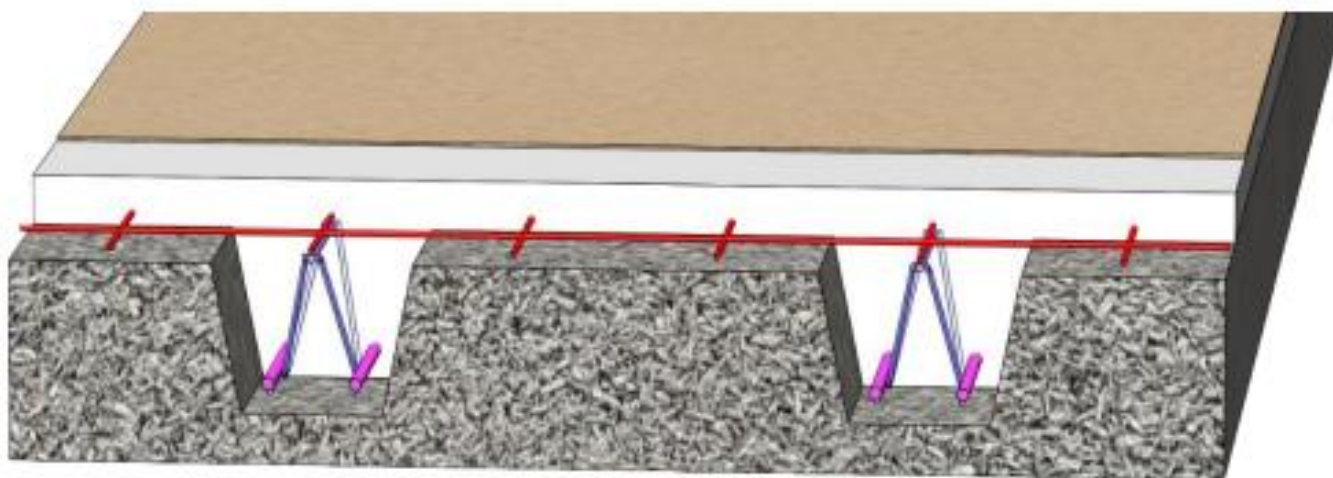


# APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3248\_V1

*ATEx de cas a*

**Validité du 08/01/2026 au 08/01/2028**



Copyright : Société CCB GREENTECH

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur. *(extrait de l'art. 24)*

**A LA DEMANDE DE :**

**Société : CCB GREENTECH**

**Adresse : 515 route de Marcollin, ZI LA MALADIERE 38270 BEAUREPAIRE**

**CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT**

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – Siret 775 688 229 00027 – [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS Meaux 775 688 229 – TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3248\_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de dalle nervurée en béton armé, associé à une prédalle non porteuse servant de coffrage perdu en béton de bois « Système de plancher DS1 ».

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 08/01/2026, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- Demandeur : Société CCB GREENTECH ; 515 route de Marcollin, ZI LA MALADIERE 38270 BEAUREPAIRE
- Technique objet de l'expérimentation :
  - Le procédé « Système de plancher DS1 » est un système de plancher composé d'une prédalle en béton bois faisant office de coffrage perdu, sur laquelle sont coulées en usine des poutrelles en béton armé, l'ensemble étant ensuite complété sur chantier par le coulage d'une dalle de compression. ;
  - Le béton de bois TimberRoc F800 fait l'objet d'une Evaluation Technique des Produits et Matériaux (ETPM n°22/0089 du 14 septembre 2023).

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3248\_V1 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

### APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **08 Janvier 2028**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations et attendus formulés aux §4.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

#### 1°) Sécurité

##### 1.1 – Stabilité des ouvrages et/ou sécurité des équipements

Le dimensionnement des planchers DS1 respecte les prescriptions des textes en vigueur et plus particulièrement la norme NF EN 1992-1-1 et la norme NF P 19-205.

Les talons des poutrelles en béton armée, d'une largeur de 14 cm et espacés de 60 cm maximum, sont coulés en usine sur la prédalle en béton de bois. L'épaisseur de la prédalle est de 5 cm sous les poutrelles et fait la hauteur du talon dans les zones situées entre les poutrelles.

Moyennant le respect des prescriptions du Dossier Technique et les recommandations indiquées au paragraphe 4 de la présente Appréciation, la stabilité mécanique du procédé pour l'utilisation visée est satisfaisante.

##### 1.2 – Sécurité des intervenants

Moyennant le respect des dispositions usuelles relatives à la manutention et pose des éléments préfabriqués, ainsi que les dispositions constructives décrites dans le Dossier Technique relatives aux opérations de bétonnage, la sécurité des intervenants peut être considéré comme satisfaisante.

##### 1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Le procédé « Système de plancher DS1 » a fait l'objet d'une appréciation de laboratoire n°054365-A délivrée par le CERIB, permettant de justifier un classement jusqu'à REI 240.

En situation d'incendie, les résistances maximales du plancher (par ml) en flexion positive (en travée)  $MR_{d,fi,t}$  et au tranchant  $VR_{d,fi,t}$ , sont indiquées dans le Tableau 4 et dans le Tableau 5 de l'appréciation de laboratoire.

##### 1.4 – Sécurité en cas de séisme

Les dalles DS1 peuvent être utilisées dans toutes les zones sismiques en France métropolitaine et pour des bâtiments de catégories I à IV.

Le présent document comporte 127 pages dont deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3248\_V1

L'utilisation du procédé en zone sismique impose que l'épaisseur de la membrure supérieure du plancher soit au minimum égale à 70 mm, conformément au paragraphe 5.10 (1) de la norme NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale.

### 2°) Faisabilité

#### 2.1 – Production

La fabrication du béton de bois et des prédalles DS1 est réalisée au sein de l'usine de CCB Greentech ou des sites industriels licenciés. Les contrôles de fabrication sont effectués conformément à un PAQ établi par le titulaire.

#### 2.2 – Mise en œuvre :

La mise en œuvre ne présente pas de difficulté particulière pour une entreprise de gros œuvre et sa faisabilité est donc avérée, à condition de respecter les prescriptions du Dossier Technique.

#### 2.3 – Assistance technique

CCB GREENTECH met à disposition de l'entreprise de pose une documentation détaillant les spécificités de mise en œuvre du procédé et apporte, en cas de besoin, une assistance technique sur demande de l'entreprise.

### 3°) Risques de désordres

Les risques de désordre sont les mêmes que ceux d'un plancher à poutrelles classique. Ils peuvent donc être considérés comme minimes à condition de respecter les recommandations du paragraphe 4 ci-dessous.

### 4°) Recommandations

Il est recommandé ce qui suit :

- les porte-à-faux hors balcon doivent être traités comme des terrasses non accessibles au sens la NF EN 1991-1-1 ;
- les tirefonds de suspension doivent être mis en place en usine lors de la fabrication du procédé, après le coulage des talons des poutrelles.

### 6°) Rappel

Le demandeur devra communiquer au CSTB, au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

Dans le cas de volumes vendus par un distributeur, le demandeur devra communiquer au CSTB pour chaque distributeur le volume vendu.

En complément, l'Avis de Déclaration des application couvertes par l'ATEX, et disponible via le site de gestion des comités d'ATEX par le titulaire, devra être fourni.

## EN CONCLUSION

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

### **Conclusion FAVORABLE**

- La sécurité est assurée,
- La faisabilité est probable,
- Les désordres sont minimes.



Champs sur Marne,  
Le Président du Comité d'Experts,

Ménad CHENAF

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3248\_V1

### ANNEXE 1

#### FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société CCB GREENTECH ; 515 route de Marcollin, ZI LA MALADIERE 38270 BEAUREPAIRE

#### Définition de la technique objet de l'expérimentation :

- Le procédé « Système de plancher DS1 » est un système de plancher composé d'une prédalle en béton bois faisant office de coffrage perdu, sur laquelle sont coulées en usine des poutrelles en béton armé, l'ensemble étant ensuite complété sur chantier par le coulage d'une dalle de compression. ;
- Le béton de bois TimberRoc F800 fait l'objet d'une Evaluation Technique des Produits et Matériaux (ETPM n°22/0089 du 14 septembre 2023) ;
- Domaine d'emploi accepté : le procédé est destiné à tout type de structure et à toutes les catégories d'importance de bâtiments, réguliers ou non. Il est applicable pour toutes zones sismiques en France métropolitaine et DROM/COM .  
Les planchers en contact avec le sol, tel que les dallages, sont exclus du domaine d'emploi. La pose inclinée n'est pas visée ;
- Les épaisseurs minimales des planchers DS1 sont de 250mm, comprenant une table de compression d'épaisseur d'au moins 50 mm ;
- Conformément au paragraphe 5.10 (1) de la NF EN 1998-1 et son Annexe Nationale et lorsqu'une vérification en situation sismique s'impose selon l'Arrêté du 22 octobre 2010, l'épaisseur de la membrure supérieure du plancher doit être au moins égale à 70 mm ;
- Le dimensionnement des Planchers DS1 respecte les prescriptions des textes en vigueur et plus particulièrement : la norme NF EN 1992-1-1 et la NF P 19-205.
- Fabrication : La fabrication du béton de bois et des prédalles DS1 est réalisée au sein de l'usine de CCB Greentech ou des sites industriels licenciés. Les contrôles de fabrication sont effectués conformément à un PAQ établi par le titulaire.  
Dans une première étape, la prédalle en béton bois est coulée, elle sert de coffrage perdu pour les talons des poutrelles en béton armé.  
Les tirefonds de suspension doivent être mis en place en usine lors de la fabrication du procédé, après le coulage des talons des poutrelles.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3248\_V1 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

**ANNEXE 2**

**CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE**

Ce document comporte 122 pages.

***Procédé de Système de plancher DS1***

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

Datée du 08 janvier 2026

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3248\_V1.

Fin du rapport

---

# **Dossier Technique ATEX n°3248 – V1 de cas A**

---

## ***Système de plancher DS1***

CCB Greentech  
515 route de Marcollin  
38270 Beaurepaire

# Dossier Technique

Version date du 26/11/2025

|           |                                                                                                   |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>A.</b> | <b>DESCRIPTION .....</b>                                                                          | <b>4</b>  |
| <b>1.</b> | <b>Principe et domaine d'emploi des dalles DS1 .....</b>                                          | <b>4</b>  |
| 1.1.      | Présentation .....                                                                                | 4         |
| 1.2.      | Domaine d'emploi .....                                                                            | 5         |
| 1.3.      | Identification et marquage .....                                                                  | 5         |
| <b>2.</b> | <b>Matériaux, produits et composants .....</b>                                                    | <b>6</b>  |
| 2.1.      | Prédalle - Coffrage perdu en Béton de bois TimberRoc F800 .....                                   | 7         |
| 2.2.      | Prédalle - Poutrelle treillis avec talon en béton .....                                           | 7         |
| 2.3.      | Tirefonds assurant le clavetage mécanique entre béton et béton de bois .....                      | 8         |
| 2.4.      | Armatures métalliques complémentaires .....                                                       | 8         |
| 2.5.      | Béton coulé sur chantier .....                                                                    | 9         |
| 2.6.      | Synthèse des composants des dalles DS1 .....                                                      | 9         |
| <b>3.</b> | <b>Description et conception des dalles DS1 et caractéristiques .....</b>                         | <b>10</b> |
| 3.1.      | Géométries de fabrication .....                                                                   | 10        |
| 3.2.      | Masse surfacique .....                                                                            | 12        |
| 3.3.      | Conception des prédalles DS1 – Règles de dessin .....                                             | 13        |
| <b>4.</b> | <b>Conception d'un bâtiment en dalles DS1 et dispositions structurales .....</b>                  | <b>14</b> |
| 4.1.      | Configurations possibles d'un bâtiment utilisant des dalles DS1 .....                             | 14        |
| 4.2.      | Dispositions particulières .....                                                                  | 15        |
| 4.3.      | Prise en compte de la catégorie de bâtiment et de la zone de sismicité .....                      | 16        |
| 4.4.      | Principes et méthodes de dimensionnement des planchers DS1 .....                                  | 17        |
| 4.5.      | Principes de conception d'un ouvrage utilisant des dalles DS1 et dispositions parasismiques ..... | 20        |
| 4.6.      | Choix des complexes de planchers & revêtements en fonction des usages .....                       | 29        |
| <b>5.</b> | <b>Sécurité incendie .....</b>                                                                    | <b>33</b> |
| 5.1.      | Durées de résistance au feu .....                                                                 | 33        |
| 5.2.      | Réaction au feu .....                                                                             | 33        |
| 5.3.      | Disposition particulière de mise en œuvre .....                                                   | 33        |
| <b>6.</b> | <b>Fabrication et contrôles .....</b>                                                             | <b>34</b> |
| 6.1.      | Fabrication du granulat de bois TimberRoc .....                                                   | 34        |
| 6.2.      | Fabrication du béton de bois et des prédalles DS1 .....                                           | 35        |
| 6.3.      | Tolérances de fabrication des prédalles DS1 .....                                                 | 42        |
| 6.4.      | Procédures de contrôle .....                                                                      | 44        |
| 6.5.      | Contrôles qualité externe .....                                                                   | 45        |
| <b>7.</b> | <b>Mise en œuvre d'un système de planchers DS1 sur chantier .....</b>                             | <b>45</b> |
| 7.1.      | Manutention, stockage et transport .....                                                          | 46        |
| 7.2.      | Règles d'exécution de la pose et principales étapes de mise en œuvre .....                        | 48        |
| 7.3.      | Tolérances de mise en œuvre .....                                                                 | 54        |
| 7.4.      | Sécurité .....                                                                                    | 55        |
| 7.5.      | Étanchéité à l'air du bâtiment .....                                                              | 55        |
| 7.6.      | Étanchéité à l'eau .....                                                                          | 55        |
| 7.7.      | Performances Thermiques .....                                                                     | 55        |
| 7.8.      | Performances acoustiques .....                                                                    | 56        |

|           |                                                                                                      |           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.9.      | Mise en œuvre des finitions .....                                                                    | 56        |
| <b>8.</b> | <b>Distribution &amp; Assistance Technique.....</b>                                                  | <b>58</b> |
| 8.1.      | Distribution.....                                                                                    | 58        |
| 8.2.      | Fonctionnement des Etudes techniques .....                                                           | 58        |
| 8.3.      | Assistance chantier.....                                                                             | 59        |
| <b>B.</b> | <b>RESULTATS EXPERIMENTAUX .....</b>                                                                 | <b>60</b> |
| <b>1.</b> | <b>Propriétés de résistance mécanique .....</b>                                                      | <b>61</b> |
| 1.1.      | Essais de détermination des résistances des ancrages de levage des dalles DS1 .....                  | 61        |
| 1.2.      | Essais de détermination du moment fléchissant positif à mi-portée et de la flèche limite .....       | 61        |
| 1.3.      | Essais de détermination du moment négatif sur appui.....                                             | 61        |
| 1.4.      | Essais de détermination de l'effort tranchant.....                                                   | 61        |
| 1.5.      | Essais de détermination de flexion transversale prédalle DS1.....                                    | 62        |
| 1.6.      | Essais de détermination de résistance en porte-à-faux .....                                          | 62        |
| <b>2.</b> | <b>Propriétés de résistance au feu.....</b>                                                          | <b>62</b> |
|           | Essais de résistance, étanchéité et isolation au feu des dalles DS1 d'épaisseur 25 cm et 40 cm ..... | 62        |
| <b>3.</b> | <b>Propriétés thermiques .....</b>                                                                   | <b>63</b> |
|           | Essais de conductivité thermique .....                                                               | 63        |
| <b>4.</b> | <b>Propriétés de durabilité .....</b>                                                                | <b>63</b> |
| 4.1.      | Essais de résistance aux termites .....                                                              | 63        |
| 4.2.      | Evaluation de la durabilité .....                                                                    | 63        |
| <b>5.</b> | <b>Propriétés acoustiques .....</b>                                                                  | <b>63</b> |
| 5.1.      | Essais d'affaiblissement acoustique et de bruits de choc normalisé.....                              | 63        |
| <b>C.</b> | <b>REFERENCES.....</b>                                                                               | <b>64</b> |
| <b>1.</b> | <b>Données environnementales .....</b>                                                               | <b>64</b> |
| <b>2.</b> | <b>Sites de production licenciés.....</b>                                                            | <b>64</b> |
| <b>D.</b> | <b>DOSSIER DES ANNEXES.....</b>                                                                      | <b>65</b> |
| <b>1.</b> | <b>Annexe n°1 : Abaques de prédimensionnement des dalles DS1 .....</b>                               | <b>66</b> |
| <b>2.</b> | <b>Annexe n°2 : Principe de dimensionnement à l'EC2 par un BE Structure.....</b>                     | <b>70</b> |
| <b>3.</b> | <b>Annexe n°3 : Charges Maximales Utiles (CMU) des inserts de levage des prédalles DS1 .....</b>     | <b>71</b> |
| <b>4.</b> | <b>Annexe n°4 : Conception des dalles DS1 – Règles techniques de dessin .....</b>                    | <b>75</b> |
| <b>5.</b> | <b>Annexe n°5 : Point particuliers de la mise en œuvre des prédalles DS1 .....</b>                   | <b>87</b> |

# A. Description

---

## 1. Principe et domaine d'emploi des dalles DS1

---

### 1.1. Présentation

Les dalles DS1 sont destinées à la réalisation de systèmes de planchers.

Au sens de l'Eurocode 2 (EC2.1.1§5.3.1(6)), les dalles DS1 sont des planchers nervurés béton avec des performances propres à la technologie de mise en œuvre utilisant du béton de bois TimberRoc.

Elles peuvent être associées entre elles au sein d'un même bâtiment, en intérieur ou en extérieur, en association avec des éléments de structure autres.

Les Dalles DS1 sont constituées :

- D'une prédalle préfabriquée en usine : celle-ci présente un coffrage perdu résistant en béton de bois TimberRoc F800 et des nervures destinées à recevoir des poutrelles porteuses.  
La formulation du béton de bois F800 et ses aptitudes à l'usage visé sont validées par l'ETPM n°22/0089 du 14 septembre 2023.
- D'une dalle de compression en béton armé coulé sur chantier

Les prédalles DS1 sont **des éléments préfabriqués** par l'usine de CCB Greentech à Beaurepaire 38 ou par des usines partenaires disposant de **la licence technologique TimberRoc**.

Le process de fabrication est encadré par le présent dossier technique et par le document « LT1-PAQ PROCESS PRODUCTION PREFABRICATION - TimberRoc ». Les industriels licenciés s'engagent à respecter les processus de fabrication établis et à se conformer aux contraintes et exigences techniques énoncées dans ce dossier technique.

La société CCB Greentech fournit aux sites de production de préfabrication le granulat bois additivé, spécifiquement qualifié pour la fabrication du béton de bois des prédalles DS1. Le granulat de bois additivé fait l'objet d'un Contrôle Production Usine audité par le laboratoire indépendant CERIBOIS.

Les prédalles DS1 sont préfabriquées en usine avec une première étape de moulage du coffrage perdu en béton de bois aux dimensions sur-mesure puis avec une seconde étape de coulage des talons de poutrelles en béton armé avec treillis raidisseurs métalliques dans les réservations longitudinales du coffrage perdu.

La dalle DS1 est finalisée par le coulage du béton armé sur chantier. Ce coulage présente deux objectifs : d'abord de compléter les poutrelles et la dalle de compression du plancher nervuré béton, puis d'assembler la dalle DS1 par des chaînages périphériques en béton armé aux éléments porteurs du bâtiment.

En fonction du dimensionnement, les dalles DS1 peuvent reprendre l'ensemble des sollicitations mécaniques, à savoir charges verticales de poids propre et d'exploitation ainsi que les charges horizontales (Descentes de charge permanentes et temporaires ainsi que sismiques par la fonction diaphragme) et concourent à la stabilité au feu de l'ouvrage. Les chaînages périphériques assurent au bâtiment un comportement parasismique et de maintien aux efforts thermiques.

Les dalles DS1 sont destinées à recevoir sur chantier des éléments de second œuvre (Cf. §4.6 -Choix des complexes de planchers & revêtements en fonction des usages...) :

- En face supérieure : Tous les revêtements admissibles sur une dalle nervurée béton à condition de respecter les DTU respectifs en fonction des critères de flèche.
- En face inférieure :

- Différents type parements (Peinture, Enduits, Faux plafond, Elément technique suspendus, ...).
- Servir par vissage de support de fixation pour des éléments de cloisonnements (contrecloison placo, plaque de plâtre, ...) ou pour des éléments suspendus. Les éléments fragiles devront respecter les critères de flèche de la dalle.

### 1.2. Domaine d'emploi

Le domaine d'emploi revendiqué concerne des bâtiments neufs et des surélévations ou extensions de bâtiments existants de type :

- Les Etablissements recevant du Public (ERP) de catégorie 1 à 5, tout type
- Les Immeubles de Grandes Hauteurs (IGH), toute classe
- Les Bâtiments à Usage Professionnel
- Les bâtiments d'Habitations de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> A&B, 4<sup>ème</sup> famille
- Bâtiment industriel ou agricoles

Tout projet situé en France, métropolitaine (inclus la Corse) et DROM/COM. Pour les zones sismiques de 1 à 4, pour les zones de neige de A1 à E et toutes les zones de vents.

Dimensions des dalles en configuration de base :

- **Portée : 0 à 7,00 m (portées supérieures sur études spécifiques)**
- **Epaisseur finie : 25 cm minimum à 39 cm maximum**

Les planchers DS1 peuvent reposer sur plusieurs types de porteurs courants dans la construction : maçonnerie, béton, murs en béton de bois ou en béton allégé.

Les planchers DS1 ne sont pas destinés à être en contact avec le sol. La pose inclinée n'est pas visée.

Les porte-à-faux en dalle DS1 peuvent être mis en œuvre, qu'ils soient exposés ou non au sens de l'Eurocode 2, sous réserve que les dalles concernées soient non accessibles au final (ce qui signifie hors balcons) et sous réserve de respecter les spécifications énoncées au paragraphe 4.5.6.

Le domaine d'emploi est limité :

- Aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie EA et EB pour lesquels  $W/n < 5g/m^3$
- Aux locaux à forte hygrométrie EB+ Privatifs et EB+ Collectifs pour lesquels  $W/n < 7,5g/m^3$
- Aux locaux à très forte hygrométrie EC, sans toutefois dépasser une valeur  $W/n < 12.5g/m^3$

Avec, au sens du Cahier du CSTB n°3567 :

- W : quantité de vapeur d'eau produite à l'intérieur d'un local par heure, exprimée en grammes par heure (g/h)
- n : le taux horaire de renouvellement d'air exprimé en mètres cube par heure ( $m^3/h$ )

Cela comprend les locaux tels que définis dans le tableau 1 du cahier du CSTB n°3567.

### 1.3. Identification et marquage

Un dossier d'étude est constitué pour chaque projet de construction ; ce dossier comporte une liste des données spécifiques à l'étude et d'identification du procédé constructif DS1, reprise par un étiquetage sur les prédalles DS1 à la livraison.

Cette identification comporte les éléments suivants pour chaque prédalle produit :

- Nom et coordonnées du site de production
- Référence des agréments techniques
- Numéro / référence de dossier ou d'affaire
- Numéro de prédalle DS1 et référence Plan

- Type de prédalle DS1
- Nom du projet ou chantier
- Date de fabrication
- Masse de la prédalle
- Dimensions caractéristiques de la prédalle

## 2. Matériaux, produits et composants

Les matériaux et composants entrants dans la composition ou la mise en œuvre des dalles DS1 sont :

- Coffrage perdu DS1 en béton de granulats de bois TimberRoc F800
- Poutrelles treillis avec talon en béton
  - Treillis raidisseurs
  - Béton traditionnel de classe C25/30 à minima : celui-ci doit atteindre une résistance minimum à la compression de 14 Mpa pour le levage
  - Inserts de levage
  - Acier d'ancrage
- Tirefonds assurant le clavetage mécanique entre béton et béton de bois
- Armatures métalliques complémentaires
  - Armatures de flexion supérieure / chapeaux
  - Treillis soudés structurels
  - Chainages périphériques
  - Armatures de renfort de trémie
- Béton traditionnel de classe C25/30 à minima pour le coulage complémentaire sur chantier.

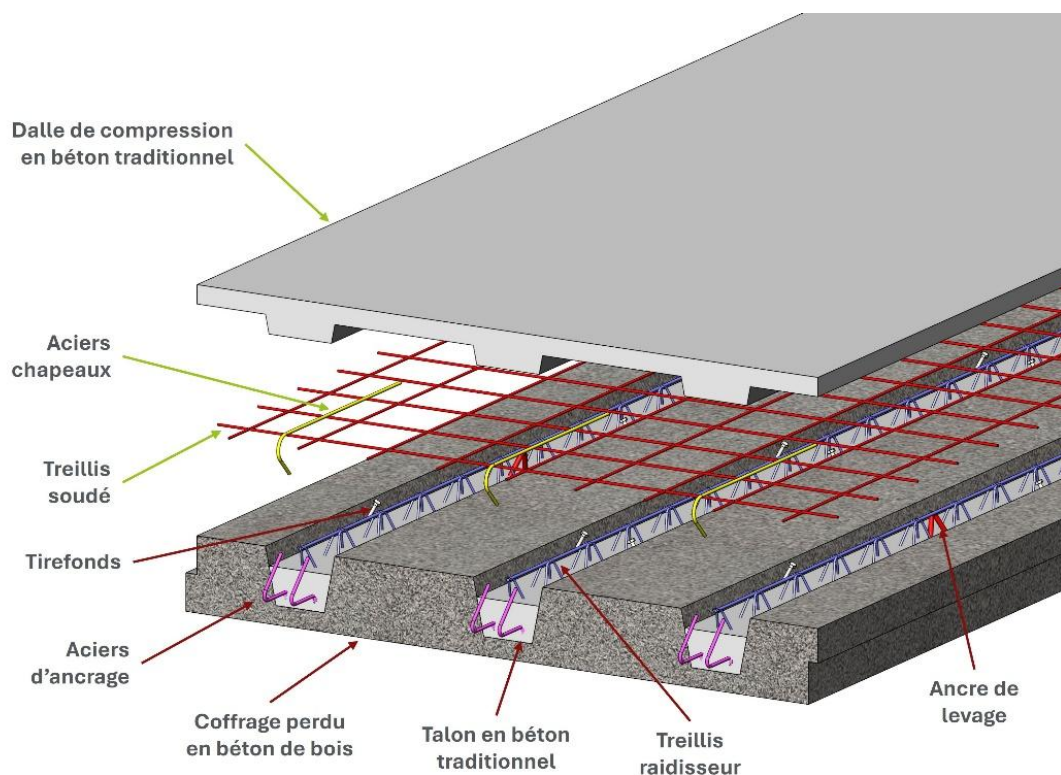


Figure A01 : Principaux composants d'une dalle DS1 : vue éclatée

## 2.1. Prédalle - Coffrage perdu en Béton de bois TimberRoc F800

Les coffrages perdus des prédalles DS1 sont réalisés en béton de bois F800, dont les caractéristiques font l'objet de l'ETPM 22/0089. Le béton de bois F800 est obtenu à partir des composants suivants :

- Granulat de bois résineux broyés ou recyclés ( $\leq 5\%$  en formulation)
- Additifs minéraux - chaux,
- Ciment CE ou NF de type CEM d'indice minimum 42,5,
- Eau.

Le béton de bois mis au point par la société CCB Greentech appartient à la famille des bétons légers à matrice cimentaire et charges végétales de forme granulaire à destination de produits préfabriqués.

Le granulat de bois est obtenu à partir de billons de bois bruts résineux ou de chutes de scieries, provenant de France, écorcés et broyés. Le granulat de bois reçoit ensuite un traitement de minéralisation. Il est fabriqué par le groupe CCB Greentech. Ce granulat est commercialisé sous le nom de « granulat PLB-GS TimberRoc » auprès des usines de préfabrication partenaires ayant contractualisées la licence technologique TimberRoc.

Les usines de préfabrication ayant la licence technologique TimberRoc ont ensuite la charge de la réalisation du béton de bois en suivant les instructions et en réalisant les contrôles communiqués dans le document « LT1-PAQ PROCESS PRODUCTION PREFABRICATION - TimberRoc ». L'eau et le ciment sont ajoutés au granulat bois dans le malaxeur. La mise en œuvre suit un process et un plan d'assurance qualité établis.

Les caractéristiques principales du béton de bois TimberRoc sont les suivantes

| Formulation béton de granulats bois Timberoc | Résistance en compression moyenne $\sigma$ | Conductivité thermique déclarée $\lambda$ | Densité $\rho_{moyen}$                              | Coefficient de diffusion de la vapeur d'eau $\mu$ | Coefficient de dilatation thermique $\alpha$ | Chaleur de combustion mobilisable CCM |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|
| F800                                         | > 4 MPa                                    | 0,16 W/m.K                                | 800 kg/m <sup>3</sup><br>(Stabilisé en utilisation) | 10<br>(coupelle humide)                           | 18.10 <sup>-6</sup> (K-1)                    | 0,108MJ/kg<br>(en épaisseur 24 cm)    |

Tableau DT01 : Caractéristiques principales du béton de bois TimberRoc F800

NOTA :

- Le matériau béton de bois F800 dispose d'une ETPM – Evaluation Technique de Produits et Matériaux – n°ETPM-22/0089 du 14 septembre 2023 (Annexe 1) qui détaille les performances du matériau « F800 ».
- La valeur de la conductivité thermique du béton de bois a été obtenue par des essais.

## 2.2. Prédalle - Poutrelle treillis avec talon en béton

Les poutrelles treillis sont destinées :

- En phase provisoire : à renforcer la résistance à la flexion des prédalles DS1 et répondre aux exigences du levage.
- En phase définitive : à satisfaire aux exigences de résistance en flexion, de résistance au cisaillement et permettre le liaisonnement de la dalle avec ses appuis.

Les poutrelles treillis DS1 sont disposées dans des gorges longitudinales aménagées dans les coffrages perdus en béton de bois.

Celles-ci intègrent donc les treillis raidisseurs, les aciers complémentaires de flexion, les armatures d'ancrage et les inserts de levage.

### 2.2.1. Treillis raidisseur

Le treillis raidisseur doit être conforme à la norme NF EN 10080 et NF A 35-028 ou présenter une certification AFCAB pour les configurations de base.

Pour les 4 configurations de base, des treillis raidisseurs standardisés sont définis.

L'empilage de ceux-ci permet d'augmenter la résistance en cisaillement des dalles DS1

### 2.2.2. Béton des talons de poutrelle coulé en usine

Le béton coulé frais est conforme au projet et à la norme NF EN 206-1. Les caractéristiques minimales du béton de remplissage sont les suivantes, sauf indication contraire du Bureau d'Etudes Structure en charge du projet :

Type XC1

Classe de résistance C25/30 devant atteindre la performance de résistance à la compression de 14 Mpa minimum pour le jeune âge (premier levage).

Classe d'affaissement S4

Diamètre maximum des granulats du béton égal à 10mm.

### 2.2.3. Insert de levage

Des inserts de levage sont insérés dans les treillis raidisseurs avant le coulage du béton du talon des poutrelles treillis.

Ces inserts sont fournis par CCB Greentech ou fabriqués par les partenaires licenciés en conformité avec le présent document Technique. Dans les configurations de base, leur positionnement est défini en fonction des dimensions de la prédalle DS1.

Après coulage sur chantier de la dalle de compression, ces dispositifs sont masqués et ne sont plus accessibles. Les inserts de levage sont formés en acier doux de nuance Re 235 de diamètre 12 mm ou 14 mm en fonction des épaisseurs de prédalles.

Pour la phase de levage, la position de la partie saillante des inserts est située au niveau du filant supérieur des treillis raidisseurs afin que le crochet de l'élingue ne porte pas sur les parois latérales des gorges du coffrage perdu en béton de bois.

Les résistances CMU (Charge Maximale d'utilisation) des différents ancrages et leurs plans sont présentés dans l'annexe n°3 « Charges Maximales Utiles (CMU) des inserts de levage des prédalles DS1 ».

### 2.2.4. Acier d'ancrage aux appuis

Des armatures d'ancrage sont nécessaires pour ancrer les poutrelles en béton armé sur les appuis périphériques ou intermédiaires. Celles-ci sont positionnées dans la continuité des aciers de base des treillis raidisseurs DS1.

## **2.3. Tirefonds assurant le clavetage mécanique entre béton et béton de bois**

Des tirefonds zingués répondant au moins à la DIN 571 sont mis en place lors de la production des prédalles sur site industriel afin d'assurer le clavetage mécanique entre le béton et le béton de bois.

Les caractéristiques minimales ainsi que les prescriptions pour la mise en place sont décrites au chapitre 6.2.8 du présent document.

## **2.4. Armatures métalliques complémentaires**

Plusieurs typologies d'armatures métalliques viennent en complément dans un plancher DS1, en phase de préfabrication sur la prédalle ou en phase chantier au coulage de la dalle de compression.

Les armatures sont standards ou façonnées selon les notes de ferrailage du bureau d'étude structure de l'opération ou du préfabricant fournisseur. Les armatures sont disposées de manière à respecter les formes prévues par les dessins d'exécution. Les modes de coupes et de cintrages des armatures suivront scrupuleusement les indications portées sur les plans de production.

#### 2.4.1. Armatures de flexion supérieure et chapeaux

Posées sur chantier, les armatures de flexion supérieures (armatures crossées) en rive, communément appelées aciers de flexion ou de chapeaux, sont définies lors de l'étude du plancher DS1. Elles sont destinées à reprendre les efforts aux appuis et à transmettre les continuités entre 2 poutrelles alignées et séparées par un appui intermédiaire (par exemple : mur de refend ou poutre).

Les aciers droits entre 2 travées sont généralement appelés « aciers de continuité ». Ils permettent de reprendre les effets de traction en arase supérieure de plancher dus au moment de continuité négatif.

Lorsque des dispositions parasismiques s'appliquent, des armatures complémentaires éventuelles sont données sur le plan de préconisation de pose.

#### 2.4.2. Treillis soudé

Celui-ci joue le rôle de répartition et d'anti-fissuration, il est mis en place sur chantier avant coulage de la dalle de compression en béton. Les conditions de mise en œuvre sont conformes aux spécifications du NF DTU 21 (Les enrobages minimaux doivent respecter les prescriptions du plan de préconisation de pose).

Le treillis soudé contribue également à la reprise du cisaillement à l'interface dalle DS1 / Chainage horizontal en béton armé ainsi qu'à la reprise des efforts tranchants de la dalle DS1.

#### 2.4.3. Chainage périphérique

Les dalles DS1 sont assemblées sur les appuis périphériques et les autres éléments de structure du projet avec du béton armé. En fonction des projets, les poteaux et poutres complémentaires nécessaires sont dimensionnés par le bureau d'étude structure de l'opération.

Le dimensionnement des chainages et de leurs armatures relève des règles du principe constructif mis en œuvre pour les murs ou pour les éléments de structure d'appui.

#### 2.4.4. Armature de trémie

L'intégration d'une trémie coupant une poutrelle treillis nécessite la mise en place d'un chevêtre. Le dimensionnement global d'un tel chevêtre intégré dans une dalle nervurée béton DS1 doit faire l'objet d'une note de dimensionnement spécifique, réalisée par un bureau d'étude structure. Les armatures de renfort de la trémie sont dimensionnées par le préfabricant fournisseur : en fonction des caractéristiques de la trémie ces armatures sont soit intégrées lors de la fabrication de la prédalle, soit mises sur le chantier.

### **2.5. Béton coulé sur chantier**

Le béton est un Béton Prêt à l'Emploi, conforme au projet et à la norme NF EN 206-1. Les caractéristiques minimales du béton de remplissage sont les suivantes, sauf indication contraire du Bureau d'Etudes Structure en charge du projet : Type XC1

Classe de résistance C25/30 minimum

Classe d'affaissement S4

Diamètre maximum des granulats du béton égal à 12mm.

### **2.6. Synthèse des composants des dalles DS1**

Ci-dessous sont récapitulés les différents composants par nature de matériau, avec indication des référentiels et caractéristiques à respecter.

| Nature des composants              | Utilisation pour dalle DS1                                                                                                             | Référentiel à respecter                         | Caractéristiques à respecter |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|
| Béton de bois F800                 | Coffrage perdu prédalle préfabriquée en usine                                                                                          | ETPM-22/0089                                    | Voir ETPM                    |
| Béton traditionnel                 | Talons des poutrelles treillis préfabriquées en usine                                                                                  | NF EN 206-1                                     | XC1 – C25/30 mini D10 mm     |
|                                    | Table de compression coulée sur chantier                                                                                               |                                                 | XC1 – C25/30 mini D 10 mm    |
| Inserts de levage                  | Inserts de levage insérés à la préfabrication                                                                                          | NF A 35-015                                     | B 235 C                      |
| Armatures métalliques structurales | Treillis raidisseur<br>Armatures complémentaires – chapeaux<br>Aciers d'ancrage aux appuis<br>Treillis soudés<br>Armatures de chevêtre | NF A 10080<br>NF A 35-080-1 et 2<br>NF A 35-028 | B 500 B                      |

Tableau DT02 : Synthèse des matériaux et composants des dalles DS1

### 3. Description et conception des dalles DS1 et caractéristiques

L'ensemble des règles techniques de conception et de dessin des prédalles DS1 est contenu dans l'Annexe n°4 « Conception des dalles DS1 – Règles techniques de dessin ».

#### 3.1. Géométries de fabrication

En configuration de base : le système de plancher DS1 comporte 3 épaisseurs de prédalles DS1 :

| Caractéristiques                                                                                                                 | Valeurs pour Gamme standard dalle DS1   |       |                 |                 |                 |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Phase                                                                                                                            | Type caractéristique                    |       | Prédalle DS1-20 | Prédalle DS1-24 | Prédalle DS1-28 | Prédalle DS1-32 |
| Préfabrication usine - prédalle                                                                                                  | Epaisseur prédalle                      | E-pd  | 20 cm           | 24cm            | 28cm            | 32cm            |
|                                                                                                                                  | Entraxe entre poutrelles                | La-T  | 60 cm maximum   |                 |                 |                 |
|                                                                                                                                  | Nombre poutrelles                       |       | 2, 3 ou 4       |                 | 3 ou 4          |                 |
|                                                                                                                                  | Largeur prédalle                        | La-pd | Maximum 250 cm  |                 | Maximum 200 cm  |                 |
| Mise en œuvre chantier en zone <b>NON SISMIQUE</b> (au sens de l’EC8) – concerne aussi Maisons Individuelles toute zone sismique | Epaisseur Minimale Dalle de compression | E-dc  | 5 cm            |                 |                 |                 |
|                                                                                                                                  | Epaisseur dalle DS1 finie               | E-d   | 25 cm           | 29 cm           | 33 cm           | 37 cm           |
| Mise en œuvre chantier en zone <b>SISMIQUE</b> (au sens de l’EC8) – sauf Maisons Individuelles                                   | Epaisseur Minimale Dalle de compression | E-dc  | 7 cm            |                 |                 |                 |
|                                                                                                                                  | Epaisseur dalle DS1 finie               | E-d   | 27 cm           | 31 cm           | 35 cm           | 39 cm           |

Tableau DT03 : Caractéristiques géométriques principales des Dalles DS1

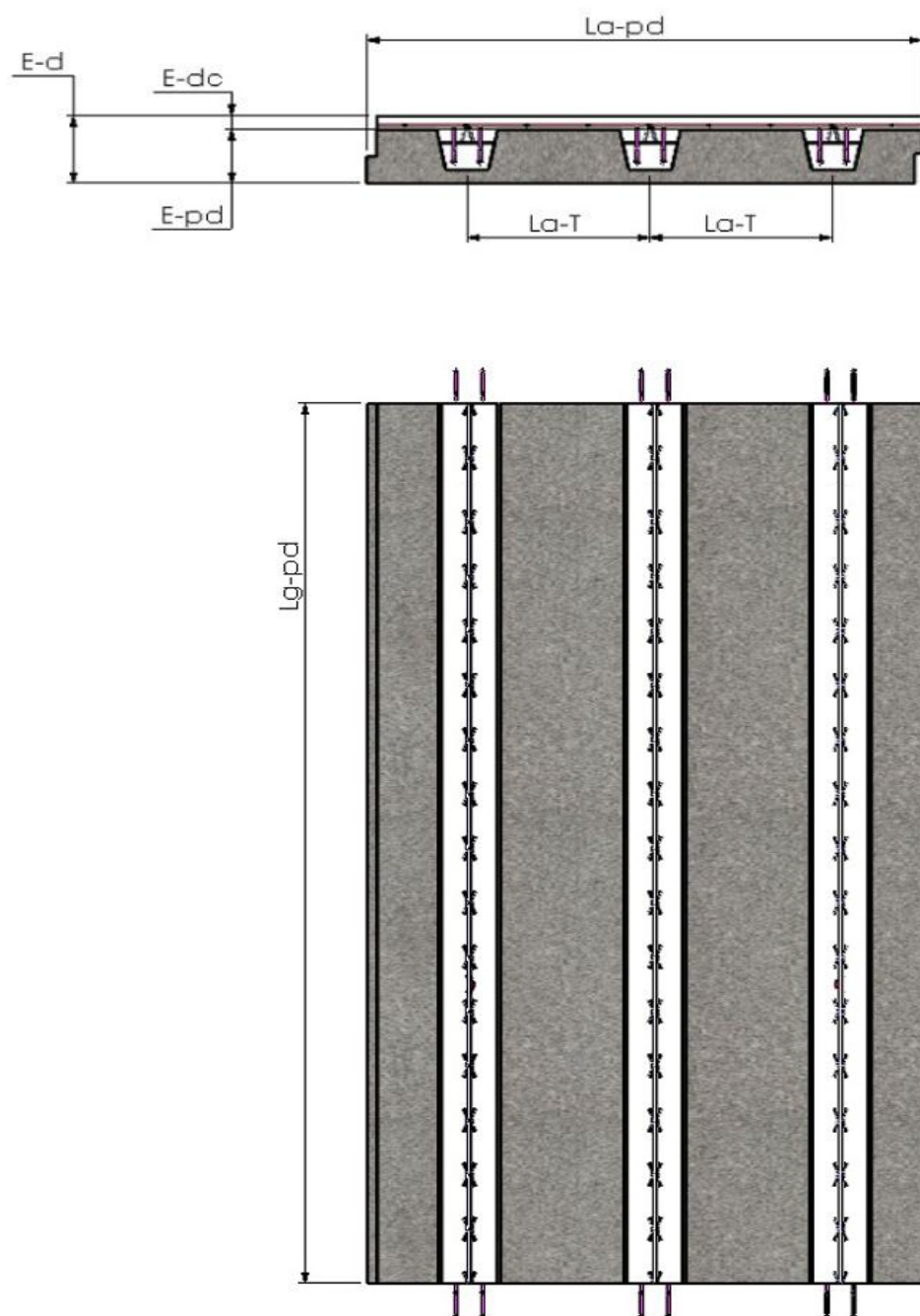
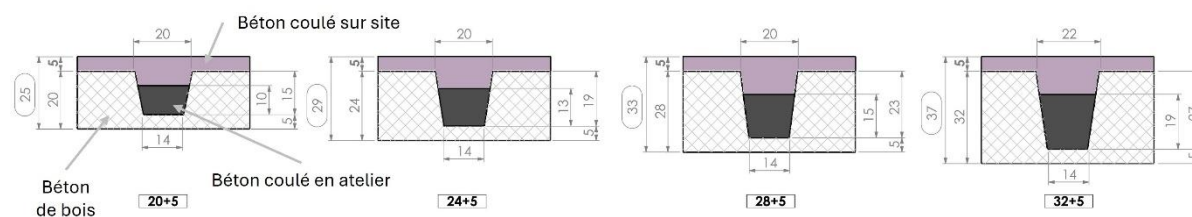


Figure A02 : Prédalle DS1-20 avec ses caractéristiques géométriques principales

Note : Les prédalles DS1 peuvent aussi être proposées par le préfabricant avec des bords droits. Dans ce cas, des dispositions particulières seront prises à la mise en œuvre pour le coulage du béton (voir Partie 7).

Visuel Gamme en zone non sismique (au sens de l'EC8) :



Visuel Gamme en zone sismique (au sens de l'EC8) :

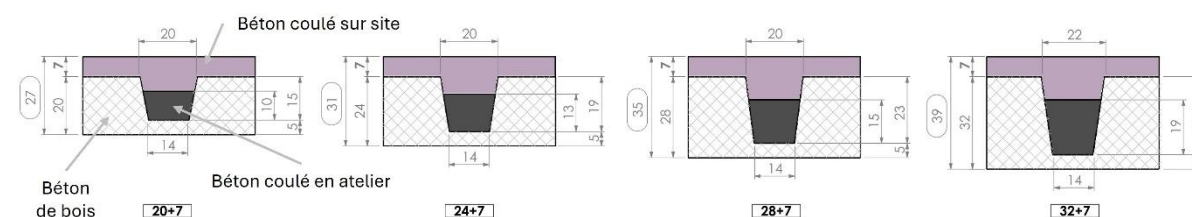


Figure A03 : Visuel de la gamme de Prédalle DS1

L'ensemble des caractéristiques géométriques des prédalles standard, ainsi que des treillis raidisseurs sont précisées dans Annexe n°4 « Conception des dalles DS1 – Règles techniques de dessin », plus particulièrement dans le paragraphe 4.2.2.

### 3.2. Masse surfacique

Pour les opérations de dimensionnement, de manutention et de réalisation de la mise en œuvre en phases provisoires, les tableaux qui suivent présentent les masses surfaciques des dalles DS1 en phase provisoire et en phase définitive, pour un entraxe de poutrelles de 60cm.

Ils sont réalisés avec les données suivantes :

Phase définitive :

- Masse volumique du béton de bois TimberRoc F800 en phase définitive : 800 kg/m<sup>3</sup>
- Masse volumique du béton armé : 2500 kg/m<sup>3</sup>

Phase provisoire :

- Masse volumique du béton de bois TimberRoc F800 en phase provisoire : 960 kg/m<sup>3</sup>

| Référence<br>Prédalle<br>standard DS1 -<br>épaisseur | PHASE PROVISOIRE<br>Prédalle DS1<br>Poids à jeune âge | PHASE DEFINITIVE<br>Dalle DS1<br>Poids en usage |     | Dont<br>Poids Béton armé<br>coulé sur chantier |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------|
|                                                      |                                                       | En Kg/m²                                        |     |                                                |
| P-DS1-20                                             | 222                                                   | Avec dalle compression<br>de 5cm                | 357 | 160                                            |
|                                                      |                                                       | Avec dalle compression<br>de 7cm                | 407 | 210                                            |
| P-DS1-24                                             | 270                                                   | Avec dalle compression<br>de 5cm                | 409 | 168                                            |
|                                                      |                                                       | Avec dalle compression<br>de 7cm                | 459 | 218                                            |
| P-DS1-28                                             | 308                                                   | Avec dalle compression<br>de 5cm                | 460 | 182                                            |
|                                                      |                                                       | Avec dalle compression<br>de 7cm                | 510 | 232                                            |
| P-DS1-32                                             | 353                                                   | Avec dalle compression<br>de 5cm                | 519 | 185                                            |
|                                                      |                                                       | Avec dalle compression<br>de 7cm                | 569 | 235                                            |

Tableau DT04 : Synthèse des poids surfaciques des prédalles et dalles standards (avec entraxe poutrelles de 60cm)

### 3.3. Conception des prédalles DS1 – Règles de dessin

Les spécificités propres du coffrage perdu en béton de bois TimberRoc F800 nécessitent des règles de conception des dalles DS1 vis-à-vis de leur mise en œuvre dans le procédé constructif global.

L'ensemble des règles à suivre sont détaillées dans l'annexe n°4 « Conception des dalles DS1 – règles techniques de dessin », en particulier :

- La géométrie de la gamme de dalle DS1
- Les règles d'intégration des inserts de levage et de dessin des prédalles
- Les jeux de montage et les principes de calepinage des prédalles
- Les dimensions possibles générales, les réservations intégrées,
- Les dimensions et les configurations des trémies

---

## 4. Conception d'un bâtiment en dalles DS1 et dispositions structurelles

---

### 4.1. Configurations possibles d'un bâtiment utilisant des dalles DS1

Les dalles DS1 sont des planchers nervurés béton au sens de l'EC2.1.1 § 5.3.1(6) avec coffrage perdu en béton de bois TimberRoc F800.

Les dalles DS1 nécessitent un liaisonnement aux voiles verticaux par un système de chainages horizontaux en béton armé conformément au NF DTU 21.

Elles peuvent être mises en œuvre uniquement sur :

- Des voiles béton traditionnels (NF P18-210)
- Des structures poteaux/poutres (NF DTU 23.3)
- Ouvrage en maçonnerie de petits éléments (NF DTU 20.1)
- Des voiles TimberRoc CS2 (voir Appréciation Technique d'Expérimentation n°3044\_V2)

Elles peuvent être associées entre elles au sein d'un même bâtiment et, ou en association avec des éléments de structure autres, en intérieur et en extérieur.

Un bâtiment peut notamment être conçu exclusivement avec des dalles DS1, possiblement de différentes épaisseurs, ou présenter une composition mixte avec d'autres typologies de dalles traditionnelles.

Le plancher est utilisable dans différentes configurations, à savoir :

**1** : Plancher bas ventilé (vide sanitaire, sous-sol, passage abrité, ...)

**2** : Plancher intermédiaire

**3** : Plancher avec trémie sur études spécifiques

**4** : Plancher toiture terrasse

Toitures terrasses avec Acrotères

Toitures terrasse, dalles avec débord

**5** : Plancher haut et bas de parking

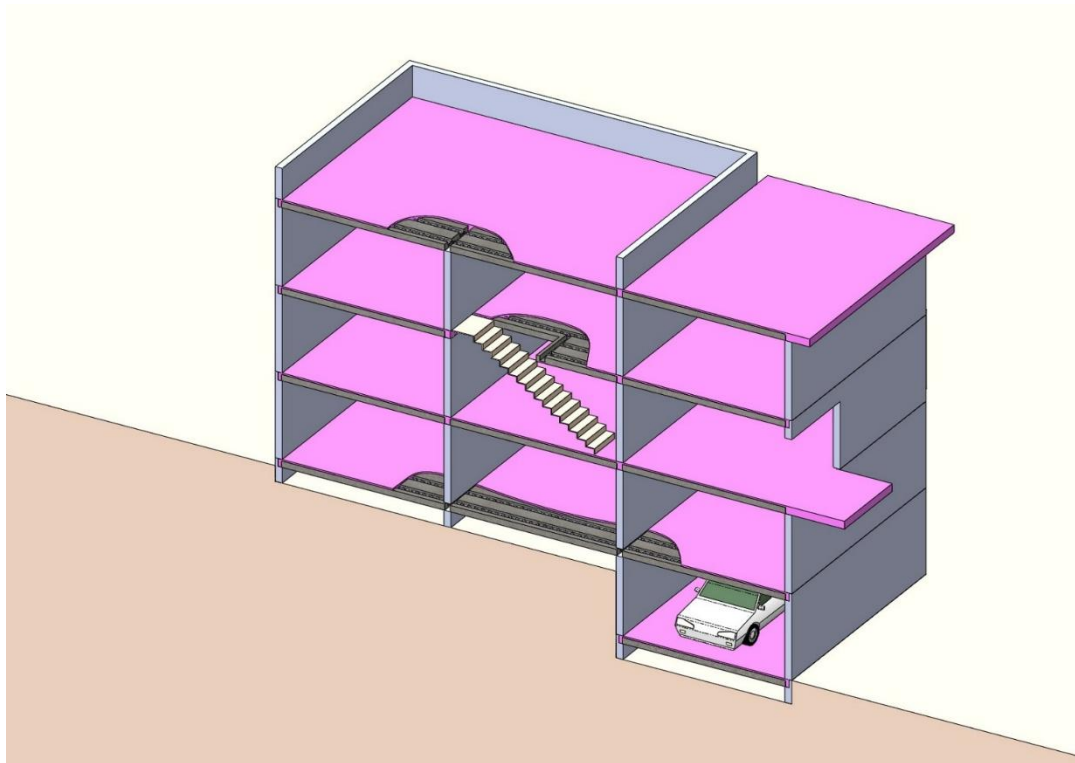


Figure A04 : Synthèse des usages possibles des systèmes de plancher DS1

Lors de la conception des prédalles / dalles DS1, on s'appuiera sur les documents suivants :

- Annexe 1 : Abaques de prédimensionnement :

Détermination des épaisseurs de dalles et des ferrillages en fonction des conditions de flèche visées, des types d'appuis (isostatiques ou hyperstatiques) et des charges appliquées.

- Annexe 2 : Conception des dalles DS1 - Note de dimensionnement à l'EC2
- Annexe 3 : Charge Maximale d'Utilisation (CMU) Insert de levage des dalles DS1 - CMU
- Annexe 4 : Conception des dalles DS1 – Règles techniques de dessin
- Annexe 6 : Sécurité incendie
- Annexe 7 : Caractéristiques hygrothermiques et thermiques des systèmes de plancher DS1
- Guide technique sur l'acoustique des planchers DS1

## 4.2. Dispositions particulières

### 4.2.1. Dispositions pour les dalles sur vide sanitaire

Un vide sanitaire peut être employé sur tous les types de terrains, il met la construction à l'abri des remontées d'eau et des dégâts dus à l'humidité. Le plancher du vide sanitaire d'un bâtiment peut être mis en œuvre avec des dalles DS1 : la hauteur minimum entre la surface inférieure du coffrage perdu en béton de bois et le niveau le plus haut du sol du vide sanitaire doit être de 30cm.

### 4.2.2. Disposition pour les dalles exposées aux intempéries

Seules les dalles DS1 utilisées en toiture terrasse sont concernées par le sujet de l'étanchéité à l'eau. Les dalles DS1 sont constituées en partie supérieure d'une dalle de compression en béton d'épaisseur minimum 5cm. Le choix de la classe d'exposition du béton mis en œuvre pour réaliser la dalle de compression est précisé dans la norme NF EN 206/CN, article 4.1.

Par exemple, en supposant un défaut d'étanchéité une dalle de toiture terrasse, le classement du béton à utiliser pour le coulage est XF3.

#### 4.2.3. Protection contre les termites

Il convient de prévenir la présence des termites dans les bâtiments pour éviter la dégradation notamment des charpentes, des menuiseries ou toute autre partie en bois de la construction.

Les zones géographiques contaminées par les termites ou susceptibles de l'être à court terme sont définies par arrêté préfectoral : Lorsque dans un département, l'arrêté préfectoral ne concerne pas la totalité du territoire mais seulement une ou plusieurs communes, les mesures anti-termites s'appliquent à l'ensemble du département. Dans les zones délimitées par un arrêté préfectoral, les bâtiments neufs doivent être protégés contre l'action des termites. A cet effet doit être mis en œuvre une barrière de protection entre le sol et le bâtiment ou un dispositif de construction dont l'état est contrôlable. Dans le cas des systèmes de planchers DS1, le béton coulé en place sur chantier assure une barrière de protection entre le sol et l'intérieur du bâtiment au niveau du plancher nervuré béton.

Le béton de bois TimberRoc F800 a été caractérisé comme résistant et barrière aux termites.

#### 4.3. Prise en compte de la catégorie de bâtiment et de la zone de sismicité

Pour tout projet, il est nécessaire d'identifier la catégorie du bâtiment à réaliser selon l'arrêté du 22 octobre 2010. La gestion de la conception se fait alors selon les prescriptions indiquées dans le tableau ci-dessous pour la prise en compte des dispositions parasismiques à adopter :

| Catégorie d'importance | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ZONE 1<br>Très faible                             | ZONE 2<br>Faible | ZONE 3<br>Modéré | ZONE 4<br>Moyen |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| <b>CATEGORIE 1</b>     | Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Aucune exigence sismique <sup>1</sup><br><b>A</b> |                  |                  |                 |
| <b>CATEGORIE 2</b>     | Habitations individuelles (règles PS-MI applicables) <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                   |                  |                  |                 |
|                        | Habitations individuelles (règles PS-MI non applicables) <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                  |                  |                 |
|                        | ERP de catégorie 4 et 5<br>Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m.<br>Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h < 28 m, max. 300 pers.<br>Bâtiments industriels < 300 personnes.<br>Parcs de stationnement ouverts au public.                                                                                                                               |                                                   |                  |                  |                 |
| <b>CATEGORIE 3</b>     | ERP de catégories 1, 2 et 3.<br>Habitations collectives et bureaux h > 28 m.<br>Bâtiments > 300 personnes.<br>Établissements sanitaires et sociaux.<br>Centre de production collective d'énergie.<br>Établissements scolaires.                                                                                                                                                   |                                                   |                  |                  |                 |
| <b>CATEGORIE 4</b>     | Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public.<br>Bâtiments (maintien des communications, production et stockage d'eau potable, distribution publique de l'énergie.)<br>Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne.<br>Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise.<br>Centres météorologiques. |                                                   |                  |                  |                 |

Tableau DT05 : Classification des configurations de bâtiments vis-à-vis du système constructif DS1

**Configuration A :**

La catégorie du bâtiment et la zone de sismicité n'engendrent aucune exigence sismique obligatoire à appliquer et aucune exigence d'analyse du comportement sismique du bâtiment conformément à l'arrêté du 22 octobre 2010.

**Configurations B et C :**

Ces configurations correspondent à des constructions de type Maisons Individuelles réalisées en zones de sismicité 3 et 4 et répondant aux critères du guide DHUP-CPMI d'Août 2021. Cela concerne ainsi uniquement les projets de maisons individuelles avec au plus 1 niveau RDC, 1 niveau d'étage et 1 niveau de combles. Un certain nombre de limitations sont à vérifier pour pouvoir appliquer les règles PCMI.

Les dispositions minimums à adopter sont soit basées sur les règles DHUP-CPMI d'Août 2021, soit obtenues par application de l'Eurocode 8.

**Configuration D, E et F :**

L'application des dispositions des configurations D, E et F s'impose dans tous les cas où les critères des configuration A, B ou C ne sont pas réunis. La conception et la mise en œuvre doivent alors suivre les principes de l'Eurocode 8.

Les bâtiments doivent être constitués de planchers et de murs liaisonnés dans les deux directions horizontales orthogonales et dans la direction verticale. Ces configurations correspondent à une combinaison de catégorie et de zone de sismicité qui engendre des exigences à appliquer en tenant compte de l'Eurocode 8 et une exigence d'analyse du comportement sismique du bâtiment.

**4.4. Principes et méthodes de dimensionnement des planchers DS1****4.4.1. Principes de dimensionnement****4.4.1.1. Fonctionnement structural**

Les dalles DS1 sont des planchers nervurés béton, elles sont donc dimensionnées selon l'Eurocode 2 (EC2.1.1 § 5.3.1(6)) pour la phase définitive.

La stabilité structurale de l'ouvrage est assurée par la collaboration des dalles DS1 liaisonnées par les chaînages périphériques en béton armé avec les éléments porteurs et contreventant du bâtiment.

Seules les stabilités structurelles des poutres en béton armé et de la dalle de compression en béton armé sont prises en compte pour la justification de la phase définitive ; le rôle structurel du coffrage perdu en béton de bois est négligé.

La résistance du coffrage perdu en béton de bois est uniquement utile et prise en compte pour la phase provisoire, levage et coulage du béton.

- **Reprise des efforts par les dalle DS1**

Les dalles DS1 reprennent les efforts verticaux, principalement le poids propre de la dalle, les charges permanentes sur la dalle et les charges d'exploitation. Les dalles portées DS1 transmettent les efforts verticaux aux voiles verticaux du bâtiment (Voiles béton traditionnels, structures poteaux/poutres, ouvrage en maçonnerie de petits éléments ou voiles TimberRoc CS2) via les chaînages horizontaux.

L'effet diaphragme du plancher DS1 permet de transmettre les efforts horizontaux en tête des voiles verticaux de structure du bâtiment.

○ Liaisonnement avec les chaînages périphériques

Le rôle du liaisonnement des planchers avec les chaînages périphériques est de ceinturer les planchers afin d'assurer le monolithisme de la structure et de limiter d'éventuelles rotations d'origine thermique ou mécanique pouvant engendrer des désordres notamment sur les façades.

En complément, la liaison avec les chaînages verticaux permet de s'opposer au soulèvement dans les angles des dalles de planchers.

Afin d'assurer leurs fonctions, les chaînages verticaux et horizontaux doivent être liaisonnés entre eux et aux fondations.

**4.4.1.2. Analyse structurale dans le cadre des Eurocodes**

○ Stabilité d'ensemble et parties courantes de l'ouvrage

La stabilité d'ensemble de l'ouvrage doit être vérifiée en s'assurant que les parties courantes de l'ouvrage sont aptes à reprendre des efforts verticaux et des combinaisons d'efforts verticaux et horizontaux transmises par les dalles nervurées béton DS1. Ces vérifications sont conduites à l'Etat Limite Ultime.

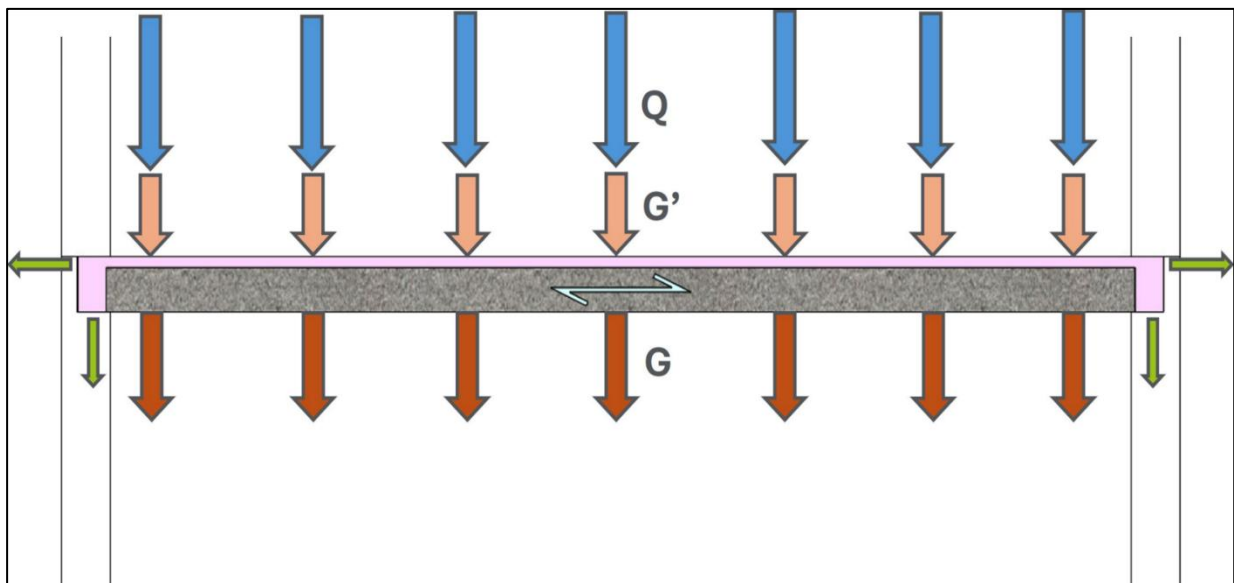


Figure A05 : Types de chargements appliqués sur les dalles nervurées béton DS1

○ Points singuliers

Les points singuliers à vérifier (charge concentrée, rotation aux appuis, portance des voiles porteurs, réservation dans la dalle, sont les mêmes que pour les dalles nervurées béton traditionnelles.

○ Utilisation en zone sismique – Configurations D, E et F

En cas d'utilisation en zone sismique pour laquelle des dispositions sont requises au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, les fonctions diaphragme et l'intégrité vis-à-vis des sollicitations sismiques doivent être clairement vérifiées.

Les dispositions constructives à adopter, sont les suivantes :

- L'épaisseur de la table de compression coulée sur chantier doit être au minimum de 7cm pour assurer la fonction diaphragme, conformément à l'article 5.10 de la norme NF EN 1998-1 ;
- Le fonctionnement en diaphragme des planchers assure la répartition des efforts horizontaux entre les éléments de contreventement (voiles, portiques). Seule la table de compression coulée sur chantier est prise en compte. La liaison aux éléments de structure est assurée par les armatures existantes ou

ajoutées, continues ou en recouvrement, disposées dans les poutres en béton ou dans la table de compression.

- Les sections d'armatures disposées dans la table de compression (armatures principales et armatures de répartition) sont calculées en fonction des charges à supporter. Le dimensionnement des aciers de couturage de la dalle avec le chaînage périphérique s'appuie sur le choix éventuel d'aciers complémentaires propres au projet ; ceux-ci sont mis en place sur chantier avant coulage de la dalle de compression en béton armé.

Les armatures placées en chapeau sont à ancrer en rive en majorant de 30% la longueur d'ancrage déterminée en situation non sismique dans des chaînages périphériques en béton armé coulés en œuvre, disposés pour véhiculer les actions horizontales sismiques aux éléments de contreventement verticaux.

- Dans tous les cas, le plancher doit présenter en toute section transversale et dans les deux directions, une capacité de résistance ultime à la traction correspondant à la valeur maximale entre 15 kN/ml et celle issue du calcul sismique d'ensemble effectué par le Bureau d'Etudes de l'opération.

Il convient de vérifier le dimensionnement du couturage de la dalle avec le chaînage périphérique pour répondre aux exigences de l'Eurocode 8.

A noter que, L'existence d'une (ou de plusieurs) trémie(s) peut modifier le cheminement des efforts dans le diaphragme. Une grande trémie (ou le groupement de plusieurs petites) peut neutraliser une partie du diaphragme. Dans ce cas, il faut justifier des efforts dans les parties pleines en assurant un fonctionnement en bielles-tirants ou en voûtes. Les renforts des trémies doivent être dimensionnés pour transmettre les efforts aux éléments de contreventement.

#### 4.4.2. Méthodologie de dimensionnement des dalles DS1

##### **Vérifications en phase provisoire :**

D'après la note d'étude des prédalles DS1 en situation provisoire {N008\_A940\_CCB\_C}, l'ensemble des configurations standards telles que définies dans la note, est vérifié pour le levage et pour le coulage sur chantier.

Dans le cas de l'étude de prédalles ne remplissant pas les critères définis dans la note {N008\_940\_CCB\_C}, il sera nécessaire de vérifier sous la combinaison d'actions les critères de déformation, d'intégrité, de sécurité et d'effort tranchant tels que réalisés pour les cas standards dans le document d'études { N008\_A940\_CCB\_C}.

##### **Vérifications en phase définitive :**

En phase définitive, le dimensionnement des planchers nervurés béton DS1 repose sur la géométrie des nervures en béton armé. Les performances mécaniques du coffrage perdu en béton de bois TimberRoc F800 ne sont pas prises en compte, ainsi le coffrage perdu n'apporte pas de singularité pour le calcul du dimensionnement, si ce n'est la prise en compte de son poids propre.

Les vérifications à effectuer pour la phase définitive s'appuient sur l'Eurocode 2 partie 1.1 et sont en synthèse les suivantes :

##### **1. Résistance en flexion**

Vérification que la section en T (poutrelle + dalle de compression) peut reprendre les moments fléchissants induits par les charges permanentes et d'exploitation.

## 2. Résistance aux efforts tranchants

Vérification de la capacité des nervures à reprendre les efforts tranchants. Cela inclut la vérification des armatures transversales et de la liaison mécanique entre dalle et poutrelle.

Les différentes contraintes de cisaillement sont également vérifiées conformément à l'article 7.3.2 de la NF P 19-205 relative aux planchers à poutrelles :

- Cisaillement de la zone d'enrobage
- Cisaillement du béton de nervure
- Couture de reprise de bétonnage
- Résistance des étriers

## 3. Critères de flèches

Calcul des flèches pour s'assurer du confort d'usage et de la pérennité de l'ouvrage. Les limites sont définies par l'EC2.

## 4. Vérification des ancrages aux appuis

Les efforts tranchants doivent être transmis aux appuis via des aciers d'ancrage. Leur longueur est calculée selon l'Eurocode 2 §8.2 à §8.4, en fonction du type d'ancrage (crossé à 135°, 180°, ou droit). Ces longueurs sont indiquées sur les plans de pose.

## 5. Mise en œuvre conforme à la NF P 19.205 et à la NF DTU 23.5

La pose des prédalles DS1 suit les principes des normes citées précédemment, avec adaptation aux spécificités du système DS1 (liaison dalle-poutrelle, armatures, joints...).

### 4.5. Principes de conception d'un ouvrage utilisant des dalles DS1 et dispositions parasismiques

#### 4.5.1. Généralités et dispositions communes à toutes les configurations :

Les planchers DS1 doivent résister aux charges verticales qui leur sont appliquées. Ils peuvent également participer à la résistance aux charges horizontales (vent, séisme) en assurant la fonction diaphragme. Les dalles nervurées béton DS1 sont liaisonnées en périphérie sur les murs porteurs assurant ainsi une continuité avec les autres planchers le cas échéant.

Chaque dalle DS1 est ainsi lié aux dalles adjacentes par un chaînage en béton armé coulé sur chantier.

#### Dispositions de conception Configuration A :

Le dimensionnement des planchers nervurés béton DS1 se fait uniquement en statique à l'EC2 (EC2.1.1§5.3.1(6)) en suivant la méthodologie présentée dans la partie et l'Annexe 2 (Conception des dalles DS1 – Note de dimensionnement à l'EC2).

Les sections des chaînages horizontaux ainsi que les sections des armatures de ces chaînages sont définies par les règles spécifiques ou normatives s'appliquant au système constructif du projet.

#### Dispositions de conception Configurations B et C :

Aucune exigence d'analyse du comportement sismique du bâtiment n'est requise.

Liaison du plancher aux éléments de structure et aux chaînages :

La continuité du treillis HA en partie courante ou sur appui intermédiaire est obtenue soit par un recouvrement de 60 fois le diamètre ou moins de ses aciers HA constitutifs, soit par recouvrement de 3 soudures complètes.

#### Dispositions de conception Configurations D, E et F :

Les liaisons entre les planchers et les murs doivent comporter des chaînages périphériques adéquats en béton armé tels que précisés dans ce document. Tout type d'appui pour la dalle portée peut être utilisé, à condition que les exigences générales relatives à la continuité et à la fonction de contreventement des appuis des dalles soient respectées.

Les appuis sur les éléments de contreventement doivent être prévus dans au moins deux directions orthogonales. Il convient de procéder à une vérification du liaisonnement des dalles avec les chainages périphériques pour :

- o Garantir le monolithisme des planchers avec les éléments contreventant
- o Garantir la transmission des efforts horizontaux et verticaux aux chainages périphériques

Pour les vérifications à l'état ultime dans la situation sismique, il convient d'utiliser les coefficients décrits dans l'Eurocode 8.

D'une manière générale, dans le cas de la mise en œuvre des exigences vis-à-vis de l'Eurocode 8, les aciers de coutureage sont mis en place sur toute la périphérie de la dalle de compression (y compris sens non porteur), leur dimensionnement doit être conforme à l'EC8 en fonction des projets concernés.

Les chaînages principaux sont à dimensionnés par le Bureau d'Etudes Structure en fonction des efforts sur la structure sous séisme et vent. Il convient que l'acier de béton armé appartienne aux classes B ou C conformément à l'EN 1992-1-1:2004, Tableau C.1.

#### 4.5.2. Reprise en périphérie avec chainages horizontaux et verticaux

Les dalles DS1 nécessitent un raccordement aux voiles verticaux, intérieurs et extérieurs, par un système de chaînage horizontal en béton armé, à ce titre, conformément au NF DTU 21, elles peuvent être mises en œuvre uniquement sur :

- Des voiles béton traditionnels (NF P18-210) ou de type MCI
- Des structures poteaux/poutres (NF DTU 23.3)
- Ouvrage en maçonnerie de petits éléments (NF DTU 21.1)
- Des voiles TimberRoc CS2 (voir Appréciation ou Avis Technique afférent),

Une étude de faisabilité est à conduire par le bureau d'étude de l'opération afin de vérifier, en phase définitive, la portance des murs porteurs accueillant les planchers DS1.

Dans le principe constructif DS1, des chaînages en béton armé périphériques sont à mettre en place pour assurer la stabilité sismique, les distributions de charges et la liaison sur chantier des dalles adjacentes (Dalles DS1 ou autres) par leurs périphéries. Chaque liaison sur mur porteur doit accueillir un chaînage coulé sur chantier.

La mise en place des armatures métalliques complémentaires en périphérie doit permettre le liaisonnement des dalles DS1 avec les chainages verticaux et horizontaux en béton armé des murs porteurs et ainsi d'assurer leur continuité avec le reste de la structure du bâtiment.

La figure ci-dessous précise le principe général de disposition des aciers en périphérie de la dalle nervurée béton DS1. Le principe général de liaisonnement présenté s'applique quel que soit la zone sismique.

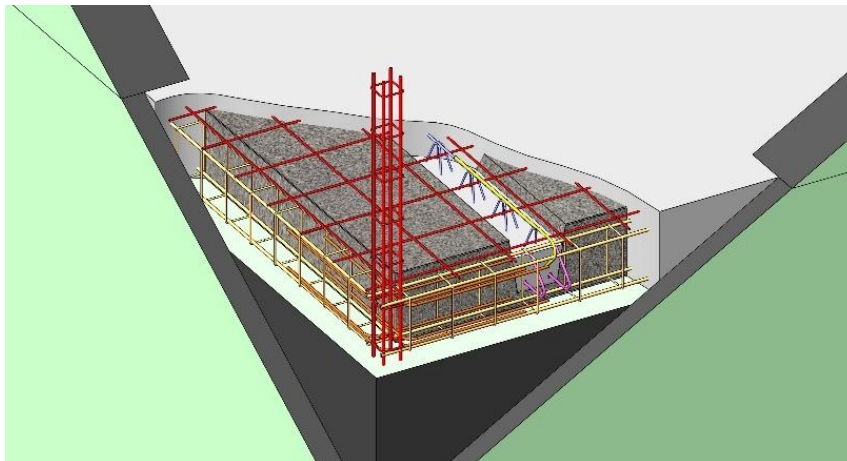


Figure A06 : principe de disposition des chainages périphériques

#### 4.5.3. Dimensionnement de la table de compression d'un plancher DS1

Les planchers DS1 constituent un diaphragme : c'est-à-dire une plaque considérée comme indéformable dans le plan, permettant de rigidifier la structure et de répartir les charges horizontales sur les panneaux et les chainages de contreventement. Dans le cas des dalles DS1, qui sont des planchers nervurés béton au sens de l'EC2.1.1 § 5.3.1(6), la fonction diaphragme est assurée par la table de compression qui doit avoir une épaisseur minimum de 5cm en zone non sismique et de 7cm en zone sismique.

#### 4.5.4. Dispositions pour les incorporations - intégrations dans les planchers DS1

Les incorporations (canalisations, gaines, fourreaux, etc.,...) dans la dalle de compression en béton ne sont pas possibles dans les épaisseurs standards de dalles de compression. Pour une telle intégration dans la dalle de compression, il est nécessaire d'augmenter l'épaisseur de la dalle de compression : cela doit être vérifié par le BET Structure de l'opération.

Il est possible d'intégrer des incorporations dans la partie coffrage perdu en béton de bois.

L'Appréciation de Laboratoire du CERIB AL 054365-A sur la résistance au feu donne les critères à suivre pour la mise en place des réservations :

- En surface du coffrage perdu résistant
  - Décaissement de 32 mm sur tout ou partie de l'espace entre poutrelle
- En sous-face du coffrage perdu résistant
  - Percement de profondeur maximale 80 mm et de diamètre 67 mm

Uniquement en conception et mise en œuvre des réservations en préfabrication :

- Dans l'épaisseur des entrevous résistants
  - Réserve parallèle aux poutrelles de diamètre 50 mm maximal
  - Réserve traversante Ø26 mm maximale, de diamètre 68 mm minimal

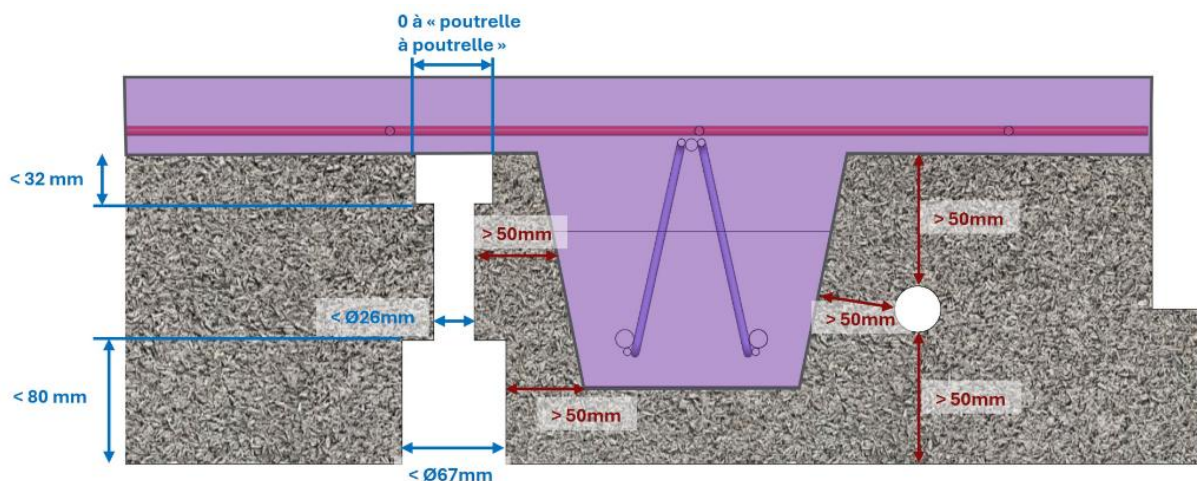


Figure A07 : Illustration des percements autorisés dans le cadre de la résistance au feu 4h

#### 4.5.5. Dispositions pour les réservations dans les dalles DS1

La mise en œuvre des ouvertures dans les planchers nervurés avec coffrage résistant DS1 se fait de manière similaire aux planchers à poutrelles béton tel que précisé dans le NF DTU 23.5 P1.1

L'implantation et la dimension des réservations doivent être transmises au fabricant avant la conception et la réalisation des plans d'exécution.

- Trémies sans chevêtre

La largeur de ces trémies, perpendiculairement à la portée, doit être inférieure à 40cm et la longueur, parallèle à la portée, doit être inférieure à 60cm. L'absence de chevêtre est possible si la charge sur la trémie en phase définitive est inférieure à la charge d'exploitation  $Q$  du plancher.

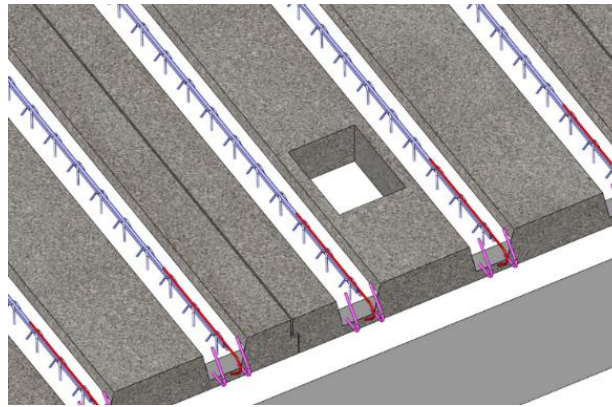


Figure A08 : Dispositions pour les trémies sans chevêtre

- Trémies avec chevêtre

Pour les trémies autres que celles visées au paragraphe précédent (dimensions supérieures à l'espacement entre deux poutrelles), il est nécessaire de réaliser un chevêtre in situ en béton armé dans la hauteur totale des poutrelles béton armé des dalles DS1.

Le chevêtre permet une reprise des efforts sur les poutrelles en bordure de la trémie. Il prend appui à ses extrémités soit sur un mur ou une poutre, soit sur une poutrelle ou plus généralement un groupe de poutrelles juxtaposées pour reprendre les charges amenées par le chevêtre.

Le nombre de poutrelles en renfort est fonction des dimensions de la trémie et des charges sur le chevêtre. Les aciers inférieurs de la poutre chevêtre sont relevés à 45° près des appuis.

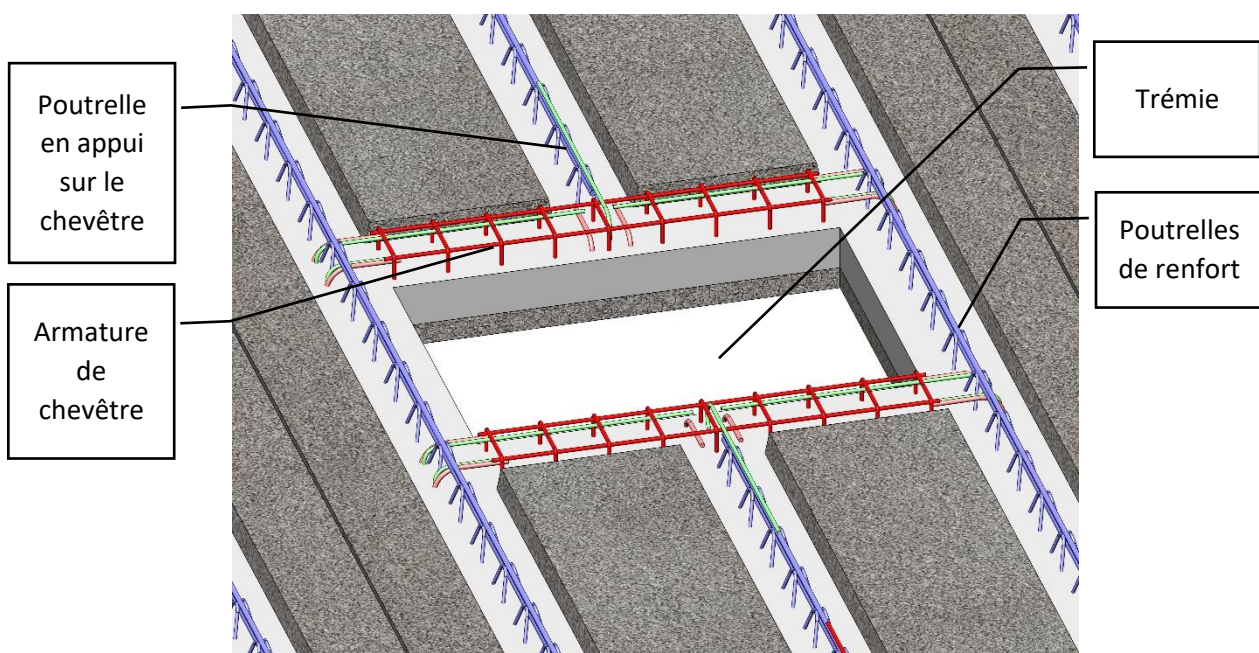


Figure A09 : Dispositions pour les trémies avec chevêtre

#### 4.5.6. Dispositions pour les porte-à-faux

La réalisation de porte-à-faux, en continuité d'un plancher en dalle DS1 est envisageable :

- En béton armé, en dimensionnant le porte-à-faux selon les règlements s'appliquant à ce type d'ouvrage.
- En dalle DS1 également, les porte-à-faux peuvent être mis en œuvre, qu'ils soient exposés ou non au sens de l'Eurocode 2. Dans le cas d'un porte-à-faux exposé, les dalles concernées doivent être non accessibles au final (ce qui signifie hors balcons), ce qui permet de limiter les sollicitations mécaniques.

Dans ce deuxième cas, les porte-à-faux en dalle DS1 seront systématiquement recouvert d'une dalle de compression et d'un chaînage de rive en béton armé.

La mise en œuvre des porte-à-faux pour les planchers nervurés DS1 suit les mêmes principes que ceux des planchers à poutrelles béton, tels que définis dans le NF DTU 23.5 P1.1.

Dans le cas d'un porte-à-faux exposé, le pourcentage minimum d'armatures à disposer sera calculé conformément à la FD P18-717.

Le porte-à-faux doit être réalisé conformément aux plans d'exécution établis par le bureau d'études structures de l'entreprise de gros œuvre. Ces plans préciseront les dispositions de ferrailage sur le porte-à-faux et sur la travée d'équilibrage, ainsi que les dispositions constructives particulières.

En fonction de la longueur du débord et des charges appliquées, des armatures de couture peuvent être nécessaires sur la partie en porte-à-faux et/ou sur la zone d'équilibrage.

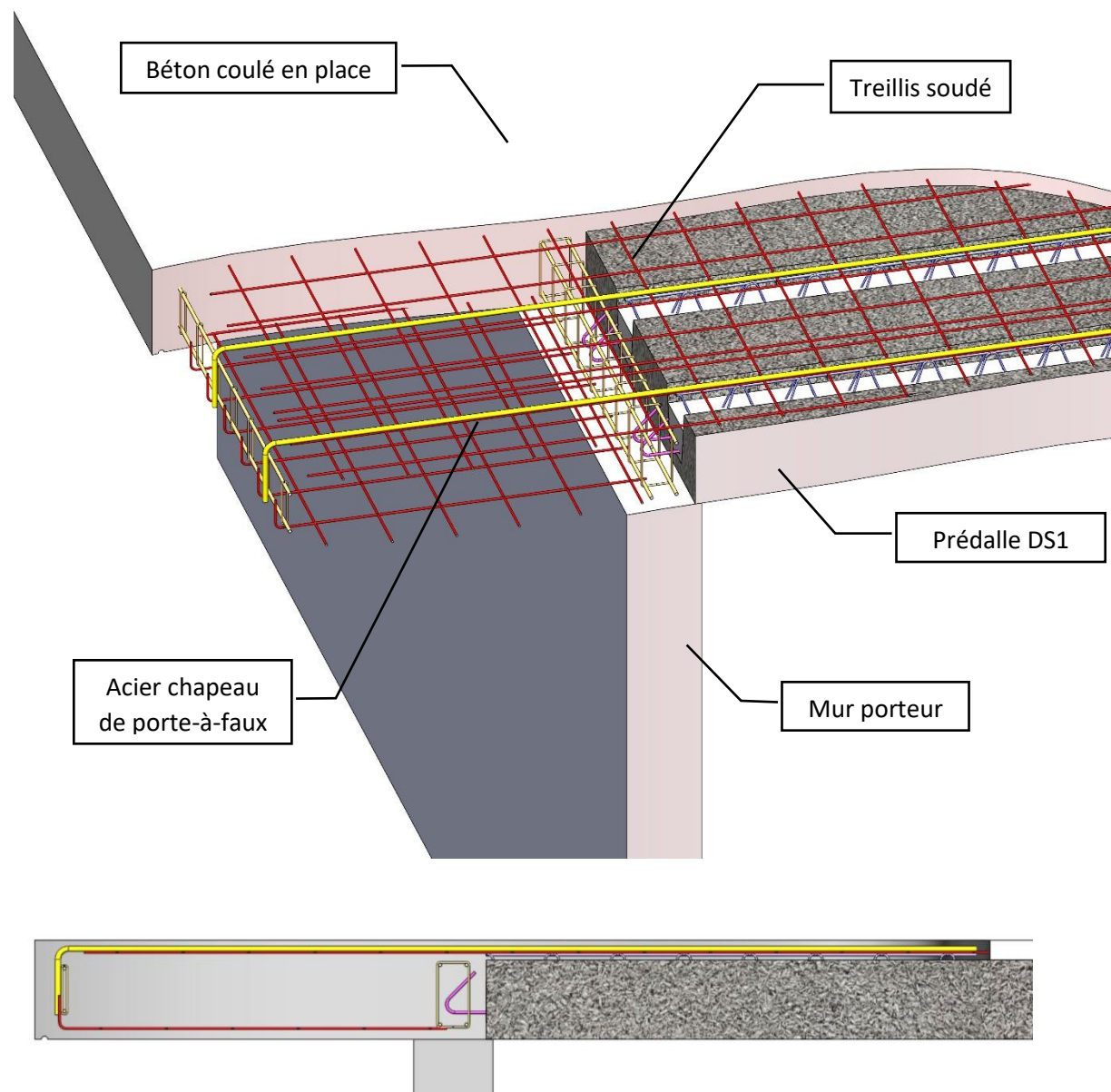
La classe de résistance du béton coulé en œuvre est indiquée sur les plans de préconisation de pose, sans être inférieure à C25/30.

- Porte-à-faux rapportés dans l'axe des prédalles DS1

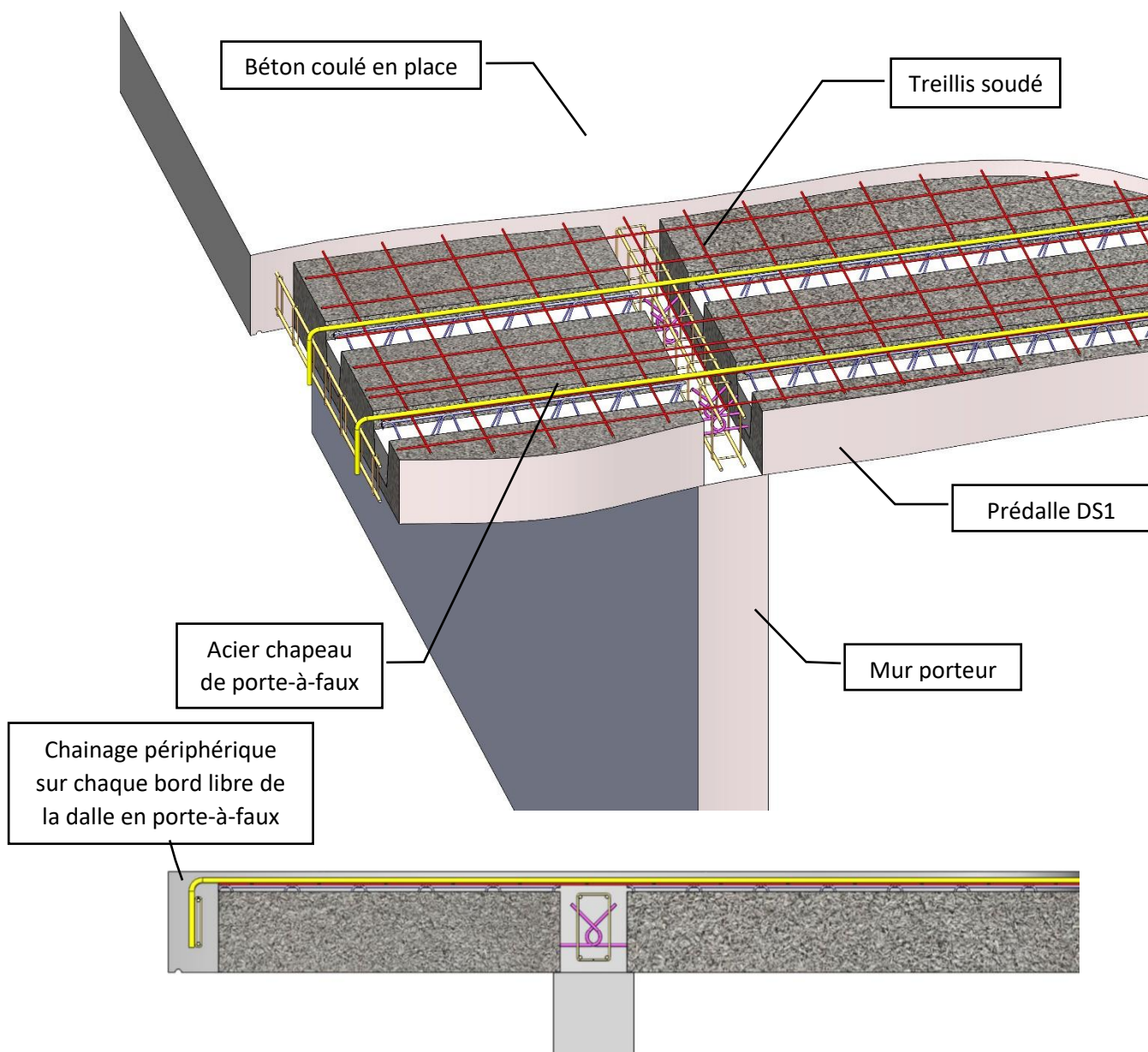
Dans ce cas, la résistance du porte-à-faux est assurée par la dalle en béton coulée en place. Il peut être dérogé à la règle des coutures. Les armatures en chapeau doivent être régulièrement réparties.

Il est possible de réaliser :

- Le porte-à-faux entièrement en béton coulé en place.
- Le porte-à-faux à partir d'une prédalle DS1.



Figures A10 : Porte-à-faux constitué d'une dalle en béton armé coulée en place dans le prolongement de l'axe des prédalles DS1  
(Vue en coupe partie courante - Armatures du mur porteur non représentées)



Figures A11 : Porte-à-faux constitué d'une prédalle DS1 rapportée  
Dans le prolongement de l'axe des prédalles DS1 avant coulage en place  
(Vue en coupe partie courante - Armatures du mur porteur non représentées)

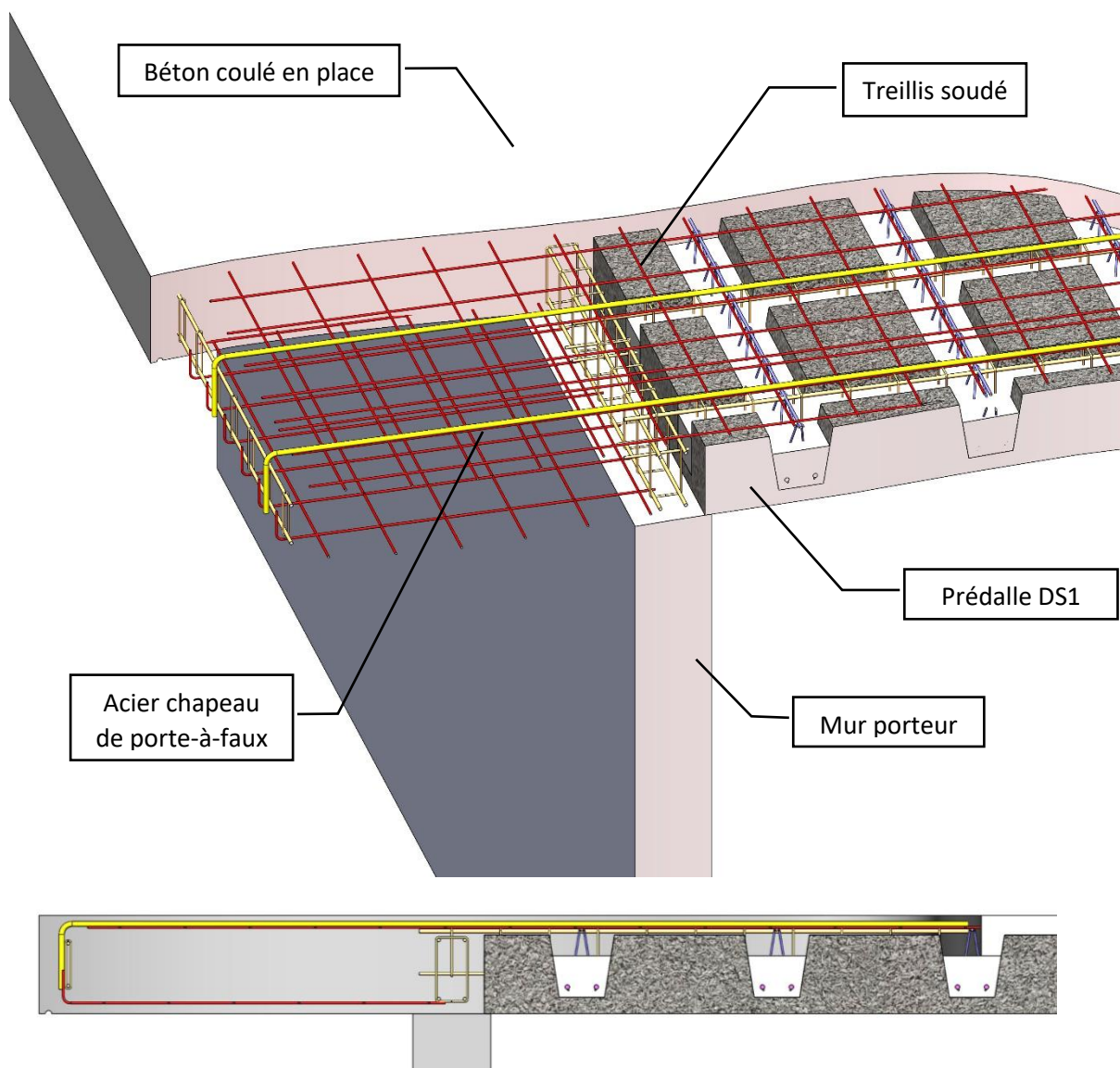
- Porte-à-faux rapporté perpendiculaire aux prédalles DS1

Dans le cas de porte-à-faux perpendiculaires aux poutrelles, il y a lieu de veiller à réaliser en toute sécurité l'équilibre statique du système et la transmission des efforts de compression de l'autre côté de l'appui, en prévoyant des bandes pleines en béton sur les rives et les armatures nécessaires.

Un exemple de dimensionnement est fourni dans l'Annexe 9 « Etudes de cas en principe constructif DS1 ».

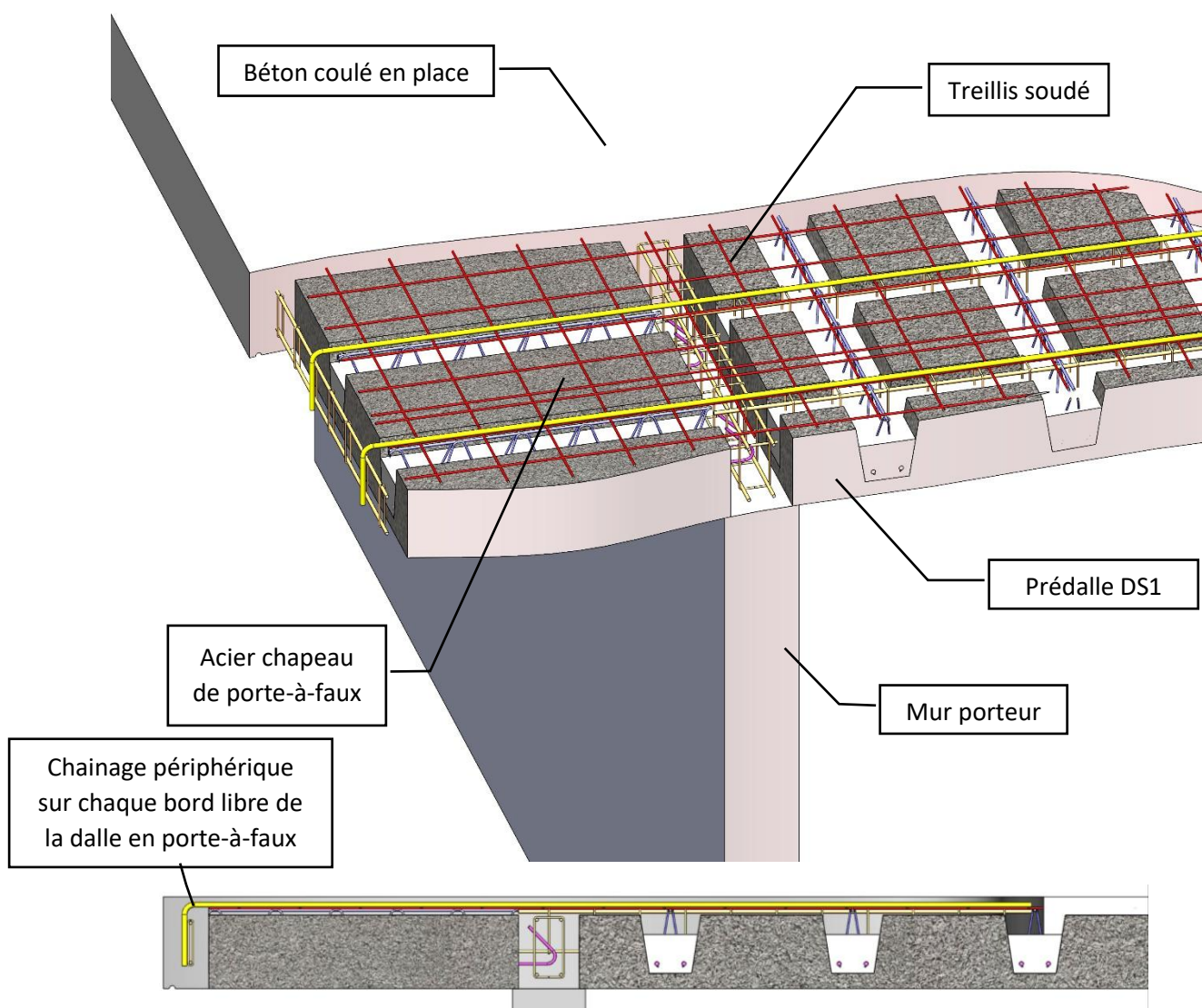
Il est possible de réaliser :

- Le porte-à-faux entièrement en béton coulé en place.
- Le porte-à-faux à partir d'une prédalle DS1.



*La longueur des aciers en chapeau du côté de la travée d'équilibrage devra être calculée et prolongée suffisamment pour équilibrer les moments sollicitant.*

Figures A12 : Porte-à-faux constitué d'une dalle béton armée coulée en place perpendiculairement à l'axe des prédalles DS1  
(Vue en coupe partie courante - Armatures du mur porteur non représentées)



*La longueur des aciers en chapeau du côté de la travée d'équilibrage devra être calculée et prolongée suffisamment pour équilibrer les moments sollicitant.*

Figures A13 : Porte-à-faux constitué d'une prédalle DS1 rapportée  
perpendiculairement à l'axe des prédalles DS1  
(Vue en coupe partie courante - Armatures du mur porteur non représentées)

#### 4.5.7. Disposition pour les acrotères

Les acrotères sont des ouvrages émergents constitués par des murets situés en bordure de toiture dans le prolongement des murs de façade.

Les acrotères sont mis en œuvre sur des principes de toitures – terrasse, en général à faible pente et avec un revêtement d'étanchéité continu associé ou non à une isolation thermique et à une protection adaptée à sa destination. Il peut s'agir de toitures inaccessibles, toitures-terrasses techniques, de toitures – terrasse accessibles aux piétons ou de toitures végétalisées.

On distingue les acrotères bas, dont la hauteur au-dessus de la protection de l'étanchéité ne dépasse pas 30cm et les acrotères hauts dont la hauteur au-dessus de la protection de l'étanchéité excède 30cm.

Avec les planchers DS1 en béton de bois, la mise en œuvre des acrotères n'apporte pas de singularité spécifique, quel que soit leur type.

#### 4.5.8. Joint de dilatation et de fractionnement

Les joints de dilatations horizontaux sur des structures en béton permettent d'absorber les variations dimensionnelles issues des effets conjugués du retrait et de variations thermiques afin de prévenir notamment de l'apparition de fissuration dans les dalles nervurées béton.

Suivant la région de construction de l'ouvrage, ces phénomènes peuvent être négligés si la longueur du bâtiment ou d'un bloc entre JD est inférieure aux valeurs définies à l'EC2.1.1 Annexe Nationale §2.3.3 (3).

Il est typiquement conseillé pour des structures de grandes longueurs de mettre en place des joints de dilatation.

Lorsqu'un joint de dilatation est nécessaire alors il est réalisé sur toute l'épaisseur de la dalle. La largeur conseillée minimale de ce joint est de 4cm. En zone sismique (EC8.1 AN Clause 4.4.2.7(2)) la largeur peut-être plus importante de manière à éviter l'entrechoquement des blocs. Dans ce cas, il faut calculer la largeur sur la base de l'EC8-1 §4.4.2.7.

Les joints de fractionnement ou de retrait permettent d'amorcer et localiser les fissurations lors du retrait naturel du béton lié à l'hydratation du ciment et à son séchage progressif.

Il est typiquement conseillé de fractionner la dalle lorsque sa surface dépasse 25 m<sup>2</sup> maximum et de disposer les joints de manière à découper la dalle avec des côtés de dimension maximale de 5 m et de considérer un rapport grand côté / petit côté du panneau compris entre 1 et 1.5 selon le NF DTU 13.3. Différents types de joints de fractionnement sont possibles, le joint sur béton frais à l'aide d'un fer à joint, le joint scié à réaliser sur 1/3 de l'épaisseur de la dalle dans les 6h à 48h après coulage de la dalle, un joint moulé pouvant aider au tirage du béton ou des joints d'arrêt de coulage approprié des dalles assurant des zones d'amorce de rupture.

### **4.6. Choix des complexes de planchers & revêtements en fonction des usages**

En fonction des usages, afin de satisfaire aux attentes et aux exigences réglementaires en termes de performances complémentaires acoustiques et hygrothermiques, différents types de complexes et d'aménagements sont possibles.

La dalle nervurée béton DS1 peut recevoir en partie supérieure différentes finitions, en conformité avec les documents suivants :

- NF DTU 26.2 « Chapes et dalles à base de liants hydrauliques »
- NF P84-204, (DTU 43.1) « Etanchéité sur élément porteur en maçonnerie »
- NF DTU 43.11 « Climat montagne »
- NF DTU 43.6 « Etanchéité des planchers intérieurs en maçonnerie par produits hydrocarbonés »
- NF DTU 51.1 « Pose des parquets à clouer »
- NF DTU 51.2 « Parquets collés »
- NF DTU 52.1 « Revêtements de sol scellés »
- NF DTU 52.2 « Pose collée des revêtements céramiques et assimilés – Pierres naturelles »
- NF DTU 52.10 « Mise en œuvre sous-couche isolante sous chape ou dalle flottantes & sous carrelage »
- NF DTU 53.12 « Préparation du support et revêtements de sols souples »
- NF DTU 54.1 « Revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse »
- NF DTU 57.1 « Planchers surélevés »
- NF DTU 59.3 « Peinture de sols »
- NF DTU 65.14 « Exécution de planchers chauffants à eau chaude »
- NF P52-302 (DTU 65.7) « Exécution de planchers chauffants par câbles électriques enrobés dans le béton »

La dalle nervurée béton DS1 peut recevoir en sous face différentes finitions, en conformité avec les documents suivants :

- NF DTU 20.13 « Cloisons en maçonnerie de petits »
- NF DTU 25.1 « Enduits intérieurs en plâtre »
- NF DTU 25.31 « Ouvrages en carreaux de plâtre »
- NF DTU 25.41 « Ouvrages en plaques de plâtre – Plaques à faces cartonnées »
- NF DTU 25.42 « Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwiches »
- NF DTU 25.51 « Mise en œuvre des ouvrages en staff traditionnel »
- NF DTU 35.1 « Cloisons démontables »
- NF DTU 58.1 « Plafonds suspendus »
- NF DTU 58.2 « Plafonds tendus »
- NF DTU 26.1 « Travaux d'enduit de mortier »
- NF DTU 59.1 « Revêtements de peinture »

Par ailleurs, dans le cas de mise en œuvre de fixations par vissage en sous face d'un plancher DS1, les conditions suivantes sont à respecter :

- La charge suspendue par fixation mécanique ne peut dépasser 100 Kg / m<sup>2</sup> maximum et 25 Kg par point de fixation vissé.  
La résistance à l'arrachement des fixations dans le support béton de bois TimberRoc F800 fait l'objet de caractérisation et présenté dans l'ETPM-22/0089 publié le 25/10/2023 sur le site du CSTB.

Lors du choix des finitions, il est essentiel de tenir compte des caractéristiques du béton de bois (ETPM-22/0089 du 25/10/2023) et en particulier le classement de résistance et de réaction au feu.

#### 4.6.1. Plancher bas sur vide sanitaire

La dalle DS1 est une dalle nervurée béton, le béton de bois servant de coffrage perdu ne présente pas de risque de durabilité notamment en termes de développement fongique ou de résistance aux termites (Cf Annexe ETPM).

Néanmoins, indépendamment de la résistance du plancher nervuré béton DS1, le vide sanitaire doit présenter les dispositions pour assurer :

- Les conditions d'hygiène et salubrité
  - o Gestion de l'humidité avec la pose à minima d'un film Polyéthylène sur le sol
  - o Aménagement pour canalisation de gaz énergie (DTU 61.1 – P45-204/INS d'avril 82)
  - o Fonction anti-radon (Cahier du CSTB 3143 et 3144 de juillet-Août 99)
- Les exigences thermiques
  - o A calculer à chaque opération : Règles TH-U (Fascicule 4 : Parois opaques-Chapitre II : Méthodes de calcul §2.1.2.2 – a.1 – a.2 – a.3 ; 2.2.3.1 & 2.2.3.2).

En référence au NF DTU 20.1 P1.1, pour les vides sanitaires en dalles DS1, une ventilation naturelle doit au minimum être assurée. Spécifiquement pour un vide sanitaire en dalles DS1, la surface totale des ouvertures en cm<sup>2</sup> doit être au moins égale à 10 fois la surface du plancher en m<sup>2</sup>, avec un minimum de 4 ouvertures. Par exemple, pour 100m<sup>2</sup> de surface de plancher la surface des orifices de ventilation doit être au moins égale à 1000cm<sup>2</sup>.

Avec une isolation complémentaire mise en œuvre en face supérieure du plancher, la réalisation d'une étude hygrothermique n'est pas nécessaire.

#### 4.6.2. Plancher intermédiaire

Afin de satisfaire aux exigences thermiques, acoustiques et d'usage, différents revêtements et finitions sont possibles en face inférieure et supérieure.

##### **Hygrothermie :**

- Plancher intermédiaire entre locaux chauffés : Etude hygrothermique non nécessaire si l'isolation est mise en œuvre en face supérieure du plancher.
- Plancher intermédiaire avec locaux non chauffés ou ouverts (haut de cave, sous-sol, ouvert sur l'extérieur, locaux non chauffés, ...) : Etude hygrothermique non nécessaire si l'isolation est mise en œuvre en face supérieure du plancher.

Pour des complexes particuliers de planchers, une étude hygrothermique peut-être nécessaire ; le Bureau d'Etudes de CCB Greentech est en mesure de les réaliser sur demande.

**Acoustique :** La réglementation à respecter est fonction de l'usage du local et des locaux attenants.

#### 4.6.3. Plancher toiture terrasse

Afin de satisfaire aux exigences thermiques, acoustiques et d'usage, différents revêtements, finitions sont possibles en face inférieure et supérieure

**Etanchéité :** Dans le respect des DTU concernés en fonction des revêtements retenus §4.6.

**Hygrothermie** : Une étude spécifique aux conditions d'utilisation du bâtiment et des conditions extérieures est nécessaire pour s'assurer du confort et des risques de condensation.

Des complexes types sans risques vis-à-vis des problématiques d'étanchéité et de condensation ont été étudiés et sont proposés en annexe 7 « Caractéristiques hygrothermiques et thermiques des systèmes de plancher DS1 ».

**Acoustique** : La réglementation à respecter est fonction de l'usage du local et des exigences dues à l'environnement du bâtiment.

Un guide technique sur l'acoustique des systèmes de plancher avec dalles DS1 mis à disposition par CCB Greentech, présente les principaux complexes avec leurs performances acoustiques.

Cas des débords de toiture :

- L'étanchéité à l'eau supérieure devra être continue jusqu'à la face inférieure en débord du complexe de toiture.
- Un profil goutte d'eau à l'extrémité inférieur du débord assurera l'absence d'eau en sous face.

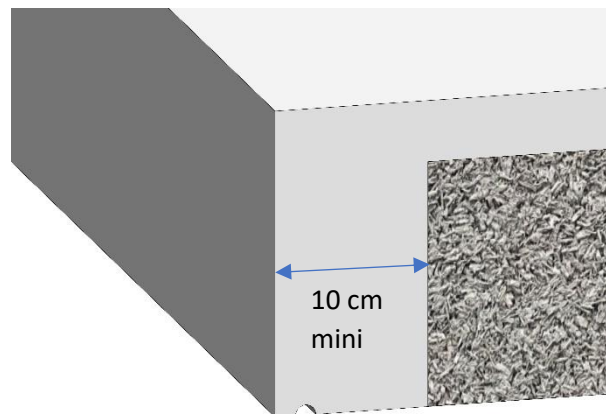


Figure A14 : Débord de toiture – gestion de l'étanchéité et goutte d'eau

**4.6.4. Plancher de parking haut et bas**

En partie supérieure : La dalle béton peut être recouverte de systèmes d'étanchéité et de peintures conformément au différents DTU cités en référence dans ce chapitre.

En sous-face : Le coffrage perdu en béton de bois brut ou peint présente des caractéristiques d'absorption acoustique.

---

## 5. Sécurité incendie

---

D'une façon générale, la sécurité incendie des planchers DS1 en phase définitive est justifiée dans l'Appréciation de laboratoire du CERIB 054365-A.

### 5.1. Durées de résistance au feu

La tenue au feu des planchers composés de dalles DS1 est justifiée par les propriétés intrinsèques au feu du coffrage perdu en béton de bois TimberRoc associé à la dalle nervurée béton : elle est présentée dans l'annexe n°6 « Sécurité incendie ».

La résistance au feu des dalles DS1 isostatiques (sans continuité) ou hyperstatiques (avec continuité sur appuis intermédiaires) en béton armé et protégées sur leur face inférieure par du béton de bois TimberRoc F800 est alors justifiée pour une performance jusqu'à REI 240, à condition que :

- Le plancher soit correctement dimensionné, en situation normale, à l'ELU et à l'ELS selon la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale.
- Les résistances maximales du plancher (par ml) en flexion positive (en travée)  $M_{Rd,fi,t}$  et au tranchant  $V_{Rd,fi,t}$ , en situation d'incendie, soient limitées aux valeurs indiquées dans le Tableau 4 et dans le Tableau 5, tel que décrit dans l'annexe 6 « Sécurité incendie ».
- Des charges peuvent être fixées en sous-face des dalles DS1, à condition de ne pas dépasser une masse par fixation de 25 kg et une répartition maximale de 100 kg/m<sup>2</sup>.

Pour les bâtiments dont les planchers doivent respecter l'article AM8 (cas des établissements recevant du public) il est obligatoire que le doublage sol et plafond réponde à l'exigence de classement ou d'écran thermique, tel que mentionné à l'article AM8.

La mise en œuvre des prédalles DS1 doit se faire à l'avancement du chantier, avec le coulage de la dalle de compression ainsi que des chainages périphériques en béton armé sur site.

Cette mise en œuvre assure une étanchéité au feu sur la périphérie des planchers en DS1 – hors ouvertures et trémies.

### 5.2. Réaction au feu

Comme indiqué dans l'ETPM-22/0089 du 14 septembre 2023 », le classement de réaction au feu du matériau béton de bois TimberRoc F800 est A2, s1, d0.

### 5.3. Disposition particulière de mise en œuvre

#### 5.3.1. Exigences de résistance au feu d'une toiture terrasse avec étanchéité

Il convient de s'appuyer sur l'arrêté du 14 février 2003 relatif à la performance au feu des toitures et couvertures de toitures pour le choix des complexes répondant au classement visé.

Celui-ci fixe :

- Les conditions de l'évaluation des performances des toitures exposées à un feu extérieur, en renvoyant à la méthode d'essai n° 3 de la norme XP CEN/TS 1187 « Méthodes d'essai pour l'exposition des toitures à un feu extérieur »
- Les conditions de la classification de la performance des toitures exposées à un feu extérieur telles que définies dans la norme NF EN 13501-5 « Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 5 : classement utilisant des données d'essais au feu des toitures exposées à un feu extérieur »

#### 5.3.1. Cas d'ouverture dans la dalle DS1

Les réservations dans le coffrage perdu en béton de bois sont dimensionnées suivant les règles précisées en §4.5.1.4 afin de conserver les performances REI des dalles DS1 définies dans l'appréciation de laboratoire « AL01-Performances feu-REI-054365-A-CERIB ».

---

## 6. Fabrication et contrôles

---

La mise en œuvre industrielle se décline sur deux axes :

- La fabrication du granulat additivé
- La préfabrication des prédalles :
  - Préfabrication du coffrage perdu en béton de bois TimberRoc F800
  - Coulage des poutrelles treillis en béton armé

### 6.1. Fabrication du granulat de bois TimberRoc

La fabrication du granulat de bois additivé est réalisée uniquement au sein de l'usine de CCB Greentech à Beaurepaire (38). Le granulat additivé est livré en vrac en remorques aux sites de production des panneaux. La fabrication du granulat additivé par CCB Greentech fait l'objet d'un Contrôle Production Usine (CPU) audité régulièrement par le laboratoire indépendant CERIBOIS.

Le granulat est obtenu à partir de billons de bois écorcés ou de chutes de scieries, d'essences de bois résineux provenant de forêts françaises gérées durablement.

Des opérations spécifiques sont réalisées pour obtenir un granulat de bois d'une granulométrie définie ; lequel reçoit ensuite un traitement de minéralisation avec une alimentation régulée.

Cette fabrication fait l'objet de contrôles spécifiques tels que mentionnés dans les documents du Plan d'Assurance Qualité : Contrôle de Production Usine du Granulat Additivé TimberRoc.

Une attention particulière est portée sur les points suivants :

- Caractéristiques du bois
- Densité apparente
- Granulométrie

Le granulat bois additivé est ensuite distribué en vrac, protégé des intempéries, aux sociétés de préfabrication licenciées, productrices de produit en béton de bois TimberRoc :

- Usine de production CCB Greentech située à Beaurepaire (Isère 38),
- Sites de production des industriels fabricants licenciés.

## 6.2. Fabrication du béton de bois et des prédalles DS1

La fabrication des produits est réalisée au sein de l'usine de CCB Greentech ou des sites industriels licenciés. La préfabrication de panneaux en béton de bois par CCB Greentech ou les sites industriels licenciés fait l'objet d'un Plan d'Assurance Qualité, formalisé dans la documentation technique de production.

Les sites de production sont équipés d'une zone de stockage des granulats, d'un malaxeur à béton, d'un distributeur mobile à béton, de tables de coffrages métalliques, d'une machine spécifique de nivelage/compactage et de moyens levage et de manutention.

La préfabrication comporte plusieurs phases, à savoir :

### 6.2.1. Stockage du granulat de bois

Les granulats de bois additivés sont stockés sur une zone dédiée, confinée et abritée de la pluie, du ruissellement de l'eau de pluie et du vent. Un contrôle des qualités du granulat de bois additivé stocké est réalisé selon les préconisations du document « LT1-PAQ PROCESS PRODUCTION PREFABRICATION - TimberRoc » en veillant aux délais de vérification.

### 6.2.2. Préparation des coffrages pour le coulage du béton de bois

Mise en place sur des tables de coffrages métalliques rigides, des joues de coffrages et des coffrages de réservations intérieures maintenus grâce à des systèmes à aimantation, selon les plans de production transmis par le bureau d'étude de l'opération. Une huile de démoulage est projetée par pulvérisation sur le fond de coffrage, sur les réservations complémentaires disposées dans le moule et sur les joues de coffrage. Une table de coffrage peut accueillir plusieurs coffrages de panneaux en fonction de leurs dimensions.

### 6.2.3. Préparation du mortier de béton de bois

Le granulat additivé est contrôlé à réception par rapport exigences précisées dans la documentation de la licence remise aux licenciés.

Le granulat de bois additivé est introduit dans une centrale à béton de bois automatisée et paramétrée avec les composants supplémentaires, en vérifiant :

- Les quantités des composants supplémentaires à doser selon l'abaque fournie aux sites de préfabrication licenciés : poids pour le granulat additivé, volume pour l'eau, poids pour le ciment, volume pour l'additif.
- Les temps de malaxage.

### 6.2.4. Coulage des panneaux de coffrages perdus en béton de bois

Après malaxage, le mortier béton de bois est coulé en 3 étapes successives et enchainées en utilisant un distributeur mobile, automatique ou manuel, dans les moules de coffrage :

- 1ère étape : coulage d'une première couche à mi-épaisseur,

- 2ème étape : intégration des appareillages techniques si besoin (boîtes électriques, gaines électriques ou fixations suivant § 4.6.1.7 "dispositions pour les intégrations dans les planchers DS1") et compactage intermédiaire,
- 3ème étape : coulage d'une seconde couche en débord du haut du coffrage. Cette surépaisseur est définie dans le document « LT1-PAQ PROCESS PRODUCTION PREFABRICATION - TimberRoc ».

#### 6.2.5. Nivelage et compactage

On procède ensuite au nivelage et compactage du béton de bois par une machine dédiée et spécifique, permettant de réaliser la surface supérieure du panneau en maîtrisant le taux de compression du produit et ses propriétés. On peut procéder au retrait des joues de coffrages après un temps minimum de 15 min après le compactage pour des coffrages perdus DS1 de 20 à 28 cm d'épaisseur (Epaisseur de coffrage perdu maximale en configuration de base).

#### 6.2.6. Séchage ou étuvage du coffrage perdus en béton de bois avant coulage des poutrelles treillis

- Séchage naturel du panneau à l'air libre de l'atelier,
- Ou,
- Passage du panneau en étuve pour accélérer le processus de prise du ciment selon « LT1-PAQ PROCESS PRODUCTION PREFABRICATION - TimberRoc ».

Ce temps de séchage ou d'étuvage est à définir afin de garantir les caractéristiques minimales de résistance du béton de bois pour pouvoir réaliser le levage final :

Béton de bois : Résistance à la compression de 1,6 Mpa Minimum

Voir Annexe 3 « Charges Maximales Utiles (CMU) des inserts de levage des prédalles DS1 ».

#### 6.2.7. Coulage des talons des poutrelles en béton armé dans le coffrage perdu en béton de bois

##### 1/ Réalisation des Poutrelles treillis – méthodes de production

Les prédalles DS1 intègrent à minima, le talon des poutrelles treillis en béton armé pour assurer les opérations de phase provisoire de levage, stockage, étayage, coulage (Annexe 3 « Charges Maximales Utiles (CMU)-Gamme de prédalles DS1 standard ») suivant les plans des configurations de base (Annexe 4 « Conception des dalles DS1 – Règles techniques de dessin »).

Ces poutrelles coulées en usine intègrent les treillis raidisseurs, les aciers complémentaires de flexion, les armatures d'ancrage et les inserts de levage.

En complément et en fonction des ouvertures de trémies, des réservations dans les dalles DS1 et d'autres renforts nécessaires pour le dimensionnement final des dalles DS1, des raidisseurs en béton armé supplémentaires en béton armé peuvent être intégrés dans les prédalles DS1.

La réalisation des réservations pour le coulage des talons des poutrelles peut se faire en positionnant ces réservations :

- En face fond de coffrage des coffrages perdus en béton de bois

Le retournement des coffrages perdus en béton de bois est alors nécessaire avant coulage des poutrelles raidisseur en béton armé. Cela peut se faire grâce à une table de retournement ou par un retournement manuel avec des dispositions particulières pour s'assurer de l'intégrité du coffrage lors de la manutention.

- En face supérieur de coffrage des coffrages perdus en béton de bois

Les réservations sont alors directement accessibles après avoir ôter les coffrages de réservation.

## 2/ Positionnement des armatures métalliques pour le coulage

Le positionnement des différentes armatures, ainsi que le coulage du béton des talons de poutrelles est réalisé selon les plans conformes aux prescriptions de l'annexe 4 « Conception des dalles DS1 – Règles techniques de dessin ».

Un enrobage minimal des armatures, par le béton de remplissage, de 20 mm doit être respecté (entre la paroi intérieure et l'armature la plus proche de celle-ci)- Cf Annexe

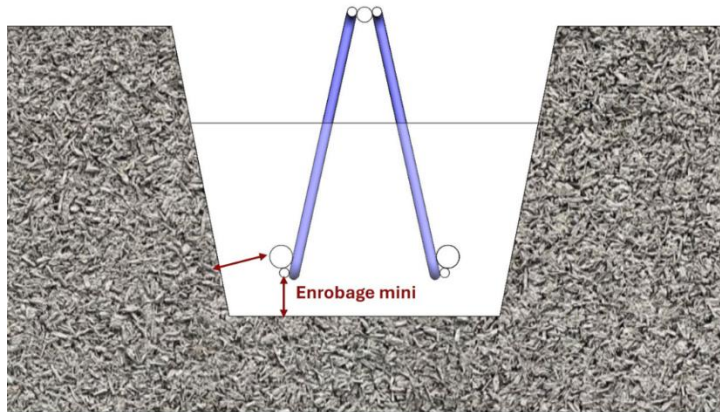


Figure A15 : Coupe - Enrobage minimum des armatures des poutrelles

Une attention particulière sera apportée à cette phase au positionnement des barres HA de flexion longitudinales inférieures dimensionnés pour répondre au besoin de la phase définitive, complémentaires des aciers minimaux qui eux sont nécessaires aux phases provisoires « Conception des dalles DS1 – Règles techniques de dessin ».

Les règles de pose dans de ces armatures complémentaires de flexion longitudinale sont les suivantes :

- Diamètres des armatures décroissants du bas vers le haut dans le sens de coulage
- Premier et second lit des armatures de flexion en contact.
- Troisième lit espacé du diamètre du second lit

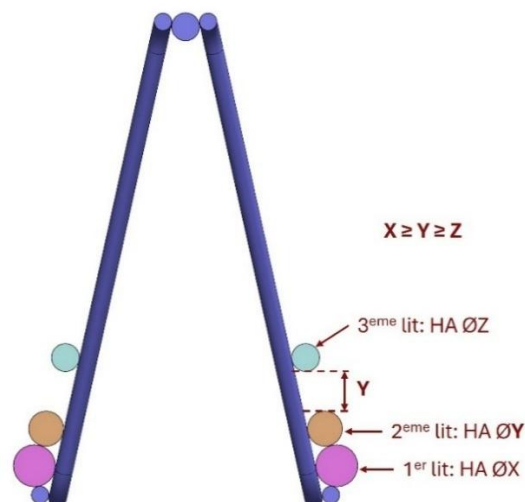


Figure A16 : Principe du positionnement des aciers de flexion complémentaires

Les inserts de levage sont sélectionnés selon les caractéristiques énoncées dans l'annexe 3 « Charges Maximales Utiles (CMU) des inserts de levage des prédalle DS1 »

Les règles de pose des inserts de levage sont les suivantes :

- Le positionnement des inserts doit assurer l'équilibrage de la dalle
- Les inserts de levage doivent être orientés vers le centre de gravité de la prédalle
- Les inserts doivent être intégrés dans le treillis raidisseur type KT
- La boucle des inserts de levage est positionnée à équidistance des boucles de la poutrelle treillis.

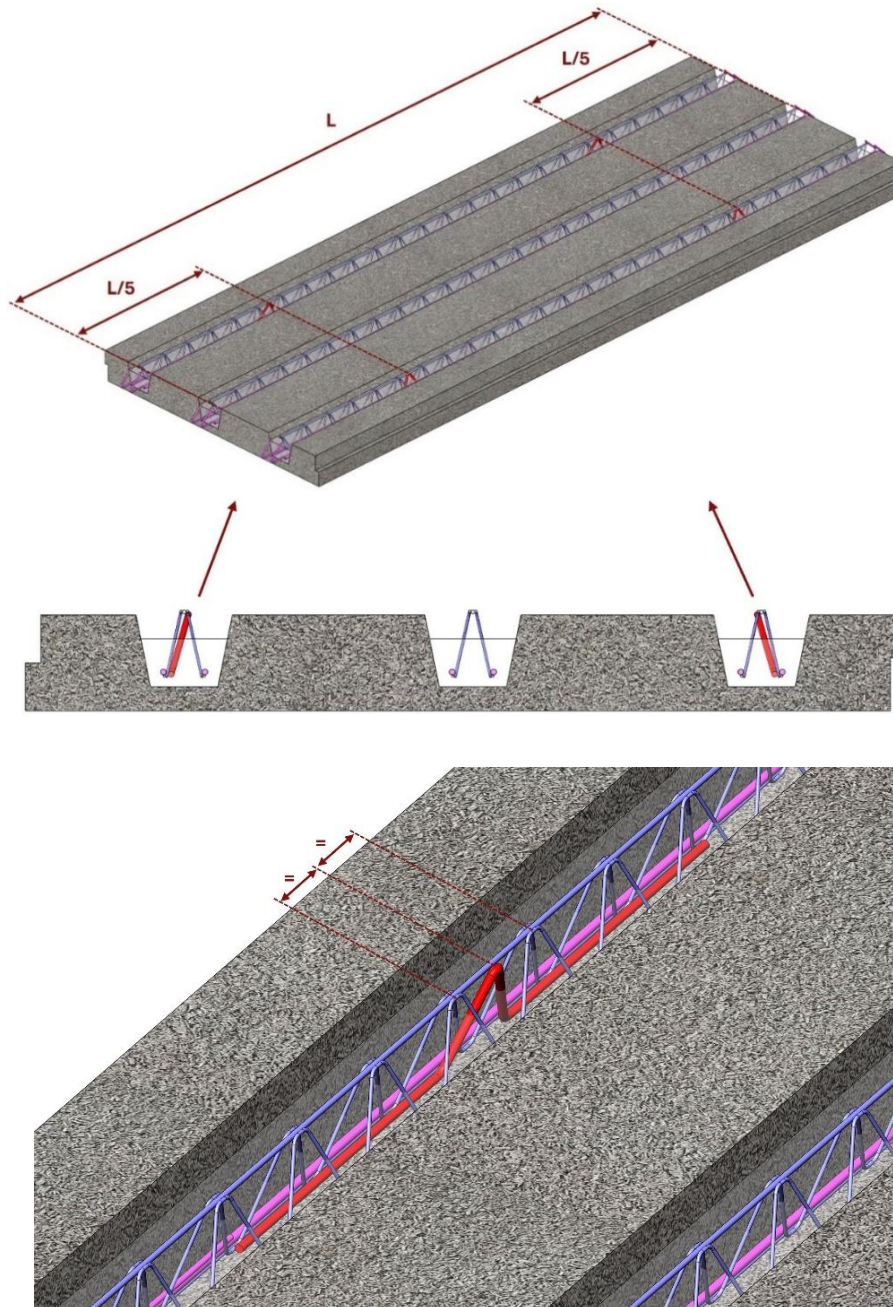


Figure A17 : Positionnement et orientation des inserts de levage

Les armatures d'ancrage à l'appui des dalles DS1 sont positionnées sur le premier ou second lit d'acier de flexion longitudinale

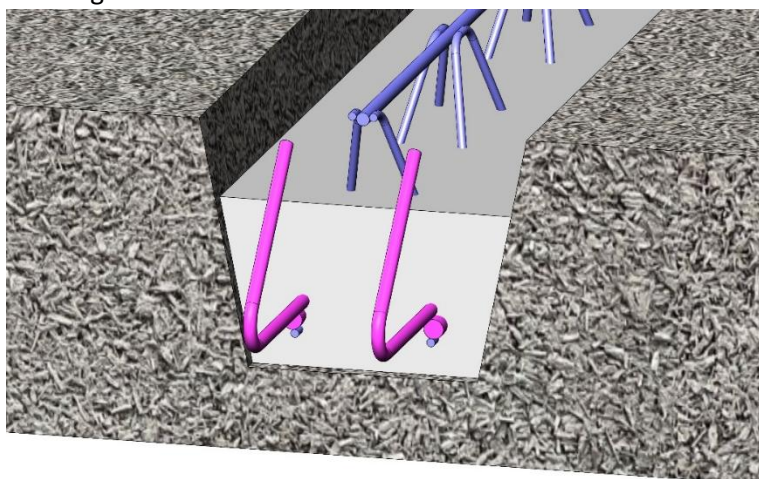


Figure A18 : Positionnement standard des aciers d'ancrage à l'appui dans les prédalles DS1

#### 6.2.8. Mise en place des fixations complémentaires pour liaison béton de bois-béton

Il convient d'ajouter des fixations pour liasonner mécaniquement le béton de bois avec le béton. Ces fixations sont de type Tirefond zingués répondants au moins à la DIN 571.

La fixation est mise en œuvre lors de la production des prédalles, sur site industriel.

Dans les figures suivantes, les dispositions à appliquer pour la mise en œuvre des fixations dans la prédalle DS1 :

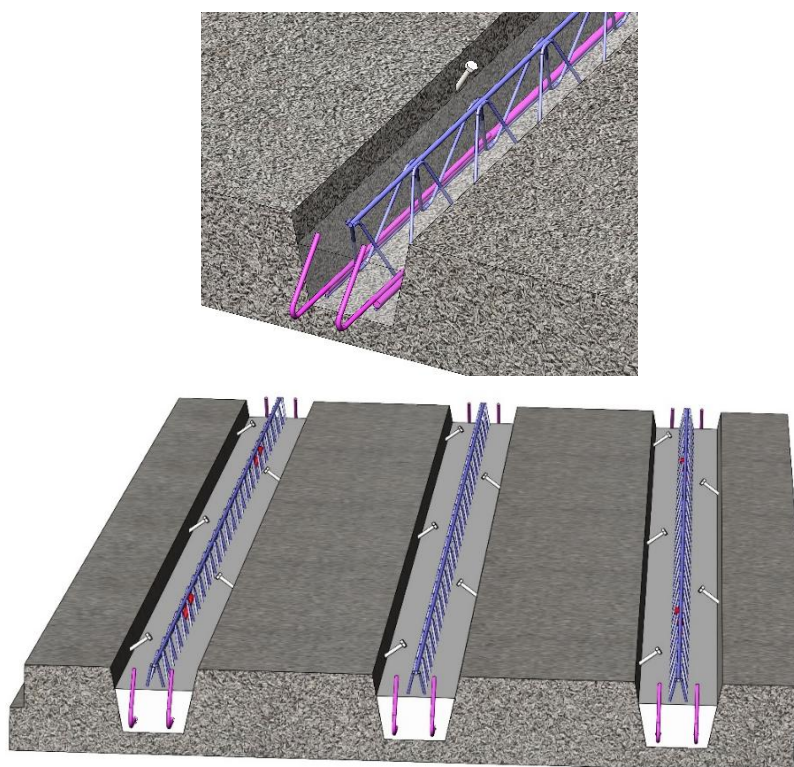


Figure A19 : Positionnement des tirefonds

Les fixations de type tirefonds sont disposées **tous les mètres linéaires** en quinconce comme sur la figure ci-dessus.

L'angle à respecter lors de la mise en œuvre des fixations est défini par la valeur de **60° avec une tolérance de +/- 5°**, valeur conditionnée par la hauteur du ferrailage de la poutrelle permettant la bonne mise en œuvre de cette dernière.

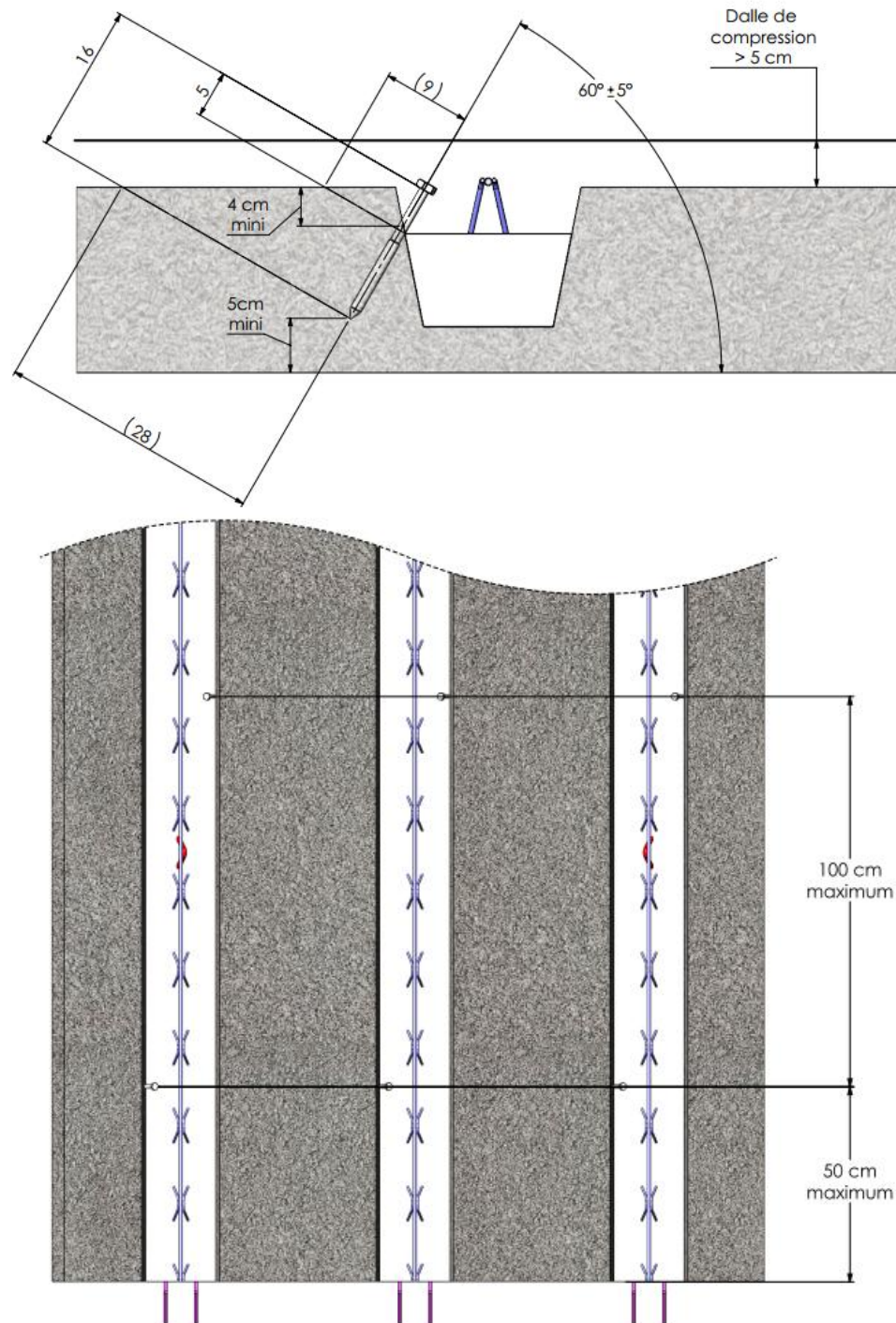


Figure A20 : Cotes d'implantation des fixations (tirefonds)

La mise en œuvre de la fixation devra respecter une distance minimale de 4cm de la face supérieure en béton de bois et la pointe de la fixation ne devra pas être à moins de 5cm de la face inférieure de la prédalle.

Les caractéristiques géométriques des fixations mises en œuvre devront respecter au minimum un diamètre 12 mm ainsi qu'une longueur minimale de 160 mm. L'ancrage de la fixation devra se faire sur minimum 110 mm dans le béton de bois et laisser apparent une longueur de minimum 50 mm au-dessus du talon de la poutrelle.

| Caractéristiques minimales de la fixation mécanique |                   |                    |                   |                  |
|-----------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| Diamètre tirefond                                   | Longueur tirefond | Longueur d'ancrage | Angle de fixation | Entraxe tirefond |
| 12mm                                                | 160mm             | 110mm              | 60° +/- 5°        | 1m               |

Tableau DT06 : Caractéristiques minimales de la fixation mécanique

#### 6.2.9. Séchage ou étuvage des prédalles finies

Le séchage des prédalles en usine peut se faire par :

- Séchage naturel du panneau à l'air libre de l'atelier,

Ou,

- Passage du panneau en étuve pour accélérer le processus de prise du ciment selon « LT1-PAQ PROCESS PRODUCTION PREFABRICATION - TimberRoc ».

Ce temps de séchage ou d'étuvage est à définir afin de garantir les caractéristiques minimales de résistance du béton armé pour pouvoir réaliser le levage final :

- Béton armé : Résistance à la compression de 14Mpa minimum

Voir Annexe 3 « Charges Maximales Utiles (CMU) des inserts de levage des prédalles DS1 ».

#### 6.2.10. Manutention et stockage en usine ou sur plateau remorque.

Après un séchage permettant d'atteindre les propriétés mécaniques minimums qui sont nécessaires en phase provisoire, notamment pour le levage, un dispositif d'équilibrage 4 points doit être utilisé.

Lors du levage en usine, une vérification sera faite à cette étape pour s'assurer que les aménagements complémentaires ont bien été pris en compte dans le positionnement du centre de gravité et le poids total de la dalle, en vérifiant notamment l'équilibrage de la dalle au premier levage.

Les prédalles doivent être déplacées uniquement par un levage complet horizontal et sans à-coups ou chocs qui pourraient mettre en défaut leur intégrité.

Les prédalles doivent être posées de façon horizontale sur une surface plane avec des planches de calage orientées longitudinalement et disposées selon le schéma ci-dessous.

L'espace libre entre les prédalles DS1 posées horizontalement permet la circulation de l'air comme signifié dans le plan d'assurance qualité.

Les prédalles peuvent être superposées en alignant verticalement l'axe des planches avec un maximum de 6 dalles ou une pile de 160 cm de hauteur. Une vigilance particulière sera apportée sur la stabilité de l'empilement notamment sur plateau remorque. Le sanglage de chaque pile lors du transport est nécessaire.

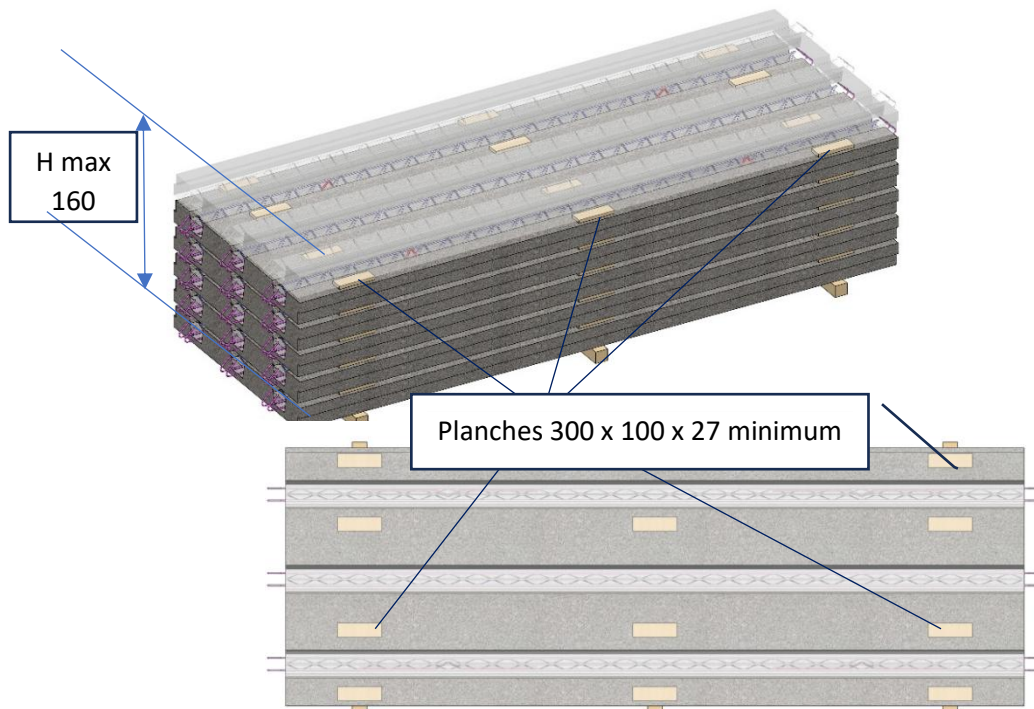


Figure A21 : Représentation du stockage conforme des prédalles DS1

### 6.3. Tolérances de fabrication des prédalles DS1

Les prédalles DS1 relèvent des produits préfabriqués en béton – Eléments de plancher nervurés au sens de la norme NF EN 13224. A ce titre les tolérances de base de produits préfabriqués béton au sens de la norme NF EN 13369 s'applique auxquelles s'ajoute des spécificités géométriques liées aux éléments de plancher préfabriqué nervuré béton.

Les tolérances mentionnées dans les tableaux suivants correspondent à des tolérances maximales, des tolérances plus faibles peuvent être nécessaires et seront alors précisées sur les plans de fabrication.

| Tolérance sur base NF EN 13369                                 | Rep   | Valeur          |
|----------------------------------------------------------------|-------|-----------------|
| Ecart admis longueur (de 0 m à 5 m)                            | L     | $\pm 10$ mm     |
| Ecart admis longueur (de 5 m à 7 m)                            | L     | $\pm 20$ mm     |
| Ecart admis largeur prédalle                                   | l     | $(-5 ; +10)$ mm |
| Ecart admis épaisseur coffrage perdu en béton de bois          | Ep_d  | $(0 ; +10)$ mm  |
| Ecart admis hauteur de béton C30/37 fond de poutrelle (talons) | Ep_b  | $(-5 ; +10)$ mm |
| Planéité de la surface moulée (Sous règle de 1 m)              | P     | 3 mm            |
| Dimension des réservations ou ouvertures                       | a * b | $\pm 10$ mm     |
| Position des réservations, ouvertures, intégrations, inserts,  | X     | $\pm 25$ mm     |

Tableau DT07 : Tolérances de fabrication propre aux éléments préfabriqués en béton

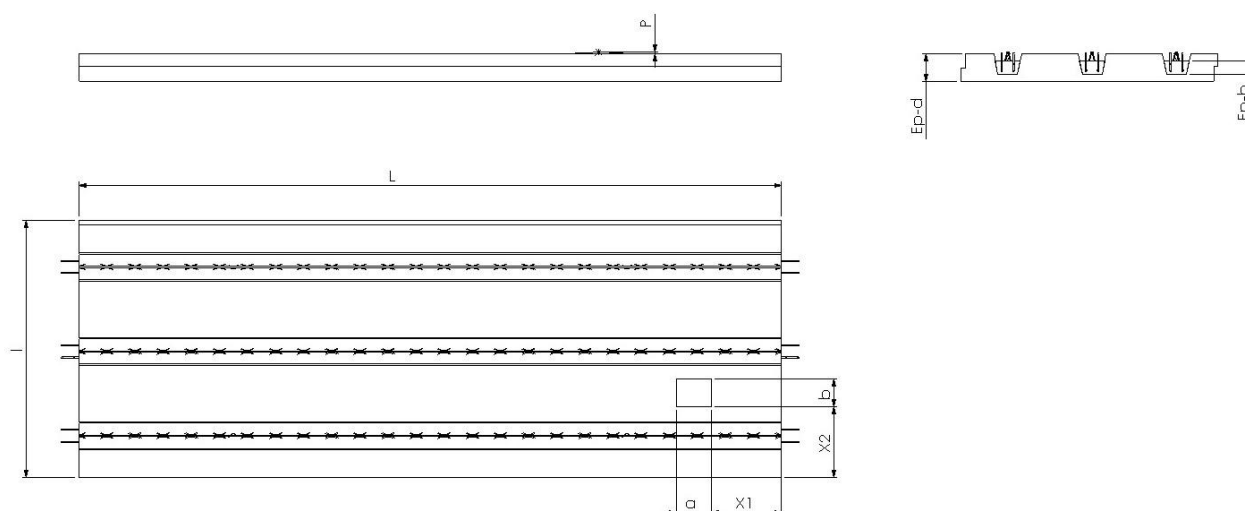


Figure A22 : Tolérances propres aux éléments béton préfabriqué DS1

| Tolérance selon NF EN 13224      | Rep        | Valeur      |
|----------------------------------|------------|-------------|
| Gauchissement                    | $\theta$   | $\pm 15$ mm |
| Voilement latéral                | $\epsilon$ | $\pm 10$ mm |
| Déviation angulaire des nervures | $\delta$   | $\pm 15$ mm |

Tableau DT08 : Tolérances de fabrication propre aux éléments de plancher nervurés

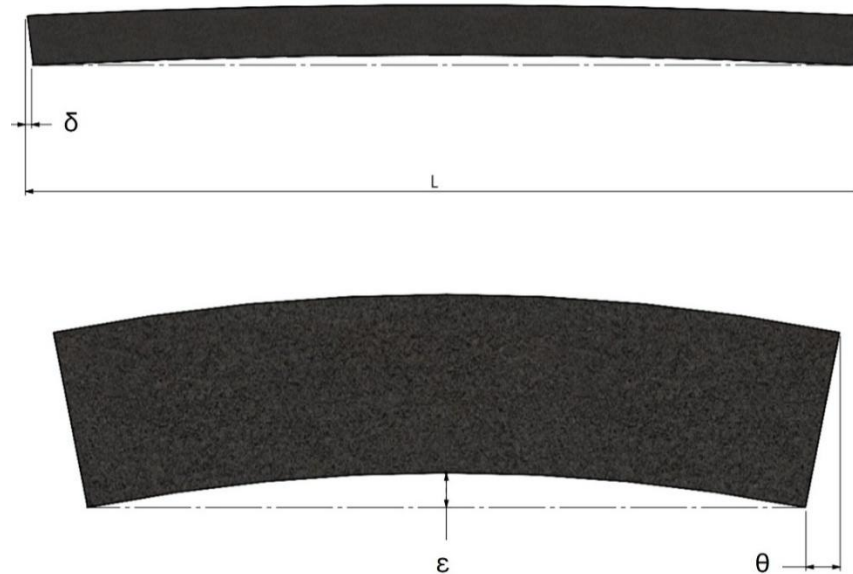


Figure A23 : Tolérance propre aux éléments de plancher nervurés préfabriqués DS1

#### 6.4. Procédures de contrôle

##### Marquage du produit

Un marquage de chaque prédalle est réalisé avec les informations de suivi figurant dans un dossier de conception – production par étude (affaire) selon le paragraphe § 1.3.

##### Procédures de contrôle internes de fabrication

La fabrication des prédalles DS1 est soumise à une procédure de contrôles internes, sur les bases et modalités du document « Plan Assurance Qualité : Production des prédalles DS1 » dans lequel est indiqué un Contrôle Production Usine (CPU) défini, allant de l’approvisionnement des matières premières jusqu’à la fin du process de fabrication des panneaux.

Une attention particulière est portée sur les étapes suivantes :

- Suivi qualité du granulat de bois additivé
- Dosage du béton de bois
- Coulage, Nivelage et compactage du béton de bois
- Contrôle qualité du coffrage perdu béton de bois finis
- Conformité des aciers d’armatures, du béton fond de poutrelle
- Ferrailage et coulage des poutrelles treillis en béton armé
- Contrôle qualité de la prédalle DS1 finie
- Marquage des prédalles pour expédition

Afin de suivre la qualité des productions, des essais de résistance en compression sont réalisés :

- Sur des jeux d’éprouvettes cubiques de béton de bois
- Sur des jeux d’éprouvettes cylindriques ou cubique de béton

Les certificats matières des armatures métalliques structurales et des inserts de levage sont archivés.

Les essais de résistance en compression, de densité et de résistance à la traction sur tirefonds sont réalisés au minimum :

- À chaque changement journalier de formulation de béton de bois,
- Tous les 2000m2 de panneaux de coffrages perdus DS1 produits.

- Chaque jour pour les essais de vérification des performances à jeune âge (Période de levage (jeune âge) : 5 jours si séchage naturel ou après temps d'étuvage)
- Chaque semaine pour les essais de suivi des performances de résistance à la compression et de densité, à réaliser sur deux périodes : à 7 jours (+/- 1 jour) et 28 jours (+/-3 jours)

En fin de chaîne de production, un contrôleur vérifie les dimensions, la rectitude des parois, la localisation et le dimensionnement des inserts de levage, insert et réservations sur la base des plans établis par le bureau d'études et dans la limite des tolérances de fabrication minimale définies ci-dessus selon les côtes tolérances des plans de fabrication.

#### **6.5. Contrôles qualité externe**

Les résultats des contrôles internes relatifs à la densité et à la résistance en compression sont tenus à disposition du CSTB pour suivi.

Un contrôle portant sur le système de Contrôles de Production en Usine (CPU) est réalisé 1 fois par an, par un organisme de contrôle extérieur. Les contrôles et audits portent sur :

- L'examen des procédures de contrôles décrites dans le CPU,
- L'audit de l'usine pour vérification de la bonne application des procédures de contrôles.

---

### **7. Mise en œuvre d'un système de planchers DS1 sur chantier**

---

Sur le chantier, toutes les opérations liées à l'utilisation de système de plancher DS1 se font sous l'autorité du responsable de la mise en œuvre, membre à part entière de l'entreprise utilisatrice. Suivant la taille et l'organisation de l'entreprise, cette personne sera un membre de l'encadrement du chantier, conducteur de travaux, chef de chantier ou chef d'équipe choisi préférentiellement dans l'encadrement des ouvrages en béton. Du fait de sa position hiérarchique, le responsable de la mise en œuvre des prédalles DS1 pour la réalisation des dalles nervurées béton DS1 a pour vocation de donner les instructions aux opérateurs et de les former à leur poste de travail, y compris sur les aspects sécurité. Il convient donc pour l'utilisateur de désigner au plus tôt le responsable de la mise en œuvre, qui devra donc être compétent sur tous les aspects techniques.

Pour l'ensemble des phases de livraison sur chantier, manutention, stockage et mise en œuvre des poutrelles, le responsable chargé de la pose doit disposer des plans d'exécution, du plan de préconisation de pose et les détails d'assemblages.

CCB Greentech ou le préfabricant licencié réalisent les plans de préconisation de pose des planchers DS1, en prenant en compte les contraintes du projet (porteurs, charges verticales) et de l'entreprise (modes opératoires, étalement).

Le plan de préconisation de pose doit être validé par l'entreprise qui réalise la mise en œuvre du chantier et complété par le bureau d'études structure chargé de l'étude d'exécution du bâtiment.

Le déroulement des études techniques et les responsabilités des intervenants sont précisés dans le paragraphe 8.2 du présent dossier technique.

La chronologie de réalisation de l'ouvrage tient compte des délais nécessaires au durcissement du béton coulé en œuvre.

Les conditions climatiques (fortes températures, températures faibles et gel, fortes pluies et vents battants, voire neige...) doivent être prises en compte lors de la construction d'un ouvrage.

Des détails complémentaires liés à la mise en œuvre sont détaillés dans l'annexe n°5 « Points particuliers de la mise en œuvre des prédalles DS1 ».

## 7.1. Manutention, stockage et transport

### 7.1.1. Transport

Lors du transport, les planchers DS1 sont placés en position horizontale en respectant les conditions d'appui et les précautions particulières définies pour le stockage ci-après. L'arrimage doit être réalisé au droit des appuis et de façon à éliminer tout rebond.

L'annexe 5 « Points particuliers de mise en œuvre des dalles DS1 » détaille les règles de chargement des prédalles sur camion plateau.

Le gabarit routier standard est de 2,50m x 4,40m (largeur x hauteur) avec une longueur utile de 13.70m pour une charge utile moyenne de 26 Tonnes. L'entreprise cliente doit s'assurer de la bonne desserte du chantier ou en informer l'entreprise de préfabrication.

La hauteur de chargement des prédalles est limitée en condition standard à 160 cm ce qui correspond à un empilement de 4 à 6 prédalles, en fonction des épaisseurs des prédalles et en tenant compte des éléments de calage alignés verticalement.

### 7.1.2. Déchargement et stockage des prédalles DS1 sur chantier

Lorsque les prédalles DS1 sont stockées sur le chantier, le stockage doit être fait horizontalement sur une aire aménagée spécialement, dégagée et facile d'accès. L'aire de stockage doit être stable et plane de manière que les prédalles DS1 ne soient pas soumises à des efforts parasites.

En cas d'empilage, les planches de calage doivent être adaptées à cet usage et respecter un alignement vertical. Au minimum, 2 appuis doivent être disposés avec un alignement horizontal vérifié pour éviter toutes contraintes de flexion dans les prédalles lors de leur empilement. Les critères de mise en œuvre des planches de calage se fait selon le paragraphe 6.2.9 du présent dossier.

La stabilité de l'ensemble doit être assurée.

Les distances entre appuis et les modes d'empilage adoptés ne doivent pas entraîner le développement d'efforts susceptibles de provoquer des déformations permanentes ou des fissures.

La hauteur maximale de l'empilement des dalles est au maximum de 160 cm soit un empilement de :

- 6 prédalles P-DS1-20
- 5 prédalles P-DS1-24
- 5 prédalles P-DS1-28
- 4 prédalles P-DS1-32

Dans le cas de planchers DS1 destinés à rester apparents, une bâche de protection ou équivalent peut être disposée sur l'empilement stocké afin d'éviter une exposition trop importante en cas de pluie.

### 7.1.3. Réception des prédalles sur chantier

L'entreprise élimine les planchers DS1, qui, lors du transport ou des manutentions, auraient subi des détériorations. A la livraison et réception des produits, une personne présente sur le chantier vérifie la conformité du plancher livré à l'aide du bon de livraison et du plan de préconisation de pose fourni (nomenclature et spécification du type de plancher).

Chaque plancher DS1 doit être identifié suivant le plan de préconisation de pose servant au repérage et doit être réceptionné à la livraison en vérifiant, en référence aux plans d'exécution :

- Le bon état général de la prédalle, l'absence de défaut structural (fissures, épaufrures, déformation des armatures acier de raidissement, ...)
- La présence des étiquettes d'identification
- La présence des dispositifs de manutention
- La présence des treillis raidisseurs

- Les dimensions de la prédalle
- Les positions et dimensions des réservations, trémie ;
- L'état de surface

Le contrôle des dimensions et leurs tolérances des prédalles DS1 se fait suivant le NF EN 13369 :

Tolérance de longueur :  $\pm 1$  cm de 0 à 5 m et  $\pm 2$  cm de 5 à 7 m

Tolérance de largeur : - 0.5 / 1 cm

Tolérance d'épaisseur : 0 / +1 cm

Implantation des réservations :  $\pm 2.5$  cm

Le Bon de Livraison est annoté des écarts éventuels pour le bon suivi.

#### 7.1.4. Manutention sur chantier

Lors du transport, du levage, du stockage et de la pose des prédalles DS1, il est important de majorer le poids propre des coffrages perdus en béton de bois de 20%.

Les prédalles DS1 sont manutentionnées par des grues à tour ou automotrices. Les caractéristiques de ces engins et des éléments de manutention devront être compatibles avec le poids et les distances de pose des prédalles DS1 à manutentionner. La manutention des prédalles DS1 s'effectue uniquement par les inserts de levage, incorporées dans les poutrelles en béton armé, prévues à cet effet. En aucun cas la manutention ne peut s'effectuer par d'autres armatures sans consultation préalable du fabricant.

A titre indicatif, les prédalles DS1 standards, par épaisseur, peuvent présenter un poids maximal majoré à jeune âge (Voir paragraphe 3.2) de :

- 3,0 tonnes pour une prédalle DS1-20 (4 poutrelles / longueur 504 cm)
- 4,3 tonnes pour une prédalle DS1-24 (4 poutrelles / longueur 604 cm)
- 4,4 tonnes pour une prédalle DS1-28 (3 poutrelles / longueur 704 cm)
- 5,0 tonnes pour une prédalle DS1-32 (3 poutrelles / longueur 704 cm)

#### Moyens de levage

Chaque prédalle DS1 intègre ses propres inserts de levage qui sont incorporés dans le treillis raidisseur des poutrelles en béton armé, ceux-ci sont en dessous du filant supérieur du treillis raidisseur.

Après coulage des dalles de compression sur chantier ces dispositifs sont masqués et ne sont plus accessibles.

Les inserts de levage sont disposés à l'intérieur des treillis raidisseurs des prédalles lors de la phase de coulage du béton des talons de poutrelles raidisseur. Ces inserts sont fabriqués en sous-traitance selon un cahier des charges spécifique, comme indiqué en Annexe 4 « Conception des dalles DS1 – Règles techniques de dessin »

Dans les configurations de base, quatre inserts de levage permettent de lever les prédalles avec les dimensions maximales ci-dessus.

L'atteinte des résistances minimums du béton de bois et du béton du talon de poutrelle à la sortie de l'étuve est requise pour le levage – voir pour plus de précisions l'Annexe 3 « Charges Maximales Utiles (CMU) des inserts de levage des prédalles DS1 ».

#### Dispositifs de levage

Pour les configurations de base, la manutention en usine ou sur chantier se fait avec un dispositif de levage équilibré quatre points de type répartiteur de charge – pour plus de précision voir l'Annexe 5 « Points particuliers de mise en œuvre des dalles DS1 » :

La liaison avec les inserts de levage se fait :

- Soit avec des chaînes ou câbles avec des crochets de levage directement fixés sur les inserts de levage,
- Soit à l'aide de sangles disposées dans les inserts et doublées - ces sangles sont en Polyester multi filaments haute ténacité. 2 types de sangles sont utilisables :
  - Élingue en sangle à tête en 2 boucles : la sangle est passée dans l'insert de levage et les 2 extrémités en boucles sont prises par un crochet verrouillable raccordé aux chaînes de levage.
  - Sangle tubulaire en boucle : Ces boucles de sangles sont soit rattachées à l'insert de levage par un nœud en tête d'alouette ou nœud cravate, soit passées en berceau dans les inserts. Les extrémités des boucles de sangle sont prises par des crochets verrouillables raccordés aux chaînes de levage.

La sangle de levage doit être conforme à la norme EN 1492-1 :2009 et avoir une capacité CMU supérieure à l'insert de levage.

- Soit avec des élingues recevant des crochets ou manilles se prenant dans l'insert de levage.

Les éléments de liaison doivent avoir une capacité CMU supérieure à l'insert de levage.

### Manutention

Le système de levage doit être utilisé en veillant à un bon équilibrage des efforts sur chaque insert de levage des prédalles DS1, en veillant en particulier à ce que l'angle des élingues soit minimum. Pour les configurations de base avec un élingage quatre brins, un répartiteur de charge peut être avantageusement utilisé.

La manutention devra se faire dans le respect des règles de sécurité avec une vigilance accrue des opérateurs vis-à-vis d'une casse impromptue de la prédalle ou d'un dispositif de levage dysfonctionnant.

Une attention particulière sera apportée lors de la manutention pour ne pas endommager les prédalles ainsi que les inserts (Suspentes, inserts de levage, treillis raidisseurs, par exemple, ...).

Les prédalles doivent être déplacées uniquement par un levage complet horizontal progressif de façon à minimiser les effets dynamiques sur les prédalles et les boucles de levage.

Les dalles DS1 offrent des surfaces de prise au vent importantes lors de leur manutention, il est impératif d'une part de recourir aux précautions habituelles relatives à la manutention des éléments de grande dimension et d'autre part de cesser la mise en œuvre lorsque la vitesse du vent empêche la manutention aisée par deux personnes.

## **7.2. Règles d'exécution de la pose et principales étapes de mise en œuvre**

Le mode de pose est défini en concertation avec le fournisseur (industriel préfabricant) lors de la préparation du chantier, de façon à déterminer le repos nominal et l'espace d'appui à réserver sur la structure porteuse ainsi que le dimensionnement du dispositif d'étalement.

Les phases de mise en œuvre et d'étalement des poutrelles ne doivent pas altérer les qualités requises pour ces pièces dans l'ouvrage fini.

Lorsqu'un plancher présente une défectuosité de nature à compromettre la solidité ou l'aptitude à l'emploi de l'ouvrage, l'entreprise averti immédiatement le fournisseur afin de décider des conditions d'utilisation ou de mise au rebut dudit produit.

La pose des prédalles DS1 est effectuée dans les conditions indiquées sur le plan de préconisation de pose.

L'ordre de pose est prévu sur les plans de préconisations de pose.

Le calepinage est prévu sur les plans de préconisations de pose.

Le mode de pose doit être conforme aux prescriptions du fournisseur.

### 7.2.1. Réception des appuis - support porteur

La réception des appuis concerne les éléments préfabriqués et les éléments coulés en place. Dans le cas où une non-conformité est constatée, on procède aux corrections nécessaires. Les tolérances d'exécution sont définies par la NF DTU 23.5 et les points suivants doivent être vérifiés :

- la conformité avec les plans d'exécution ;
- la distance libre entre appuis ; conforme aux côtes et tolérance des plans d'exécution et avec une tolérance comprise entre  $\pm 10$  mm,
- Equerrage en plan compris entre  $\pm 10$  mm sur une distance de 10 m,
- la planéité des appuis ;
- le niveau des appuis.

Il convient de vérifier la présence et la conformité des armatures en attente, afin de bien assurer les reprises de liaisonnement sur les chaînages verticaux. La continuité des armatures de chaînage doit être respectée.

### 7.2.2. Etaisement - Repos des prédalles DS1 sur appuis

Le système d'étaisement est constitué par des lisses continues supportées par des étais. Ces lisses peuvent être en madrier bois. En phase provisoire, les prédalles DS1 ne doivent pas être portées par les murs : un jeu fonctionnel vertical moyen de 5mm doit être mis en place. En rive, une file d'étaisement est prévue à proximité des murs porteurs : de façon similaire au NF DTU 23.5, l'axe de cette lisse de rive doit être situé à une distance maximale de 30 cm du voile support.

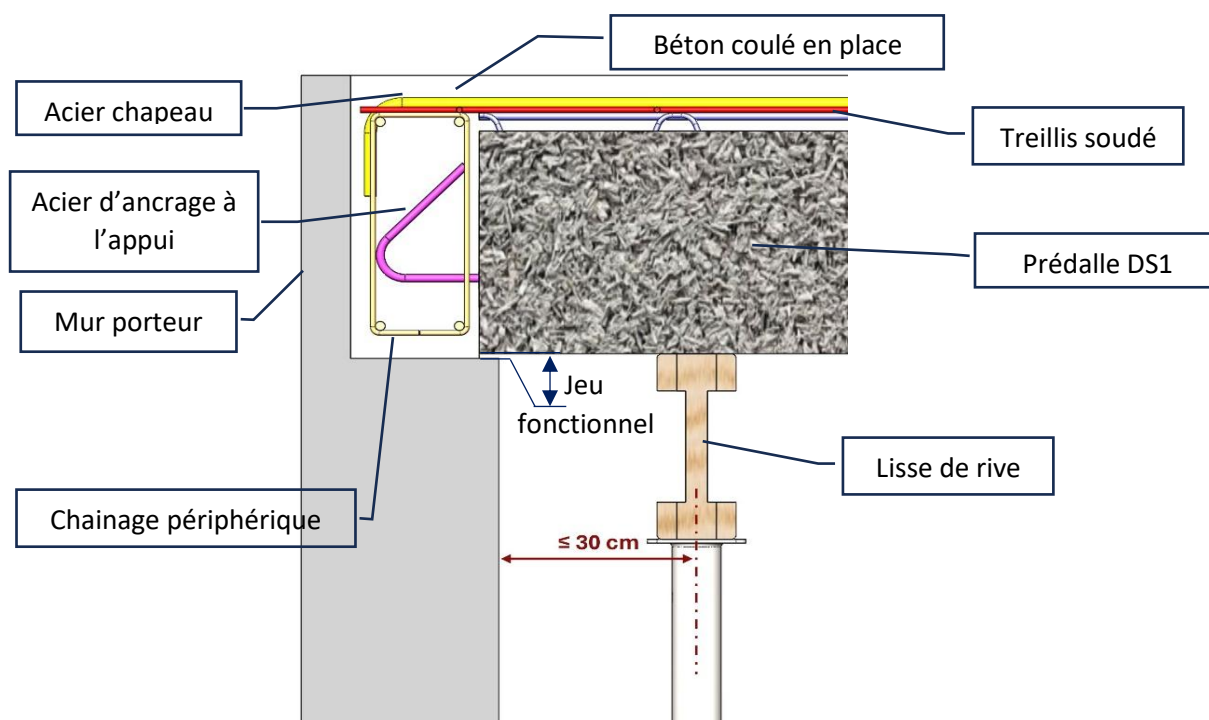


Figure A24 : disposition des prédalles en rive lors de la pose

Les lisses d'étaisement sont réglées par rapport à l'arase des voiles porteurs en effectuant le réglage de la hauteur des lisses de rive sur le point haut des arases périphériques des voiles porteurs. Le recouvrement horizontal des murs de rives conseillé est de 2 cm, si cela n'est pas le cas voir le §7.2 pour les dispositions à adopter.

Le dimensionnement des étaisements doit permettre de supporter l'intégralité des charges mises en œuvre lors de la phase provisoire (poids propre, béton coulé dalle de compression, stockages...).

La portée maximum des appuis entre étais doit respecter les longueurs ci-dessous.

| Prédalle | Epaisseur minimum du plancher | $l_{er}$ (cm) |
|----------|-------------------------------|---------------|
| P-DS1-20 | 25 cm                         | 270           |
| P-DS1-24 | 29 cm                         | 320           |
| P-DS1-28 | 33 cm                         | 360           |
| P-DS1-32 | 37 cm                         | 380           |

Tableau DT09 : Portées maximum entre étais

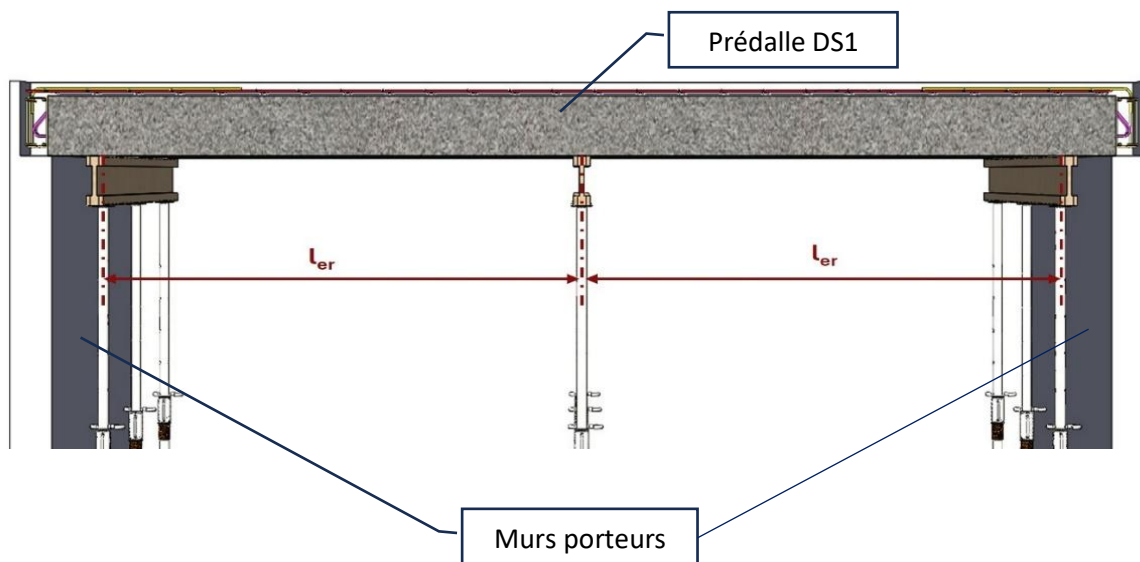


Figure A25 : Longueurs maximums d'étalement des prédalles DS1

Ainsi, par exemple, deux tours d'étais aux dimensions adaptées peuvent soutenir une dalle DS1 dans la configuration ci-dessous si  $L < l_{er}$ .

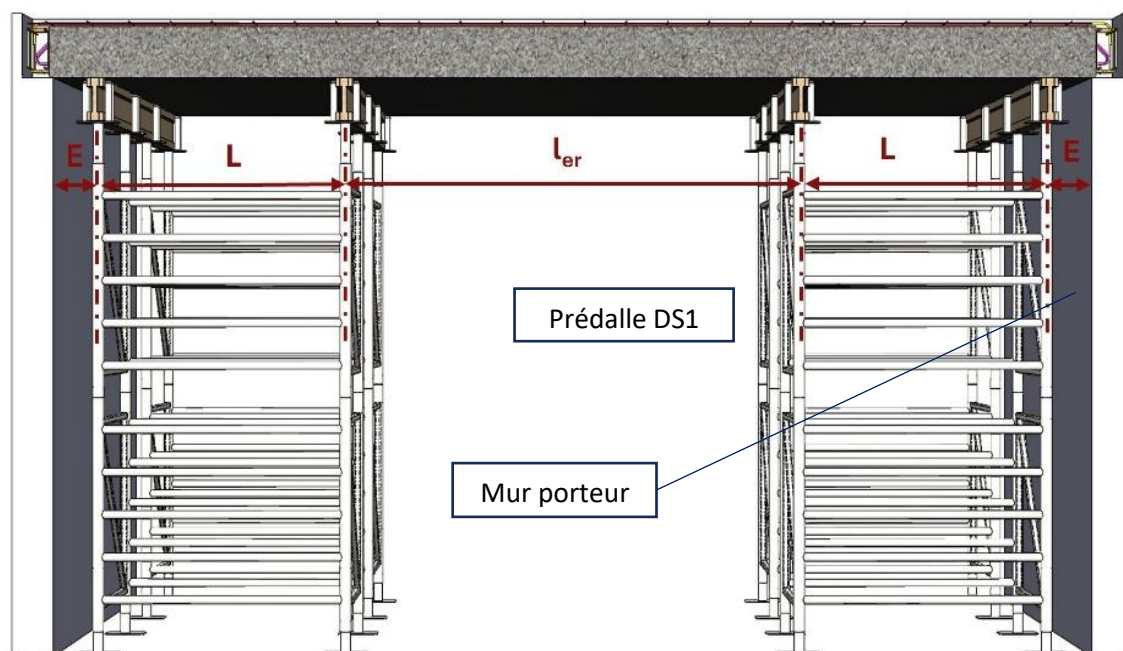


Figure A26 : Etalement d'une dalle DS1 avec deux tours d'étais

La charge de construction prise en compte pour le dimensionnement du dispositif d'étaie peut être prise égale à  $Q_E=2 \text{ kN/m}^2$ .

Cette valeur a été déterminée dans l'hypothèse d'une faible accumulation de béton et d'un personnel en nombre limité. Lorsque ces conditions ne sont pas satisfaites, l'entreprise doit définir la charge à prendre en compte. Cette charge de construction ne doit pas être confondue avec la charge de chantier prise en compte pour la vérification des prédalles en phases provisoires.

Ainsi, les charges à prendre en compte pour le dimensionnement des étaie sont les suivantes :

| Prédalle | Ep dalle de compression | G <sub>1</sub><br>Poids prédalle à jeune âge (kg/m <sup>2</sup> ) | G <sub>2</sub><br>Poids béton coulé en œuvre (kg/m <sup>2</sup> ) | Q <sub>E</sub><br>Charge de construction (kN/m <sup>2</sup> ) |
|----------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| P-DS1-20 | 5 cm                    | 222                                                               | 160                                                               | 2                                                             |
| P-DS1-20 | 7 cm                    | 222                                                               | 210                                                               | 2                                                             |
| P-DS1-24 | 5 cm                    | 270                                                               | 168                                                               | 2                                                             |
| P-DS1-24 | 7 cm                    | 270                                                               | 218                                                               | 2                                                             |
| P-DS1-28 | 5 cm                    | 308                                                               | 182                                                               | 2                                                             |
| P-DS1-28 | 7 cm                    | 308                                                               | 232                                                               | 2                                                             |
| P-DS1-32 | 5 cm                    | 353                                                               | 185                                                               | 2                                                             |
| P-DS1-32 | 7 cm                    | 353                                                               | 235                                                               | 2                                                             |

Tableau DT10 : Charges apportées par les prédalles DS1 mise en œuvre sur étais selon NF DTU 23.5 P1.1

A partir du tableau des charges ci-dessus, le calcul des étaie intermédiaires et des lisses de rive est réalisé en s'appuyant sur l'Annexe A du NF DTU 23.5 P1-1 afin de déterminer les valeurs des réactions d'appui par mètre linéaire sur les lisses et la réaction sur les étais en fonction de leur écartement.

Les files d'étaie ne peuvent être retirées que lorsque les chaînages horizontaux et dalles de compression sont réalisés et résistants.

### Cas des étaie particuliers

Des étais complémentaires sont disposés dans les zones comportant des points singuliers (tels que trémies de grande dimension par exemple).

Lorsque l'étaie est réalisé par d'autres dispositifs que ceux décrits ci-dessus (appuis ponctuels, ...), l'entreprise responsable de la réalisation du plancher doit s'assurer, avec l'aide éventuelle du fabricant, que le mode de mise en œuvre retenu n'entraîne pas de sollicitations incompatibles avec la résistance du plancher pour la phase considérée.

#### 7.2.3. Pose des prédalles sur l'étaie

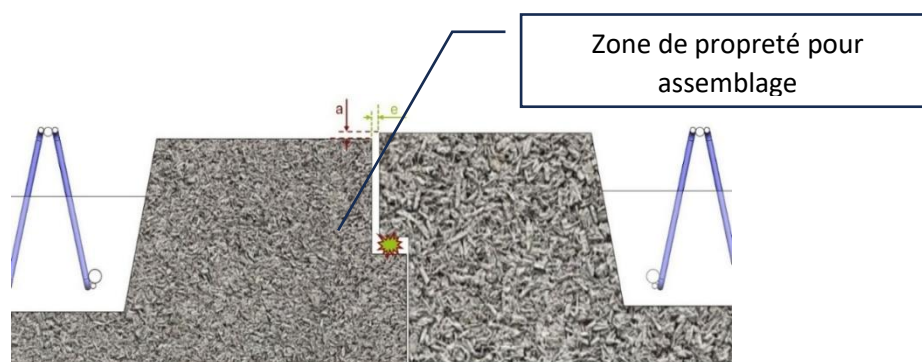
Lors de la pose des prédalles sur les appuis d'étaie, les côtés latéraux de chaque prédalle doivent se recouvrir grâce aux feuillures aménagées sur ces côtés.

Il convient de s'assurer dans l'ordre de pose, que la partie haute de la feuillure de la prédalle en cours de pose, vient recouvrir la partie basse de la feuillure de la prédalle précédemment posée.

Une attention particulière sera apportée à la propreté des feuillures, un dépôt sur la feuillure peut engendrer un appui de la dernière dalle posée sur la précédente et entraîner ainsi un pianotage des dalles. Tout dépôt devra être enlevé afin de conserver le jeu vertical entre deux feuillures.

Après la pose, le désaffleurement "a" entre les prédalles ne doit pas excéder 5 mm et la largeur "e" du jeu entre deux prédalles doit être compris entre 5 et 10 mm.

## Principe d'assemblage 1 en bord de prédalle :



## Principe d'assemblage 2 en bord de prédalle :

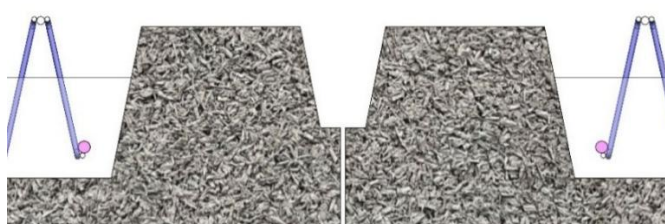


Figure A27 : Jonction de deux prédalles DS1 droite avant coulage

L'emboîtement de deux prédalles renforce l'étanchéité de la partie courante du coffrage de la dalle DS1 pour le coulage du béton. Le préfabricant peut également proposer des côtés latéraux à bord simplement verticaux, sans aucune feuillure : il indiquera et fournira dès lors les détails de pose et les recommandations pour le coulage du béton. En général, dans ce cas, pour assurer l'étanchéité du coffrage perdu en béton de bois avant coulage du béton, il est nécessaire de réaliser un calfeutrement entre les feuillures droites à l'aide d'un mortier de type ParexLanko Structure 731 ou équivalent.

Dans le cas d'un jeu vertical supérieur à 5mm en rive, un liteau de bois ou une planche de coffrage sera disposée pour calfeutrer ce jeu lors du coulage du béton armé.

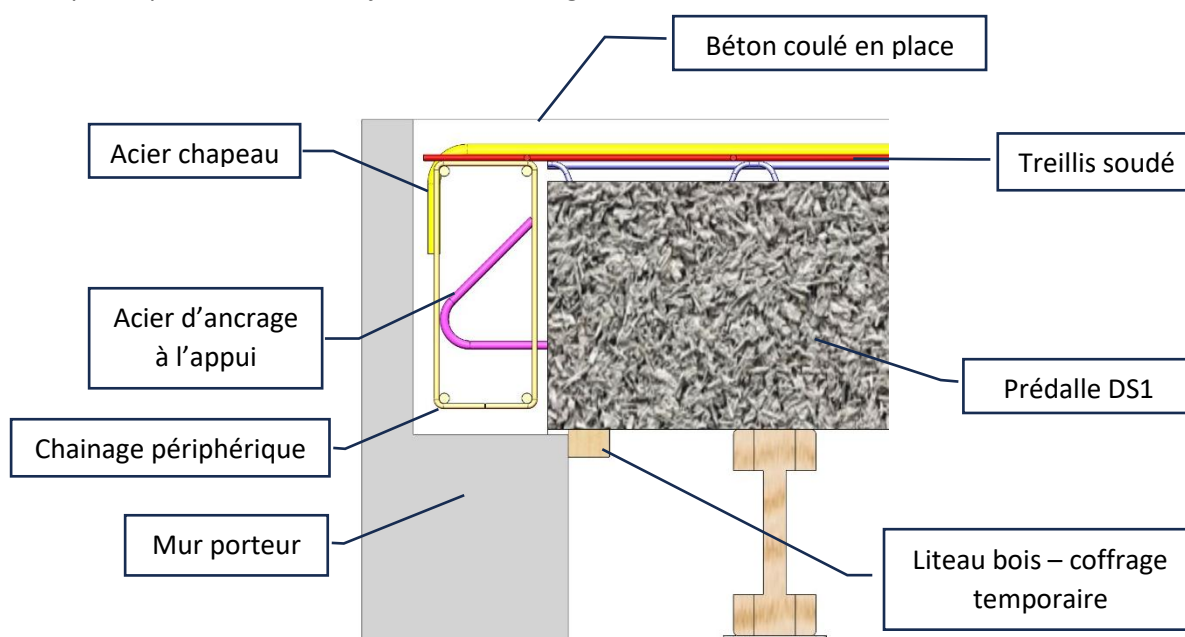


Figure A28 : Coffrage d'un jeu vertical trop important avant coulage du béton armé

Les ouvertures, réservations et trémies dans les prédalles seront soigneusement coffrées avant coulage du béton.

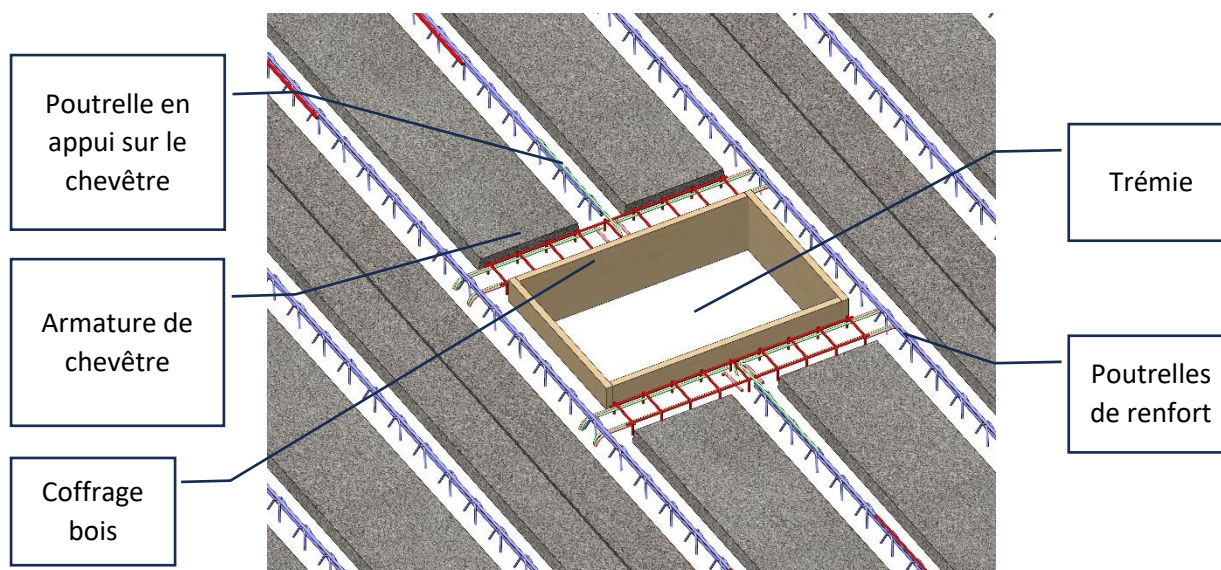


Figure A29 : Exemple de coffrage de trémie

#### Cas de repos effectif insuffisant :

Lorsqu'il est constaté sur le chantier que les conditions d'appui définies sur les plans de préconisation de pose ne sont pas respectées, le bureau d'études du fournisseur de prédalles doit définir les dispositions particulières à adopter en concertation avec le bureau d'études de l'entreprise de gros œuvre : des solutions de renforcement par cadres de suspension et de relevage de l'ancrage peuvent être définies. L'étude des armatures de suspension se fera en se basant sur NF P19-205 partie 10.3.

Si la pose présente un jeu horizontal, il est nécessaire de réaliser un coffrage de la zone avant coulage du béton armé.

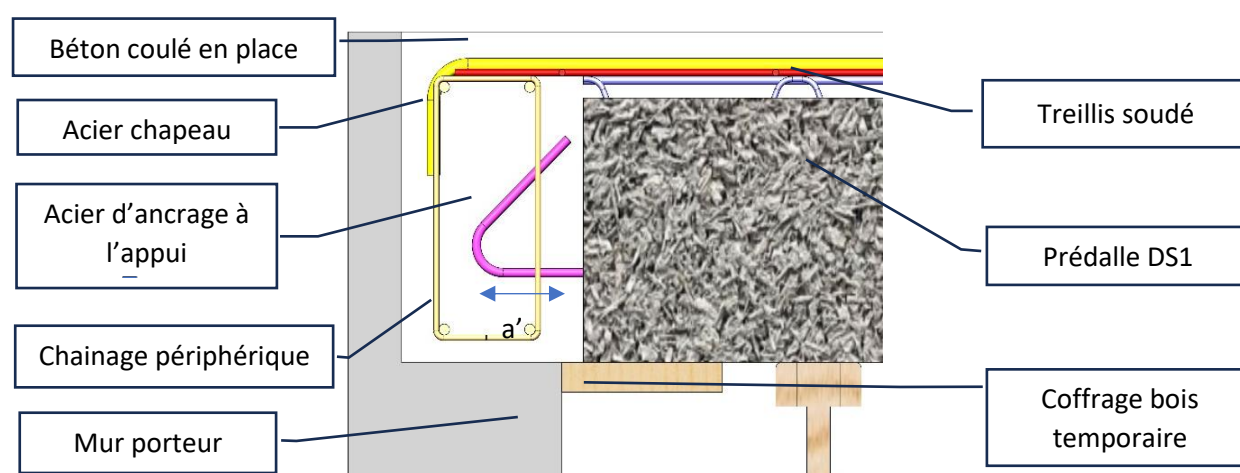


Figure A30 : Coffrage dans le cas d'un repos effectif insuffisant

### 7.2.4. Mise en place des aciers complémentaires

La mise en place des aciers complémentaires doit se faire conformément au plan d'armatures complémentaires élaboré par le bureau d'études.

Les différentes armatures complémentaires telles que les aciers de flexion (aciers chapeau, barres HA de continuité ou de partie courante), les treillis soudés structurels, les chainages périphériques et leurs aciers de continuité et les éventuels aciers de chevêtre, seront mis en œuvre conformément aux spécifications du NF DTU 21.

### 7.2.5. Coulage des dalles DS1 avec les chainages périphériques

De façon similaire au NF DTU 24.1, l'entreprise responsable de la réalisation du plancher doit s'assurer que les sollicitations en phase de coulage sont compatibles avec la résistance du plancher en phase provisoire.

Lors du coulage du béton frais, une attention particulière sera apportée pour éviter les accumulations concentrées de béton frais. On veillera à répartir le béton frais depuis les appuis / étais vers le milieu de la travée, en respectant les quantités de béton nécessaires pour la réalisation des dalles de compression.

Le béton coulé apporte le complément des hauts de poutrelle treillis, la dalle de compression, les chainages horizontaux et d'éventuelle intégration dans les prédalles (trémie, réservation, ...).

Pour les configurations de base, les spécifications du béton prêt à l'emploi sont :

- Classe de résistance du béton doit être supérieure ou égale à C25/30,
- Classe d'exposition XC1,
- Diamètre de granulat inférieur à 10 mm.

En fonction des environnements et applications, conformément au DTU 21.1, des bétons avec des classes d'expositions supérieures peuvent être nécessaires.

La réalisation de la dalle de compression se fait en suivant les règles de la norme NF EN 13-670 « Exécution des structures en béton », en particulier pour les opérations de cure.

### 7.2.6. Dispositions particulières liées aux conditions climatiques

En phase chantier, différents facteurs climatiques sont à prendre en compte conformément aux règles de sécurité relative à la sécurité lors des manutentions et au NF DTU 21 P1.1 « Exécution des ouvrages en béton », notamment :

- La stabilité des charges et des grues soumises à l'effet du vent,
- Le bétonnage par temps froid ou chaud.

Le plancher ne peut être exploité (stockage, mise en œuvre du niveau supérieur, ...) qu'une fois la dalle de compression et les chaînages réalisés et ayant atteint la résistance définitive.

## **7.3. Tolérances de mise en œuvre**

La mise en œuvre des dalles DS1 doit respecter d'une part les tolérances du NF DTU 21 et d'autre part :

- Une tolérance sur l'épaisseur de la dalle de compression de maximum (- 5mm) par rapport à la cible.
- Une tolérance maximale de planéité brute de la dalle de compression de 15mm à la règle de 2m. Si besoin, la dalle sera surfacée ou lissée en fonction de la sensibilité à la planéité du revêtement de dalle (NF DTU 21).

## 7.4. Sécurité

### Sécurité -Protection collective

Lorsque le chantier n'est pas muni de garde-corps permanents, des protections collectives temporaires doivent être installées à sa périphérie avant les interventions (article R. 4323-58 du Code du travail) : garde-corps provisoires ou dispositifs de recueil souples.

La sécurité du personnel est une préoccupation majeure lors de la mise en œuvre d'un chantier, les points de vigilances essentiels à suivre sont définis dans les publications de l'OPPBTP ou de la FIB.

## 7.5. Etanchéité à l'air du bâtiment

Le système de plancher nervuré béton DS1 avec coffrage perdu en béton de bois TimberRoc garantie l'étanchéité à l'air au même titre que tout plancher nervuré béton conformément à la réglementation. Les points singuliers (percements, réservations, trémie technique, ...) devront être traités spécifiquement.

## 7.6. Etanchéité à l'eau

Les dispositions pour la dalle nervurée béton DS1 sont décrites dans le paragraphe §4.2 « Disposition pour les dalles exposées aux intempéries ». Un exemple de traitement possible du complexe de toiture est décrit ci-dessous.

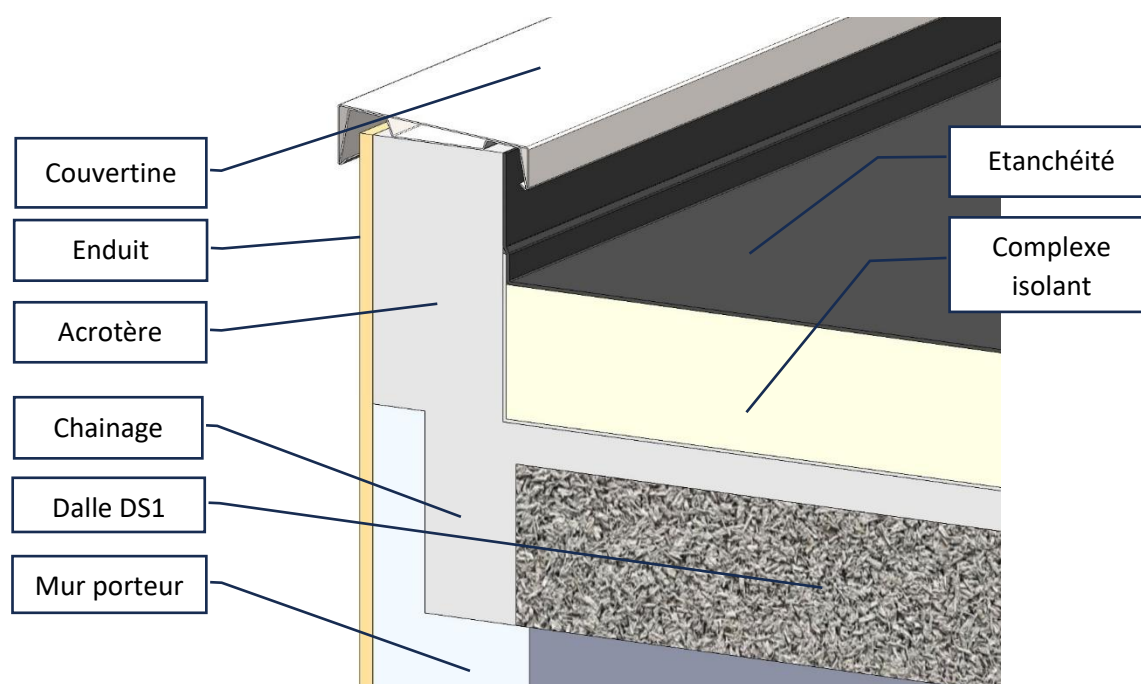


Figure A31 : Exemple de traitement de l'étanchéité d'une toiture terrasse DS1 avec acrotère bas

## 7.7. Performances Thermiques

Les coefficients surfaciques de transmission thermique  $U_c$  des dalles DS1 et  $U_p$  des complexes de planchers extérieurs (Vide sanitaire et toit terrasse) ainsi que les différentes valeurs de ponts

thermiques sont résumées dans l'Annexe n°7 « Caractéristiques hygrothermiques et thermiques des systèmes de planchers DS1 ».

### 7.8. Performances acoustiques

En fonction de la nature des complexes des planchers (inférieur et supérieur), l'isolement aux bruits aériens (extérieurs ou intérieurs) et aux bruits de choc/d'impact varie.

Des exemples de performances acoustiques sont résumés dans le Guide acoustique des systèmes de plancher DS1 mis à disposition par CCB Greentech.

A noter que le coefficient d'absorption acoustique en sous face d'une dalle DS1 en béton de bois brut ou peint est :  $\alpha_w = 0.7$ .

Cette propriété du béton de bois peut être utilisée pour répondre aux obligations réglementaires dans les locaux de bureaux et d'enseignements notamment, lorsque le béton de bois est laissé apparent ou seulement peint.

### 7.9. Mise en œuvre des finitions

Les dalles DS1 sont des planchers nervurés béton au sens de l'EC2.1.1 § 5.3.1(6) avec coffrage perdu en béton de bois TimberRoc F800.

A ce titre, comme détaillé dans le § 4.6 Choix des complexes de plancher / revêtements en fonction des usages, les dalles DS1 peuvent recevoir en partie supérieure tous les revêtements ou finitions possibles sur une dalle de compression béton, à condition de respecter les différents DTU des revêtements et finitions choisis.

#### 7.9.1. Les enduits de façade directs sur nez de dalle et sous face de plancher

Les travaux d'enduit doivent être réalisés conformément au NF DTU 26.1.

##### Choix des enduits :

Du fait de la nature du matériau TimberRoc et de ses propriétés hygrothermiques, les enduits compatibles sont les enduits monocouches au liant hydraulique (dit enduit minéral) de type OC1 et OC2.

En cas d'hétérogénéité locale, créée par un support différent du béton de bois TimberRoc, il est nécessaire de réaliser un renforcement de l'enduit.

Les aspects de finition dépendent de la composition, des propriétés du mortier et des outils utilisés ; les principaux types de finitions sont bruts de projection, gratté, taloché, lissé ou tyrolien.

Les enduits doivent être commencés sur une pose de dalles DS1 terminée depuis un délai minimal de 4 mois à partir de la date de production en usine de préfabrication.

CCB Greentech met à disposition un guide technique « Procédure de pose des enduits à base minérale-Jan2025 » qui détaille les procédures recommandées pour les travaux d'enduisage.

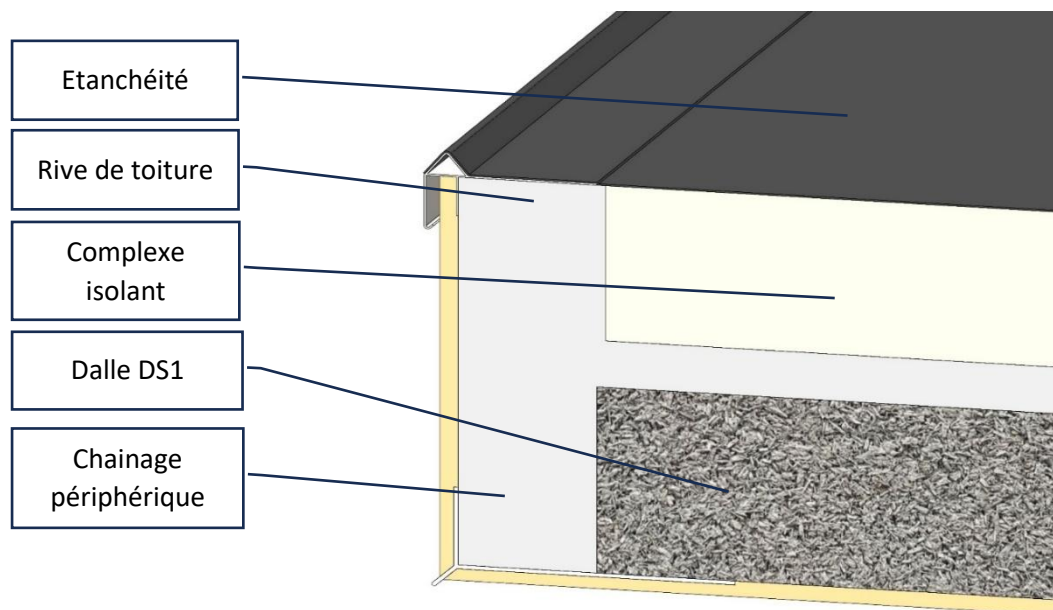


Figure A32 : Exemple de traitement d'enduit de façade avec une toiture terrasse DS1

#### Traitement des points singuliers :

Pour le montage des dalles DS1 avec ou sans acrotères, sans désolidarisation et sans joints apparents, l'enduit doit être renforcé par des armatures de type treillis de fibre de verre sur les points singuliers tels que :

- Liaisons verticales entre dalles
- Liaisons horizontales avec les acrotères et jonctions de planchers sur murs porteurs
- Liaisons horizontales en sous faces de dalle
- Tous points de liaison en deux supports distinctes assemblés

Un treillis de renfort en Fibre de Verre est marouflé dans la première couche d'enduit, entre le béton de bois et l'enduit pour assurer une meilleure cohésion de celui-ci et éviter l'apparition de fissures dans l'enduit mural. Ce treillis est utilisé du côté extérieur et intérieur. Le treillis en Fibre de Verre sera conforme aux spécifications du NF DTU 26.1-Partie 2, avec notamment :

- Traitement durable contre les aléas
- Dimensions des mailles adaptées au type d'enduit (ex : 10mm)
- Résistance  $\geq 35$  daN/cm (maille 10mm)

Pour ce faire, il est utilisé un treillis Fibre de verre bénéficiant d'une certification CSTBat : Classification TRAME et classification  $T \geq 2$ ,  $Ra \geq 1$  et  $E \geq 1$ .

#### 7.9.2. Les revêtements extérieurs en sous face

Les sous face extérieures en débord peuvent recevoir sur chantier tout type de revêtements extérieurs rapportés et fixé mécaniquement par vis dans la limite de 100 Kg/m<sup>2</sup> et 25 Kg par point.

Le béton de bois de la sous face ne réalise pas seul l'étanchéité à l'air et à l'eau : cette étanchéité doit être traitée de façon distincte.

Les limites de mise en œuvre des revêtements choisis, spécifiées dans les DTU ou documents d'Avis techniques, devront être respectées, même si elles sont plus restrictives que le domaine d'emploi des dalles DS1.

Comme précisé dans le chapitre 4.6 « Choix des complexes de plancher / revêtements en fonction des usages », la dalle nervurée béton DS1 peut recevoir en sous face différentes finitions, en conformité avec les DTU des finitions choisies.

---

## **8. Distribution & Assistance Technique**

---

### **8.1. Distribution**

La distribution des prédalles DS1 est réalisée directement et exclusivement par la société CCB GREENTECH depuis le site de production situé à Beaurepaire (38) ou par les sociétés préfabricant partenaires (industriels titulaires d'une licence de CCB Greentech) depuis leur propre site de production.

### **8.2. Fonctionnement des Etudes techniques**

Le bureau d'étude structure de l'opération réalise les études d'ensemble, la modélisation et les plans d'exécution du bâtiment (plans de coffrage...).

CCB Greentech ou le préfabricant licencié réalisent les plans de préconisation de pose des planchers DS1, en prenant en compte les contraintes du projet (porteurs, charges verticales) et de l'entreprise (modes opératoires, étaieement).

Le plan de préconisation de pose doit être validé par l'entreprise qui réalise la mise en œuvre du chantier. Le plan de pose doit être également complété par le bureau d'études structure chargé de l'étude d'exécution du bâtiment en ce qui concerne les poutres, les porte-à-faux, les chaînages et, plus généralement, les autres parties en béton armé coulé en œuvre ainsi que la prise en compte des effets globaux à l'échelle du bâtiment (retrait, séismes).

Un échange entre le fournisseur fabricant et le bureau d'étude d'exécution sur la teneur de ces effets, leur conséquence, les dispositions qui en découlent ainsi que leur synthèse est nécessaire.

Le ferrailage du diaphragme béton reste à la charge du bureau d'études structure en charge des études du bâtiment, notamment dans le cas du contreventement sismique. Les valeurs des efforts horizontaux et leur répartition dans le plan du diaphragme devront être communiqués au préfabricant titulaire. En aucun cas la responsabilité du préfabricant titulaire ne saurait être engagée sur la valeur des efforts sismiques communiqués.

En amont des études techniques, la société CCB GREENTECH ou les préfabricants licenciés peuvent proposer l'une ou l'ensemble des missions suivantes :

- Aide à la prescription et au chiffrage auprès de la maîtrise d'ouvrage et/ou maîtrise d'œuvre,
- Appui technique et étude de faisabilité technique en phase avant-projet,
- Appui technique et assistance pour la conception détaillée lors des études de projet,
- Mis à contribution pour coordination avec les autres corps d'états.

### **8.3. Assistance chantier**

La société CCB GREENTECH et les fabricants licenciés fourniront systématiquement au client une documentation technique sur les spécificités de mise en œuvre des prédalles DS1. De plus, l'ensemble des nouveaux clients ou des clients utilisant pour la première fois des systèmes de plancher DS1 seront assistés par un formateur compétent, de la société ayant produit les prédalles (société CCB GREENTECH ou fabricant industriel licencié). L'assistance portera tant sur l'aide à la préparation du chantier que lors du montage, à la mise en œuvre des opérations de phase provisoires.

## B. Résultats expérimentaux

Une Evaluation Technique Produits et Matériaux (ETPM) du béton de bois TimberRoc F800 utilisé pour la réalisation du coffrage perdu des prédalles DS1 a été réalisé par le CSTB (ETPM-22/0089 du 14 septembre 2023). Cette évaluation présente les caractéristiques principales du matériau Béton de Bois F800, dont une synthèse est indiquée ci-dessous :

| Comportement Mécanique                           |                                                              |                                                   |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Résistance en compression (valeur de calcul ELU) | 1,36                                                         | MPa                                               |
| Résistance en flexion                            | 1,39                                                         |                                                   |
| Module d'élasticité                              | 1850                                                         |                                                   |
| Résistance cisaillement interne                  | 0,72                                                         |                                                   |
| Résistance cisaillement assemblage béton         | 0,52                                                         |                                                   |
| Résistance cisaillement assemblage mortier       | 0,38                                                         |                                                   |
| Comportement Hygrothermique                      |                                                              |                                                   |
| Diffusion de la vapeur d'eau                     | $\mu = 8,84$                                                 | -                                                 |
| Dilatation hygrothermique                        | 0,1%                                                         | -                                                 |
| Porosité accessible à l'eau                      | $\varepsilon = 61$                                           | -                                                 |
| Capacité thermique                               | CP = 1221                                                    | J/(kg.K)                                          |
| Conductivité thermique                           | $\lambda_{\text{utile}} = 0,16$                              | W/(m.K)                                           |
| Durabilité                                       |                                                              |                                                   |
| Coefficient de fluage                            | 2,02                                                         | -                                                 |
| Variation dimensionnelle                         | < 1                                                          | mm/m                                              |
| Résistance au brouillard salin                   | Satisfait l'essai                                            | -                                                 |
| Résistance au gel-dégel                          | Satisfait l'essai                                            | -                                                 |
| Résistance à la moisissure                       | Matériau résistant au développement des moisissures          | -                                                 |
| Résistance aux champignons lignivores            | Matériau résistant aux champignons basidiomycètes lignivores | -                                                 |
| Résistance aux termites                          | Matériau résistant aux termites                              | -                                                 |
| Classement de réaction au feu                    | A2, s1-d0                                                    | -                                                 |
| Compatibilité                                    |                                                              |                                                   |
| Capacité à recevoir des fixations mécaniques     | Fixation type vis béton et bois<br>Fixation type tirefond    | Guide technique de fixation dans du béton de bois |
| Capacité à recevoir des inserts de levage        | CMU validées sur boucles d'ancrage métalliques               | -                                                 |
| Capacité à recevoir des enduits                  | Classement minimum Rt2<br>Compatible enduits OC1 et OC2      | Procédure enduit                                  |
| Environnement                                    |                                                              |                                                   |
| Bilan ACV                                        | Disponible par type de procédé constructif                   | Voir FDES                                         |
| Emission de polluants volatils                   | Classement COV<br>A+                                         | -                                                 |

En complément, plusieurs campagnes expérimentales ont été menées pour caractériser les performances du système constructif DS1, celles-ci sont détaillées dans le chapitre suivant.

---

## 1. Propriétés de résistance mécanique

---

### 1.1. Essais de détermination des résistances des ancrages de levage des dalles DS1

Caractérisation des valeurs de résistances déclarées  $R_k$  à partir d'essais de qualification réalisés sous supervision d'un organisme tiers compétent. Ces essais ont été mis en œuvre en s'appuyant sur " la liste minimale des éléments habituellement demandés par le groupe spécialisé " – édité par le GS n°3.1 « plancher et accessoires de plancher » sur la famille de procédé : « Inserts de levage intégrés pour dalles alvéolées ». Les essais sont ainsi basés sur les protocoles d'essais d'insert de levage intégrés pour dalles alvéolées » du GS 3.1 du 8/10/2019 (CCFAT).

Document RE01 : Rapport d'essais « Essai de levage à rupture, sur insert de levage intégré dans le béton des prédalles DS1 à jeune âge » - LMC<sup>2</sup> - mai 2024

Principaux résultats : Ceux-ci sont repris et détaillés en usage sur l'ensemble de la gamme dans le dossier des annexes : Annexe n°3 « Charges Maximales Utiles (CMU) – Gamme de prédalles DS1 standard ».

### 1.2. Essais de détermination du moment fléchissant positif à mi-portée et de la flèche limite

Caractérisation réalisée en suivant l'annexe J « Essai pour la détermination des portées de mise en œuvre (Essais de type) » de la NF EN 13747+A2 (mai 2010) « Produits préfabriqués en béton – Prédalles pour systèmes de planchers (Indice de classement : P19-809) ».

Document RE02 : Rapport d'essais de flexion isostatique prédalle DS1 – LMC<sup>2</sup> - Mai 2024

Principaux Résultats : Ceux -ci sont utilisés pour vérifier la résistance des prédalles en phases provisoires de manutention des prédalles (levage et transport), de stockage, de coulage de la dalle (depuis la pose sur étais jusqu'à la dépose de l'étalement).

### 1.3. Essais de détermination du moment négatif sur appui

Caractérisation réalisée en suivant l'annexe J « Essai pour la détermination des portées de mise en œuvre (Essais de type) » de la NF EN 13747+A2 (mai 2010) « Produits préfabriqués en béton – Prédalles pour systèmes de planchers (Indice de classement : P19-809) ».

Document RE03 : Rapport d'essais de flexion hyperstatique prédalle DS1 – UCA – 2024

Principaux Résultats : Ceux -ci sont utilisés pour vérifier la résistance des prédalles en phases provisoires de manutention des prédalles (levage et transport), de stockage, de coulage de la dalle (depuis la pose sur étais jusqu'à la dépose de l'étalement). Un dossier de justification à cet effet a été réalisé (Doc DS01-Justification phase provisoire DS1-N008\_A940\_CCB\_C-NECS ).

### 1.4. Essais de détermination de l'effort tranchant

Caractérisation réalisée en suivant l'annexe J « Essai pour la détermination des portées de mise en œuvre (Essais de type) » de la NF EN 13747+A2 (mai 2010) « Produits préfabriqués en béton – Prédalles pour systèmes de planchers (Indice de classement : P19-809) ».

Document RE04 : Rapport d'essais d'effort tranchant prédalle DS1 – UCA – 2024

Principaux Résultats : Ceux -ci sont utilisés pour vérifier la résistance des prédalles en phases provisoires de manutention des prédalles (levage et transport), de stockage, de coulage de la dalle (depuis la pose sur étais jusqu'au désétalement). Un dossier de justification à cet effet a été réalisé (Doc DS01-Justification phase provisoire DS1-N008\_A940\_CCB\_C-NECS ).

### 1.5. Essais de détermination de flexion transversale prédalle DS1

Caractérisation réalisée en complément des essais réglementaires de l'annexe J « Essai pour la détermination des portées de mise en œuvre (Essais de type) » de la norme NF EN 13747+A2 (mai 2010) « Produits préfabriqués en béton – Prédalles pour systèmes de planchers (Indice de classement : P19-809) », nous nous référons à la norme NF P19-206 « Planchers à prédalles industrialisées en béton » pour caractériser la résistance en flexion transversale.

Document RE05 : Rapport d'essais de flexion transversale prédalle DS1- LMC<sup>2</sup> - Janvier 2024

Principaux Résultats : Ceux -ci sont utilisés pour vérifier la résistance des prédalles en phases provisoires de manutention des prédalles (levage et transport), de stockage, de coulage de la dalle (depuis la pose sur étais jusqu'au désétalement). Un dossier de justification à cet effet a été réalisé (Doc DS01-Justification phase provisoire DS1-N008\_A940\_CCB\_C-NECS).

### 1.6. Essais de détermination de résistance en porte-à-faux

Caractérisation réalisée en complément des essais réglementaires de l'annexe J « Essai pour la détermination des portées de mise en œuvre (Essais de type) » de la norme NF EN 13747+A2 (mai 2010) « Produits préfabriqués en béton – Prédalles pour systèmes de planchers (Indice de classement : P19-809) ». Des essais représentatifs ont été réalisés pour vérifier la résistance en porte-à-faux.

Document RE05 : Rapport d'essais de résistance en porte-à-faux prédalle DS1-LMC<sup>2</sup>-Décembre 2023

Principaux résultats : Sur une prédalle Ep 200 mm, une charge accidentelle de 1115 Kg sur 0.16m<sup>2</sup>, en porte-à-faux de 62 cm, entre étais espacé de 2700 mm à l'axe, l'intégrité de la dalle est conservée.

Ces résultats viennent en complément des justifications réglementaires de la résistance des prédalles en phases provisoires.

---

## 2. Propriétés de résistance au feu

---

### Essais de résistance, étanchéité et isolation au feu des dalles DS1 d'épaisseur 25 cm et 40 cm

Détermination de la satisfaction aux critères de performances de l'article 4 de l'arrêté du 22 mars 2004 modifié et essais selon la EN 1363-1 (2020 : 02) « Essais de résistance au feu – Partie 1 : Exigences générales » et selon la EN 1365-2 (2014 : 12) « Essais de résistance au feu des éléments porteurs. Partie 2 : Planchers et toitures ».

Document RE07 : Rapport d'essais RE 043499-A de deux dalles porteuses DS1-CERIB-décembre 2023

Document AL01 : Appréciation de laboratoire n° AL 054365-A – CERIB – 27/03/2025

Principaux résultats : REI jusqu'à 240 mn sous condition de résistance maximale du plancher en flexion positive ( En travée )  $M_{Rd,fi}$  et au tranchant  $V_{Rd, fi,t}$ . Tableau des durées de REI en annexe 6 « Sécurité incendie ».

---

### 3. Propriétés thermiques

---

#### Essais de conductivité thermique

Caractérisation réalisée selon la norme NF EN 12667 « Performance thermique des matériaux et produits pour le bâtiment - Détermination de la résistance thermique par la méthode de la plaque chaude gardée et la méthode flux métrique - Produits de haute et moyenne résistance thermique » au laboratoire FRD-CODEM (Sous accréditation COFRAC n°1-7319) et calcul de la conductivité thermique utile.

Document RE08 : Rapport RS0424FB-001 essais et calcul de la conductivité thermique – CODEM – 9/4/2024

Principaux résultats :  $\lambda_u = 0,161 \text{ W/ (m.K)}$

---

### 4. Propriétés de durabilité

---

#### 4.1. Essais de résistance aux termites

Caractérisation réalisée selon la norme NF X 41-550 « Evaluation de l'efficacité d'une barrière anti-termite épaisse – Méthode de laboratoire ».

Document RE09 : Rapport d'essais de résistance aux termites – FCBA – 28/11/2024

Principaux résultats : En référence aux critères figurant dans la méthode, le béton de bois TimberRoc F800, est efficace pour empêcher le passage des termites souterrains.

#### 4.2. Evaluation de la durabilité

Caractérisation de la résistance mécanique selon la NF EN 12390-3, de la conductivité thermique à 20°C/50%HR méthode plaque chaude gardée et d'essais d'arrachement de tirefond 12\*180mm sur des corps d'épreuve en béton de bois TimberRoc F800 exposés à l'extérieur sans protection pendant deux ans.

Document RE10 : Rapport d'essais d'évaluation de la durabilité – CAPACITES – 23/09/2024

Principaux résultats : On constate une amélioration des performances mécaniques dans le temps et une stabilité de la résistance thermique des échantillons.

---

### 5. Propriétés acoustiques

---

#### 5.1. Essais d'affaiblissement acoustique et de bruits de choc normalisé

Essais de mesures pour l'indice d'affaiblissement acoustique aux bruits aériens et pour le niveau de bruit de choc normalisé selon la NF EN 10140, la NF EN 717 et la NF EN ISO 12999.

Document RE11 : Essais acoustiques plancher DS1 EP 300 mm – CSTB – 28/10/2022

Résultats principaux : Ceux-ci sont résumés dans un guide technique « Guide acoustique des systèmes de plancher DS1 ».

## C. Références

---

### 1. Données environnementales

---

Les procédés en béton de bois TimberRoc font l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) individuelle pour chaque épaisseur. Ces FDES ont été mises à jour en septembre 2025 et ont fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et sont déposées sur le site : [www.inies.fr](http://www.inies.fr).

Le granulats de bois additivé nécessaire à la fabrication du béton de bois TimberRoc a fait l'objet d'un Module de Déclaration Environnementale (ICV : Inventaire de Cycle de Vie pour les étapes A1 à A3) individuel. Ce module a fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et est déposée sur le site : [www.inies.fr](http://www.inies.fr).

Les données issues des déclarations environnementales ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux et du bilan carbone des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

---

### 2. Sites de production licenciés

---

*(Classement alphabétique)*

**CAPREMIB - CIBETEC**

44 RN 44, 51220 Cormicy et Bd du Val de Vesle Prolongé, 51500 Saint-Léonard

**CCB Greentech**

515 route de Marcollin, 38270 Beaurepaire

**R-Technologies – HOLDING CHEMINAL**

229 Route des Grands Champs Sud, 74580 VIRY

**Spurgin Ile de France / Ouest**

1 allée du Petit Courtin, ZA des Bois Gueslin, 28630 MIGNIERES

**Spurgin Grand Est**

Rue Louis Renault Z.I, 68127 SAINTE-CROIX-EN-PLAINE

**Spurgin Nord**

Route de Ham, 80190 NESLE

**Spurgin Rhône-Alpes**

Allée des noisetiers, 01150 BLYES

**Spurgin Sud**

ZAC du grand pont, rue de l'Ouest, 13640 LA ROQUE D'ANTHERON

## D. Dossier des Annexes

|    |                                                                                                |     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| D. | DOSSIER DES ANNEXES.....                                                                       | 65  |
| 1. | Annexe n°1 : Abaques de prédimensionnement des dalles DS1 .....                                | 66  |
| 2. | Annexe n°2 : Principe de dimensionnement à l'EC2 par un BE Structure.....                      | 70  |
| 3. | Annexe n°3 : Charges Maximales Utiles (CMU) des inserts de levage des prédalles DS1 .....      | 71  |
| 4. | Annexe n°4 : Conception des dalles DS1 – Règles techniques de dessin .....                     | 75  |
| 5. | Annexe n°5 : Point particuliers de la mise en œuvre des prédalles DS1 .....                    | 87  |
| 6. | Annexe n°6 : Sécurité incendie.....                                                            | 93  |
| 7. | Annexe n°7 : Caractéristiques hygrothermiques et thermiques des systèmes de plancher DS1 ..... | 94  |
| 8. | Annexe n°8 : Exemple valeurs acoustiques des planchers DS1 .....                               | 118 |

---

## 1. Annexe n°1 : Abaques de prédimensionnement des dalles DS1

---

Cette annexe met à disposition des abaques de prédimensionnement destinés aux dalles DS1, à utiliser dans le cadre des études d'avant-projet.

L'objectif est de permettre une première estimation de l'épaisseur des systèmes de plancher, en fonction de leurs portées et charges usuelles, afin de valider en amont la faisabilité technique, économique et environnementale de la solution constructive envisagée.

Ces données de prédimensionnement ne se substituent pas aux études d'exécution, qui devront intégrer les spécificités du projet (trémies avec ou sans chevêtre, appuis discontinus, zones de reprises de charges localisées, etc.), réaliser les vérifications réglementaires nécessaires, ainsi qu'optimiser les taux de ferrailage dans une approche globale de la structure.

Vous trouverez 2 abaques permettant de pré-dimensionner un plancher DS1.

Un abaque pour les zones non sismiques (dalle de compression de 5cm) et un pour les zones sismiques (dalle de compression de 7cm).

Ces abaques ont été établis avec les hypothèses suivantes :

- Dalle isostatique : Dimensionnement réalisé sur la base d'une dalle sans continuité sur appui, ni encastrement dans les murs (appuis rotulé).
- Flèche totale limitée à  $L/250$
- Flèche nuisible limitée à  $L/500$  si  $L \leq 5\text{m}$  et à  $0,005 + L/1000$  si  $L > 5\text{m}$

Une estimation du ratio d'acier (en  $\text{kg/m}^2$ ) est également fournie pour chaque cas.

Ces ratios d'aciers sont donnés à titre indicatif et devront faire l'objet d'études spécifiques par les préfabricants licenciés lors des phases de chiffrage pour les entreprises de gros-œuvre.

Ces ratios d'aciers tiennent compte de l'ensemble des armatures présentes dans le plancher DS1 (armatures poutrelles, aciers en chapeaux, treillis soudés, aciers de levage).

A titre indicatif, le ratio correspondant aux aciers mis en œuvre sur chantier (treillis soudés et aciers en chapeaux) représente environ 2,5 à 3  $\text{kg/m}^2$ .

Les chainages horizontaux (intérieurs et périphériques) ainsi que les renforts de trémies ne sont pas comptés dans ces ratios d'aciers.

Pour chaque épaisseur de prédalle et poutrelle, nous avons limité le diamètre et le nombre de lits des armatures longitudinales inférieurs :

- Prédalle de 20cm ➔ 2 lits de HA16 max
- Prédalle de 24cm ➔ 2 lits de HA16 max
- Prédalle de 28cm ➔ 3 lits de HA16 max
- Prédalle de 32cm ➔ 3 lits de HA16 max

**Abaque n°1 : Cas en zone non sismique avec une dalle de compression de 5cm d'épaisseur**

| Cas isostatique avec dalle de compression de 5cm - zone non sismique - ratios d'aciers en kg/m <sup>2</sup> |                          |                         |      |       |      |       |      |       |      |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| Ep prédalle                                                                                                 | G' [daN/m <sup>2</sup> ] | Q [daN/m <sup>2</sup> ] | 4 m  | 4,5 m | 5 m  | 5,5 m | 6 m  | 6,5 m | 7m   | 7,5 m |
| Ep 20                                                                                                       | 150                      | 100                     | 10   | 11    | 15,2 |       |      |       |      |       |
|                                                                                                             | 100                      | 150                     | 10   | 10,9  | 14,5 |       |      |       |      |       |
|                                                                                                             | 250                      | 150                     | 10   | 13,8  |      |       |      |       |      |       |
|                                                                                                             | 100                      | 250                     | 10   | 12,2  | 17,3 |       |      |       |      |       |
|                                                                                                             | 100                      | 400                     | 10   | 13,2  |      |       |      |       |      |       |
|                                                                                                             | 250                      | 400                     | 12   |       |      |       |      |       |      |       |
| Ep 24                                                                                                       | 150                      | 100                     | 10,9 |       |      | 13,1  |      |       |      |       |
|                                                                                                             | 100                      | 150                     | 10,9 |       |      | 12,4  |      |       |      |       |
|                                                                                                             | 250                      | 150                     | 10,9 |       | 11,9 |       |      |       |      |       |
|                                                                                                             | 100                      | 250                     | 10,9 |       |      | 14,3  |      |       |      |       |
|                                                                                                             | 100                      | 400                     | 10,9 |       | 11,9 |       |      |       |      |       |
|                                                                                                             | 250                      | 400                     | 10,9 |       | 15,5 |       |      |       |      |       |
| Ep 28                                                                                                       | 150                      | 100                     | 12,0 |       |      |       | 13,9 | 20,7  |      |       |
|                                                                                                             | 100                      | 150                     | 12,0 |       |      |       | 13,9 | 17,5  |      |       |
|                                                                                                             | 250                      | 150                     | 12,0 |       |      |       | 16,4 |       |      |       |
|                                                                                                             | 100                      | 250                     | 12,0 |       |      |       | 13,9 |       |      |       |
|                                                                                                             | 100                      | 400                     | 12,0 |       |      |       | 16,2 |       |      |       |
|                                                                                                             | 250                      | 400                     | 12   |       |      | 15,5  |      |       |      |       |
| Ep 32                                                                                                       | 150                      | 100                     | 12,6 |       |      |       |      | 13,4  | 18,8 |       |
|                                                                                                             | 100                      | 150                     | 12,6 |       |      |       |      |       | 16,8 |       |
|                                                                                                             | 250                      | 150                     | 12,6 |       |      |       |      | 17    |      |       |
|                                                                                                             | 100                      | 250                     | 12,6 |       |      |       |      | 13,4  | 20,8 |       |
|                                                                                                             | 100                      | 400                     | 12,6 |       |      |       |      | 17,9  |      |       |
|                                                                                                             | 250                      | 400                     | 13,7 |       |      |       | 15,5 |       |      |       |

**Abaque n°2 : Cas en zone sismique avec une dalle de compression de 7cm d'épaisseur**

| Cas isostatique avec dalle de compression de 7cm - zone sismique - ratios d'aciers en kg/m <sup>2</sup> |                          |                         |      |       |      |       |      |       |      |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| Ep prédalle                                                                                             | G' [daN/m <sup>2</sup> ] | Q [daN/m <sup>2</sup> ] | 4 m  | 4,5 m | 5 m  | 5,5 m | 6 m  | 6,5 m | 7m   | 7,5 m |
| Ep 20                                                                                                   | 150                      | 100                     | 10   |       | 12,1 |       |      |       |      |       |
|                                                                                                         | 100                      | 150                     | 10   |       | 11,5 |       |      |       |      |       |
|                                                                                                         | 250                      | 150                     | 10   | 11    | 17,3 |       |      |       |      |       |
|                                                                                                         | 100                      | 250                     | 10   |       | 13,3 |       |      |       |      |       |
|                                                                                                         | 100                      | 400                     | 10   | 11    | 15,4 |       |      |       |      |       |
|                                                                                                         | 250                      | 400                     | 11,1 | 13,2  |      |       |      |       |      |       |
| Ep 24                                                                                                   | 150                      | 100                     | 10,9 |       |      | 11,9  |      |       |      |       |
|                                                                                                         | 100                      | 150                     | 10,9 |       |      | 11,9  | 15,2 |       |      |       |
|                                                                                                         | 250                      | 150                     | 10,9 |       |      | 14,3  |      |       |      |       |
|                                                                                                         | 100                      | 250                     | 10,9 |       |      | 11,9  |      |       |      |       |
|                                                                                                         | 100                      | 400                     | 10,9 |       |      | 14,7  |      |       |      |       |
|                                                                                                         | 250                      | 400                     | 10,9 |       | 13,4 |       |      |       |      |       |
| Ep 28                                                                                                   | 150                      | 100                     | 11,9 |       |      |       |      | 15,5  |      |       |
|                                                                                                         | 100                      | 150                     | 11,9 |       |      |       |      | 15,5  |      |       |
|                                                                                                         | 250                      | 150                     | 11,9 |       |      |       | 13,9 |       |      |       |
|                                                                                                         | 100                      | 250                     | 11,9 |       |      |       | 13,9 | 16,6  |      |       |
|                                                                                                         | 100                      | 400                     | 11,9 |       |      |       | 14,7 | 21,5  |      |       |
|                                                                                                         | 250                      | 400                     | 11,9 |       |      | 14,8  | 17,6 |       |      |       |
| Ep 32                                                                                                   | 150                      | 100                     | 12,6 |       |      |       |      |       | 15,5 |       |
|                                                                                                         | 100                      | 150                     | 12,6 |       |      |       |      |       | 14,6 |       |
|                                                                                                         | 250                      | 150                     | 12,6 |       |      |       |      | 14,6  | 22,3 |       |
|                                                                                                         | 100                      | 250                     | 12,6 |       |      |       |      |       | 15,9 |       |
|                                                                                                         | 100                      | 400                     | 12,6 |       |      |       |      | 14,2  | 20   |       |
|                                                                                                         | 250                      | 400                     | 13,7 |       |      |       |      | 17,4  |      |       |

### Méthodologie de calcul des aciers

Le calcul du poids des aciers par  $\text{m}^2$  est réalisé en comptabilisant tous les aciers qui sont inscrits dans la surface entre nu des appuis des voiles porteurs (hors chaînages périphériques).

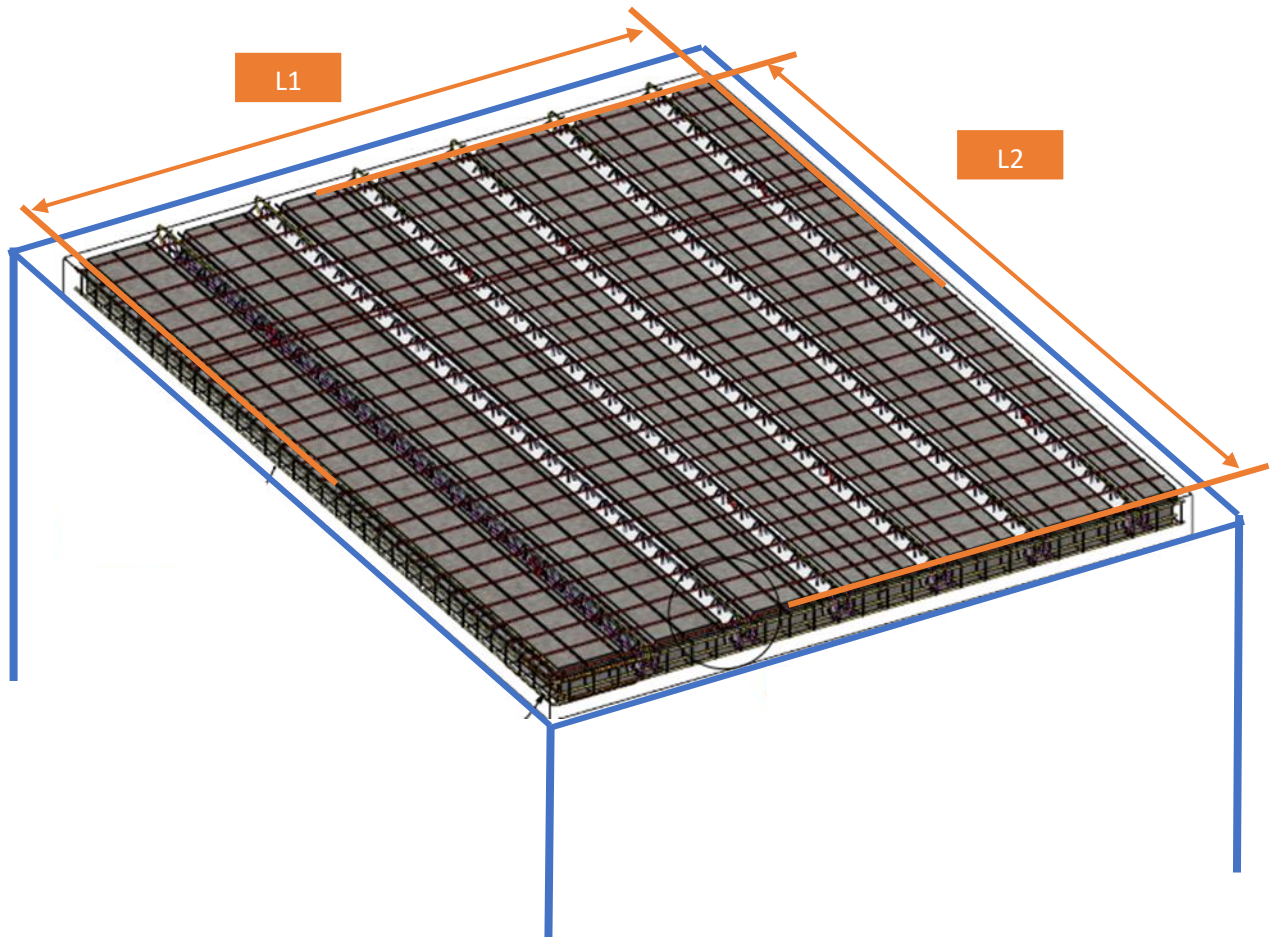
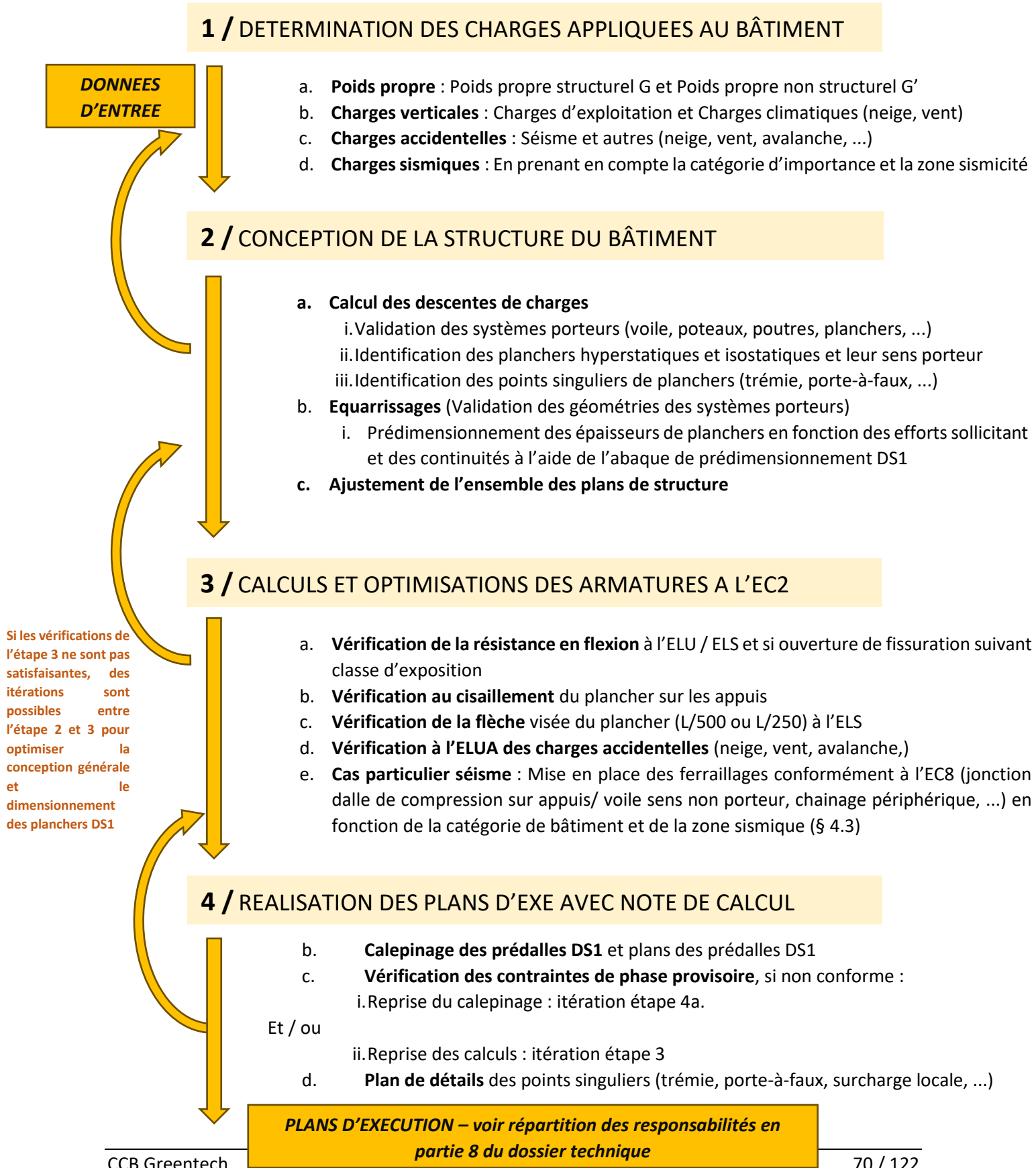


Figure 1 : Principe de la surface comptabilisée ( $L1 \cdot L2$ ) entre nu des appuis pour le calcul du poids des aciers au  $\text{m}^2$

## 2. Annexe n°2 : Principe de dimensionnement à l'EC2 par un BE Structure

La méthodologie de dimensionnement structurel à suivre est précisée sur la page suivante :



### 3. Annexe n°3 : Charges Maximales Utiles (CMU) des inserts de levage des prédalles DS1

#### 3.1. Charges maximales utiles (CMU) des inserts de levage par épaisseurs de prédalles

##### 3.1.1. Géométrie des inserts

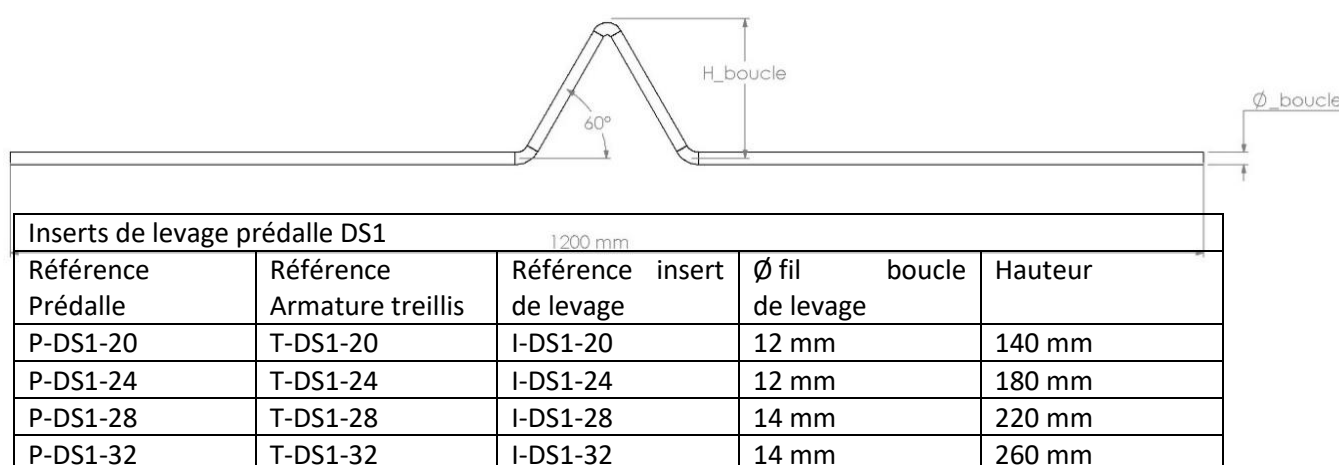
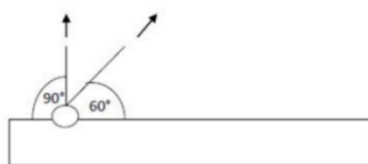


Figure 1 : plan des inserts de levage standard des différentes épaisseurs de prédalles DS1

##### 3.1.1. Résultats

Les essais sont basés sur les protocoles d'essais d'« insert de levage intégrés pour dalles alvéolées » du GS 3.1 du 8/10/2019 (CCFAT).

Les valeurs de CMU définies sont valables pour un levage de la dalle horizontal réalisés avec des angles d'élingage compris entre 60° et 90°.



Les essais ont été réalisés sur des dalles à jeune âge, les valeurs minimales suivantes sont nécessaires :

- Résistance en compression du béton des poutrelles : 14 Mpa
- Résistance en compression du béton de bois TimberRoc F800 : 1.6 Mpa

Lors des essais, les valeurs de résistance ci-dessus ont été obtenues avec :

- Une formulation de béton de bois TimberRoc F800 suivant l'abaque " Procédure 1 : Licence-CCB / P1 "
- Une formulation de béton C30/37 à 24h
- 6 jours de séchage naturel à plat sur les plaques métalliques de coffrage
- Le retrait des joues de coffrage du béton de bois dans les 3 heures après coulage

- Aucune cure du béton de bois ni du béton – Aucun étuvage

| Référence<br>Prédalles<br>DS1 | Référence<br>Insert de levage | Charge de ruine<br>caractéristique<br>Prk |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|
| P-DS1-20                      | I-DS1-20                      | 47,4 kN                                   |
| P-DS1-24                      | I-DS1-24                      | 64,4 kN                                   |
| P-DS1-28                      | I-DS1-28                      | 84,0 kN                                   |
| P-DS1-32                      | I-DS1-32                      | 84,0 kN                                   |

Tableau 1 : Charge de ruine caractéristique des inserts de levage par épaisseur de dalle DS1

Conformément aux prescriptions de la commission :

- La valeur de la Charge Maximale Utile de l'insert (CMU) est obtenue en appliquant le coefficient de sécurité dans notre cas multisite (Coef 3.5).

| Référence<br>Prédalles<br>DS1 | Référence<br>Insert de levage | Charge Maximale<br>Utile (CMU)<br>Par insert |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|
| P-DS1-20                      | I-DS1-20                      | 13,6 kN                                      |
| P-DS1-24                      | I-DS1-24                      | 18,4 kN                                      |
| P-DS1-28                      | I-DS1-28                      | 24,0 kN                                      |
| P-DS1-32                      | I-DS1-32                      | 24,0 kN                                      |

Tableau 2 : Charge Maximale Utile (CMU) des inserts de levage par épaisseur de dalle DS1

- Lors de la mise en œuvre, la performance de chaque inserts de levage doit être supérieur à cette valeur coefficienté par l'effet dynamique de levage (Coef : 1.15) et par l'incertitude sur poids propre (Coef : 1.05).

En plus de ces deux coefficients du protocole d'essais, un coefficient de 1.25 est ajouté (à l'initiative de CCB Greentech pour augmenter la sécurité vis-à-vis de l'incertitude des poids propres et de la réalisation industrielle).

Le coefficient de sécurité sur la valeur de CMU par insert, est donc:

$$1.15 \cdot 1.05 \cdot 1.25 = 1.51.$$

| Référence<br>Prédalles<br>DS1 | Référence<br>Insert de levage | Charge réelle à<br>lever<br>P |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| P-DS1-20                      | I-DS1-20                      | 9,0 kN                        |
| P-DS1-24                      | I-DS1-24                      | 12,1 kN                       |
| P-DS1-28                      | I-DS1-28                      | 15,9 kN                       |
| P-DS1-32                      | I-DS1-32                      | 15,9 kN                       |

Tableau 3 : Charge réelle à lever P, par insert, autorisée lors du levage par grue à tour ou mobile

### 3.2. Gamme de prédalle DS1 standard autorisée en levage 4 points équilibrés

#### 3.2.1. Condition de validité des résultats à l'échelle de la dalle

Des essais ont été réalisés conformément à l'annexe J (Essai pour la détermination des portées de mise en œuvre) de la NF EN 13747+A2 (Prédalles pour systèmes de planchers) pour caractériser la résistance de la dalle à l'échelle système ainsi qu'un essai supplémentaire de flexion transversale.

Les prédalles de cette campagne d'essais ont été réalisées dans des conditions industrielles conformément au process établi « LT1-PAQ PROCESS PRODUCTION PREFABRICATION - TimberRoc ».

Les essais ont été réalisés sur des dalles à jeune âge, les valeurs minimales de résistance en compression sont :

- Béton des poutrelles raidisseur : 14 Mpa
- Béton de bois TimberRoc F800 : 1.6 Mpa

De plus, sur la base de ces essais, des simulations complémentaires par modélisation aux éléments finis ont été réalisées, par un bureau d'études indépendant, pour s'assurer de l'intégrité de la gamme de prédalle DS1 au levage (Doc DS01-Justification phase provisoire DS1-N008\_A940\_CCB-NECS).

Les hypothèses de masse volumique prises pour le calcul des poids de prédalle à jeune âge sont :

- Béton de bois F800 jeune âge : 960 Kg/m<sup>3</sup>
- Béton : 2300 Kg/m<sup>3</sup>
- Acier : 7800 Kg/m<sup>3</sup>

| Ep prédalle DS1<br>coffrage en béton<br>de bois | Poids prédalle à<br>jeune âge Kg/m <sup>2</sup> |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 20                                              | 222                                             |
| 24                                              | 270                                             |
| 28                                              | 308                                             |
| 32                                              | 353                                             |

Tableau 4 : Poids des prédalles à jeune âge

#### 3.2.2. Gamme de prédalle autorisé au levage

Sur la base des efforts maximaux à respecter par insert de levage (Tableau 3), avec un levage en 4 points équilibrés, les poids de prédalle suivants sont autorisés :

| Référence<br>prédalle | Référence<br>insert de<br>levage | Poids maximal<br>autorisé par insert<br>de levage (kN) | Poids total de la dalle<br>autorisé au levage en<br>4 points équilibrés (kN) |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| P-DS1-20              | I-DS1-20                         | 9,0                                                    | 36                                                                           |
| P-DS1-24              | I-DS1-24                         | 12,1                                                   | 48,4                                                                         |
| P-DS1-28              | I-DS1-28                         | 15,9                                                   | 63,6                                                                         |
| P-DS1-32              | I-DS1-32                         | 15,9                                                   | 63,6                                                                         |

Tableau 5 : Poids total autorisée au levage en fonction des 3 types de prédalles standards pour un levage en 4 points équilibrés

A partir des essais de résistance sur les prédalles DS1 à jeune âge, du respect des efforts maximaux autorisés par insert et des vérifications d'intégrité pour un levage équilibré, la gamme de prédalles pour lesquelles le levage en phase provisoire est vérifié sans justifications complémentaires est résumée ci-dessous :

| Réf prédalle | Réf insert de Levage | Nombre de poutrelles | Longueur maximale prédalle DS1 | Portée maximale dalle DS1 | Poids max de la prédalle avec débord | Sécurité sur le poids autorisé |
|--------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| P-DS1-20     | I-DS1-20             | 2                    | 5,04 m                         | 5 m                       | 16,0 kN                              | 125 %                          |
|              |                      | 3                    | 5,04 m                         | 5 m                       | 22,7 kN                              | 59 %                           |
|              |                      | 4                    | 5,04 m                         | 5 m                       | 29,4 kN                              | 22 %                           |
| P-DS1-24     | I-DS1-24             | 2                    | 6,04 m                         | 6 m                       | 23,3 kN                              | 107 %                          |
|              |                      | 3                    | 6,04 m                         | 6 m                       | 33,1 kN                              | 46 %                           |
|              |                      | 4                    | 6,04 m                         | 6 m                       | 42,9 kN                              | 13 %                           |
| P-DS1-28     | I-DS1-28             | 2                    | 7,04 m                         | 7 m                       | 31,0 kN                              | 105 %                          |
|              |                      | 3                    | 7,04 m                         | 7 m                       | 44,0 kN                              | 45 %                           |
| P-DS1-32     | I-DS1-32             | 2                    | 7,04 m                         | 7 m                       | 35,5 kN                              | 79 %                           |
|              |                      | 3                    | 7,04 m                         | 7 m                       | 50,4 kN                              | 26 %                           |

Tableau 6 : Gamme de prédalles vérifiées au levage

## 4. Annexe n°4 : Conception des dalles DS1 – Règles techniques de dessin

### 4.1. Documents de référence

Pour réaliser la conception et la mise en œuvre d'un bâtiment avec des systèmes de plancher DS1, les documents de référence principaux sont les suivants :

- NF DTU 20.1
- NF DTU 21
- NF DTU 23.5
- NF EN 1990 (Eurocode 0)
- NF EN 1991 (Eurocode 1)
- NF EN 1992 (Eurocode 2)
- EN 1998 (Eurocode 8)
- NF EN 13747
- NF P19-205
- NF EN 206
- NF A 35-080
- Dossier technique – Principe constructif DS1 et dossier des annexes

### 4.2. Règles de conception des prédalles DS1 - Géométrie

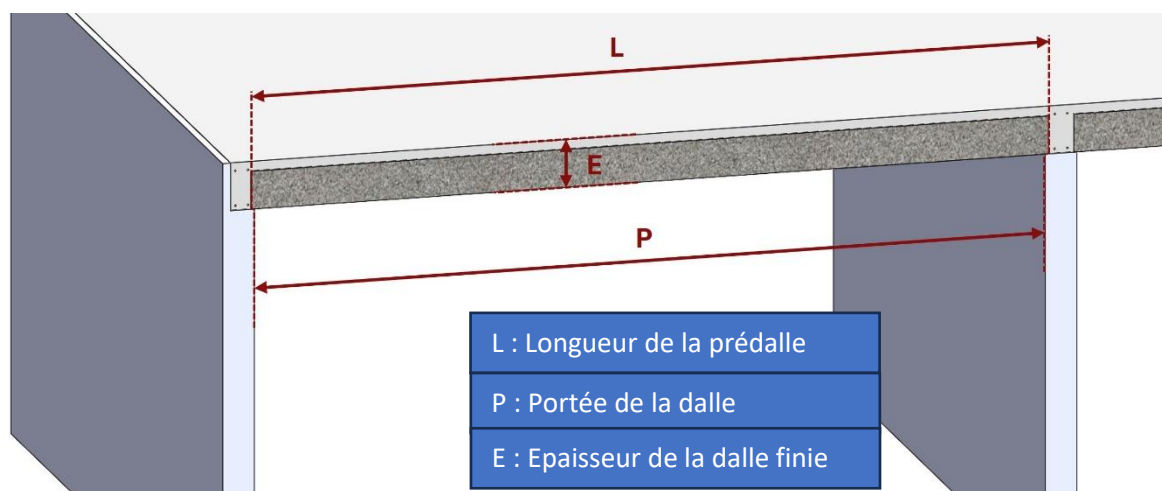


Figure 1 : Représentation générale d'une dalle nervurée béton DS1

#### 4.2.1. Conception des prédalles – références standards

10 références standard de prédalle DS1 ont été définies :

| Gamme de prédalles DS1 standard |                                          |                      |                                    |                           |
|---------------------------------|------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------------|
|                                 | Référence prédalle DS1 – nbre de travées | Nbre de poutrelle BA | Largeur utile (Minimale, maximale) | Longueur maximal standard |
|                                 | P-DS1-20-2                               | 2                    | 90 cm – 143 cm                     | 504 cm                    |
|                                 | P-DS1-20-3                               | 3                    | 150 cm -203 cm                     |                           |
|                                 | P-DS1-20-4                               | 4                    | 210 cm – 263 cm                    |                           |
|                                 | P-DS1-24-2                               | 2                    | 90 cm – 143 cm                     | 604 cm                    |
|                                 | P-DS1-24-3                               | 3                    | 150 cm -203 cm                     |                           |
|                                 | P-DS1-24-4                               | 4                    | 210 cm – 263 cm                    | 504 cm                    |
|                                 | P-DS1-28-2                               | 2                    | 90 cm – 143 cm                     | 704 cm                    |
|                                 | P-DS1-28-3                               | 3                    | 150 cm -203 cm                     |                           |
|                                 | P-DS1-32-2                               | 2                    | 90 cm – 143 cm                     | 704 cm                    |
|                                 | P-DS1-32-3                               | 3                    | 150 cm -203 cm                     |                           |

Tableau 1 : Référence des prédalles standards DS1

4.2.2. Dimensions – géométries générales

| Référence                                                   | P-DS1-20-2 | P-DS1-20-3 | P-DS1-20-4 | P-DS1-24-2                 | P-DS1-24-3 | P-DS1-24-4 | P-DS1-28-2 | P-DS1-28-3 | P-DS1-32-2 | P-DS1-32-3 |
|-------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Nb de poutrelles                                            | 2          | 3          | 4          | 2                          | 3          | 4          | 2          | 3          | 2          | 3          |
| P Portée                                                    | 500 cm max |            |            | 600 cm max                 |            | 500 cm max | 700 cm max |            | 700 cm max |            |
| L Longueur prédalle                                         |            |            |            | P + 4 cm                   |            |            |            |            |            |            |
| E_d Epaisseur dalle de compression mini (zone non sismique) |            |            |            | 5 cm                       |            |            |            |            |            |            |
| E_d Epaisseur dalle de compression mini (zone sismique)     |            |            |            | 7 cm                       |            |            |            |            |            |            |
| A Largeur prédalle                                          | 120 cm + F | 180 cm + F | 240 cm + F | 120 cm + F                 | 180 cm + F | 240 cm + F | 120 cm + F | 180 cm + F | 120 cm + F | 180 cm + F |
| B Epaisseur prédalle                                        | 20 cm      |            |            | 24 cm                      |            |            | 28 cm      |            | 32 cm      |            |
| C Béton de bois sous béton                                  |            |            |            | 5 cm                       |            |            |            |            |            |            |
| H_rp Hauteur réservation poutrelle                          | 15 cm      |            |            | 19 cm                      |            |            | 23 cm      |            | 27 cm      |            |
| F Largeur Feuillure                                         |            |            |            | de 0 à 5 cm                |            |            |            |            |            |            |
| H_f Hauteur feuillure (par défaut B / 2)                    | 10 cm      |            |            | 12 cm                      |            |            | 14 cm      |            | 14 cm      |            |
| Ent Entraxe poutrelles                                      |            |            |            | 60 cm                      |            |            |            |            |            |            |
| T_l Largeur treillis raidisseur                             |            |            |            | 8,80 cm                    |            |            |            |            |            |            |
| T_h Hauteur treillis raidisseur                             | 14 cm      |            |            | 19 cm                      |            |            | 23 cm      |            | 27 cm      |            |
| T_eh Enrobage (hauteur)                                     |            |            |            | 2 cm mini                  |            |            |            |            |            |            |
| T_el Enrobage (largeur)                                     |            |            |            | 2 cm mini                  |            |            |            |            |            |            |
| T_d Dépassement treillis raidisseur                         | 1 cm       |            |            | 2 cm                       |            |            | 2 cm       |            | 3 cm       |            |
| H_ba Hauteur talon béton                                    | 10 cm      |            |            | 13 cm                      |            |            | 15 cm      |            | 18 cm      |            |
| Rp_lb Largeur basse réservation poutrelle                   |            |            |            | 14 cm                      |            |            |            |            |            |            |
| Rp_lh Largeur haute réservation poutrelle                   |            |            |            | 20 cm                      |            |            |            |            | 22 cm      |            |
| G Béton de bois entre poutrelles                            |            |            |            | 40 cm                      |            |            |            |            | 38 cm      |            |
| M Entraxe poutrelle (Ent) / 2                               |            |            |            | 20 cm                      |            |            |            |            | 19 cm      |            |
| N Entraxe poutrelle (Ent) / 2 + F                           |            |            |            | 20 cm + F                  |            |            |            |            | 19 cm + F  |            |
| Rive Largeur béton de bois prédalle de rive                 |            |            |            | de 5 cm mini à 43 cm maxi  |            |            |            |            |            |            |
| Rive_p Distance poutrelle prédalle de rive                  |            |            |            | de 15 cm mini à 53 cm maxi |            |            |            |            |            |            |
| R_tr Largeur réservation aciers transversaux                |            |            | 17 cm      |                            |            | 17 cm      |            |            |            |            |
| D_tr Distance aciers transversaux                           |            |            | 10 cm      |                            |            | 10 cm      |            |            |            |            |
| E_tr Enrobage aciers transversaux                           |            |            | 2 cm mini  |                            |            | 2 cm mini  |            |            |            |            |
| L_tr Longueur aciers transversaux                           |            |            | 180 cm     |                            |            | 180 cm     |            |            |            |            |

Tableau 2 : Synthèse des paramètres dimensionnels des prédalles

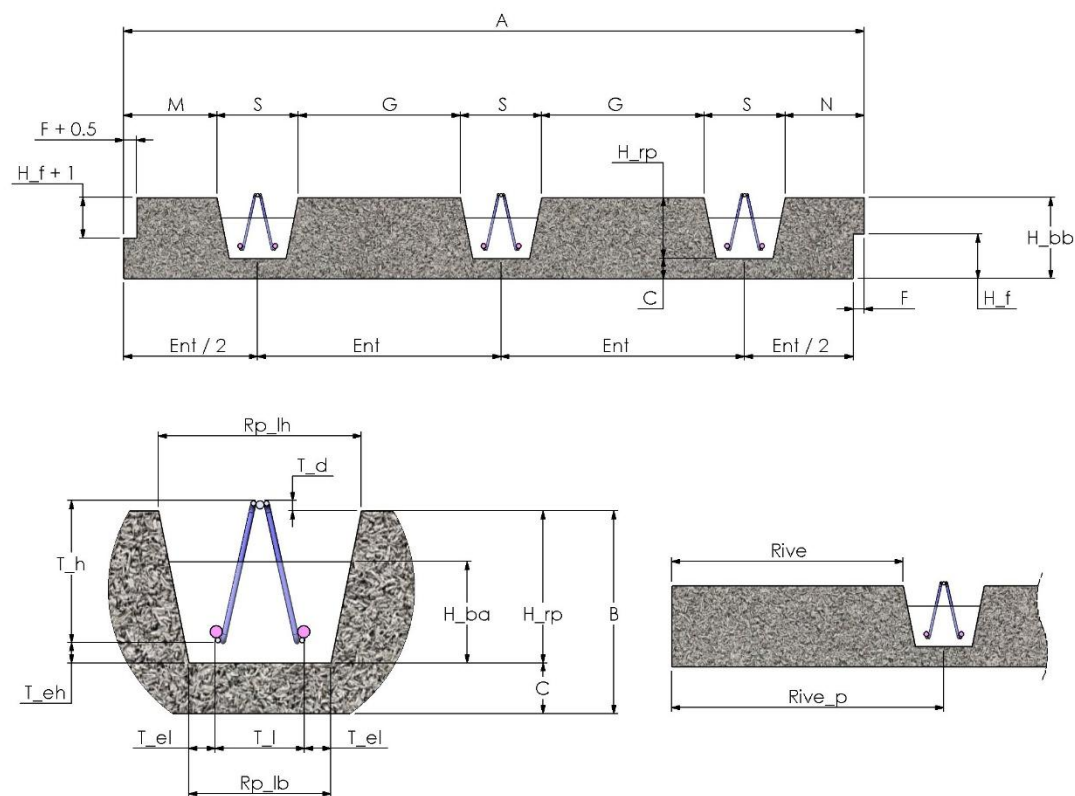


Figure 2 : Cotation des Prédalles DS1 – Coupe transversale

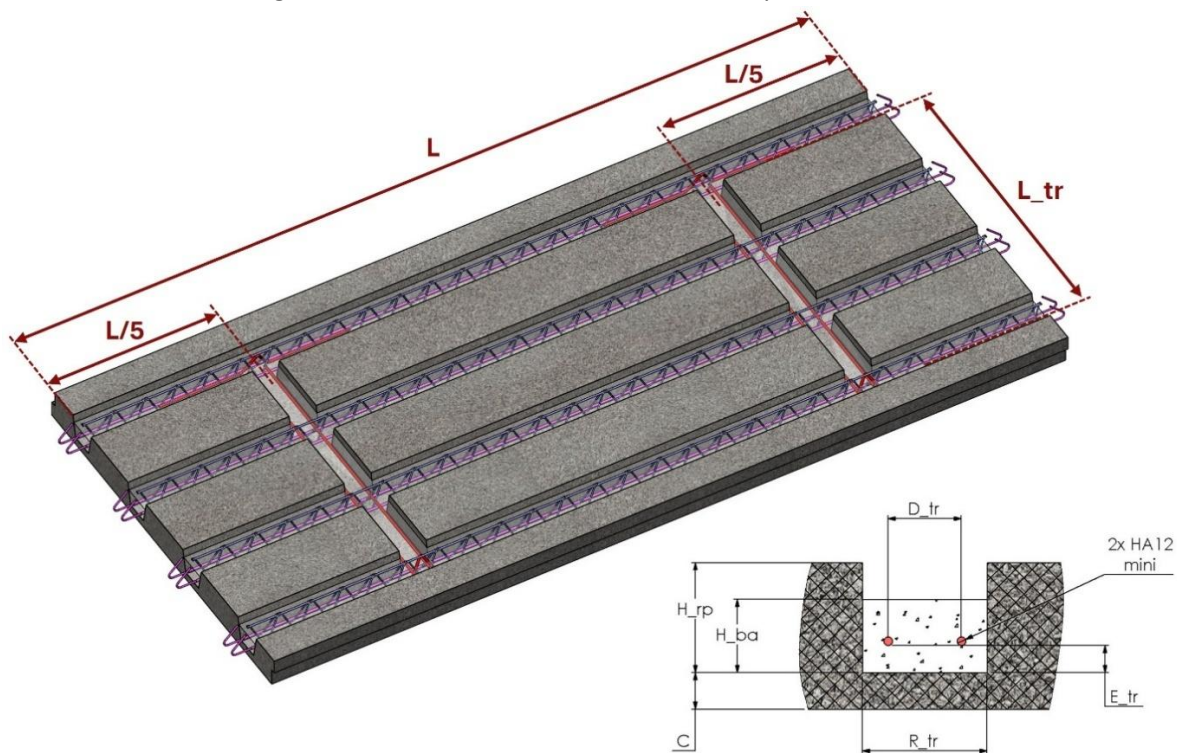


Figure 3 : Cotation type d'une prédalle DS1 avec raidisseurs transversaux – 4 poutrelles

Afin d'assurer l'étanchéité pour le coulage de la dalle sur chantier, les tolérances de fabrication des prédalles doivent assurer les jeux fonctionnels suivant entre deux prédalles.

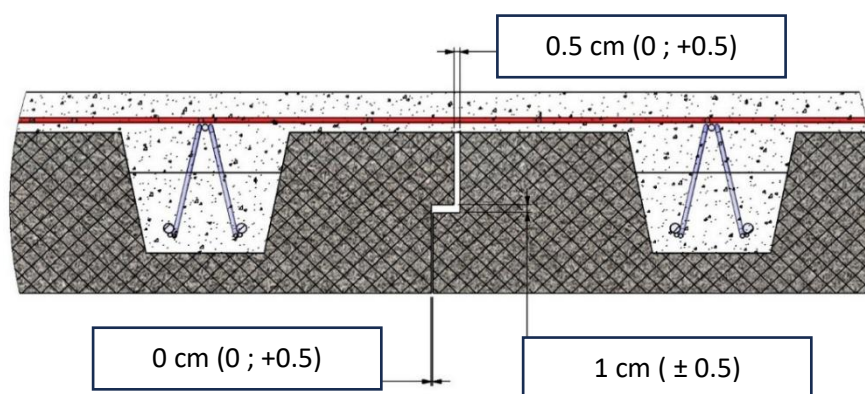


Figure 4 : Géométrie et jeu de l'assemblage de deux prédalles

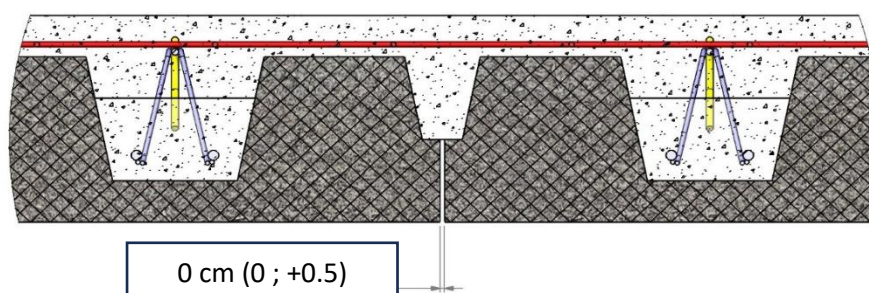


Figure 4 bis : Géométrie et jeu de l'assemblage de deux prédalles

#### 4.2.3. Spécifications et conditions minimales requises pour les phases provisoires

Pour chaque épaisseur de prédalle, des spécifications minimales sont nécessaires pour assurer les phases provisoires de mise en œuvre : levage et coulage de la table de compression en béton sur chantier. Dans le tableau ci-dessous, les configurations standards présentées vérifient, sans nécessité de vérifications complémentaires, aux exigences de la mise en œuvre en phases provisoires, à condition de respecter les spécifications listées.

| Référence Prédalle | Référence insert de levage & position | Portée max sans justifications complémentaires   | Armature treillis minimale + Aciers complémentaires |                  |                            | Levage<br>4 points équilibrés | Coulage - Etayage<br>Portée max entre étais 1 <sup>er</sup> |
|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                    |                                       |                                                  | Hauteur                                             | Acier filant sup | Acier filant inf           | Acier Sinusoïde               |                                                             |
| P-DS1-20           | I-DS1-20<br>L/5 = 1,0m                | 5m                                               | 140mm                                               | HA8              | 2HA5<br>+ 2HA14            | HA5<br>Pas<br>200mm           | 270cm                                                       |
| P-DS1-24           | I-DS1-24<br>L/5 = 1,2m                | 6m<br>5m si 4 poutrelles<br>(limite CMU Inserts) | 190mm                                               |                  | 2HA5<br>+ 2HA14            |                               | 320cm                                                       |
| P-DS1-28           | I-DS1-28<br>L/5 = 1,4m                | 7m                                               | 230mm                                               |                  | 2HA5<br>+ 2HA16            |                               | 360cm                                                       |
| P-DS1-32           | I-DS1-32<br>L/5 = 1,4m                | 7m                                               | 270mm                                               |                  | 2HA5<br>+ 2HA14<br>+ 2HA10 |                               | 380cm                                                       |

Tableau 3 : Spécifications et conditions minimales pour la phase provisoire – sans besoin de justifications complémentaires

Dans le cas où les configurations étudiées ne répondent pas aux spécifications ou conditions minimales définies dans le tableau 3, il est obligatoire de mener une étude de vérification de la phase provisoire en s'appuyant sur le document « Note d'étude des prédalles DS1 en situation provisoire » de SIXENSE – NECS.

- *Géométrie des armatures de treillis raidisseur de base*

Les armatures de treillis raidisseur font partie intégrante des armatures acier nécessaires pour les phases provisoires et définitives.

La configuration de base minimum a été standardisée pour chaque épaisseur de prédalle avec des treillis raidisseurs type KT complétés d'acier de flexion inférieure.

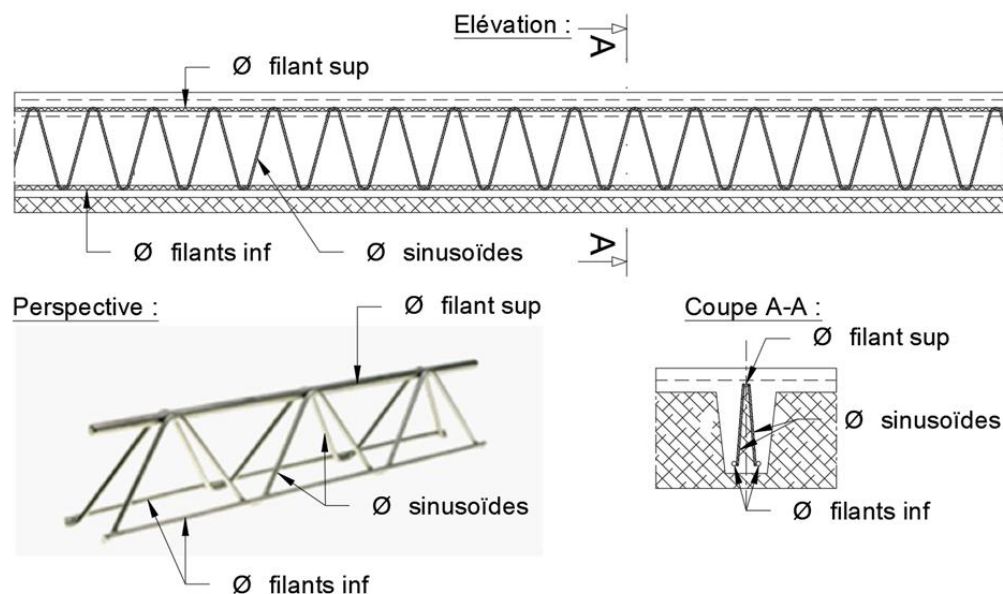


Figure 5 : Représentation des armatures de treillis raidisseurs des prédalles DS1

- *Intégration des inserts de levage*

Rappel sur les inserts de levage des dalles DS1 :

- Les inserts de levage autorisés, ainsi que les performances associées sont décrits dans l'annexe 3 " Charges Maximales utiles (CMU) des inserts de levage & gamme de prédalles DS1 standard validé en levage 4 points équilibrés ".
- Ces inserts de levage sont fournis par CCB Greentech ou fabriqués par les partenaires licenciés en conformité avec le dossier technique.
- Après coulage des dalles sur chantier ces dispositifs sont masqués et ne sont plus accessibles.

Le positionnement des inserts de levage :

- Le positionnement et l'intégration des inserts de levage doivent être réalisés tel que décrit dans le §6.2.7 " Coulage des talons des poutrelles en béton armé dans le coffrage perdu en béton de bois " du présent dossier technique.

- Ceux-ci doivent être représentés sur le plan de chaque dalle avec leur positionnement et leur référence (Exemple Figure 3 : Cotation type d'une prédalle DS1 avec raidisseurs transversaux – 4 poutrelles)

#### 4.2.4. Renforts sous charges linéaires

Dans le cas de charges concentrées qui nécessitent des renforts sous charges linéaires :

- Si la charge est parallèle aux raidisseurs béton de la prédalle, ceux-ci peuvent être répétés avec l'intégration d'acier de répartition perpendiculaire aux nervures dans la dalle de compression

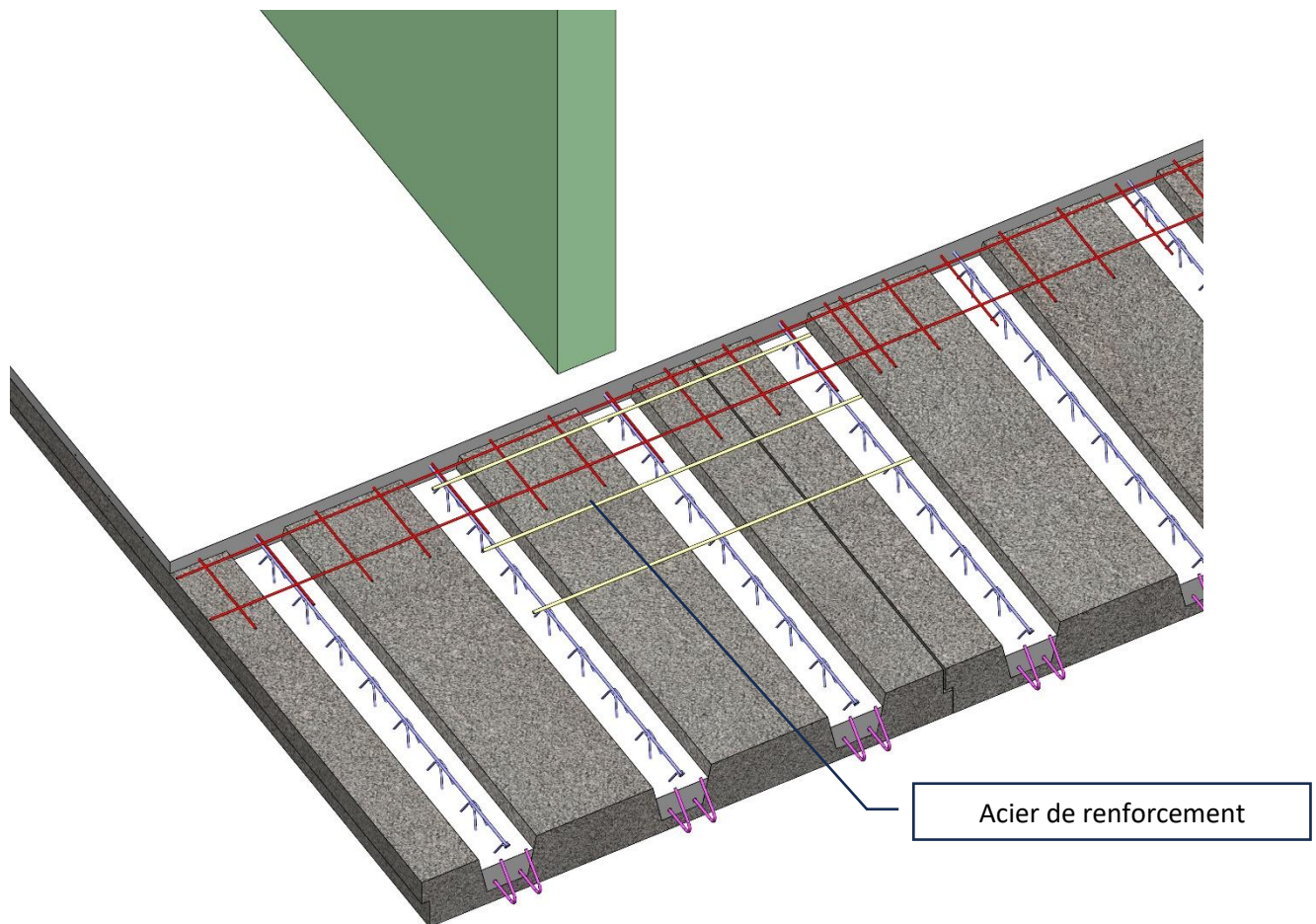


Figure 6 : Exemple de prédalle DS1 avec renforcement pour reprise d'une charge parallèle aux raidisseurs béton

Si la charge est perpendiculaire aux raidisseurs béton de la prédalle, un renforcement transversal, du type renforcement 4 poutrelles, spécifique avec des armatures dimensionnées en fonction de la charge peuvent être utilisées.

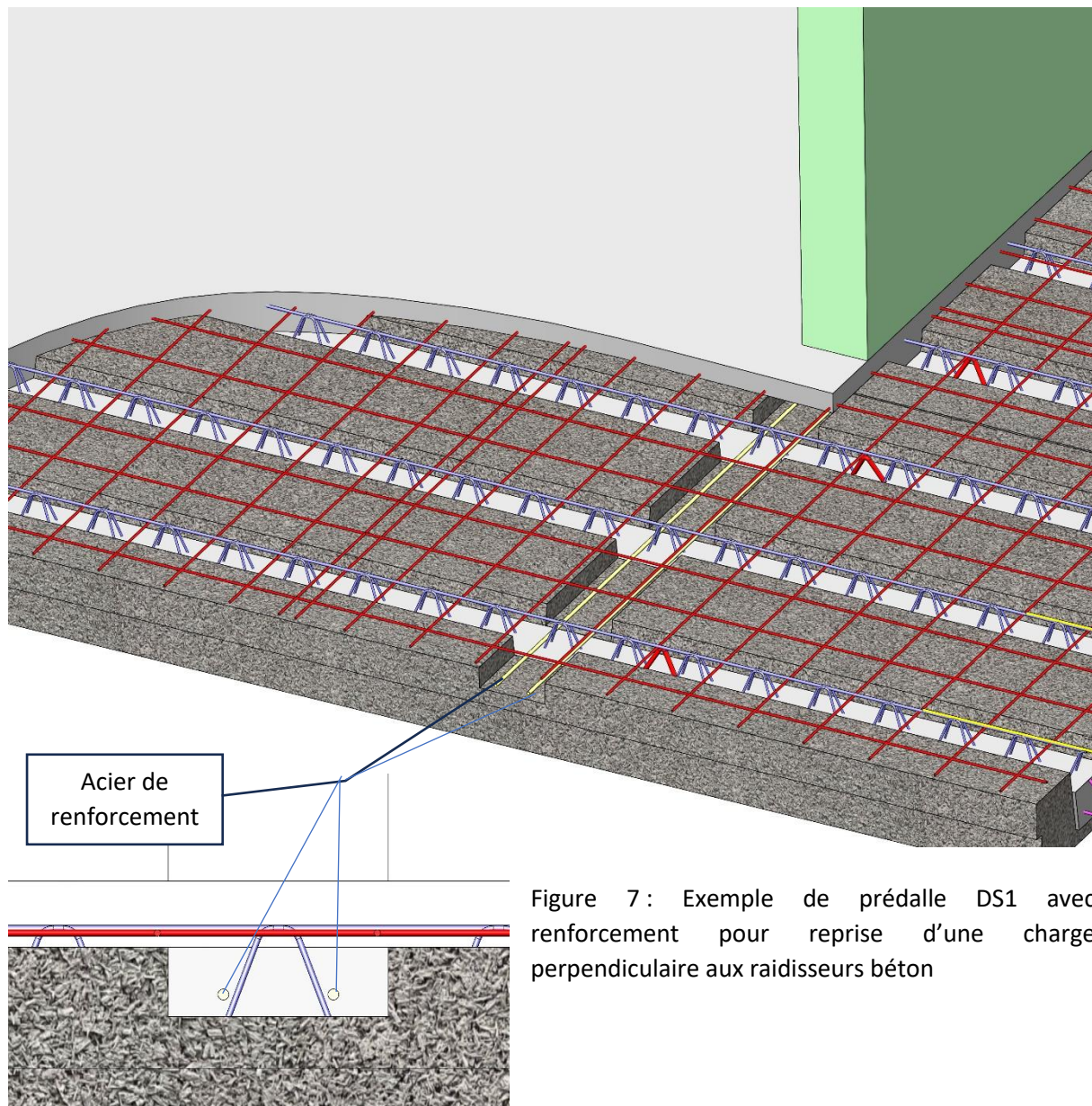


Figure 7 : Exemple de prédalle DS1 avec renforcement pour reprise d'une charge perpendiculaire aux raidisseurs béton

#### 4.2.5. Points particuliers de conception de dalles DS1 et règle de dessin des prédalles associées :

Le bureau d'études, ou la maîtrise d'œuvre, sont les garants de l'adaptation des prédalles DS1 standards pour assurer la synthèse des interfaces entre les autres principes constructifs du chantier et les corps d'état secondaires. Il contrôle les éventuelles notes de calcul complémentaires effectuées par le fournisseur

##### - Prédalles non rectangulaires

Les prédalles DS1 présentent généralement une surface de forme rectangulaire mais elles peuvent également avoir une surface de forme trapézoïdale, c'est-à-dire avec certains côtés en biais, afin de s'adapter à des ouvrages non rectangulaires. Des adaptations géométriques des prédalles sont possibles en fonction des exigences géométriques des systèmes porteurs du bâtiment.

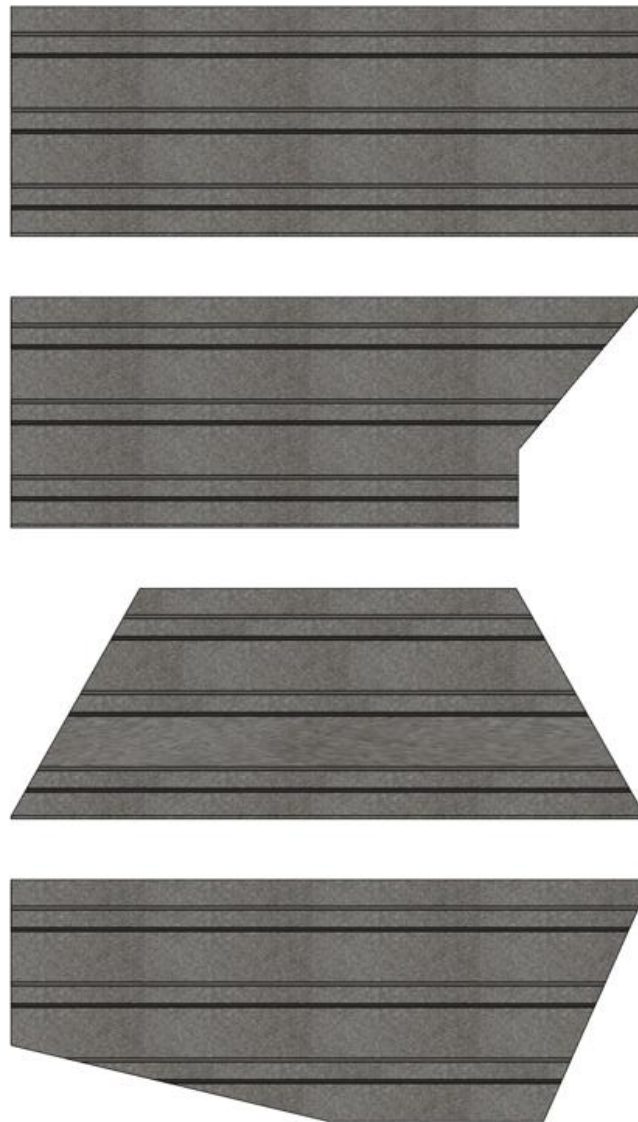


Figure 8 : Exemples de Prédalle DS1 avec différentes formes possibles

La principale limite de ces adaptations géométriques est le respect de l'intégrité de la prédalle DS1 pendant la phase de levage.

Conformément au dossier technique, le levage doit se faire à minima avec un système équilibrant l'effort des 4 points de levage.

Afin de satisfaire à l'intégrité de la prédalle DS1 au levage, deux types d'adaptations peuvent être mises en place :

- L'adaptation des points d'ancrage.
- Le renforcement structurel des prédalles par des raidisseurs complémentaires transversaux.

Les règles pour l'implantation des inserts de levage dans une dalle non rectangulaire sont :

- Intégration des inserts de levage dans les armatures des treillis des raidisseurs béton armé.
- Les inserts de levage sont intégrés dans les raidisseurs en béton armé en respectant :

- La distance au bord maximale de  $L/5$  de la poutrelle raidisseur intégrant l'insert de levage, la distance minimale au bord de l'insert de levage est donnée par la longueur des inserts de levage ( $> 0.6$  m).
- La distance minimale entre deux inserts dans une même poutrelle est de 1,2 m (interdiction de chevauchement entre deux inserts).
- Rajout de raidisseurs transversaux en béton armé entre les inserts de levage de levage si besoin de renforcer la structure de la prédalle.
- Rajout de point de levage supplémentaire si besoin d'équilibrer la prédalle ou réduire les efforts par points de levage.

En cas de renforcement structurel, celui-ci sera dimensionné pour contribuer à l'équilibrage de la prédalle DS1 et à la répartition des efforts sur les inserts de levage.

Si ces conditions ou l'équilibrage de la dalle ne peuvent être respectées, le rajout d'inserts de levage supplémentaires, d'inserts spéciaux, d'un système d'équilibrage spécifique (palonnier, ...), de renforcements béton doivent être étudiés pour concourir à l'équilibrage et à l'intégrité de la prédalle au levage.

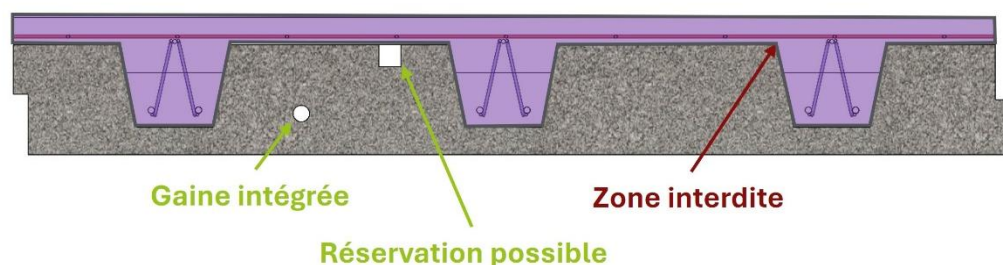
- Prédalle avec réservations traversantes - intégrations

Les conditions à respecter pour les trémies sont décrites au paragraphe 4.5.5 du dossier technique.

- Intégration de réservations dans le coffrage perdu en béton de bois

Afin de permettre le passage de gaines ou conduits, il est possible d'intégrer des réservations dans le béton de bois ; les conditions à respecter sont décrites au paragraphe 4.5.4 du dossier technique.

Pour la réalisation des plans de fabrications, les plans de positionnement des inserts électriques doivent être fournis par l'électricien durant la phase d'étude. Les inserts électriques devront être positionnés et cotés sur les plans par rapport aux nus intérieurs des murs bruts (murs béton, mur CS2, ...) et par rapport au-dessus des dalles brutes béton.



Le bord des boîtiers électriques ne doit pas être disposé à moins de 4 cm d'une surface de coffrage. Les gaines électriques ne doivent pas traverser des chaînages en béton armé.

#### 4.2.6. Principes de positionnement des chaînages

Les jeux de montage des prédalles DS1 sont définis selon les tolérances de production des prédalles DS1 et de la configuration réelle de la construction avant coulage.

Le liaisonnement périphérique de chaque dalle DS1 est réalisé par un chaînage périphérique coulé sur chantier : celui-ci permet la géométrie définitive des dalles DS1, leur liaison mécanique, le ceinturage antisismique et de réaliser l'étanchéité à l'eau, l'air et le feu.

En cas de continuité sur appuis de deux dalles DS1 alors les aciers de flexion supérieures et donc les raidisseurs béton armés des prédalles concernées doivent être alignées.

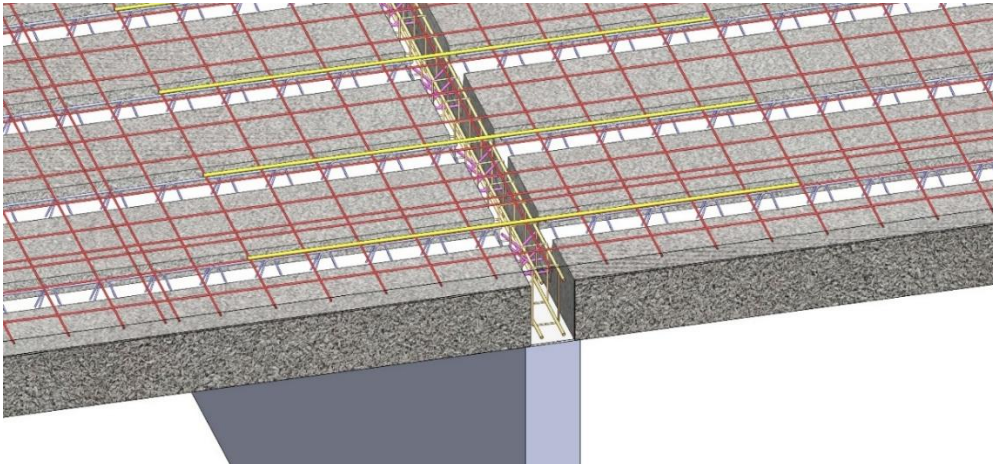
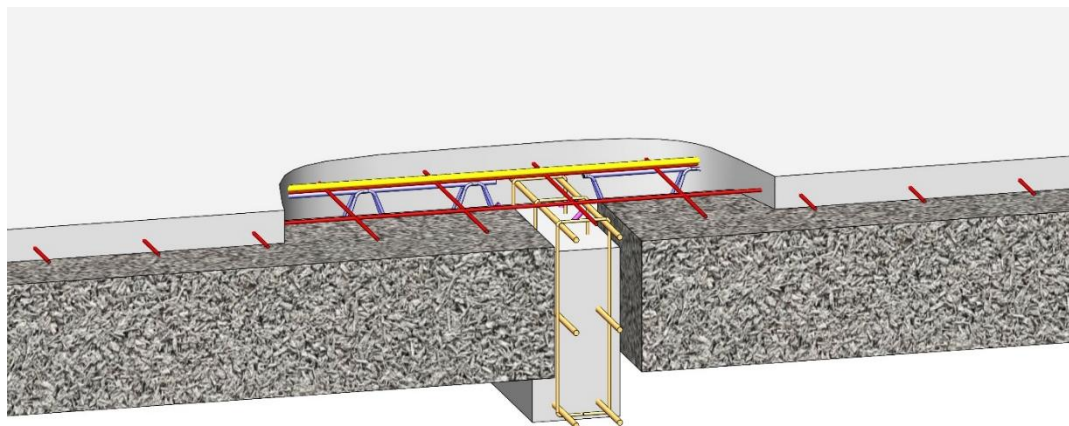
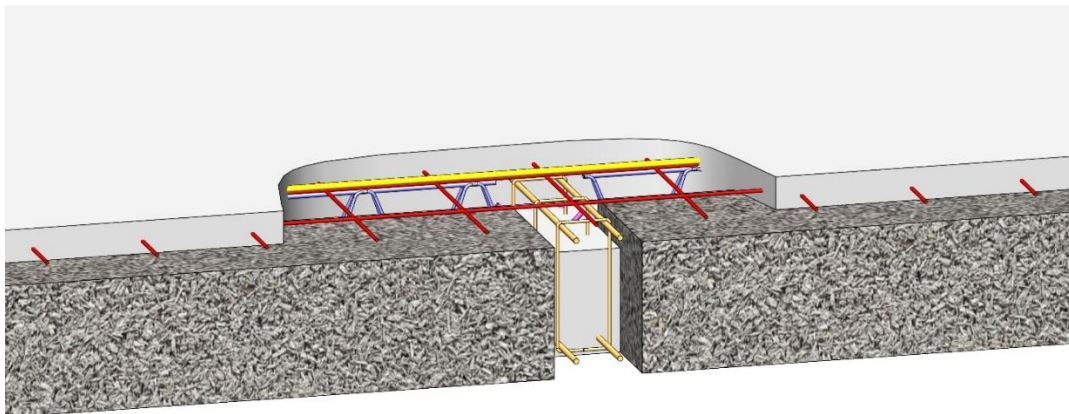


Figure 9 : Exemple de continuité sur appuis entre deux dalles DS1 Alignées

- Positionnement des dalles DS1 avec poutre porteuse (noyée, avec réhausse (retournée) ou avec retombée)



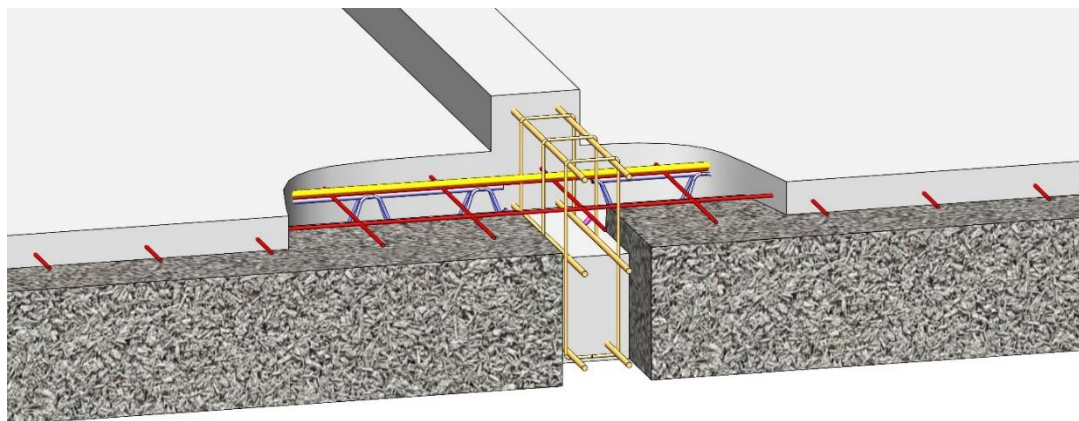


Figure 10 : Illustration du liaisonnement avec différents types de poutres porteuses

## 5. Annexe n°5 : Point particuliers de la mise en œuvre des prédalles DS1

### 5.1. Transport - Chargement des dalles sur camion plateau

Le fabricant de prédalles propose à l'entreprise de gros œuvre, le découpage par camion des prédalles, l'entreprise confirme ou adapte les ordres de livraisons avec les dates prévisionnelles.

Le chargement du camion s'effectue prédalle à plat en respectant deux conditions :

- La capacité de charge en poids du camion
- Un stockage à plat en respectant le colisage ci-dessous

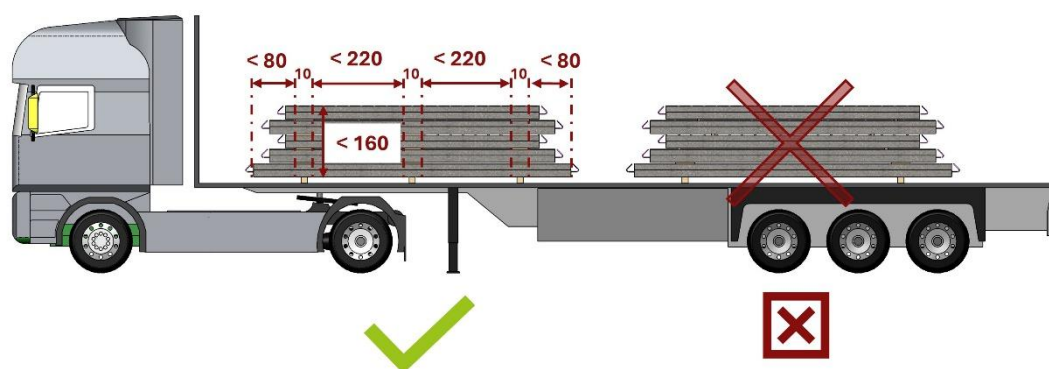


Figure 5-01 : Elévation possible sur camion plateau

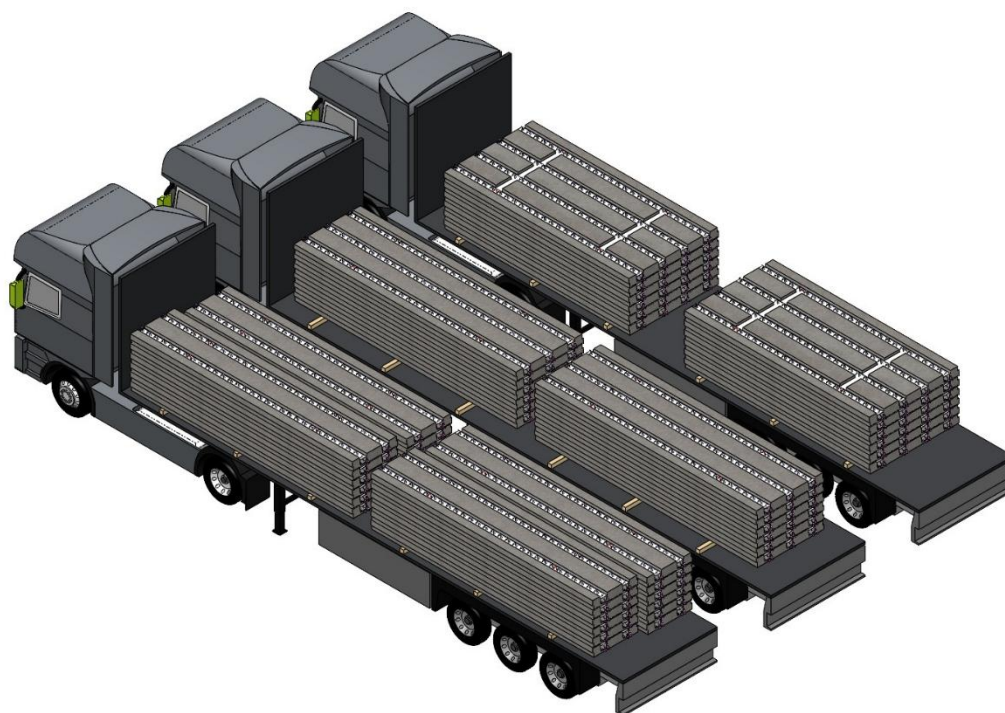


Figure 5-02 : Calepinage possible sur camion plateau en fonction des largeurs standards

La capacité de charge d'un plateau de semi-remorque ayant une charge utile de 26 T avec une longueur utile de 13.7 m et une largeur utile de 2.48 m pour des prédalles DS1 standards est la suivante :

| Longueur prédalle | Nombre de dalles 2 poutrelles sur le plateau |                   |                   |                   |
|-------------------|----------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                   | Prédalle P-DS1-20                            | Prédalle P-DS1-24 | Prédalle P-DS1-28 | Prédalle P-DS1-32 |
| 3 m               | 33                                           | 27                | 23                | 16                |
| 4 m               | 25                                           | 21                | 17                | 12                |
| 5 m               | 20                                           | 16                | 14                | 10                |
| 6 m               |                                              | 14                | 12                | 8                 |
| 7 m               |                                              |                   | 8                 | 7                 |

Tableau 1 : Capacité de charge plateau de poids lourd de dalle 2 poutrelles

| Longueur prédalle | Nombre de dalles 3 poutrelles sur le plateau |                   |                   |                   |
|-------------------|----------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                   | Prédalle P-DS1-20                            | Prédalle P-DS1-24 | Prédalle P-DS1-28 | Prédalle P-DS1-32 |
| 3 m               | 22                                           | 18                | 16                | 12                |
| 4 m               | 17                                           | 14                | 12                | 9                 |
| 5 m               | 12                                           | 10                | 8                 | 6                 |
| 6 m               |                                              | 9                 | 8                 | 6                 |
| 7 m               |                                              |                   | 4                 | 4                 |

Tableau 2 : Capacité de charge plateau de poids lourd de dalle 3 poutrelles

| Longueur prédalle | Nombre de dalles 4 poutrelles sur le plateau |                   |
|-------------------|----------------------------------------------|-------------------|
|                   | Prédalle P-DS1-20                            | Prédalle P-DS1-24 |
| 3 m               | 16                                           | 13                |
| 4 m               | 12                                           | 10                |
| 5 m               | 10                                           | 8                 |
| 6 m               |                                              | 7                 |

Tableau 3 : Capacité de charge plateau de poids lourd de dalle 4 poutrelles

### 5.2.Manutention – système d'élingage équilibré

Le levage des prédalles DS1 standards doit se faire obligatoirement par les boucles de levage prévu à cet effet à l'aide un système d'élingage quatre brins avec répartiteur de charge tel que décrit dans le dossier technique § 8.2 et dans le respect des capacités de CMU précisées en Annexe 3 - Charges Maximales Utiles (CMU) - Gamme de prédalles DS1 standard.

Les règles liées à la manutention sont décrites dans le dossier technique §8.2 manutention et transport

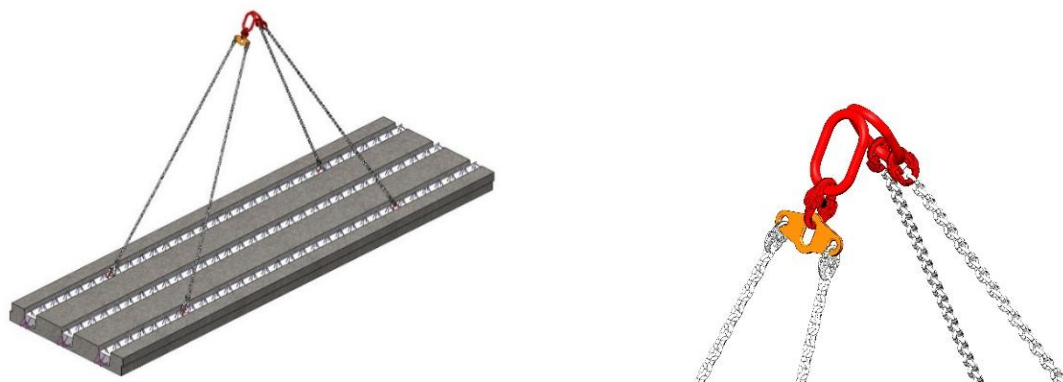


Figure 5-03 : Elingage quatre brins avec détail principe répartiteur de charge

### 5.3.Percements pour réservations

Les percements de faibles dimensions sont réalisés sur chantier suivant les spécifications du fabricant et après son approbation.

Le cas d'un percement isolé, de dimensions inférieures ou égales à 20 cm, en travée courante, hors zone de clavetage, hors zone de chapeau, ne nécessite pas d'approbation du fournisseur. Sauf cas particulier, le positionnement des percements peut être adapté pour tenir compte du positionnement des poutrelles.

Les percements dans la zone de béton de clavetage de part et d'autre de la poutrelle doivent être évités, voir figure ci-dessous.

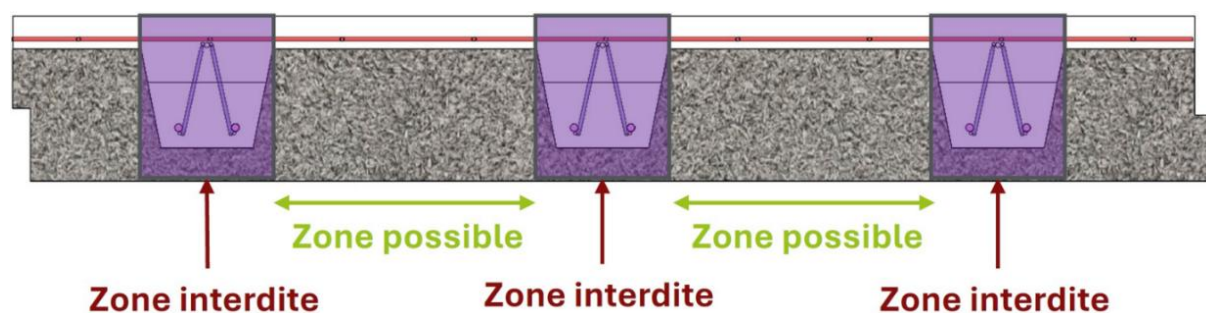


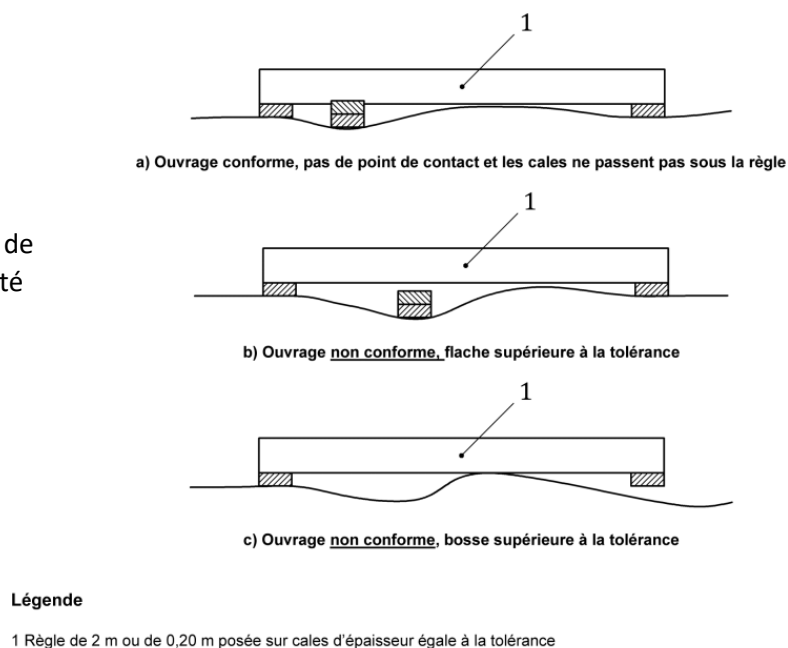
Figure 5-04 : Zones de percement dans la prédalle DS1

Les percements doivent être réalisés par sciage et ou carottage. Le burinage au marteau piqueur est proscrit.

### 5.4. Tolérance d'exécution des appuis

La tolérance de d'exécution de l'arase des appuis périphériques des murs porteurs doit être inférieure à 5 mm au sens du NF DTU 21 P1-1.

Figure 5-05 : Principe de contrôle de la planéité



### 5.5. Détails de pose selon différentes configurations

- Pose avec jeu sur les murs de rive

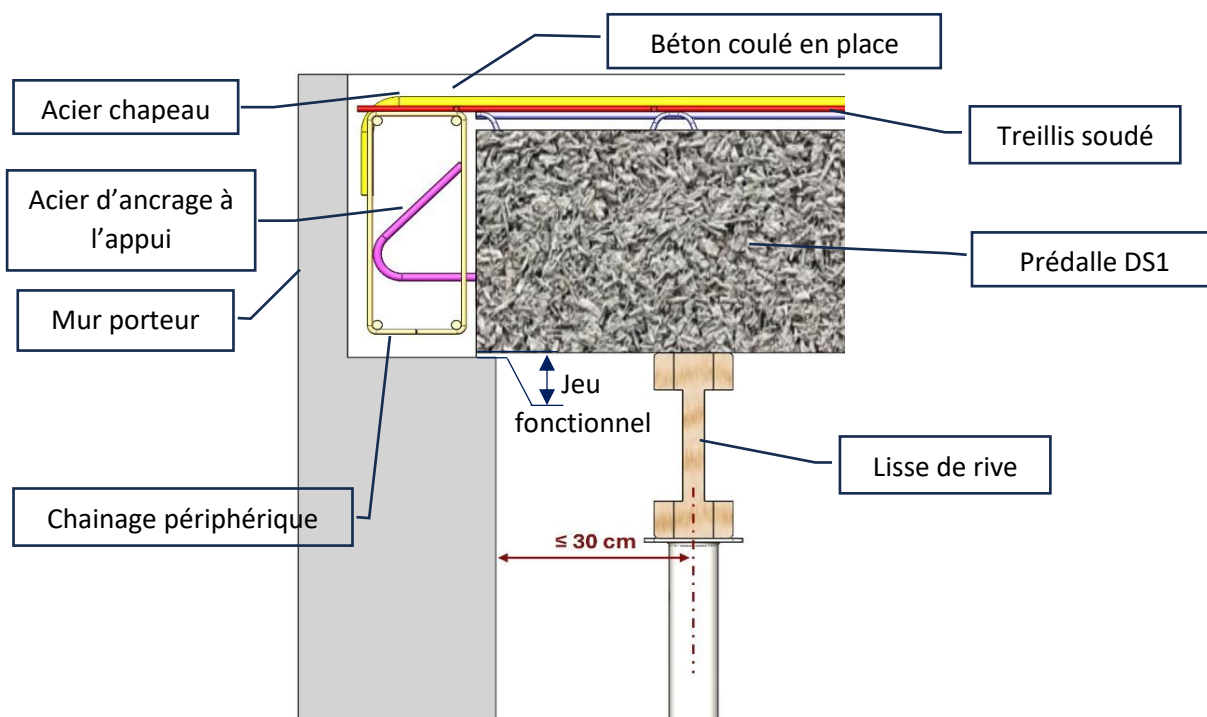


Figure 5-06 : Représentation des dalles sur appuis périphérique

- Pose avec bandes noyées ou poutres voile

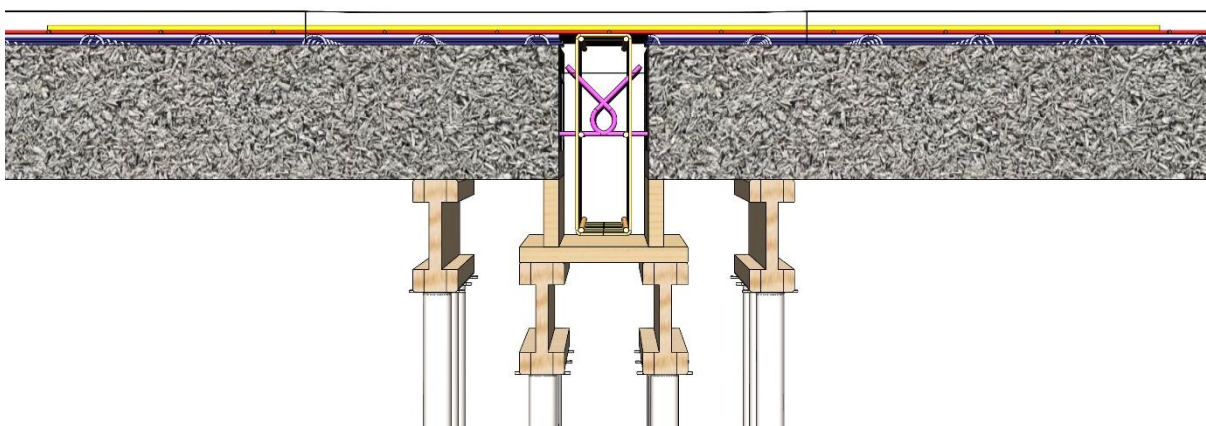


Figure 5-07 : Bande noyée ou poutre voile avec retombée

- Pose sur prémur

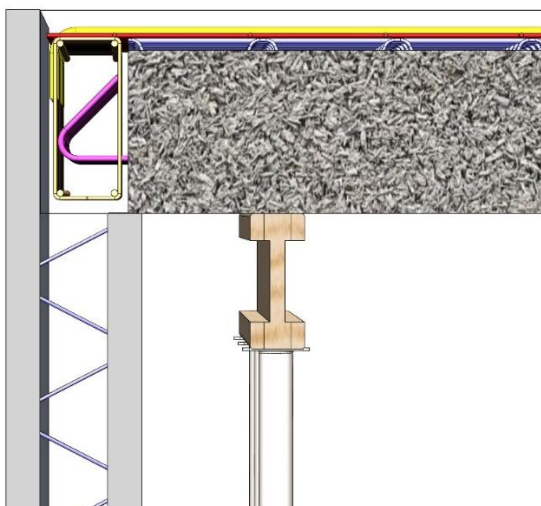


Figure 5-08 : Exemple de pose sur prémur béton

- Pose Prédalles suspendues sur bande noyée ou sur poutre voile sans retombée

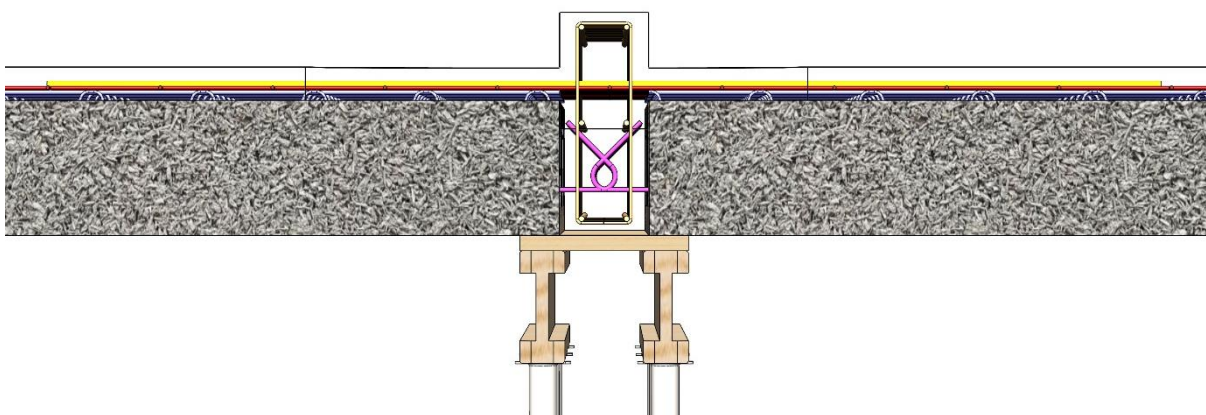


Figure 5-09 : Prédalles suspendues sur bande noyée ou sur poutre voile sans retombée

### 5.6. Treillis soudés

Ceux-ci seront déposés sur les armatures de treillis raidisseur en acier des prédalles.

En cas de problématique de surépaisseur des treillis soudés, il convient d'utiliser la méthode "des coins cassés" ou la méthode "des lès" qui sont décrits dans l'annexe B du NF DTU 23.5 P1.1



Figure 5-10 : Positionnement du treillis soudés dans la dalle de compression sur les treillis raidisseurs

### 5.7. Armature de flexion supérieur / chapeau

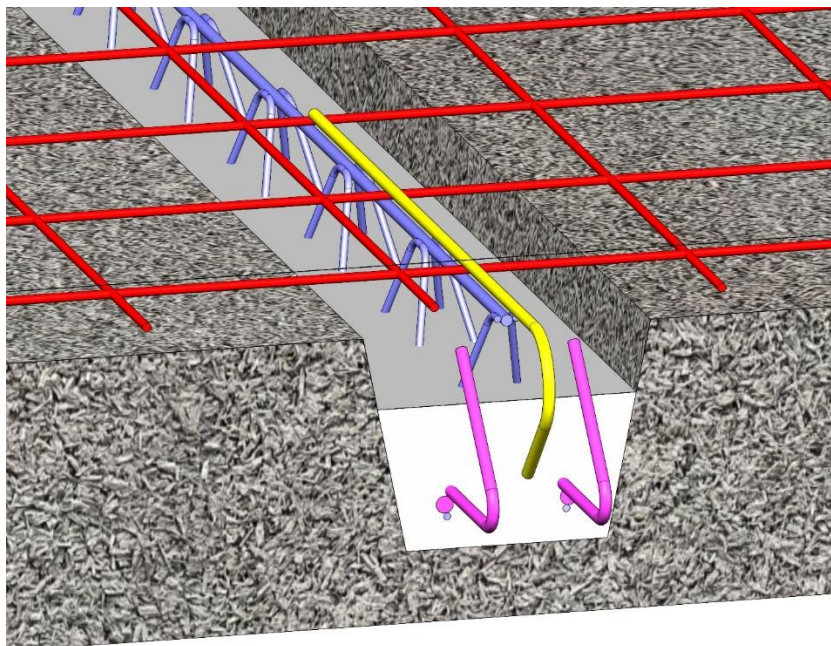


Figure 5-11 : Positionnement des aciers de flexion supérieure ou chapeaux sur les treillis soudés

## 6. Annexe n°6 : Sécurité incendie

La tenue au feu de systèmes de plancher réalisé avec des dalles DS1 est justifiée par les propriétés intrinsèques du coffrage perdu qui protège la dalle nervurée béton DS1.

La durée de résistance au feu et les conditions d'essais sont indiquées dans l'appréciation de laboratoire AL-N°054365-A du CERIB.

Les conclusions de l'avis de laboratoire qui permet de justifier de la performance REI sont indiquées ci-dessous :

La résistance au feu des dalles DS1 isostatiques (sans continuité) ou hyperstatiques (avec continuité sur appuis intermédiaires) - décrites au §4 du présent document - en béton armé et protégées sur leur face inférieure par du béton de bois TimberRoc F800 est alors justifiée pour une performance jusqu'à REI 240 et pour des épaisseurs totales de 25 cm, 30 cm, 35 cm et 40 cm, à condition que :

- Le plancher soit correctement dimensionné, en situation normale, à l'ELU et à l'ELS selon la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale [6] ;
- Les résistances maximales du plancher (par ml) en flexion positive (en travée)  $M_{Rd,fl,t}$  et au tranchant  $V_{Rd,fl,t}$  en situation d'incendie, soient limitées aux valeurs indiquées dans le Tableau 4 et dans le Tableau 5 ci-après, afin d'éviter la perte d'adhésivité du béton de bois TimberRoc F800 pendant la durée d'exposition au feu du plancher.

| Configuration du plancher DS1 | Temps d'exposition au feu REI (en minutes) |      |      |      |
|-------------------------------|--------------------------------------------|------|------|------|
|                               | 60                                         | 120  | 180  | 240  |
| Prédalle DS1 20cm + Table 5cm | 65,4                                       | 58,8 | 49,0 | 22,0 |
| Prédalle DS1 24cm + Table 6cm | 76,7                                       | 69,0 | 57,5 | 23,0 |
| Prédalle DS1 28cm + Table 7cm | 84,1                                       | 75,7 | 63,1 | 24,5 |
| Prédalle DS1 32cm + Table 8cm | 95,5                                       | 85,9 | 71,6 | 27   |

Tableau 4 – Efforts tranchants résistants à chaud  $V_{Rd,fl,t}$  (vis-à-vis du non décollement du coffrage en béton de bois) pour les quatre épaisseurs de montage (kN/ml)

| Configuration du plancher DS1 | Temps d'exposition au feu REI (en minutes) |      |      |      |
|-------------------------------|--------------------------------------------|------|------|------|
|                               | 60                                         | 120  | 180  | 240  |
| Prédalle DS1 20cm + Table 5cm | 62,6                                       | 36,5 | 26,8 | 21,3 |
| Prédalle DS1 24cm + Table 6cm | 75,0                                       | 53,8 | 42,0 | 32,7 |
| Prédalle DS1 28cm + Table 7cm | 75,0                                       | 53,8 | 42,0 | 32,7 |
| Prédalle DS1 32cm + Table 8cm | 76,7                                       | 54,5 | 42,0 | 32,7 |

Tableau 5 – Moment résistant à chaud  $M_{Rd,fl,t}$  pour les quatre épaisseurs de plancher (kN.m/ml)

Des charges peuvent être fixées en sous-face des dalles DS1, à condition de ne pas dépasser une masse par fixation de 25 kg et une répartition maximale de 100 kg/m<sup>2</sup>.

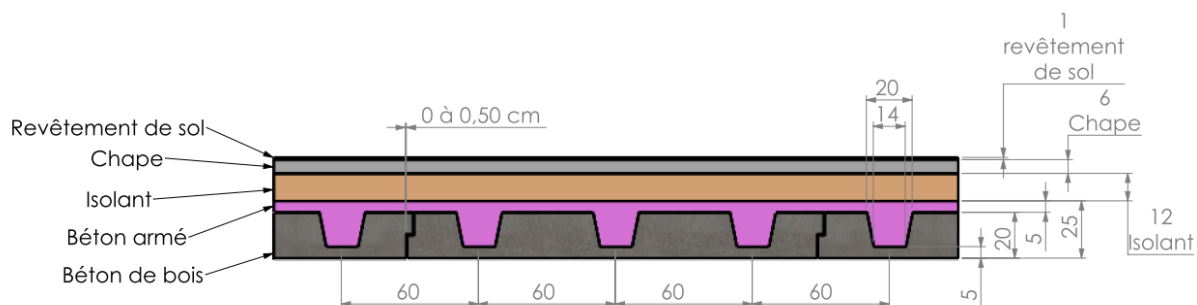
## 7. Annexe n°7 : Caractéristiques hygrothermiques et thermiques des systèmes de plancher DS1

### ETUDE HYGROTHERMIE :

Des études ont été conduites de simulation hygrothermique de plusieurs complexes de plancher à l'aide du logiciel Wufi avec les critères d'évaluation :

- Humidité relative inf à 98% en tout point du complexe
- Teneur en eau inf à 23% en masse dans le béton de bois (car non structural)

#### A. Dalle DS1 20+5cm sur Vide Sanitaire (VS)



Les simulations sans revêtement de sol montrent la présence d'humidité importante dans le béton de bois.

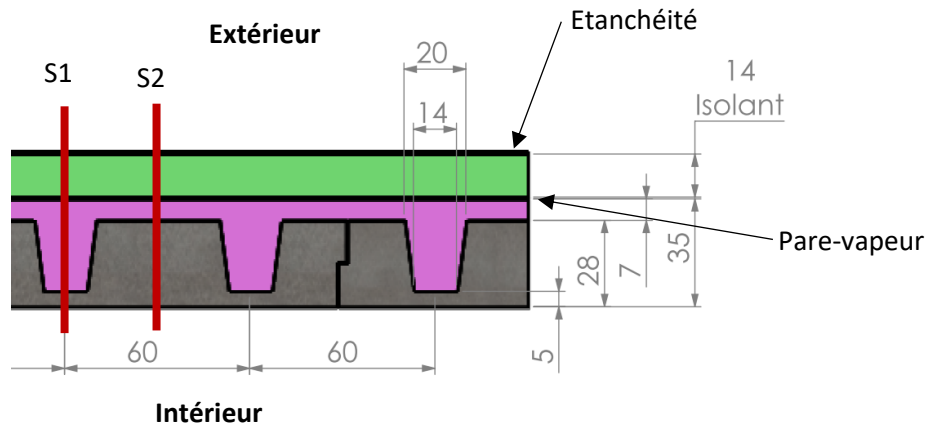
Avec une protection sur le sol, de type film PE ( $S_d > 100m$ ), pour empêcher l'évaporation de l'humidité du sol, les simulations ont montré qu'il n'y avait pas de risques de condensation, ni d'humidité supérieure à 23% de teneur en eau en masse dans le béton de bois.

Les conditions de l'étude qui ont permis de définir les données d'entrée de  $T^\circ$  et HR du vide sanitaire ont été basées sur des configurations avec un taux d'aération de 5 à 14  $cm^2/m^2$  de surface au sol. Par conséquent des sections de ventilation suffisamment grandes de 10 à 20  $cm^2/m^2$  de surface au sol sont recommandées pour une application pratique basée sur ces simulations.

D'autres conditions de ventilation pourraient permettre de valider le retrait du revêtement de sol, mais cela devra passer par des essais et/ou des simulations complémentaires.

De même, des essais sur le béton de bois avec 55% d'humidité en masse mini pourrait permettre de s'affranchir du revêtement de sol.

Autre constat, le climat intérieur n'a pas d'influence sur l'eau et l'humidité dans le béton de bois pour la configuration de dalle sur vide sanitaire.

**A. Dalle DS1 28+7 cm en configuration Toit terrasse (TT)**

Le béton de bois ne présente pas de risques hygroscopiques dans cette configuration.

Le pare-vapeur à placer au-dessus de la dalle de compression doit avoir une valeur  $S_d$  supérieure ou égale à 1500m.

**ETUDE THERMIE :****A. Hypothèses et Données d'étude**

Le calcul est réalisé par modélisation numérique en tridimensionnelle et consiste à évaluer les flux de chaleur transmis à travers la paroi de l'ambiance intérieure vers l'extérieur, et à déterminer ensuite les coefficients de transmission surfacique  $U_p = U_{eq}$  ( $W/(m^2.K)$ ) et de ponts thermiques linéiques  $\Psi$  ( $W/(m.K)$ ).

Les hypothèses de calcul sont fixées par les règles de calcul en vigueur.

Les calculs sont réalisés à l'aide du logiciel TRISCO 16.0.06 (PHYSIBEL) conformément aux règles Th-Bat et aux normes NF EN ISO 10211, NF EN ISO 13370 et NF EN ISO 6946.

**1. Conditions aux limites :**

|       | Conditions aux limites<br>(Couleur Trisco)            | Température<br>d'ambiance<br>(°C) | Coefficient de<br>transfert<br>surfacique<br>$W/(m^2.K)$ |
|-------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| CL170 | Extérieur (Trisco – 170)                              | 0.0                               | 25.0                                                     |
| CL174 | Intérieur chauffé, flux horizontal (Trisco – 174)     | 20.0                              | 7.7                                                      |
| CL190 | Intérieur chauffé, flux vers le haut (Trisco – 190)   | 20.0                              | 10.0                                                     |
| CL166 | Intérieur chauffé, flux vers le bas (Trisco – 166)    | 20.0                              | 5.9                                                      |
| CL185 | Cavité non chauffée, flux horizontal (Trisco – 185)   | 0.0                               | 7.7                                                      |
| CL177 | Cavité non chauffée, flux vers le haut (Trisco – 177) | 0.0                               | 10.0                                                     |

**2. Données d'entrées matériaux**

| Matériaux                 | Conductivité thermique $\lambda$<br>$W/(m.K)$ | Sources                                         |
|---------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Béton de Bois             | 0.161                                         | CCB Greentech                                   |
| Béton plein               | 2.0                                           | Trisco (120 - Concrete 2400 kg/m <sup>3</sup> ) |
| Chape                     | 1.35                                          | Trisco (88 - Concrete 2000 kg/m <sup>3</sup> )  |
| Mortier / Enduit (ciment) | 1.0                                           | Trisco (57 – Cement sand)                       |
| Étanchéité bitumineuse    | 0.23                                          | Trisco (32 – Bitumen sheet)                     |
| Carrelage                 | 1.6                                           | Trisco (26 – Ceramic tiles)                     |
| Isolant PU                | 0.022                                         | ACERMI                                          |
| Isolant                   | 0.035                                         | Trisco (151 – Insulation)                       |
| Plaque de plâtre          | 0.25                                          | Trisco (161 – Gypsum plasterboard)              |
| Revêtement sol (PVC)      | 0.17                                          | Trisco (41 – PVC)                               |
| Sol                       | 2.0                                           | Trisco (23 – Sand and gravel)                   |
| Lame d'air                | $\lambda_{eq}$                                | Norme EN 6946                                   |

### 3. Géométrie et maillage

Les membranes « pare-vapeur » ont été négligées.

Les armatures ont été négligées.

- Maillage :
  - Pour des mailles fines jusqu'à 50 mm : distance de subdivision = 10 mm
  - Pour des mailles larges : proportion de division = 1.5

### 4. Formules et règles de calculs

Le **coefficient de transmission surfacique  $U_p$  (W/(m².K))** d'une paroi se calcule d'après la formule suivante :

$$U_p = U_{eq} = \frac{Q}{(t_i - t_e) \times A}$$

Avec :

$U_p$  : Coefficient de transmission surfacique des composants de la paroi P ; en W/(m².K)

Q : Flux total traversant le modèle 3D et obtenu par calcul numérique ; en W

$t_i - t_e$  : Différence de température entre les deux ambiances chaude et froide ; en K ou °C

$t_i = 20^\circ\text{C}$  et  $t_e = 0^\circ\text{C}$

A : Surface intérieure du modèle géométrique 3D ; en m².

Le **coefficient de transmission linéique  $\Psi$  (W/(m.K))** de la liaison entre 2 parois se calcule d'après la formule suivante (NB : les flux associés aux composants de parois du modèle peuvent être déterminés séparément) :

$$\Psi = \frac{\frac{Q}{(t_i - t_e)} - \sum_{p=1}^N U_p \times A_p}{L}$$

Avec :

$\Psi$  : Coefficient de transmission linéique du pont thermique de liaison ; en W/(m.K)

Q : Flux total traversant le modèle 3D et obtenu par calcul numérique ; en W

$t_i - t_e$  : Différence de température entre les deux ambiances chaude et froide ; en K ou °C ;  $t_i = 20^\circ\text{C}$  et  $t_e = 0^\circ\text{C}$

$U_p$  : Coefficient de transmission surfacique des composants de la paroi ; en W/(m².K)

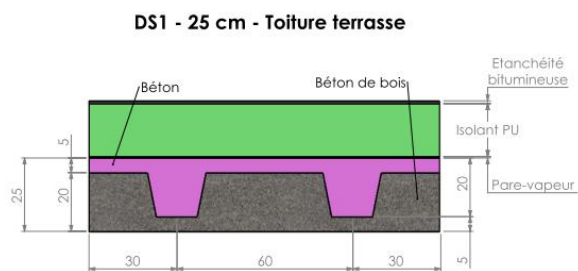
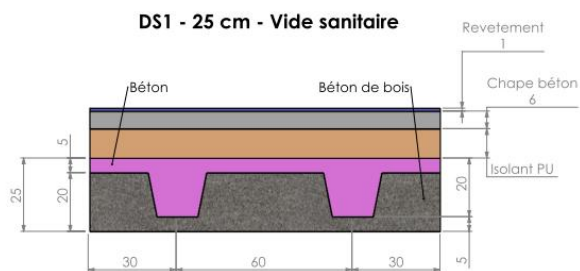
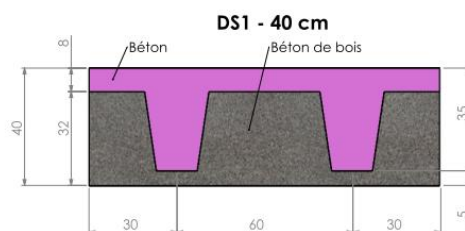
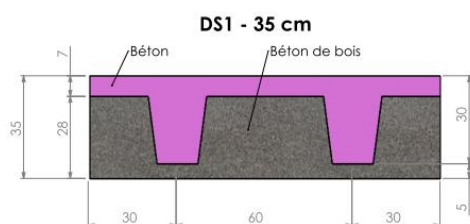
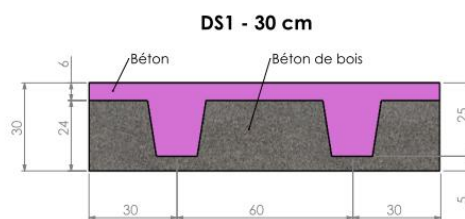
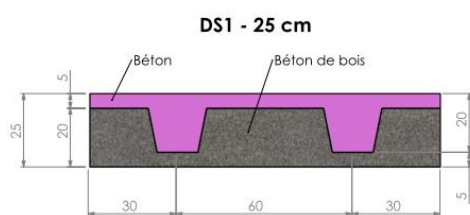
$A_p$  : Surface intérieure sur laquelle s'applique la vapeur  $U_p$  du modèle géométrique 3D ; en m²

N : Nombre de composants 1D

L : Largeur du modèle 3D, en m

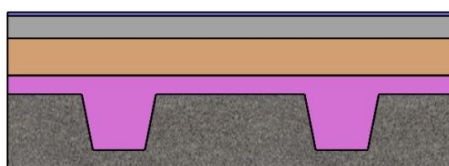
## 5. Géométries

### a. Coefficient de transmission surfacique $U_p = U_{eq}$



Flux vers le bas

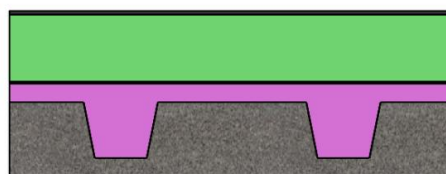
Intérieur  
20°C



Extérieur  
Vide  
sanitaire  
0°C

Flux vers le haut

Extérieur  
0°C



Intérieur  
20°C

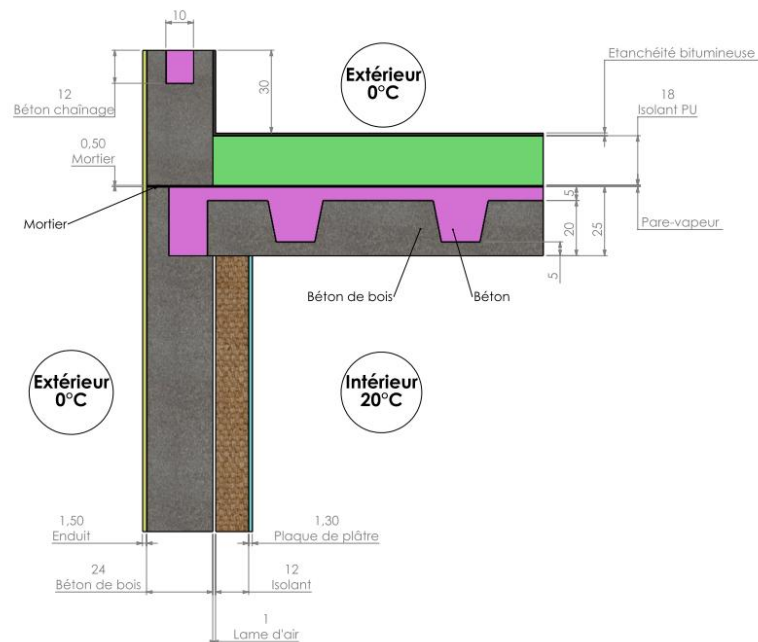
**b. Coefficient de transmission linéique  $\psi$**

Les visualisations ci-dessous représentent les configurations longitudinales des dalles DS1 avec des murs en béton de bois de 24cm (poutrelles béton parallèles aux murs).

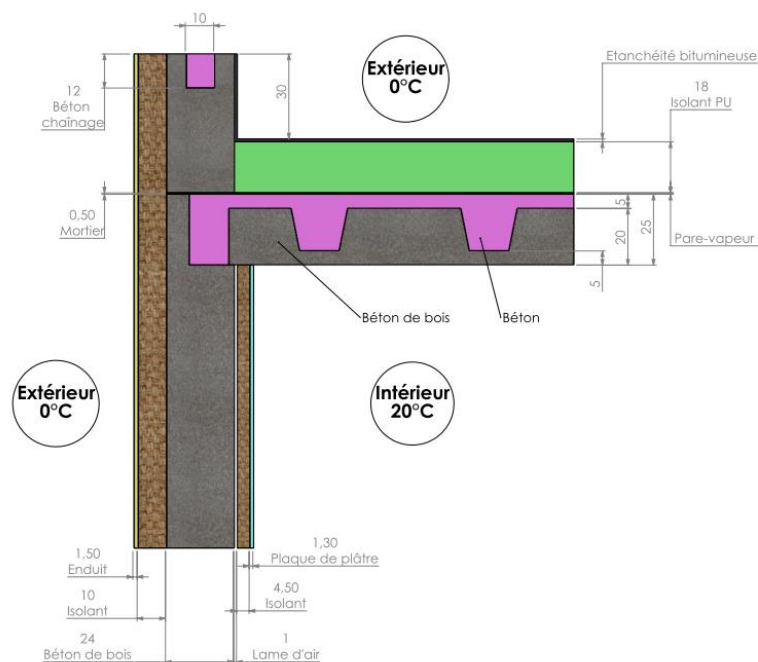
Pour les configurations transversales, les poutrelles en béton de bois sont perpendiculaires aux murs, avec une modélisation sur 1.2mL et un entraxe de 60cm entre les poutrelles.

Pour les configurations avec murs en béton, l'épaisseur des murs est de 20cm.

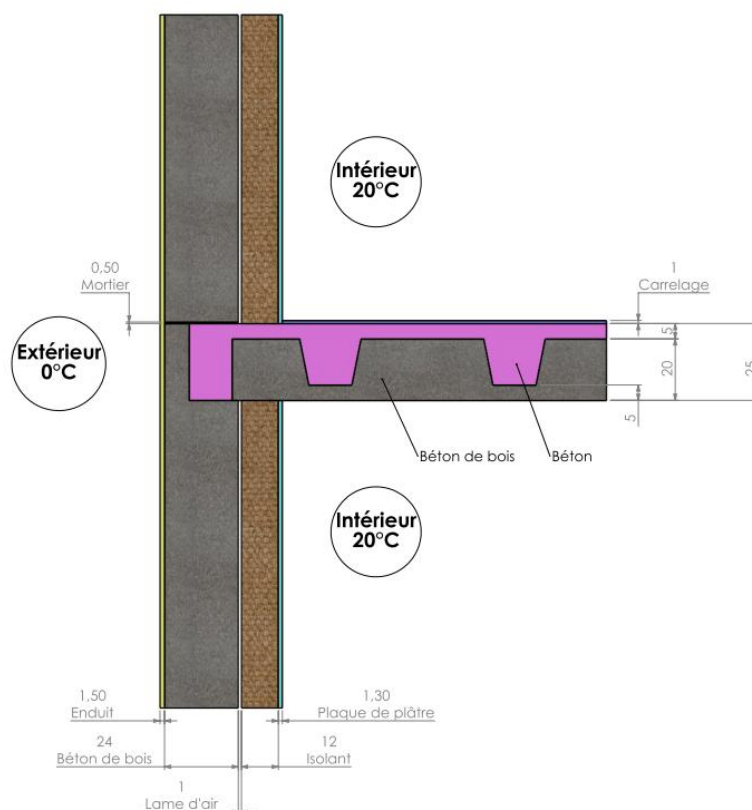
**CONFIGURATION  
TOIT TERRASSE / ITI**



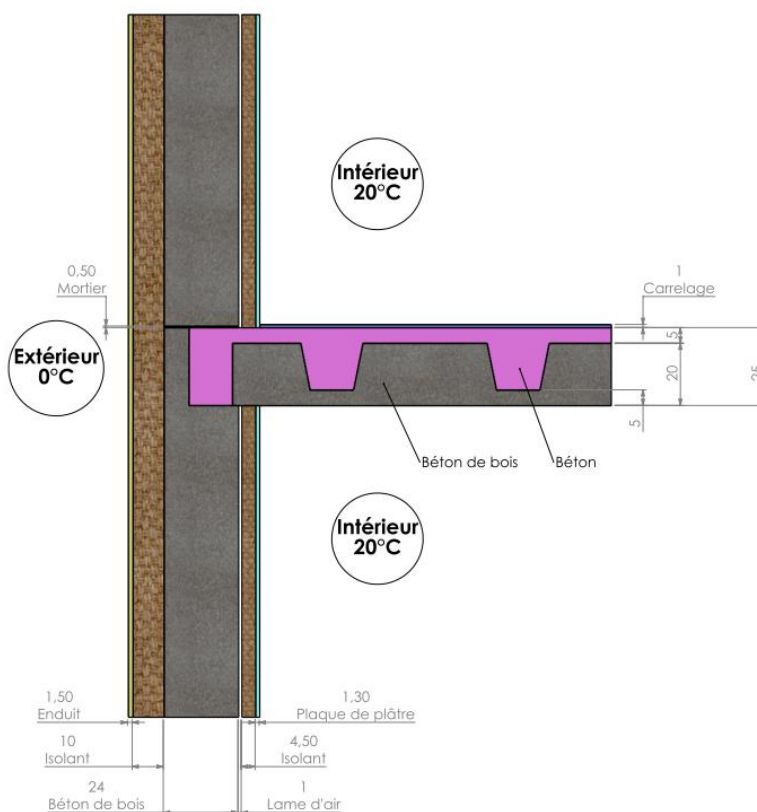
**CONFIGURATION  
TOIT TERRASSE / ITE**



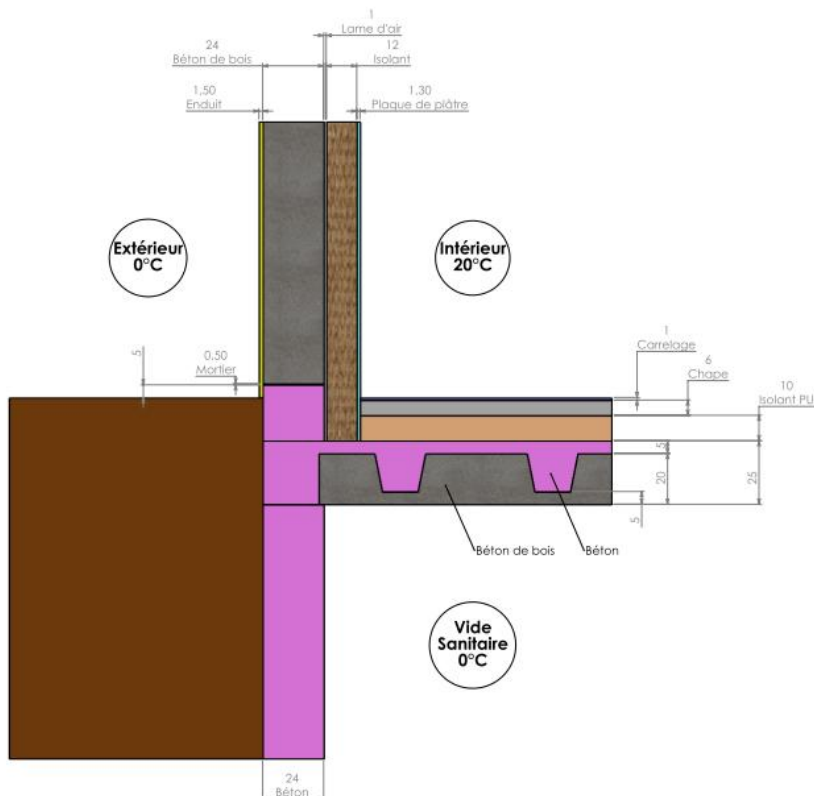
### CONFIGURATION PLANCHER INTERMEDIAIRE / ITI



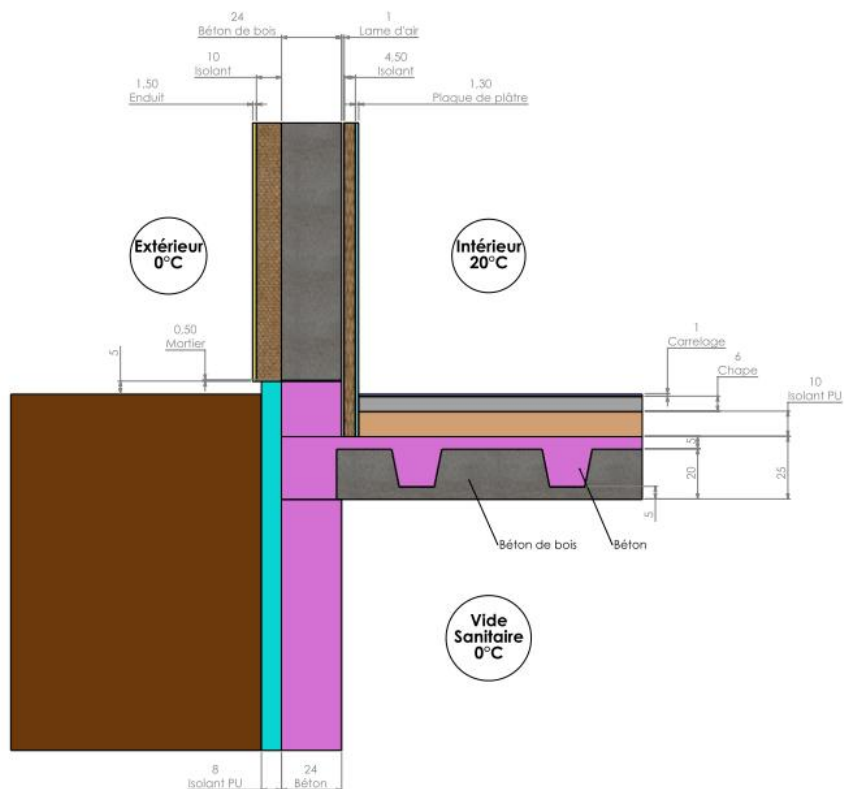
### CONFIGURATION PLANCHER INTERMEDIAIRE / ITE



### CONFIGURATION VIDE SANITAIRE / ITI



### CONFIGURATION VIDE SANITAIRE / ITE



## B. Synthèse des résultats

### 1. Coefficients de transmission surfacique $U_p=U_{eq}$

| Configurations   |                   | Flux de chaleur (W)<br>Sur A = 1.2 m <sup>2</sup> | Coefficient de transmission thermique surfacique<br>$U_{eq}$ en W/(m <sup>2</sup> .K) | Résistance thermique équivalente<br>$R_{eq}$ en (m <sup>2</sup> .K)/W |
|------------------|-------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| DS1 :<br>20+5 cm | Flux vers le haut | 26.844 W                                          | 1.118                                                                                 | 0.9                                                                   |
|                  | Flux vers le bas  | 24.902 W                                          | 1.038                                                                                 |                                                                       |
| DS1 :<br>24+6 cm | Flux vers le haut | 24.698 W                                          | 1.029                                                                                 | 1.0                                                                   |
|                  | Flux vers le bas  | 23.067 W                                          | 0.961                                                                                 |                                                                       |
| DS1 :<br>28+7 cm | Flux vers le haut | 22.978 W                                          | 0.957                                                                                 | 1.1                                                                   |
|                  | Flux vers le bas  | 21.581 W                                          | 0.899                                                                                 |                                                                       |
| DS1 :<br>32+8 cm | Flux vers le haut | 21.865 W                                          | 0.911                                                                                 | 1.1                                                                   |
|                  | Flux vers le bas  | 20.622 W                                          | 0.859                                                                                 |                                                                       |

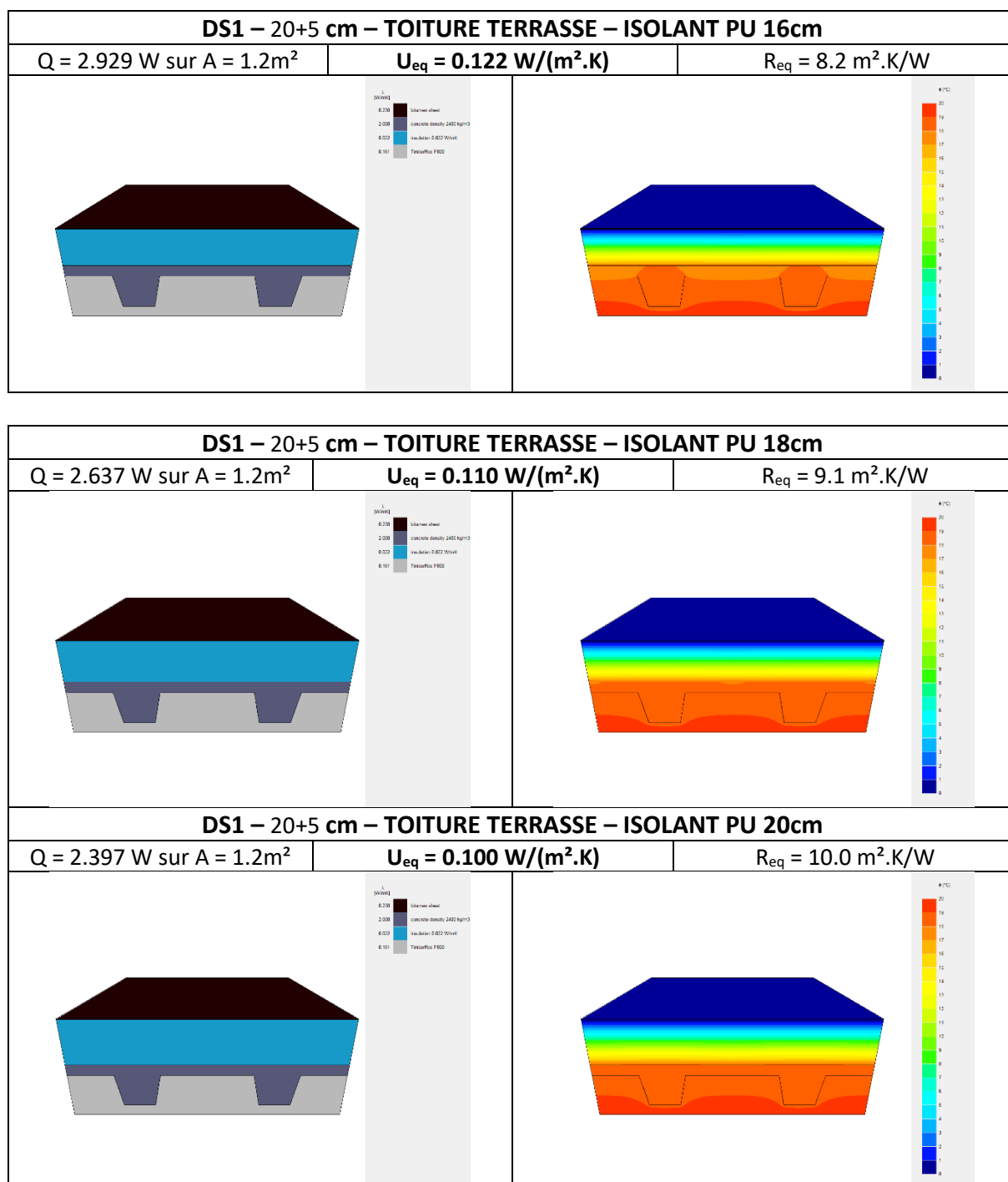
| Configurations                                          | Flux de chaleur (W)<br>Sur A = 1.2 m <sup>2</sup> | Coefficient de transmission thermique surfacique<br>$U_{eq}$ en W/(m <sup>2</sup> .K) | Résistance thermique équivalente<br>$R_{eq}$ en (m <sup>2</sup> .K)/W |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| DS1 : 20+5 cm - Toiture Terrasse (TT) - Isolant PU 16cm | 2.929                                             | 0.122                                                                                 | 8.2                                                                   |
| DS1 - 20+5 cm - Toiture Terrasse (TT) - Isolant PU 18cm | 2.637                                             | 0.110                                                                                 | 9.1                                                                   |
| DS1 - 20+5 cm - Toiture Terrasse (TT) - Isolant PU 20cm | 2.397                                             | 0.100                                                                                 | 10.0                                                                  |
| DS1 - 20+5 cm – Vide Sanitaire (VS) - Isolant PU 8cm    | 5.230                                             | 0.218                                                                                 | 4.6                                                                   |
| DS1 - 20+5 cm – Vide Sanitaire (VS) - Isolant PU 10cm   | 4.365                                             | 0.182                                                                                 | 5.5                                                                   |
| DS1 - 20+5 cm – Vide Sanitaire (VS) - Isolant PU 12cm   | 3.746                                             | 0.156                                                                                 | 6.4                                                                   |

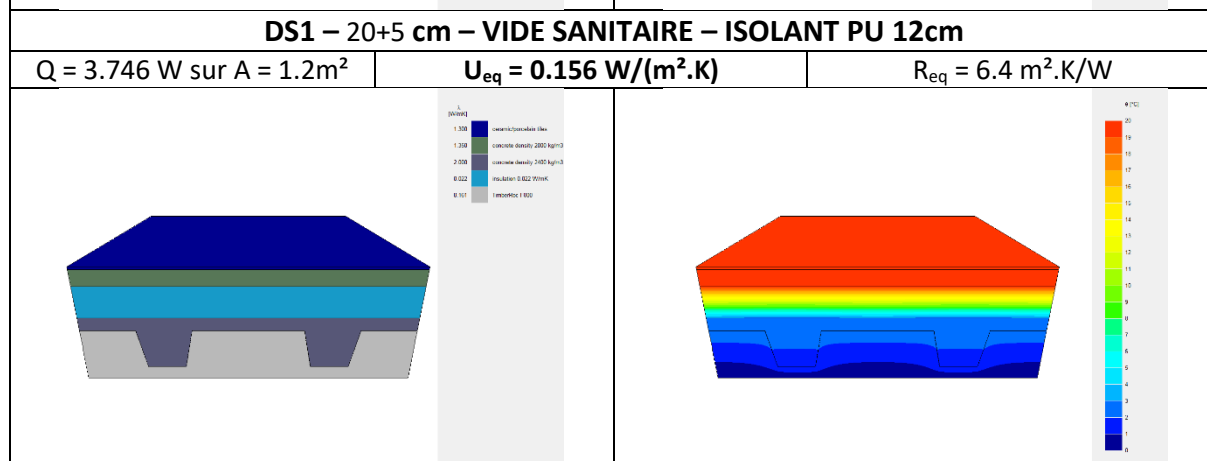
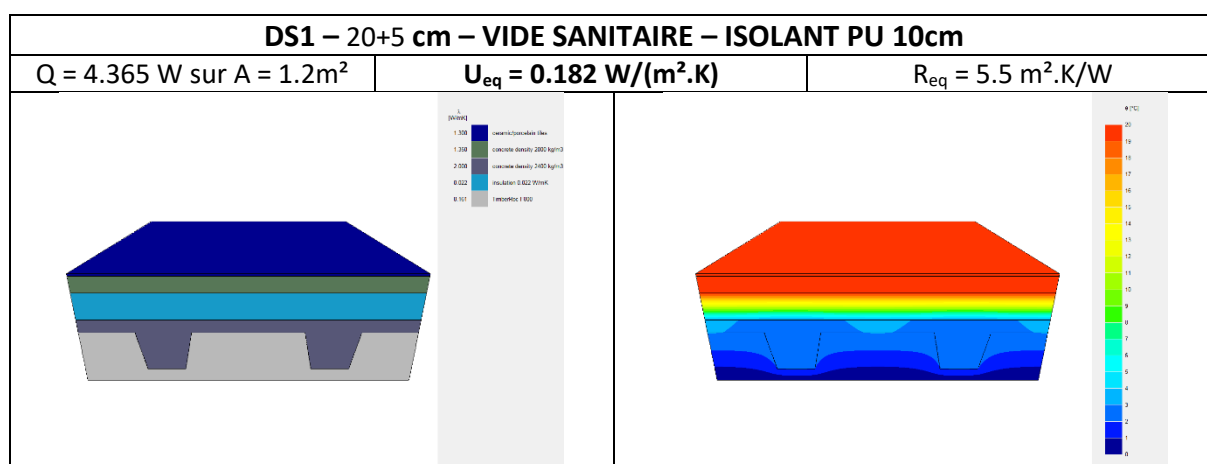
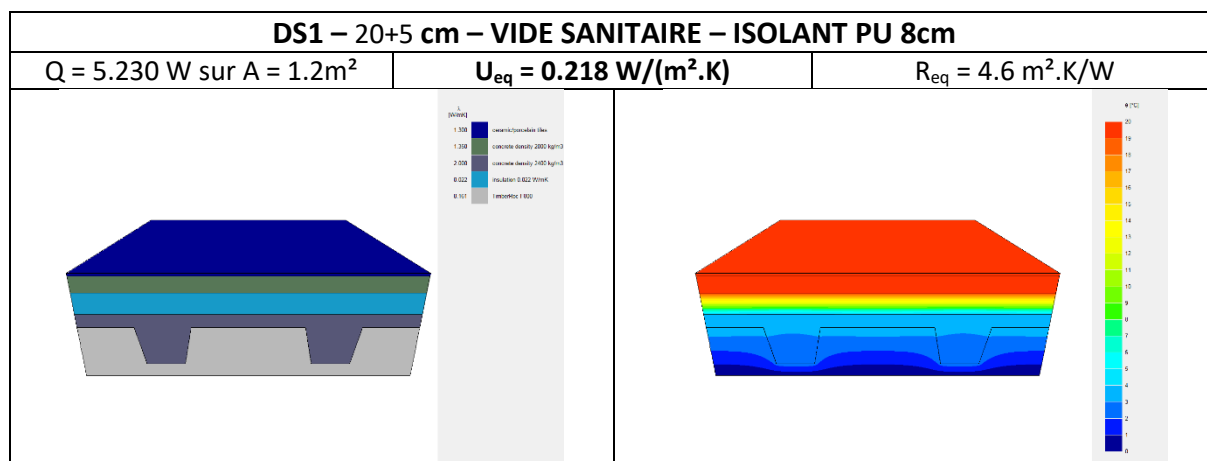
## 2. Coefficients de ponts thermiques linéiques $\Psi$

| Configurations DS1 – 20+5 cm |     |                        | Coefficient de transmission thermique linéique $\Psi_{\text{longitudinal}}$ en W/(m.K) | Coefficient de transmission thermique linéique $\Psi_{\text{transversal}}$ en W/(m.K) |
|------------------------------|-----|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Murs Béton de bois           | ITI | Toit Terrasse          | 0.207                                                                                  | 0.235                                                                                 |
|                              |     | Plancher intermédiaire | 0.260                                                                                  | 0.309                                                                                 |
|                              |     | Vide sanitaire         | 0.083                                                                                  | 0.083                                                                                 |
|                              | ITE | Toit Terrasse          | 0.135                                                                                  | 0.144                                                                                 |
|                              |     | Plancher intermédiaire | 0.083                                                                                  | 0.089                                                                                 |
|                              |     | Vide sanitaire         | 0.148                                                                                  | 0.178                                                                                 |
| Murs Béton                   | ITI | Toit Terrasse          | 0.285                                                                                  | 0.318                                                                                 |
|                              |     | Plancher intermédiaire | 0.423                                                                                  | 0.502                                                                                 |
|                              |     | Vide sanitaire         | 0.073                                                                                  | 0.073                                                                                 |
|                              | ITE | Toit Terrasse          | 0.308                                                                                  | 0.328                                                                                 |
|                              |     | Plancher intermédiaire | 0.100                                                                                  | 0.102                                                                                 |
|                              |     | Vide sanitaire         | 0.187                                                                                  | 0.186                                                                                 |

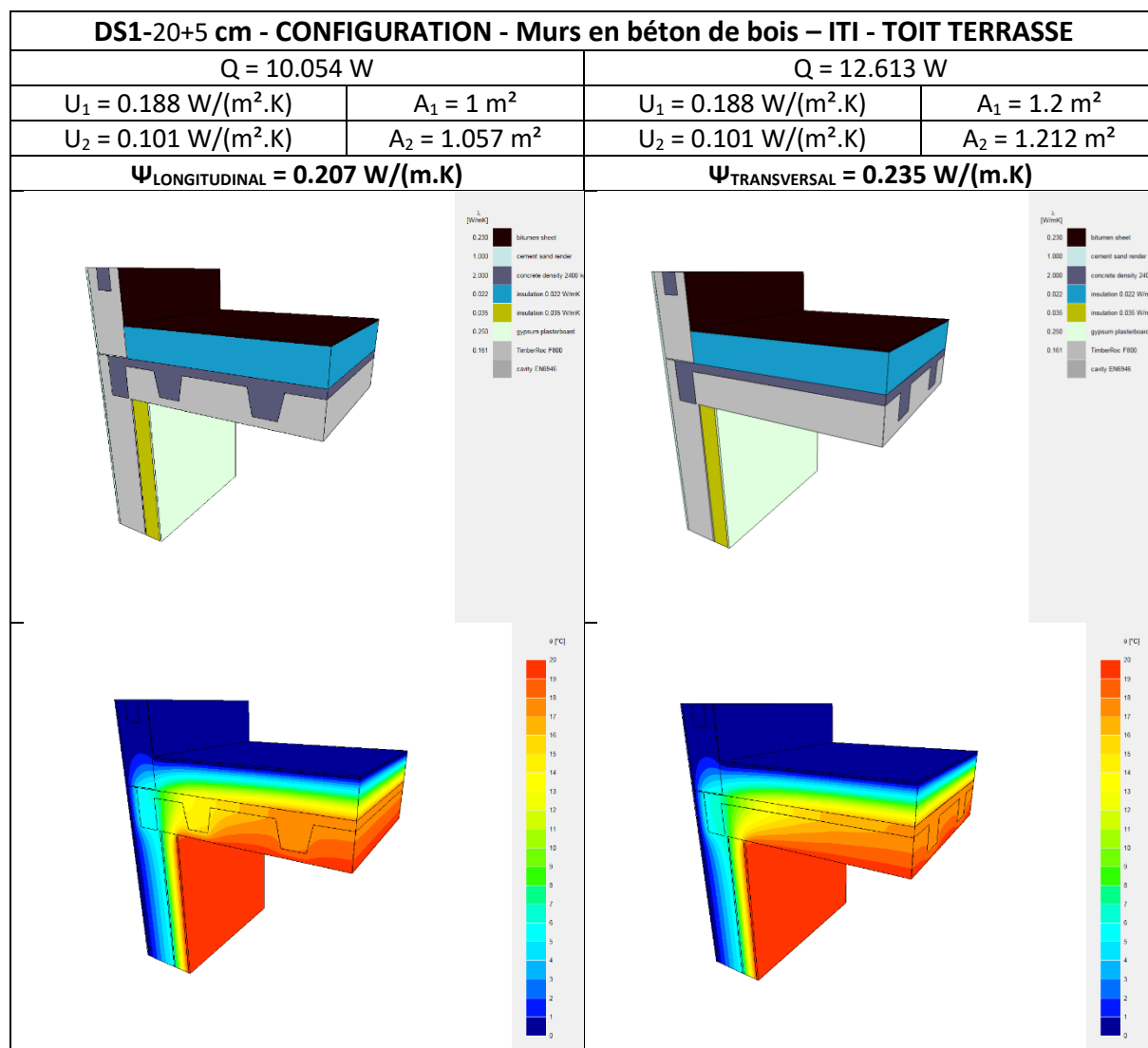
## C. Résultats détaillés

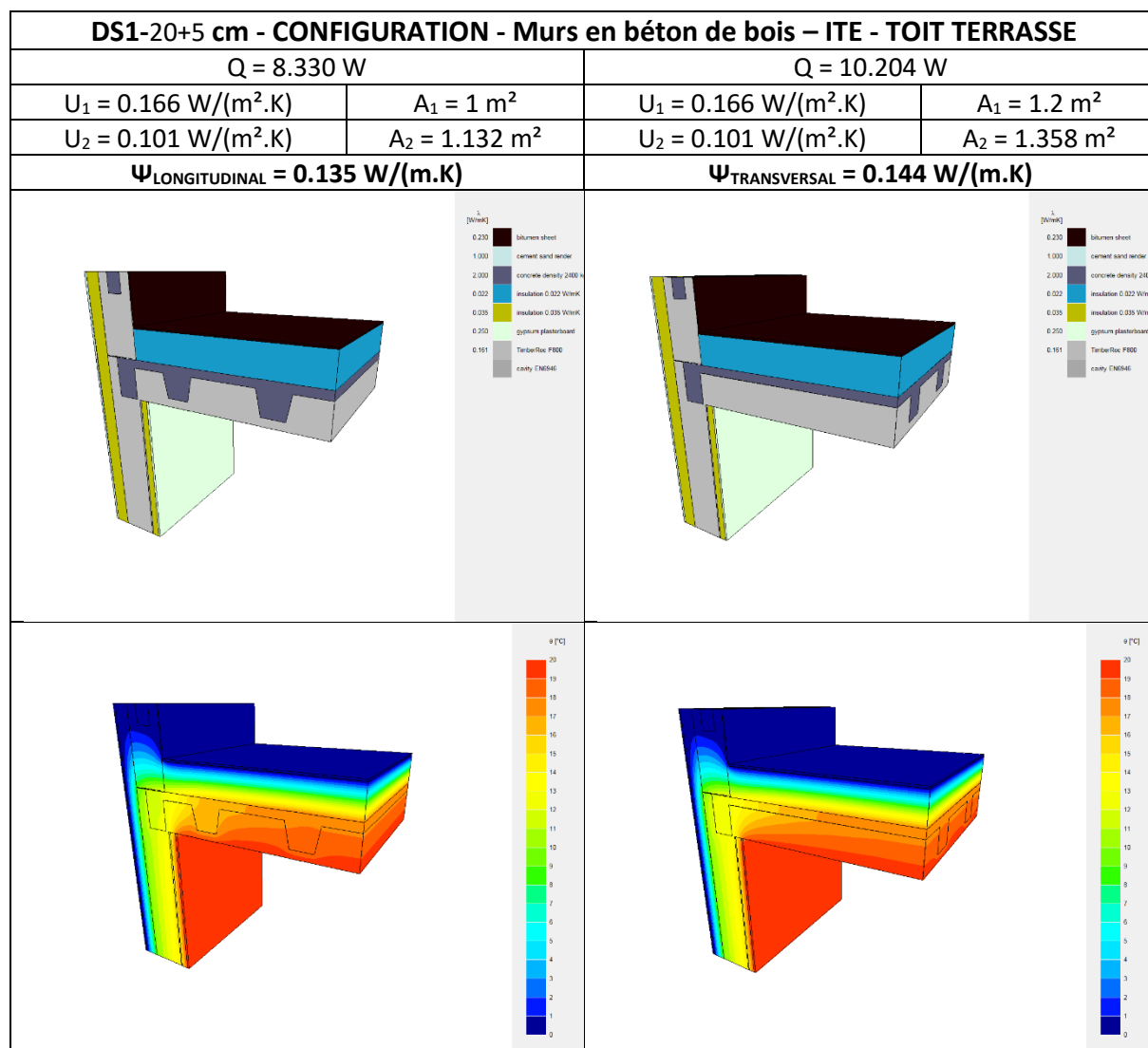
### 1. Coefficients de transmission surfacique $U_p = U_{eq}$

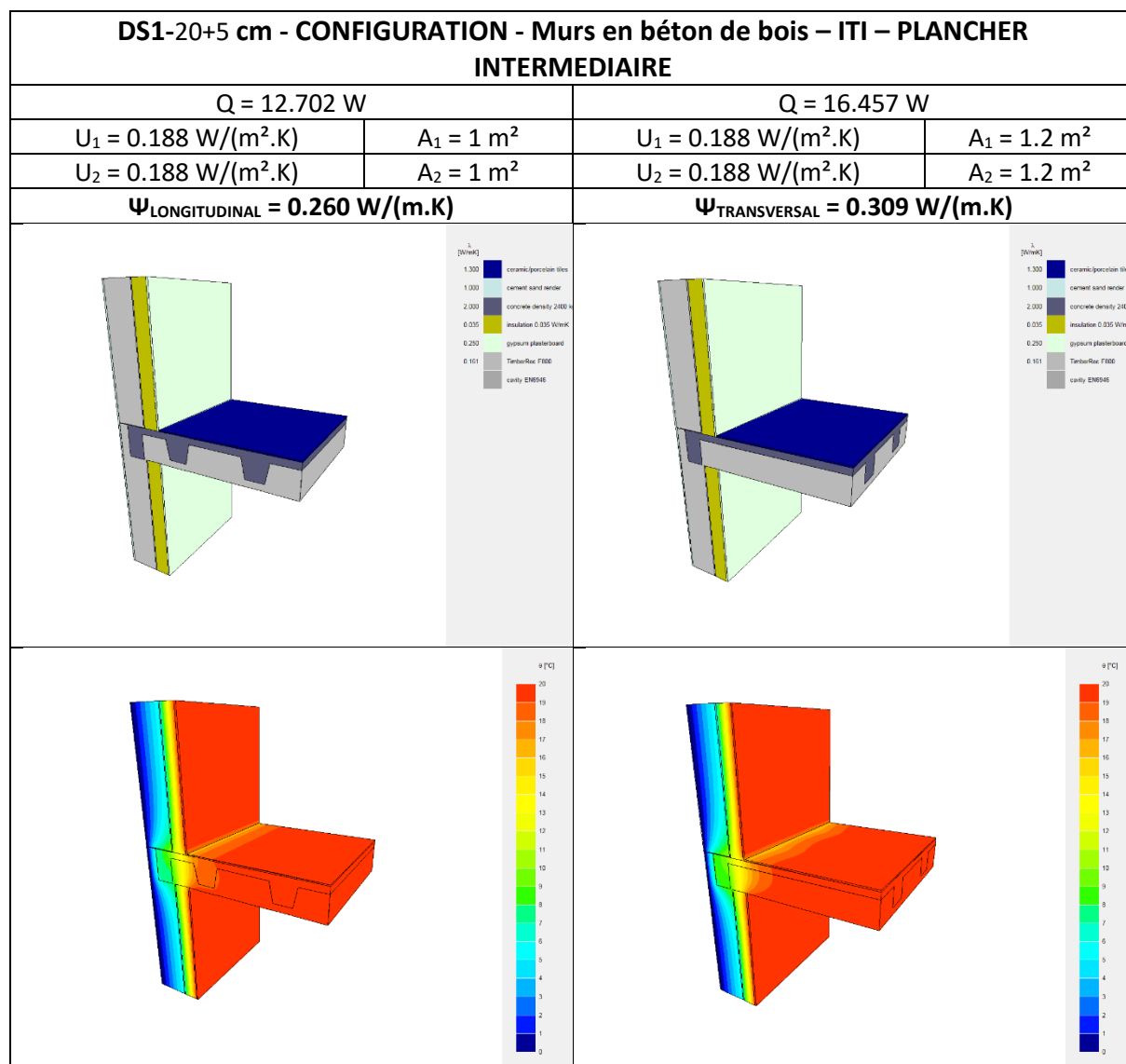


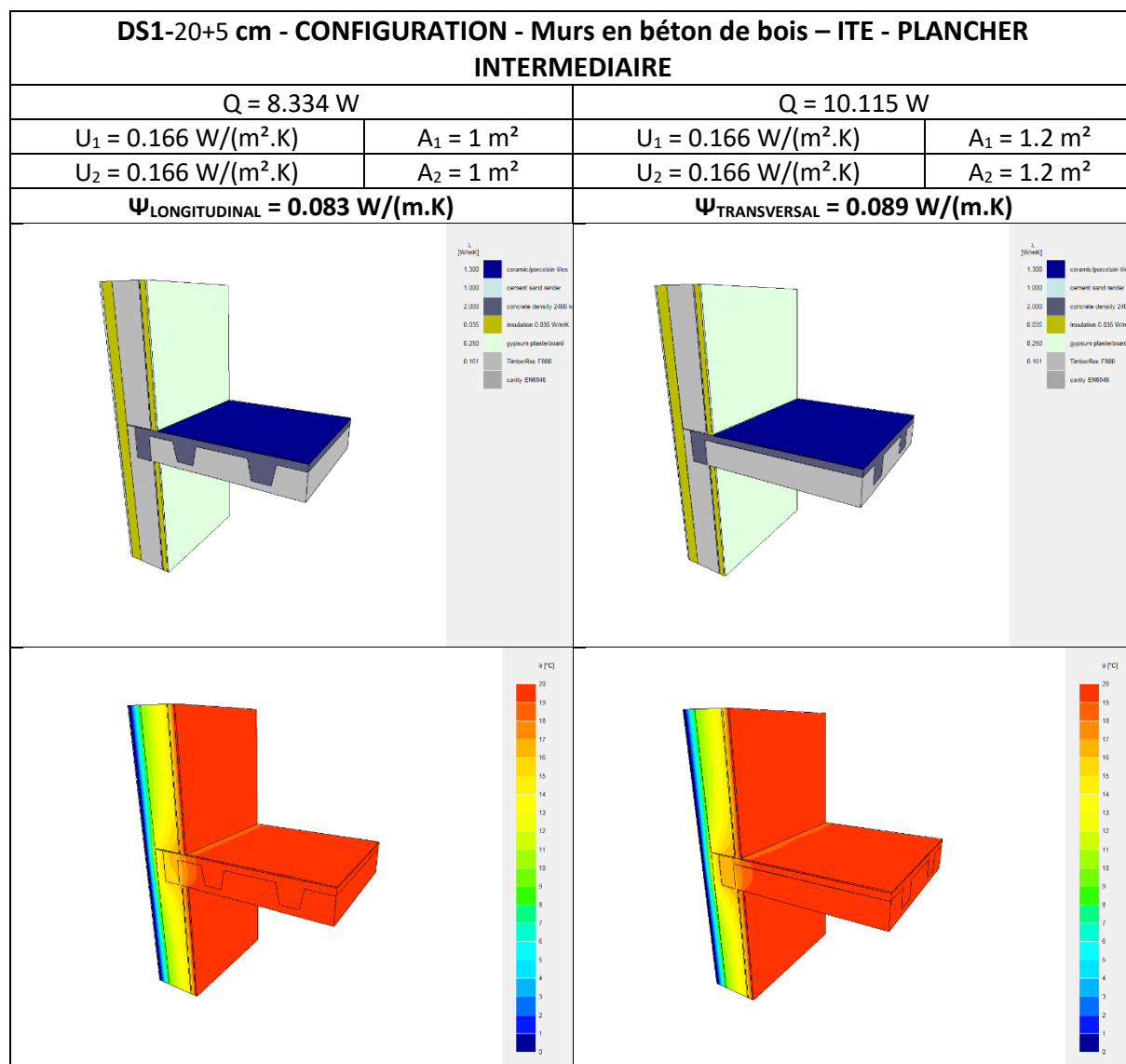


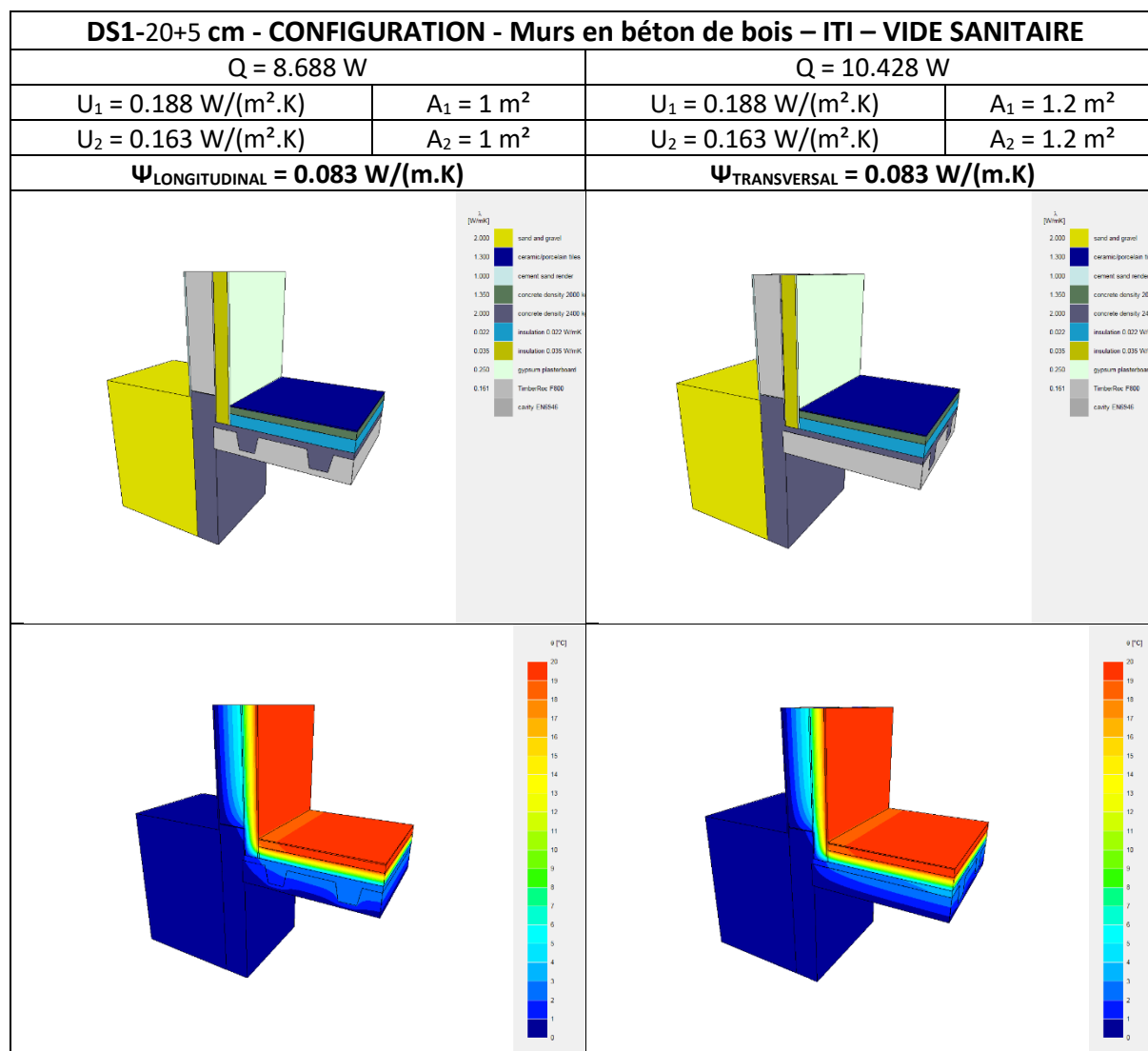
## 2. Coefficients de ponts thermiques linéiques $\Psi$

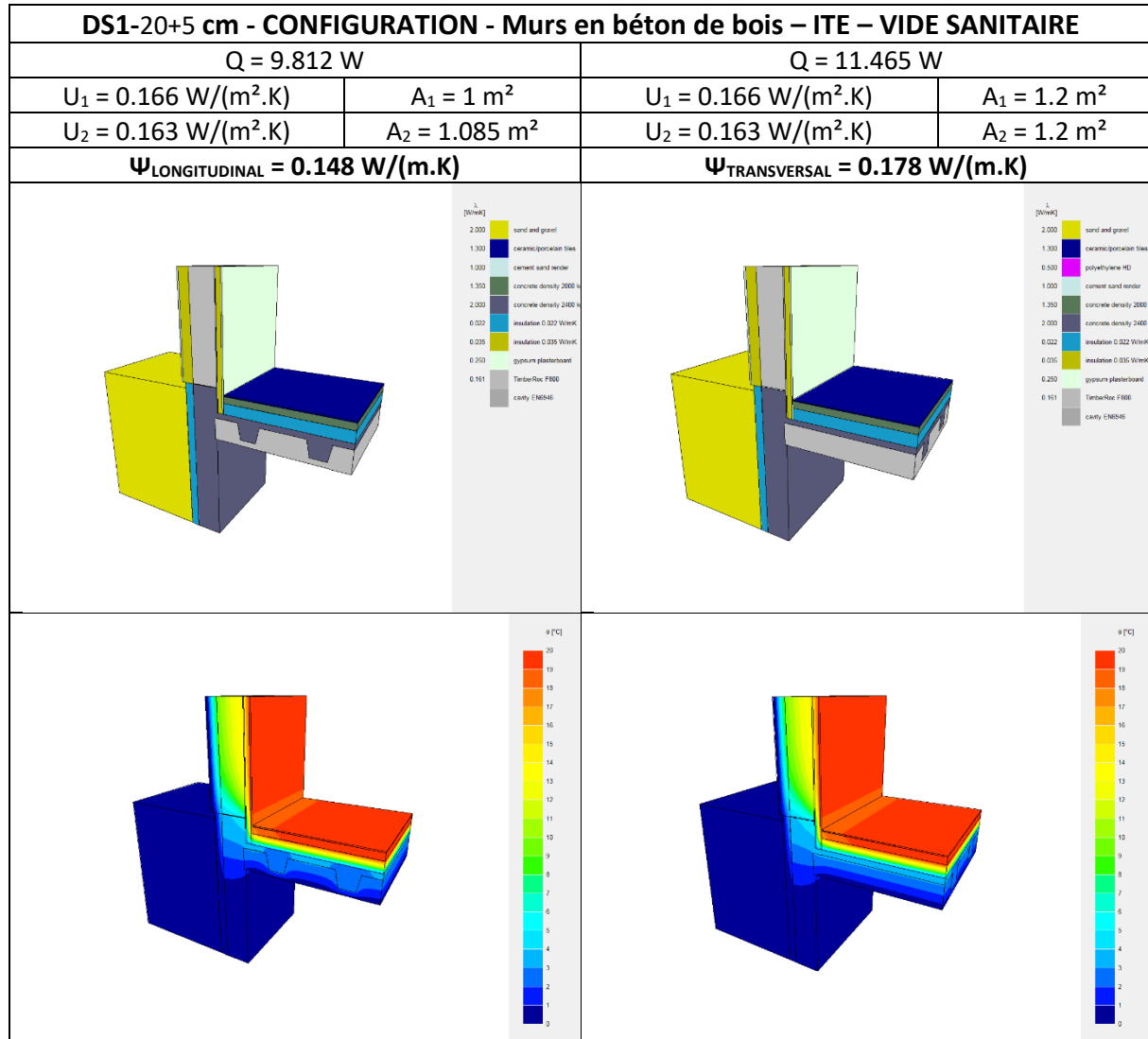


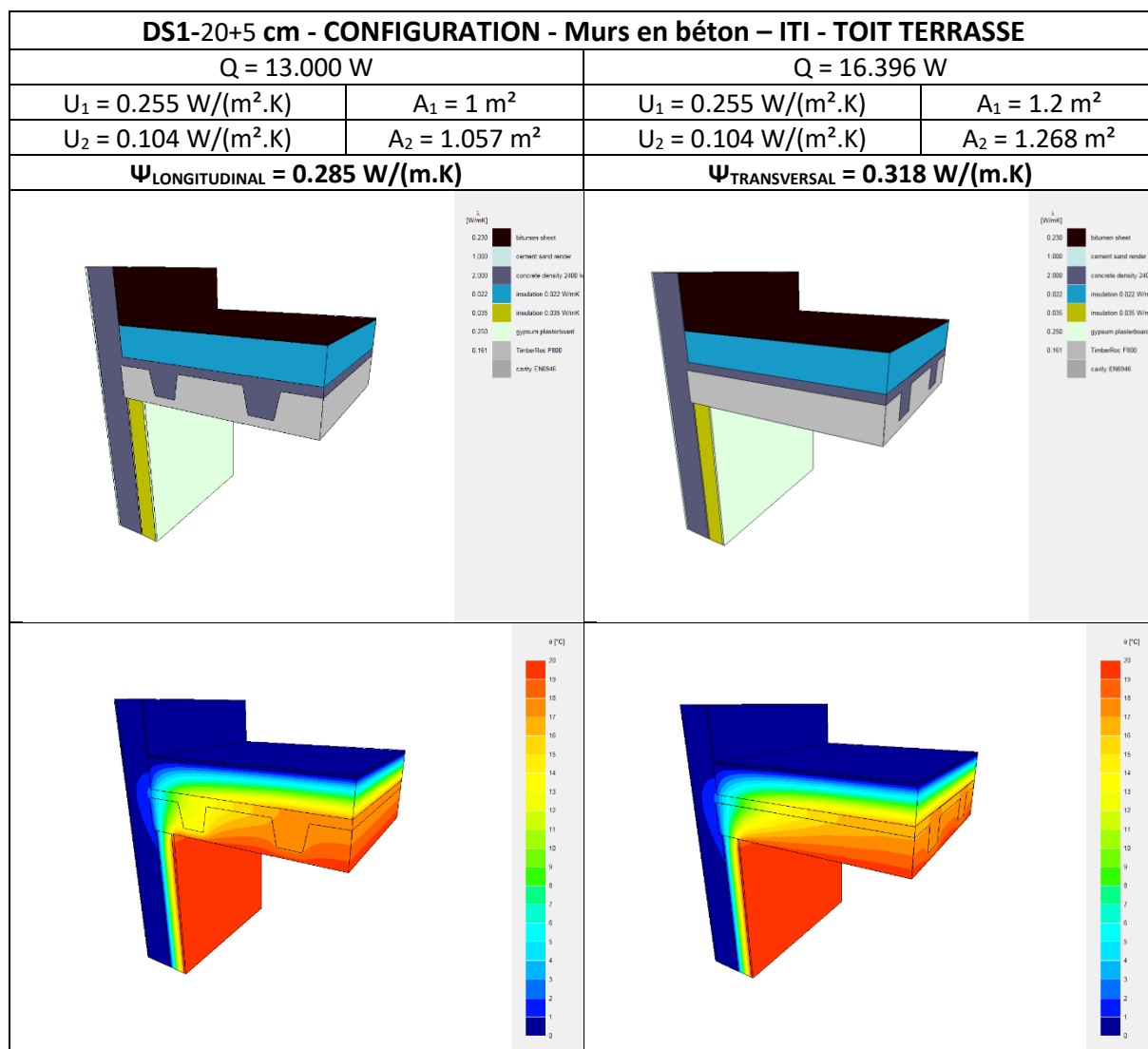


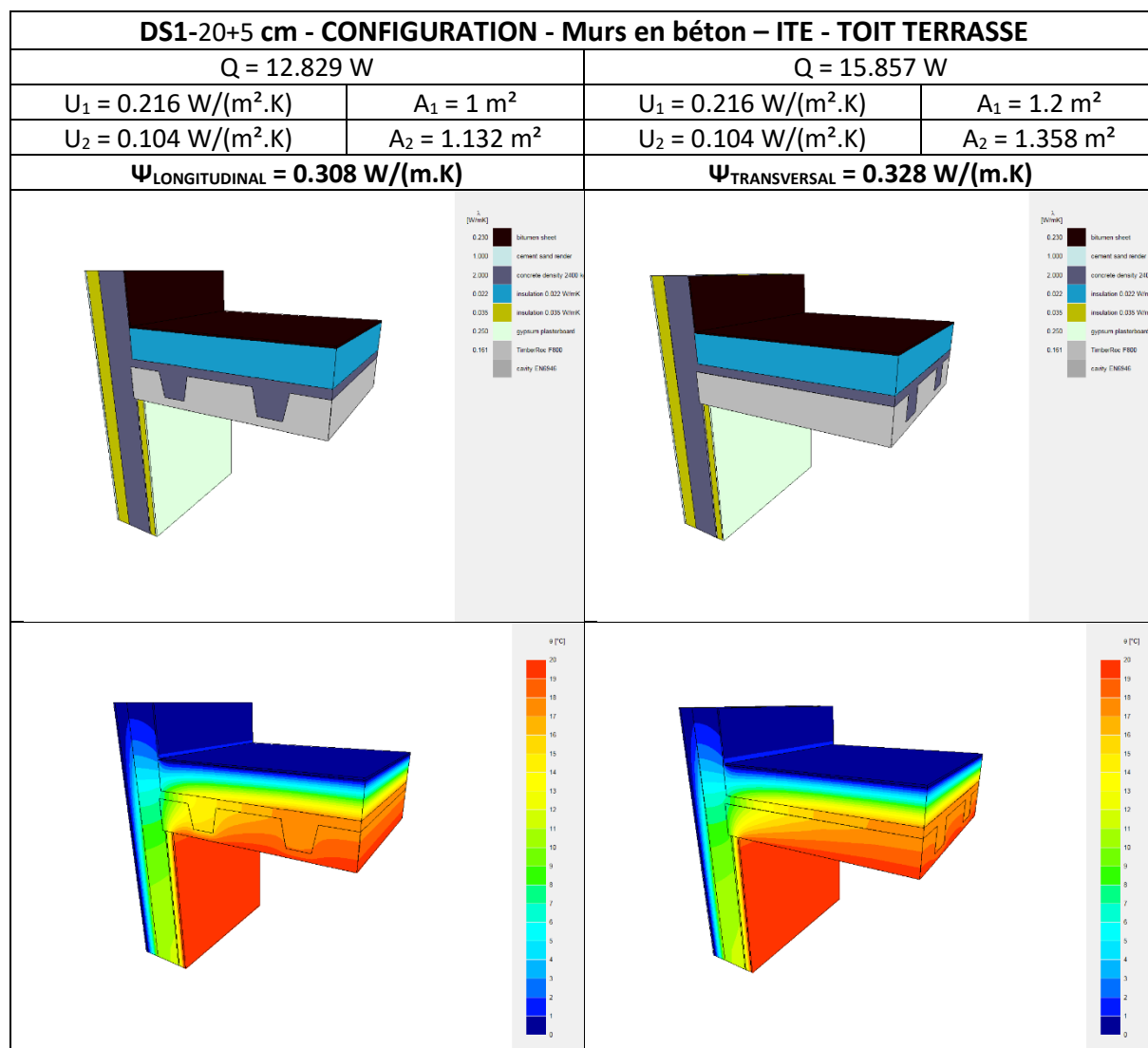


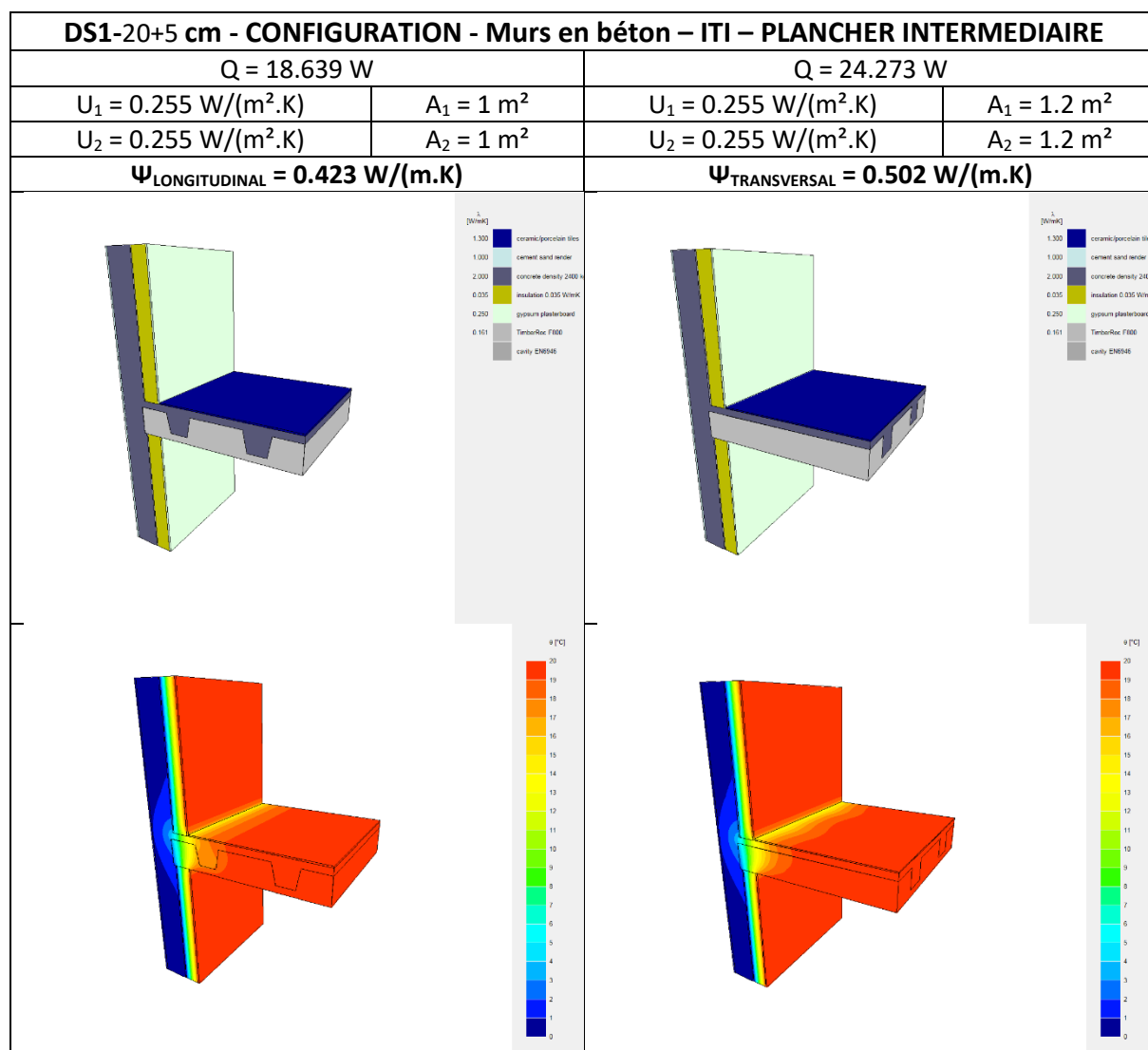


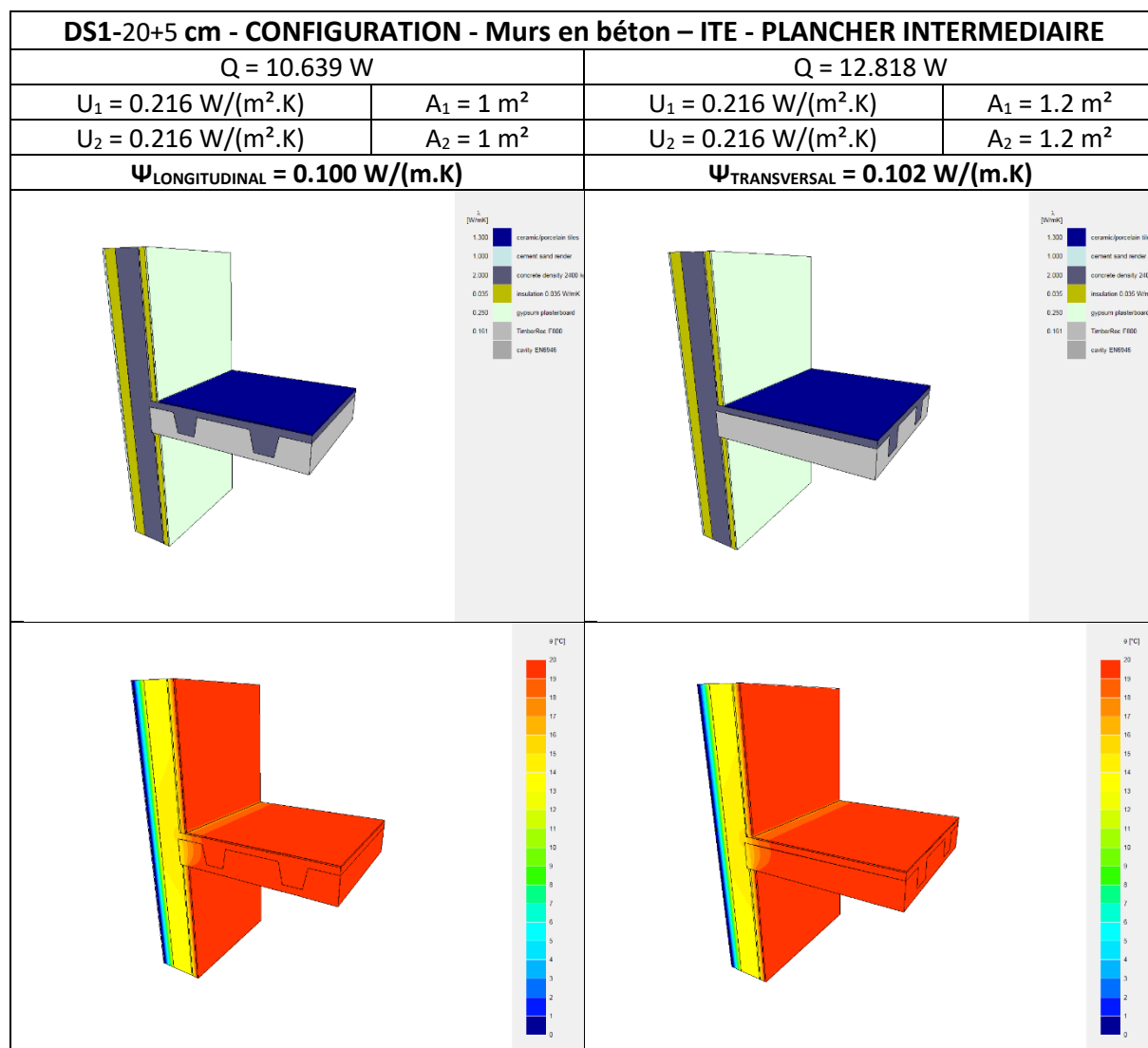


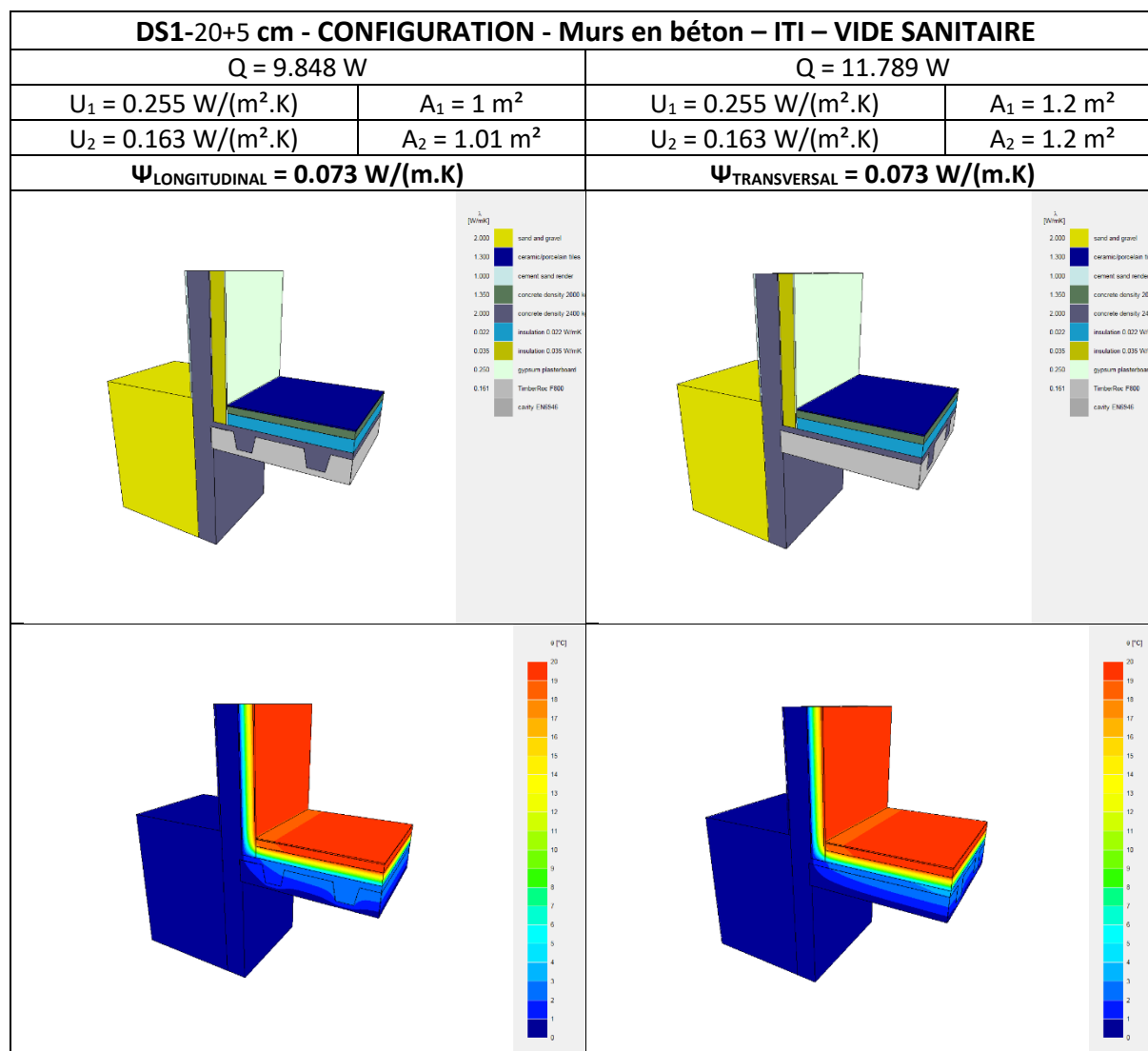


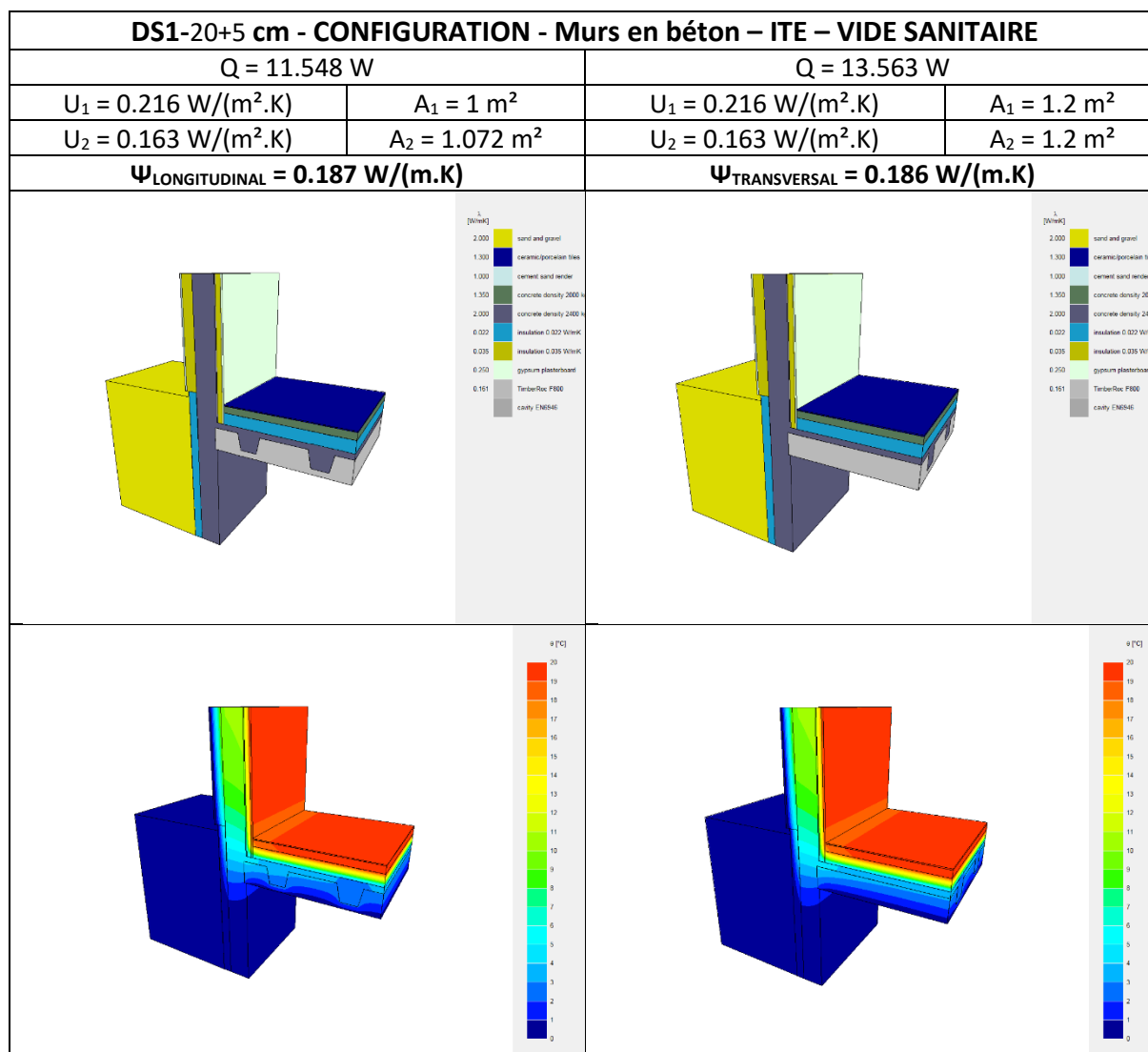








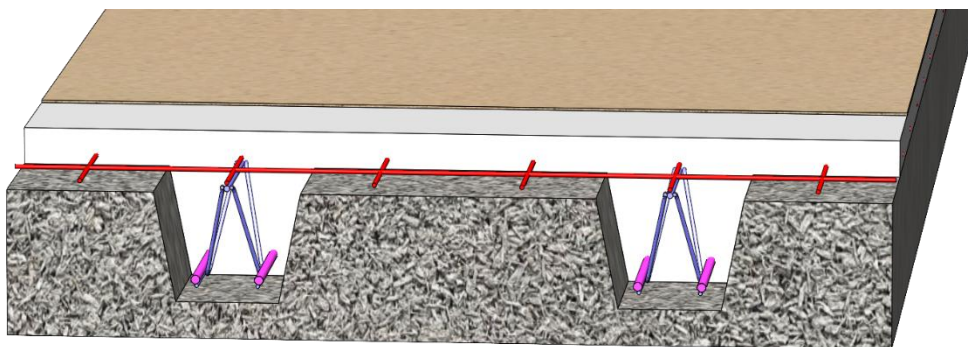




## 8. Annexe n°8 : Exemple valeurs acoustiques des planchers DS1

Résultats pour quelques configurations :

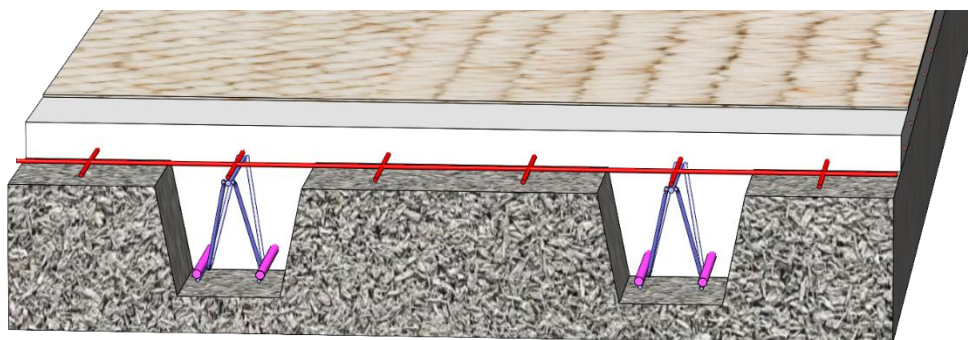
| Type de complexe de plancher |                                                                               | Source performance | Performances acoustiques                  |                                                                                       |                                |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                              |                                                                               |                    | $R_w(C; C_{tr})$                          | $L'_{nTw}$                                                                            | $\alpha_w$                     |
| Référence                    | Désignation                                                                   | SIMULATION ACOUSTB | $R_w(C; C_{tr}) = 47 (-1; -4) \text{ dB}$ | $L_{nw} \leq 63 \text{ dB}$<br>(linoléum acoustique $\Delta L_w \geq 17 \text{ dB}$ ) | 0,5 à 0,7<br>(Face inférieure) |
| P1                           | Plancher en TimberRoc 200 + 50 mm avec revêtement face supérieure en linoléum |                    |                                           |                                                                                       |                                |



### Exemple d'application :

- Salle d'enseignement 60 m<sup>2</sup> et hauteur sous dalle de 3 m :
  - $D_{nTA} \geq 43 \text{ dB}$
  - $L'_{nTw} \leq 57 \text{ dB}$

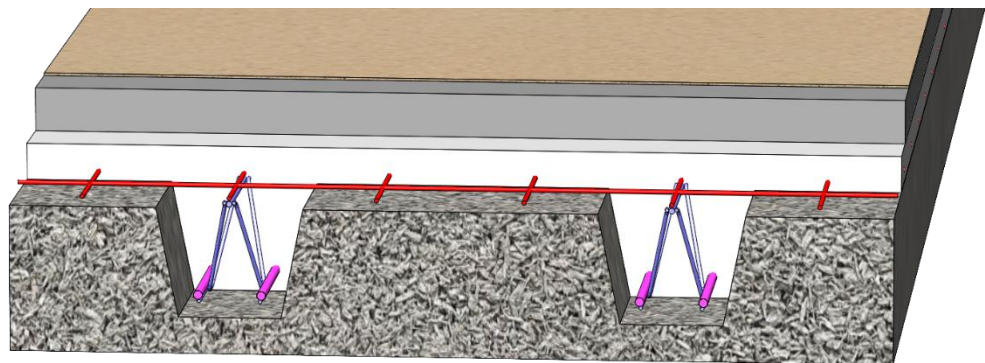
| Type de complexe de plancher |                                                                             | Source performance | Performances acoustiques                  |                                                                            |                                |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                              |                                                                             |                    | $R_w(C; C_{tr})$                          | $L'_{nTw}$                                                                 | $\alpha_w$                     |
| Référence                    | Désignation                                                                 | SIMULATION ACOUSTB | $R_w(C; C_{tr}) = 47 (-1; -4) \text{ dB}$ | $L_{nw} \leq 60 \text{ dB}$<br>(moquette $\Delta L_w \geq 20 \text{ dB}$ ) | 0,5 à 0,7<br>(Face inférieure) |
| P2                           | Plancher en TimberRoc 200+50 mm avec revêtement face supérieure en moquette |                    |                                           |                                                                            |                                |



#### Exemple d'application :

- Bureaux 12m<sup>2</sup>, hauteur sous dalle de 2,8 m :
  - $D_{nTA} \geq 41 \text{ dB}$
  - $L'_{nTw} \leq 62 \text{ dB}$

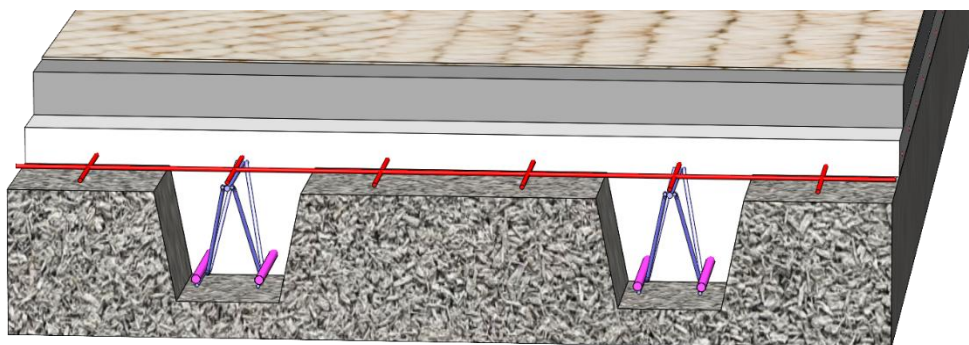
| Type de complexe de plancher |                                                                                                 | Source performance | Performances acoustiques                                                                                         |                                                                         |                                |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                              |                                                                                                 |                    | $R_w(C; C_{tr})$                                                                                                 | $L'_{nTw}$                                                              | $\alpha_w$                     |
| Référence                    | Désignation                                                                                     | SIMULATION ACOUSTB | $R_w(C; C_{tr}) = 56 (-1; -5) \text{ dB}$<br>bonnes performances en transmission latérale sur la face supérieure | $L_{nw} \leq 55 \text{ dB}$<br>(chape $\Delta L_w \geq 20 \text{ dB}$ ) | 0,5 à 0,7<br>(Face inférieure) |
| P3                           | Plancher en TimberRoc 200+50 mm avec chape acoustique et revêtement face supérieure en linoleum |                    |                                                                                                                  |                                                                         |                                |



#### Exemples d'application :

- Bureau 12 m<sup>2</sup>, hauteur sous dalle de 2,8 m, avec cloisonnement fixe et avec chape flottante interrompue entre locaux :
  - $D_{nTA} \geq 49 \text{ dB}$  entre bureaux superposés
  - $L'_{nTw} \leq 55 \text{ dB}$
- Salles de réunion des locaux d'enseignement, 20 m<sup>2</sup>, hauteur sous dalle de 3 m :
  - $D_{nTA} \geq 50 \text{ dB}$  entre locaux superposés
  - $L'_{nTw} \leq 55 \text{ dB}$

| Type de complexe de plancher |                                                                                                 | Source performance | Performances acoustiques                                                                                            |                                                                         |                                |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                              |                                                                                                 |                    | $R_w(C; C_{tr})$                                                                                                    | $L'_{nTw}$                                                              | $\alpha_w$                     |
| Référence                    | Désignation                                                                                     | SIMULATION ACOUSTB | $R_w(C; C_{tr}) = 56 (-1; -5) \text{ dB}$<br>et bonnes performances en transmission latérale sur la face supérieure | $L_{nw} \leq 55 \text{ dB}$<br>(chape $\Delta L_w \geq 20 \text{ dB}$ ) | 0,5 à 0,7<br>(Face inférieure) |
| P4                           | Plancher en TimberRoc 200+50 mm avec chape acoustique et revêtement face supérieure en moquette |                    |                                                                                                                     |                                                                         |                                |



#### Exemple d'application :

- Bureaux 12 m<sup>2</sup>, hauteur sous dalle de 2,8 m, avec cloisonnement fixe et avec chape flottante interrompue entre locaux :
  - $D_{nTA} \geq 49 \text{ dB}$  entre bureaux superposés
  - $L'_{nTw} \leq 55 \text{ dB}$

**FIN DU DOCUMENT**

