



PRESCRIPTIONS DE POSE

SYSTEME DE FIXATION

POUR BARDAGE, TERRASSE ET AMENAGEMENT INTERIEUR

jupit'**air**^{®}

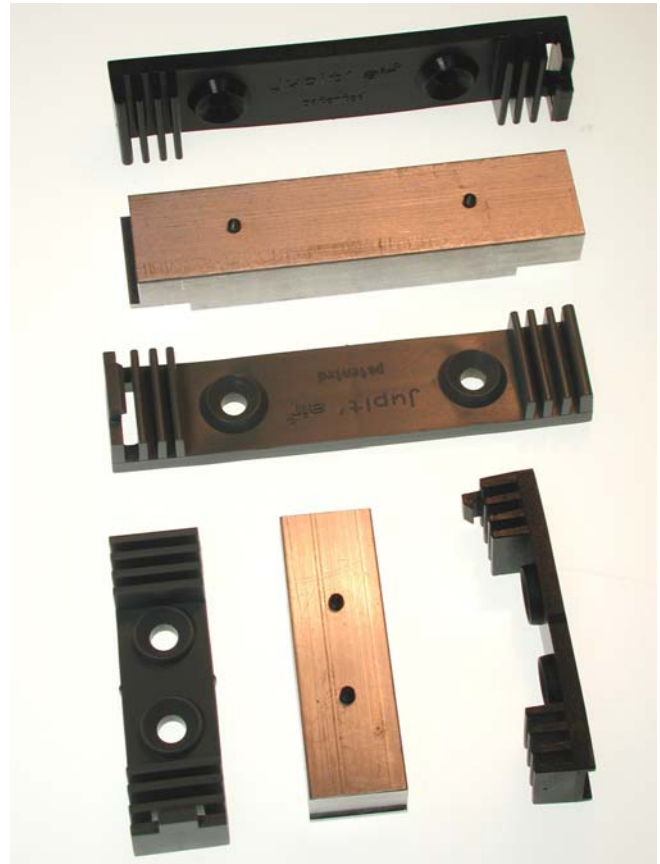


Figure 1 : Le système Jupit'air et son gabarit de montage

En matière de bardage et terrasse en bois, le point délicat de la pose et de la tenue aux intempéries de l'ouvrage réside dans la fixation. C'est dans ce souci qu'a été développé le système Jupit'air[®].

Le but de ce document est d'apporter une aide technique pour l'utilisation du bois en revêtement extérieur, intérieur ou en terrasse avec mise en œuvre du système Jupit'air[®]. Il s'adresse aux prescripteurs pour le choix de matériaux et de procédés ainsi qu'aux charpentiers ou aux menuisiers pour la pose de Jupit'air[®] sur chantier.

1 GENERALITES SUR L'UTILISATION DU BOIS

Reconnu comme matériau écologique, choisi à la fois pour la structure et pour l'esthétique du bâtiment, le bois est de plus en plus utilisé. Sa mise en œuvre dans les règles de l'art est une garantie pour le développement de la construction bois. En extérieur, une attention particulière doit être apportée quant au choix des essences et aux détails constructifs, afin d'assurer une bonne tenue de l'ouvrage, une protection du matériau et une plus grande durabilité.

1.1 Classes de risques

La norme EN 355.1 « Bois et Ouvrages en Bois - Analyses des risques biologiques - Spécifications minimales de préservation à titre préventif » définit des classes de risques selon la situation en service du bois. Le tableau 2 reprend ces différentes classes.

	Classes de risques	Exemples	Risques biologiques	Zone sensible
1	Bois toujours sec Humidité toujours inférieure à 18 %	Menuiseries intérieures à l'abri de l'humidité Parquets Escaliers intérieurs	Insectes Termites (dans régions infestées)	Jusqu'à 3 mm
2	Bois sec dont la surface peut être humidifiée temporairement. Humidité des bois en moyenne inférieure à 18%	Charpentes, ossatures correctement ventilées en service	Insectes Termites (dans régions infestées) Champignons de surface	Jusqu'à 3 mm
3	Bois soumis à des alternances humidité / sécheresse	Pièces de construction ou menuiserie extérieures verticales soumises à la pluie : bardages, fenêtres... Pièces abritées, mais en atmosphère condensante	Insectes Termites (dans régions infestées) Pourritures superficielles	Jusqu'à 3 mm
4	Bois d'humidité supérieure à 20 % dans tout ou une partie de son volume	Bois horizontaux en extérieur (balcons, coursives...) et bois en contact avec le sol ou une source d'humidification prolongée ou permanente	Insectes Termites (dans régions infestées) Pourritures	Tout le volume du bois
5	Bois au contact de l'eau de mer	Pontons	Insectes, Pourritures Térébrants marins	Tout le volume du bois

Tableau 2 : Les classes de risques pour l'utilisation du bois définies dans la norme EN 355.1

D'après cette détermination, les bardages sont ainsi des ouvrages en **classe de risques 3** et les terrasses en **classe de risques 4**.

Remarque : il est courant de différencier les situations de la classe 4 en tenant compte du contact au sol. Le bois en situation sans contact avec le sol entre alors dans une catégorie intermédiaire (classe 3B ou 4A).

1.2 Durabilité naturelle et imprégnabilité

La durabilité naturelle du bois varie selon les essences. Ces différences concernent spécialement le bois parfait (duramen) qui contient plus ou moins d'antiseptiques naturels. L'aubier contient très peu de ces substances, il est donc toujours très peu durable. C'est en fait la nature et le degré de duramenisation, variables selon les essences, qui déterminent la durabilité du bois parfait.

Dans le cas d'utilisation de bois en extérieur, le choix de l'essence doit être en priorité guidé par cet aspect de durabilité naturelle. Il est ensuite possible de prévoir un traitement du bois afin d'améliorer sa résistance aux dégradations biologiques. Là aussi, les caractéristiques d'absorption, et de ce fait la pénétration des produits chimiques, varient très fortement d'une espèce à l'autre, principalement en fonction de la porosité du bois et de l'état ouvert ou fermé des champs de

croisements entre cellules longitudinales et transversales. Les principales méthodes d'application de produits de traitement sont le badigeonnage, la pulvérisation, le trempage et l'autoclavage.

Le tableau 3 donne la durabilité naturelle vis-à-vis des champignons et des insectes et l'imprégnabilité de différentes essences de régions tempérées et tropicales.

ESSENCES	DURABILITE NATURELLE				IMPREGNABILITE	
	1= très durable 2= durable 3= moyennement durable 4= faiblement durable 5= non durable	D= durable S= sensible			1= imprégnable 2= moyennement imprégnable 3= peu imprégnable 4= non imprégnable v= variable	
	CHAMPIGNONS	CAPRICORNES	VRILLETES	TERMITES	AUBIER	BOIS PARFAIT
ZONES TEMPEREES						
<i>RESINEUX</i>						
Douglas	3-4	D	S	S	2-3	4
Epicéa	4	S	S	S	3v	3-4
Hemlock	4	D	S	S	2	3
Mélèze	3-4	S	S	S	2v	4
Pin Laricio	4	D	D	S	1	3-4
Pin Maritime	3-4	D	D	S	1	4
Pin Sylvestre	3-4	D	D	S	1	3-4
Sapin	4	S	S	S	2v	2-3
Western Red Cedar	2	D	D	S	3	3-4
<i>FEUILLUS</i>						
Bouleau	5	-	D	S	1-2	1-2
Châtaignier	2	D	D	S	2	4
Chêne	2-3	D	D	S	2	4
Frêne	5	-	D	S	2	2
Hêtre	5	S	S	S	1-4(cœur rouge)	1
Noyer	3	D	S	S	1	3
Orme	4	-	D	S	1	2-3
Peuplier	5	S	S	S	1v	3v
Robinier	1-2	-	D	S	1	4
ZONES TROPICALES						
Acajou	3	-	-	D	2	4
Ako	5	-	-	S	1	1
Angélique	2v	-	-	D	2	4
Assamela	1-2	-	-	D	1	4
Azobe	2v	-	-	D	2	4
Bete	1	-	-	D	1	4
Bilinga/Badi	1	-	-	D	1	2
Bosse	2v	-	-	D	1	4
Bubinga	2	-	-	D	1	4
Dibetou	3-4	-	-	D	2	3-4
Doussié	1	-	-	D	2	4
Framiré	2-3	-	-	D	2	4
Ilongba	5	-	-	S	1	1
Ipé	1	-	-	D	1	4
Iroko	1-2	-	-	D	1	4
Kosipo	2-3	-	-	D	1	3
Kotibe	3v	-	-	D	1-2	3-4
Koto	5	-	-	S	1	1
Limba/Fraké	4	-	-	S	1	2
Makoré/Douka	1	-	-	D	2	4
Menkoulang	4	-	-	D	2	3
Meranti D.R.	2-4	-	-	D	2	4v
Meranti L.R.	3-4	-	-	D	2	4v
Movingui	3	-	-	D	?	4
Niangon	3	-	-	D	3	4
Okoumé	4	-	-	D	?	3
Ramin	5	-	-	S	1	1
Samba/Ayous	5	-	-	S	1	3
Sapelli	3	-	-	D	2	3
Sipo	2-3	-	-	D	2	4
Teck	1	-	-	D	3	4

Tableau 3 : Durabilité naturelle et imprégnabilité d'essences des zones tempérées et tropicales selon EN 350.2

1.3 Variations dimensionnelles et déformations

Les variations dimensionnelles sont dues aux variations hygroscopiques du bois. Lorsque la teneur en eau du bois dépasse 30% d'humidité (point de saturation des fibres), celui-ci ne change plus de volume. En revanche, entre 0% et 30% d'humidité, le volume du bois varie fortement (entre 5 et 25% selon les essences). L'importance du gonflement et du retrait varie fortement selon l'orientation par rapport aux cernes et aux fibres. Les valeurs de retrait sont donc données selon les trois directions naturelles du bois. Elles s'expriment en % de variation par % d'humidité et sont bien sûr très variables selon les essences et selon les arbres.

A titre indicatif, les coefficients de retrait de l'épicéa sont de 0,37 % / % dans le sens tangentiel, de 0,19 % / % dans le sens radial, et quasiment nul dans le sens longitudinal.

Le facteur de deux entre le retrait tangentiel et le retrait radial engendre des contraintes internes dans le bois et des variations de formes. Il faut donc prendre en compte cet aspect pour la conception d'ouvrages en bois, notamment en pratiquant des entailles de décharge (Cf. fig.6).

D'autres déformations peuvent survenir sur le bois mis en œuvre, dues à la nervosité du bois. Les contraintes internes se libèrent après l'usinage du bois pendant la phase finale de séchage et tendent à voiler les lames. Les planches nerveuses, contenant de la fibre torse, sont à exclure pour des bardages ou des terrasses.

2 ESSENCES ET PROFILES EN BARDAGE ET TERRASSE

2.1 Essences couramment utilisées

Le tableau 4, sans être exhaustif, donne les essences couramment utilisées en bardage ou en terrasse. D'autres essences peuvent apparaître sur le marché ; il convient alors de se renseigner sur les qualités de celles-ci avant leur mise en œuvre.

De manière générale, les bois doivent être purgés d'aubier.

ESSENCES	Provenance	bardage	terrasse	Observations
Douglas	Amérique du Nord – Europe	X		purgé d'aubier
Mélèze	Europe	X	X	
Pin	Europe	X	X	Traitement en terrasse (autoclave)
Sapin – épicéa	Europe	X		Traitement
Western Red Cedar	Amérique du Nord	X		
Châtaignier	Europe	X	X	Tanins, attention aux coulûres
Chêne	Europe	X	X	Tanins, attention aux coulûres
Chêne rouge (Am.)	Amérique du Nord	X		Si traitement
Azobé	Afrique		X	
Bankirai	Asie		X	
Cumarou	Amérique du Sud		X	
Doussié	Afrique		X	
Ipé	Amérique du Sud		X	
Iroko	Afrique		X	
Okoumé	Afrique		X	
Moabi	Afrique		X	
Merbau	Asie		X	
Padouk	Afrique		X	
Teck	Afrique		X	Diff. Du teck de Malaisie
Wengé	Afrique		X	

Tableau 4 : Essences couramment utilisées en Europe pour la réalisation de bardages et terrasses (X pour utilisé)

2.2 Profilés

2.2.1 Choix des bois

Les bois et profilés doivent être conformes aux normes en vigueur. (Cf. bibliographie)

Notamment, les bois doivent être secs et sains, purgés d'aubier, exempts de piqûres, roulures ou gerçures. Les nœuds éventuels doivent être sains, leur nombre doit être limité au minimum.

IMPORTANT :

Les bois doivent être hors cœur et exempts de fil tors, particulièrement en terrasse où la combinaison des variations climatiques et des sollicitations de service rend le bois très sensible. La fixation Jupit'air[®], comme toute autre fixation de lames de terrasse, n'est pas prévue pour bloquer le vrillage du bois de fil tors (Cf. fig. 5)



Figure 5 : fil tors générant des contraintes dans les fixations

2.2.2 Dimensions des lames

Longueur : Le bois est disponible jusqu'à des longueurs de 5 mètres. Il est cependant conseillé de poser des lames de 2 à 3 mètres, d'autant plus si le bois est un peu nerveux, afin de limiter les déformations.

Épaisseur : De 18 à 27 mm (éventuellement plus) en bardage
De 22 à 45 mm en terrasse

Largeur : environ 7 fois l'épaisseur pour le bardage
environ 4 fois l'épaisseur pour la terrasse

2.2.3 Profil

Le rabotage des profils doit notamment respecter :

- Rainurage en contreface pour limiter le tuilage et réduire les contraintes internes.
- Cœur à l'extérieur pour que le tuilage se fasse vers l'intérieur.

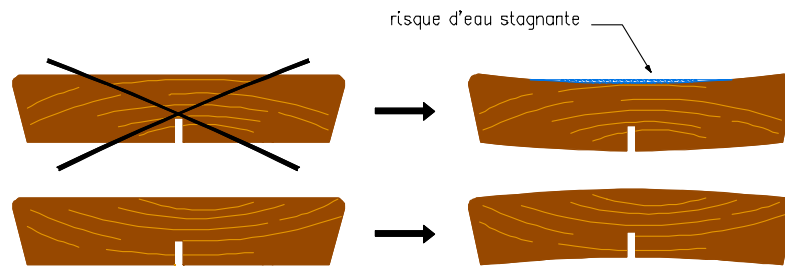


Figure 6 : Dispositions à prendre pour améliorer la durabilité et limiter les déformations et les reprises hygroscopiques

En terrasse, un profil anti-dérapant peut être ajouté sur le parement.

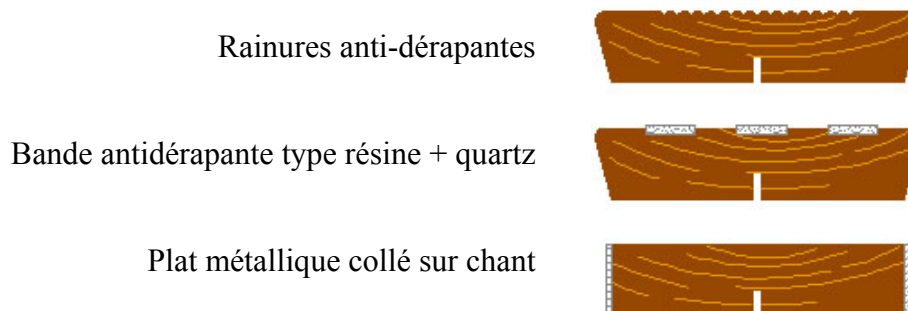


Figure 7 : Exemples de profils anti-dérapant, dans la masse ou rajoutés

3 LE SYSTEME JUPIT'AIR®

La conception du système Jupit'air® a été dictée par deux exigences :

- La préservation du bois, en limitant les risques d'infiltrations d'eau dans les connecteurs (infiltrations par capillarité)
- L'esthétique d'une lame sans fixation apparente

3.1 Principe

Le système de fixation Jupit'air® est conçu sur la base d'une analogie mixte entre la fermeture de type velcro et la fixation légère de type clip. Ce système positif-négatif permet à la fois une résistance suffisante, et la possibilité de déclipser la lame de bois pour l'entretien ou éventuellement son changement.

Pour améliorer la fonction résistance, tout en permettant un déclipage, la fixation Jupit'air® est produite dans deux matériaux :

- Un matériau gris, plus rigide
- Un matériau noir, plus souple

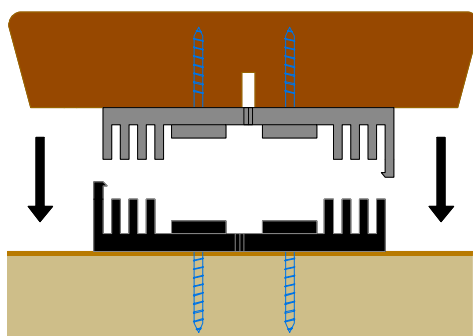


Figure 8 : Principe du système Jupit'air

3.2 Pose de Jupit'air®

3.2.1 Clipsage du système Jupit'air

Le montage du système Jupit'air® se fait à l'aide de gabarit selon le principe fig.8 :

- **Etape 1 :**
Fixer tous les Jupit'air® sur le support, bois, béton ou métal, après avoir tracé les lignes de référence
- **Etape 2 :**
Marquer la lame à l'aide de gabarits de positionnement venant sur chaque point de fixation de la lame
- **Etape 3 :**
Fixer les autres Jupit'air® sous la lame aux marques des gabarits
- **Etape 4 :**
Clipser les Jupit'air® entre eux

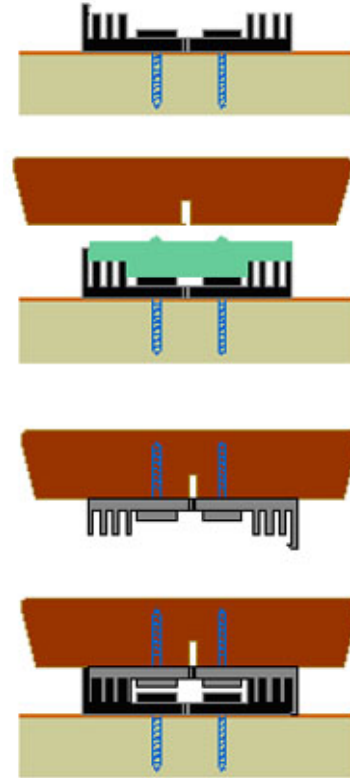


Figure 9 : Pose des Jupit'air® à l'aide des gabarits de positionnement

3.2.2 Pose des lames

Différentes techniques peuvent être appliquées pour la pose de la terrasse ou du bardage, selon la pratique de l'entrepreneur, la configuration de la surface à revêtir, etc...

Avec l'utilisation des gabarits, une solution simple consiste en :

- Etape 1
Fixation de tous les Jupit'air
sur le support selon le plan défini
- Etape 2
Montage de la première lame avec les gabarits
- Etape 3
Montage des lames suivantes
en respectant l'ajour avec des cales

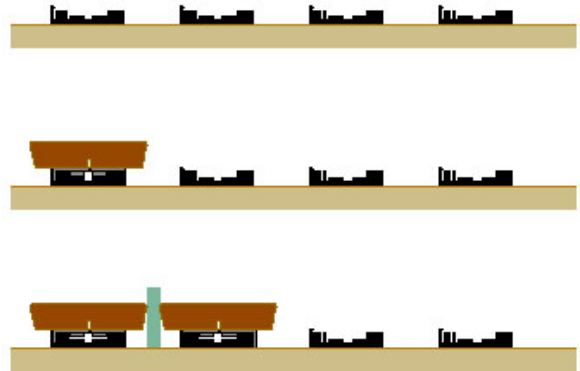
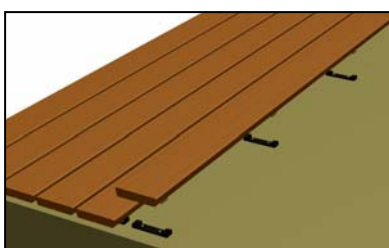
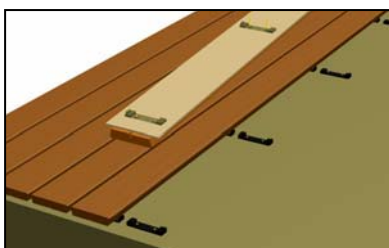
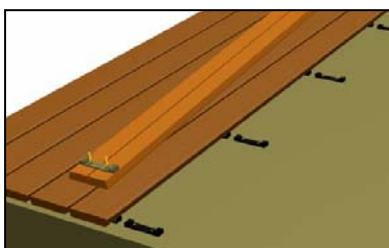
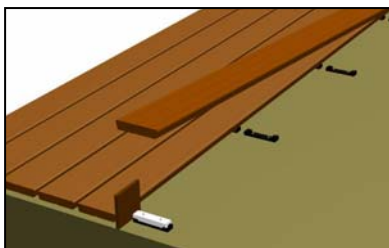
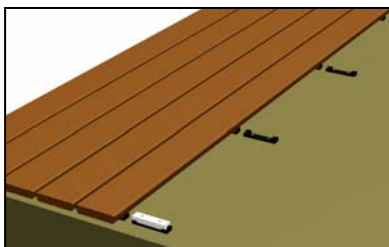
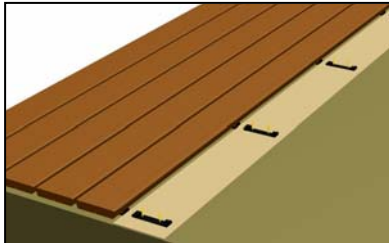
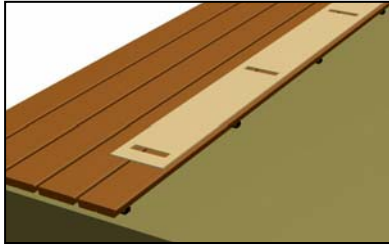


Figure 10 : Pose des lames à l'avancement avec la fixation Jupit'air et son gabarit de marquage

Remarque : ne pas utiliser une règle comme cale de réglage de l'ajour. En effet, si la lame est légèrement courbe, l'ajour sera trop grand et le Jupit'air ne sera plus centré sur la lame ; il faut donc utiliser des cales ponctuelles, une à chaque extrémité de la lame suffit à respecter l'ajour.

3.2.3 La pose pour les grandes surfaces



1. **Positionnez** le gabarit en contre-plaqué sur le support (bois, béton ou métal). L'écartement doit tenir compte de l'ajour ou du recouvrement souhaité.

2. **Positionnez** et **vissez** les **Jupit'air** sur le support suivant le gabarit contre-plaqué.

3. **Placez** le gabarit métallique de montage sur un des **Jupit'air** d'extrémité fixés.

4. **Positionnez** la lame en respectant l'ajour ou le recouvrement choisi puis appuyez fortement afin que les pointes du gabarit métallique marquent le dessous de votre lame.

5. **Fixez** sur la lame le **Jupit'air** correspondant aux marques laissées par le gabarit métallique.

6. **Positionnez** le gabarit en contre-plaqué sur la lame par rapport au **Jupit'air** fixé puis vissez les autres **Jupit'air** sur la lame suivant le gabarit.

7. « **clipsez** » les **Jupit'air**.

3.3 Dispositions géométriques

3.3.1 Positionnement sur la lame

La valeur limite de la flèche des lames de bardage est fixée à $1/200$ de la distance entre appuis (l_0). Pour les terrasses, il est conseillé de prendre $1/400$ de la portée, pour le confort d'utilisation.

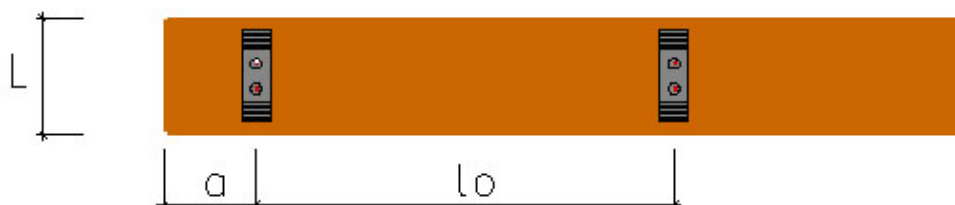


Figure 11 : Position des Jupit'air sur la lame, respectant les conditions de bord

La distance au bord (a) doit être au minimum de 50 mm et au maximum de 100 mm. Pour une distance de 50 mm, il est conseillé de prépercer la lame (surtout pour les bois durs) pour ne pas risquer de fendre le bois.

Le tableau 12 donne des entraxes de fixations Jupit'air[®]. Ces valeurs sont applicables à condition que les lames soient sur appuis multiples (supérieurs ou égal à 3). En terrasse, la charge maximale est alors de 400 kg/m^2 (sans trafic de machine de nettoyage ou autres véhicules de service). Ces entraxes sont indicatifs, ils peuvent varier selon la nature du bois employé et de l'utilisation de l'ouvrage (notamment en terrasse).

EN BARDAGE			EN TERRASSE		
Epaisseur des lames en mm	Entraxe en cm	Type de vis 4,5 ou 5/	Epaisseur des lames en mm	Entraxe en cm	Type de vis 4,5 ou 5/
15	40	16	22	45	20
18	45	16	27	55	25
22	55	20	32	65	25
27	67,5	25	38	75	30
32	80	25	45	80	30 ou 35

Tableau 12 : Entraxes et vis recommandés pour la pose des Jupit'air[®] sous sollicitations normales

Dans le cas de terrasses à fort trafic dans les sens parallèle et perpendiculaire aux lames, il est conseillé de disposer deux Jupit'air dans le sens de la lame afin de bloquer la translation de la lame (Cf. fig. 13). Ceci ne doit être fait qu'une seule fois sur la longueur de la lame.



Figure 13 : Positionnement de Jupit'air croisés à 90° en cas de fort trafic, pour bloquer tout glissement de lame

3.3.2 lame d'air

Le système Jupit'air[®] offre systématiquement une lame d'air de **16mm** pour les 70 mm et **18 mm** pour les 110 mm entre la lame et le support, permettant ainsi une ventilation active et efficace du bois.

3.4 Gamme

Les Jupit'air[®] sont vendus par paires. Les références des produits figurent dans le tableau 14.

Il existe 4 modèles de Jupit'air[®], déclinés selon deux dimensions des lames, les lames fines et les lames larges :

Dimensions des lames :

- pour les lames < 120 mm Jupit'air[®] 70 mm, largeur conseillée : entre 80 et 105 mm
- pour les lames > 120 mm Jupit'air[®] 110 mm, largeur conseillée : entre 120 et 145 mm

Pose des lames :

- supports verticaux (bardage) Jupit'air[®] gris – gris
- supports horizontaux (terrasse) Jupit'air[®] noir – gris
Jupit'air[®] noir – noir pour un démontage fréquent

Pour le montage, deux types de gabarits sont commercialisés :

- Gabarit 70 mm
- Gabarit 110 mm

Support	Jupit'air [®]	Gabarit
Vertical	Réf. 70 GG	Réf. 70 GA
	Réf. 110 GG	Réf. 110 GA
Horizontal	Réf. 70 NG	Réf. 70 GA
	Réf. 110 NG	Réf. 110 GA

Tableau 14 : Références de la gamme Jupit'air[®], avec les deux dimensions, pour planches fines et pour planches larges

3.5 Conditions de montage

3.5.1 Support

Le système Jupit'air[®] peut tenir sur les différents supports rencontrés dans la construction. Il se pose donc sur le bois, sur le béton et sur l'acier, pour autant que la fixation du Jupit'air[®] soit adaptée au support.

La planéité du support ou du lambourrage doit être suffisante. Il faut donc exiger une tolérance de non-planéité d'au maximum 5 mm par mètre pour un support béton.

3.5.2 Vis

- Fixation sur la lame

Les Jupit'air[®] sont fixés sur les lames par des vis de diamètre 4,5 ou 5 mm. La longueur de la vis dépend de l'épaisseur de la lame.

En général, sont préconisées des vis de **4,5/25** ou **4,5/30** mm.

Pour les bois durs, il existe des vis autoforantes de haute résistance dans les mêmes dimensions. Le fait qu'elles soient autoforantes permet de réduire considérablement les risques de fissurations longitudinales, mais un pré-perçage reste la meilleure solution, surtout aux extrémités de la lame, où on respectera une distance au bord de 50 mm.

- Fixation sur le support

Sur le support bois, les mêmes vis que sur la lame peuvent être utilisées.

Sur un support béton, sont conseillées des chevilles universelles 6x30 mm avec des vis 4,5/40 mm.

Pour les autres supports, se référer aux normes en vigueur sur les connecteurs classiques.

3.6 Caractéristiques techniques

3.6.1 Poids

Jupit'air [®]	70 mm	noir	7,9 g
Jupit'air [®]	70 mm	gris	9,9 g
Jupit'air [®]	110 mm	noir	16,4 g
Jupit'air [®]	110 mm	gris	19,5 g

3.6.2 Traction

Des essais de traction ont été réalisés sur les Jupit'air[®] (photo 15), les résultats figurent dans le tableau 16.

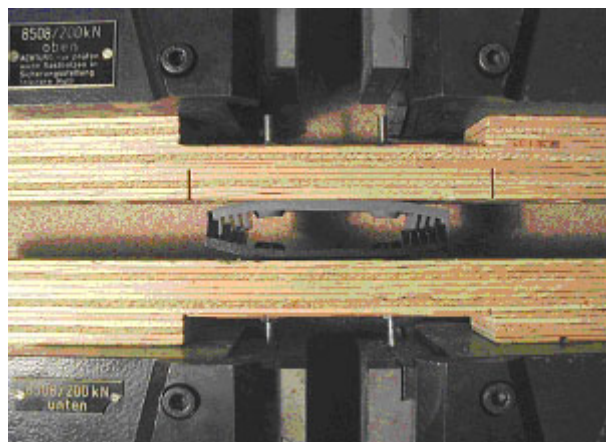


Photo 15 : Essai de traction en laboratoire sur le système Jupit'air[®]

Type de Jupit'air®	Traction
70 mm noir - gris	500 N
70 mm gris - gris	800 N
110 mm noir - gris	650 N
110 mm gris - gris	950 N

Tableau 16 : Effort de traction de déclipsage des Jupit'air®

Dans tous les cas, les Jupit'air® se sont décrochés, il n'y a donc pas eu de rupture de clips.

3.6.4 Composition

Les Jupit'air® sont en macro-polymères. Le noir est plus souple que le gris, permettant une utilisation en terrasse sans grincement sous une charge de trafic piéton ou de véhicules légers.

3.6.5 Démontage

Le système Jupit'air® peut se démonter au moyen d'un simple pied de biche positionné au centre de la largeur de la lame à proximité des Jupit'air® (Cf. photo 17), de façon à appliquer une force perpendiculaire à la lame. Le déclipsage se fait donc par traction du couple de Jupit'air®, il ne doit pas se faire par rotation de la lame.

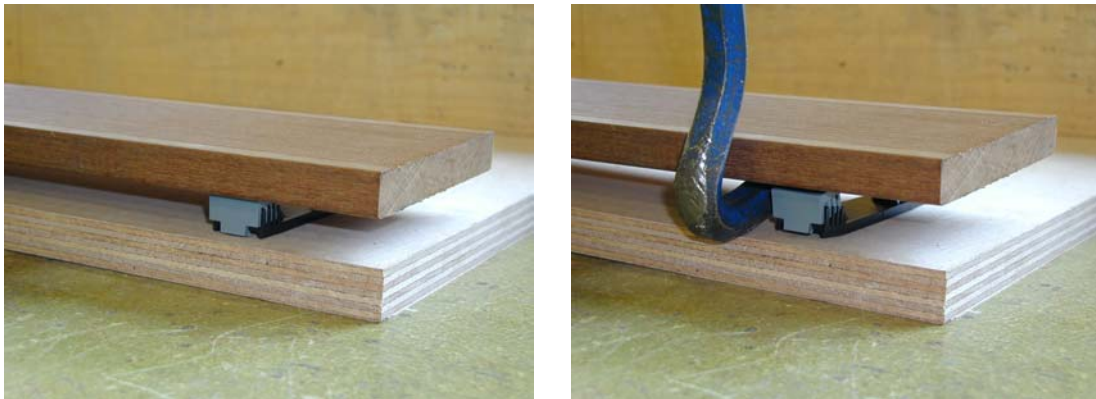


Photo 17 : Démontage du système Jupit'air® à l'aide d'un pied de biche

Pour une bonne durabilité de la fixation, la traction doit se faire sans à-coups. **Il est conseillé aussi de pratiquer ce démontage par temps chaud, pour bénéficier de plus de souplesse du Jupit'air®.**

3.7 Mise en œuvre particulière

3.7.1 Revêtement non démontable

Il est possible de coller les Jupit'air[®] entre eux (gris – gris) pour avoir des surfaces non démontables (par exemple sur prescriptions particulières). Il est alors conseillé une colle époxy à bi-composants. Bien que le Jupit'air[®] ne soit pas conçu pour cela, cette disposition permet la même efficacité pour la durabilité du bois. Mais avec le collage, les efforts de traction sont considérablement augmentés ; le paramètre limitant devient la vis avec des efforts donnés par la norme (par exemple, deux vis de 5/30 mm ont une résistance de 65 kg admissible :

$$2 \times 30 \times L_{g \text{ pénétration}} \times \text{Diamètre} = 2 \times 30 \times 2,2 \times 0,5 = 66 \text{ kg}$$

Soit une rupture à 180 kg (coefficient de sécurité de 3)

3.7.2 Etanchéité de la terrasse en passerelle

Concernant l'étanchéité d'une terrasse, deux exigences sont à gérer et demandent une étude particulière :

- L'étanchéité de la structure porteuse servant de support par application de résines type polyuréthane (PU) ou disposition de lés PVC
- Fixation des Jupit'air® avec système d'étanchéité local :
 - bande néoprène entre l'étanchéité et le Jupit'air® (environ 2 mm d'épaisseur)
 - ou
 - bain mastic du Jupit'air® dans la résine avant vissage. Un bourrelet étanche doit alors entourer la tête de la vis (C.f. fig18).

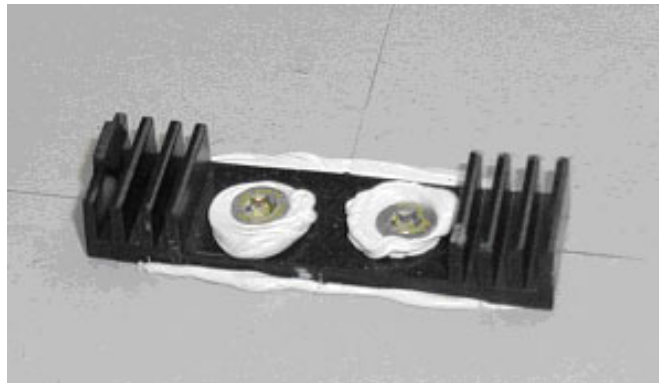


Photo 18 : Etanchéité locale de Jupit'air® sur résine polyuréthane assurant une étanchéité de la terrasse.

NORMES ET OUVRAGES DE REFERENCE

N P65-210 – DTU 41.2 « Revêtements extérieurs en bois », Cahiers du CSTB

DTU 31 – (31-1, 31-2, 31-3) « Constructions en Bois », Cahiers du CSTB

EN 355-1 « Bois et ouvrages en bois – Analyses des risques biologiques – Spécifications minimales de préservation à titre préventif »

EN 350-2 Guide de la durabilité naturelle du bois et de l'imprégnation d'essences de bois

NATTERER, J. Construire en Bois, tomes 1 et 2, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne

CTBA et Architectures & Techniques, 1990, Guide Bardages Bois

SANDOZ, J. L., KREITZEISEN, S. 15 mars 1999. « Jupit'air, le velcro du bois », Le journal de la Construction.

NATTERER, J., SANDOZ, J. L., REY, M. 2000. Traité de Génie Civil, Vol. 13, Construction en Bois, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

Concepts Bois Structure, juin 2001, Rapports d'essais sur le système Jupit'air