



La Dalle
oportune[®]
en planchers bois

www.cbs-cbt.com

® Brevet international et marque déposée

- Concept général
 - Aspect structurel
 - Aspect architectural
 - Aspect économique
 - Aspect physique et acoustique
- Aspect écologique

Descriptif Technique



concept**bois**technologie

Jordils Park, ch. des Jordils 40 • CH-1025 Saint-Sulpice
Tél. +41.21.694.04.04 • Fax +41.21.694.04.05
E-mail: info@cbs-cbt.com • www.cbs-cbt.com
U B S : 2 3 5 . 5 5 0 . 0 1 . V • T V A : 1 4 3 . 2 9 1

Version octobre 2017



concepts**bois**structure

126 Avenue d'Alfortville • F-94600 Choisy le Roi
Tél. +33.1.56.70.43.80 • Fax +33.1.48.92.05.85
E-mail: info@cbs-cbt.com • www.cbs-cbt.com
SARL au capital de 15000 € - Inscrite au registre du commerce de Belfort
Société d'études et de conseils techniques en construction bois
S I R E T 3 8 1 2 3 1 3 5 6 0 0 2 7 • A P E 7 1 1 2 B

TABLE DES MATIERES

1	CONCEPT GENERAL	4
1.1	Présentation	4
1.2	Principe	4
2	ASPECT STRUCTUREL	7
2.1	Vérifications de base	7
2.2	Comportement au feu	7
2.3	Vérification en cas de feu	7
2.4	Comportement sismique	9
3	ASPECT ARCHITECTURAL	10
3.1	Un rendu bien exprimé	10
4	ASPECT ECONOMIQUE	11
4.1	Un concept simple	11
5	ASPECTS PHYSIQUE ET ACOUSTIQUE	12
5.1	Physique du bâtiment	12
5.2	Aspect acoustique	12
5.2.1	Le confort acoustique α_s	12
5.2.2	Le bruit d'impact (solidien)	15
6	ASPECT ECOLOGIQUE	16
6.1	Consommation, bilan énergétique et proximité	16
6.2	Bois de forêts gérées durablement	16
ANNEXES		17
Annexe 1 : Essais acoustiques		17

O

1 CONCEPT GENERAL

1.1 Présentation

La dalle O'portune®¹ est un système constructif innovant, qui pour des structures horizontales de type dalle, permet d'atteindre de hautes performances mécaniques et/ou de grandes portées, jusqu'à 11 m sans appuis intermédiaires.

1.2 Principe

Le principe de la dalle O'portune® repose sur deux idées fondamentales :

- L'utilisation de planches massives brutes de sciages ou aboutées (sections allant de 60/120 mm à 60/260 mm et longueurs de 4 m à 11 m), assemblées par vissage de façon décalées les unes des autres, pour augmenter la hauteur statique de la dalle.

Avec des planches de 60/200 mm, on obtient par exemple une hauteur statique de 320 mm, ce qui double l'inertie de la planche nominale.

- La création d'une dalle permettant de supporter les charges ponctuelles avec une bonne diffusion des contraintes dans la direction orthogonale aux planches, par la mise en œuvre d'un panneau type OSB ou LVL vissé sur les planches hautes.

Pour des dalles à fortes charges concentrées, un panneau LVL à plis croisés avec une épaisseur proportionnelle à la charge peut être mis en œuvre pour permettre de diffuser les contraintes locales et d'optimiser la hauteur des planches.

Pour des dalles à charges réparties uniquement, un panneau de type OSB entre 12 mm et 18 mm d'épaisseur est suffisant.

Ce type de dalle peut être préfabriqué en usine sous forme de module de 1.14 m de largeur. Les modules sont assemblés entre eux sur chantier par la mise en œuvre de joint de modules vissés.

Des joints de continuité longitudinaux, permettant de reprendre un moment de flexion sur appui peuvent être réalisés par des fourres de continuité fonctionnant en traction dans la partie supérieure et un calage de compression fixé sur les planches inférieures.

¹ Brevet international, inventeur Jean-Luc Sandoz, et marque déposée

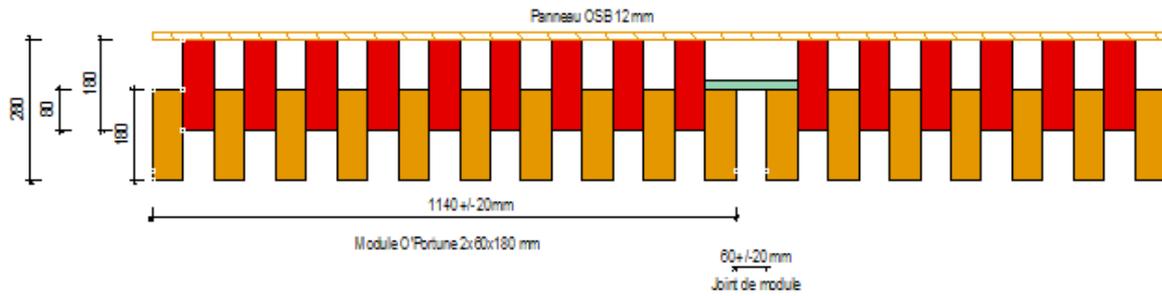
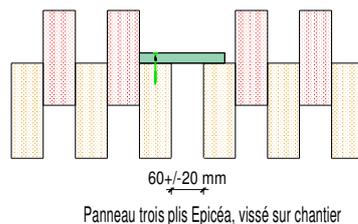


Figure 1 : Coupe type dalle O'portune®

Les figures ci après montrent les différents résultats architecturaux obtenus, avec les principaux détails constructifs, notamment :

- Le joint transversal entre deux blocs préfabriqués doit permettre la dilatation des modules lors d'une reprise d'humidité, figure 2
- Le détail d'appui sur bois, béton ou métal, figure 3
- Les réglages et cales au niveau des cloisons, figure 4

Joint de module type 1



Joint de module type 2

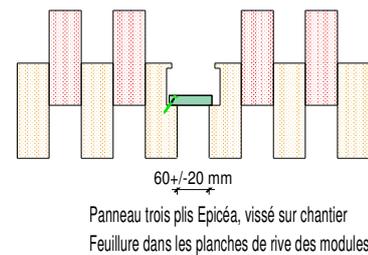
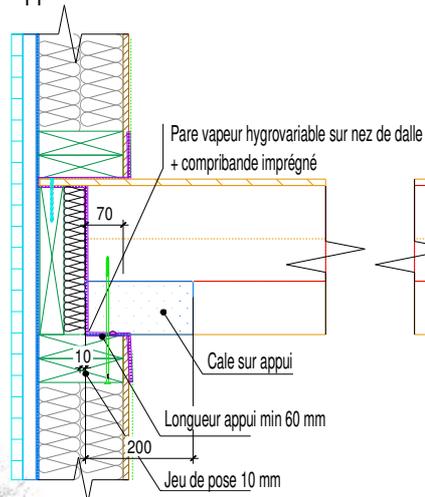
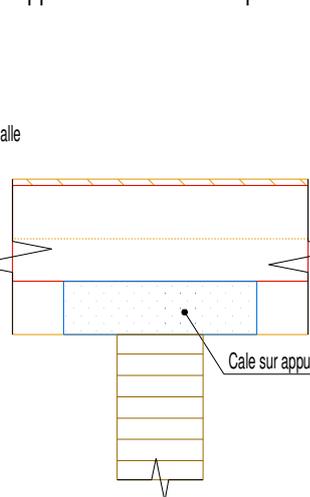


Figure 2 : Principaux détails de joints latéraux entre modules préfabriqués

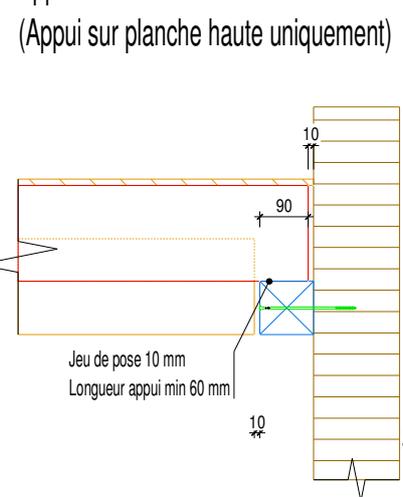
Appui de rive sur ossature bois



Appui intermédiaire sur poutre



Appui de rive sur muraille bois
(Appui sur planche haute uniquement)



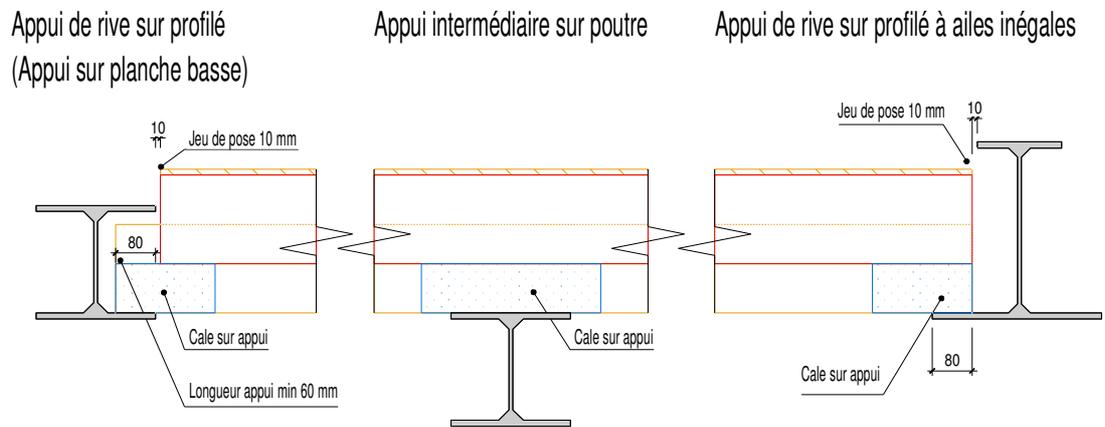
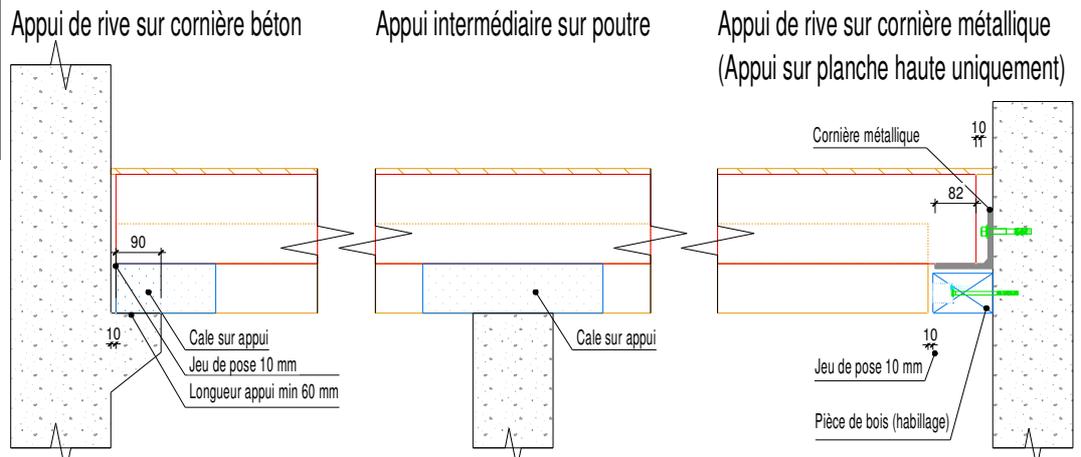
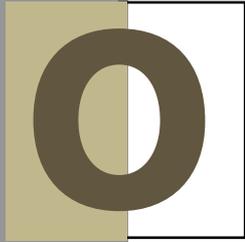
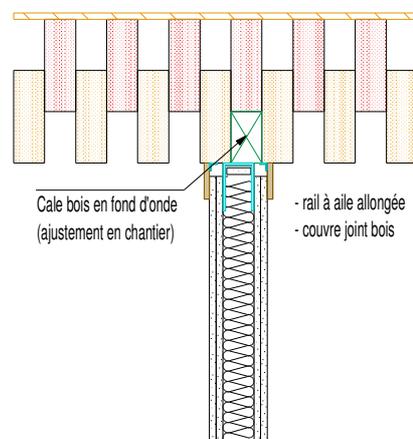


Figure 3 : Détail d'appui sur bois, béton ou métal

Cloison parallèle



Cloison perpendiculaire

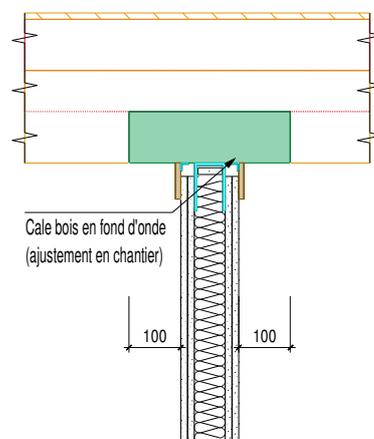


Figure 4 : Réglages et cales au niveau des cloisons

2 ASPECT STRUCTUREL

2.1 Vérifications de base

La dalle O'portune® est dimensionnée selon les Eurocodes 5. On détermine une rigidité équivalente en flexion afin de vérifier les critères de dimensionnement.

Les vérifications de base portent sur le calcul de la déformée (instantanée et à long terme) et de la contrainte de flexion. Dans les domaines de l'habitat et des ponts, la fréquence propre peut également être dimensionnante.

Quand la dalle est dimensionnée pour ces deux caractéristiques, la vérification du flux de cisaillement présent dans la section composée permet de déterminer le type, le nombre et la disposition des connecteurs (clous ou vis).

La zone de croisement des planches est un critère d'optimisation très important, qui sera donné en fonction des besoins d'implantation des connecteurs, et éventuellement d'une résistance au feu supérieure (R60 ou plus).

2.2 Comportement au feu

Le système de la dalle O'portune®, de par sa constitution avec un noyau central de 80 à 100 mm est très résistant au feu. Avec des planches de 60 mm d'épaisseur, il peut atteindre R60. En augmentant le recouvrement entre les planches, cette structure peut atteindre R90 ou R120.

La zone de recouvrement des planches hautes et basses est dimensionnée pour rester efficace, donc garantir la protection des planches hautes pendant toute la durée de l'exposition au feu.

Les différentes phases de combustion et les sections résiduelles après 30 mn ou 60 mn sont visibles au point 2.3.

2.3 Vérification en cas de feu

Pour le cas accidentel de comportement au feu, la section de la dalle O'portune® est vérifiée en considérant une combustion de 0,8 mm/mn de la partie bois pour la planche inférieure et 0.4 mm/mn pour la planche supérieure.

Ces données résultent d'un essai feu (Avis de laboratoire CSTB), échelle 1, réalisé pendant 130 mn, avec mesure de combustion des planches basses et hautes et mesure de l'aspect coupe-feu.

Les planches inférieures seront les premières à carboniser, jusqu'à atteindre le noyau bois (zone de recouvrement entre la planche inférieure et la planche supérieure).



O

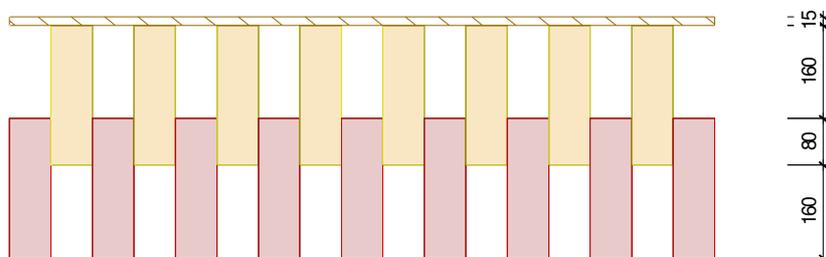
Avec une zone de croisement de 80 mm, la résistance au feu sera de 30mn au minimum. La section résiduelle selon schéma figure 5a et 5b est vérifiée sous les charges normalisées pour le cas accidentel du feu.

Avec cette section résiduelle, et pour 8 m de portée, la capacité portante de la dalle est encore aux environs de 500 kg/m² (350 kg/m² de poids propre et 150 kg/m² de charges utiles) après 120 mn de combustion.

On peut également remarquer que la structure bois de la dalle O'portune®, dans le cas d'un feu au niveau inférieur, isole thermiquement la partie supérieure. Non seulement cette dalle reste fonctionnelle, puisqu'elle conserve une résistance suffisante mais elle permet aussi en conservant une température très basse sur sa face supérieure d'isoler thermiquement le niveau supérieur.

Le complexe dalle O'portune® avec un panneau OSB de surface peut donc fonctionner comme un élément coupe-feu REI30.

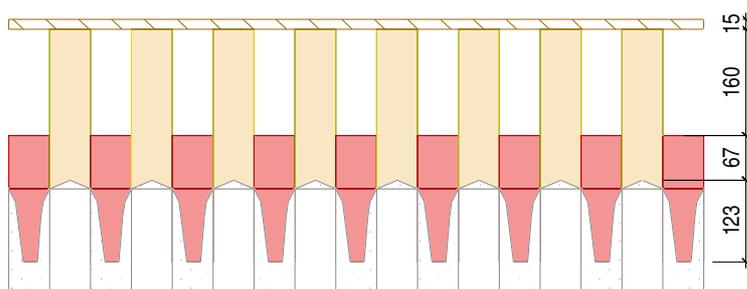
A t=0



Planches 60x240 mm
Recouvrement 80 mm
OSB 15 mm

Figure 5a : Section initiale de dalle O'portune® standard

A t=30



Planches 60x240 mm
Recouvrement 80 mm
OSB 15 mm

Figure 5b : Section après 30 mn de combustion dans le local inférieur

A t=60

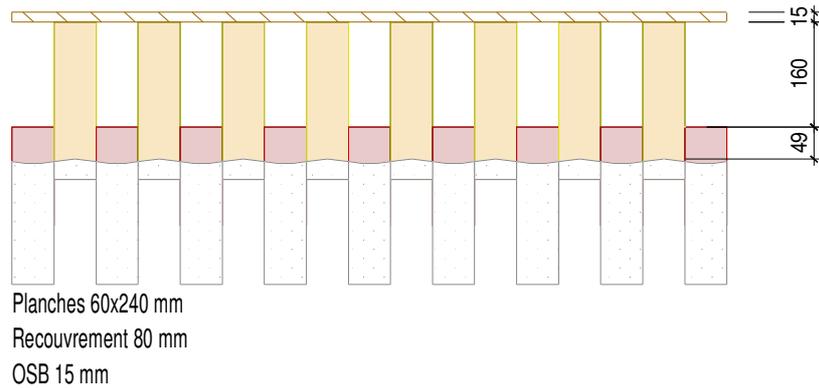


Figure 5c : Section après 60 mn de combustion dans le local inférieur. Une nouvelle section mixte est obtenue, qui sera vérifiée pour les charges accidentelles du cas de feu

2.4 Comportement sismique

Le comportement idéal de la dalle O'portune® pendant une sollicitation accidentelle de type sismique sera garanti en développant un appui élasto-plastique réalisé par :

- Des longues vis, lors d'un contact bois-bois, sur la structure verticale permettant la ductilité de l'assemblage
- Des ferrures avec ovalisation des trous, pour des assemblages métalliques sur la structure primaire

Transversalement, la transmission d'effort se fera par la vis, et notamment les vis de joints de continuité entre deux modules.

Le panneau OSB cloué ou vissé en surface, peut être, le cas échéant considéré comme un diaphragme indéformable. Il convient alors de calculer le nombre de connecteurs nécessaires à la bonne transmission des efforts du panneau à la structure horizontale puis verticale.

On veillera au dimensionnement des connecteurs liant les modules O'portune® à leurs supports. Si nécessaire, il peut être envisagé de lier directement le panneau OSB à l'ossature verticale via une cornière filante ou tout autre système de fixation mécanique.

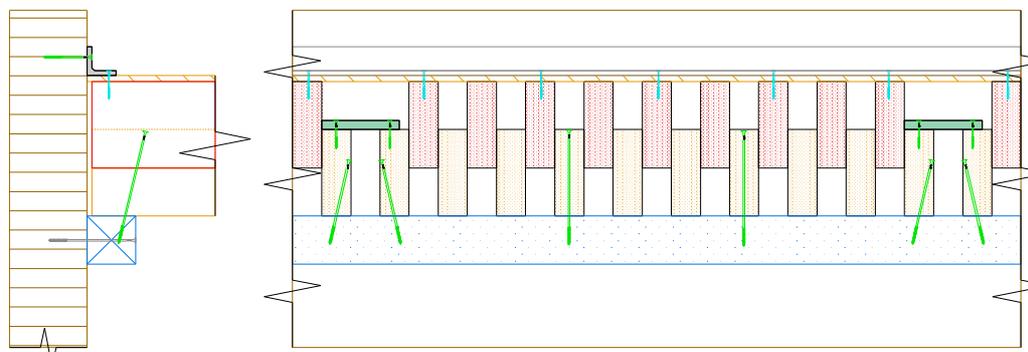


Figure 6 : Exemple de liaison de la dalle bois à l'ossature verticale via un réseau de vis traversantes et une cornière filante



O

3 ASPECT ARCHITECTURAL

3.1 Un rendu bien exprimé

Le rendu architectural de la dalle O'portune® est extrêmement fort. Il s'exprime par le plafond apparent et il est dessiné par les planches inférieures décalées.

Les paramètres de déclinaison architecturale seront :

- L'épaisseur des planches
- Le décalage
- La finition (naturelle ou colorée) des planches
- Des coupes proches des appuis pour développer des corniches négatives
- Des entailles possibles réalisées selon motifs
- Des incrustations en baquettes de bois dur
- L'intégration de l'éclairage
- Le type de planches (planches massives simples aboutées ou non aboutées, bilames ou planche Duo, des alternances d'essence pour un zébrage de couleur naturelle, etc...).



Figure 7 : Exemple type du plafond obtenu avec une dalle O'portune® en planches décalées

4 ASPECT ECONOMIQUE

4.1 Un concept simple

L'économie de la dalle O'portune® grande portée (8 m – 11 m) est garantie par son concept de base multifonctionnel, soit une dalle avec plafond acoustique intégré, et par sa légèreté (80 kg/m² à 120 kg/m²) qui permet d'optimiser les descentes de charge, donc le dimensionnement des murs et des fondations.

Basée sur l'utilisation de planches massives standardisées et sur un principe de connexion extrêmement simple, l'économie est garantie par :

- Un coût matière bois, fini posé de l'ordre de 750.- €/m³ à 1100.- €/m³ en fonction des quantités, des contraintes techniques et de la complexité du projet. Notre BET se tient à votre disposition pour les prédimensionnements et estimations financières.
- Une préfabrication par modules transportables, un montage sec et très rapide (jusqu'à 100 m²/jour) et donc une qualité de mise en œuvre parfaitement maîtrisée
- Une économie de faux-plafond rapporté avec la dalle restant visible en sous face
- Une optimisation des murs et fondations avec des descentes de charges réduites

Quand une économie importante est recherchée, la dalle O'portune® peut s'alléger. Il s'agit alors de mettre en œuvre des poutrelles de cinq à sept planches selon une trame plein sur vide de 20 % à 50 % de la surface de plancher. Les vides restants sont caissonnés (voir descriptif dalle en Solivium®).



O

5 ASPECTS PHYSIQUE ET ACOUSTIQUE

5.1 Physique du bâtiment

Pour la caractérisation du comportement physique de la dalle O'portune®, la masse de bois mise en œuvre (environ $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$) est très intéressante pour l'inertie thermique globale (de 8 à 12h de déphasage selon la section de bois).

En hiver, la partie bois fonctionne comme isolant contre les températures basses, et en été, elle isole des températures élevées de l'extérieur. En toiture plate avec simple membrane d'étanchéité ou équivalent, cette fonction isolante contre le chaud en été est très favorable pour le volume inférieur.

5.2 Aspect acoustique

Les dalles bois utilisées dans l'habitat simple ou étagé sont très sensibles aux phénomènes acoustiques. Pour définir les propriétés acoustiques de la dalle O'portune®, il convient de distinguer la réaction aux bruits aériens et solidiens (bruits d'impact) du confort acoustique dans le volume sous la dalle.

5.2.1 Le confort acoustique α_s

Le profil bois en créneau de la dalle O'portune® joue un rôle prépondérant en matière de confort acoustique. Celui-ci peut être amélioré par l'ajout d'un correcteur acoustique selon les schémas suivants, en figure 14.

La sous face apparente de la dalle O'portune® peut, même dans sa forme la plus brute, faire office de plafond acoustique.

Des essais en laboratoire, en salle complètement réverbérante, ont été réalisés, avec différents profils.

Les trois variantes testées ont été :

- Variante 1, le profil bois seul selon schéma de la figure 8 :

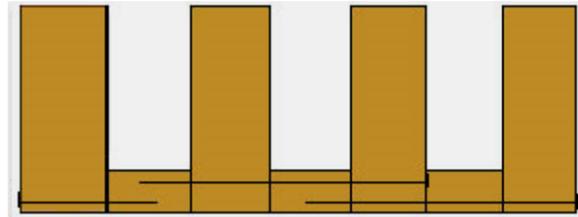


Figure 8 : Profil de la dalle O'portune®, sans absorbant acoustique testé au bruit aérien

- Variante 2, le profil bois avec une bande de laine de roche 20 mm d'épaisseur posée en fond selon figure 9 :

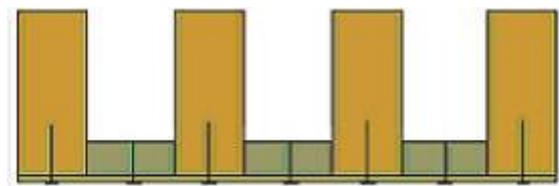


Figure 9 : Profil O'Portune® amélioré avec une bande d'isolant en fond de décalage pour essais d'absorption au bruit aérien

Les résultats obtenus sont donnés sur les figures figure 12 et 13 avec le positionnement de la valeur d'absorption α_s (α Sabine), en fonction de la gamme de fréquence.

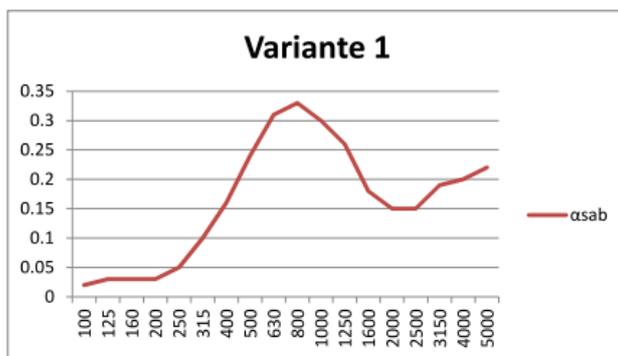


Figure 12 : Performance acoustique de la variante 1

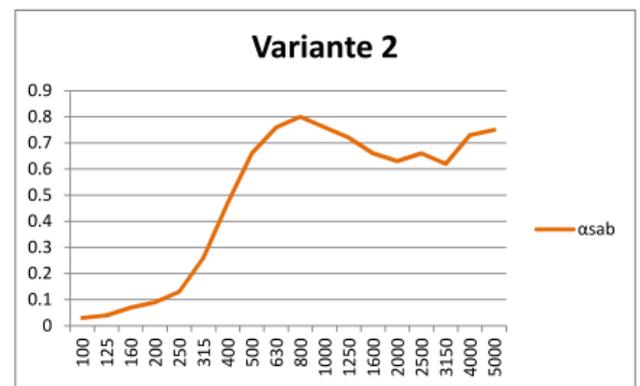


Figure 13 : Performance acoustique de la variante 2,

tableau 1 donne les valeurs mesurées pour chaque type de fréquence.



O

Variante 1		Variante 2	
f	α_{sab}	f	α_{sab}
100	0.02	100	0.03
125	0.03	125	0.04
160	0.03	160	0.07
200	0.03	200	0.09
250	0.05	250	0.13
315	0.1	315	0.26
400	0.16	400	0.47
500	0.24	500	0.66
630	0.31	630	0.76
800	0.33	800	0.8
1000	0.3	1000	0.76
1250	0.26	1250	0.72
1600	0.18	1600	0.66
2000	0.15	2000	0.63
2500	0.15	2500	0.66
3150	0.19	3150	0.62
4000	0.2	4000	0.73
5000	0.22	5000	0.75

Tableau 1 : Valeur d'absorption, α_s , pour les variantes 1 et 2 en fonction de la fréquence

On remarque que le profil bois seul a déjà un excellent comportement, avec un α_s supérieur à 0,3 dans le bande de fréquence 500 – 1000 hz.

Ce coefficient augmente jusqu'à une valeur supérieure à 0,8 pour la même bande de fréquence, avec les variantes contenant un isolant acoustique.

Ainsi la dalle O'portune® peut être améliorée du point de vue du confort acoustique avec l'ajout en fond d'onde d'un absorbant acoustique selon figure 16.

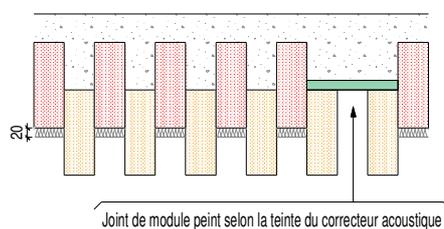


Figure 16 : Correcteur acoustique en fond d'onde avec feutrine de couleur visible au choix de l'architecte

5.2.2 Le bruit d'impact (solidien)

Pour améliorer la performance acoustique de la dalle O'portune®, dans le domaine du bruit d'impact, un système de sol multi-couche fonctionnant selon le principe de masse – ressort – masse, doit être développé.

La figure 17 montre une section type intégrant sur le panneau OSB, un résilient acoustique de 20 mm à 40 mm d'épaisseur (type laine de bois, panneau Pavatex, panneau Domisol, etc...), une couche dure type chape rapportée de 60 mm à 80 mm (permettant également l'intégration du chauffage au sol) et un revêtement de sol final, posé directement sur la chape, ou sur un feutre mince.

Avec ce type de composition, le bruit d'impact normalisé atteint des valeurs très élevées, explicitées en annexe 1.

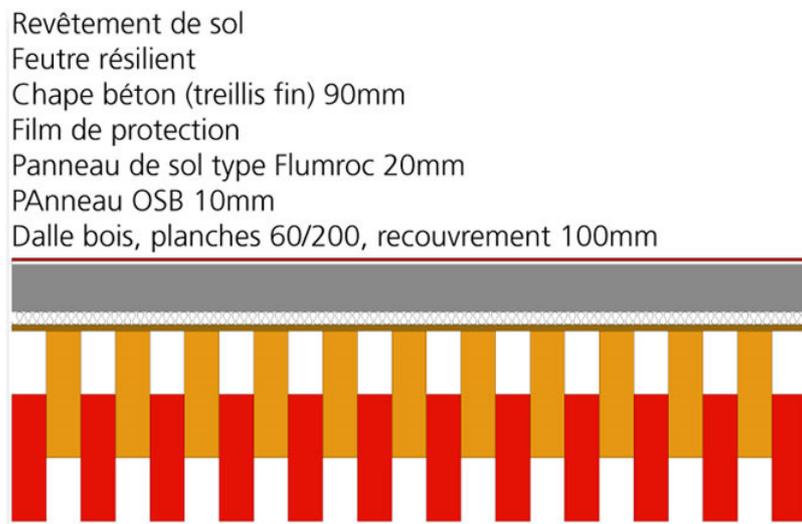


Figure 17 : Coupe type d'une O'portune avec traitement du sol en couches masse-ressort-masse, permettant l'absorption et la résilience du bruit d'impact

Les différents résultats d'essais acoustiques de la dalle O'portune® sont données en annexe 1.

Grâce à la loi de masse, une dalle O'portune® simple, au mieux avec une chape ciment, permet également d'excellentes valeurs d'isolation acoustique au bruit aérien, R_w .



O

6 ASPECT ECOLOGIQUE

"Réaliser une dalle de 100 m², avec 10 m de portée libre, en bois plutôt qu'en béton armé, c'est environ 30 tonnes de CO₂ en moins dans l'atmosphère."

6.1 Consommation, bilan énergétique et proximité

La dalle O'portune® a un bilan extrêmement favorable sur les deux critères environnementaux, énergie et CO₂.

Par rapport à une dalle béton armé (ciment + acier), en considérant le bois comme stock de CO₂ et la planche massive comme matière première à faible niveau de transformation, le coût énergétique de la dalle O'portune® est très faible.

Et quand les industriels recyclent les déchets de bois, le coût énergétique peut encore chuter.

Par ailleurs, la légèreté de la dalle O'portune® par rapport à d'autres procédés permet l'optimisation des structures verticales et des fondations, toujours très gourmands d'un point de vue énergétique.

6.2 Bois de forêts gérées durablement

Les bois utilisés pour construire les dalles O'portune® sont non seulement des bois locaux, mais aussi des bois issus de forêts certifiées, dont la provenance et la traçabilité sont garanties.

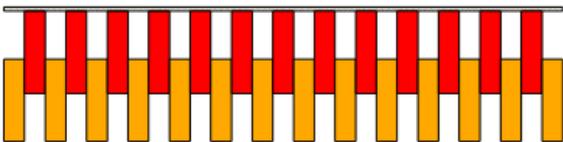
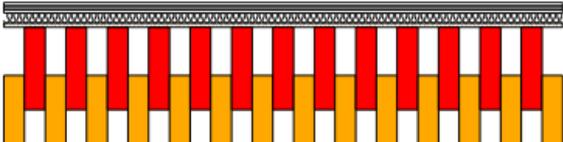
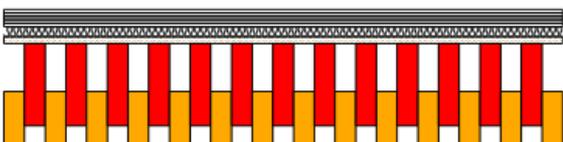
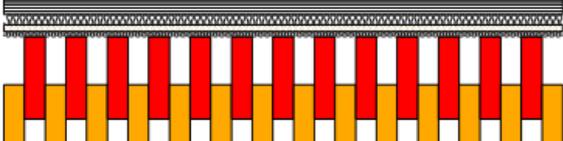
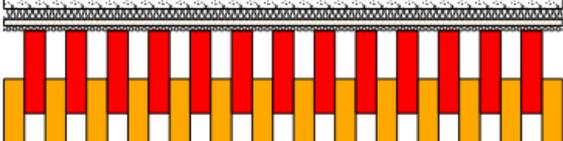
En fonction des régions, les labels écologiques exigés seront de type FSC, PEFC ou encore Q+ (pour la Suisse).

ANNEXE 1 : ESSAIS ACOUSTIQUES

ESSAIS ACOUSTIQUES

O'portune

4, rue Longs Champs
F - 25140 LES ECORCÈS
Gérant: Jean-Luc SANDOZ
Tel. +33 3 81 44 03 40
Fax +33 3 81 44 02 42
E-Mail: info@cbs-cbt.com

Essai (fiche)	Composition	Ln,w	Rw
S 9551-12 (24 / 23)		12 mm OSB 380 mm 60/240 mm rec. 100mm	71 dB 47 dB
S 9551-15 (30 / 29)		30 mm 3 x 10mm plâtre 30 mm laine minérale 12 mm OSB 380 mm 60/240 mm rec. 100mm	51 dB 56 dB
S 9551-A (12 / 11)		50 mm 5 x 10mm plâtre 30 mm laine minérale 19 mm OSB 380 mm 60/240 mm rec. 100mm	46 dB 56 dB
S 9551-09 (18 / 17)		50 mm 5 x 10mm plâtre 30 mm laine minérale 19 mm OSB 15 mm laine minérale 81.7kg/m³ 380 mm 60/240 mm rec. 100mm	44 dB 59 dB
S 9551-03 (04 / 03)		45 mm chape ciment 0.2 mm PE- folio 30 mm laine minérale 19 mm OSB 15 mm laine minérale 380 mm 60/240 mm rec. 100mm	49 dB 60 dB





Essai (fiche)	Composition		Ln,w	Rw
S 9551-02 (01 / 02)		19 mm OSB 15 mm laine minérale 380 mm OSB	62 dB	56 dB
S 9551-04 (07 / 08)		19 mm OSB 12 mm bande élastomère 380 mm OSB	69 dB	53 dB
S 9551-B (08 / 09)		40 mm 4 x 10mm plâtre 30 mm laine minérale 19 mm OSB 12 mm bande élastomère 380 mm OSB	43 dB	59 dB
S 9551-14 (28 / 27)		40 mm 4 x 10mm plâtre 30 mm laine minérale 12 mm OSB 380 mm OSB	49 dB	56 dB
S 9551-11 (22 / 21)		50 mm 5 x 10mm plâtre 40 mm polystyrène 380 mm OSB	56 dB	54 dB