



Dossier Technique

Chapitre 1 - Introduction

Cement-bonded particleboards
Panneaux de particules liées au ciment

Bureaux
INVESTWOOD S.A.
Edifício Lisboa Oriente
Av. Infante Dom Henrique 337 3º Piso
1800- 210 LISBONNE, PORTUGAL

Usine
VIROC Portugal S.A.
Estrada Nacional 10
Km 44.7, Vale da Rosa
2914-519 SETÚBAL, PORTUGAL

In/ investwood
www.investwood.pt

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	5
1.1	Description	5
1.2	Matériaux utilisés dans la fabrication.....	5
1.3	Dimensions	5
1.4	Tolérances de coupe	5
1.5	Couleurs.....	6
1.6	Épaisseurs et tolérances d'épaisseur	9
1.7	Caractéristiques mécaniques.....	9
1.8	Autres caractéristiques.....	10
1.9	Isolation acoustique.....	10
1.10	Poids	11
1.11	Emballage	11
1.12	Contrôle de la qualité en production	11
1.13	Identification des palettes.....	12
1.14	Vernissage et peinture	13
1.15	Coupe.....	13
1.16	Perçage.....	14
1.17	Usinage des bords	14
1.18	Polissage des surfaces.....	15
1.19	Surfaces poncées.....	15
1.20	Stockage.....	16
1.21	Manipulation	16
1.22	Acclimatation.....	17
1.23	Application	17
1.24	Variation de couleur	17
1.25	Entretien	18
1.26	Assistance technique	18
1.27	Déclaration de performance (DoP)	18

SOMMAIRE DES TABLEAUX ET ILLUSTRATIONS

Figure 1.1 - Viroc gris	6
Figure 1.2 - Viroc noir	6
Figure 1.3 - Viroc Blanc	7
Figure 1.4 - Viroc Jaune	7
Figure 1.5 - Viroc Rouge.....	8
Figure 1.6 - Viroc Ocre.....	8
Figure 1.7 - Scie circulaire avec disque de coupe en tungstène	14
Figure 1.8 - Foret et mèches HSS (pour percer le métal)	14
Figure 1.9 - Fraise électriques pour l'usinage des bords	14
Figure 1.10 - Biseautage, boulage et encoches.....	15
Figure 1.11 - Languette et contreplaqué	15
Figure 1.12 - Ponceuse orbitale et disque de nettoyage	15
Figure 1.13 - Stockage des panneaux Viroc	16
Figure 1.14 - Manipulation des panneaux Viroc	16
Figure 1.15 - Déformation du panneau supérieur	17

TABLEAU.....	18
Résumé des applications par épaisseur.....	18
Tableau 1 - Résumé des applications par épaisseur.....	18

Crédits

Auteur

José Pinheiro Soares,

suporte.tecnico@investwood.pt

Révision

Joana Oliveira

Traduction française

CS Traduções

Viroc Portugal S.A. se réserve le droit de modifier ce document sans préavis.

Ce document technique annule tous les documents techniques précédents.

Édition : 15 février 2024

1. INTRODUCTION

1.1 Description

Viroc est un panneau composite composé d'un mélange de ciment et de bois, connu sous le nom de panneau de particules agglomérées avec du ciment (CBPB). Il combine la flexibilité du bois avec la résistance et la durabilité du ciment, ce qui permet une large gamme d'applications, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. La production du panneau Viroc est conforme aux spécifications des normes EN634 et EN13986, et il dispose d'un certificat de marquage CE.

Le panneau Viroc présente un aspect hétérogène avec différentes teintes dispersées de manière aléatoire, qui sont le résultat des couleurs naturelles des matières premières utilisées et des réactions chimiques.

Les surfaces peuvent présenter quelques irrégularités, telles que de petites incrustations, de la saleté, des taches, des rayures, des sels (efflorescence) et de petits copeaux de bois.

Quand le panneau doit être exposé, même s'il n'est pas prévu d'appliquer un vernis de finition, la surface visible doit être nettoyée/polie à l'aide d'un disque de nettoyage afin d'éliminer toute imperfection.

Des différences de tonalité peuvent être observées sur une même face, entre les faces d'un même panneau ou entre différentes productions.

Les surfaces des panneaux peuvent être livrées polies si nécessaire. Le polissage consiste à nettoyer la surface des sels, des poussières et de certaines salissures provenant du processus de fabrication, sans altérer l'aspect naturel du panneau. Le panneau conservera ses taches caractéristiques et l'hétérogénéité de ses couleurs.

Si nécessaire, les panneaux peuvent être livrés poncés. Cette opération consiste à rendre les surfaces rugueuses à l'aide d'un papier de verre grossier afin de minimiser les variations d'épaisseur. Une fois poncées, les surfaces présentent des particules de bois visibles. Le panneau poncé n'a pas d'éléments décoratifs, pour rester visible.

Le panneau Viroc ne présente qu'une seule face visible. Lorsqu'il est emballé, c'est le côté qui est tourné vers le haut.

Le panneau Viroc est de classe de réaction au feu B-s1,d0.

Le panneau Viroc A2 est de classe de réaction au feu A2-s1,d0.

1.2 Matériaux utilisés dans la fabrication

Pourcentage en poids sec :

Ciment Portland : 61,8%

Copeaux de pin : 22,7%

Eau : 10,7%

Additifs non toxiques : 1,4%

Pigment : 3,4%

1.3 Dimensions

Dimensions de fabrication :

2600x1250 mm et 3000x1250 mm

1.4 Tolérances de coupe

Longueur et largeur : ± 3 mm

Équerrage : $\leq 2,0$ mm/m

Linéarité des bords : $\leq 1,5$ mm/m

1.5 Couleurs

Le panneau Viroc est disponible en 6 couleurs différentes. La couleur des panneaux résulte de l'ajout d'un pigment dans la masse lors du processus de fabrication. Le panneau Viroc présente un aspect hétérogène avec différentes teintes dispersées de façon aléatoire, qui sont le résultat des couleurs naturelles des matières premières utilisées et des réactions chimiques, voir photos 1.1 à 1.6.

Pour la disponibilité des couleurs et des dimensions, voir la fiche technique du panneau Viroc.



Figure 1.1 - Viroc gris



Figure 1.2 - Viroc noir



Figure 1.3 - Viroc Blanc



Figure 1.4 - Viroc Jaune



Figure 1.5 - Viroc Rouge



Figure 1.6 - Viroc Ocre

1.6 Épaisseurs et tolérances d'épaisseur

Panneau brut et poli	
Épaisseur (mm)	Tolérance (mm)
8	± 0,7
10	± 0,7
12	± 1,0
16	± 1,2
19	± 1,5
22	± 1,5
25	± 1,5
28	± 1,5
32	± 1,5

1.7 Caractéristiques mécaniques

Caractéristiques	Performance	Norme
Masse volumique Valeur moyenne	≥ 1000 Kg/m ³ 1350 Kg/m ³	EN 323
Module d'Élasticité en flexion : Classe 2 Classe 1 Valeur moyenne	≥ 4000 N/mm ² ≥ 4500 N/mm ² 6000 N/mm ²	EN 310
Contrainte à rupture Valeur moyenne	≥ 9 N/mm ² 12 N/mm ²	EN 310
Cohésion interne Valeur moyenne	≥ 0,5 N/mm ² 0,8 N/mm ²	FR 319
Cohésion interne après cycles	≥ 0,3 N/mm ²	FR 319 EN 321
Gonflement 24h Valeur moyenne	≤ 1,5% ≤ 0,8%	EN 317
Gonflement après cycles	≤ 1,5%	EN 317 EN 321

1.8 Autres caractéristiques

Réaction au feu

Viroc : B-s1,d0 - Combustible mais ininflammable

Viroc A2 : A2-s1,d0 - Incombustible

Conductivité thermique

$\lambda = 0,22 \text{ W/(m.K)}$

Humidité

A la sortie de l'usine : 6 - 12%

Alcalinité

Alcalinité de la surface PH : 11 - 13

Formaldéhyde

Classe de formaldéhyde : E1 (EN 13986-Annexe B)

Sans formaldéhyde ajouté (NAF)

Amiante/Asbeste

N'en contient pas

Pentachlorophénol

N'en contient pas

Silice microcristalline

N'en contient pas

1.9 Isolation acoustique

Indice de réduction acoustique R_w (C;Ctr)

Épaisseur (mm)	R_w (C;Ctr) (dB)
8	31 (-1;-3)
10	32 (-2;-3)
12	33 (-1;-3)
16	35 (-2;-3)
19	35 (-1;-2)
22	37 (-2;-3)

1.10 Poids

Poids spécifique : Valeur moyenne 1350 Kg/m³

Épaisseur (mm)	Poids par m ² (Kg/m ²)	Poids des panneaux	
		2600x1250 (Kg)	3000x1250 (Kg)
8	10,8	35,1	40,5
10	13,5	43,9	50,6
12	16,2	52,7	60,8
16	21,6	70,2	81,0
19	25,7	83,4	96,2
22	29,7	96,5	111,4
25	33,8	109,7	126,6
28	37,8	122,9	141,8
32	43,2	140,4	162,0

1.11 Emballage

Nombre de panneaux par palette

Épaisseur (mm)	2600x1250 (mm)	3000x1250 (mm)
8	60	57
10	48	46
12	40	38
16	30	28
19	25	24
22	24	23
25	21	20
28	18	18
32	16	16

1.12 Contrôle de la qualité en production

VIROC Portugal est une entreprise disposant d'un certificat de marquage CE, de sorte que tous les tests sont effectués afin de répondre aux caractéristiques requises par les normes européennes (EN).

Tout matériel ne répondant pas aux exigences est considéré comme "non conforme" et n'est pas commercialisé avec le certificat de marquage CE.

En matières premières

- Mesure du sucre des rondins de bois, dans toutes les charges, jusqu'à ce que la valeur soit conforme ;
- Humidité des copeaux, 1 fois par jour.

Pendant la fabrication

- Granulométrie en copeaux de bois, une fois par jour ;
- Densité et quantité de produits chimiques, une fois toutes les 8 heures ou à chaque fois que le réservoir est rempli ;
- Humidité du mélange, 2 fois par heure ;
- Épaisseur du matelas, mesure continue ;
- Température et humidité dans le tunnel de trempe, mesure en continu ;
- Température et humidité dans le tunnel de séchage, mesure en continu ;

Dans le produit final

- Épaisseur, sur tous les panneaux ;
- Dimensions, une fois toutes les 2 heures ou à chaque changement d'épaisseur : Longueur et largeur ± 3 mm ;
- Équerrage, une fois toutes les 2 heures ou à chaque changement d'épaisseur : ≤ 2 mm/m ;
- Rectitude des bords, une fois toutes les 2 heures ou à chaque changement d'épaisseur : $\leq 1,5$ mm/m ;
- Masse volumique, une fois toutes les 8 heures ou à chaque changement d'épaisseur ou de couleur : ≥ 1000 Kg/m³ ;
- Contrainte à la flexion, une fois toutes les 8 heures ou à chaque changement d'épaisseur ou de couleur : ≥ 9 N/mm² ;
- Module d'élasticité, une fois toutes les 8 heures ou à chaque changement d'épaisseur ou de couleur : Classe 2 ≥ 4000 N/mm², Classe 1 ≥ 4500 N/mm² ;
- Cohésion interne, une fois par jour ou à chaque changement d'épaisseur ou de couleur : $\geq 0,5$ N/mm² ;
- Gonflement 24h, une fois par jour ou à chaque changement d'épaisseur ou de couleur : $\leq 1,5$ % ;
- Cohésion interne après cycles, une fois par semaine : $\geq 0,3$ N/mm² ;
- Gonflement après cycles, une fois par semaine : $\leq 1,5$ % ;
- Humidité des panneaux après séchage, une fois toutes les 8 heures ou à chaque changement d'épaisseur ou de couleur.

1.13 Identification des palettes

Toutes les palettes sont étiquetées avec les informations suivantes :

- Nom et adresse du fabricant ;
- Type de panneau, brut ou poncé ;
- Logo de marquage CE avec numéro de certificat ;
- Épaisseur ;
- Couleur ;
- Dimensions ;
- Bords, coupe normale ou usinage mâle-femelle/demi-bois ;
- Nombre de panneaux ;
- Numéro de volume.

1.14 Vernissage et peinture

Les panneaux Viroc doivent être peints ou vernis pour améliorer leur résistance aux intempéries. Ils peuvent également être peints à des fins décoratives. VIROC Portugal S.A. recommande de sceller le panneau avec un vernis ou une peinture, en particulier lorsque le panneau est appliqué à l'extérieur, afin de sceller les pores et de le protéger des effets de la radiation solaire, de la pluie et des variations de température. Le scellement du panneau sur toutes les faces et tous les bords augmente la durabilité et la stabilité dimensionnelle.

Les panneaux qui ne sont pas peints/vernissés sont plus susceptibles de présenter des gouttes et des taches d'efflorescence. Ces efflorescences peuvent être nettoyées en les polissant mécaniquement à l'aide d'un disque de nettoyage abrasif. Il n'est pas toujours possible d'éliminer complètement ces taches ou ces gouttes.

Les panneaux qui ne sont pas peints ou vernissés présentent des variations dimensionnelles plus importantes. Dans des conditions extrêmes, le rétrécissement du panneau peut être de 0,5 % (5 mm/m) et le panneau peut se déformer.

Avant d'appliquer la peinture ou le vernis, les surfaces des panneaux doivent être exemptes de saleté, de poussière, de graisse et d'efflorescences. Les panneaux peuvent être nettoyés en les polissant à l'aide d'un disque de nettoyage abrasif ou d'un papier de verre d'un grain de 120 ou plus. Le nettoyage doit être effectué avec soin afin d'éviter un ponçage excessif de la surface, qui pourrait enlever la couche fine et mettre à nu les fibres du bois, ce qui modifierait l'aspect du panneau.

La peinture ou le vernis doivent être appliqués sur les deux côtés et sur le dessus des panneaux, dans les couches recommandées par le fabricant.

Il n'y a pas de peintures ou de vernis spécifiques à appliquer sur Viroc. Le panneau a une alcalinité de surface (PH) de 11 à 13, les peintures et vernis adaptés aux surfaces en béton et en bois en même temps sont donc généralement les meilleurs lorsqu'ils sont appliqués sur le panneau Viroc.

Les peintures et vernis à base de résines acryliques ou de polyuréthanes aliphatiques à base de solvant sont ceux qui ont montré les meilleures performances. Les vernis à base de résine acrylique ou de polyuréthane aliphatique à base d'eau sont ceux qui affectent le moins la couleur d'origine du panneau.

En outre, les peintures et vernis doivent être adaptés à l'usage auquel ils sont destinés. Par exemple, s'il s'agit d'une façade, la peinture/vernis doit pouvoir être utilisé sur des murs extérieurs, et s'il s'agit d'un sol, la peinture/vernis doit avoir la dureté et la résistance nécessaires pour cette application.

En général, les vernis sont faciles à appliquer, mais il est très important de se rappeler que l'application doit être continue et constante pour que la finition soit homogène sur le panneau et que la surface ne se tache pas et ne prenne pas des couleurs différentes. Les panneaux doivent toujours être peints/vernissés sur les deux faces et sur le dessus, et les procédures d'application fournies par les fabricants respectifs doivent toujours être suivies pour les couches recommandées.

1.15 Coupe

Les panneaux peuvent être coupés, percés et usinés à l'aide d'outils électriques ou à air comprimé, normalement utilisés dans les ateliers de menuiserie ou de serrurerie mécanique.

Le découpage, le perçage et l'usinage des panneaux Viroc dégagent des poussières qui peuvent contenir des traces de silice et de ciment. Il convient donc d'utiliser des équipements de protection individuelle appropriés tels que des masques, des gants, des lunettes, etc.

Les panneaux Viroc doivent être découpés à l'aide de scies circulaires munies de fraises en métal dur de haute résistance à l'usure (tungstène) ou en diamant (voir figure 1.7). Pour effectuer des coupes multiples ou couper des panneaux d'une épaisseur de 19 mm ou plus, il convient d'utiliser une table de découpe horizontale. La table de découpe rendra le travail plus rentable.

Frezite (www.frezite.pt) dispose de lames de scie adaptées à la découpe des panneaux Viroc.

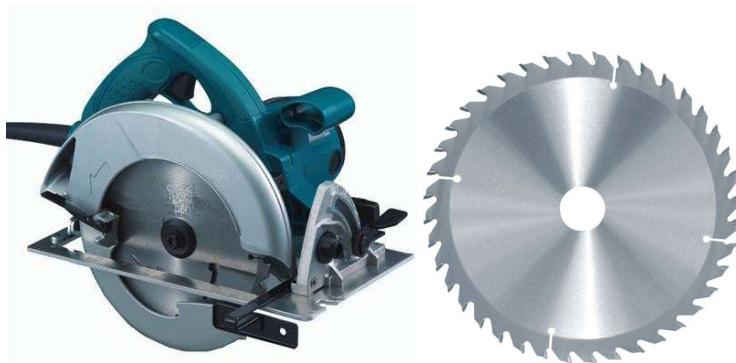


Figure 1.7 - Scie circulaire avec disque de coupe en tungstène

1.16 Perçage

Le perçage doit être effectué avec des forets en mode "non-impact" en utilisant des mèches HSS (High Speed Steel) adaptées au perçage du métal (voir figure 1.8).

Frezite (www.frezite.pt) dispose de mèches adaptées au perçage des panneaux Viroc.



Figure 1.8 - Foret et mèches HSS (pour percer le métal)

1.17 Usinage des bords

L'usinage simple des bords peut être réalisé sur place à l'aide d'une topia portable (voir figure 1.9).

En utilisant les bonnes fraises, vous pouvez faire des bords avec : Biseautage, boulage, gravure, etc. (voir figure 1.10).

Les bords des panneaux peuvent être contenir des encoches faites en usine, des languettes et des rainures ou du contreplaqué (voir figure 1.11).



Figure 1.9 - Fraise électriques pour l'usinage des bords



Figure 1.10 - Biseautage, boulage et encoches.

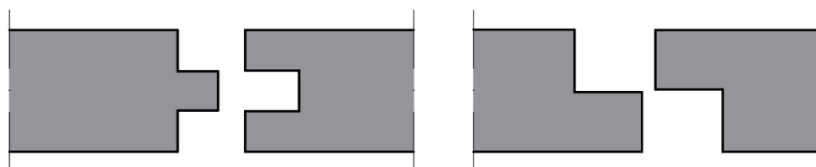


Figure 1.11 - Languette et contreplaqué

1.18 Polissage des surfaces

Le polissage consiste à nettoyer la surface des sels, des poussières et de certaines salissures provenant du processus de fabrication, sans altérer l'aspect naturel du panneau. Le panel conservera les taches et les hétérogénéités qui le caractérisent.

Sur demande, le panneau Viroc peut être livré poli en usine, mais cette opération peut cependant être effectuée sur place.

Le polissage sur place est effectué à l'aide d'une ponceuse orbitale et de disques de nettoyage abrasifs (voir figure 1.12).

Les disques de nettoyage sont constitués d'une fibre de polypropylène abrasive, Scotch Brite, qui élimine la saleté sans endommager la couche superficielle du panneau.

Il est également possible d'utiliser des disques de papier de verre d'un grain de 120 ou plus.

Lors du nettoyage au papier de verre, il faut veiller à ne pas enlever la couche fines de la surface du panneau et à ne pas exposer les fibres du bois.



Figure 1.12 - Ponceuse orbitale et disque de nettoyage

Vidéo illustrant le nettoyage d'un panneau avec une ponceuse orbitale :

<https://www.youtube.com/watch?v=HeQZNVNOZYI>

1.19 Surfaces poncées

Sur demande, les panneaux Viroc peuvent être livrés poncés, comme le panneau Viroc Floor. Cette opération consiste à rendre les surfaces rugueuses à l'aide d'un papier de verre grossier afin de minimiser les variations d'épaisseur. Une fois poncées, les surfaces présentent des particules de bois visibles. Le panneau poncé ne présente pas de caractéristiques décoratives décoratifs, pour rester visible.

Les panneaux calibrés des deux côtés ont une tolérance d'épaisseur de $\pm 0,3$ mm.

1.20 Stockage

Lorsqu'ils sont prêts à être transportés, les panneaux sont protégés par une toile en plastique imperméable. Les bords latéraux sont protégés par des cartons en forme de L, y compris ceux qui sont en contact avec les sangles du système d'emballage. Les protections des palettes ne doivent être retirées que pour acclimater les panneaux au site d'application.

Les panneaux Viroc doivent être stockés dans un endroit couvert, à l'abri du soleil et de la pluie, avec une base plane et horizontale. Les palettes seront placées sur des supports suffisamment hauts (≥ 8 cm) pour permettre à un chariot élévateur d'y accéder facilement. La distance maximale entre les supports ne doit pas dépasser 800 mm et la distance maximale entre le premier support et le sommet de la palette ne doit pas dépasser 210 mm.

Si les palettes sont empilées les unes sur les autres, toutes les bases de support doivent être alignées verticalement pour éviter les déformations.

Vous pouvez empiler jusqu'à 6 palettes sur une hauteur maximale de 4 mètres (voir figure 1.13).

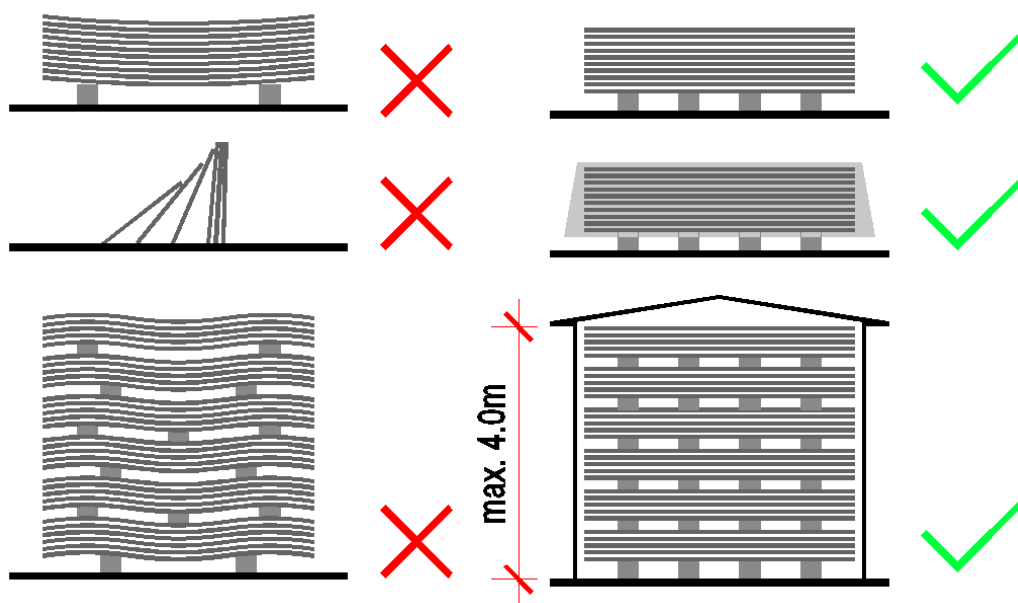


Figure 1.13 - Stockage des panneaux Viroc

1.21 Manipulation

Dans la mesure du possible, les panneaux doivent être manipulés à l'aide d'équipements appropriés, tels que des chariots élévateurs à fourche, des lève-plaques, etc.

Si les panneaux doivent être déplacés manuellement, cette opération doit être effectuée panneau par panneau, en position verticale, de manière à ce qu'ils restent plats sans se déformer (voir figure 1.14).

Les panneaux ont le poids indiqué à la section 1.10, ils ne doivent donc pas être déplacés manuellement sans la présence d'un nombre suffisant de personnes.

Il convient de respecter les bonnes pratiques de manutention manuelle, en utilisant les équipements de protection individuelle approprié et en suivant les règles de la législation européenne en matière de santé et de sécurité, Osha.Europa.eu (fiche d'information 73) :

<https://osha.europa.eu/pt/tools-and-publications/publications/factsheets/73/view>



Figure 1.14 - Manipulation des panneaux Viroc

1.22 Acclimatation

Le panneau, lorsqu'il quitte l'usine, a un taux d'humidité compris entre 6 et 12 %.

Pour garantir des conditions d'installation adéquates, le panneau doit s'adapter aux conditions de température et d'humidité du site d'installation. Pour ce faire, coupez les sangles qui entourent les palettes et retirez la feuille de plastique de protection. Les panneaux doivent être laissés pendant au moins 72 heures (3 jours) pour s'acclimater au site d'installation avant d'être appliqués.

Les panneaux situés au sommet des palettes, dont les sangles ont déjà été enlevées, peuvent se déformer et former une concavité orientée vers le haut. Ce phénomène est naturel et se produit en raison de la perte différentielle d'humidité entre les deux surfaces. Toutefois, le processus est réversible. Le panneau redevient plat lorsque les deux surfaces sont en équilibre d'humidité. Pour ce faire, vous devez tourner le dos du panneau vers le haut et le maintenir ainsi jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint. Le même effet sera obtenu en mouillant la face concave (surface tournée vers le haut) avec de l'eau (voir figure 1.15).



Figure 1.15 - Déformation du panneau supérieur

1.23 Application

VIROC Portugal S.A. est le fabricant des panneaux Viroc et ne les applique pas ; les panneaux peuvent être achetés auprès d'un distributeur agréé directement par les entrepreneurs ou les sous-traitants qui réalisent l'application.

VIROC Portugal S.A. ne fournit seulement panneaux. Les fixations, la structure et tout autre élément peuvent être achetés directement par l'entreprise d'application, à condition qu'ils répondent à toutes les caractéristiques spécifiées dans le présent dossier technique.

Le tableau 1 résume les épaisseurs recommandées pour chaque application.

1.24 Variation de couleur

Lorsqu'il est exposé à la lumière du soleil, le panneau Viroc subit de légers changements de couleur, il devient un peu plus clair. Cette variation de tonalité dépend de la couleur.

Une étude sur l'évolution des couleurs réalisée par l'Institut polytechnique de Viseu (IPV) a mesuré l'évolution des panneaux lorsqu'ils sont vieillis dans différents environnements.

Le tableau ci-dessous montre les variations moyennes de couleur observées (Delta E) lors de l'exposition à la chambre au xénon et au QUV après 1500 heures d'exposition.

Couleur	Delta E	
	Xénon	QUV
Gris	7	2
Noir	14	2
Blanc	13	10
Jaune	6	1
Rouge	12	4
Ocre	13	3

1.25 Entretien

Les panneaux Viroc ne nécessitent aucun entretien.

Dans les applications extérieures où le panneau est verni ou peint, une inspection doit être effectuée tous les 5 ans pour vérifier que le vernis ou la peinture est en bon état.

Si aucun défaut n'est détecté, une nouvelle inspection doit être programmée 5 ans plus tard.

En cas d'usure marquée ou de défaut du vernis ou de la peinture appliqués sur le panneau, celui-ci doit être nettoyé au jet d'eau avec un détergent neutre et repeint.

1.26 Assistance technique

VIROC Portugal S.A. dispose d'un département technique qui peut fournir une assistance technique aussi bien dans les phases de conception que d'exécution des travaux.

1.27 Déclaration de performance (DoP)

Conformément au règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil, qui établit des conditions harmonisées pour la commercialisation des produits de construction, le panneau Viroc possède un certificat de marquage CE et est garanti conforme à toutes les caractéristiques et propriétés déclarées dans la déclaration de performance.

La déclaration de performance (DoP) est publiée sur le site web d'Investwood.

TABLEAU

Résumé des applications par épaisseur

Application	Épaisseur (mm)								
	8	10	12	16	19	22	25	28	32
Façades			•	•					
Murs et revêtements muraux		•	•						
Faux plafonds	•	•	•						
Revêtement de sol			•	•					
Sols soutenus par des poutres					•	•	•	•	•
Mobilier	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Tableau 1 - Résumé des applications par épaisseur