support sur lequel sont fixés des systèmes de différents types. Il s'ensuit que la force calculée précédemment doit être ajoutée à celle due à un système contraint au panneau de remplissage ou de séparation. L'action due aux systèmes peut être assimilée à une charge répartie sur la surface du panneau, dont l'entité est:

$$Q_i = 2 \cdot F_{ai} / S \quad (\text{§7.2.4 NTC2018})$$

Où avec  $F_{ai}$  est la force de compétence de chaque composant du système et  $S$  est la surface du panneau. Cette charge répartie doit être appliquée à la fois orthogonalement et tangentiellement au plan du panneau, afin d'évaluer laquelle des deux est la condition la plus défavorable.

La condition requise par la législation est que la stabilité de l'élément soit vérifiée sous l'action de la force  $F_a$  dans les conditions de calcul appropriées.

Voici un exemple de calcul de l'action sismique sur les panneaux de remplissage d'un bâtiment.

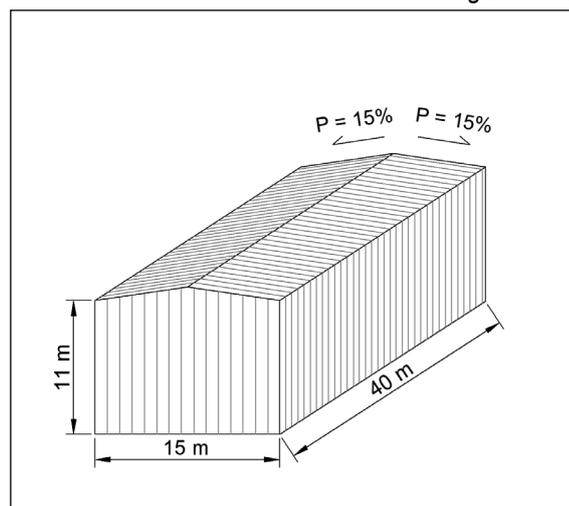
### Exemple de calcul d'action sismique

Pour le calcul, il sera fait référence au bâtiment considéré pour le calcul de l'action du vent et de la neige. (voir figure 12). L'action statique équivalente due au séisme agissant sur les murs sera calculée et sera comparée à l'action du vent. En fait, ces forces ne doivent pas être assumées simultanément, il est donc légitime de considérer la plus grande des deux comme l'action principale.

#### DONNÉES DE CONSTRUCTION:

- Localisation: Turin ( $z = 295$  m s.l.m.);
- dimensions du plan 15x40 m;
- Hauteur des avant-toits 11 m
- Hauteur du faîtage 12 m;
- Panneaux de remplissage sp. 120 mm poids 14 kg/m<sup>2</sup>.

Figure n° 12



#### Calcul de l'accélération maximale $S_a$

L'accélération maximale attendue dépend du type d'état limite considéré et de la localisation du chantier.

#### Influence de l'état limite sur $S_a$

Pour les éléments non structurels, tels que le remplissage et les cloisons internes, l'exigence de stabilité à l'état limite de protection de la vie est requise (§7.3.6 NTC2018). Cet état limite correspond à une probabilité de dépasser, dans la durée de vie de référence de la construction, égale à 10%. En d'autres termes, pour les constructions ordinaires de classe 2, le séisme cible est un séisme qui, statistiquement, se produit une fois tous les 475 ans dans la zone du projet.

#### Influence du site sur $S_a$

L'Institut National de Géologie et Volcanologie fournit les valeurs  $a_g$  et  $F_0$  en fonction des coordonnées du site et du temps de retour considéré. Pour le bâtiment en question, situé dans la province de Turin, les valeurs suivantes sont obtenues:

$a_g = 0,055$  g (g est l'accélération gravitationnelle égale à 9,81 m/s<sup>2</sup>);

$F_0 = 2,760$ ;

Le coefficient **S** tient compte de la stratigraphie spécifique du site et des conditions topographiques particulières. Sa valeur est obtenue à partir de la multiplication entre  $S_s$  (tableau des coefficients stratigraphiques 3.2.IV du NTC2018) et  $S_T$  (tableau des coefficients topographiques 3.2.III NTC2018). Pour le calcul, nous considérons que le bâtiment est construit sur un sol à gros grains (catégorie B tab. 3.2.II NTC2018) et une surface plane (catégorie T1 tab.3.2.III NTC2018) à partir de laquelle:

$$S = S_s \cdot S_T = 1,20 \cdot 1,00 = 1,20$$

**Calcul de  $S_a$** 

$$S_a = a_g \cdot S \cdot F_0 \cdot \eta = 0,55 \cdot 1,20 \cdot 2,76 \cdot 1 = 1,82 \text{ g}$$

Où pour le calcul de  $\eta$  un coefficient d'amortissement visqueux conventionnel égal à 5% a été supposé.

**Calcul de la force sismique**

On considère que le revêtement extérieur est réalisé avec un panneau mural sp. 120, avec les deux plaques de support 0,6 mm. Pour ce type, la masse  $W_a$  vaut 14 kg/m<sup>2</sup>.

L'entité de la force statique équivalente due au tremblement de terre est:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a = (1,82 \cdot 14) = 25,50 \text{ kgf/m}^2$$

Où  $q_a$  est le facteur de comportement de l'élément. Ce facteur prend en compte la réponse de l'élément au séisme et est d'une valeur supérieure ou égale à 1. La circulaire explicative de 2019 permet d'utiliser une valeur égale à 2 pour les murs intérieurs et extérieurs. En faveur de la sûreté, et en l'absence d'études spécifiques sur la réponse sismique de l'élément, la valeur 1 a été retenue dans le calcul.

**Comparaison avec l'action du vent et considérations finales**

La force qui vient d'être calculée doit être appliquée au panneau pour les contrôles de stabilité et donc pour le calcul des fixations et de la résistance ultime du panneau.

Nous voulons maintenant comparer cette force à l'action du vent, précédemment calculée pour le même bâtiment. La charge de vent maximale est:

$$q_{vmax,k} = 75,7 \text{ kgf/m}^2$$

Étant donné que l'action sismique calculée se réfère au SLV (Life-Saving Limit State), encadré dans l'état limite ultime, pour que la comparaison soit correcte, l'action du vent doit être multipliée par le facteur de sécurité partiel pour les actions à l'état limite le dernier vaut 1,5 (en considérant le vent comme l'action principale).

$$q_{vmax,d} = 1,5 \cdot q_{vmax,k} = 1,5 \cdot 75,7 = 113,6 \text{ kgf/m}^2$$

**L'action du vent est plus de 4 fois supérieure à celle du tremblement de terre.** Ce résultat est dû à deux aspects principaux:

- Les panneaux sandwich sont des éléments très légers pour lesquels l'action sismique est peu susceptible de déterminer la vérification des panneaux et des fixations lorsque l'action du vent est présente;
- Le Piémont est une région à faible sismicité, dans d'autres régions d'Italie, des valeurs plus lourdes de l'action sismique pourraient être obtenues.

Nous souhaitons souligner comment la vérification sismique peut cependant être utile pour estimer une charge de conception pour les panneaux internes, non directement affectés par l'action du vent. En outre, la législation précise comment la force statique due au tremblement de terre doit être appliquée, en alternance, à la fois dans le sens vertical et horizontal. Cette force dans la direction verticale, ajoutée au propre poids du panneau, peut être utilisée pour vérifier la stabilité du panneau au chargé en pointe.

## 5. RECOMMANDATIONS POUR LA MANIPULATION ET L'ASSEMBLAGE DE PANNEAUX MÉTALLIQUES PRÉ-ISOLÉS

Les Constructeurs recommandent fortement aux Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs finaux de lire attentivement et de suivre strictement les Conditions Générales de Vente, Manipulation, Stockage des panneaux sandwich éditées par **AIPPEG**. Ils représentent l'ensemble des expériences de la plupart des constructeurs de ces produits et sont reconnus par les professionnels et les constructeurs comme comparables à des normes de référence à adopter, exclusivement, dans le monde de ceux qui utilisent des panneaux sandwich pré-isolés.

A titre purement indicatif, les Constructeurs, laissant aux Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs finaux la charge de fournir au personnel du site les dispositions opérationnelles jugées les plus appropriées, également en relation avec les situations spécifiques de chaque site, souhaitent fournir des informations non contraignantes à considérez-vous des suggestions simples:

### 5.1 EMBALLAGE ET PROTECTION

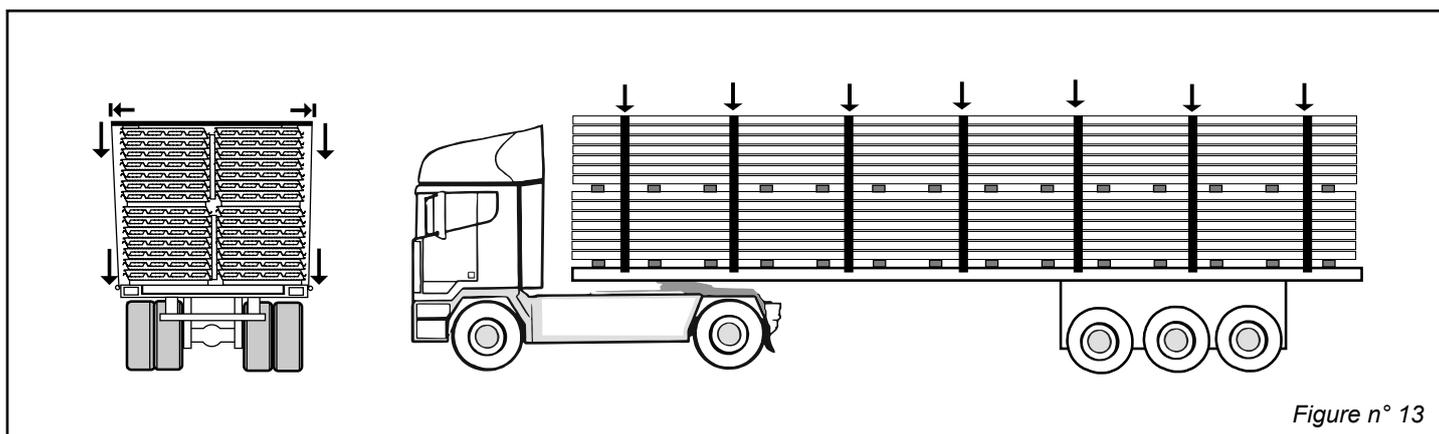
Les panneaux sont livrés en colis, chacun composé d'un certain nombre de panneaux superposés et le nombre par colis est défini en fonction:

- Type de panneau;
- Épaisseur du panneau;
- Longueur des panneaux;
- Type de moyen de transport;
- Optimisation du plan de chargement.

Pour conserver leur intégrité, notamment d'ordre esthétique, les panneaux disposent de systèmes de protection temporaires. Sur demande, pendant les phases de fabrication, les matériaux ci-dessus peuvent être protégés avec un film de polyéthylène adhésif sur les surfaces pré-peintes.

### 5.2 TRANSPORT DE PANNEAUX ET DECHARGEMENT

Lorsque le transport est effectué par des Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs Finaux il sera indispensable qu'ils se réfèrent aux dispositions de la norme UNI 10372-2004 paragraphe 9.9.2, ils veillent donc à l'utilisation de moyens adaptés permettant le parfait maintien des colis sur le surface de chargement avec des entretoises en mousse en bois ou en plastique appropriées (alignées verticalement). Chaque colonne de colis sera solidarifiée au moyen de transport au moyen de fixations transversales avec des courroies (jamais des cordes) à une distance appropriée entre les centres et qui en aucun cas ne dépasse une distance de 3 m, les charges couvertes sont recommandées. (voir figure 13). Les charges couvertes sont recommandées. La fixation doit garantir une pression adéquate pour maintenir la charge immobile mais jamais excessive pour éviter que le poids sur les emballages inférieurs ajouté à une pression excessive exercée dans les points de fixation par les courroies puisse provoquer de petites déformations du produit qui, cependant, sont considérées recevable et ne peut donner lieu à aucun litige de quelque nature que ce soit.



Même la phase de déchargement des colis de panneaux doit suivre strictement ces instructions car seule l'utilisation de systèmes de levage adaptés garantit la parfaite intégrité des panneaux. Lors du déchargement avec un pont roulant, une grue, une grue mobile, l'utilisation de cordes, chaînes, câbles métalliques, fil de fer et même le cerclage qui peut parfois être présent doit être évitée, mais uniquement des bandes de nylon de largeur adéquate (min 20cm ) à appliquer sur une élingue de distribution afin d'éviter les «goulots d'étranglement» et de garantir la répartition des poids des colis en plusieurs points. (voir figure 14).

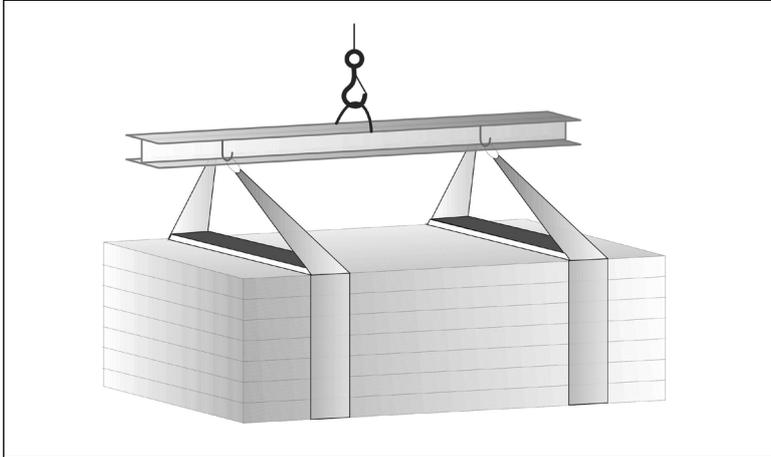


Figure n° 14

Dans le cas d'un déchargement avec des moyens à fourches, à l'exclusion du cas des élévateurs à fourches latérales multiples, une prudence maximale est de mise car les probabilités d'endommager le dernier panneau en bas sinon l'ensemble du colis sont très élevées également en raison de la flexion naturelle que le colis suppose, par son propre poids, que sa longueur n'est pas proportionnelle à la distance entre les fourches du véhicule; le déchargement avec des moyens à fourche provoque statistiquement des dommages fréquents tels que des écorchures ou des rayures des surfaces pour lesquelles les fabricants ne répondent pas.

### 5.3 RÉCEPTION DES MATÉRIAUX ET MESURES DU SITE

Lorsque la charge des panneaux atteint le site d'installation, les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent:

- Vérifier la correspondance exacte des quantités de tous les articles avec le document d'expédition;
- vérifier et approuver les dimensions, les couleurs des produits;
- attester de l'absence de dommages dus au transport, etc. ;
- en présence de carences, dommages, défauts des panneaux et / ou accessoires, mettre une note écrite sur le document de transport et le faire signer par le chauffeur, ensuite mettez de côté les matériaux endommagés;
- comme déjà évoqué, le mode de déchargement et de levage en hauteur doit respecter les critères indiqués ci-dessus mais, si les carences sur le chantier ne prévoyaient que l'utilisation d'un chariot élévateur à fourche, il sera essentiel qu'il soit disposé avec les fourches largement espacées placées en dessous du centre de l'emballage. Si le paquet de panneaux est trop long (plus de quatre fois l'entraxe des fourches), deux chariots élévateurs équidistants doivent être utilisés. (voir figure 15a). En tout cas, les Producteurs ne seront en aucun cas responsables des dommages que les produits pourraient subir;

Figure n° 15a

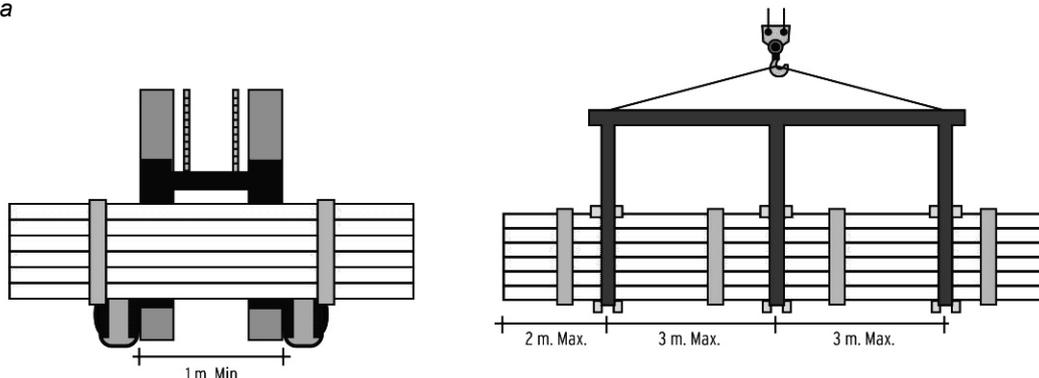
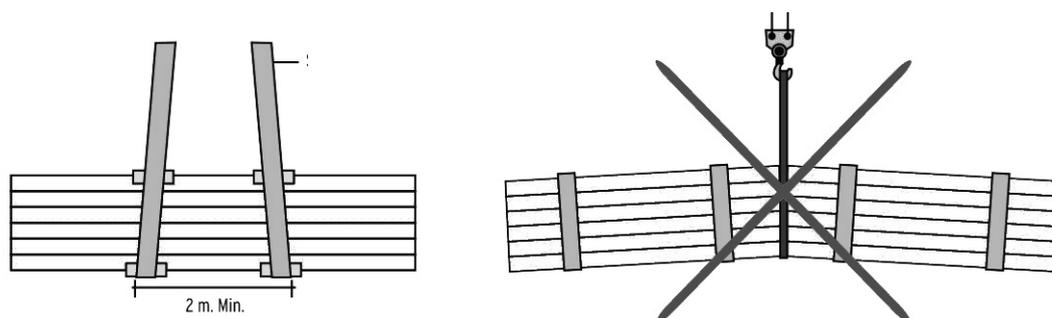


Figure n° 15b



- Pour éviter que les panneaux ne soient endommagés pendant le levage, déchargez les packs un par un;
- Inspectez l'itinéraire que le palonnier devra parcourir sur place pour vous assurer que le chemin est exempt d'ornières et de trous qui endommageraient le matériau avec les inévitables secousses;
- si une grue est utilisée, des ceintures en nylon de largeur adéquate (min 20cm) doivent être utilisées positionnées sur au moins deux points sur la longueur du pack; comme déjà indiqué, les "goulots d'étranglement" doivent être évités, il est donc recommandé d'utiliser des planches de bois ou d'autres types d'entretoises positionnées dans la partie supérieure et inférieure du pack en correspondance avec les sangles pour protéger les bords des panneaux supérieur et inférieur. (voir figure 15b);
- dans le cas de panneaux d'une longueur supérieure à 6 mètres, il est nécessaire d'utiliser une élingue répartie.

## 5.4 ESPACE DE RANGEMENT

Comme mentionné dans le paragraphe dédié à la dilatation thermique, les panneaux exposés à la lumière directe du soleil peuvent se plier et par conséquent rendre l'assemblage difficile. Pour cette raison, les emballages ne doivent jamais être exposés au soleil avant leur installation mais doivent être placés dans une zone ombragée. (voir figure 16).

Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux, avant de procéder à la collecte des panneaux, doivent définir la zone dans laquelle les produits seront stockés, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur, car il est essentiel d'adopter des mesures appropriées (se conformer à la norme UNI 10372-2004 paragraphe 9.9.3) visant à éviter la formation de condensation de surface ou l'infiltration et la stagnation de l'humidité, de l'eau de pluie, etc. qui peuvent endommager les supports métalliques et / ou la peinture.

Figure n° 16

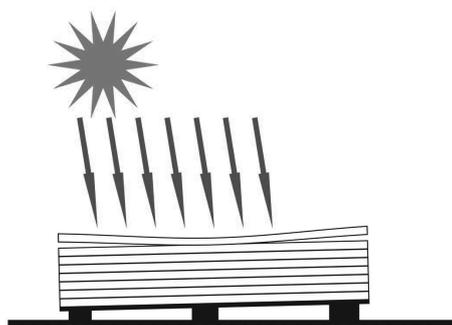
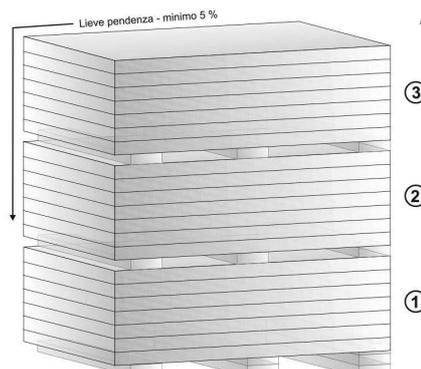


Figure n° 17



Comme indiqué dans les **Conditions Générales de l'AIPPEG**, qui nécessitent une lecture attentive, il est recommandé de ne pas chevaucher les packages; lorsque cela n'est pas possible, il est conseillé d'interposer des entretoises en bois ou en matière plastique extrudée (alignées verticalement) afin de créer les meilleures conditions de transmission au sol des charges.

Dans le cas d'un stockage en intérieur, il est conseillé de choisir des endroits ventilés, non poussiéreux et non soumis à des changements brusques de température: il est également recommandé de s'assurer que les packs ne sont pas posés sur des matériaux ferreux ou graisseux pouvant endommager le support métallique du panneau et / ou la peinture. Pour conserver les performances d'origine du produit, il est conseillé de ne pas dépasser 4 mois de stockage à l'intérieur, à compter de la date de production.

Dans le cas du stockage en extérieur, il est nécessaire de prévoir une surface d'appui inclinée longitudinalement afin d'éviter la stagnation de l'eau ou de l'humidité, surtout si les panneaux ne doivent pas être retirés pour une installation à court terme; il est toujours conseillé d'utiliser des bâches de protection qui permettent cependant la recirculation de l'air et la sortie de toute condensation (voir figure 18).

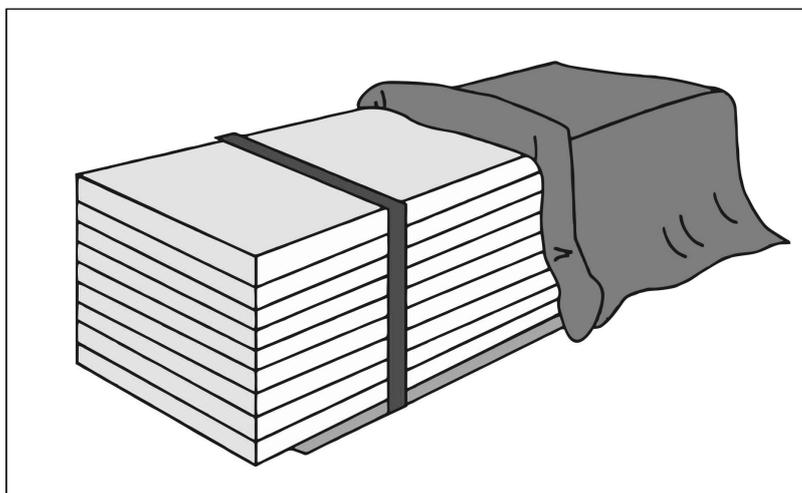


Figure n° 18

L'attention aux conditions atmosphériques auxquelles les panneaux sont exposés reste d'une importance particulière; des précipitations intenses avec de la grêle peuvent endommager les supports métalliques, tandis qu'une exposition excessive au rayonnement solaire, en particulier dans les périodes les plus chaudes, peut entraîner des déformations plastiques du produit. Un panneau avec un support de couleur sombre, s'il est exposé directement au soleil, peut atteindre une température de surface de 80/90 ° C. Cependant, le stockage extérieur ne doit jamais dépasser 60 jours à compter de la date de production.

Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent veiller à retirer le film adhésif protecteur pelable dans un délai de 15 jours à compter de la date de livraison (sous peine - après ce délai - le risque de difficulté considérable ou d'impossibilité de retirer ce film), en attendant l'installation, stocker les panels respectant les procédures prescrites par l'**ANNEXE A** des **Conditions Générales de Vente de l'AIPPEG**.

**AU COURS DES PHASES SUIVANTES, DES PRÉCAUTIONS DOIVENT ÊTRE PRISES POUR GARANTIR LES ASPECTS SUIVANTS:**

- PROTECTION DE LA SURFACE CONTRE LES PHÉNOMÈNES D'ABRASION, NOTAMMENT LORS DE LA MANIPULATION
- PROTECTION DES COINS ET DES BORDS CONTRE LES CHOCS ET L'ÉCRASEMENT
- PROTECTION DES ÉLÉMENTS SUR LESQUELS REPOSE LA MASSE DE L'ENSEMBLE DE L'EMBALLAGE, OU DES EMBALLAGES SUS-JACENTS, CONTRE UNE DÉFORMATION PERMANENTE.

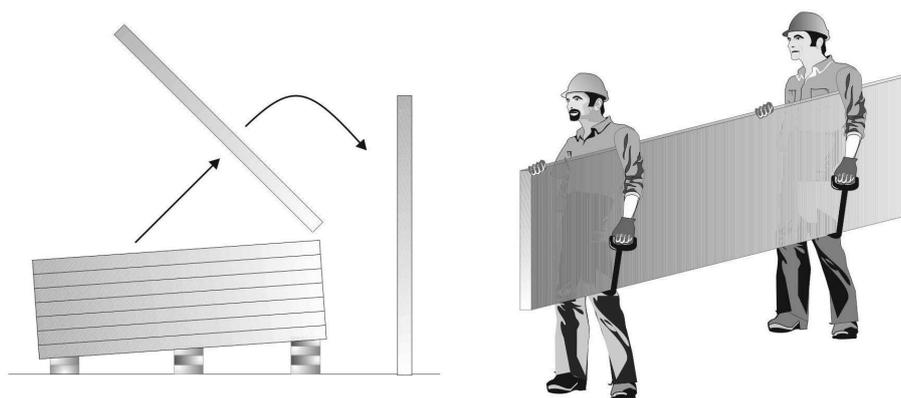
### 5.5 LEVAGE EN HAUTEUR

La manipulation avant l'installation des panneaux isolants nécessite une attention et un respect scrupuleux des règles, que les Conditions Générales d'Aippeg énumèrent clairement, ainsi que la norme UNI 10372-2004 paragraphe 9.9.4, pour éviter que les produits ne soient endommagés, ce qui, par la suite, pourrait compromettre le précieux résultat esthétique / fonctionnel typique du produit.

**Nous rapportons ici de suivre les règles susmentionnées:**

- Le levage en hauteur avec des chariots télescopiques n'est acceptable que pour les colis courts (<6,00 m) et légers, les fourches doivent être plus longues que la largeur des colis, être écartées au maximum, la surface supérieure des fourches doit être propre et lisse pour éviter d'endommager la surface des panneaux. Ne manipulez jamais plus d'un colis à la fois.
- Le levage avec une grue doit strictement exclure l'utilisation de cordes, chaînes, câbles métalliques, alors qu'il ne sera conseillé d'utiliser que des bandes de nylon de largeur adéquate (min 20cm) qui ne doivent pas être torsadées, utiliser une élingue pour éviter les «goulots d'étranglement» Et interposez des planches de bois ou d'autres entretoises pour protéger les bords supérieur et inférieur. (voir figure 14) .
- Les panneaux courts et légers peuvent être soulevés manuellement. Mais ils ne doivent jamais être déplacés en position horizontale (à plat) car une flexion excessive pourrait conduire à la rupture du polyuréthane, compromettant de manière permanente le panneau lui-même. En outre, ils ne doivent jamais être soulevés avec la prise sur le parement métallique de l'ondulation vide. La manipulation d'un panneau doit toujours être effectuée verticalement (découpe) de manière à exploiter l'inertie de l'élément lui-même. (voir figure 19).

Figure n° 19



- Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent s'assurer que la manipulation des éléments est effectuée à l'aide de moyens de protection adéquats (gants, casque, ceintures de sécurité, chaussures de sécurité, combinaisons, etc.), dans le respect de la réglementation en vigueur (une mauvaise manipulation peut entraîner des dommages aux gens et aux choses). En cas de panneaux lourds, ou lorsque les panneaux doivent être soulevés en hauteur, il est nécessaire d'utiliser un équipement de levage spécifique.

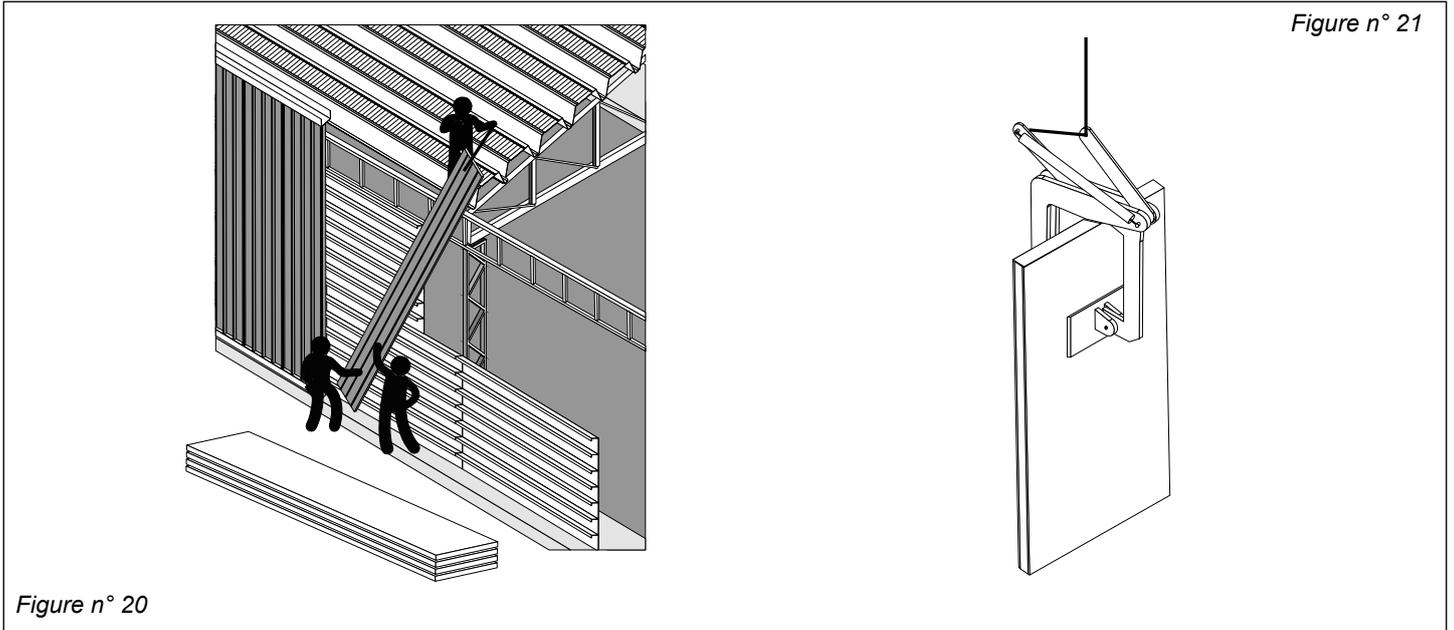


Figure n° 20

Figure n° 21

- Différents outils sont disponibles pour soulever le panneau unique en hauteur (par exemple, voir figures 20 e 21). un “crochet” spécial peut être utilisé pour être appliqué sur la grue qui agit, avec le principe d’une pince, sur l’extrémité supérieure du panneau; cette méthode est habituelle pour l’ins-tallation de parois verticales mais doit être réalisée avec une extrême habileté, sous le contrôle direct des concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux car le risque d’écrasement de la pièce sur laquelle l’outil s’accroche, avec pour conséquence une déformation permanente, c’est possible.
- Une autre méthode utilisée pour soulever le panneau unique est la préhension avec des ventouses qui garantissent une manipulation en toute sécurité. Cependant, en dépit d’être un système pratique et efficace, il nécessite quelques précautions afin d’éviter des dommages. Le choix du modèle du dispositif de levage par la création du vide, diffère par le nombre de ventouses et dans le calibrage de la force appliquée, il dépendra du type (mousse PUR / PIR ou laine minérale), de la longueur des panneaux, caractéristiques qui déterminer le poids total et dans le choix des spécifications de montage. Lors de la manipulation des panneaux avec le système à ventouses, il est nécessaire que l’opérateur, qui effectue physiquement le levage, suive les instructions fournies sur la machine par le bureau technique de l’entreprise qui produit ou loue les appareils de levage, il doit également calibrer les ventouses. selon les besoins du cas et assumer la responsabilité dans l’application(voir photo n.8).



Photo n° 8



Photo n° 9

- Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux, conscients du fait que l'utilisation de ventouses exerce une charge de traction sur le support métallique du panneau, devront préparer le système en fonction de la longueur et du poids du panneau à manipuler qui, évidemment, variera en fonction de l'épaisseur des feuilles, de la mousse ou en présence de laine minérale. Les fabricants suggèrent de ne jamais appliquer une charge d'aspiration (à vide) supérieure à  $47 \text{ gr/cm}^2$ , et de toujours insérer un répartiteur de raidissement adéquat.
- Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent donc vérifier le nombre de ventouses, leur taille d'aspiration, leur positionnement, avant d'autoriser l'utilisation de ce mode de manipulation. Il est recommandé d'utiliser au moins deux paires de ventouses (deux par côté) pour les panneaux jusqu'à m. 5 de longueur répartie au quart de la longueur du panneau, en partant des extrémités, à la fois à droite et à gauche de manière à répartir la charge et réduire la flexion de l'élément. Pour panneaux jusqu'à m. 8 de longueur, il faut au moins trois paires de ventouses (trois de chaque côté) positionnées à un cinquième de la longueur, à partir des extrémités du panneau, les latérales (droite et gauche) et une paire autant que possible sur l'axe central du panneau (ligne médiane). Lorsque les panneaux atteignent de plus grandes longueurs jusqu'à m. 13.50 quatre paires de ventouses (quatre par côté) sont indispensables pour être positionnées à un huitième de la longueur, en partant des extrémités, les latérales (à droite et à gauche), tandis que les deux paires centrales doivent être positionnées à un cinquième de la longueur du panneau à partir de la ligne centrale. (voir photos n.9 e n.10). tandis que les deux paires centrales doivent être positionnées à un cinquième de la longueur du panneau à partir de la ligne centrale.

Photo n° 10



## 5.6 LA COUPE DE PANNEAUX SANDWICH

Les opérations de découpe de panneaux nécessitent l'adoption des mesures suivantes:

- masquage de la zone affectée par la coupure avec du ruban adhésif;
- sur le ruban adhésif, traçage au feutre, la découpe à effectuer

Effectuer la coupe exclusivement avec une grignoteuse / scie sauteuse (équipée d'aspiration et de filtration) en respectant toutes les précautions et procédures de sécurité requises par la réglementation en vigueur.

Nous déconseillons fortement l'utilisation du disque de coupe pour les meuleuses (la vitesse de rotation élevée du disque projette des étincelles incandescentes sur une grande surface environnante qui, au contact de la peinture des panneaux, le brûle, compromettant son intégrité, non seulement esthétique mais surtout la fonction protectrice du support métallique sous-jacent contre les agents atmosphériques, de plus les mêmes étincelles peuvent déclencher des incendies, générer des fumées nocives pour l'homme, surchauffe excessive des matériaux).

Pour tout type de coupe qui sera adopté, le Fabricant recommande l'élimination complète de tout résidu dérivant de la coupe elle-même ainsi qu'il est important que, dans les panneaux avec supports en acier, les extrémités coupées n'entrent pas en contact avec des artefacts complémentaires tels que solins, gouttières, gouttes, coins, etc. pour éviter les phénomènes de corrosion.

## 5.7 OUVERTURES ET TROUS DANS LES PANNEAUX SANDWICH

La création de trous ou d'ouvertures dans le panneau, en supprimant une partie de celui-ci, peut compromettre considérablement les caractéristiques de résistance de l'élément. Chaque fois qu'il est nécessaire de faire le passage de tuyaux, de canaux pour systèmes, d'insertion de fenêtres, etc. Une analyse et une évaluation soigneuses des effets résultant de la réduction de la section résistante qu'implique cette opération sont nécessaires.

La norme de référence européenne (EN14509) n'envisage pas la possibilité de créer des ouvertures dans les panneaux, il n'y a donc pas de procédures normalisées pour évaluer la réduction de la capacité portante. Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux devront calculer et prévoir l'opportunité d'insérer des renforts adéquats pour éviter les problèmes et les conséquences.

Les problèmes éventuels que les coupes impliquent peuvent être divisés en deux catégories:

- Défauts locaux près de la coupe;
- problèmes de stabilité globale du panneau;
- détachement partiel probable de la feuille de l'isolant.

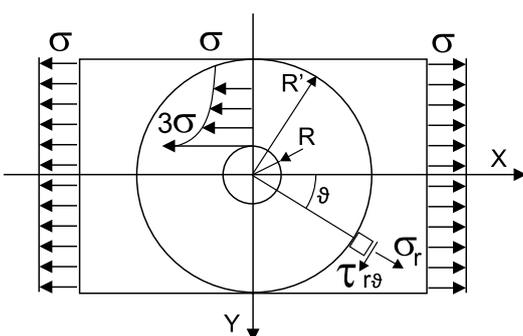


Figure n °22: Solution de Kirch (1898) qui décrit l'état de contrainte en correspondance d'un trou dans l'hypothèse de la plaque infinie et de l'état de contrainte uniaxiale.

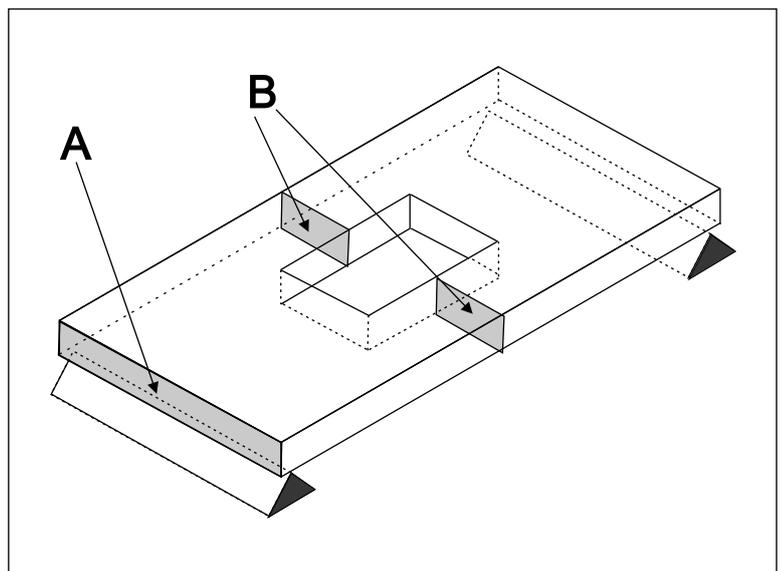
Les premiers sont dus à la concentration des contraintes qui se produisent sur les tôles suite à la réduction de la section résistante. Par exemple, considérons le cas d'une tôle soumise à un état de contrainte de traction. En supposant que la tension appliquée est uniforme et égale à une valeur  $\sigma$  il est possible de vérifier analytiquement (dans l'hypothèse  $R' \gg R$ ) comment la tension reste constante  $\sigma$  le long de la circonférence du rayon  $R'$  tandis qu'à l'intérieur de celle-ci se produit une concentration de tension. Le maximum est atteint sur les bords de la coupe où la tension atteint trois fois celle appliquée (vd. fig. 22).

Le phénomène décrit ci-dessus peut conduire à une plastification de la feuille à proximité du trou et à la formation conséquente de déformations permanentes. L'effet de concentration des contraintes est plus prononcé dans les bords des coupes rectangulaires.

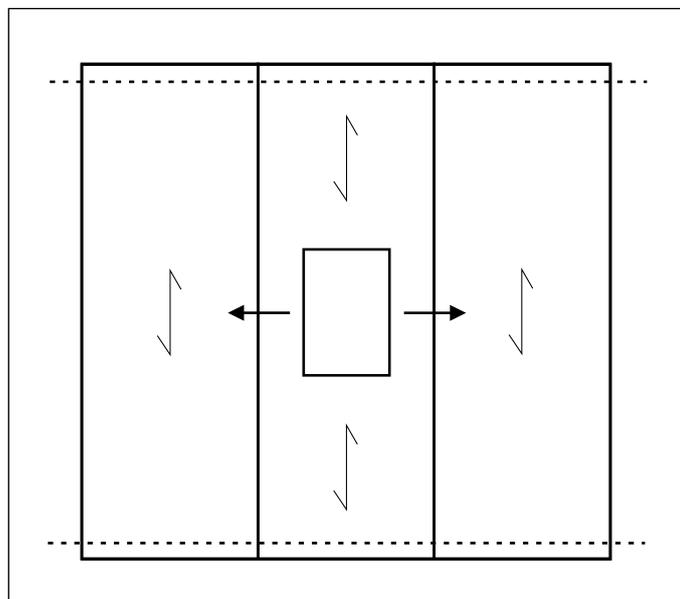
### 5.8 LIGNES DIRECTRICES POUR L'ÉVALUATION DE LA RÉSISTANCE RÉSIDUELLE

Un premier contrôle pour évaluer la capacité portante réelle d'un panneau avec des ouvertures est l'évaluation de la section résistante effective. La section résistante est donnée par la section du panneau intact à partir de laquelle la zone dans laquelle l'ouverture sera faite doit être soustraite (voir figure n° 23). Cette approche simplifiée, qui suppose une répartition constante des contraintes dans la section restante du panneau, n'est pas de précaution. En effet, en supposant des contraintes constantes, leur concentration qui se produit dans les bords de la coupe n'est pas prise en compte. L'approche décrite peut être utilisée pour les petites ouvertures, en appliquant cette méthode aux grandes ouvertures (portes et fenêtres), les résultats diffèrent du comportement réel en place.

Figure n° 23



Une des limites de la méthode de calcul décrite ci-dessus est de considérer le panneau comme isolé. Dans la pratique de construction habituelle et récurrente, le panneau sandwich est utilisé en combinaison avec d'autres. Le degré d'union entre les différents éléments dépend des caractéristiques du joint longitudinal. (voir figure 24).

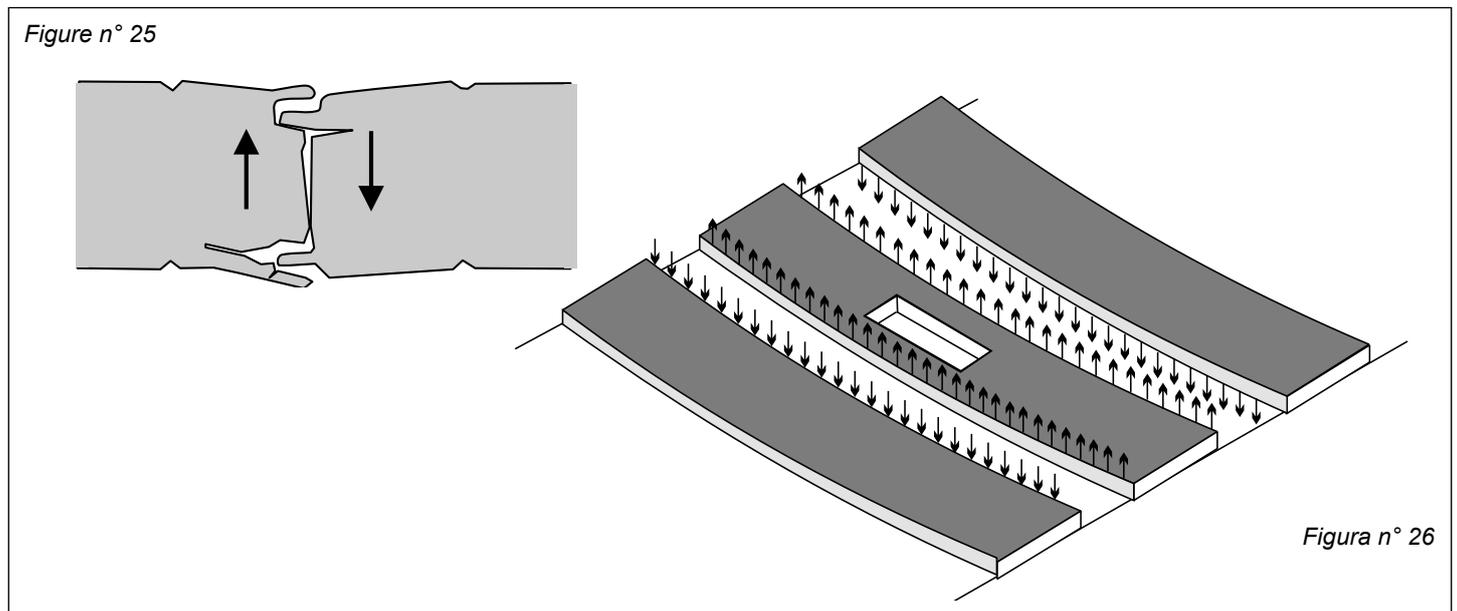


Les panneaux sur lesquels est réalisée une ouverture non renforcée présentent une rigidité à la flexion réduite proportionnellement à la taille de la découpe elle-même. Ce phénomène implique une redistribution des tensions vers les panneaux adjacents, dont la rigidité en flexion n'a pas été compromise.

Figure n° 24

Il résulte des considérations ci-dessus que les charges sont transmises aux panneaux voisins qui doivent donc être dimensionnés pour une charge supérieure à celle du panneau unique, en additionnant de manière appropriée le taux de charge transmis par le panneau sur lequel les ouvertures ont été réalisées (voir figure 26).

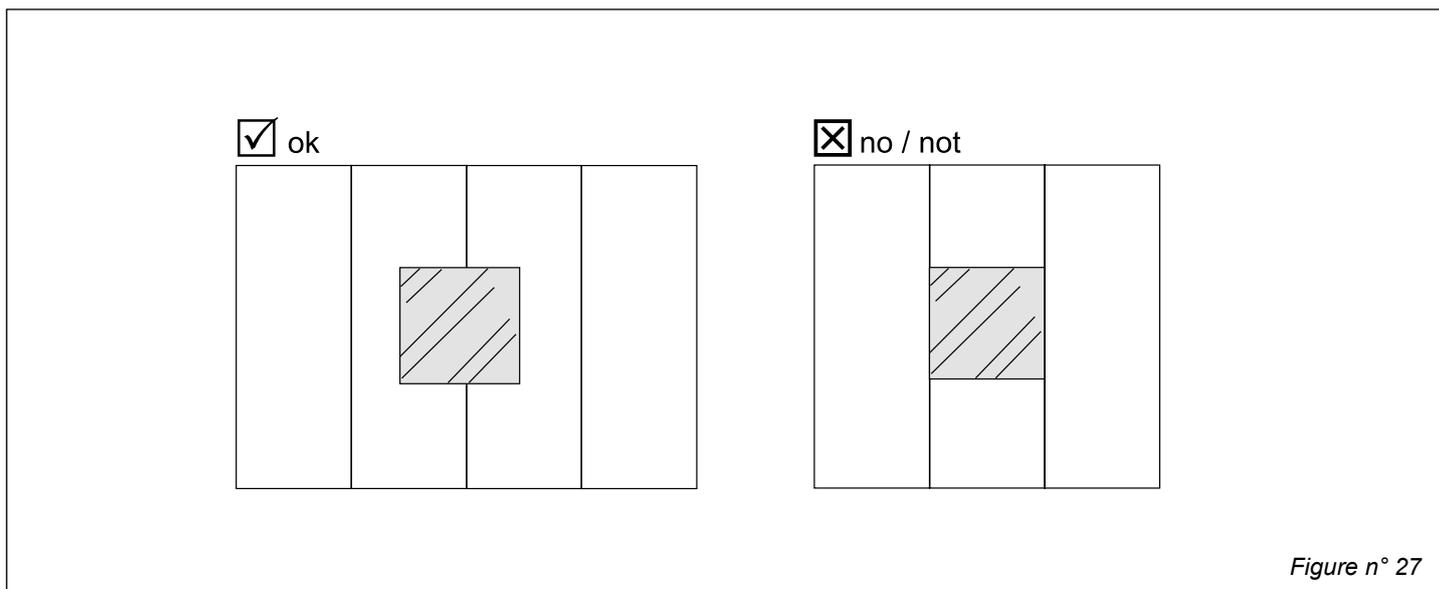
Compte tenu de ce qui précède, si des ouvertures doivent être réalisées, il est conseillé de réduire la valeur de portée admissible indiquée dans les tableaux de capacité. Cette réduction doit être évaluée au cas par cas en fonction de la position et de la taille des ouvertures elles-mêmes. Pour empêcher les panneaux adjacents de subir une augmentation de la charge, avec une réduction conséquente de la portée utile, il est possible de fournir un cadre adéquat à l'intérieur du trou qui est capable de restaurer la rigidité en flexion du panneau compromis.



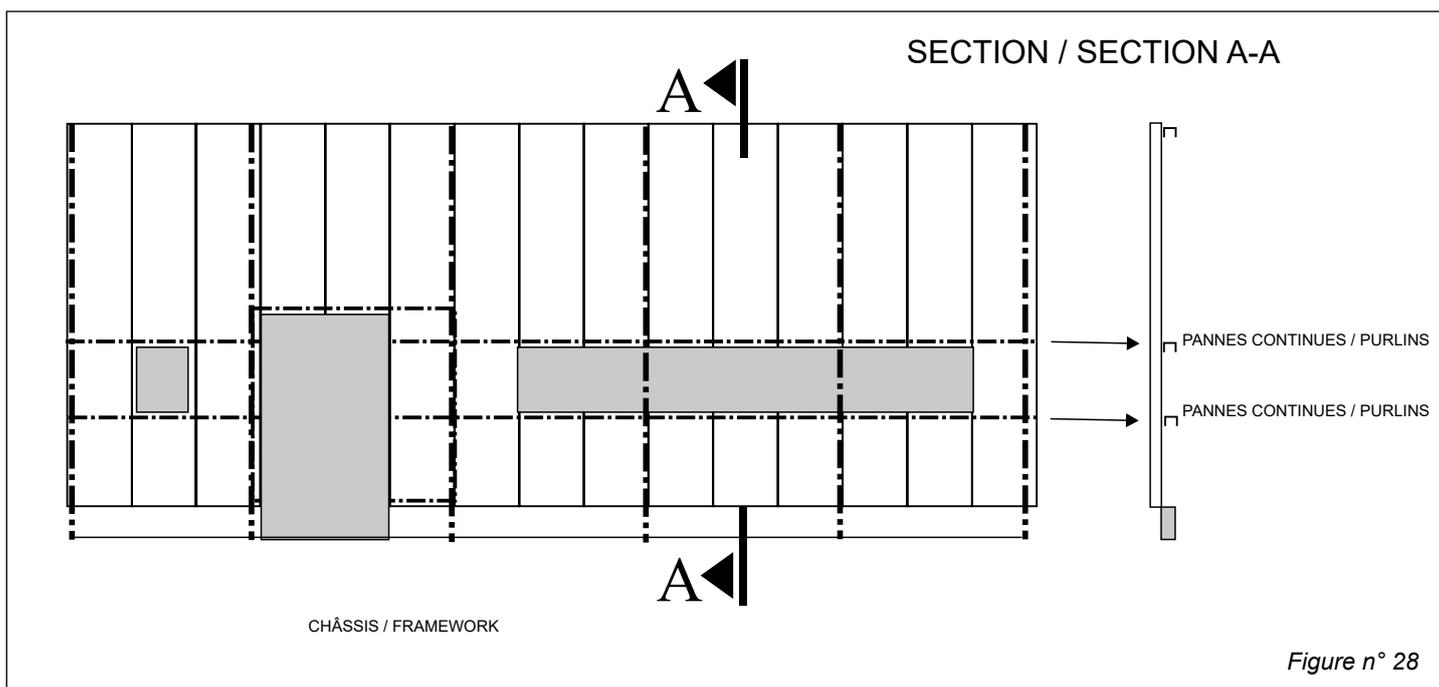
## 5.9 SUGGESTIONS DE CONCEPTION

Etant donné qu'il appartiendra uniquement aux Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs finaux de faire les choix les plus appropriés pour réaliser les travaux conformément au projet envisagé, les Constructeurs souhaitent fournir des informations non contraignantes qui peuvent être définies comme de simples suggestions:

- Ne faites jamais de coupures ou d'ouvertures avant d'installer le panneau. Les sollicitations que subit le panneau en tant qu'élément isolé, lors de la manipulation et de l'installation, peuvent souvent être supérieures à celles de fonctionnement;
- si possible, préférez la création de trous circulaires plutôt que rectangulaires. Avec cet expédient, il est possible de limiter le phénomène de concentration des contraintes en correspondance avec le trou;
- évitez de percer un panneau adjacent à celui dans lequel des ouvertures ont déjà été faites;
- fournir des profils de renfort pour le panneau chaque fois qu'un trou doit être fait;
- selon la largeur du trou, dans la mesure du possible, il est recommandé de faire une coupe impliquant plusieurs panneaux plutôt que d'affaiblir significativement un seul panneau (voir figure 27);



- Si la création de l'ouverture compromet une ou plusieurs fixations, prévoir des structures de distribution ou d'autres solutions permettant la restauration des fixations fournies (voir figure 28).



## 6. PANNEAUX FACADE SANDWICH

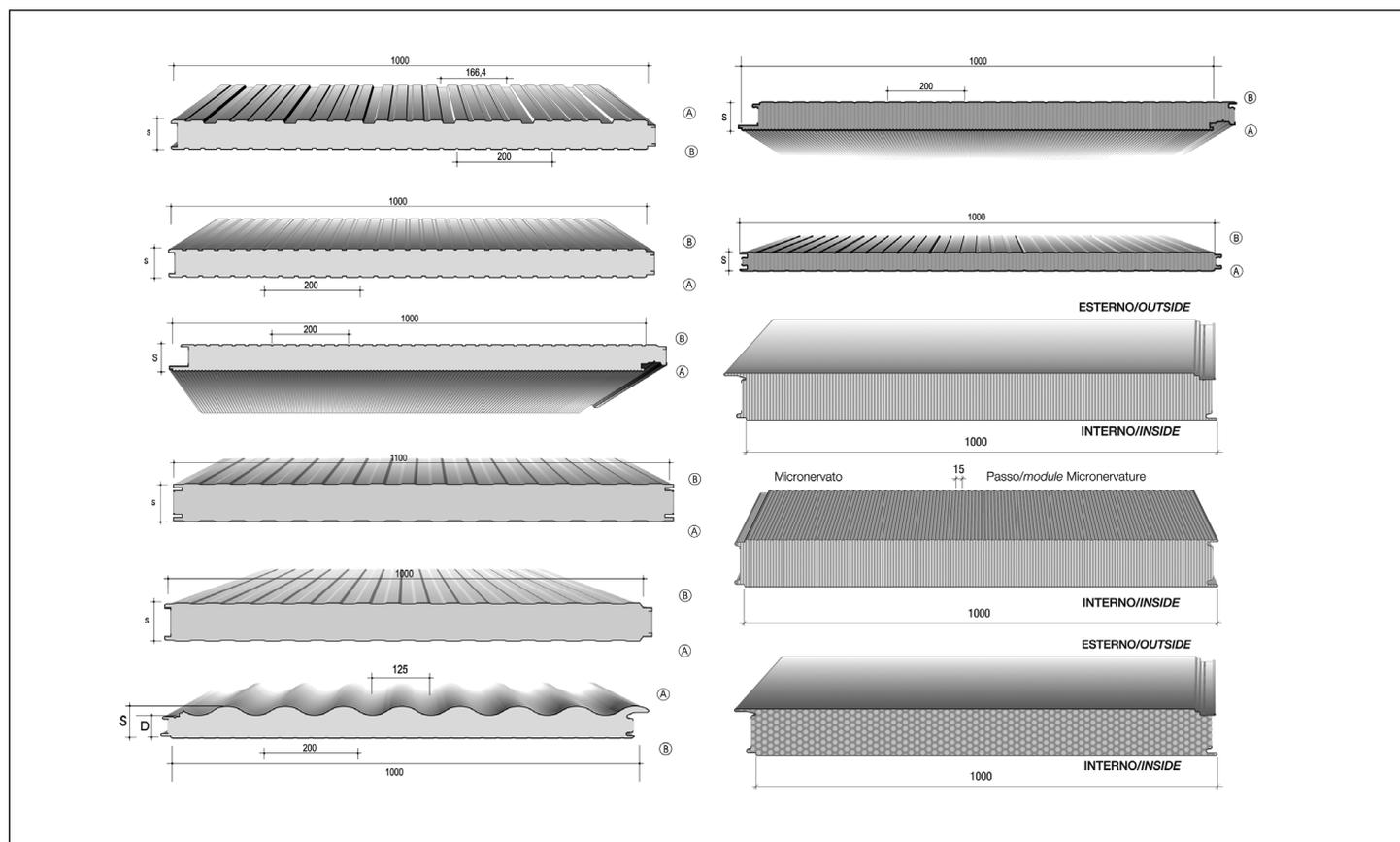


Figure n° 29

### 6.1 INSTALLATION DE PANNEAUX VERTICAUX

Les fabricants recommandent de suivre des procédures d'installation préliminaires simples telles que:

- ✓ Vérifier les dessins exécutifs pour vérifier la congruence entre le projet et le matériel fourni;
- ✓ l'installateur doit vérifier la géométrie et l'alignement du support structurel avant d'installer les panneaux mur / plafond;
- ✓ assurez-vous que les éléments auxquels les panneaux seront liés sont coplanaires et exempts d'obstacles tels que des soudures, des boulons, des têtes de vis ou tout autre élément pouvant gêner l'assemblage correct;
- ✓ vérifier que les structures porteuses n'ont pas de tolérances de construction ou d'assemblage susceptibles d'affecter l'installation des panneaux car tout écart peut affecter à la fois les performances et l'esthétique, compromettant le résultat final;
- ✓ préparer les solins / supports de base, profils d'angle, joints, etc., selon le projet;
- ✓ vérifier que, dans les panneaux où il est prévu, le joint est présent et s'intègre sur toute la longueur du joint. Pour certains cas particuliers (par exemple pour les chambres froides ou en tout cas pour les applications où une forte différence d'humidité ou de température est attendue) mettre en œuvre l'étanchéité (opération à réaliser uniquement sur site) en injectant, avant la juxtaposition entre panneaux, des produits silicones spécifiques entre les articulations mâles et femelles de manière à créer une barrière presque impénétrable.;
- ✓ assurez-vous que la direction d'installation des panneaux est opposée à la direction du vent dominant (voir figure 30);

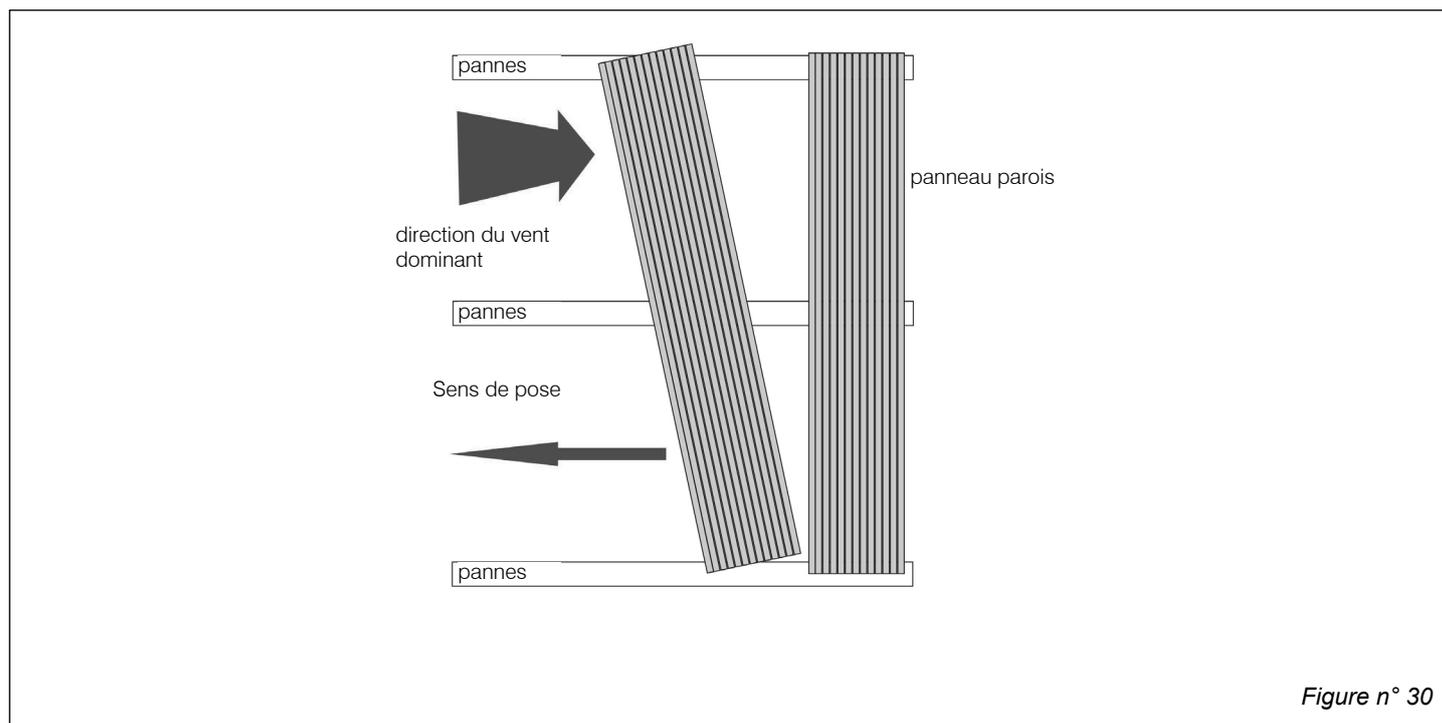


Figure n° 30

✓ soulevez le premier panneau en place et appuyez fermement sur la structure de support, en vérifiant l'inclinaison correcte dans toutes les directions, puis verrouillez avec les vis appropriées fournies par le fabricant. La tolérance sur la verticalité du panneau doit respecter la valeur de  $\pm 2$  mm; terminer la fixation sur les poutres métalliques en gardant à l'esprit qu'un serrage excessif des vis conduit à une déformation de la tôle externe (flambage) avec l'imperfection qui en résulte. Les concepteurs / installateurs, connaissant le type de structure sur laquelle le panneau sera fixé, choisiront la fixation la plus appropriée qui dépendra également du type / épaisseur / nervure de la tôle externe du panneau utilisé (voir chapitre types de fixation);

✓ pour continuer la pose du mur, le deuxième panneau est approché du précédent avec une légère inclinaison en partant de la base et en le poussant en adhérence afin d'obtenir un couplage parfait entre les joints. Les opérations suivantes seront similaires à celle-ci, mais il est conseillé de vérifier la verticalité des panneaux tous les 3-4 fixes.

Ces indications sont valables pour la pose du panneau verticalement sans solution de continuité, cependant il existe des cas dans lesquels, pour diverses raisons, le revêtement doit être réalisé en plusieurs sections comme par exemple:

- Hauteur de la façade supérieure à la longueur des panneaux normalement produits;
- Panneaux de différentes couleurs à l'extérieur (sur chaque bande), pour des raisons architecturales;
- Panneaux trop longs avec une couleur foncée à l'extérieur; (voir le chapitre: "Effets de la dilatation thermique" de ce dossier technique).

La suggestion des fabricants pour résoudre ce problème complexe, dû à la différence de température entre les côtés externe et interne en raison de laquelle les panneaux ont tendance à se déformer créant des problèmes au niveau des supports intermédiaires, est de limiter la longueur des panneaux (max 5-6 mètres fonction de la couleur) en prévoyant des joints de dilatation. Évidemment, la façade aura deux bandes ou plus délimitées par des disjoncteurs de section appropriés. Cette solution n'est pas adaptée à certaines applications, par exemple les chambres froides, car il est préférable de ne pas avoir de solution de continuité pour éviter les ponts thermiques.

## 6.2 POSE HORIZONTALE DES PANNEAUX FACADE

La plupart des modèles de panneaux muraux sont conçus pour être posés verticalement: le joint à languette et rainure a été conçu pour assurer une isolation thermique maximale et une étanchéité à l'eau le long de toutes les lignes de jonction entre les panneaux. La pose en mode horizontal, qui diffère du mode standard recommandé, nécessite la responsabilité de conception d'un professionnel qualifié, qui évaluera les conditions de faisabilité en fonction des conditions spécifiques du projet (zone climatique du bâtiment, exposition solaire due à la dilatation thermique, typologie de la structure sous-jacente et tous les paramètres nécessaires) proposant la solution technique la plus adaptée à l'intervention.

Des modèles spécialement conçus pour une installation horizontale sont produits (exemple. mod. ONDA/Zeroklass Leonardo RWPANEL) qui offrent des garanties d'étanchéité adéquates lorsqu'ils sont installés de cette manière; dans ce cas, les panneaux façades couvriront une ou plusieurs baies entrecoupées d'une série de joints verticaux qui deviendront partie intégrante de la conception de la façade. Des joints de dilatation doivent être installés à proximité des sections adjacentes afin de compenser les mouvements des panneaux dus aux variations de température. Chaque joint doit être scellé et isolé.

Lorsque les concepteurs /installateurs /utilisateurs finaux choisissent de créer un mur avec des panneaux de fixation cachés, montés horizontalement, par précaution il sera nécessaire de commencer l'installation du premier panneau en haut pour descendre et jamais en sens inverse afin d'éviter d'éventuelles infiltrations (quoique minimales).

Une fois l'assemblage de tous les côtés des murs du bâtiment terminé, les travaux doivent être complétés avec tous les accessoires complémentaires (coins, tôlerie, solins, gouttes, cantonales, rembourrage, etc.).

## 6.3 MÉTHODES ET SYSTÈMES DE FIXATION POUR PANNEAUX MURAUX

Les fixations ont pour tâche d'ancrer efficacement le panneau sandwich à la structure porteuse ; le choix du type de groupe de fixation dépend du type de structure présente (métal, bois ou béton). Il appartiendra au Concepteur / Installateur / Utilisateur final de choisir le nombre et la position des fixations de manière à garantir la résistance aux contraintes induites par des charges permanentes ou dynamiques.

Les fixations sont un élément important dans la réalisation d'une œuvre. Tant d'un point de vue structurel (résistance mécanique, imperméabilité, durabilité) que d'un point de vue économique, en fait, ils affectent le coût final de 2-3%. Le nombre et le positionnement des fixations dépendent de la conception et des variables environnementales (par exemple : entraxe des pannes, vent, hauteur du bâtiment, etc.). Il incombera aux concepteurs/installateurs/utilisateurs finaux d'évaluer le nombre et le type de fixations appropriés en se référant spécifiquement à l'utilisation individuelle.

Il est rappelé aux Concepteurs / Installateurs / Utilisateurs Finaux que la fixation des panneaux sur une structure en bois lamellé collé ou simplement en bois (notamment en ce qui concerne les panneaux de toiture à forte épaisseur de mousse isolante) doit être réalisée avec une attention et un savoir-faire particuliers, en tant qu'un couple de serrage fort risquerait de provoquer l'affaissement du support en bois, tandis qu'un serrage avec un couple réduit pourrait ne pas être suffisant pour maintenir les panneaux en position et donc provoquer leur courbure transversale due à la déformation par rayonnement, dilatation thermique, etc., comme déjà indiqué dans les paragraphes précédents. Une fixation incorrecte peut provoquer des infiltrations d'air, d'eau de pluie, de condensation à l'intérieur du bâtiment.

### 6.3.1 La forme de la tête

Ils ont la fonction de transmission de force pendant la phase d'installation, pour cette raison il en existe différents types, les plus courants sont: HEXAGONAL et TORX. La tête hexagonale, bien qu'elle soit la plus largement utilisée, a la particularité d'avoir une surface de contact très limitée, uniquement sur le bord de l'hexagone, et à un couple de serrage très élevé elles pourraient facilement se dénuder. Alors que la vis TORX a une plus grande surface de contact et d'amélioration pour des couples de serrage élevés. En général, un couple de serrage élevé n'est pas recommandé pour l'installation de panneaux sandwich, sinon les joints se fissureront ou même le revêtement métallique du panneau se déformera, pour cette raison l'utilisation de vis TORX est moins fréquente.

### 6.3.2 Le fil

Il a pour fonction de serrer et de transmettre les forces et s'étend sur l'arbre de la vis. Nous avons tendance à avoir 3 types de fils: 1) fil pour supports en bois 2) fil pour supports métalliques. Les vis à bois ont un filetage relativement large et espacé car elles se vissent dans un matériau organique, tandis que les vis à tôle ont des filets plus fins car le métal est beaucoup plus compact. Le diamètre de la vis est généralement de 6,3 mm.

### 6.3.3 La pointe

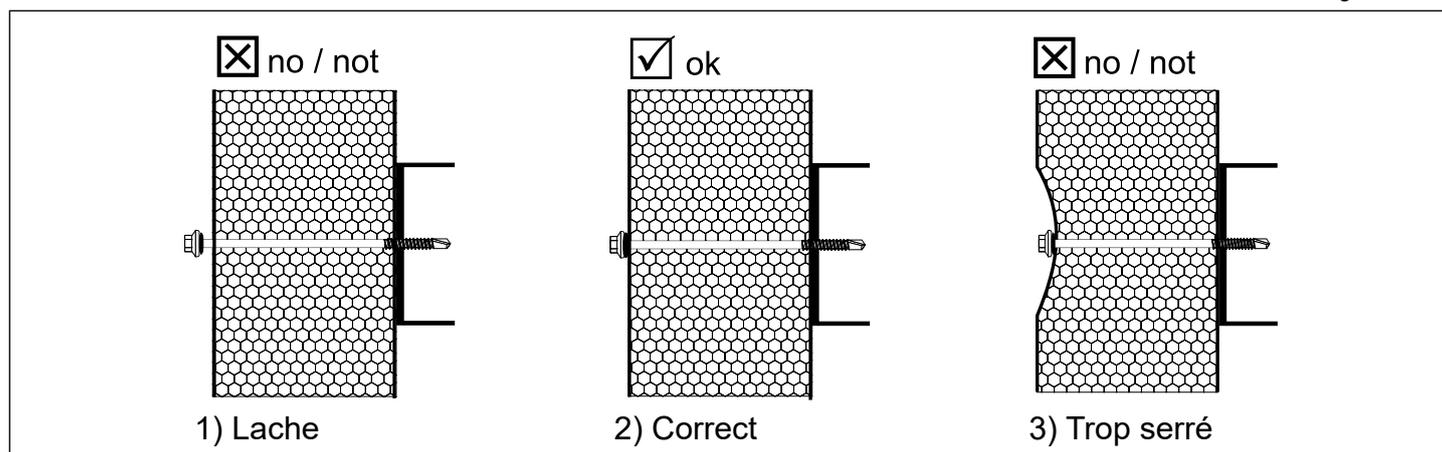
C'est un élément très important de la vis. Parmi les plus utilisées, nous avons les vis "auto-perceuses". Ils sont utilisés en présence de supports en acier d'épaisseurs comprises entre 2 mm et 5 mm et il n'est pas nécessaire de percer des trous pré-perçés. Lorsque les épaisseurs de métal de la panne sont plus élevées, on aura les vis «autotaraudeuses» de forme conique. Dans ce cas, la panne en acier doit être pré-perçée. Enfin des boulons de bois. Si le panneau est posé sur des lattes en bois, dans ce cas, la vis de la latte doit mordre au moins 40 mm.

### 6.3.4 Les joints

Les vis de fixation doivent être équipées d'un joint ou d'un autre matériau d'étanchéité là où elles occupent le trou du panneau, afin de garantir la durabilité de la façade. La conception de la bague d'étanchéité doit tenir compte de facteurs tels que:

- Fluctuations thermiques;
- eau;
- acides / alcalis / ozone;
- rayons UV. / vieillissement;
- Abrasions et fissures (également dues à un serrage mécanique excessif du tournevis (voir figure 31);
- Poussées obliques et non perpendiculaires (contraintes dues aux forces extérieures: air, variations de température, tremblements de terre).

Figure n° 31

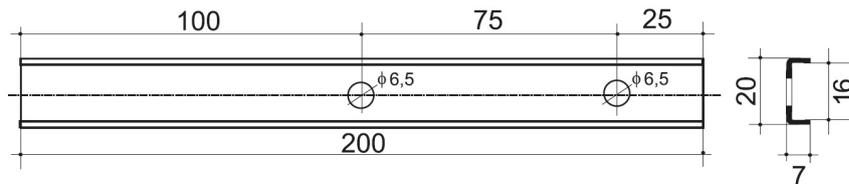


Dans la plupart des cas, l'élément d'étanchéité est en élastomère EPDM. C'est un matériau qui peut être compressé de manière répétée à au moins deux fois sa taille et qui reprend sa forme d'origine dès que la charge de compression est supprimée.

**En cas d'utilisation du panneau Star avec fixation cachée montée verticalement, il est recommandé d'utiliser le support de distribution pour les fixations.** Il s'agit d'un support en acier qui répartit le serrage de la tête de vis sur une surface égale à toute la longueur du support, donnant une meilleure répartition du serrage de la fixation sur le panneau.

SOUTIEN DE RENFORT ET DE FIXATION EN ACIER GALVANISÉ EPAISSEUR. SP. 1,5 mm

Figure n° 32



Ce soutien permet, là où le support le permet, d'installer deux vis pour chaque point de fixation (voir figure 33).

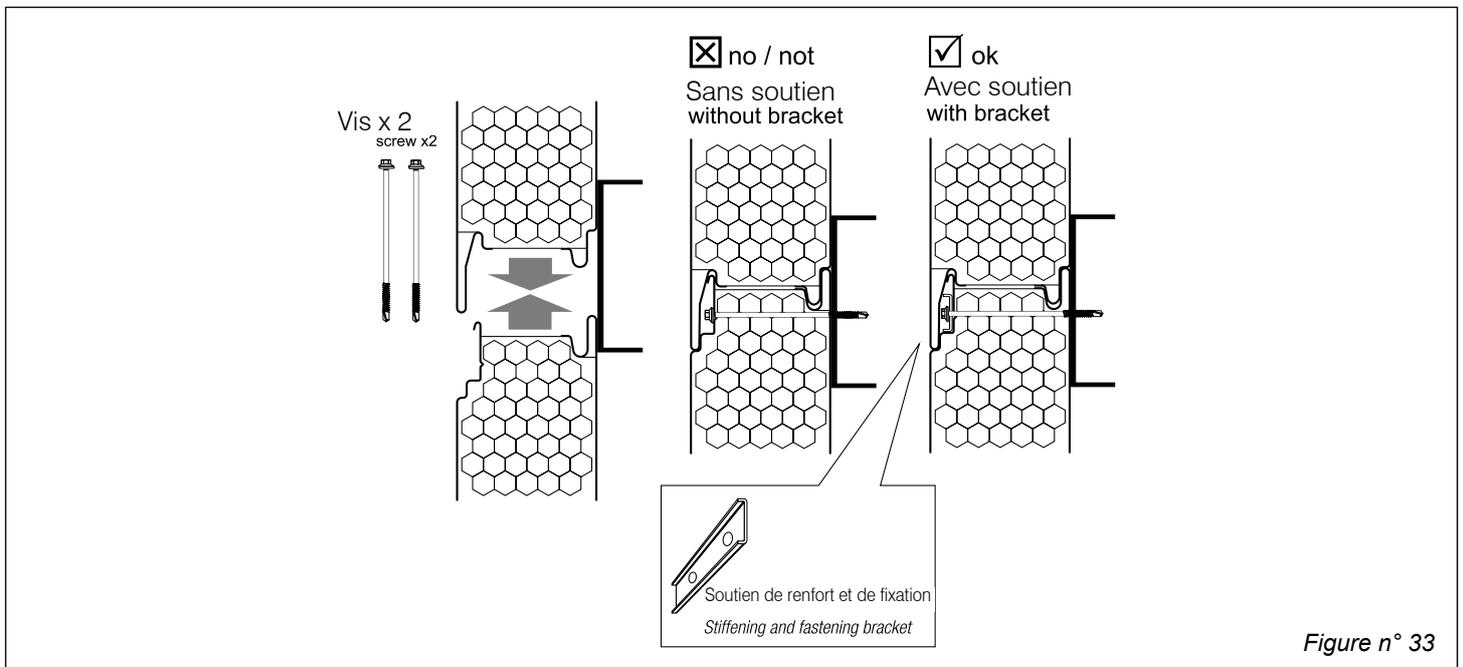


Figure n° 33

#### 6.4 REMARQUES POUR LE STOCKAGE DES PANNEAUX MURAUX

- Placez les packs sur un sol lisse, plat et dur.;
- Colis positionnés sur des entretoises en bois ou en polystyrène d'au moins 200 mm de large, tous les 1,00 m;
- les packs doivent être positionnés légèrement inclinés (min. 6%), pour tenir compte du drainage de l'eau d'infiltration / condensat;
- 2 ou 3 paquets maximum doivent être empilés en hauteur (tel que transporté sur le camion);
- Les colis doivent être stockés dans des endroits abrités. Si ce n'est pas possible, ils doivent être protégés contre pluie et rayons de soleil avec des chiffons de pluie, garantissant, en même temps, une ventilation adéquate;
- Le film protecteur amovible de la surface des panneaux ne doit pas être exposé au soleil pendant périodes prolongées. Dans tous les cas, il doit être retiré dans les 15 jours à compter de la livraison des panneaux.

## 7. PANNEAUX SANDWICH COUVERTURE

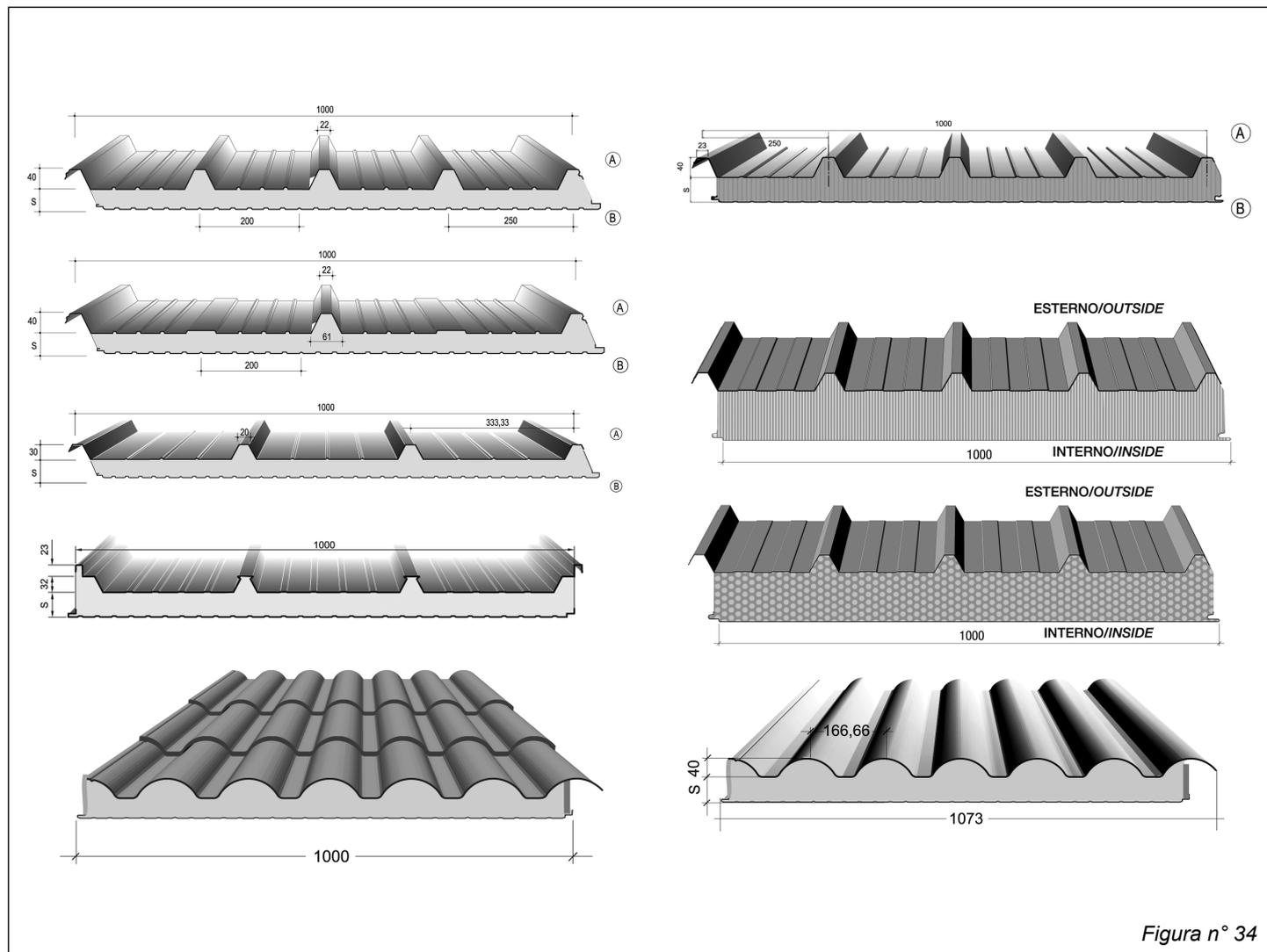


Figura n° 34

### TYPES DE COUVERTURE

Les panneaux métalliques isolés et les tôles ondulées sont utilisés dans la construction civile et industrielle pour la réalisation de toitures.

### STRUCTURES DE COUVERTURE

Quand nous parlons de structures de toit, nous entendons le gauchissement porteur qui permet de disposer et de supporter la couverture du toit ; ils sont généralement adaptés au type de construction : structures métalliques, béton armé normal et précontraint, bois lamellé collé et bois traditionnel.

Les charges qui agissent sur une structure et qui génèrent des sollicitations auxquelles elle est soumise sont divisées en statiques et dynamiques.

Les charges statiques peuvent être représentés comme des forces d'intensité constante qui sont censées rester inchangées dans le temps.

Les charges dynamiques peuvent être représentés comme des forces dont l'intensité ou la ligne d'action peut varier, des forces appliquées rapidement et soudainement - actions sismiques, corps en chute.

## 7.1 PENTES MINIMALES DE TOLES DE RIVE DE COUVERTURE ET SUGGESTIONS DE POSE

La pente de couverture/toit est donnée par le rapport entre le dénivelé compris parmi la ligne de gouttière, la faîtière et la distance entre eux. Ce rapport est exprimé en pourcentage %. Une couverture réalisée avec des panneaux pré-isolés doit avoir une pente minimale de 7 % (normes Aippeg), ceci afin d'assurer une évacuation rapide de l'eau qui créerait autrement des dépôts qui nuiraient à la fonctionnalité du toit à long terme.

Afin d'assurer une installation de qualité, il est recommandé d'utiliser les matériaux et/ou pièces fournis par le fabricant du panneau car ils sont compatibles avec les produits achetés.

Le concepteur/installateur/utilisateur final doit s'assurer que les structures porteuses du toit ont été assemblées conformément à la documentation du projet.

L'utilisation d'une fixation des panneaux capable de compenser les déplacements provoqués par une dilatation thermique excessive devient particulièrement importante là où des panneaux avec revêtement en aluminium sont utilisés.

Ci-dessous un schéma illustrant une séquence de pose avec démoissage (voir figure 35).

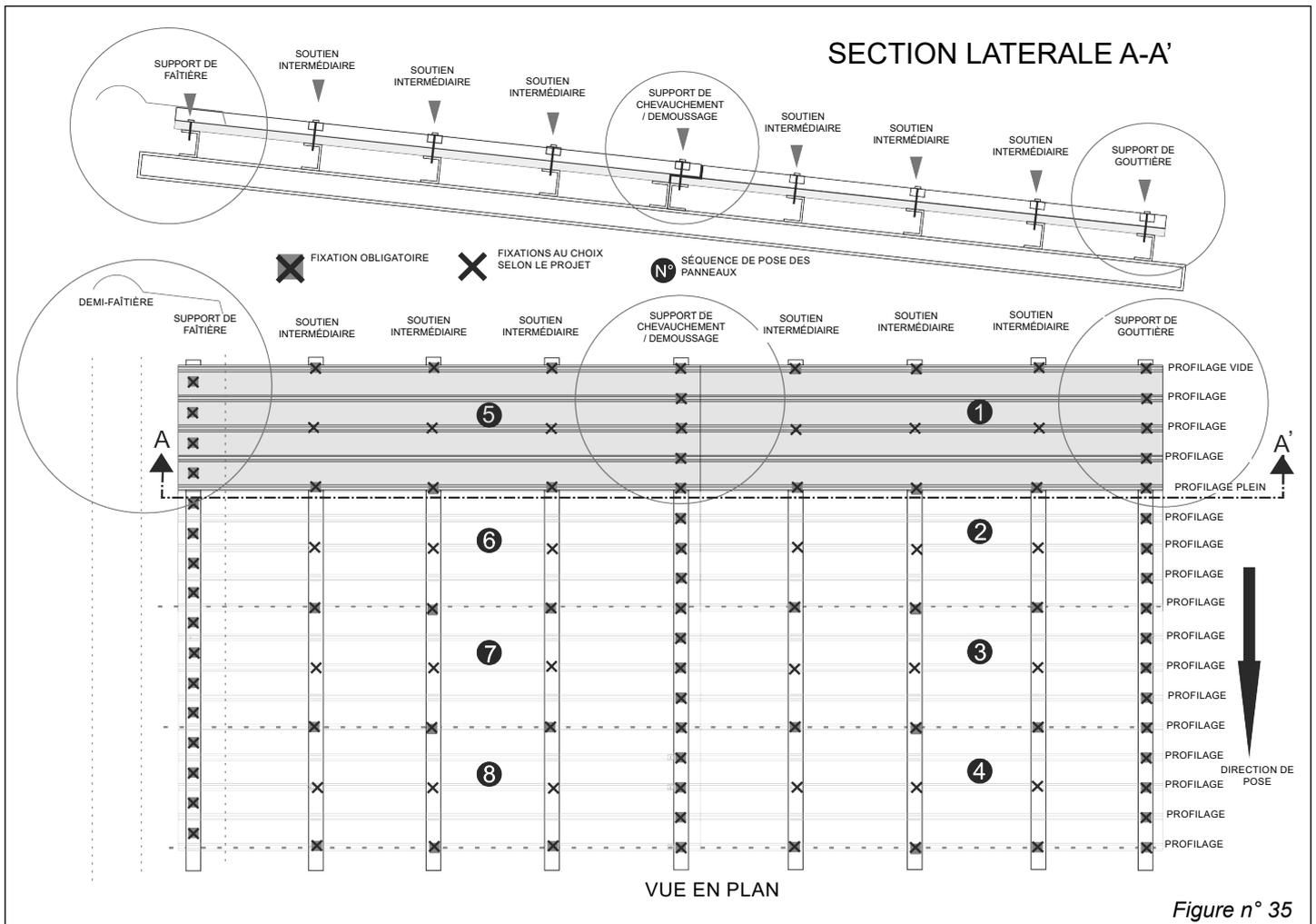


Figure n° 35

**ATTENTION: LA DIRECTION D'INSTALLATION DES PANNEAUX DEVRAIT ÊTRE EN OPPOSITION À LA DIRECTION DU VENT DOMINANT (VOIR FIGURE 36)**

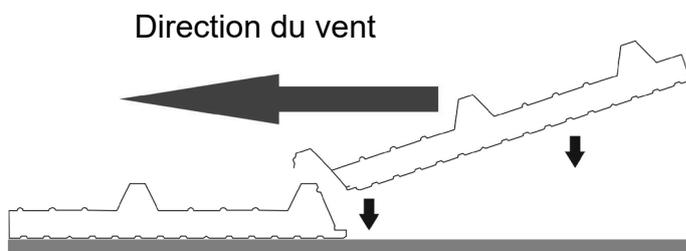


Figure n° 36

Photo n° 11: pose du panneau TECHTUM sur les poutres d'aile en béton armé précontraint



## 7.2 CARACTÉRISTIQUES DES PANNEAUX SANDWICH MONO SUPPORT

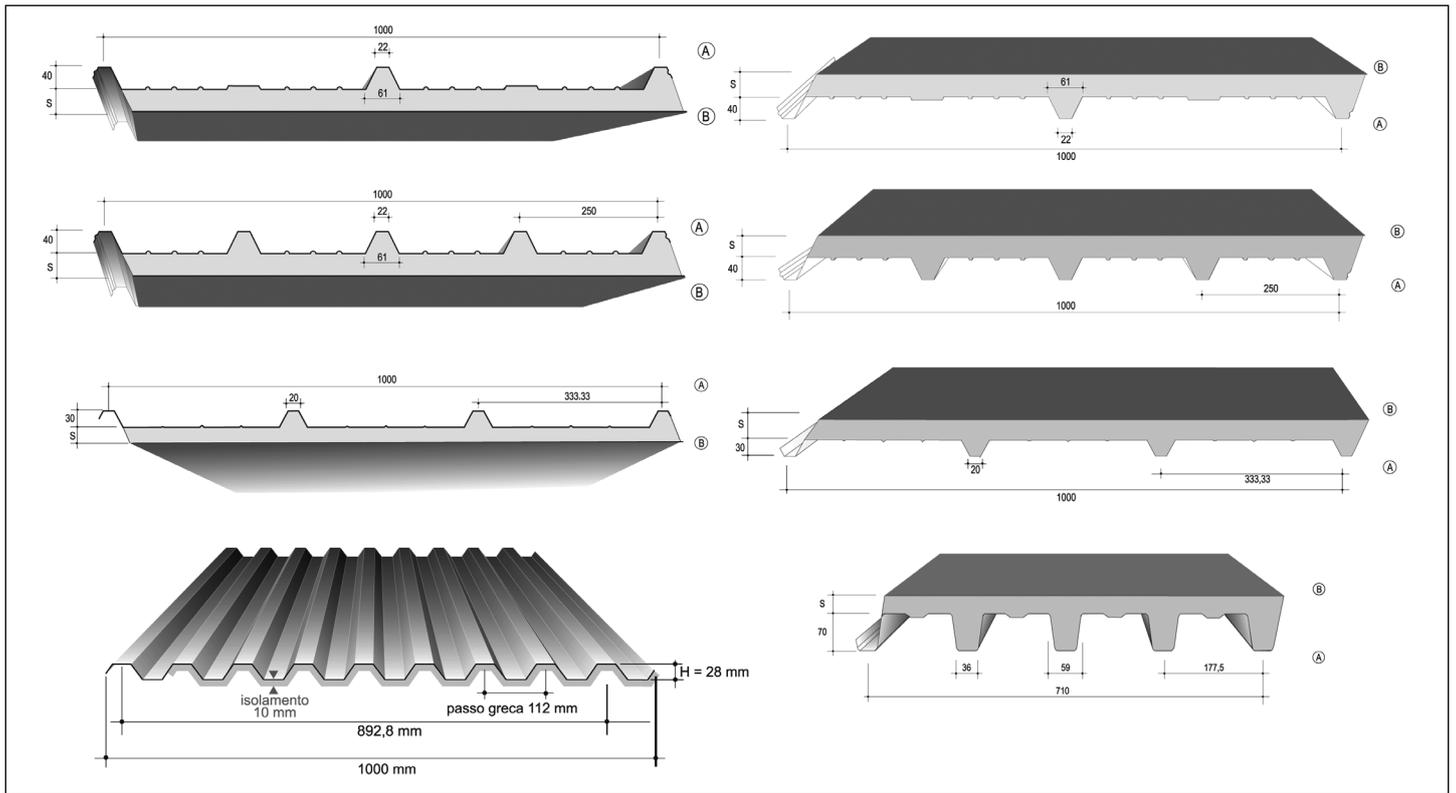


Figure n° 37

La famille de panneaux **SANDWICH DECK** se compose de nombreux modèles réalisés avec un support constitué d'éléments métalliques ondulés, formés à froid, de section différente - hauteur et pas variables des ondulations pour offrir un large choix aux concepteurs / installateurs / utilisateurs embouts - âme isolante en polyuréthane et une couche de carton bitumineux ou une feuille centésimale d'aluminium gaufré, ou une plaque de fibre de verre (qui seront illustrés dans les paragraphes suivants) et d'autres supports non métalliques à l'intérieur. Le produit se prête à une multitude d'utilisations et offre plusieurs avantages découlant de ses caractéristiques qui lui permettent d'être assemblé de deux manières:

- Avec les nervures tournées vers le bas - donc avec la possibilité de créer un "toit plat" en offrant la couche de feutre en carton comme base pour l'installation ultérieure des gaines d'étanchéité. (voir figure 38);
- avec les nervures tournées vers l'extérieur où une simple couverture économique est requise pour laquelle une finition intérieure particulièrement précise n'est pas requise et où l'aspect esthétique de la face intérieure n'est pas particulièrement important.

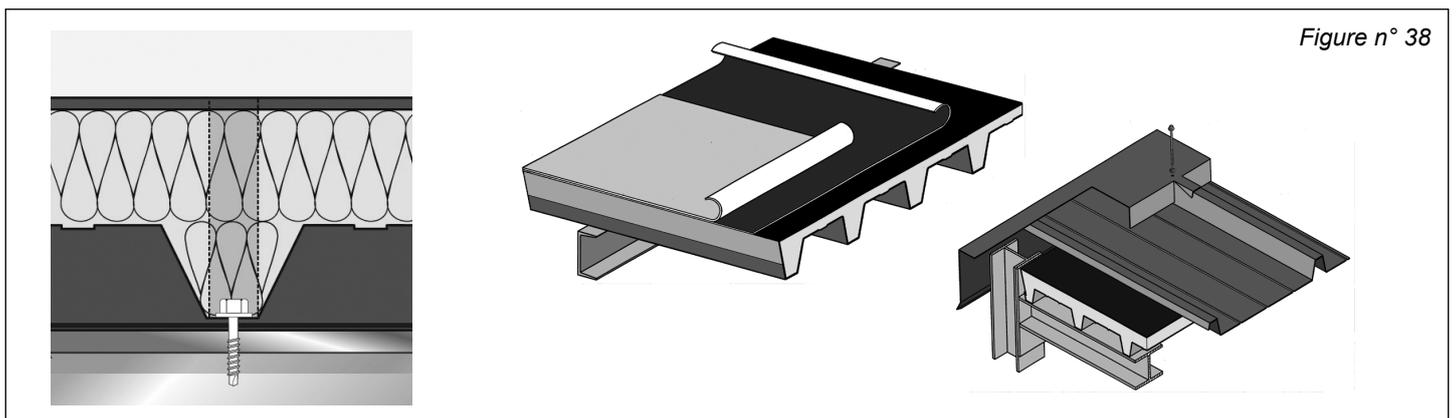


Figure n° 38

### 7.2.1 Feltre bitumineux

Le feutre bitumineux est composé d'une base de fibres de cellulose et de feutres issus de papier et carton recyclés, imprégnés par la suite de matière bitumineuse. Le feutre bitumineux est un matériau qui offre une bonne adhérence aux mousses de polyuréthane et ga-rantit une bonne adhérence de la gaine étanche et se prête donc à la création d'une surface, même plane, avec d'excellentes caractéristiques de durabilité.

Il est rappelé aux concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux que, de par sa nature, le feutre bitumineux subit une détérioration rapide de sa structure s'il est exposé au rayonnement solaire, aux intempéries (simple rosée, pluie, neige, etc.) et en alternance de températures chaudes et froides.

Les fabricants soulignent que, pour éviter des problèmes lors de l'installation de la gaine d'étanchéité, les situations critiques du produit doivent être évitées:

- ✓ Le produit doit être protégé de la pluie et de l'humidité, car le support papier feutre non parfaitement sec empêche une parfaite adhérence de la membrane bitumineuse;
- ✓ le stockage des packs de panneaux **SANDWICH DECK** est fortement recommandé; avant l'installation de celui-ci, à l'intérieur et dans un environnement sec afin d'éviter l'absorption d'humidité par le support papier feutre et un éventuel compromis de la parfaite adhérence entre la membrane d'étanchéité et le papier feutre;
- ✓ évitez d'exposer les panneaux montés à la lumière directe du soleil pendant des périodes prolongées avant de poser le revêtement de protection;
- ✓ évitez de tremper le feutre en exposant les panneaux montés à la rosée, à la pluie, à la neige avant d'appliquer la gaine étanche. En effet, la dégradation accélérée des fibres à base de cellulose conduit à une moins bonne qualité de la surface destinée à l'adhérence de la gaine et par conséquent à une moins bonne adhérence de la gaine elle-même;
- ✓ la programmation de l'installation de la gaine étanche en même temps ou immédiatement après le montage des panneaux assure la longévité du produit, permet de conserver toutes les qualités du panneau monofeuille et ainsi obtenir une surface plane avec des connexions mâles et femelles optimales.

La détérioration du support en feutre papier peut entraîner une contraction de la couche bitumineuse avec des effets sur la mousse, un retrait de la mousse polyuréthane avec le risque de compromettre à la fois la planéité du panneau, la qualité de la toiture, la finition fonctionnelle et esthétique des joints mâles et femelles, le joint lui-même couches de gaines d'étanchéité.

### 7.2.2 Aluminium embossé centesimal

Le support en aluminium extra-fin a été introduit pour une utilisation dans des environnements où des agents corrosifs particulièrement agressifs sont présents, où l'acier, même s'il est pré-peint, ne garantit pas une durabilité adéquate.

L'utilisation du produit dans des bâtiments pour l'agriculture et l'élevage où l'exigence de fonctionnalité, d'économie et d'aspect esthétique prédomine n'est pas primordiale.

Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux utiliseront la famille de produits appelée **SANDWICH DECK AGRI** conscients que le support offre une bonne adhérence aux mousses de polyuréthane, ce type de panneau n'est pas praticable, il nécessite des supports de largeur adéquate et la résistance à l'écrasement du côté en appui est modeste.

La couche d'aluminium - d'une épaisseur de quelques centièmes - ne garantit pas la planéité typique des

panneaux équipés d'une plaque métallique inférieure d'une épaisseur de quelques dixièmes de millimètre, ce qui peut parfois être à l'origine de la formation de bulles dues à la production de gaz internes à la mousse isolante et à la faible résistance à la pression de la feuille.

Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent tenir compte des caractéristiques susmentionnées qui, si d'une part garantissent une bonne fonctionnalité du produit et une rentabilité considérable, d'autre part le rendent mal indiqué lorsque la finition intérieure requise répond à certaines normes esthétiques.

Afin d'éviter la déformation et la détérioration des panneaux **SANDWICH DECK AGRI**, les Fabricants suggèrent d'adopter les précautions suivantes:

- ✓ Les panneaux, lorsqu'ils sont stockés sur place, doivent être protégés de la pluie et de l'humidité afin d'éviter les processus précoces d'oxydation autoprotectrice;
- ✓ Il est fortement recommandé de stocker les paquets de panneaux **SANDWICH DECK AGRI**, avant pose, à l'intérieur et dans un environnement sec afin d'éviter les flexions longitudinales et/ou transversales

Les micro-trous dans le support en aluminium centésimal ainsi que les petits plis, froissements et rugosités plus étendus, présents sur la fine feuille d'aluminium ne peuvent être considérés comme un défaut puisque le processus de production implique le perçage et l'étirement de la feuille qui se caractérise à l'origine par une surface gaufrée, ceux-ci représentent donc la conséquence naturelle du traitement.

### 7.2.3 Fibre de verre

La finition sur l'intrados des panneaux avec une plaque en fibre de verre représente une variante très intéressante où l'environnement a une forte concentration d'acide (par exemple les élevages de porcs). La fibre de verre est un plastique renforcé de fibre de verre que les Fabricants achètent en rouleaux; dans ce cas il s'agit d'un produit semi-fini avec une finition assez rugueuse dont le but est exclusivement fonctionnel (résistance à divers agents corrosifs particulièrement agressifs) et d'utilisation elle est limitée à la surface in-terne des panneaux exposés à ces éléments pour assurer une durabilité adéquate.

Est pertinent l'utilisation du produit dans les bâtiments pour l'agriculture et l'élevage, dans laquelle la demande prévaut la fonctionnalité, l'économie et l'aspect esthétique ne sont pas d'une importance primordiale.

Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux utiliseront la famille de produits appelée **SANDWICH DECK VTR** conscient que le substrat offre une bonne adhérence aux mousses de polyuréthane, il n'est pas praticable, il nécessite des appuis de largeur adéquate et la résistance à l'écrasement du côté d'appui est modeste.

Il est important de se rappeler que la fibre de verre est particulièrement sensible aux températures élevées avec ondulations conséquentes et jaunissement de la surface; parfois ce phénomène peut provenir de phases de traitement qui, comme on le sait, génèrent une chaleur élevée en raison de la réaction chimique à l'origine de la polyuréthane.

Les fabricants jugent déconseillé de fabriquer des magnétoscopes **SANDWICH DECK VTR** avec une épaisseur isolante supérieure à 60 mm, car la température résultant de la réaction et le temps de dispersion peuvent être en raison de la formation de bulles disgracieuses et du jaunissement, même s'il n'est pas uniforme, de la surface.

Les concepteurs / installateurs / utilisateurs finaux doivent prendre en considération les caractéristiques susmentionnées qui, tout en donnant d'une part, ils assurent une bonne fonctionnalité du produit et une rentabilité considérable, d'autre part, ils rendent le produit mal indiqué lorsque la finition intérieure requise répond à certaines normes esthétiques.

Enfin, la fragilité de la couche de fibre de verre est mise en évidence qui, de par sa nature même matériel et en raison de la présence de l'aile qui se chevauche, il est facilement endommagé - avant ou pendant l'installation - des chocs, de la manutention et du levage ou du déchargement inadéquats de camions avec des véhicules non qui convient.

Il est fortement recommandé que les packs de panneaux **SANDWICH DECK VTR** soient stockés avant l'installation dans fonctionne à l'intérieur et dans un environnement sec afin d'éviter les flexions longitudinales et/ou transversales.

### **7.3 NOTES POUR LE STOCKAGE ET LA MANIPULATION DES PANNEAUX**

✓ Le stockage en espace clos ne doit pas excéder 6 mois de stockage continu à compter de la date de production, tandis qu'à l'extérieur il ne doit jamais dépasser 60 jours à compter de la date de production;  
✓ de manière générale, il faut éviter le contact avec l'acier standard: lors des phases de production, de transport, de stockage sur site (déposé sur les fourches des chariots élévateurs par exemple), évitant ainsi la contamination de la surface des composants en acier inoxydable par de l'acier standard qui s'oxyde. Le film protecteur évitera le contact avec les deux types d'acier. N'utilisez pas de nettoyants à base de chlore pour le nettoyage.

N.B. Les Constructeurs confirment la possibilité de produire des panneaux métalliques mixtes (ex: aluminium + acier) mais déconseillent fortement leur utilisation en raison des différents allongements dus à la dilatation thermique.

### **8. ÉLIMINATION**

Le panneau sandwich ne nécessite pas d'étiquetage, conformément à la directive 65/548 / CEE, car il n'est pas considéré comme une matière dangereuse; l'élimination des résidus de montage peut être éliminée par des entreprises désignées sans restrictions ni autorisations particulières. Le revêtement métallique peut être recyclé comme matière première d'acier en le séparant du matériau isolant. Des instructions plus détaillées pour le recyclage des matériaux sont disponibles auprès des autorités locales compétentes.

### **9. ENTRETIEN PROGRAMMÉ DU BÂTIMENT RÉALISÉ AVEC LES PANNEAUX**

L'enveloppe du bâtiment, comme tout autre ouvrage, doit être vérifiée périodiquement par l'Utilisateur final afin de détecter à temps les problèmes sur le point de survenir et de pouvoir les traiter rapidement, minimisant les coûts de maintenance.

Le contrôle lors de l'inspection est destiné à viser à la fois les éléments de toiture et de mur et les ouvrages complémentaires présents (joints, dispositifs de fixation, faîtes, solins, arrêts de neige, gouttières, hanches, etc.) et tous les systèmes technologiques (cheminées, évacuateurs de fumée, exhalateurs, protections contre la foudre), des éléments étroitement liés au panneau dont la détérioration peut le compromettre l'intégrité dans le temps.

Dans le cas où le résultat des inspections conduit à la constatation de problèmes de conservation dans agir, il est nécessaire de procéder à une intervention d'entretien extraordinaire, par et aux frais de propriété, afin de rétablir les conditions initiales.

Copie conforme de l'Acte de dépôt dans le Cabinet de Notaire Ricci & Radaelli  
traduite de l'italien au français.

**Conditions générales de vente**  
**AIPPEG**  
**Des tôles nervurées,**  
**des panneaux métalliques isolants**  
**et des accessoires**

Acte de dépôt dans le Cabinet de Notaire Ricci & Radaelli - à Milan le 2 septembre 2020 au n° 9.821  
de répertoire et n° 5.758 de Recueil, enregistré à Milan le 18 septembre 2020 n° 61645 série 1T

## INDEX

<b>1. PARTIES CONTRACTANTES</b>	<b>3</b>
<b>2. COMMANDE - CONFIRMATION</b>	<b>3</b>
<b>3. LIVRAISON, EXPÉDITION ET TRANSPORT</b>	<b>3</b>
<b>4. EMBALLAGE ET PROTECTION</b>	<b>4</b>
<b>5. TOLÉRANCES</b>	<b>5</b>
<b>6. RECOMMANDATIONS ET INSTRUCTIONS</b>	<b>5</b>
<b>7. GARANTIES</b>	<b>6</b>
<b>8. RÉVISION DES PRIX</b>	<b>7</b>
<b>9. PAIEMENTS</b>	<b>8</b>
<b>10. RÉSILIATION DU CONTRAT</b>	<b>8</b>
<b>11. NORMES</b>	<b>9</b>
<b>12. TRIBUNAL COMPÉTENT</b>	<b>9</b>
<b>13. TRAITEMENT DES DONNÉES</b>	<b>9</b>
<b>ANNEXE A</b>	<b>10</b>
<b>NORMES CONCERNANT LA MANUTENTION, LA MANIPULATION ET LE STOCKAGE DES TÔLES NERVURÉES, DES PANNEAUX MÉTALLIQUES ISOLANTS ET DES ACCESSOIRES</b>	
<b>ANNEXE B</b>	<b>15</b>
<b>STANDARDS QUALITATIFS DES TÔLES NERVURÉES, DES PANNEAUX MÉTALLIQUES ISOLANTS</b>	
<b>ANNEXE C</b>	<b>19</b>
<b>RECOMMANDATIONS POUR LE INSTALLATION DES TÔLES NERVURÉES, DES PANNEAUX MÉTALLIQUES ISOLANTS</b>	
<b>ANNEXE D</b>	<b>28</b>
<b>INSTRUCTIONS POUR L'INSPECTION ET LA MAINTENANCE DES COUVERTURES ET DES PAROIS EN PANNEAUX MÉTALLIQUES ET EN TÔLES NERVURÉES</b>	

## 1. PARTIES CONTRACTANTES

Par le terme de Vendeur, on désigne la société productrice et/ ou le fournisseur des produits faisant l'objet de la fourniture dont il s'agit, qui émettra la facture de ces produits.

Par le terme d'Acheteur, on désigne le destinataire des factures relatives aux produits dont il s'agit.

## 2. COMMANDE - CONFIRMATION

La commande de l'Acheteur équivaut à une proposition et elle est irrévocable pour la durée de 30 (trente) jours. La confirmation du Vendeur équivaut à une acceptation et elle demeure le seul document qui engage les parties et régit le rapport contractuel, pour tout ce qui n'est pas prévu par les présentes « Conditions Générales de Vente ». Aux fins de l'acceptation finale de la commande, la date du cachet de la poste ou du fax de confirmation de la commande fera foi. Si la confirmation prévoit la fourniture de produits appartenant à d'autres types et/ou à des livraisons étalées, chaque type et/ou livraison sera considérée contractuellement indépendant par rapport aux autres.

## 3. LIVRAISON, EXPÉDITION ET TRANSPORT DU MATÉRIEL

Le Vendeur s'engage à respecter les délais de livraison convenus. Une franchise de 15 (quinze) jours ouvrés est admise. Les causes qui empêcheraient ou retarderaient la fabrication des produits comme, à titre d'exemple non limitatifs, des grèves (même dans l'entreprise), des lock-out, des incendies, des interdictions d'importation, des retards de livraison des matières premières ou des limitations des sources énergétiques, et autres faits qui nuiraient ou retarderaient la fabrication, sont considérées conventionnellement comme des cas de force majeure et le Vendeur ne pourra être tenu pour responsable du retard de livraison.

Dans les cas indiqués ci-dessus, le Vendeur pourra retarder la livraison autant que dureront les causes du retard. Si les causes du retard devaient se prolonger au-delà de trente jours, le Vendeur aurait la faculté de résilier le contrat, sans que cela ne puisse impliquer pour l'Acheteur un quelconque droit à l'indemnisation des dommages pouvant être directement ou indirectement reconduits à ce retard.

À l'expiration du délai de livraison convenu, dans les quinze jours solaires de la réception de l'avis indiquant que les marchandises sont prêtes, l'Acheteur devra retirer les produits commandés ou, dans le cas de livraison à domicile, en demander l'expédition. Passé ce délai, les produits pourront être stockés en plein air, avec exemption de toute responsabilité pour le Vendeur, avec déchéance de toutes les garanties et avec imputation des frais de manutention et de stockage dans la mesure de 1% de la valeur des produits par semaine de stockage. En outre, le Vendeur se réserve le droit d'expédier les produits en port dû à l'Acheteur ou de les déposer aux frais de celui-ci.

Après 8 (huit) jours de l'émission de l'avis de marchandise prête, une facture régulière sera de toute façon émise et les délais de paiement seront calculés à partir de sa date d'émission.

l'Acheteur est tenu de vérifier les produits au moment de la livraison. Même s'ils sont vendus francs de port, les produits voyagent toujours aux risques et périls de l'Acheteur. D'éventuels vices apparents et/ou cachés doivent être déclarés au moment de la livraison, sous peine de déchéance de la garantie, au moyen d'annotations du bulletin d'accompagnement.

Le panneau, produit sur une ligne en continu, est coupé sur mesure à l'aide de scies à ruban ou, dans certains cas, de scies circulaires. Les technologies connues ne permettant pas d'effectuer la découpe des supports métalliques sans ébavurage, en aucun cas l'on ne pourra évoquer un vice apparent en présence d'un ébavurage de découpe ayant une saillie non supérieure à 3 mm par rapport au plan du support métallique de référence. Cet ébavurage pourra être aisément enlevé lors de la pose en œuvre et il ne constitue en aucun cas un vice de produit.

De la même manière, l'on ne pourra considérer comme étant un vice apparent la présence de résidus de matériau expansé sur la surface métallique, en cas de travail appelé « démoussage » (« overlapping»), résultant après le retrait de l'isolant, effectuée en automatique, pour permettre la superposition longitudinale des éléments. En tout cas, l'enlèvement à métal nu devra être complété sur le chantier durant les phases de pose en œuvre et il sera à la charge de l'Acheteur, puisqu'il ne constitue pas un vice du produit. Par conséquent, aucune reconnaissance économique et/ou indemnisation n'est prévue pour les coûts, directs ou indirects, éventuellement subis par l'Acheteur.

Les opérations, dont l'Annexe A des présentes Conditions Générales de Ventes AIPPEG, en plus de ceux du déchargement et installation, indépendamment que soit le point de retour des marchandises, sauf accord différent, sont effectuées à la charge et sous la responsabilité de l'Acheteur en suivant scrupuleusement les instructions fournies à ce propos par le Vendeur.

Les frais éventuels d'arrêt, de stockage ou d'attente sont à la charge de l'Acheteur, même au cas où la marchandise serait vendue franc de port et le transport aurait lieu avec les moyens du Vendeur ou de ses mandataires.

#### 4. EMBALLAGE ET PROTECTION

Les matériels sont fournis non emballés. D'éventuels emballages devront être demandés lors de la confirmation de commande et seront débités en facture. Afin de garantir l'intégrité esthétique des panneaux ou des tôles nervurées prélaquées, lors des phases de production, de manutention, de transport et d'installation, il est indispensable de protéger ces surfaces par un film de polyéthylène adhésif, retirable après la pose sur le chantier.

L'Acheteur qui demanderait ou accepterait la fourniture de panneaux ou de tôles nervurées prélaquées sans cette protection en assume toute la responsabilité et, de ce fait, dégage de toute responsabilité le Vendeur par rapport à tout dommage et/ou imperfection éventuellement présent sur les surfaces afin de prévenir tout dommage et/ou imperfection sur les surfaces des produits, ou simplement l'allongement du temps d'enlèvement, le Vendeur recommande à l'Acheteur de retirer le film de polyéthylène adhésif dans les 15 (quinze) de la date de "communication de mise à disposition" (en manque de cette communication vaut la date de livraison) et de toute façon, dans l'attente de la pose, de stocker les panneaux en observant les modalités décrites à l'**Annexe A** des présentes **Conditions Générales de Ventes AIPPEG**.

En effet, de nombreuses expériences ont permis de constater qu'une longue permanence sur un chantier à ciel ouvert sans respecter strictement les modalités de manutention et de stockage des produits peut faire apparaître des phénomènes d'adhésion excessive du film, de difficulté de retrait, et parfois aussi des interactions imprévues avec le revêtement organique sous-jacent.

En l'absence d'une adoption rigoureuse de ces mesures sur le chantier, le Vendeur n'acceptera aucune contestation concernant des anomalies du film adhésif et/ou des conséquences directes et/ ou indirectes liées à ce film. Seulement au cas où l'Acheteur prouverait qu'il a adopté toutes les mesures nécessaires sur le chantier, une contestation pour vices attribuables au film devra être présentée dans les termes et avec les modalités décrites au point 6. Le non-respect des délais de contestation et/ou l'utilisation et/ou la pose du produit, même en cas de contestation faite dans les délais, empêchant au Vendeur de vérifier le problème, invalident le droit à la garantie de l'Acheteur. Au cas où le Vendeur reconnaîtrait l'existence du défaut, la quantification du dommage subi par l'Acheteur ne pourra de toute façon pas dépasser la valeur du prix de vente du film de polyéthylène commandé par l'Acheteur.

## 5. TOLÉRANCES

L'Acheteur accepte les tolérances mentionnées dans les catalogues et/ou dans les fiches techniques du Vendeur (dernière édition).

## 6. RECOMMANDATIONS ET INSTRUCTIONS

Tous les matériaux utilisés pour la construction des toitures et des murs, surtout les métaux, sont sujet au phénomène de dilatation thermique due aux variations de température. Les contraintes résultant de cet effet sur les tôles agissent sur la surface du panneaux et peuvent provoquer des anomalies fonctionnelles et esthétiques du produit, particulièrement dans le cas de :

- Considérable longueur du panneaux ( $L > 5000$  mm);
- Irradiation élevée ;
- Couleurs sombres
- Epaisseur inadéquate du support métallique ;
- Utilisation de mousses de polyisocyanurate.

Pour des valeurs de température de surface élevées, les allongements linéaires du support métallique extérieur, par rapport à l'intérieur à la structure ou à toute autre contrainte, génèrent des tensions qui se déchargent à proximité des changements de section du profil en raison du changement de forme.

Le phénomène peut être accentué par les variations cycliques de température liées aux excursions jour-nuit ou gel-dégel, qui provoquent des tensions cycliques incontrôlables qui entraînent des charges de fatigue supplémentaires pour les éléments de support.

Par conséquent, l'Acheteur et / ou son projeteur est invité à calculer les déformations et la méthode d'application du produit dans de telles conditions, afin d'éviter des tensions qui peuvent provoquer des inesthétismes et des ondulations avec formation de bulles. Les risques peuvent être minimisés avec l'adoption des prescriptions suivantes :

- Eviter les couleurs sombres pour les panneaux à longueur élevée ( $L > 5000$  mm);
- Utiliser des épaisseurs appropriées des supports métalliques (0,6 mm minimum à évaluer selon les spécifications du projet);
- Segmenter les panneaux;
- Adopter un type et une texture de fixation appropriés, en particulier pour les panneaux de toiture;
- Utiliser une fixation des panneaux muraux qui soit en mesure de compenser les déplacements provoqués par une dilatation thermique excessive; cette solution devient particulièrement importante dans les cas où sont utilisés des panneaux avec des supports en aluminium.

## 6. GARANTIES

Les produits doivent être utilisés dans le respect rigoureux des indications formulées dans la documentation technique du Vendeur. Par conséquent, la garantie sera invalidée au cas où les produits seraient appliqués d'une manière non conforme aux indications contenues dans les catalogues et en cas d'utilisation de schémas d'installation non conformes aux fiches techniques (dernière édition) du Vendeur.

Les réclamations de quelque nature que ce soit, sauf celles prévues au **point 3**, doivent être formulées par écrit (lettre recommandée) ou par télégramme au Vendeur dans les 8 (huit) jours qui suivent la réception des produits, étant entendu qu'après ce délai l'Acheteur est considéré déchu de tout droit à toute garantie pour vices, qualité défectueuse et/ou produits différents vendus.

En ce qui concerne la prescription, les exigences de l'**art. 1495 du Code Civil italien** seront appliquées dans tous les cas.

Les réclamations devront être détaillées pour consentir au Vendeur un contrôle rapide et complet. Les produits faisant l'objet de la réclamation, devront être gardés à la disposition du Vendeur dans l'état où ils ont été livrés, dans le respect des « Normes de manutention, de manipulation et de stockage » indiquées à l'**Annexe A** des présentes « **Conditions Générales de Vente** » et des éventuelles instructions particulières fournies par le Vendeur.

Les indications ci-dessus étant respectées, le Vendeur devra s'assurer que les produits sont impropres à l'usage, dans ce cas, conformément à la garantie, ils seront remplacés et livrés à l'endroit convenu dans le contrat.

Dans tous les cas, les produits qui présenteraient des vices évidents de quelque nature que ce soit (et plus encore des vices évidents) ne devront être utilisés en aucune manière par l'Acheteur; par conséquent, ils ne devront pas être soulevés en hauteur, ni fixés à la structure, ni coupés, etc. En défaut de cela, la garantie de l'Acheteur est invalidée.

L'Acheteur n'a pas le droit de résilier le contrat, et toute responsabilité du Vendeur est également exclue pour tout dommage direct et/ou indirect éventuellement subi par l'Acheteur, à l'exception de la limite prévue par l'Article 1229 du Code Civil italien.

Dans le cas de fournitures avec des livraisons étalées, d'éventuelles réclamations, même si faites dans les délais, n'exemptent pas l'Acheteur de l'obligation de retirer les quantités restantes des produits commandés.

Le Vendeur garantit la correspondance des produits vendus aux spécifications contenues dans ses catalogues et /ou ses fiches techniques (dernière édition).

Au cas où le Vendeur, à la demande écrite de l'Acheteur, constaterait la présence de vices et/ou défauts non visibles au moment de la livraison, par conséquent également dans le cas de produits utilisés et/ou montés par l'Acheteur, la garantie sera fournie, au choix Vendeur :

- par l'exécution d'œuvres de remise en état de la part du Vendeur ;

\* ou \*

- en acceptant, par écrit, la participation aux frais de remise en état, qui ne pourront de toute façon jamais dépasser le prix initial du matériel défectueux.

Pour les produits revêtus d'un matériel organique, la garantie relative au revêtement est du ressort du Vendeur, qui proposera, à son choix soit la remise en état des ouvrages aux soins du Vendeur.

\* ou \*

soit la participation aux frais de remise en état pour un montant qui ne peut être supérieur à trois fois le prix initial du revêtement organique défectueux; le montant de la participation aux frais, comme indiqué ci-dessus, sera proportionnellement réduit en fonction de la durée d'utilisation du produit livré.

Dans tous cas, la garantie du Vendeur pour de tels produits ne pourra pas dépasser les limites fixées par la garantie donnée par le fournisseur du revêtement organique.

Pour les produits avec un revêtement organique, l'Acheteur doit s'assurer qu'ils sont correctement stockés sur le chantier, dans le respect du contenu de l'**annexe A**, afin de prévenir la formation précoce de l'oxydation du zinc qui risque de provoquer la formation de vésicules, qui sont la cause principale du détachement du revêtement organique pendant l'opération d'enlèvement du film de polyéthylène adhésif. En l'absence de preuves concrètes que le stockage et la manipulation du produit ont été faits correctement par l'Acheteur, le droit de celui-ci à la garantie sera invalidé par le Vendeur. Pour les surfaces métalliques sans revêtement organique, aucune garantie n'est prévue, hors leur correspondance aux normes en vigueur; le Vendeur est exempté de toute responsabilité relative à l'apparition de phénomènes d'oxydation, s'agissant de phénomènes probables.

La garantie du Vendeur, même en ce qui concerne les parties réparées et /ou remplacées, sera strictement prêtée dans les limites prévues par l'**art. 1495 du Code Civil italien**.

Le Vendeur n'assume aucune responsabilité en cas de remises en état effectuées par des tiers.

Des garanties et/ou des certifications particulières pourront être obtenues, à la demande spécifique de l'Acheteur, lors de la confirmation de commande et spécifiquement acceptées dans cette même confirmation de commande du Vendeur. Toute garantie est annulée, soit pour un usage non conforme aux prestations caractéristiques du produit, soit par nonrespect des «Normes de manutention, manipulation et stockage» indiquées à l'Annexe A et des éventuelles instructions détaillées fournies par le Vendeur, soit pour l'emploi d'accessoires fonctionnels à l'emploi des produits (par exemple: systèmes de fixation, éléments de complètement, pointes d'ancrage, faîtages, solins, etc.) non fournis et/ou non expressément approuvés par le Vendeur.

Les données de calcul, les valeurs des tableaux, les listes de matériaux, les graphiques, les données techniques sur les systèmes de fixation, ainsi que tout autre document fourni par le Vendeur, doivent être considérés comme de simples éléments d'orientation et ils ne comportent aucune responsabilité de la part du Vendeur. En effet, par définition et selon les normes, la conception, la direction des travaux et la réception demeurent de la responsabilité et à la charge exclusive de l'Acheteur.

Les produits faisant l'objet de la fourniture en question, sauf si différemment et expressément établi par écrit avec le Vendeur, ne contribuent en aucun cas à la stabilité globale ou partielle de la structure de l'édifice. Par conséquent, ils ne sont pas adaptés à supporter des charges verticales, horizontales ou les charges statiques permanentes (poids propre exclu). En effet, ils s'appuient sur une structure portante existante, que l'Acheteur devra avoir opportunément calculée et considérée apte au positionnement et à l'installation des produits, qui exercent uniquement une fonction de couverture/ revêtement et/ou d'amélioration du niveau énergétique de l'édifice.

Le Vendeur ne reconnaît aucune autre utilisation des produits, à l'exception de ceux explicitement indiqués dans la documentation technique qu'il a fournie. Au cas où les contestations s'avéreraient infondées, le

Vendeur débitera les coûts des constats et des expertises éventuelles, même de tierces parties. Le Vendeur se réserve le droit d'apporter les modifications ou les améliorations techniques considérées nécessaires à sa production.

Il est expressément exclu le droit de recours de l'Acheteur qu'il a revendu à des tiers, comme le prévoit à l'art. 131 D.lgs n.206 de 2005.

## **8. RÉVISION DES PRIX**

Les prix sont calculés sur la base des coûts en vigueur, à la date de confirmation de la vente. Si des augmentations supérieures à 2% par rapport au coût des produits interviennent, il sera procédé à une révision des prix, qui sera appliquée au moment de la facturation, avec reconnaissance intégrale de la variation selon les incidences en pourcentage indiquées ci-après:

- tôles nervurées : 10% main d'œuvre, 90% métal
- panneaux: 10% main d'œuvre, 30% matière isolante, 60% parements externes.

Pour la main d'œuvre, référence sera faite aux tableaux **A.N.I.M.A.**; pour les métaux, référence sera faite au bulletin **C.C.I.A.A. de Milan**, pour les composants isolants et pour les autres matières premières, référence sera faite à l'attestation du fournisseur du Vendeur. Pour les accessoires, la révision sera effectuée en voie conventionnelle en appliquant les éventuelles variations de l'indice **ISTAT** officiel du coût de la vie. Dans le cas de livraisons étalées, la révision des prix sera appliquée uniquement aux produits livrés après l'augmentation.

## 6. PAIEMENTS

Les paiements doivent être effectués au Siège du Vendeur, l'encaissement par le Vendeur des sommes versées à la commande ne constitue pas acceptation de celle-ci.

Au cas où la commande ne serait pas acceptée, le Vendeur restituera les sommes encaissées sans intérêt.

En cas de non-respect du contrat par l'Acheteur, (à titre d'exemple: l'annulation d'une commande après son acceptation par le Vendeur, le manque de retrait du matériel dans les délais convenus le changement des conditions contractuelles, etc.), les sommes versées à titre d'acompte seront retenues par le Vendeur, avec la sauvegarde du droit à l'indemnisation des dommages plus importants. En cas d'inaccomplissement du Vendeur, il sera remboursé à l'Acheteur le double du montant versé en acompte, avec exclusion de tout droit à l'indemnisation d'ultérieurs dommages éventuels.

En cas de paiements effectués en retard, l'Acheteur devra s'acquitter, aux termes du décret législatif 231/02, des intérêts de retard, ainsi que le dédommagement des coûts, au taux officiel de référence majoré de sept points, qui courent à partir de la date d'échéance convenue entre les parties.

D'éventuelles réclamations ou contestations, soulevées aussi bien en voie d'action que d'exception, ne donnent pas droit à la suspension des paiements.

Au cas où le paiement des produits serait prévu avec des lettres de change ou d'autres titres (chèques bancaires, traites, etc.), ceux-ci devront parvenir au Siège du Vendeur avant ou au moment du retrait des produits.

En cas de non-paiement à la date prévue, même d'une seule partie de la somme, l'Acheteur perdra le bénéfice de l'échelonnement du paiement (« bénéfice du délai »), également pour les fournitures en cours; en outre, le Vendeur pourra invoquer l'application des articles 1460 et 1461 du Code Civil italien.

Le relevé de compte envoyé par le Vendeur est considéré accepté de l'Acheteur, dès lors qu'il n'est pas contesté dans les 15 (quinze) jours de sa réception.

## 7. RÉSILIATION DU CONTRAT

Hors des cas prévus au **point 3** précédent, le Vendeur se réserve la faculté de résilier le contrat, dès l'instant

où des faits ou des circonstances viendraient modifier la stabilité des marchés, la valeur de la devise, les conditions des industries de matières premières et les conditions d'approvisionnement.

Le Vendeur aura aussi la faculté de résilier le contrat sans frais, au cas où il aurait connaissance de l'existence de titres non honorés, ainsi que de procédures judiciaires, injonctions ordinaires, ou d'autres types même extrajudiciaires à la charge de l'Acheteur.

## 11. NORMES

Lorsque cela n'est pas expressément réglementé par les présentes « Conditions Générales de Vente », il conviendra de se référer aux normes de vente prévues par les Articles 1470 et suivants du Code Civil italien, même dans le cas de fourniture en œuvre des produits.

## 12. TRIBUNAL COMPÉTENT

Quelles que soient les différends dérivant de l'interprétation, de l'application, de l'exécution, de la résiliation du contrat et/ou des présentes « Conditions Générales de Vente » ou de toute façon y afférents, seront du ressort exclusif du tribunal où se situe le siège du Vendeur, même en cas de connexion de procès. La loi applicable est en tout cas la loi italienne.

## 13. TRAITEMENT DES DONNÉES

L'Acheteur déclare avoir reçu les informations sur le traitement des données conformément au Règlement UE no. 2016/679 (RGPD) et au décret législatif 30.06.2003, n. 196 (Code concernant la protection des données personnelles), tel que modifié par décret législatif 10.08.2018, n. 101.

## ANNEXE A

# NORMES CONCERNANT LA MANUTENTION, LA MANIPULATION ET LE STOCKAGE DES TÔLES NERVURÉES, DES PANNEAUX MÉTALLIQUES ISOLANTS ET DES ACCESSOIRES

### 1. EMBALLAGE ET CONDITIONNEMENT

Nous indiquons intégralement ici (texte en italique) le **point 9.10.1** de la norme **UNI 10372: 2013**.

*“Pour conserver leur durabilité en œuvre, les éléments métalliques de couverture ne doivent pas être endommagés pendant les opérations de stockage, de transport, de manutention et de pose.*

*Il est donc conseillé de prévoir des systèmes de protection temporaire des produits concernant surtout les prestations de nature esthétique requises. Pendant les phases de fabrication, ces matériaux sont généralement protégés par un film de polyéthylène (adhésif ou simple contact) ou encore par d'autres moyens. Durant les phases suivantes, certaines précautions devront être adoptées pour garantir les aspects suivants :*

- protection de la surface contre les phénomènes d'abrasion, surtout durant la manutention;*
- protection des angles et des bords contre les chocs et les écrasements*
- protection contre les stagnations d'eau ou d'humidité de condensation;*
- protection des éléments sur lesquels pèse la masse de tout de paquet ou de paquets superposés contre les déformations permanentes.”*

Les tôles nervurées et les panneaux sont généralement conditionnés en paquets. Le nombre de tôles du paquet est tel que le poids total du contenu doit demeurer dans les limites imposées par les moyens de levage et de transport disponibles. Généralement, les matériaux utilisés pour conditionner l'emballage sont: le bois, les matières plastiques expansées, le carton, le film de polyéthylène (rétractable ou extensible) ou autres. Les ficelages sont réalisés au moyen de courroies (jamais avec du fil de fer) et de protections adaptées (protège-angles, etc.).

Jamais utiliser les courroies comme élingues pour le soulèvement.

Il est en outre conseillé de prévoir, en les indiquant de manière opportune, les points d'ancrage pour les opérations successives de manutention et de soulèvement. Par conséquent, les paquets de produits devront donc être toujours munis d'un système d'appui permettant de répartir le poids de manière uniforme et rendre possible la prise du paquet pour faciliter la manipulation.

À titre d'exemple, non limitatif, le système d'appui peut-être composé de poutrelles en plastique expansé, de bois sec ou de feuilles de matériaux composites, placés à des entraxes adéquats aux caractéristiques du produit. L'emballage devra être opportunément défini à la commande, en fonction des modalités de transport (par exemple: cage ou caisse pour les transports qui prévoient des transbordements, transport ferroviaire ou maritime). Selon les prestations demandées au produit, il faudra prévoir un type d'emballage adapté. Le conditionnement des paquets sera réalisé conformément aux paramètres définis par le fabricant. Toute subdivision différente des éléments et/ou tout conditionnement particulier, en fonction des exigences spécifiques de l'acheteur devront être établis d'un commun accord lors de la commande.

## 2. TRANSPORT

Nous indiquons intégralement ici (texte en italique) le **point 9.10.2** de la norme **UNI 10372: 2013**.

« *Le transport des paquets doit avoir lieu avec des moyens appropriés, de sorte que:*

- *l'appui des paquets a lieu sur des entretoises en bois ou en plastique expansé et que leur écart soit adapté aux caractéristiques du produit;*
- *la surface d'appui soit compatible avec la forme du paquet (plat si le paquet est plat; si le paquet est courbe, il faudra créer un appui qui maintienne la même courbe;*
- *la superposition des paquets ait toujours lieu en intercalant des entretoises opportunes, si elles ne sont pas présentes dans l'emballage, en bois ou en plastiques expansés;*
- *les paquets n'aient pas des porte-à-faux supérieurs à 1 m;*
- *au cas où ceux-ci ne seraient pas clairement identifiables, les points d'élingage pour le soulèvement doivent être clairement indiqués sur les paquets;*
- *toute autre prescription éventuelle du fabricant doit être respectée»*

Il faudra notamment positionner les paquets sur une surface plate et placer au-dessous des entretoises en bois ou en plastique expansé, avec des dimensions et dans un nombre approprié, parfaitement alignés verticalement.

Le transporteur devra ancrer les paquets au moyen de transport avec des ficelages transversaux avec des sangles placés à un intervalle maximum de 3 m et, de toute façon, chaque paquet devra présenter au moins deux ficelages transversaux.

Le chargement devra toujours voyager couvert, de manière à rendre imperméable le côté exposé au sens de la marche. L'Acheteur qui procède au retrait devra informer ses chauffeurs des consignes de transport.

Le chargement devra être fait sur un plancher entièrement libre et propre. Tout véhicule déjà partiellement occupé par d'autres matériaux ou présentant un plancher inadapté ne sera pas autorisé au chargement.

La marchandise est positionnée sur les véhicules en suivant les consignes du transporteur, seul responsable de l'intégrité du chargement, qui devra faire particulièrement attention à ce que le poids reposant sur le paquet inférieur, de même que la pression exercée par les points de ficelage ne provoquent aucun endommagement et que les sangles n'entraînent aucune déformation du produit. Des conditions de chargement particulières ne pourront être acceptées que sur proposition écrite de l'Acheteur qui en assume l'entière responsabilité.

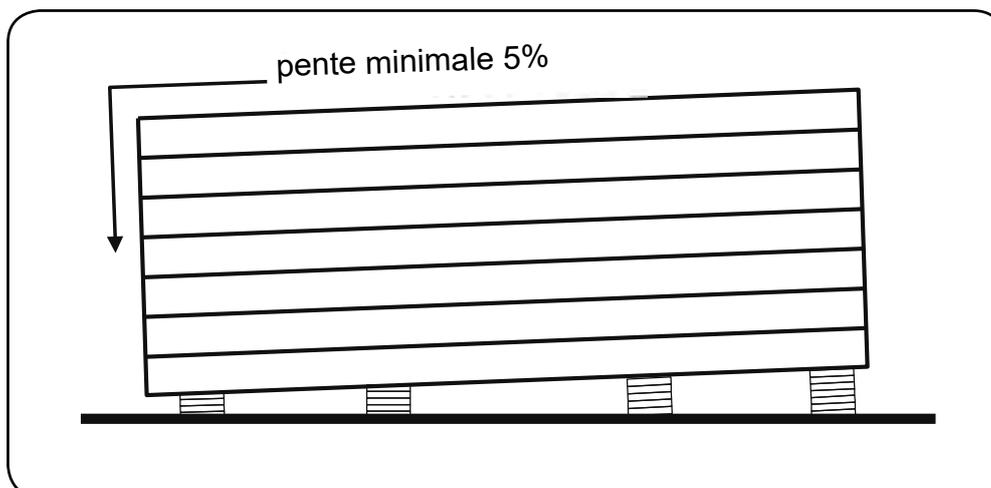
## 3.STOCKAGE

Nous indiquons intégralement ici (texte en italique) le point 9.10.3 de la norme UNI 10372 : 2013.

« *La forme des éléments a été étudiée pour permettre un stockage superposé, de manière à réduire au minimum l'encombrement de stockage et de transport. S'assurer, de toute façon, que les superpositions n'endommagent pas la surface. Les paquets doivent toujours être maintenus soulevés du sol que ce soit dans l'entrepôt que, et à plus forte raison, sur le chantier.*

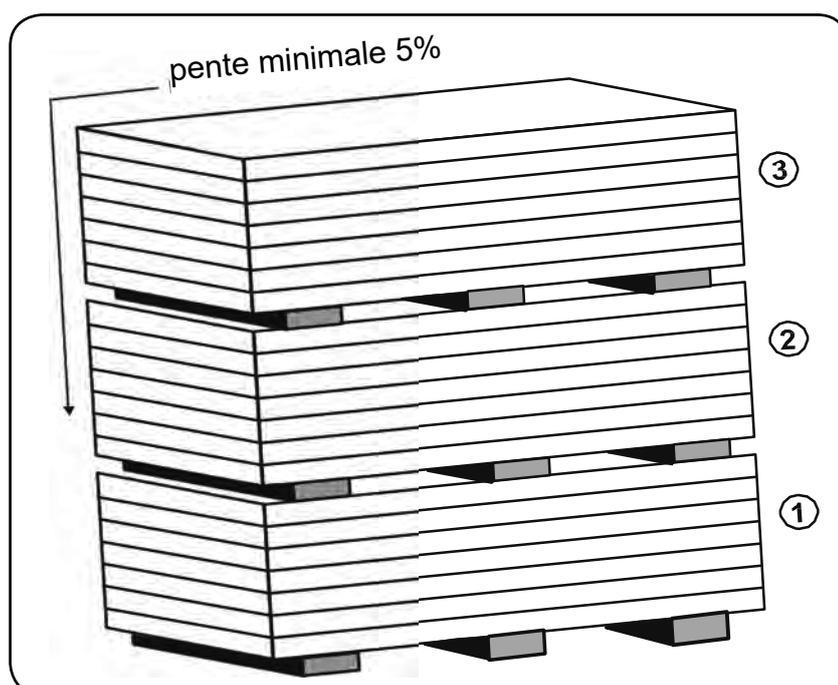
Leurs supports doivent être de préférence en bois si le stockage n'est pas rapidement suivi du prélèvement pour la pose, il faudra recouvrir les paquets avec des bâches de protection.

Veillez également aux éventuels phénomènes de corrosion électrochimique conséquents aux contacts entre métaux différents, même pendant la période de stockage. En règle générale, ne pas superposer les paquets. Au cas où leur superposition pourrait être envisagée en raison de leur faible poids, toujours intercaler des entretoises en bois ou en matière plastique expansée avec une barre d'appui la plus ample possible et en nombre suffisant.



Toujours les disposer en correspondance des supports des paquets en dessous (voir figure) ou en matières plastiques expansées, à surface plate, d'une longueur supérieure à la largeur des plaques et à une distance adéquate aux caractéristiques du produit. La surface d'appui devra être compatible avec la forme des paquets: plat si le paquet est plat et si le paquet est bombé, il faudra créer un appui ayant la même courbure.

Stocker dans des lieux non humides, sous risque des stagnations de condensation sur les éléments internes moins ventilés, particulièrement agressive sur les métaux, ayant pour conséquence la formation de produits d'oxydation (par exemple rouille blanche pour le zinc). Les paquets doivent être stockés de manière à favoriser l'écoulement de l'eau, surtout lorsqu'ils sont provisoirement stockés en plein air (voir figure).



Les meilleures conditions de stockage sont offertes par des locaux fermés avec une légère ventilation, sans humidité, ni poussière. En tout cas, et notamment lors du conditionnement sur le chantier, il faudra préparer un plancher approprié, à appui stable, ne permettant pas les stagnations d'eau. Le positionnement des paquets ne devra pas se faire dans les zones proches des travaux (par exemple: découpe de métaux, sablage, peinture, soudure, etc.), ni dans les zones où la circulation ou le stationnement des moyens de transport risque de provoquer des dommages (chocs, éclaboussures, gaz d'échappement, etc.).

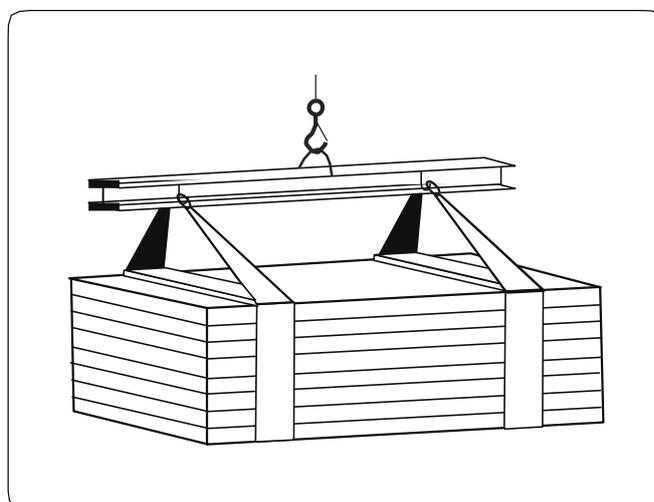
On pourra superposer au maximum trois paquets, d'une hauteur totale d'environ 2,6 m et, dans ce cas, il faudra alors augmenter adéquatement le nombre des supports. Si les matériaux sont recouverts d'un film de protection, celui-ci devra être complètement enlevé lors de l'installation et, de toute façon, dans les 15 (quinze) jours de la date de préparation des matériaux et non au-delà à condition que les colis soient stockés dans un endroit ombragé, couvert, ventilé et à l'abri de tout type d'intempéries. Toute consigne éventuellement donnée par le fournisseur devra être obligatoirement suivie.

Sur la base des connaissances acquises, pour conserver les performances initiales du produit, il est opportun - dans le respect des présentes normes - de ne pas dépasser six mois de stockage continu dans un lieu fermé et ventilé, alors que la période de stockage en plein air ne devra pas dépasser les deux semaines. Les matériaux devront de toute façon toujours être protégés du soleil direct, dont le rayonnement peut être la cause d'altérations. Dans le cas de protection par bâche, il faudra s'assurer aussi bien de l'imperméabilité que d'une aération adéquate, afin d'éviter les stagnations de condensation et la formation de poches d'eau.

#### 4.SOULÈVEMENT ET MANUTENTION

Se reporter en intégralité (texte en italique) au **point 9.9.4** de la norme **UNI 10372:2013**.

« Les paquets doivent toujours être élingués en deux points au minimum, distants entre eux d'au moins la moitié de la longueur des paquets. Le soulèvement doit s'effectuer, de préférence, au moyen de courroies de tissu en fibre synthétique (nylon), d'une largeur de 10 cm minimum, de façon à répartir la charge sur la courroie et à ne pas provoquer de déformations (voir figure).

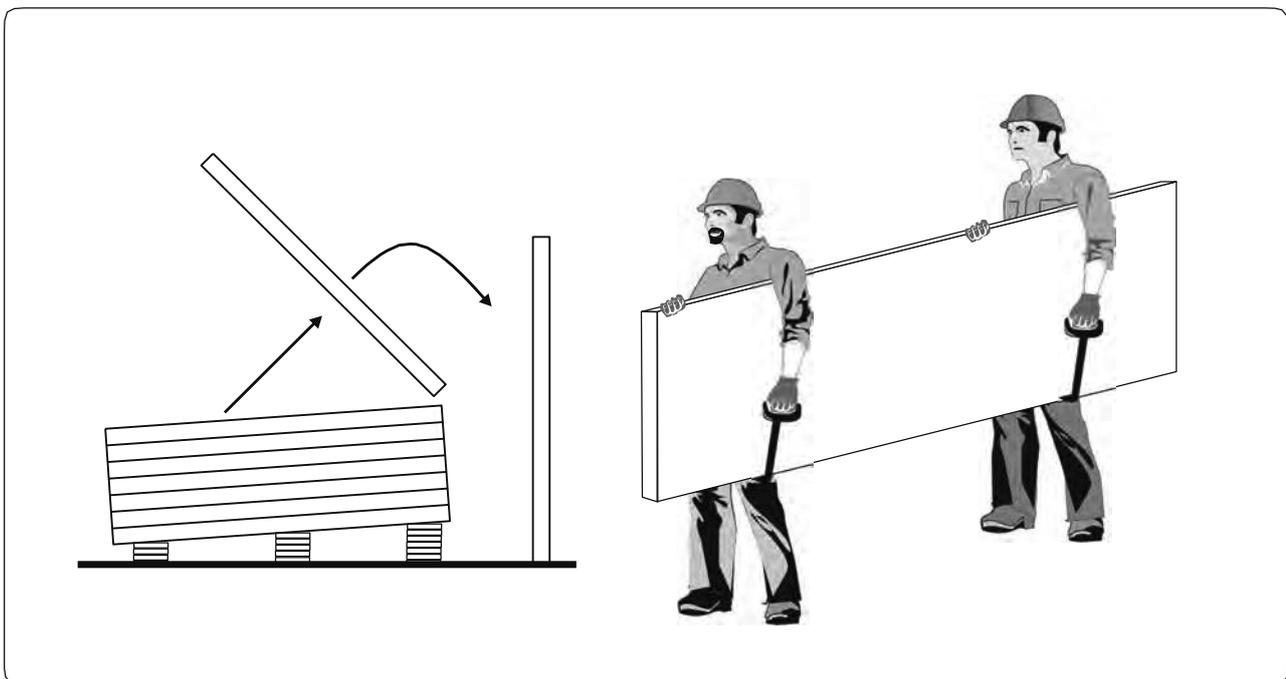


Il faudra employer des entretoises appropriées, placées sur et sous le paquet, composées de robustes éléments plats en bois ou en matière plastique expansée empêchant le contact direct des courroies avec le paquet. La longueur des entretoises doit être supérieure à la largeur du paquet d'au moins 4 cm, et la largeur non inférieure à celle de la courroie.

Dans tous les cas, les entretoises inférieures doivent avoir une largeur suffisante pour éviter que le poids du paquet puisse provoquer des déformations permanentes aux éléments inférieurs. Une attention particulière devra être apportée afin que les élingues et les supports ne se déplacent pas pendant le soulèvement et que les manœuvres soient exécutées graduellement et avec précaution. Le stockage de paquets sur la structure de la couverture doit être effectué uniquement sur des surfaces adaptées à les supporter, tant sur le plan de leur résistance, que des conditions d'appui et de sécurité, également par rapport aux autres travaux en cours.

Il est conseillé de toujours demander au responsable du chantier l'autorisation de stockage»

Les manipulations des éléments doivent toujours être effectuées en utilisant les moyens de protection appropriés (gants, chaussures de sécurité, combinaisons, etc.) conformément à la législation en vigueur. Le déplacement manuel d'un seul élément doit toujours être réalisé en soulevant l'élément sans le faire traîner sur celui au-dessous et en le tournant sur le Côté du paquet ; le transport doit être effectué au moins par deux personnes en fonction de la longueur, en maintenant l'élément sur le côté (voir figure).



La manipulation, ainsi que les gants de travail, doivent être propres et tels qu'ils ne provoquent aucun dommage aux éléments. Il est déconseillé d'utiliser des chariots élévateurs pour la manutention des éléments, en raison du risque d'endommagements. Les paquets stockés en hauteur doivent toujours être adéquatement contraints aux structures.

## ANNEXE B

### STANDARDS QUALITATIFS DES TÔLES NERVURÉES ET DES PANNEAUX MÉTALLIQUES ISOLANTS

Les tôles d'acier et les panneaux métalliques isolants sont utilisés pour les parois, les couvertures et les planchers de bâtiments civils et industriels. Les standards qualitatifs reproduits dans la présente annexe doivent être au préalable définis entre l'Acheteur et le Vendeur lors de la confirmation de commande. Le facteur esthétique ne fait pas partie des caractéristiques spécifiques des produits et ne constitue pas un critère courant de fourniture.

Les normes européennes harmonisées de produit, valables pour pouvoir obtenir le **marquage CE**, sont **UNI EN 14782:2006** et **UNI EN 14783:2013** pour les tôles nervurées, **UNI EN 14509:2013** pour les panneaux métalliques isolants à double tôle et **ETAG 016** pour les panneaux métalliques isolants à une tôle

MATÉRIAUX	NORMES	RÉFÉRENCE	VALEUR-NOTES
<b>1.TÔLES NERVURÉES</b>			
<b>1.1 CARACTÉRISTIQUES</b>			
1.1.1 Acier au carbon	UNI EN 14782:2006		
	UNI EN 14783:2013		
	UNI EN 508- 1:2014	3.2 e 4.2	
	UNI EN 10346:2015		S250GD DM ( <i>limite d'élasticité min =250 N/mm<sup>2</sup></i> )
	UNI EN 10346:2015		Aciers non structurels
1.1.2 Aluminium	UNI EN 14782:2006		
	UNI EN 14783:2013		
	UNI EN 508-2:2008	3.2 e 4.2	<i>Alliages: déclaration du Vendeur (Charge de rupture min = 150 MPa)</i>
	UNI 10372:20 13		
	UNI EN 573-3:2019	3.	
	UNI EN 1396:2015	5.	
1.1.3 Acier inox	UNI EN 14782:2006		
	UNI EN 14783:2013		
	UNI EN 508-3:2008	3.2 e 4.2	Type 1.3401 (AISI304)
	UNI 10372:2013		
	UNI EN 10088- 1:2014	4.	
	UNI EN 10088-2:2014	6.	Présence de l'errata corrige de la norme EC 1-2008 UNI EN 10088-2:2005

1.1.4 Cuivre	UNI EN 14782:2006		
	UNI EN 14783:2013		
	UNI EN 506:2008	3.2 e 3.4	Type: déclaration du Vendeur (sauf demande spécifique de l'Acheteur et acceptation du Vendeur)
	UNI 10372:2013		
	UNI EN 1172:2012	4 - 5 - 9	
	UNI EN 1173:2008	3.	
	UNI EN 1412:2017	4.	Présence de l'errata corrige de la norme EC 1-2013 UNI EN 1412:1998
1.1.5 Revêtements métalliques	UNI EN 508- 1:2014	3.2 e 3.4	
	UNI EN 10346:2015		
	UNI 10372:20 13		Y compris les revêtements différenciés
1.1.6 Revêtements organiques (prélaqué et plastifié)	UNI EN 10169- 1:2012		
	UNI EN 508- 1:2014	Annexe B	
	UNI 10372:20 13		
	UNI EN 1396:2015	6.	
1.1.7 Revêtements bitumineux multicouche	UNI EN 14782:2006	Annexe A	
	UNI EN 14783:2013	Annexe A	
	UNI EN 508-1:2014	3.2.6	
	UNI 10372: :2013		
<b>1.2 TOLÉRANCES DIMENSIONNELLES</b>			
1.2.1 Acier au carbon	UNI EN 10143:2006		Tolérances normales sauf indication contraire
	UNI EN 508-1:2014	Annexe D	
1.2.2 Aluminium	UNI EN 485-4:1996	3.1	
	UNI EN 508-2:2008	Annexe B	
1.2.3 Acier inox	UNI EN 10088-2:2014	6.9 - Allegato B	
	UNI EN 508-3:2008	Annexe B	
1.2.4 Cuivre	UNI EN 1172:2012	6.4	
	UNI EN 506:2008	Annexe A	
	UNI EN 1172:2012		
<b>1.3 CRITÈRES</b>			
1.3.1 Performance	UNI EN 14782:2006		
	UNI EN 14783: :2013		
	D.M. 09.01.1996	Partie II	
	D.M. 14.09.2005	11.2.4.8.1.1	
	Regolamento (UE) n. 305/2011	Ch. II Art. 4-5-6-7-Annexe III	Déclaration de performance et marquage CE
1.3.2 Méthode de test (bandes métalliques revêtus)	UNI EN 13523-0:2014		Valeurs déclarées par le Vendeur
1.3.3 Durabilité	UNI EN 10169-1:2012		
	UNI EN 1396:2015		

1.3.4 Comportement au feu	UNI EN 14782:2006	Annexe C	
	UNI EN 14783:2013	Annexe B	
1.3.5 Procédures de calcul (charges concentrées)	UNI EN 14782:2006	Annexe B	
1.3.6 Inspection et entretien	UNI 10372:2013		
	Conditions générales de vente AIPPEG	Annexe D	

## 2. PANNEAUX MÉTALLIQUES ISOLANTS (TÔLE DOUBLE)

### 2.1 CARACTÉRISTIQUES

2.1.1 Parements métalliques rigides	Mêmes références que le point 1.1 précédent (sont exclues les performances spécifiques de norme UNI EN 14782:2006 et de norme UNI EN 14783:2013)		
2.1.2 Isolants			
2.1.2.1 Matières plastiques cellulaires rigides	UNI EN 13165:2016		PUR e PIR
	UNI EN 13164:2015		Polystyrène
	UNI EN 13172:2012		Évaluation et conformité
2.1.2.2 Fibres minérales	UNI EN 13162:2015		

### 2.2 TOLÉRANCES DIMENSIONNELLES

2.2.1 Parements métalliques rigides	Mêmes normes, références, valeurs et notes que le point 1.2 ci-dessus		
2.2.2 Panneau	UNI EN 14509:2013	Annexe D	
2.2.3 Bulles	«On désigne par bulles les zones convexes avec absence d'adhérence isolant/parement. En l'absence de normes, on considère, sur la base de l'expérience acquise, que d'éventuelles bulles jusqu'à 5% de la surface d'un panneau et avec des dimensions maximums par bulle de 0,2 m <sup>2</sup> ne peuvent, vraisemblablement pas compromettre la fonctionnalité du panneau. Ce qui précède doit être considéré valable pour les panneaux dont il s'agit également la fonction de transmettre les charges.»		

### 2.3 CRITÈRES

2.3.1 Performance	UNI EN 14509:2013		
	UNI 10372:2013		
	Regolamento (UE) n. 305/2011	Ch. II Art. 4-5-6-7-Annexe III	Déclaration de performance et marquage CE
2.3.2 Méthodes d'essai	UNI EN 14509:2007	Annexe A	
2.3.3 Durabilité	UNI EN 14509:2013	Annexe B	
2.3.4 Comportement au feu	UNI EN 14509:2013	Annexe C	
2.3.5 Méthodes de calcul	UNI EN 14509:2013	Annexe E	
2.3.6 Inspection et entretien	UNI 10372:2013		
	Conditions générales de vente AIPPEG	Annexe D	

### 3. PANNEAUX MÉTALLIQUES ISOLANTS (MONOTÔLE)

#### 3.1 CARACTÉRISTIQUES

3.1.1 Parements métalliques rigides	Mêmes références que le point 1.1 précédent (sont exclues les performances spécifiques de norme UNI EN 14782:2006 et de norme UNI EN 14783:2013)		
3.1.2 Isolants			
3.1.2.1 Matières plastiques cellulaires rigides	UNI EN 13165:2016		PUR e PIR
	UNI EN 13164:2015		Polystyrène
	UNI EN 13172:2012		Évaluation et conformité
3.2 TOLÉRANCES DIMENSIONNELLES			
3.2.1 Parements métalliques rigides	Mêmes normes, références, valeurs et notes que le point 1.2 ci-dessus		
3.2.2 Panneau	ETAG 016	Partie 1 et 2	Valeurs déclarées par le Vendeur
3.2.3 Bulles	Référence point 2.2.3		

#### 3.3 CRITÈRES

3.3.1 Performance	UNI 10372:2013		
	Regolamento (UE) n. 305/2011	Ch. II Art. 4-5-6-7-Annexe III	Déclaration de performance et marquage CE
3.3.2 Autres spécifications	ETAG 016	Partie 1 et 2	Valeurs déclarées par le Vendeur
3.3.3 Inspection et entretien	UNI 10372:2013		
	Conditions générales de vente AIPPEG	Annexe D	

## ANNEXE C

# RECOMMANDATIONS POUR L'INSTALLATION DES TÔLES NERVURÉES ET DES PANNEAUX MÉTALLIQUES ISOLANTS

## 1. AVANT-PROPOS

Les présentes recommandations souhaitent fournir un support de référence pour le montage des tôles nervurées et des panneaux métalliques isolants. Elles intègrent la norme UNI 10372:2013 « Couvertures discontinues - Instructions pour la conception et l'exécution avec des éléments métalliques en plaques ».

Chaque travail doit tenir compte des exigences de chaque chantier spécifique, qui sera équipé des outillages nécessaires à la manutention et à la mise en œuvre, conformément à la législation en vigueur sur la sécurité et à la prévention des accidents du travail.

Outre la connaissance des caractéristiques des matériels employés, l'entreprise qui réalise la pose en œuvre des tôles nervurées et des panneaux doit disposer d'une main-d'œuvre qualifiée et adaptée au travail de chantier, à même d'assurer l'exécution correcte de l'ouvrage conformément au cahier des charges.

Toute inobservation de ces recommandations et toute exécution non conforme des opérations de chantier déchargeront le Vendeur de toute responsabilité. Une organisation efficace et une coordination opérationnelle du chantier assurent les meilleures conditions de productivité globale du travail.

## 2. LES ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION

Les produits objets de la fourniture en question, sauf si différemment et expressément établi par écrit avec le Vendeur, ne contribuent en aucun cas à la stabilité globale ou partielle de la structure de l'édifice ; ceux-ci n'étant pas, en effet, aptes à supporter les charges verticales, horizontales ou les charges statiques permanentes (poids propre exclu). En effet, ceux-ci s'appuient sur une structure portante existante, qui doit avoir été opportunément calculée et retenue apte par l'Acheteur pour le positionnement et l'installation des produits, qui ont seulement une fonction de couverture/ revêtement et/ou d'amélioration du niveau énergétique de l'édifice.

Cette même évaluation préalable devra être réalisée aux frais et aux soins de l'Acheteur pour vérifier que les panneaux avec une isolation en mousse de polyuréthane n'aient pas été employés dans des réalisations comportant des températures d'exercice continu trop élevées ou excessivement réduites, tel qu'elles pourraient provoquer l'altération des composants principaux de ces mêmes panneaux.

Les tôles nervurées/des panneaux trouvent un emploi dans la construction civile et industrielle pour la réalisation de couvertures, de parois et de planchers; elles sont montées sur n'importe quel type de structure soutien: charpente métallique, béton armé normal et précontraint et bois.

La mise en œuvre des tôles nervurées et des panneaux métalliques isolants est rapide et aisée, avec la possibilité de couvrir d'une seule traite la longueur d'un pan de toiture ou encore la hauteur d'une paroi ou plusieurs travées de plancher. La mise en œuvre des tôles nervurées et des panneaux métalliques isolants est rapide et aisée, avec la possibilité de couvrir d'une seule traite la longueur d'un pan de toiture ou encore la hauteur d'une paroi ou plusieurs travées de plancher. La longueur des éléments métalliques est principalement conditionnée par les exigences de transport et de manutention, ainsi que par la nature des matériaux employés et par la technologie de production. Il est opportun que les surfaces d'appui soient compatibles avec l'utilisation et les modalités de fixation des tôles nervurées et des panneaux métalliques isolants. Les typologies les plus courantes sont:

## **A. COUVERTURES**

- A.1 en tôle nervurée
- A.1.1 en tôle nervurée simple
- A.1.2 en sandwich exécuté sur le chantier
- A.1.3 en deck exécuté sur le chantier
- A.2 en panneaux monobloc isolants
- A.2.1 en sandwich monobloc préfabriqué
- A.2.2 en deck pré-isolé

## **B. PAROIS**

- B.1 en tôle nervurée
- B.1.1 en tôle nervurée simple
- B.1.2 en sandwich exécuté sur le chantier
- B.2 en panneaux monobloc isolants
- B.2.1 en sandwich monobloc préfabriqué

## **C. PLANCHERS**

- C.1 en tôle simple
- C.2 en tôle associée au béton
- C.3 en tôle nervurée avec coffrage perdu

Les séquences d'installation des couvertures, des parois et des planchers se différencient en fonction des typologies correspondantes.

### 3. OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Avant d'entreprendre le travail d'installation sur le chantier, l'installateur doit :

1. lire attentivement le cahier des charges et se conformer aux consignes correspondantes
2. vérifier les alignements des structures de support des tôles nervurées/des panneaux.
3. contrôler que les surfaces des structures de support, qui entreront en contact avec les tôles nervurées/les panneaux, sont compatibles entre elles ou protégées de quelque autre manière contre tout risque de corrosion par effet électrochimique.
4. s'assurer de l'absence de toute interférence avec les lignes électriques aériennes ou dans la zone de manœuvre des tôles nervurées/des panneaux.
5. s'assurer que l'ouvrage à pied d'œuvre et en hauteur est compatible avec les autres activités de chantier.
6. vérifier que le chantier est adéquat au stockage et à la manutention du matériel, afin que celui-ci ne puisse subir aucun dommage.

L'installateur doit effectuer toutes les opérations de l'installation conformément et dans le respect des normes de sécurité en vigueur. En ce qui concerne le levage, la manutention et le stockage des tôles nervurées/des panneaux, veuillez faire référence au **point 4 de l'Annexe A**.

Le personnel chargé de la pose en œuvre devra être équipé de chaussures avec des semelles n'occasionnant aucune détérioration du parement extérieur. Les opérations de découpe sur le chantier doivent être effectuées avec des outils appropriés (scie sauteuse, cisaille, grignoteuse, etc.). Il est conseillé d'employer des outils à disques abrasifs.

Pour les opérations de fixation, il est opportun d'utiliser une visseuse avec limiteur de couple.

En particulier pour les panneaux de couverture, veiller au démoussage et à la juxtaposition parfaite des éléments, pour éviter tout phénomène de condensation.

### 4. COUVERTURES

#### PENTES

La pente de la toiture est fonction des conditions ambiantes, de la solution conceptuelle et de la typologie même de la couverture.

Pour les couvertures avec pan de toit sans joints intermédiaires d'extrémité (plaques de la même longueur que le pan) la pente à adopter est, en général, **non inférieure à 7%**. Pour les pentes inférieures, il faudra se conformer aux prescriptions du fournisseur.

En cas de démoussages d'extrémité, la pente devra tenir compte de la typologie du joint et du matériel adopté, ainsi que des conditions ambiantes spécifiques. Pour les couvertures deck, la pente peut être réduite jusqu'à la valeur minimum permettant un écoulement régulier des eaux.

#### SEQUENCES D'INSTALLATION

Nous indiquons ci-après les points essentiels d'une séquence d'installation correcte.

##### **A) Tôle nervurée simple et sandwich monobloc préfabriqué (typologies 1.1.1 et 1.2.1)**

1. Installation des chéneaux et éventuellement des sous-faitières et des solins de raccordement.
2. Enlèvement éventuel du film de protection de l'élément de couverture et des accessoires.
3. Pose des éléments de couverture à partir du chéneau et d'une extrémité latérale de l'édifice, en ayant soin de réaliser le démoussage et l'alignement corrects de ces éléments et de vérifier l'orthogonalité parfaite avec la structure sous-jacente.
4. Fixation systématique des éléments en œuvre, après vérification de leur parfaite juxtaposition. Veillez de retirer avec grande rapidité tous les matériaux résiduels, avec un égard particulier aux résidus métalliques.
5. Pose des rangées suivantes d'éléments chevauchant ceux du chéneau (en présence d'un pan formé de deux éléments ou plus). Dans le cas de panneaux, il faudra auparavant retirer l'isolant dans la zone de démoussage.
6. Fixation en correspondance de toutes les nervures sur les lignes de faîtage, des chéneaux, des noues et des démoussages d'extrémité.
7. Pose des éléments d'achèvement (faîtages, solins et tôle en général) et de leur isolation éventuelle.
8. Enlèvement total de tous les matériaux résiduels et contrôle général de la couverture avec un égard particulier aux fixations et aux zones de raccordement avec les autres éléments constituant la couverture.

## **B) Sandwich exécuté sur le chantier (typologie 1.1.2)**

### **B.1) Sandwich en tôles nervurées parallèles:**

1. Installation des chéneaux et des solins de raccordement éventuels : conformément aux indications du cahier des charges, celui-ci peut être effectué avant la pose de la tôle intérieure ou avant de la tôle extérieure.
2. Enlèvement du film de protection éventuel de l'élément de couverture et des accessoires.
3. Pose de la tôle intérieure à partir du chéneau et d'une extrémité latérale de l'édifice, en ayant soin de chevaucher et d'aligner correctement ces éléments et de vérifier l'orthogonalité parfaite par rapport à la structure sous-jacente.
4. Fixation systématique des éléments en œuvre, après vérification de leur juxtaposition parfaite. Veiller de retirer rapidement tous les matériels résiduels, avec un égard particulier aux résidus métalliques.
5. Pose des rangées successives d'éléments surmontant ceux du chéneau (en présence d'un pan à deux éléments ou plus).
6. Fixation en correspondance de toutes les nervures sur les lignes de faîtage, des chéneaux, des noues et des démoussages d'extrémité.
7. Pose des entretoises rigides opportunément dimensionnées et positionnées conformément au cahier des charges. Dans le cas d'entretoises métalliques, il faudra prévoir la réalisation d'une coupe thermique entre ces entretoises et la tôle nervurée extérieure. Au cas où la structure secondaire de support permet le logement direct de la tôle intérieure, les entretoises rigides mentionnées sont superflues.
8. Pose en œuvre de l'isolant (en ayant soin d'assurer la continuité de l'isolation thermique), des couches éventuelles avec une fonction spécifique (par exemple: barrière à la vapeur, couche de séparation, etc.) et des éventuels « tampons » d'extrémité.
9. Pose de la tôle extérieure, selon les successions de 2 à 6 du paragraphe 8.1.
10. Enlèvement total de tous les résidus et contrôle général de la couverture avec un égard particulier aux fixations et aux zones de raccordement avec les autres éléments constituant cette couverture.

## **B.2) Panneau sandwich en tôles nervurées croisées:**

1. Enlèvement éventuel du film de protection de l'élément de couverture et des accessoires.
2. Pose de la tôle intérieure à partir du chéneau et d'une extrémité latérale de l'édifice, en ayant soin de chevaucher et d'aligner correctement ces éléments et de vérifier l'orthogonalité parfaite par rapport à la structure sous-jacente.
3. Fixation systématique des éléments en œuvre, après vérification de leur juxtaposition parfaite. Veiller de retirer rapidement tous les matériaux résiduels, avec un égard particulier aux résidus métalliques.
4. Pose des éléments de tôle concernant la première tôle (sous-faîtière, raccordements, éléments spéciaux).
5. Pose des entretoises rigides opportunément dimensionnées et positionnées conformément au cahier des charges. Dans le cas d'entretoises métalliques, il faudra prévoir la réalisation d'une coupe thermique entre ces entretoises et la tôle nervurée extérieure. Au cas où la tôle extérieure serait composée de lattes, les entretoises ne sont pas nécessaires, mais il est toujours approprié de prévoir la réalisation d'une coupe thermique.
6. Pose en œuvre de l'isolant (en ayant soin d'assurer la continuité de l'isolation thermique), des couches éventuelles avec une fonction spécifique (par exemple: barrière à la vapeur, couche de séparation, etc.) et des éventuels « tampons » d'extrémité.
7. Pose de la tôle extérieure, selon les descriptions des points de 1 à 8 du paragraphe A)  
Tôle nervurée simple.

## **C) Deck exécuté sur le chantier (typologie 1.1.3) et deck pré-isolé (typologie 1.2.2.)**

Suivre les indications d'installation relatives aux tôles intérieures indiquées au point B. Exécuter coudre sur les chevauchements longitudinaux.

Pour les decks réalisés sur le chantier, l'isolation est garantie par l'isolant appliqué par la suite. Pour les decks pré-isolés, les fixations doivent être réalisées après dépose locale et provisoire de l'isolant. L'étanchéité est garantie par l'application de couches successives (gaine bitumineuse, membrane synthétique, etc.).

## **5.PAROIS**

### **SEQUENCES DE INSTALLATION**

Nous indiquons ci-après les points essentiels d'une séquence d'installation correcte.

#### **A) Tôle nervurée simple et sandwich monobloc préfabriqué (typologies 2. 1.1 et 2.2. 1)**

1. Pose de la tôle de base (si prévue) au bas de la paroi, alignée avec le plan de support, ainsi que des autres pièces métalliques qui doivent nécessairement être montées avant la paroi (larmier en haut des huisseries, raccordements avec les baies, cornières intérieures, etc.) après avoir retiré le film de protection en polyéthylène, si présent.
2. Enlèvement du film de protection éventuel de l'élément de paroi.
3. Pose des éléments à partir du bas de la paroi, en ayant soin d'exécuter correctement leur jonction et leur alignement, ainsi que de vérifier leur verticalité.
4. Fixation systématique des éléments en œuvre, après vérification de leur juxtaposition parfaite.

5. Au cas où la hauteur de la paroi ou la nature du matériel impliquerait la nécessité de poser des rangées successives d'éléments en développement vertical, la jonction s'effectue en correspondance d'une membrure de la charpente. Suivre alors la marche ci-dessous :
  - A. panneau plat juxtaposition d'extrémité avec interposition d'un raccord métallique (solin) opportunément positionné
  - B. panneau nervuré et tôle nervurée : comme le panneau plat ou par démoussage.
6. Pose des éléments d'achèvement (cornières, bordures périmétrales, raccords avec la couverture et les baies, etc.).
7. Contrôle général et nettoyage de la paroi avec une attention particulière aux fixations et aux raccordements avec les huisseries et avec les autres éléments de la paroi. En cas de parois bardage avec des tôles nervurées/des panneaux positionnés horizontalement, se référer aux indications du cahier des charges.

## **B) Panneau sandwich métallique en œuvre (typologie 2.1.2)**

### **B.1) Panneau sandwich en tôles à nervures parallèles**

1. Installation de la tôle de base (si prévue) et des solins de raccordement, si présents. Celui-ci peut être effectué conformément au cahier des charges, avant la pose de la tôle intérieure ou avant la pose de la plaque extérieure, après le retrait du film de protection, si présent.
2. Enlèvement éventuel du film de protection des éléments de paroi.
3. Pose des éléments à partir du bas de la paroi, en ayant soin d'exécuter correctement leur jonction et leur alignement et de vérifier leur verticalité.
4. Fixation systématique des éléments en œuvre, après vérification de leur juxtaposition parfaite.
5. Dans le cas où la hauteur de la paroi ou la nature des matériaux impliquerait la nécessité de poser des rangées successives d'éléments en développement vertical, la jonction s'effectue par superposition de ces mêmes éléments de paroi en correspondance d'une membrure de la charpente.
6. Pose d'entretoises rigides opportunément dimensionnées et positionnées suivant le cahier des charges. Dans le cas d'entretoises métalliques, il faudra prévoir la réalisation d'une coupe thermique entre ces entretoises et la tôle nervurée extérieure. Si la structure de support secondaire permet le logement direct de la tôle intérieure, les entretoises rigides sont superflues.
7. Pose de l'isolant (en ayant soin d'assurer l'uniformité de l'isolation thermique) et des couches éventuelles ayant une fonction spécifique (par exemple : barrière à la vapeur, couche de séparation, etc. selon les nécessités particulières d'utilisation de l'édifice). Cette opération doit être réalisée simultanément à la pose de la tôle intérieure.
8. Pose de la tôle extérieure conformément aux descriptions des points de 2 à 5 du paragraphe 8.1).
9. Pose des éléments d'achèvement (cornières, encadrements, bordures périmétrales, raccords avec la couverture et avec les parois, etc.).
10. Contrôle général et nettoyage de la paroi avec une attention particulière aux fixations et aux raccords avec les huisseries, ainsi qu'avec les autres éléments composant la paroi.

### **B.2) Panneau sandwich en tôle à nervures croisées**

1. Enlèvement du film de protection éventuel de l'élément de paroi et des accessoires.
2. Pose de la tôle à partir du bas de la paroi, en ayant soin d'exécuter correctement leur jonction et leur alignement.
3. Fixation systématique des pièces métalliques, après vérification de leur juxtaposition parfaite.

4. Pose des pièces métalliques façonnées en tenant compte de la première tôle (raccords, éléments spéciaux).
5. Pose des entretoises rigides opportunément dimensionnées et positionnées conformément au cahier des charges. Dans le cas d'entretoises métalliques, il faudra prévoir la réalisation d'une coupe thermique entre ces entretoises et la tôle nervurée extérieure. Si la tôle intérieure est constituée de lattes, les entretoises ne sont pas nécessaires, mais il faudra prévoir la réalisation d'une coupe thermique.
6. Pose de la tôle de base (si prévue) au bas de la paroi.
7. Pose de l'isolant (avoir soin d'assurer l'uniformité de l'isolation thermique) et des couches éventuelles ayant une fonction spécifique (par exemple : barrière à la vapeur, couche de séparation, etc. en fonction des nécessités d'utilisation de l'édifice). Cette opération doit être réalisée en même temps que la pose de la tôle extérieure.
8. Pose de la tôle nervurée extérieure conformément aux descriptions de 2 à 5 du paragraphe 8.1).
9. Pose des éléments d'achèvement (cornières, bordures périmétrales, raccords avec la couverture et avec les parois, etc.).
10. Contrôle général et nettoyage de la paroi avec un égard particulier aux fixations et aux raccords avec les huisseries, ainsi qu'avec les autres composants de la paroi.

## **6. PLANCHERS**

### **SEQUENCES D'INSTALLATION**

Nous indiquons ci-après les points essentiels d'une séquence d'installation correct.

#### **A) Tôle simple (typologie 3.1)**

1. Installation des éventuels solins périmétraux.
2. Enlèvement, si présent, du film de protection de l'élément du plancher.
3. Pose des tôles, en ayant soin d'exécuter correctement leur juxtaposition ou leur démoussage. Vérifier en outre leur alignement parfait et leur orthogonalité par rapport à la structure sous-jacente.
4. Fixation systématique des éléments en œuvre, conformément aux prescriptions du cahier des charges, après vérification de leur juxtaposition parfaite. Effectuer ensuite le coudre des chevauchements longitudinaux. Veillez de retirer avec grande rapidité tous les matériaux résiduels, avec un égard particulier aux résidus métalliques.
5. Achèvement plancher conformément aux prescriptions du cahier des charges, en évitant de surcharger les éléments du plancher par des charges concentrées.

#### **B) Tôle nervurée associée au béton (typologie 3.2)**

1. Installation des éléments de coffrage de la coulée de béton.
2. Pose des tôles, en ayant soin d'exécuter correctement leur juxtaposition ou leur démoussage. Vérifier en outre leur alignement parfait et leur orthogonalité par rapport à la structure sous-jacente.
3. Fixation systématique des tôles en œuvre conformément aux prescriptions du cahier des charges, après vérification de leur juxtaposition parfaite. Effectuer le coudre les chevauchements longitudinaux. Vérifier en outre que les tôles nervurées sont exemptes d'oxyde, de taches d'huile ou de toute substance pouvant empêcher l'adhésion au béton. Veillez de retirer avec grande rapidité tous les matériaux résiduels, avec un égard particulier aux résidus métalliques.

4. Afin d'éviter les coulures du béton en correspondance des jonctions d'extrémité des tôles nervurées, de prévoir un ruban adhésif d'étanchéité.
5. Positionnement du filet électro soudé et/ou des éventuels fers d'armature en correspondance des appuis ou intégratifs, conformément aux prescriptions du cahier des charges.
6. Exécution du coulage du béton, en évitant toute accumulation, notamment dans la zone centrale de la travée.
7. Si les prescriptions du cahier des charges prévoient l'utilisation d'étais, bien évidemment ceux-ci devront être mis en place avant la phase de coulée, en conférant aux tôles nervurées l'éventuelle contrefiche requise.

### **C) Tôle nervurée comme coffrage perdu (typologie 3.3)**

- 1 . Installation des éléments de coffrage perdu de la coulée de béton.

Suivre les prescriptions d'installation relatives au paragraphe B, à l'exception du point 5 où les fers d'armature sont obligatoires.

## **7. DISPOSITIFS DE FIXATION**

Les dispositifs de fixation constituent une partie essentielle du système de couverture, de parois et de plancher. C'est pourquoi, il est nécessaire d'adopter les dispositifs de fixation préconisés par les fournisseurs de tôles nervurées/de panneaux. Une installation correcte doit prévoir :

### **Pour les couvertures:**

parement extérieur (typologies 1.1.1 - 1.1.2 - 1.2.1) : un groupe complet se compose généralement de vis, de cavaliers et de leurs joints d'étanchéité à placer au sommet de la nervure ;

parement intérieur (typologies 1.1.2 - 1.1.3 - 1.2.2) : vis avec garniture éventuelle

### **Pour les parois:**

parement intérieur (typologies 2.1.2) : vis avec garnitures éventuelles

panneau monobloc préfabriqué avec fixation «cachée»: groupe de fixation spécifique

### **Pour les planchers:**

vis, clous, joints à souder en œuvre de construction, du type et de la dimension des appuis, de la situation climatique locale (surtout les vents). Il convient de toute façon de se reporter aux indications du cahier des charges.

Dans les situations les plus courantes, la fixation des tôles nervurées/des panneaux est effectuée avec des vis qui se différencient en fonction du type de structure de support.

### **1. Fixation sur charpente métallique**

- vis tarauds et auto formeuses (en fonction de l'épaisseur du support)
- vis auto perceuses
- clous de scellement (pour plancher et tôle intérieure de sandwich en œuvre)
- crochets filetés avec écrou (en général pour l'ancrage sur des éléments tubulaires)

## **2. Fixation sur charpente en bois:**

- vis à bois
- crochets filetés

## **3. Fixation sur béton armé et sur béton armé préfabriqué.**

- Elle doit être réalisée sur les éléments de support en acier ou en bois selon les typologies indiquées aux points 1 et 2.

La fixation directe sur le béton armé et sur le béton armé préfabriqué est déconseillée.

Pour les couvertures deck et pour les planchers, il est nécessaire de réaliser les coutures, généralement au moyen de rivets le long du démoissage longitudinal, avec un écart des coutures ne dépassant pas les 1000 mm.

Pour les autres éléments de couverture et de paroi, le couture est conseillé en fonction de la morphologie du démoissage.

## **8. LES ÉLÉMENTS D'ACHÈVEMENT**

Les éléments d'achèvement font partie intégrante de la mise en œuvre et ils participent de manière déterminante à assurer les performances requises dans le cahier des charges. Le producteur des tôles nervurées/de panneaux est généralement en mesure de fournir les éléments d'achèvement qui devront être utilisés selon les prescriptions du cahier des charges et/ ou du fournisseur. L'Acheteur doit définir la gamme typologique des éléments d'achèvement de son intérêt en fonction de ses exigences d'utilisation.

Le producteur des tôles nervurées/de panneaux est responsable de la conformité des matériaux lors de la confirmation de commande et exclusivement pour les parties fournies directement et utilisées de manière correcte. Les éléments d'achèvement comprennent toutes les formes de garnitures, les ferblanteries (faîtages, sous-faîtières, chéneaux. Noues et descentes d'eau de pluie, solins, larmier, cornières, etc.), les plaques translucides, les dômes, les aérateurs, les huisseries et des accessoires.

### INSTRUCTIONS POUR L'INSPECTION ET LA MAINTENANCE DES COUVERTURES ET DES PAROIS EN PANNEAUX MÉTALLIQUES ISOLANTS ET EN TÔLES NERVURÉES

Toutes les constructions requièrent une inspection périodique systématique et une maintenance programmée dans le but d'assurer dans le temps le bon état de conservation du bâtiment et le maintien de ses performances.

Le contrôle d'inspection doit être effectué aussi bien sur les éléments de couverture et des parois que sur les ouvrages complémentaires présents joints, systèmes de fixation, faitages, solins, arrêts de neige, chéneaux, arêtières ...) et sur les autres équipements technologiques éventuellement présents (cheminées, évacuateurs de fumée, aérateurs, paratonnerres ...).

#### 1. INSPECTION

- 1.1 Durant et dès la fin de la pose des panneaux métalliques isolants ou des tôles nervurées, il demeure aux soins et à la charge de l'entreprise d'installation de procéder à l'enlèvement de tout le matériel qui n'est plus nécessaire, y compris les possibles traces de film de protection provisoire. L'entreprise devra apporter d'abord le plus grand soin et la meilleure rapidité au retrait de tous les riblons métalliques et des éléments abrasifs déposés sur la couverture.
- 1.2 La livraison des travaux ne pourra de toute façon avoir lieu qu'après que l'enveloppe (couverture et/ ou parois, y compris les éléments de complètement et notamment les chéneaux) aura été adéquatement nettoyée et sera exempte de tout matériel étranger.

Les inspections doivent être effectuées à des intervalles réguliers, en faisant obligatoirement coïncider la première inspection avec la livraison des travaux effectués ou avec l'essai de réception correspondant.

L'essai de réception peut s'exercer tant sur le bon fonctionnement de l'intervention spécifique (couverture ou parois) que sur le bâtiment dans son ensemble, selon les prescriptions du projet, ou conformément aux rapports contractuels entre le fournisseur ou l'entreprise générale ou de installation, et le maître d'ouvrage.

Les inspections doivent être réalisées avec une périodicité semestrielle (de préférence au printemps et à l'automne de chaque année). Lors de la première inspection, l'entreprise d'installation ou l'entreprise générale, ou le maître d'ouvrage/propriétaire, selon ce qui est spécifié dans le cahier des charges, selon les accords pris entre les parties, aura le soin et la charge de s'assurer de l'absence de tout matériel étranger ou débris de chantier de nature à amorcer des phénomènes de corrosion ou des endommagements de l'enveloppe du bâtiment ou pouvant entraver l'évacuation normale de l'eau de pluie. il faudra en outre vérifier l'impossibilité d'une accumulation de substances indésirables, telles que la poussière, le sable, des feuilles, etc...

Il sera en outre opportun de signaler au maître d'ouvrage/propriétaire les points potentiellement faibles de l'enveloppe tout entière (absence de protection superficielle, par exemple) qui pourraient donner lieu à des phénomènes de détérioration précoce, même quant à l'aspect esthétique du bâtiment (couleurs de rouille, par exemple).

Une autre observation concerne la localisation de bâtiment : il faudra signaler au maître d'ouvrage/propriétaire le type d'atmosphère présent sur place, même par rapport aux sources possibles de corrosion accélérée (par exemple fumées) provenant des bâtiments contigus (le type d'atmosphère existant doit être connu avant l'achat des matériaux).

Les inspections suivantes consistent en un contrôle de l'état général de l'enveloppe: état de conservation (durabilité), et bon état aussi bien des tôles nervurées et/ou des panneaux métalliques isolants, que de tous les éléments de complètement et/ou complémentaires, comprenant les faîtages, les solins, les chéneaux, l'étanchéité des fixations et les scellements éventuels pouvant intéresser l'enveloppe du bâtiment, en surveillant la progression du vieillissement, tant physique que pathologique, afin de pouvoir programmer les interventions de maintenance ordinaire et extraordinaire éventuellement nécessaires.

En même temps, il faudra contrôler l'efficacité du système d'écoulement des eaux de pluie et des autres installations technologiques.

## 2. MAINTENANCE

2.1 Comme pour tout autre ouvrage, l'enveloppe du bâtiment doit être périodiquement examinée afin de relever à temps les éventuels inconvénients qui risquent de se vérifier et pouvoir les traiter rapidement, en réduisant au maximum les frais de maintenance.

Les interventions de maintenance doivent également concerner les ouvrages de complètement principaux (par exemple, dispositifs d'ancrage et interface avec la charpente de support) et secondaires (par exemple, embouchures des chéneaux) qui peuvent compromettre la fonctionnalité globale de l'enveloppe.

2.2 La maintenance ordinaire programmée doit porter sur la stabilité et être exécutée aux soins et à la charge du propriétaire en ce qui concerne son étendue et sa périodicité, en fonction des résultats des inspections ainsi que des conditions d'exploitation du bâtiment et de la situation ambiante. Elle est de toute façon orientée au maintien ou à l'adéquation des exigences fonctionnelles de l'enveloppe.

Un nettoyage régulier de la surface de couverture et de la paroi pourrait s'avérer suffisant, tout comme des interventions localisées dues à des défaillances, éraflures et des endommagements pourraient s'avérer nécessaires.

D'éventuelles taches de saleté dénotent l'évaporation de liquides qui ont délavé les surfaces; par conséquent, lors de la maintenance, il faudra non seulement les éliminer, mais éliminer aussi la cause de ces stagnations (par exemple affaissement des chéneaux piétinés, tassements des charpentes, écrasement des faîtages et des solins, etc.)

2.3 Si le résultat des inspections fait ressortir l'existence des problèmes de conservation, le propriétaire devra effectuer une intervention de maintenance extraordinaire visant à rétablir les conditions initiales.

Les interventions concernent aussi bien la manifestation, précoce et non évaluée lors de la conception, de phénomènes de corrosion des éléments métalliques, que l'état général de l'enveloppe compromis par les ouvrages de complètement non conformes en termes de durabilité ou dérivant de facteurs non pertinents (par exemple, dilatation, vieillissement, condensation, incompatibilité électrochimique, nouvelles sources polluantes, changement de destination d'utilisation, etc.) Les présentes instructions régissent les rapports contractuels entre le Vendeur et l'Acheteur (titulaire de la facture).

Toute inobservation des interventions d'inspection et de maintenance, ainsi que toute exécution non correcte, décharge le Vendeur de toute responsabilité durant la période allant du moment de l'expédition du matériel jusqu'au délai limite pour un éventuel dommage dans les délais légaux correspondants (article 1495 Code civil italien - Décret législatif 2 février 2002 n.24).

L'Acheteur s'engage personnellement à respecter et à faire respecter aux tiers intéressés l'adoption des présentes instructions, toujours dans les limites des obligations, de la part du Vendeur, prévues par la législation en vigueur (prescriptions, limitations, expiration).

Par tiers intéressés et mis en cause par l'Acheteur on désigne: les entreprises de commerce, les entreprises de construction, les opérateurs de installation, les organismes sous-traitants et la maîtrise d'ouvrage, le propriétaire de l'immeuble et le futur propriétaire qui pourrait intervenir dans les transferts de propriété. L'engagement à l'inspection et à la maintenance est pris par l'Acheteur vis-à-vis du Vendeur.

L'Acheteur transmet à son tour cet engagement lorsqu'il devient à son tour Vendeur et ainsi de suite en succession jusqu'au propriétaire de l'immeuble. Pour la validation des interventions d'inspection et de maintenance, le propriétaire doit de toute façon signer l'acceptation d'exécuter, à ses frais et à sa charge, les interventions d'inspection et de maintenance à transcrire par ordre chronologique dans un registre prévu à cet effet, avec toutes les remarques techniques constatées, et avec la description des travaux de maintenance ordinaire ainsi que de ceux de maintenance extraordinaire s'ils ont eu lieu.

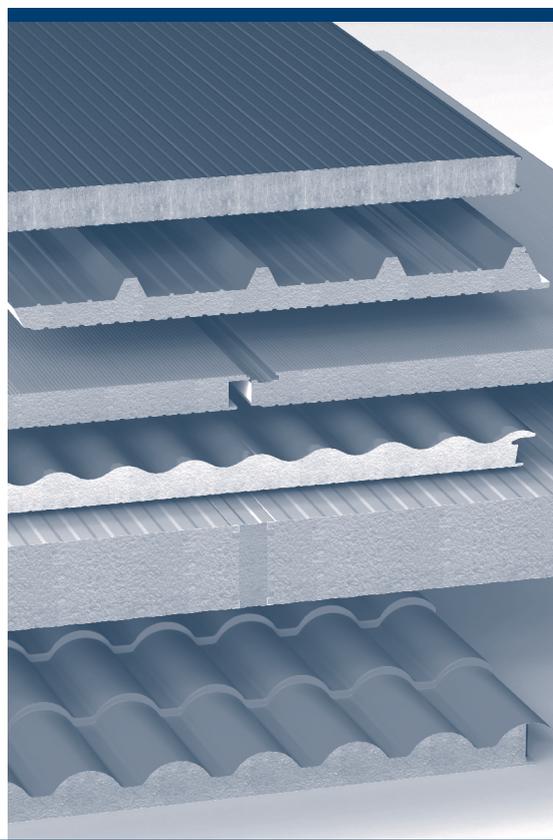
Ce registre est instauré à l'initiative du propriétaire et il est géré et mis à jour par le propriétaire lui-même qui pourra cependant mandater à ce faire le syndic de l'immeuble. Le registre doit être disponible et consultable en tant que document d'exploitation régulière de l'immeuble, toujours dans le cadre des termes prévus par la loi afférente au Vendeur.

Dans ce registre les fournitures des panneaux métalliques isolants et des tôles nervurées devront être notées, avec indication du nom du fournisseur, des éléments de la confirmation de commande, de la typologie et des caractéristiques du matériel (également avec les références de catalogue), de la date de la livraison sur le chantier, des documents de transport correspondants, ainsi que la chronologie de la mise en œuvre successive.

Il faudra en outre transcrire dans le registre les noms (et leurs sièges) de : concepteurs, maître d'œuvre, responsables de la sécurité du chantier, réceptionnaires, entreprise générale, entreprise d'installation (ou celui de chaque opérateur).

Par conséquent, il faudra que soit assurée l'identification et de traçabilité des fournitures pendant toute la durée de validité des présentes instructions qui expirent avec la cessation des rapports avec le fabricant des panneaux métalliques isolants ou des tôles nervurées pour ce qui concerne la possibilité des recours légaux.





**ISOLPACK SPA**

C.so Vittorio Emanuele, 99  
10128 Torino  
Tel. +39 011.5607511  
Fax +39 011.5611713  
info@isolpack.com  
www.isolpack.com

**ISOMETAL SRL**

Via Antonello da Messina  
(Area ind. Ex Pirelli)  
98049 Villafranca Tirrena (ME)  
Tel. +39 090.337701  
Fax +39 090.3378562  
info@isometal.it  
www.isometal.it

**ISOTECNICA SRL**

Località Sala 14/B  
52015 Pratovecchio Stia (AR)  
Tel. +39 0575.1902152  
Fax +39 0575.1902150  
contatti@isotecnica.com  
www.isotecnica.com

**RWPI SRL**

Via Industria, 1  
30029 San Stino di Livenza (VE)  
Tel. +39 0421 312083  
Fax +39 0421 312084  
commerciale@rwpi.it  
www.rwpi.it