

L'ALLIANCE BOIS-BÉTON RÉSOLUMENT DURABLE!

DOCUMENTATION TECHNIQUE

2021[©] - HYBRIDAL[®]



HYBRIDAL
Plancher Bois-Béton Collé

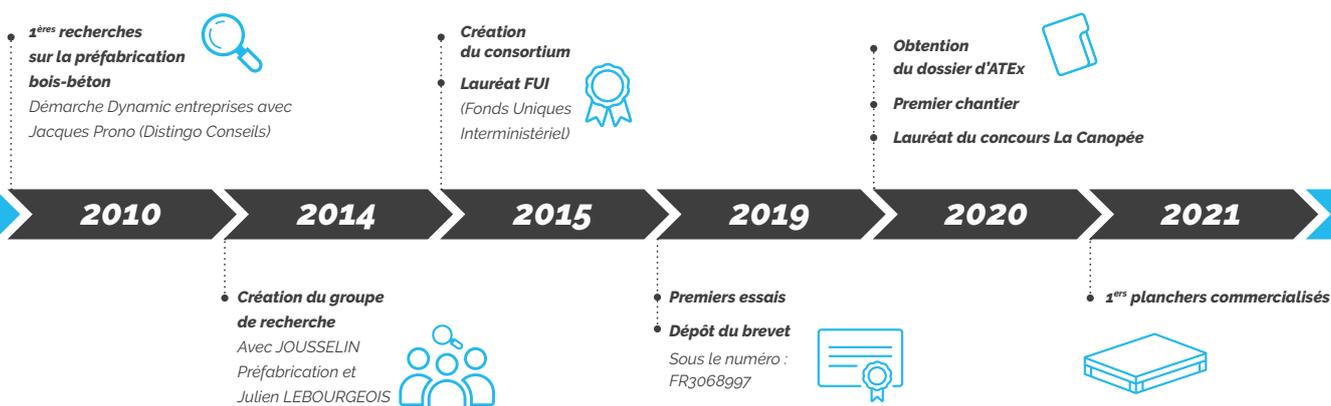
INDEX

 1. La solution HYBRIDAL®	p.3
 2. Dimension environnementale	p.6
 3. Caractéristiques techniques	p.9
 4. Applications	p.16
 5. Aspect architectural	p.18
 6. Préfabrication	p.20
 7. Mise en œuvre	p.23

1. LA SOLUTION HYBRIDAL®

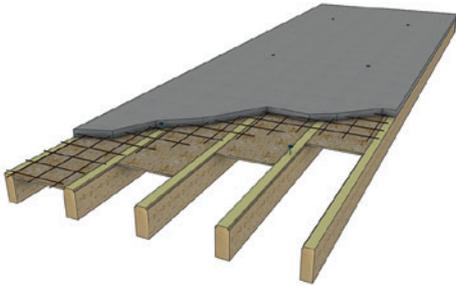
HISTORIQUE DU PROJET

- ◆ **HYBRIDAL®, c'est l'alliance bois-béton portée vers l'avenir** : HYBRIDAL® un rêve! Un défi « **Coller du bois et du béton en atelier et offrir un produit fini** », pour répondre à un besoin de la filière sèche, supprimer les ruptures de montage dues au coulage du béton sur site, réduire les contraintes de chantier et les expositions aux intempéries, tel était notre souhait.
- ◆ **Tout a commencé en 2010**, dans une démarche appelée « **Dynamic Entreprise** » après la réalisation de 64 logements mixte bois/béton, à ANGERS. Nous lançons de nombreux essais de connexion en tout genre (y compris la jonction des planchers préfabriqués entre eux). **En 2012, nous déposons un 1^{er} brevet N° FR1160360** sur la jonction des planchers. Nous restons confiants, nous savons tous que la fabrication du lamellé collé a commencé par le lamellé cloué. Aussi, nous poursuivons notre défi, pour créer des planchers mixtes collés.
- ◆ **En 2014**, lors d'une rencontre entre André LEFEVRE et Jean-Yves JOUSSELIN, spécialiste de la préfabrication béton, et un consultant Julien LEBOURGEOIS, nous décidons tous les trois de lancer une démarche de recherche sur une liaison collée pour nos deux matériaux « **Coller du bois et du béton en atelier** », et étoffons notre équipe avec des partenaires experts de haut niveau, en créant un consortium, une vraie chance!
- ◆ **En 2015, notre dossier est labellisé, il s'inscrit dans le 19^{ème} appel à projet FUI**. Il est aussi validé par la Région des Pays de la Loire, **nous avons notre sésame!**
- ◆ **Dans la foulée**, de nombreux essais démarrent, avec les liants, les colles, les résines possibles, le rythme est élevé, avec de nombreuses campagnes d'essais. **En 2017, nous déposons le brevet HYBRIDAL® N° FR1756560 sur le caractère innovant du procédé qui consiste en l'application d'une couche de liaison d'accrochage entre le bois et le béton.**
- ◆ Après cette **période d'innovation validée, l'ATEX de type A**, délivré par le **CSTB**, devenait un objectif atteignable. Pour cela, **un ensemble de différentes campagnes d'essais** sont menées afin de définir et justifier les caractères mécaniques de l'adhérence, statiques, dynamiques (sismique), les caractères à la fatigue, de durabilité et acoustiques.
- ◆ **En 2020, notre ATEX A est obtenu auprès du CSTB**, les essais montrant un comportement mécanique résistant et linéaire des planchers au-delà des résultats escomptés. Cela nous permet aujourd'hui une mise sur le marché du produit HYBRIDAL® sans limite de surface ou de volume sur le territoire français et frontalier.



UNE SOLUTION DE PLANCHERS PRÊTE-À-POSER

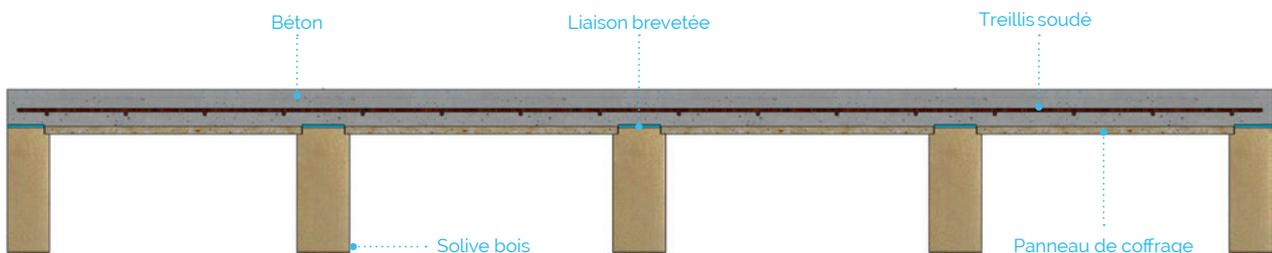
L'innovation



HYBRIDAL® est un procédé innovant de plancher **mixte bois-béton collé** réalisé à partir d'éléments fabriqués et assemblés en usine ayant pour dimensionnement typiquement 2,40 m de largeur et de 6,00 à 15 m de longueur de portée, selon le besoin. Chaque élément est constitué d'un squelette en bois en partie tendue et d'une dalle de compression en béton armé d'au moins 7 cm en partie supérieure.

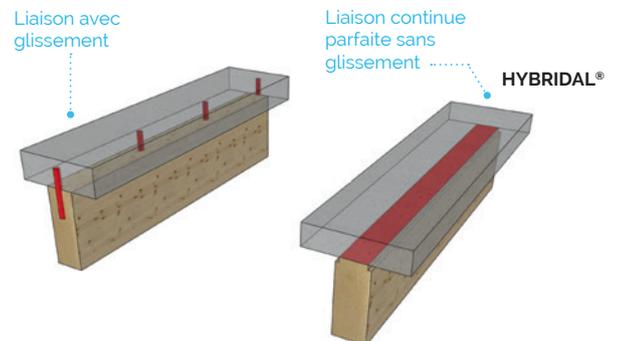
De l'idée au prêt à poser

Depuis 2015, les 3 partenaires de ce projet travaillent ensemble au développement de la technologie HYBRIDAL® de bois-béton collé appliquée au plancher intermédiaire. Ils ont croisé leurs compétences, **validé et breveté** le concept d'une liaison structurale entre le bois et le béton par collage, mis au point et certifié une première solution de plancher. HYBRIDAL® a réalisé une analyse de cycle de vie puis une **fiche FDES**. Il est certain que le travail inter-filières est un pas nécessaire vers une construction plus intelligente, économe en ressources, utilisant des énergies moins carbonées avec le bois et des matériaux biosourcés, assurant un stockage du carbone dans les bâtiments.



Une liaison parfaite avec le bon matériau au bon endroit

Le procédé de connexion collée permet l'assemblage parfait sans glissement offrant une inertie optimale de la section bois-béton. Le procédé assure ainsi une meilleure rigidité et permet de réduire la retombée du plancher.



UN PLANCHER TESTÉ À TOUTE ÉPREUVE

HYBRIDAL® est un système de plancher breveté et validé par le CSTB. Ses performances ont été testées en laboratoires* à l'échelle 1. Il est dimensionné conformément aux normes européennes en vigueur.

BREVET n° FR3068997



11 rapports d'essais permettent d'assurer et de conforter la maîtrise théorique du concept en passant par :

Essai 1 LMC2*

Estimation des proportions de liant à la mise en œuvre sur poutre

Essais 2 et 3 LMC2*

Influence de la fatigue

Essai 4 LMC2*

Caractérisation mécanique statique

Essai 5 LMC2*

Influence du type de liant sur le comportement mécanique global des poutres hybrides

Essai 6 LMC2*

Caractérisation mécanique statique

Essai 7 LMC2* - Push-out

Caractérisation mécanique de l'adhérence

Essai 8 DB Acoustique***

Étude acoustique

Essai 9 LMC2*

Caractérisation mécanique statique

Essai 10 LMC2*

Caractérisation mécanique de l'adhérence

Essai 11 Bois HD**

Test de durabilité

* **LMC2** - Le Laboratoire des Matériaux Composites pour la Construction, basé à l'Université LYON 1, étudie les matériaux et structures composites, analyse et modélise le comportement d'ouvrage ou de parties d'ouvrages de génie civil renforcés par matériaux composites.

** **Bois HD** - La plateforme régionale d'innovation Bois HD accompagne les entreprises de la filière bois dans leur projet de recherche et développement et d'innovation, notamment dans la réalisation d'essais de caractérisation matériaux.

*** **DB Acoustique** est un bureau d'études spécialisé dans l'étude et la mesure du bruit.

2. DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

HYBRIDAL® est un système plancher à faible empreinte environnementale accompagnant le respect des nouveaux seuils de la RE2020.

EMPREINTE CARBONE

À travers la réduction des 2/3 de l'utilisation du béton dans la dalle et l'intégration du bois issu de forêts gérées durablement, HYBRIDAL® intègre dans les constructions un matériau géré durablement qui permet le stockage de CO₂.

Selon le référentiel de l'ADEME, HYBRIDAL® peut justifier d'une réduction de 134 kg CO₂ eq. /m² par rapport à une dalle béton de 20 cm d'épaisseur.

HYBRIDAL® valorise l'utilisation de matériaux biosourcés :

- ◆ Solives en lamellé collé certifié PEFC
- ◆ Colle à base de résine époxydique bi-composant classée A+



- ◆ Béton à base de ciment produit par une centrale à béton locale



OPTIMISATION DES OPÉRATIONS

Issu de la filière sèche, le pré-assemblage d'HYBRIDAL® en usine permet d'optimiser les transports en amont et de diminuer les opérations et les nuisances sur chantier (bruit, poussières, fumées).

HYBRIDAL® est une solution prête à poser réduisant la pénibilité liée à la manutention des charges lourdes et permettant de travailler en toute sécurité.

Nos modes opératoires ne nécessitent pas l'utilisation d'eau sur le chantier. Notre préfabrication permet de limiter l'utilisation de matériel bruyant sur le chantier. Elle contribue également à maintenir la propreté intérieure et extérieure du chantier.



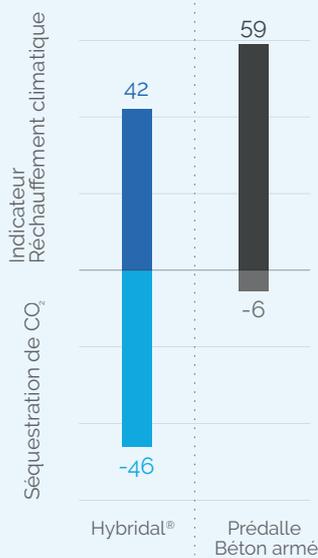
CALCUL ANALYSE CYCLE DE VIE



HYBRIDAL® est un système conçu dans une logique d'éco-conception.

La **fiche FDES** n°6-347:2020 est disponible sur la base INIES.

Comparaison entre le plancher HYBRIDAL® et une solution courante, pour l'indicateur « impact réchauffement climatique » (en kgCO₂Eq/m²)

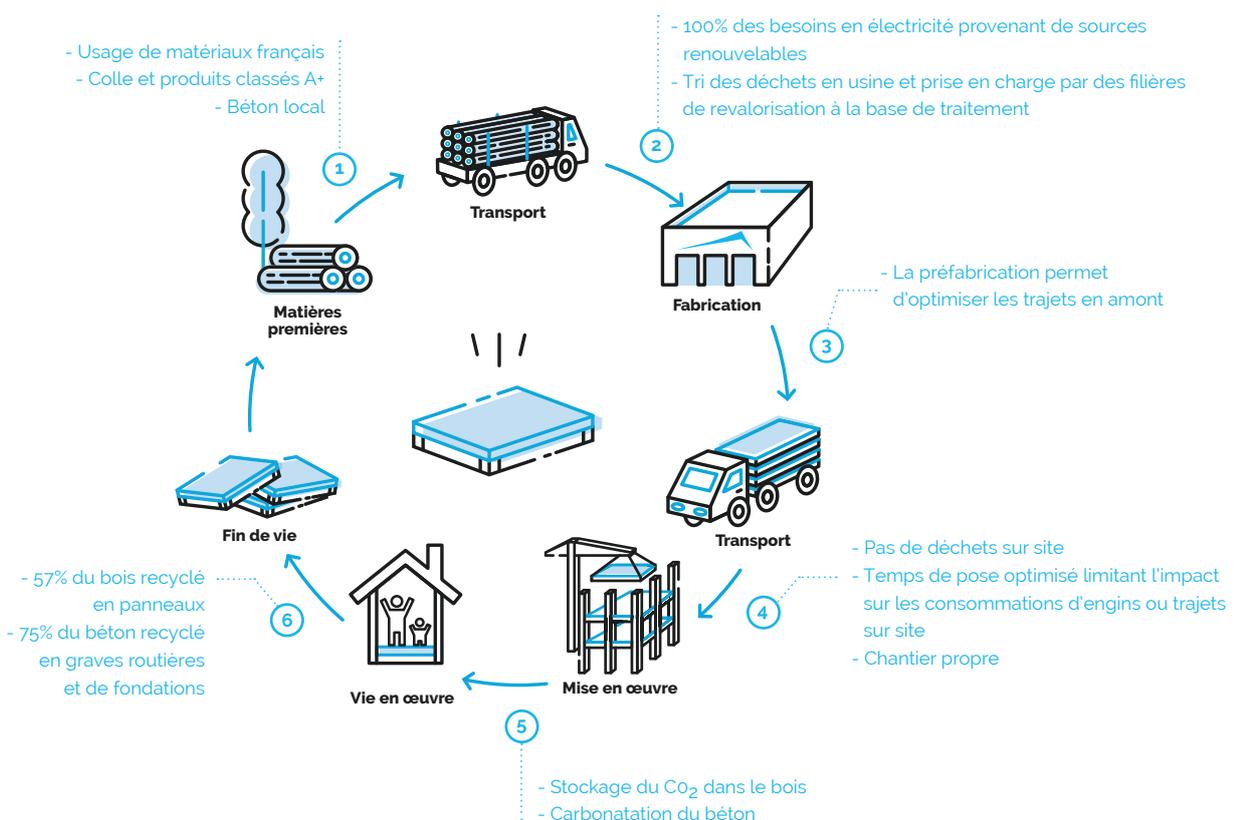


La préfabrication permet de limiter de près de 95 % la production de déchets sur le chantier. L'usine de préfabrication met tout en œuvre pour réduire, optimiser et réutiliser les chutes. Les déchets y sont triés et pris en charge par des partenaires pour être revalorisés en matière ou en énergie.

La préfabrication permet également de préparer uniquement les matériaux nécessaires sur le chantier limitant le gaspillage et la production de déchets d'emballage.

Le bureau d'études interne d'HYBRIDAL® propose pour la déconstruction ou la rénovation des bâtiments futurs, des solutions constructives avec une approche de réemploi, recyclage et démontage.

- Hybridal® Stockage
- ACV Hybridal®
- Prédalle en béton armé + dalle de compression - carbonatation
- ACV Prédalle en béton armé + dalle de compression



IMPACT SOCIAL

L'innovation HYBRIDAL® est une réponse vertueuse en agissant sur l'impact social positif et économique, en créant de la valeur, pour les équipes et le territoire.



NOS LABELS

Le label « **Bois de France** » est délivré aux entreprises françaises qui ont fait le choix d'un approvisionnement dans les forêts françaises et d'une transformation en France, et qui le garantissent par leur engagement dans la démarche Bois de France.

Le label **PEFC** certifie les entreprises qui transforment le bois afin d'assurer la traçabilité de la matière depuis la forêt jusqu'au produit fini.

Le label **Lucie 26000**, garantit les pratiques et engagements RSE de son organisation.

Le contrat **équilibre+** assure que 100% des besoins en électricité proviennent de sources renouvelables.



3. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

L'association du bois, en partie tendue, et du béton, en table de compression, est maintenant éprouvée pour la réalisation de plancher. Le système de liaison employé pour HYBRIDAL® annule les phénomènes de glissement d'assemblages. Les volumes de matériaux utilisés et la hauteur du complexe sont alors optimisés. Nos planchers vont de 6 à 15 m de portée sur deux appuis.

L'ajout de charges ponctuelles, nécessite des études plus approfondies. Notre bureau d'études est en capacité de répondre spécifiquement à vos demandes et de trouver les solutions adéquates.

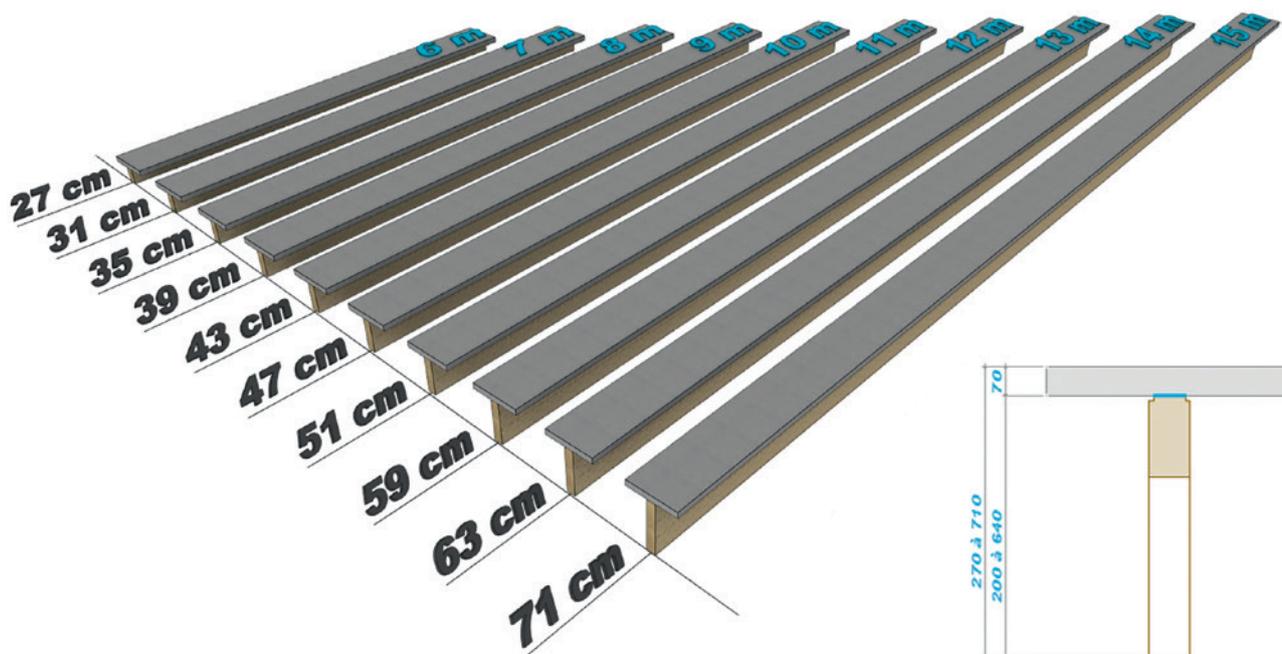
Des éprouvettes ont été particulièrement testées pour garantir la liaison bois béton fiable et pérenne. Des essais de type push-out, réalisés selon les normes en vigueur, ont permis de caractériser une rigidité de connexion équivalente à des éléments

collés. La tenue dans le temps de la liaison bois béton a été éprouvée par des tests de vieillissement réalisés par la plateforme régionale d'innovation Bois HD.

Notre bureau d'études interne réalisera l'ensemble des études et mises en plan. Il est à votre écoute pour valider le bon emploi du procédé ainsi que la réalisation de détails techniques.

Charge exploitation 150 Kg/m²

(Habitations/logements, salles de jeux et repos, crèches, ...)

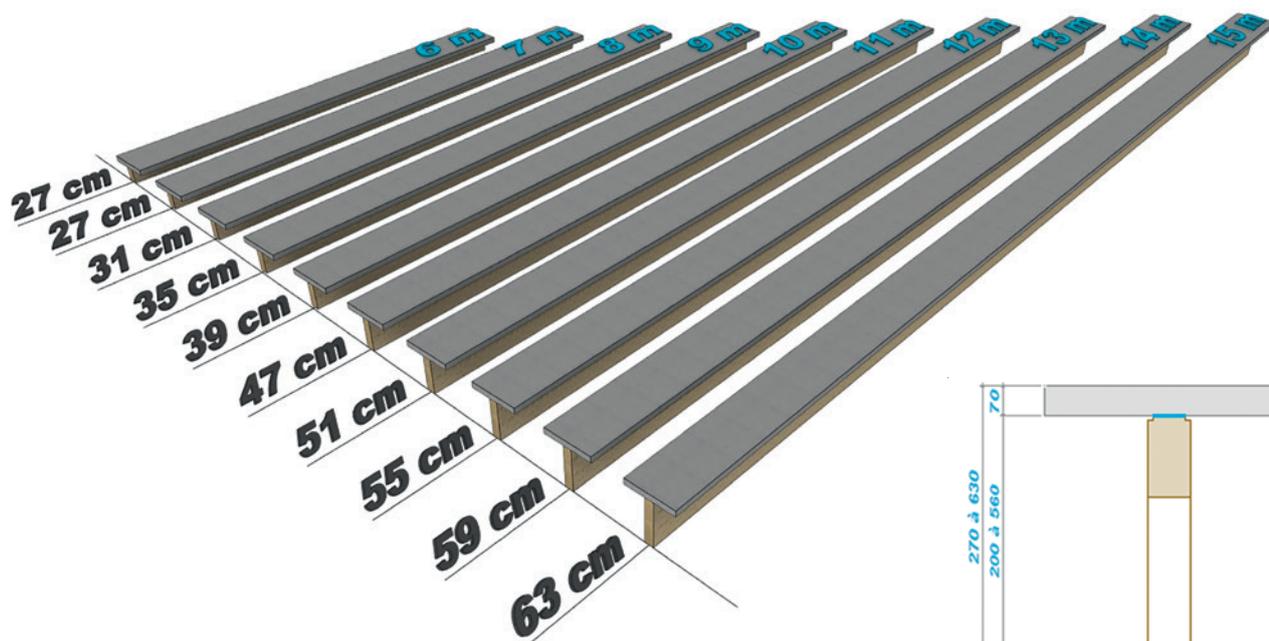


G = 50 daN/m² (sol & plafond, cloisons légères, hors poids propre plancher, dont 20 Kg/m² charges fragiles).

Flèche avec éléments fragiles : L/500 (L ≤ 7 m) & L/1000+0,7 cm (L > 7 m). Confort vibratoire validé suivant le cahier 3802-P2-Octobre 2019 du CSTB.

Charge exploitation 250 Kg/m²

(Bureaux, salles de classe, laboratoires, ...)

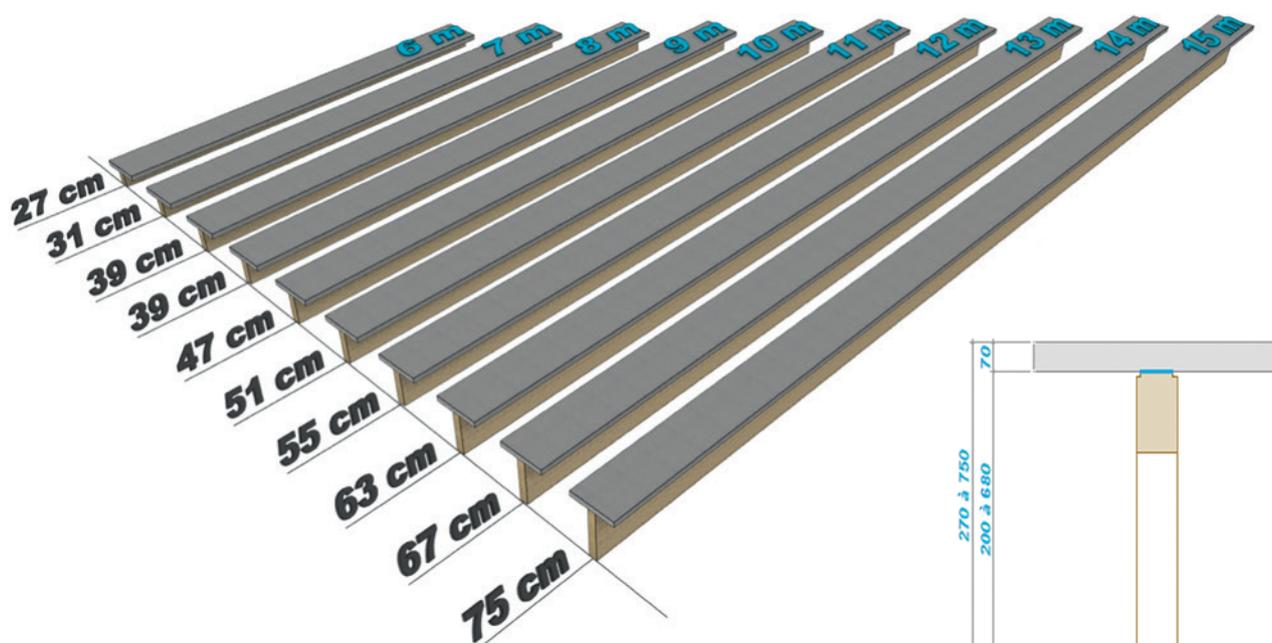


G = 30 daN/m² (sol & plafond, cloisons légères, hors poids propre plancher).

Flèches sans élément fragile : L/350 (L ≤ 7 m) & L/700+1 cm (L > 7 m). Confort vibratoire validé suivant le cahier 3802-P2-Octobre 2019 du CSTB.

Charge exploitation 400 Kg/m²

(Halles, salles de réunion/théâtres, bibliothèques, ...)



G = 30 daN/m² (sol & plafond, cloisons légères, hors poids propre plancher).

Flèches sans élément fragile : L/350 (L ≤ 7 m) & L/700+1 cm (L > 7 m). Confort vibratoire validé suivant le cahier 3802-P2-Octobre 2019 du CSTB.

Les données sont émises à titre indicatif. Pour chaque projet, notre bureau d'études interne réalise des études précises de dimensionnement et en assure la conception.

EMPLOI EN ZONE SISMIQUE

Le procédé HYBRIDAL® vise une utilisation en zone sismique 1 à 4 pour les bâtiments de catégorie d'importance I à IV.

L'intégrité de la connexion sous action sismique a été déterminée sur éprouvettes par essais de cisaillement de type push-out cycliques selon la norme NF EN 12512. Ces essais cycliques ont été réalisés conformément au Guide d'Agrément Technique Européen numéro 3617 édité par le CSTB.

La fonction diaphragme de la dalle de compression permet une sollicitation accidentelle de type sismique. Une justification est réalisée selon l'Eurocode 8.

Les reprises des efforts se feront par la dalle de compression et par les liaisons entre modules pour transmettre les efforts jusqu'aux éléments de stabilité verticaux. Des justifications seront faites sous action sismique, en particulier au droit des liaisons périphériques assurant la liaison entre les diaphragmes béton. Le point particulier sur les liaisons périphériques de la dalle en elle-même est particulièrement justifié pour considérer le diaphragme comme indéformable.

Notre bureau d'études interne intervient pour chaque projet afin d'analyser les données récoltées et réaliser une étude spécifique au chantier.

CONTREVENTEMENT

La stabilité de l'ouvrage consiste à solliciter le plancher en utilisant sa fonction diaphragme. Cette dernière est également assurée par la dalle de compression préfabriquée sur squelette bois.

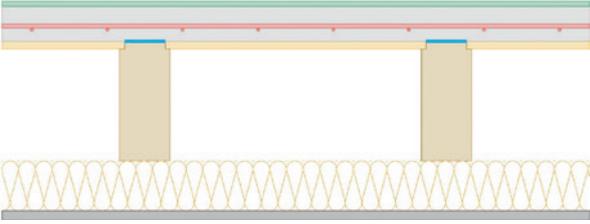
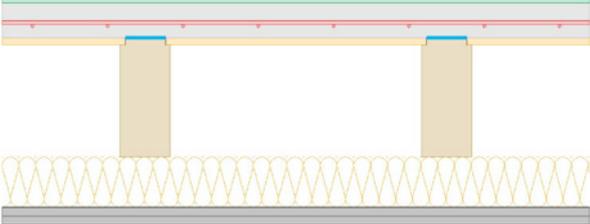
L'effort de cisaillement dû à la reprise de stabilité transite dans la dalle de compression puis sollicite la connexion en cisaillement pour transmettre cet effort à la porteuse. Les caissons agissent donc comme une succession de diaphragmes liaisonnés entre eux mécaniquement pour ramener les efforts horizontaux de contreventement aux éléments de stabilité verticaux du bâtiment (palées, murs, refends béton, etc...).



COMPORTEMENT EN SITUATION D'INCENDIE

Les éléments bois bénéficient d'un classement conventionnel en réaction au feu D-s2, d0 selon la norme NF EN 13501-1. L'adéquation entre ce classement et les exigences réglementaires doit être examinée au cas par cas en fonction du type de bâtiment et de l'emplacement du plancher dans l'ouvrage.

Les éléments bois seuls garantissent la résistance au feu de l'ouvrage en incluant le poids propre du béton sans participation structurale. La justification de la résistance est faite par application de l'Eurocode 5 partie 1-2 en tenant compte des protections éventuelles. Le degré coupe-feu est déterminé par application de l'Eurocode 2 en tenant compte de la dalle béton.

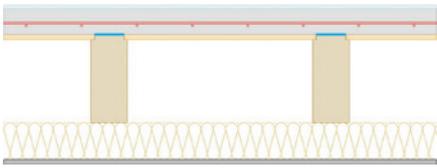
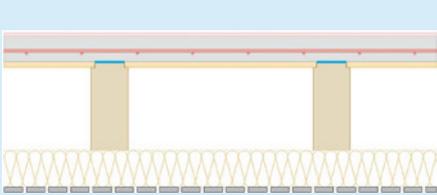
	REI	Détail
	REI 30	<ul style="list-style-type: none"> • Complexe de sol • Dalle béton 7 cm • Fond de coffrage OSB • Solives tous les 60 cm • Laine minérale 60 mm • 1 plaque de plâtre BA18
	REI 60	<ul style="list-style-type: none"> • Complexe de sol • Dalle béton 7 cm • Fond de coffrage OSB • Solives tous les 60 cm • Laine minérale 60 mm • 2 plaques de plâtre BA18

CARACTÉRISTIQUES ACOUSTIQUES

Il faut considérer le plancher HYBRIDAL® dans son environnement. Pour évaluer les besoins vis-à-vis de la réglementation, des études de plancher acoustiques complètes ont été menées*.

Nous nous sommes basés sur des solutions qui sont aujourd'hui des cas courants dans la construction.

Complexes testés et résultats :

Coupe du complexe	Détail	RW (C, Ctr)	Lnw
	Logements : <ul style="list-style-type: none"> • Sol souple 19 db • Dalle béton 7 cm • Fond de coffrage OSB • Cavité 200 mm et solives tous les 60 cm • Laine minérale 100 mm • Plafond BA13 	62 (-2, -5) dB	56 dB
	Bureaux : <ul style="list-style-type: none"> • Sol souple 17 db • Dalle béton 7 cm • Fond de coffrage OSB • Cavité 200 mm et solives tous les 60 cm • Laine minérale 100 mm • Plafond BA13 perforé à 19,6% 	56 (-1, -4) dB	68 dB

* Étude réalisée par DB acoustique.

CONFORT THERMIQUE

Couplé au bois, le béton confère au plancher HYBRIDAL® une inertie complémentaire et une excellente performance d'étanchéité à l'air. En effet, ce matériau dispose d'une excellente faculté à absorber, stocker et restituer l'énergie (chaleur ou fraîcheur) et ainsi améliore le déphasage du bâtiment.

C'est un réel avantage de confort aussi bien en été qu'en hiver. L'objectif est de tirer le meilleur parti des matériaux et de leur qualité. Ce système constructif couplé avec d'autres matériaux isolants et des équipements performants permet d'atteindre des niveaux très élevés de performances énergétiques.



CONFORT VIBRATOIRE

Grâce à sa connexion sans glissement, le plancher HYBRIDAL® bénéficie d'une inertie globale nettement améliorée par rapport à un solivage bois classique support de plancher « Lourd » et conserve ainsi un excellent confort vibratoire.

La vérification du critère vibratoire ci-après est faite suivant les prescriptions du cahier 3802_P2-Octobre 2019.

Le dimensionnement s'effectue au sein du bureau d'études au moyen notamment d'un logiciel de calcul à usage exclusif et développé spécifiquement pour le système de plancher HYBRIDAL®.

Le calcul vibratoire des planchers est effectué pour le domaine d'application suivant :

- ◆ Des bâtiments de catégorie d'usage A, B, C1, C3 et D selon NF EN 1991-1-1.
- ◆ Dès lors qu'il correspond aux classes d'ouvrages ci-après et en respecte les critères constructifs.

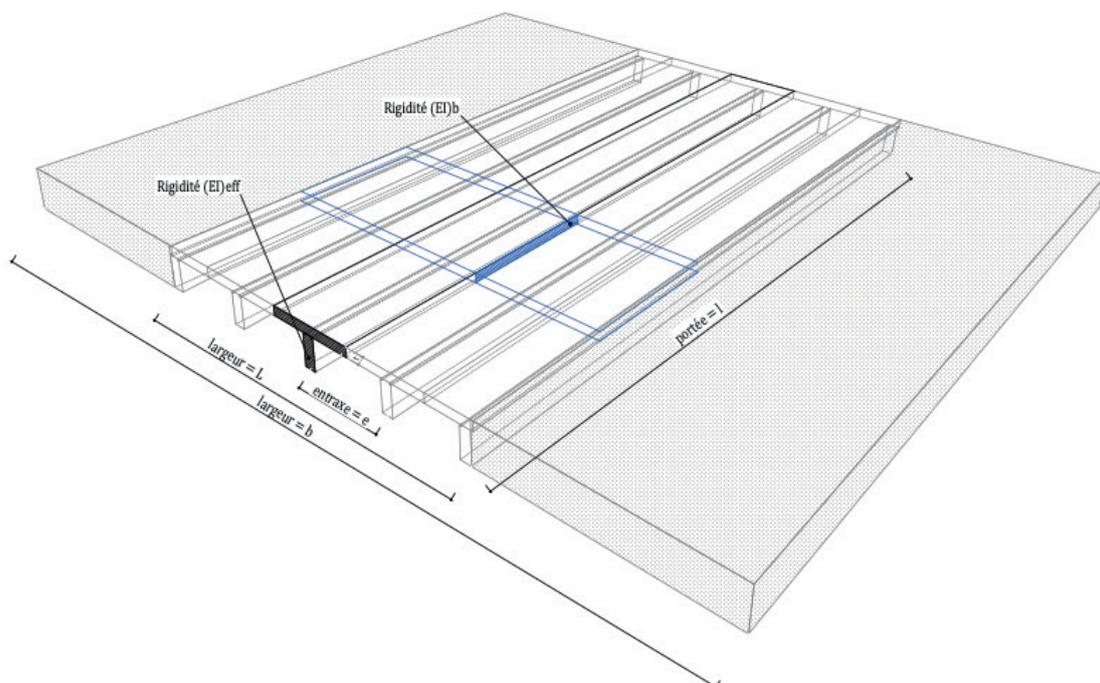
Les planchers à destination particulière (salle de danse, de sport, de gymnastique, laboratoire, ...) devront respecter la fréquence propre minimale de 5Hz avec études spécifiques le cas échéant.

On distingue les classes d'ouvrages de planchers HYBRIDAL® selon leur position, leur destination, et leur composition constructive.

Des critères limites en termes de fréquence, souplesse et accélération y sont adaptés en conséquence.

HYBRIDAL® est composé d'un squelette bois et d'une dalle de compression en béton de 70 mm avec les caractéristiques suivantes :

- ◆ La portée (l)
- ◆ Largeur (b) d'un caisson
- ◆ L'entraxe des solives (e)
- ◆ Largeur (L) de l'ensemble des caissons
- ◆ $(EI)_b$ la rigidité transversale
- ◆ $(EI)_l$ la rigidité longitudinale
- ◆ La masse (m) considérée = charges permanentes + 20% charges Exploitation



Classe I :

Planchers séparatifs de logements ou de bureaux ou salles de réunion.

Classe II :

Plancher au sein d'un même logement, utilisation usuelle.

Classe III :

Planchers sans exigences vis-à-vis de ce critère ou planchers sous locaux non-habités.

Classe d'ouvrage de plancher	Fréquence f_1	Souplesse W_{1kN}	Accélération a_{lim}
Classe I	$f_{1,lim} \geq 8 \text{ Hz}$	$W_{lim} \leq 0,25 \text{ mm}$	$a_{lim} = 0,05 \text{ m/s}^2$
Classe I	$f_{1,min} \leq f_1 \leq f_{1,lim}$	$W_{1kN} \geq W_{lim}$	$a_{rms} \leq a_{lim}$
Classe II	$f_{1,lim} \geq 6 \text{ Hz}$	$W_{lim} \leq 0,50 \text{ mm}$	$a_{lim} = 0,1 \text{ m/s}^2$
Classe II	$f_{1,min} \leq f_1 \leq f_{1,lim}$	$W_{1kN} \geq W_{lim}$	$a_{rms} \leq a_{lim}$
Classe III	$f_{1,lim} \geq 4,5 \text{ Hz}$		

TRÉMIES ET RÉSERVATIONS

Nous préfabriquons en usine des caissons de planchers composés de la structure bois et de la table de compression. Tous les projets demandent des passages de réseaux et des réservations.

L'emploi d'HYBRIDAL® n'empêche pas de répondre à ces problématiques. Si la réservation est entre deux porteuses bois, seuls des renforts de ferrailages sont nécessaires. Ils sont intégrés en usine au moment du coulage du béton.



Dans certains cas, il peut être nécessaire de créer des chevêtres recoupant une ou plusieurs solives et repris par des solives d'enchevêtrement, dont la section devra être dimensionnée pour être capable de supporter la charge ponctuelle amenée par le chevêtre. Les liaisons chevêtres/enchevêtrements s'effectuent de manière habituelle, conformément aux règles données dans la norme NF EN 1995.

Des traversées de poutres horizontales sont aussi possibles avec une étude de renforcement à partir de la DIN EN 1995-1-1/NA qui sera spécifiquement réalisée.

4. APPLICATIONS

DOMAINE D'EMPLOI

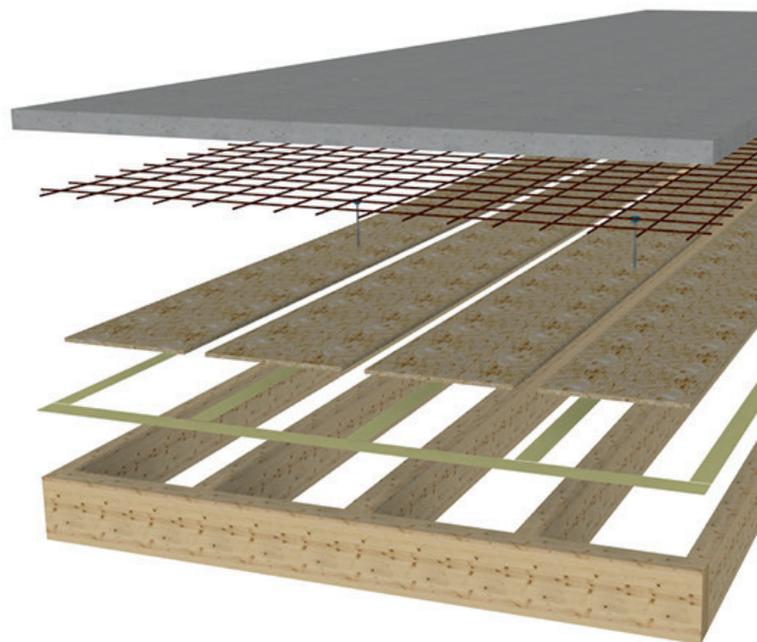
Matériaux utilisés : nos éléments sont principalement fabriqués avec du bois Gl24h et du béton C40/50. Nos planchers étant fabriqués à la demande et propres à chaque chantier, tout cela est adaptable en fonction des nécessités.

TYPE D'OUVRAGE

Classes de service et classes d'emploi : L'emploi de bois traité lors de la fabrication permet la réalisation d'ouvrages de structure en classes de service 1 et 2 au sens de la norme NF EN 1995-1-1 (Eurocode 5) et en classes d'emploi 1 et 2 au sens de la norme NF EN 335.

CATÉGORIE D'USAGE

Le procédé HYBRIDAL® est destiné à la réalisation de bâtiment de catégories d'usage A, B, C1, C2, C3, D1 et E1 au sens de la norme NF EN 1991-1-1 (Eurocode 1).



*logement
collectif*



*immeuble
tertiaire*



*bâtiment
d'enseignement*

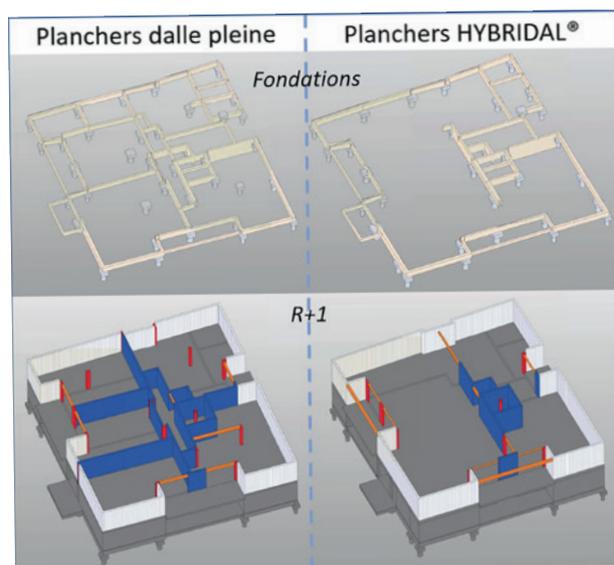
ÉTUDE METH&OR

Pour conforter l'équipe dans ses choix et estimer l'apport de la solution HYBRIDAL[®], une comparaison a été faite, par le bureau d'études spécialisé METH&OR, pour un bâtiment de logement et un ERP.

Étude de cas Logements

L'étude a été faite pour un immeuble de 32 logements en R+3. La structure se décompose ainsi :

- ◆ Voiles intérieurs en béton armé
- ◆ Façades en briques
- ◆ Planchers :
 - **Solution traditionnelle** : Planchers en dalle pleine-béton armé
 - **Solution HYBRIDAL[®]**
- ◆ Chargement en exploitation : 150 kg/m²



Aspect organisationnel

La préfabrication du plancher simplifie la mise en œuvre et optimise les délais de pose. Les gains sur chantier sont observés sur les postes suivants :

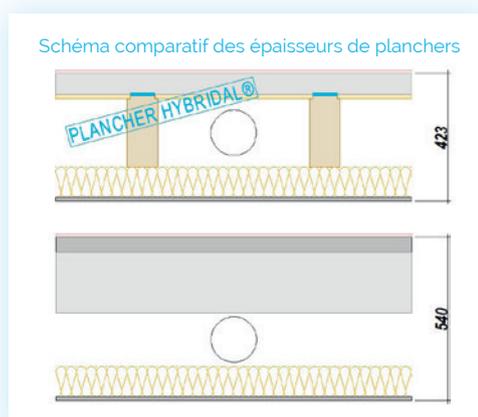
	Solution traditionnelle	Solution HYBRIDAL [®]	Gain
Saturation de grue	70 jours	59 jours	-16%
Budget d'heures	4838 heures	3437 heures	-29%
PIC Effectif	27 personnes	21 personnes	-22%

Ce gain impacte le budget d'heures mais diminue aussi la pénibilité et optimise la sécurité en phase chantier.

Épaisseur des complexes

Cette étude a aussi mis en avant un point sur les complexes de plancher. Pour le plancher béton pris en compte, il est de 540 mm.

Le complexe HYBRIDAL[®] permet le passage des réseaux fluides entre solives. Le complexe est alors variable en fonction de cette possibilité et des études de passages de réseaux.



5. ASPECT ARCHITECTURAL

UNE SOLUTION PERSONNALISABLE

Le plancher peut être complété d'un faux plafond en fonction des exigences esthétiques, acoustiques ou coupe-feu. Ces plafonds peuvent être fixés soit entre les solives, soit en dessous et être réalisés à base de plaques ou de tout autre matériau et système existant dans le commerce.

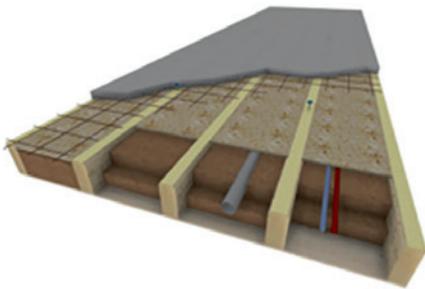
Le solivage peut être laissé apparent ou complété d'une sous-face posée en atelier. Les passages de réseaux entre solives sont possibles et permettent ainsi d'optimiser l'encombrement total du plancher.



DES OPTIONS INTÉGRABLES DÈS LA CONCEPTION

Pour une facilité de mise en œuvre, de multiples options peuvent être intégrées dans le caisson de plancher à l'étape de préfabrication à l'usine :

- ◆ isolant acoustique
- ◆ intégration des réseaux
- ◆ réservations
- ◆ sous-face apparente



• Intégration de luminaires

REVÊTEMENT DE SOL

La dalle de compression peut recevoir tous types de revêtements de sol associables à ce type de support.



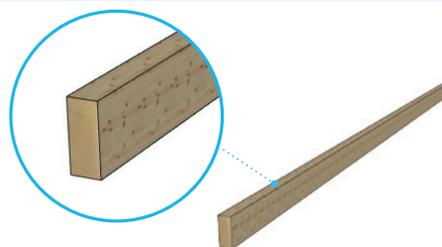
6. PRÉFABRICATION

La préfabrication offre une vraie réponse à la filière sèche, pour une maîtrise de la qualité, de la sécurité et un confort de réalisation pour les compagnons. Grâce à la préfabrication, les géométries sont maîtrisées et les déchets sont plus facilement collectés et triés. C'est également un gain de temps considérable sur site et autant de nuisances en moins pour les riverains. Cette innovation offre une vraie capacité d'industrialisation !

La production d'HYBRIDAL® s'effectue suivant des processus parfaitement maîtrisés.

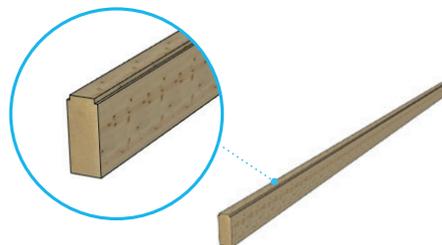
Mise à longueur :

Les solives en lamellé-collé sont mises à longueur par les centres d'usinages suivant la conception faite en amont à l'aide de logiciels de Conception Assistée par Ordinateur (CAO). Elles sont numérotées et contrôlées à la sortie d'usinage.



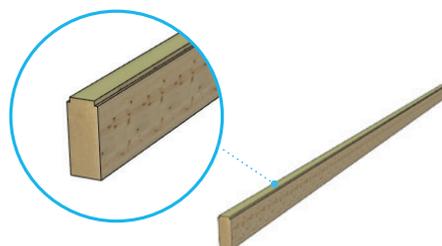
Feuillures :

Des feuillures sont réalisées de part et d'autre des solives afin de recevoir le fond de coffrage.



Liaison brevetée :

Dépose de la liaison brevetée au-dessus de chaque solive constituant le squelette des caissons de plancher.



Assemblage du squelette :

Une fois sèches, les poutres sont assemblées afin de constituer le squelette, l'ossature du plancher. Une fiche suiveuse est attribuée à chaque module assemblé. Elle suivra ce dernier jusqu'à sa pose sur le chantier afin d'assurer un contrôle qualité maximal.



Pose de fond de coffrage et mise en place des ancrages :

Le fond de coffrage contribue à la fois de support pour le béton et de diaphragme rigide le temps de la préfabrication afin de maîtriser avec précision la géométrie des structures.

Les ancrages permettent la manutention de la structure bois seule comme la manutention du produit fini avec sa dalle de compression. Avoir le même moyen de levage de la fabrication à la pose, le tout dans un but écologique & économique. Un placement précis pour la répartition des efforts et pour une hauteur de noyage respectée, leur mise en place est référencée dans le contrôle qualité.



Pose du coffrage et ferrailage :

La pose des coffrages est réalisée de façon guidée afin d'assurer une hauteur de béton nécessaire lors de la phase de coulage de la dalle de compression. Elle fait l'objet du suivi qualité afin d'assurer une planéité parfaite du plancher mixte.

Le treillis soudé joue deux rôles pour les planchers, celui d'anti-fissuration afin de garantir l'intégrité de la dalle et d'action structurale en cas de fonction diaphragme du plancher bois-béton.



Coulage des dalles de compression :

Lors du coulage de la dalle de compression, le béton provenant de la centrale fait l'objet de contrôles avant coulage : un contrôle de consistance mesuré suivant les caractéristiques déterminées, un contrôle visuel et un contrôle destructif en compression post séchage.



Décoffrage :

Une fois que la résistance minimale est obtenue et mesurée à l'aide d'un scléromètre, les modules préfabriqués peuvent être décoffrés. Les modules sont ensuite déplacés pour un stockage en attendant la montée en résistance optimale avant la mise en place sur le chantier. Après séchage, le plancher est prêt à être envoyé sur site, puis levé.





Le contrôle de la qualité effectué selon des procédures spécifiques à tous les stades de la fabrication est un engagement quotidien de l'usine.

HYBRIDAL Fonderies Bois-Béton Côté		FICHE AUTOCONTROLE HYBRIDAL F2 BETONNAGE		DOCUMENT F2 Index : 3 Date: 22/12/2020	
Réf chantier :		Réf caisson :			
Contrôle du caisson bois					
Etat général		C	NC	Visa responsable	Actions (si NC)
- absence de chocs et d'impacts					
- Sèchage des solives					
- absence d'éraflures et d'arrachements					
Validation chef d'équipe					
Contrôle coffrage et ferrillage					
Contrôle du coffrage avant coulage		C	NC	Visa responsable	Actions (si NC)
- Position des coffrages					
- Propreté					
- Épaisseurs					
Contrôle du ferrillage avant coulage					
- Enrobage et position					
- Conformité par rapport au plan					
Validation chef d'équipe					
Contrôle coulage béton					
N° Bon de Livraison béton :		Début de bétonnage (Heure) :		Fin de bétonnage (Heure) :	
		C	NC	Visa responsable	Actions (si NC)
Planificator béton frais					
- Mesure de plasticité - valeur					
Cure du béton					
- Application du produit de cure					
Validation chef d'équipe					
Contrôle décoffrage et levage du caisson en usine					
Décoffrage du béton (15h min de durcissement)		C	NC	Visa responsable	Actions (si NC)
- Date et heure de décoffrage					
Aspect général de la dalle après décoffrage					
- Etat de surface					
- Bullage					
- Arrêtes					
- Absence de fissure					
Contrôle dimensionnel de la dalle (voir Fiche Tolérance A3 - dalle béton)					
- Épaisseur de la dalle - valeurs					
- Planéité de la dalle - valeurs					
Résistance béton durci avant levage du caisson en usine					
- Valeur indice géométrique (éprouv 15 MPa min)					
Levage du caisson en usine					
- Date et heure de levage					
Validation chef d'équipe					
FICHE DE NON CONFORMITE : OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>				Visa Responsable Atelier	
Pièce prête à livrer <input type="checkbox"/>		Pièce nécessitant une réparation sur parc <input type="checkbox"/>			
Pièce mise au rebut <input type="checkbox"/>		Pièce nécessitant une opération lourde <input type="checkbox"/>			

PLAN D'ASSURANCE QUALITÉ

Un plan de contrôle a été mis en place à chaque étape de la production des planchers.

Une procédure de contrôle de la qualité du collage bois-béton a été développée sur la base d'essais de cisaillement type push-out statique sur éprouvettes selon les normes NF EN 408 et l'Annexe B de l'EN 1994-1-1 adaptées et la norme NF EN 26891. Cette procédure a été validée et contrôlée par le CSTB.

Les essais push-out ainsi que les essais de résistance à la compression sur éprouvettes de béton sont confiés à un laboratoire extérieur.



7. MISE EN ŒUVRE

Le plancher HYBRIDAL® s'adapte sur tout type de support. Des détails types ont été réalisés dans ce sens (structures béton, bois, acier, support métal ou maçonné...).

Nous sommes partis sur deux hypothèses principales qui sont un appui continu sur la largeur ou un appui aux quatre angles du caisson.

Notre bureau d'études est aussi présent pour vous accompagner dans d'autres procédés.

Déchargement sur une zone aménagée



Mise en œuvre des caissons de plancher



Pose des sécurités collectives



Liaison des caissons en sous-face avec une nacelle ou gazelle



Mise en œuvre des joints pour un plancher prêt à revêtir



~~Pas de coffrage~~



~~Pas de dispositif d'étaie à prévoir
Pas de coulage sur site~~



~~Pas de temps de séchage de 28 jours~~



LES PLUS

- ◆ Pas d'interface entre les corps d'état
- ◆ Réduction des délais sur site
- ◆ Simplicité de mise en œuvre
- ◆ Diminution du besoin en main d'œuvre
- ◆ Zéro déchet
- ◆ Amélioration des conditions de travail



ASSISTANCE TECHNIQUE POUR LA MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre peut être effectuée par toute entreprise de maçonnerie – gros œuvre ou de charpente bois/métallique, auquel cas ces entreprises bénéficient d'une assistance technique.

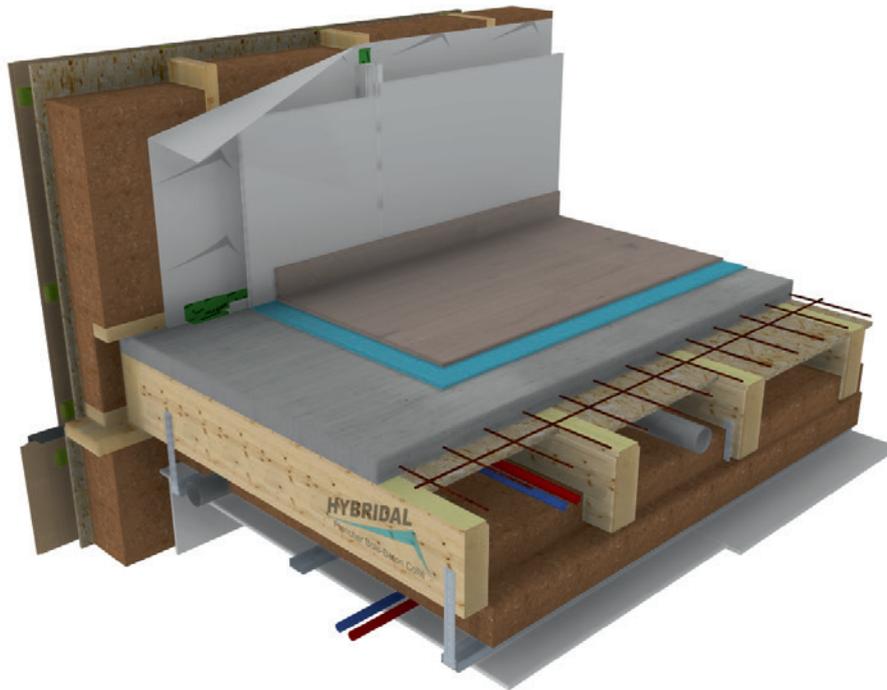
L'assistance consiste en un accompagnement technique au démarrage du premier chantier ainsi que la mise à disposition des fiches d'autocontrôle destinées à garantir le suivi conforme des tâches nécessaires pour une mise en œuvre correcte.

La mise en place rapide des planchers préfabriqués élimine sensiblement la production de déchets sur le chantier. Les chantiers sont ainsi plus propres et nécessitent des emprises plus réduites.

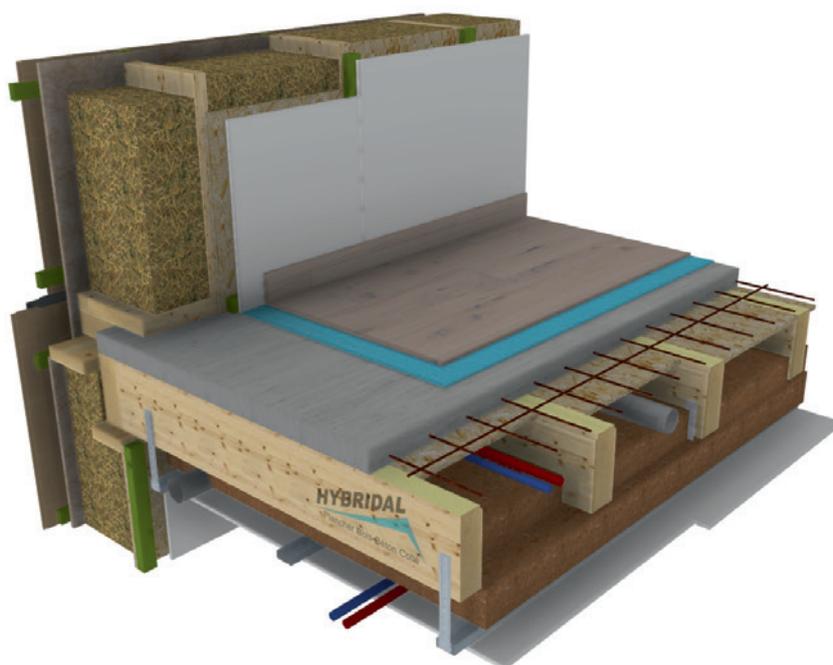


Détails des constructions en bois (exemples)

Pose sur mur ossature bois

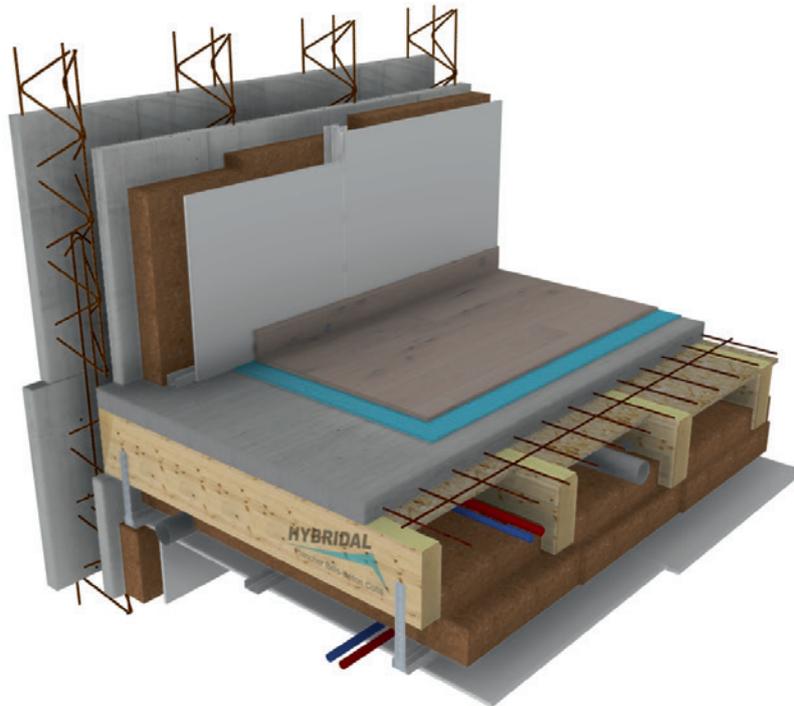


Pose sur mur ossature bois paille

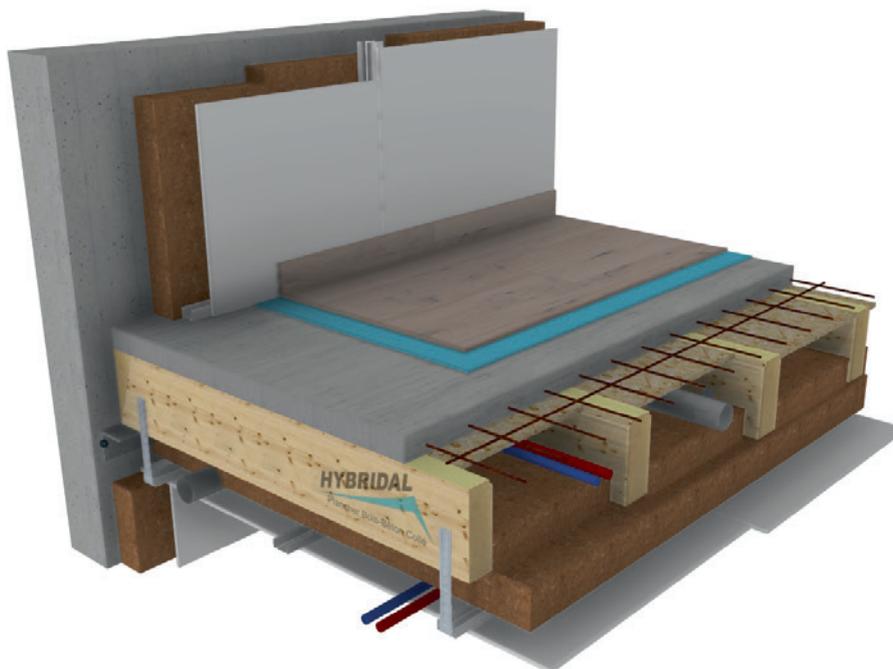


Détails des constructions béton (exemples)

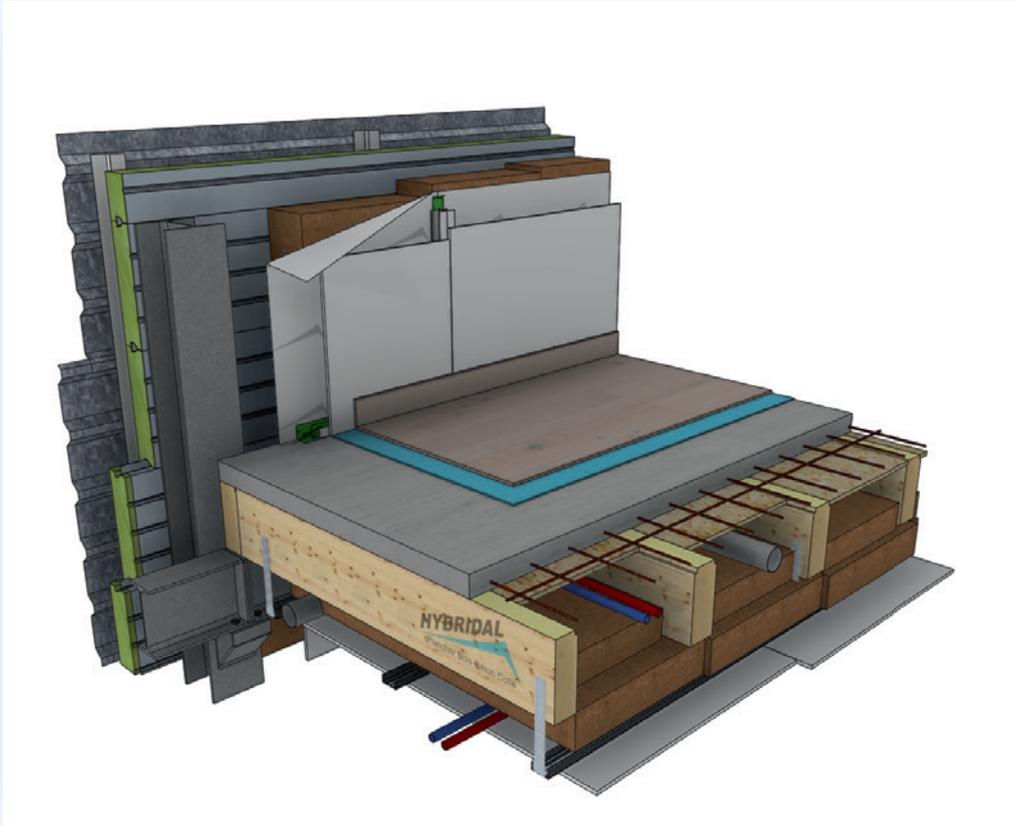
Pose sur mur préfabriqué



Pose sur mur voile BA



Détails des constructions métalliques (exemples)





PARTENAIRES HYBRIDAL®



5 rue des sports • 53360 SIMPLE
02 43 98 10 10 • contact@hybridal.fr

HYBRIDAL

www.hybridal.fr

HYBRIDAL

Plancher Bois-Béton Collé