

Sur le procédé

Plancher RAID HYBRIDE

Titulaire : Société **FABEMI QUALITE**
Internet : www.fabemi.fr

Descripteur :

Procédé de plancher nervuré à poutrelles préfabriquées constituées d'un raidisseur en treillis métallique soudé et d'un talon en béton précontraint par un ou deux torons, avec entrevous en béton, en terre cuite, en polystyrène expansé moulé ou découpé, avec ou sans table de compression coulée en œuvre.

Groupe Spécialisé n° 3.1 - Planchers et accessoires de plancher

Famille de produit/Procédé : Plancher à poutrelles en béton armé avec treillis

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 3/16-853*01 Mod.</p> <p>Cette version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caractéristiques géométriques des poutrelles ; - Caractéristiques géométriques des treillis raidisseurs ; - Evolution portant sur la résistance des soudures des treillis raidisseurs ; - Portées limites ; - Valeurs d'utilisation ; - Intégration des références du NF DTU 23.5 et NF P19-205. 	Etienne PRAT	Roseline BERNARDIN - EZRAN

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	4
1.1.	Définition succincte	4
1.1.1.	Description succincte	4
1.1.2.	Mise sur le marché	4
1.1.3.	Identification	4
1.2.	AVIS.....	4
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.2.2.	Appréciation sur le procédé	5
1.2.3.	Prescriptions Techniques	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	8
1.4.	Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé.....	9
1.4.1.	Principales données de calcul	9
1.4.2.	Formules utiles pour les calculs de dimensionnement.....	15
1.4.3.	Portées limites des montages les plus usuels	17
1.4.4.	Tableau des valeurs d'utilisation pour les montages usuels	19
2.	Dossier Technique.....	20
2.1.	Données commerciales	20
2.1.1.	Coordonnées	20
2.2.	Classe du système	20
2.3.	Domaine d'emploi	20
2.4.	Description du procédé de plancher.....	20
2.4.1.	Définition des matériaux	20
2.4.2.	Description des éléments	21
2.5.	Fabrication	24
2.5.1.	Fabrication des treillis raidisseurs	24
2.5.2.	Fabrication des poutrelles.....	24
2.6.	Contrôles	24
2.7.	Mise en œuvre.....	25
2.7.1.	Généralités.....	25
2.7.2.	Isolation thermique	25
2.7.3.	Isolation acoustique.....	25
2.7.4.	Réalisation des chaînages transversaux intermédiaires.....	25
2.7.5.	Réalisation des chaînages, chevêtres et trémies	25
2.7.6.	Réalisation des encorbellements.....	25
2.7.7.	Réalisation des continuités	25
2.8.	Finitions	26
2.8.1.	Sols.....	26
2.8.2.	Plafonds	26
2.9.	Conception et calculs - Hypothèses.....	26
2.9.1.	Phase provisoire.....	26
2.9.2.	Phase définitive.....	26
2.10.	Organisation	27
2.11.	Stabilité et utilisation en zone sismique.....	27
2.12.	Sites de production	27
2.13.	Résultats expérimentaux.....	27
2.14.	Références	27
2.14.1.	Données Environnementales	27
2.14.2.	Autres références	27
2.15.	Annexes du Dossier Technique.....	29

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 3.1 - Planchers et accessoires de plancher de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 19 juin 2020, le procédé de **Plancher à poutrelles RAID HYBRIDE**, présenté par la Société FABEMI QUALITÉ. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Procédé de plancher nervuré à poutrelles préfabriquées constituées d'un raidisseur en treillis métallique soudé et d'un talon en béton précontraint par un ou deux torons, avec entrevous en béton, en terre cuite, en polystyrène expansé moulé ou découpé, avec ou sans table de compression coulée en œuvre.

Les treillis métalliques des poutrelles existent en 4 hauteurs : 105mm, 120mm, 150mm et 200mm.

Les montages de planchers ont une épaisseur minimale de 16 cm. L'entraxe des montages courants à poutrelles simples est de 60 cm.

Les entrevous utilisés, en béton ou en terre cuite, sont du type « coffrage résistant », éventuellement « porteurs simples » ou « porteur à table de compression incorporée » (TCI).

Les entrevous respectent les prescriptions définies dans le NF DTU 23.5 et NF P19-205 aussi bien sur les aspects géométriques que mécaniques.

Finitions

- Revêtements de sol : tout type de revêtements de sols, éventuellement après rattrapage par une chape dans le cas des montages réalisés à partir d'entrevous porteurs.
- Plafonds : tous types d'enduits ou plafonds suspendus.

1.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n° 305/2011, le produit « RAID HYBRIDE » fait l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 15037-1. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

1.1.3. Identification

Chaque poutrelle préfabriquée est munie d'une étiquette métallique ou plastique fixée sur le treillis métallique ou ancrée dans le talon, portant, en particulier, la marque du système de plancher, la dénomination du raidisseur caractérisant la hauteur, le nombre et le diamètre des aciers, les références techniques et commerciales, la longueur béton, la date de fabrication et le repérage par rapport au plan de pose. Les mêmes caractéristiques peuvent être imprimées au jet d'encre sur le talon des poutrelles.

1.2. AVIS

Cet Avis ne vaut que si :

- La conception et la mise en œuvre du procédé sont conformes à la description, aux éventuelles corrections près résultant des Prescriptions Techniques ;
- Les conditions de fabrication, d'exécution, de calcul et d'emploi répondent aux prescriptions des normes NF DTU 23.5 et NF P19-205, complété par les Prescriptions Techniques et conduisant aux « Valeurs d'utilisation » données ci-après ;
- Les treillis métalliques entrant dans la constitution des poutrelles font l'objet d'une Certification délivrée par un organisme de certification agréé telle que décrite dans le Dossier Technique ;
- Les poutrelles avec talon précontraint du procédé de plancher RAID HYBRIDE font l'objet d'une certification « produit » telle que décrite dans le Dossier Technique ;
- Les armatures de précontrainte font l'objet d'une certification telle que décrite dans le Dossier Technique ;
- Les entrevous font l'objet d'une certification telle que décrite dans le Dossier Technique.

Pour l'utilisation, dans les tables de compression coulées en œuvre, des bétons appelés « autoplaçant », les modules d'élasticité, calculés comme pour les bétons traditionnels, sont forfaitairement minorés de 15%. Cette prescription n'est valable que dans le cas d'une proportion d'agrégats inférieure à 66%. Au-delà, il y a lieu de se conformer aux prescriptions fournies dans la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale (NF EN 1992-1-1/NA).

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

L'avis est formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

Le domaine d'emploi accepté du plancher RAID HYBRIDE est celui défini au chapitre 1 du NF DTU 23.5 : planchers soumis à des charges à caractère principalement statique, abrités des intempéries et non exposés à des atmosphères agressives, situés en toutes zones géographiques, sismiques ou non. Ce domaine englobe les utilisations courantes tels les planchers sur vides sanitaires, hauts de caves et sous-sols, étages courants, planchers-terrasses, planchers de combles, utilisés en maisons individuelles, immeubles collectifs, groupes scolaires, bâtiments hospitaliers, bureaux, commerces, et autres ERP.

Ce domaine est en outre précisé au paragraphe « 2.21 – Sécurité au feu » pour certains montages.

Les utilisations en planchers soumis à des sollicitations dynamiques importantes, comme ce peut être le cas en locaux industriels, nécessitent des études au cas par cas qui sortent du cadre de cet Avis Technique.

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

Elle est normalement assurée dans le domaine d'emploi accepté, sous réserve du respect des Prescriptions Techniques (§ 1.2.3 ci-après).

L'utilisation en zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 Octobre 2010 modifié est possible, avec une sécurité équivalente à celle présentée par les planchers traditionnels conçus en conformité avec les règles en vigueur, pour les montages satisfaisant aux prescriptions de l'article 13 de la norme NF P19-205.

Sécurité en cas d'incendie

Résistance au feu

Les règles de dimensionnement font référence à la décision du CECMI du 28 mars 2014 qui proroge l'application des règles de calcul des paragraphes 7.8 et 7.9 de la norme NF P92-701 (décembre 2000).

Le procédé permet de respecter la réglementation applicable au domaine d'emploi accepté. Aucun montage défini dans la description ne présente de risques spéciaux. Les emplois sont conditionnés par les degrés coupe-feu requis.

Il est rappelé que les armatures ancrées sur appuis doivent pouvoir équilibrer un effort au moins égal au 1/6 de celui disponible en travée sur les armatures tendues.

L'article 12 de la norme NF P19-205 s'applique.

Réaction au feu

Cas des montages de planchers comportant des entrevous isolants (entrevous en polystyrène, ...)

- Les entrevous en polystyrène devront bénéficier d'un procès-verbal donnant lieu à un classement suivant le système Euroclasse. En l'absence de procès-verbal de réaction au feu, les entrevous sont non classés au sens des Euroclasses ;
- Pour les bâtiments d'habitation, ces montages doivent respecter les exigences du "Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie" ;
- Pour l'utilisation dans les établissements recevant du public ou devant respecter le code du travail, ils doivent satisfaire aux exigences complémentaires définies dans les règlements de sécurité correspondants par la mise en place d'un écran protecteur.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Elle peut être normalement assurée dans la mesure où les entrevous présentent la résistance suffisante à l'essai de poinçonnement en flexion (cf. normes NF EN 15037-2 à 5 et référentiel de certification des dits entrevous), si les distances entre étais à la pose des poutrelles qui doivent en comporter sont respectées, si les poutrelles sont vérifiées conformément à l'Annexe C de la norme NF P19-205 pour que leurs moments sollicitant à rupture n'excèdent pas les valeurs M_{Rd} données dans les certificats mentionnés dans le Dossier Technique délivrés aux usines productrices des poutrelles, et pour que leurs efforts tranchant sollicitant à rupture n'excèdent pas les valeurs de V_{Rd} données dans les certificats mentionnés dans le Dossier Technique délivrés aux usines productrices des poutrelles, si les conditions de manutention, transport et stockage définies au chapitre 5 de la norme NF DTU 23.5 sont respectées, et si les conditions d'appui requises en phase provisoire sont respectées : en rives, repos minimum des poutrelles sur appuis conformément à la norme NF DTU 23.5, sinon mise en place de lisses d'appui de rive.

Isolation acoustique

Une évaluation acoustique du système a été réalisée afin de justifier le respect des exigences réglementaires.

Les méthodes de calcul sont données dans l'annexe J de la norme NF P19-205.

Isolation thermique

Le respect des exigences réglementaires doit être vérifié au cas par cas au regard des différentes réglementations applicables au bâtiment.

Ce plancher associé aux entrevous en béton ou terre cuite, mis en œuvre sans isolation complémentaire, ne peut participer que dans une faible mesure à l'isolation thermique selon l'article 14 de la norme NF P19-205. Selon les montages, la résistance thermique reste comprise entre les limites suivantes :

$$0,08 < R < 0,50 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}.$$

Concernant les montages de planchers à entrevous en polystyrène, ces derniers présentent, de par leur conception, une isolation thermique renforcée pour permettre de satisfaire aux exigences de la réglementation thermique en vigueur.

Les résistances thermiques utiles à prendre en compte sont déterminées par le calcul en référence aux règles TH-U. Les performances thermiques des montages réalisés avec des entrevous certifiés (certification décrite dans le dossier technique) sont définies dans les certificats associés aux dits entrevous.

Flexibilité

Les déformations prises par ces planchers peuvent être limitées en fonction des dimensionnements adoptés. Les fléchissements peuvent être calculés selon les indications données à l'article 2.9 du Dossier Technique.

Dans le cas d'utilisation de béton autoplaçant dans les tables de compression coulées en œuvre et lorsque la proportion de granulats est inférieure à 66 %, les modules d'élasticité, calculés comme pour les bétons traditionnels sont forfaitairement minorés de 15 %.

Étanchéité entre locaux superposés

Ces planchers ne présentent pas de particularité par rapport au domaine traditionnel et les prescriptions à adopter sont les mêmes.

Utilisation en parking et terrasse

Le plancher avec table de compression en béton peut être utilisé en support d'étanchéité suivant les conditions du DTU 20.12. Lorsqu'il n'y a pas d'isolant entre l'étanchéité et le support béton, l'utilisation d'entrevous isolant est exclue. Avec présence d'isolant, il est nécessaire de vérifier que le point de rosée se situe au-dessus du pare-vapeur.

Utilisation en sous-toiture

Possibilité de supporter une couverture conforme au §7.2 la norme NF DTU 23.5 P1-1.

Données environnementales

Le procédé de plancher à poutrelles RAID HYBRIDE ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 août 2015.

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Informations utiles complémentaires

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

La durabilité de ces planchers est équivalente à celle des procédés traditionnels utilisés dans des conditions comparables et ne nécessite normalement pas de travaux particuliers d'entretien sous réserve du respect des prescriptions techniques (§ 1.2.3 ci-après).

Concernant les montages à entrevous en terre cuite identiques à ceux dessinés dans la description, l'appréciation précédente n'est valable que si les entrevous sont conformes à la norme NF EN 15037-3 et si les montages sont utilisés dans les constructions à usage d'habitation ne comportant pas de baies de grande largeur (supérieure à 3 m), à façades porteuses en maçonnerie d'éléments ou en béton banché mais, dans ce dernier cas, sans trumeaux de longueur supérieure à la hauteur d'étage. Aucune appréciation n'est portée par le Groupe pour d'autres cas d'utilisation, en l'absence d'une Certification de qualité des entrevous.

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

Cet avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les auto-contrôles et les modes de vérifications, décrits dans le Dossier Technique sont effectifs.

La fabrication de l'armature métallique en treillis des poutrelles est effectuée dans les usines du tenant de système ou d'usines bénéficiant d'une certification produit telle que définie dans le Dossier Technique.

La fabrication des poutrelles est effectuée en usines fixes. Les poutrelles doivent faire l'objet d'une certification, telle que définie dans le Dossier Technique.

La fabrication des entrevous de type « coffrage simple » ou « résistant » ou « porteurs avec TCI » est effectuée en usines fixes par des producteurs indépendants. Ces fabrications doivent faire l'objet d'une certification, telle que définie dans le Dossier Technique.

1.2.2.4. Mise en œuvre

Effectuée par des entreprises autres que le titulaire et les usines productrices des éléments, elle ne présente pas de difficultés particulières à condition que soit fourni un plan de pose complet et que les poutrelles soient bien repérées selon §5 du NF DTU 23.5 P1-1.

Les bétons de fibres métalliques peuvent être utilisés. Ils le sont alors dans les conditions définies dans l'Avis Technique du procédé de béton de fibre employé. Sans Avis Technique sur le béton de fibres prévu, son utilisation n'est pas acceptable.

1.2.3. Prescriptions Techniques

Ce plancher doit être fabriqué, calculé, mis en œuvre et utilisé conformément à la norme NF P19-205 et NF DTU 23.5 et aux prescriptions techniques complémentaires suivantes.

1.2.3.1. Prescriptions de fabrication

L'armature métallique utilisée en poutrelles fait l'objet d'un certificat (suivant le référentiel de certification retenu spécifié dans le Dossier Technique).

Les soudures hautes et basses de l'armature métallique sont contrôlées selon les modalités spécifiées par le référentiel de certification retenue et défini dans le Dossier Technique.

A la fabrication des talons des poutrelles, les armatures longitudinales de base et des renforts doivent être calées de manière à assurer un enrobage minimal, toutes tolérances épuisées de 10 mm sous les armatures. Pour les armatures de diamètre

supérieur à 10 mm, l'enrobage doit être au moins égal, toutes tolérances épuisées, au diamètre de l'armature. En outre, la couverture de béton du talon au-dessus de ces armatures, y compris les aciers filants d'ancrage en partie basse des treillis de renfort, ne doit pas être inférieure à 10 mm, toutes tolérances épuisées.

Le contrôle de la fabrication des poutrelles doit être effectué suivant les prescriptions du référentiel de certification retenu dans le Dossier Technique. La résistance mécanique des poutrelles en phase provisoire doit faire l'objet d'un suivi périodique par un organisme tiers.

1.2.3.2. Prescriptions de conception et de calcul

Le dimensionnement des planchers est basé sur les prescriptions définies dans la norme NF P19-205. Des adaptations aux règles de calculs applicables aux poutrelles en béton précontraint ont été apportées du fait de la spécificité des poutrelles RAID Hybride associant treillis raidisseur et talon en béton.

Pour la détermination des contraintes normales sur la poutrelle seule, la section résistante est constituée du talon béton, des armatures longitudinales (armatures de précontrainte et armatures inférieures et supérieures du treillis raidisseur) homogénéisées comme indiqué dans la norme NF P19-205 suivant la vérification considérée.

La conception et le calcul des planchers suivent les prescriptions données dans la norme NF P19-205 et le § 2.9 du Dossier Technique.

Pour la vérification des moments fléchissant, le calcul suit les prescriptions des articles 3, 6, 7.2.2.2, 8.2.3, 8.4.2.2 de la norme NF P19-205 en négligeant la résistance en traction du béton et en considérant le comportement non fissuré de la poutrelle à l'ELS.

Pour la vérification des efforts tranchants, le calcul suit les prescriptions des articles 7.3.1 et 7.3.2 de la NF P19-205 avec une adaptation de l'article 7.3.2.3 spécifiée dans le Dossier Technique.

Pour la vérification des déformations, le calcul suit les prescriptions de l'article 8.5 de la NF P19-205 avec une adaptation des articles 8.5.3.2 et 8.5.3.3 spécifiée dans le Dossier Technique.

Les conditions d'enrobage du ferrailage de la dalle de répartition coulée sur les entrevous sont données dans la norme NF P19-205.

La résistance en compression du béton lors de la détension des torons doit être au moins égale à 1,5 fois la contrainte au relâchement calculée au niveau de la fibre inférieure de la poutrelle avec $n_s=5$ (pour les aciers passifs, les sections des armatures actives ne devant pas être homogénéisées). A défaut d'une vérification au cas par cas, la résistance en compression du béton sur cylindre au relâchement devra être supérieure ou égale à 29.25MPa.

Concernant la phase provisoire la conception et le calcul sont conduits en déterminant la contreflèche de la poutrelle due à la précontrainte de manière analytique, tel que spécifié au §2.9.1 du Dossier Technique.

En outre, dans le cas des montages dans lesquels le treillis métallique des poutrelles est ancré dans la dalle de béton surmontant les entrevous (c'est-à-dire lorsque le niveau « N », situé à 2 cm en-dessous de la membrure supérieure de la poutrelle, se trouve dans la dalle), la résistance de cet ancrage dans la zone non armée (c'est-à-dire comprise entre la fibre neutre de la section et le niveau « N » situé à 2 cm en dessous de la membrure supérieure) est limitée par la possibilité de détachement d'un prisme de béton restant solidaire de la poutrelle. On considère en conséquence une ligne de moindre résistance dans le béton coulé en œuvre, joignant par le plus court chemin la membrure supérieure de la poutrelle aux parois des entrevous, généralement les arêtes supérieures, à condition que l'angle des droites formant ce chemin, avec la verticale, ne soit pas inférieur à 45°. On évalue la valeur limite d'utilisation pour une contrainte ultime de cisaillement de 0,75 MPa, le long de la ligne de moindre résistance définie ci-avant pour le béton courant coulé en œuvre (béton de classe de résistance C25/30).

L'application des prescriptions précédentes conduit aux formules de calcul indiquées dans l'annexe à la partie Avis qui doivent être utilisées pour justifier le dimensionnement des planchers.

Les armatures longitudinales de renfort éventuel disposées sur le talon en flexion sont obligatoirement des aciers HA de la classe B500.

Fonction liaison et monolithisme du plancher en situation sismique : dans la direction des poutrelles, le plancher doit présenter en tout point une capacité de résistance ultime à la traction de 15 kN/m de largeur au minimum, en situation sismique, assurée par des armatures existantes ou ajoutées, continues ou en recouvrement, disposées dans les poutrelles ou dans la table de compression.

1.2.3.3. Prescriptions d'utilisation

Elles sont données dans le NF DTU 23.5 P1-1.

Les dispositions diverses (réalisation des liaisons aux appuis, des trémies et chevêtres, des chaînages transversaux intermédiaires pour les montages à poutrelles avec entrevous porteurs) sont données aux chapitres 5.5.1.8 et 6.8 de la norme NF DTU 23.5.

Les valeurs des portées de mise en œuvre maximales à la pose des poutrelles (la portée de mise en œuvre est celle définie au §2.9.1 du Dossier Technique) doivent être déterminées conformément à l'Annexe C de la norme NF P19-205 à partir des valeurs résistantes (M_{Rd} et V_{Rd}) et des modules de rigidité (EI) donnés dans les certificats mentionnés dans le Dossier Technique. Toutes les vérifications applicables aux poutrelles en béton précontraint doivent être réalisées, y compris la vérification de la contrainte en fibre inférieure de la poutrelle.

- Les entrevous en polystyrène doivent être conformes aux règles de certification sur les entrevous spécifiées dans le Dossier Technique.
- Les entrevous en béton et en terre cuite doivent être conformes aux normes NF EN 15037-2 et NF EN 15037-3 respectivement.
- Les bétons de fibres métalliques doivent être utilisés dans les conditions des Avis Techniques les concernant.

Les plans de calepinage et de pose relatifs au plancher, établis pour un chantier donné par le tenant de système (de plancher) ou tout autre intervenant, doivent comporter des indications explicites permettant d'identifier précisément les entrevous en polystyrène compatibles avec les poutrelles utilisées sur le chantier en question, compte tenu de l'ensemble des exigences.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il est fait obligation au titulaire de fournir un plan de préconisation de pose, avec identification des poutrelles et des entrevous associés (à cause des différences de forme de ces derniers qui jouent sur les performances du plancher).

Une condition d'utilisation a été rajoutée aux Prescriptions Techniques concernant la nécessité d'apporter des indications explicites sur les plans de calepinage sur la compatibilité des entrevous en polystyrène avec les poutrelles utilisées.

Le Groupe Spécialisé tient à préciser que la prescription concernant l'utilisation pour des planchers en parking et terrasse, commune à tous les procédés de planchers à poutrelles, s'adresse au titulaire du lot Étanchéité – Isolation.

1.4. Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé

1.4.1. Principales données de calcul

1.4.1.1. Armatures de précontrainte

La tension des armatures de précontrainte est la suivante :

T 6,85 - 2060 - TBR

- Tension initiale : $F_{p0} = 4870$ daN
- Tension finale : $F_{p\infty} = 3800$ daN

1.4.1.2. Caractéristiques géométriques et mécaniques des poutrelles RAID HYBRIDE

Notations :

g_1 : poids de la poutrelle ;

s_p : aire de la section transversale non homogénéisée ;

v_s : distance de la fibre neutre à l'axe de l'armature supérieure (voir schéma ci-dessous) ou au centre de gravité du paquet d'armatures (cas des poutrelles 131-NEF et 132-NEF) ;

v_i : distance de la fibre neutre à la fibre inférieure ;

i_p : moment d'inertie ;

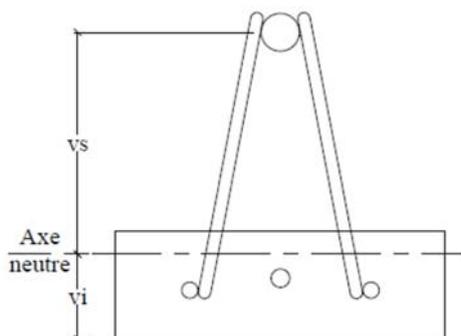
d_p : distance du centre de gravité de la force de précontrainte finale à la fibre inférieure ;

σ_s : contrainte dans l'armature supérieure sous l'effet de la précontrainte finale ;

$\sigma_{s,t}$: contrainte en fibre supérieure du talon sous l'effet de la précontrainte finale ;

σ_i : contrainte en fibre inférieure du talon sous l'effet de la précontrainte finale ;

f_{ck} : résistance caractéristique à la compression à 28 jours du béton de poutrelle.



Le tableau 1 ci-après donne, pour les différentes poutrelles, les caractéristiques mécaniques et de précontrainte ainsi que la résistance caractéristique du béton prise en compte pour la détermination des valeurs d'utilisation et des portées limites. Des valeurs différentes de f_{ck} (supérieures) peuvent être retenues sur la base des certifications d'usine. Les valeurs d'utilisation et les portées limites seront alors évaluées en relation à ces nouvelles valeurs.

Tableau 1 – Caractéristiques géométriques des poutrelles

Code Poutrelle	g_1 [daN/ml]	S_p [cm ²]	v_s [cm]	v_i [cm]	I_p [cm ⁴]	I_p/v_s [cm ³]	I_p/v_i [cm ³]	d_p [cm]	σ_s [MPa]	$\sigma_{s,t}$ [MPa]	σ_i [MPa]	f_{ck} [MPa]
121-FBD	12,7	64,0	8,5	3,1	681	80,2	219,4	2,2	27,78	5,50	7,43	55
121-IBD	13,0	68,3	7,9	3,6	950	120,4	262,7	2,2	18,55	5,36	7,55	55
121-IBF	13,2	74,9	8,0	3,5	965	120,2	277,6	2,2	17,70	4,82	6,76	55
121-IBI	13,5	83,3	8,2	3,3	977	112,3	292,2	2,2	16,02	4,28	5,99	55
122-IBI	13,7	83,3	8,2	3,3	977	119,8	292,2	2,2	32,04	8,56	11,98	55
121-ICF	13,3	74,9	8,0	3,5	965	120,2	277,6	2,2	17,70	4,82	6,76	55
122-ICF	13,5	74,9	8,0	3,5	965	120,2	277,6	2,2	35,39	9,64	13,53	55
121-KCD	13,3	73,4	7,3	4,1	1224	168,8	295,2	2,2	13,28	5,26	7,63	55
122-KCD	13,5	73,4	7,3	4,1	1224	168,8	295,2	2,2	26,55	10,52	15,25	55
121-KCF	13,6	80,0	7,4	4,0	1251	168,5	315,0	2,2	12,66	4,73	6,84	55
121-KDD	13,5	73,4	7,3	4,1	1224	168,8	295,2	2,2	13,28	5,26	7,63	55
122-KDD	13,7	73,4	7,3	4,1	1224	168,8	295,2	2,2	26,55	10,52	15,25	55
121-LCD	13,7	79,6	6,6	4,7	1491	225,1	318,8	2,2	9,99	5,20	7,68	55
122-LCD	13,8	79,6	6,6	4,7	1491	225,1	318,8	2,2	19,98	10,39	15,36	55
121-LCF	13,9	86,2	6,8	4,5	1534	224,7	342,7	2,2	9,52	4,67	6,88	55
122-LCF	14,0	86,2	6,8	4,5	1534	224,7	342,7	2,2	19,05	9,34	13,77	55
121-LCI	14,2	94,7	7,0	4,3	1574	223,8	368,7	2,2	8,62	4,15	6,10	55
122-LCI	14,4	94,7	7,0	4,3	1574	223,8	368,7	2,2	17,25	8,29	12,21	55
121-LDD	13,9	79,6	6,6	4,7	1491	225,1	318,8	2,2	9,99	5,20	7,68	55
122-LDD	14,0	79,6	6,6	4,7	1491	225,1	318,8	2,2	19,98	10,39	15,36	55
121-LDF	14,1	86,2	6,8	4,5	1534	224,7	342,7	2,2	9,52	4,67	6,88	55
122-LDF	14,2	86,2	6,8	4,5	1534	224,7	342,7	2,2	19,05	9,34	13,77	55
121-LDI	14,4	94,7	7,0	4,3	1574	223,8	368,7	2,2	8,62	4,15	6,10	55
122-LDI	14,6	94,7	7,0	4,3	1574	223,8	368,7	2,2	17,25	8,29	12,21	55
131-KCD	13,4	73,4	8,4	4,5	1623	193,1	361,1	2,2	11,12	5,43	7,54	55
132-KCD	13,5	73,4	8,4	4,5	1623	193,1	361,1	2,2	22,24	10,87	15,09	55
131-KDD	13,6	73,4	8,4	4,5	1623	193,1	361,1	2,2	11,12	5,43	7,54	55
132-KDD	13,7	73,4	8,4	4,5	1623	193,1	361,1	2,2	22,24	10,87	15,09	55
131-LCD	13,7	79,6	7,7	5,1	1987	258,4	388,6	2,2	8,33	5,39	7,58	55
132-LCD	13,8	79,6	7,7	5,1	1987	258,4	388,6	2,2	16,66	10,77	15,16	55
131-LCF	13,9	86,2	7,9	4,9	2044	258,0	419,2	2,2	7,96	4,84	6,80	55
132-LCF	14,1	86,2	7,9	4,9	2044	258,0	419,2	2,2	15,92	9,68	13,59	55
131-LCI	14,2	94,7	8,2	4,6	2100	257,2	453,2	2,2	7,21	4,29	6,02	55
132-LCI	14,4	94,7	8,2	4,6	2100	257,2	453,2	2,2	14,42	8,58	12,04	55
131-LDD	13,9	79,6	7,7	5,1	1987	258,4	388,6	2,2	8,33	5,39	7,58	55
132-LDD	14,1	79,6	7,7	5,1	1987	258,4	388,6	2,2	16,66	10,77	15,16	55
131-LDF	14,1	86,2	7,9	4,9	2044	258,0	419,2	2,2	7,96	4,84	6,80	55
132-LDF	14,3	86,2	7,9	4,9	2044	258,0	419,2	2,2	15,92	9,68	13,59	55
131-LDI	14,5	94,7	8,2	4,6	2100	257,2	453,2	2,2	7,21	4,29	6,02	55
132-LDI	14,6	94,7	8,2	4,6	2100	257,2	453,2	2,2	14,42	8,58	12,04	55

Tableau 1 (suite) – Caractéristiques géométriques des poutrelles

Code Poutrelle	g_1 [daN/m]	S_p [cm ²]	v_s [cm]	v_i [cm]	I_p [cm ⁴]	I_p/v_s [cm ³]	I_p/v_i [cm ³]	d_p [cm]	σ_s [MPa]	$\sigma_{s,t}$ [MPa]	σ_i [MPa]	f_{ck} [MPa]
131-MDF	14,5	93,2	7,3	5,4	2411	299,3	442,7	2,2	6,20	4,80	6,82	55
132-MDF	14,7	93,2	7,3	5,4	2411	299,3	442,7	2,2	12,39	9,61	13,65	55
131-MDI	14,8	101,7	7,5	5,2	2493	299,4	482,0	2,2	5,61	4,26	6,05	55
132-MDI	15,0	101,7	7,5	5,2	2493	299,4	482,0	2,2	11,22	8,52	12,09	55
131-MDK	15,2	112,1	7,8	4,9	2569	299,0	523,2	2,2	4,75	3,75	5,33	55
132-MDK	15,4	112,1	7,8	4,9	2569	299,0	523,2	2,2	9,50	7,50	10,65	55
131-MEF	14,8	93,2	7,3	5,4	2411	299,3	442,7	2,2	6,20	4,80	6,82	55
132-MEF	14,9	93,2	7,3	5,4	2411	299,3	442,7	2,2	12,39	9,61	13,65	55
131-MEI	15,1	101,7	7,5	5,2	2493	299,4	482,0	2,2	5,61	4,26	6,05	55
132-MEI	15,2	101,7	7,5	5,2	2493	299,4	482,0	2,2	11,22	8,52	12,09	55
131-MFI	15,2	101,7	7,5	5,2	2493	299,4	482,0	2,2	5,61	4,26	6,05	55
132-MFI	15,2	101,7	7,5	5,2	2493	299,4	482,0	2,2	11,22	8,52	12,09	55
131-NEF	15,3	103,1	6,2	5,9	2600	343,4	438,7	2,2	5,00	4,72	6,88	55
132-NEF	15,4	103,1	6,2	5,9	2600	343,4	438,7	2,2	9,99	9,45	13,75	55
162-ICI	13,9	83,3	12,0	4,0	2047	163,5	514,4	2,2	20,51	9,11	11,68	55
162-IDI	14,1	83,3	12,0	4,0	2047	163,5	514,4	2,2	20,51	9,11	11,68	55
162-KCI	14,1	88,5	11,2	4,7	2714	229,3	581,9	2,2	14,48	9,04	11,75	55
162-KDI	14,4	88,5	11,2	4,7	2714	229,3	581,9	2,2	14,48	9,04	11,75	55
162-MEI	15,4	101,7	9,6	6,1	4046	387,6	667,5	2,2	8,36	8,95	11,82	55
162-MFI	15,7	101,7	9,6	6,1	4046	387,6	667,5	2,2	8,36	8,95	11,82	55
212-MFI	16,1	101,7	13,2	7,5	7484	536,2	991,9	2,2	5,82	9,38	11,53	55
212-MFK	16,4	112,1	13,6	7,1	7739	536,0	1095,9	2,2	4,88	8,23	10,12	55

1.4.1.3. Glissement unitaire et contrainte ultime de cisaillement

Résistance caractéristique du béton coulé en œuvre :

- $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- $f_{ctk\ 0,05} = 1,8 \text{ MPa}$

Les valeurs caractéristiques de la résistance du béton en place peuvent être différentes si elles sont justifiées expérimentalement.

Les expressions des efforts tranchants font intervenir deux caractéristiques, appelées C et G, intrinsèques des poutrelles et fonctions de la géométrie des treillis, de la résistance mécanique des armatures constitutives et de la résistance des soudures.

Pour le treillis en double nappe des poutrelles RAID HYBRIDE, ces caractéristiques sont :

- G: le glissement unitaire à rupture caractérisant la résistance du treillis à la fissuration oblique:

$$G = 2 F_d (\cos \alpha + \sin \alpha) / s_d$$
- C: la contrainte ultime de cisaillement à l'interface caractérisant la résistance au cisaillement horizontal des branches de couture formant un angle α et α' par rapport à l'interface :

$$C = \rho_\alpha \cdot f_t (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) + \rho_{\alpha'} \cdot f_t (\mu \cdot \sin \alpha' + \cos \alpha')$$
 Cette caractéristique peut être calculée sans tenir compte de la présence des branches inclinées du treillis raidisseur pour lesquelles l'angle d'inclinaison est supérieur à 90° .

- avec
- F_d : la force disponible dans chaque branche du treillis limitée à la plus petite valeur de $A_d \cdot f_{yk} / \gamma_s$ et R / γ_s
 - A_d : section d'une branche de treillis
 - f_{yk} : limite d'élasticité de l'acier du treillis. Dans la présente Annexe, on considère $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$.
 - R : résistance garantie (à 95 %) à rupture des soudures
 - α, α' : angles d'inclinaison des brins considérés par rapport à l'interface, avec $\alpha' = 180^\circ - \alpha$
 - s_d : pas du treillis = 20 cm.
 - $\rho_\alpha, \rho_{\alpha'}$: pourcentages des armatures transversales ancrées de part et d'autre du plan de reprise suivant l'angle α ou α' . Dans le cas d'un raidisseur courant de section triangulaire type treillis Warren, on a : $\rho_\alpha = \rho_{\alpha'} = (2 \cdot A_d \cdot \sin \beta) / (s_d \cdot b_i)$
 - b_i : largeur de l'interface au niveau de la surface de reprise. Dans la présente Annexe, la caractéristique C est déterminée en considérant une largeur $b_i = 8 \text{ cm}$ (largeur du talon des poutrelles de 12 cm et largeur d'appui des entrevous de 2 cm).
 - β : angle d'inclinaison des diagonales dans le plan transversal
 - f_t : la plus petite valeur de $f_{yk} / 1,1$ et $R / [A_d \cdot 1,1]$
 - μ : coefficient de frottement. Dans la présente Annexe, la caractéristique C est déterminée en considérant une surface lisse conformément à l'article 6.2.5 (2) de la NF EN 1992-1-1, soit $\mu = 0,6$ et $c = 0,2$ (détermination de l'effort tranchant ultime V_{wu}).

Ces caractéristiques C et G sont données dans le tableau 2 suivant pour les différentes poutrelles et renforts.

Tableau 2 – Caractéristiques géométriques des treillis raidisseurs

Code Poutrelle	Treillis [mm]			A _d [mm ²]	Angles			F _d [daN]	R [daN]	Pas [cm]	ρ _α = ρ _{α'} [%]	C [MPa]	G [daN/cm]	Poids [daN/ml]
	Ø _{diag}	Ø _{sup}	Ø _{inf}		α[°]	α'[°]	β[°]							
121-FBD	4.5	8	6	15.9	49.4	130.6	77.9	723	795	20	0.194%	0.978	102	12.7
121-IBD	4.5	10	6	15.9	49.4	130.6	78.4	723	795	20	0.195%	0.980	102	13.0
121-IBF	4.5	10	8	15.9	49.4	130.6	79.0	723	795	20	0.195%	0.981	102	13.2
121-IBI	4.5	10	10	15.9	49.4	130.6	79.5	723	795	20	0.195%	0.983	102	13.5
122-IBI	4.5	10	10	15.9	49.4	130.6	79.5	723	795	20	0.195%	0.983	102	13.7
121-ICF	5	10	8	19.6	49.2	130.8	79.2	892	982	20	0.241%	1.214	126	13.3
122-ICF	5	10	8	19.6	49.2	130.8	79.2	892	982	20	0.241%	1.214	126	13.5
121-KCD	5	12	6	19.6	49.2	130.8	79.2	892	982	20	0.241%	1.214	126	13.3
122-KCD	5	12	6	19.6	49.2	130.8	79.2	892	982	20	0.241%	1.214	126	13.5
121-KCF	5	12	8	19.6	49.2	130.8	79.7	892	982	20	0.242%	1.216	126	13.6
121-KDD	6	12	6	28.3	48.9	131.1	79.7	1028	1131	20	0.348%	1.403	145	13.5
122-KDD	6	12	6	28.3	48.9	131.1	79.7	1028	1131	20	0.348%	1.403	145	13.7
121-LCD	5	14	6	19.6	49.2	130.8	79.7	892	982	20	0.242%	1.216	126	13.7
122-LCD	5	14	6	19.6	49.2	130.8	79.7	892	982	20	0.242%	1.216	126	13.8
121-LCF	5	14	8	19.6	49.2	130.8	80.3	892	982	20	0.242%	1.218	126	13.9
122-LCF	5	14	8	19.6	49.2	130.8	80.3	892	982	20	0.242%	1.218	126	14.0
121-LCI	5	14	10	19.6	49.2	130.8	80.8	892	982	20	0.242%	1.220	126	14.2
122-LCI	5	14	10	19.6	49.2	130.8	80.8	892	982	20	0.242%	1.220	126	14.4
121-LDD	6	14	6	28.3	48.9	131.1	80.3	1028	1131	20	0.348%	1.405	145	13.9
122-LDD	6	14	6	28.3	48.9	131.1	80.3	1028	1131	20	0.348%	1.405	145	14.0
121-LDF	6	14	8	28.3	48.9	131.1	80.8	1028	1131	20	0.349%	1.407	145	14.1
122-LDF	6	14	8	28.3	48.9	131.1	80.8	1028	1131	20	0.349%	1.407	145	14.2
121-LDI	6	14	10	28.3	48.9	131.1	81.3	1028	1131	20	0.349%	1.409	145	14.4
122-LDI	6	14	10	28.3	48.9	131.1	81.3	1028	1131	20	0.349%	1.409	145	14.6
131-KCD	5	12	6	19.6	53.8	126.2	80.5	892	982	20	0.242%	1.182	125	13.4
132-KCD	5	12	6	19.6	53.8	126.2	80.5	892	982	20	0.242%	1.182	125	13.5
131-KDD	6	12	6	28.3	53.7	126.3	81.0	1028	1131	20	0.349%	1.366	144	13.6
132-KDD	6	12	6	28.3	53.7	126.3	81.0	1028	1131	20	0.349%	1.366	144	13.7

Tableau 2 (suite) – Caractéristiques géométriques des treillis raidisseurs

Code Poutrelle	Treillis [mm]			A _d [mm ²]	Angles			F _d [daN]	R [daN]	Pas [cm]	ρ _α = ρ _{α'} [%]	C [MPa]	G [daN/cm]	Poids [daN/ml]
	Ø _{diag}	Ø _{sup}	Ø _{inf}		α[°]	α'[°]	β[°]							
131-LCD	5	14	6	19.6	53.8	126.2	81.0	892	982	20	0.242%	1.184	125	13.7
132-LCD	5	14	6	19.6	53.8	126.2	81.0	892	982	20	0.242%	1.184	125	13.8
131-LCF	5	14	8	19.6	53.8	126.2	81.5	892	982	20	0.243%	1.185	125	13.9
132-LCF	5	14	8	19.6	53.8	126.2	81.5	892	982	20	0.243%	1.185	125	14.1
131-LCI	5	14	10	19.6	53.8	126.2	81.9	892	982	20	0.243%	1.187	125	14.2
132-LCI	5	14	10	19.6	53.8	126.2	81.9	892	982	20	0.243%	1.187	125	14.4
131-LDD	6	14	6	28.3	53.7	126.3	81.5	1028	1131	20	0.350%	1.367	144	13.9
132-LDD	6	14	6	28.3	53.7	126.3	81.5	1028	1131	20	0.350%	1.367	144	14.1
131-LDF	6	14	8	28.3	53.7	126.3	81.9	1028	1131	20	0.350%	1.369	144	14.1
132-LDF	6	14	8	28.3	53.7	126.3	81.9	1028	1131	20	0.350%	1.369	144	14.3
131-LDI	6	14	10	28.3	53.7	126.3	82.4	1028	1131	20	0.350%	1.371	144	14.5
132-LDI	6	14	10	28.3	53.7	126.3	82.4	1028	1131	20	0.350%	1.371	144	14.6
131-MDF	6	16	8	28.3	53.7	126.3	82.4	1028	1131	20	0.350%	1.371	144	14.5
132-MDF	6	16	8	28.3	53.7	126.3	82.4	1028	1131	20	0.350%	1.371	144	14.7
131-MDI	6	16	10	28.3	53.7	126.3	82.9	1028	1131	20	0.351%	1.372	144	14.8
132-MDI	6	16	10	28.3	53.7	126.3	82.9	1028	1131	20	0.351%	1.372	144	15.0
131-MDK	6	16	12	28.3	53.7	126.3	83.3	1028	1131	20	0.351%	1.373	144	15.2
132-MDK	6	16	12	28.3	53.7	126.3	83.3	1028	1131	20	0.351%	1.373	144	15.4
131-MEF	7	16	8	38.5	53.5	126.5	82.9	1399	1539	20	0.477%	1.870	196	14.8
132-MEF	7	16	8	38.5	53.5	126.5	82.9	1399	1539	20	0.477%	1.870	196	14.9
131-MEI	7	16	10	38.5	53.5	126.5	83.3	1399	1539	20	0.478%	1.872	196	15.1
132-MEI	7	16	10	38.5	53.5	126.5	83.3	1399	1539	20	0.478%	1.872	196	15.2
131-MFI	8	16	10	50.3	53.3	126.7	83.8	1828	2011	20	0.625%	2.451	256	15.2
132-MFI	8	16	10	50.3	53.3	126.7	83.8	1828	2011	20	0.625%	2.451	256	15.2
131-NEF	7	12+14	8	38.5	53.5	126.5	81.9	1399	1539	20	0.476%	1.866	196	15.3
132-NEF	7	12+14	8	38.5	53.5	126.5	81.9	1399	1539	20	0.476%	1.866	196	15.4
162-ICI	5	10	10	19.6	60.7	119.3	82.8	892	982	20	0.243%	1.159	121	13.9
162-IDI	6	10	10	28.3	60.7	119.3	83.2	1028	1131	20	0.351%	1.335	140	14.1
162-KCI	5	12	10	19.6	60.7	119.3	83.2	892	982	20	0.244%	1.160	121	14.1
162-KDI	6	12	10	28.3	60.7	119.3	83.5	1028	1131	20	0.351%	1.336	140	14.4
162-MEI	7	16	10	38.5	60.7	119.3	84.7	1399	1539	20	0.479%	1.822	191	15.4
162-MFI	8	16	10	50.3	60.6	119.4	85.0	1828	2011	20	0.626%	2.380	249	15.7
212-MFI	8	16	10	50.3	68.2	111.8	86.3	1828	2011	20	0.627%	2.540	238	16.1
212-MFK	8	16	12	50.3	68.2	111.8	86.6	1828	2011	20	0.627%	2.541	238	16.4

1.4.2. Formules utiles pour les calculs de dimensionnement

Les moments résistants des planchers à l'état limite ultime pour une largeur égale à l'entraxe sont calculés par l'expression :

$$M_{Rd} = \frac{F_A}{\gamma_R} \left(d - \frac{1}{2} \frac{F_A}{b_{eff} f_{cd}} \right)$$

En désignant par :

- b_{eff} la largeur utile définie au chapitre paragraphe 6.2 de la norme NF P19-205 ;
- d la distance entre le centre de gravité de la force F_A ($F_A = A_s \cdot f_{yk} + A_p \cdot f_{pk}$) et la membrure comprimée supérieure ;
- A_s la section totale des armatures de flexion tendues d'une poutrelle ($= \sum A$ dans les expressions des efforts tranchants);
- A_p la section totale des armatures de précontraintes d'une poutrelle ;
- f_{yk} la limite élastique de l'acier (en général 500 MPa, mais limitée à la plus petite des limites d'élasticité lorsqu'il y a coexistence d'armatures de nuances différentes) ;
- f_{pk} limite d'élasticité de l'acier de précontrainte ;
- f_{cd} la valeur de calcul de la résistance en compression du matériau le plus faible dans la membrure comprimée de la section composite pour l'état limite ultime : 16,7 MPa pour les montages avec dalle de compression complète coulée en œuvre (béton C25/30).
- γ_R le coefficient de sécurité global pour le moment ultime : $\gamma_R = 1,1$

Il s'agit de la formule générale du moment résistant sans limitation de l'allongement des armatures. Cette formule suppose que la hauteur de béton comprimé n'excède pas l'épaisseur de la table de compression, soit :

$F_A / (b_{eff} \cdot f_{cd}) < h_0$ où h_0 est l'épaisseur de la table de compression.

Cette formule suppose par ailleurs que les armatures subissent des allongements suffisants. Dans certains cas (table de compression partielle, armatures proches de la fibre supérieure), il est nécessaire de contrôler cette hypothèse en vérifiant la compatibilité des déformations. Les déformations des sections sont limitées par un raccourcissement unitaire du béton de 3,5 ‰ et un allongement maximal de l'armature la plus critique fixé à ϵ_{ud} .

Il est également possible d'utiliser le diagramme de calcul bilinéaire avec branche supérieure inclinée défini au paragraphe 3.2.7 (2).a de la NF EN 1992-1-1 avec limitation de l'allongement de l'armature la plus basse à ϵ_{ud} (voir l'article 7.1.1 de la norme NF P19-205).

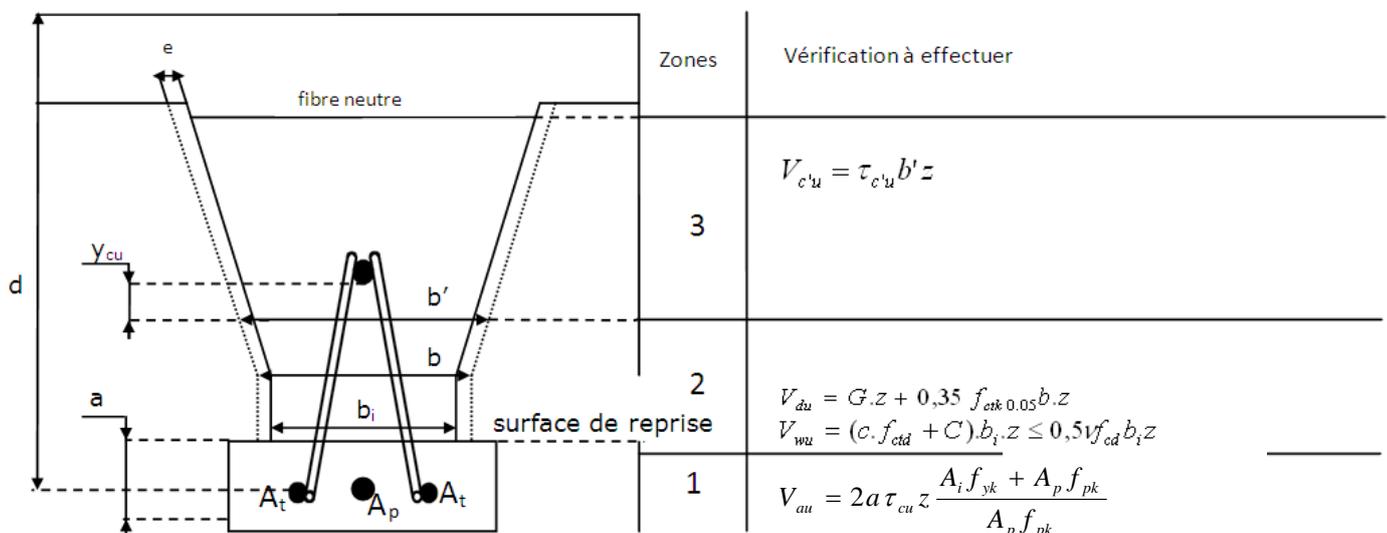
Les déformations admissibles définies à l'article 8.5.2 de la norme NF P19-205, sont vérifiées conformément à l'article 8.5.3.2 de la norme NF P19-205 en ajoutant l'effet à long terme de la précontrainte déterminé suivant la méthodologie de l'article 8.5.3.3 de la norme NF P19-205 (voir §2.9.2.1 du Dossier Technique).

Les efforts tranchants résistants des planchers à l'état limite sont calculés conformément aux prescriptions de l'article 7.3.2 de la norme NF P19-205.

La vérification, à tous les niveaux de la section, des contraintes ultimes de cisaillement du béton et des forces que peuvent équilibrer les diagonales de l'armature en treillis de la poutrelle et/ou des armatures de renfort (poutrelles superposées), conduit à calculer les efforts tranchants limites ultimes suivant : V_{au} , V_{wu} , V_{cu} et V_{du} .

L'effort tranchant ultime déterminant pour le dimensionnement du montage est celui de plus faible valeur.

Les schémas et les tableaux qui suivent rassemblent de manière synthétique et synoptique les expressions des efforts tranchants à calculer selon les différents cas de figure de poutrelles

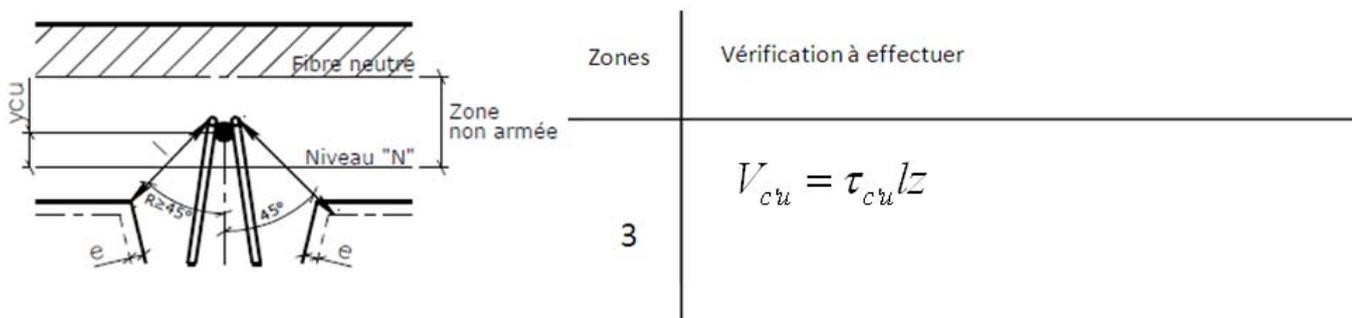


Avec :

- $z=0.9d$
- $\tau_{cu} = \tau_{c'u} = 0.03 f_{ck} = 0.75 \text{ MPa}$ (pour un béton de classe C25/30)
- $f_{ctd} = 1.2 \text{ MPa}$ et $f_{ctk 0.05} = 1.8 \text{ MPa}$ (pour un béton de classe C25/30)
- $v=0.6[1-f_{ck}/250]=0.54$ (pour un béton de classe C25/30)
- y_{cu} la distance depuis la sous-face de l'armature supérieure assurant l'ancrage des diagonales du raidisseur à treillis ($y_{cu} = 2\text{cm}$)
- a la hauteur du talon d'enrobage ($a=40\text{mm}$)
- A_i et A_p les sections d'aciers passifs et actifs (respectivement) dans le talon d'enrobage
- f_{yk} et f_{pk} les limites élastiques des aciers passifs et actifs (respectivement)
- $e = 1\text{cm}$ pour les parois d'entrevous alvéolés en béton ou en terre cuite
- $e = 3\text{cm}$ pour les parois d'entrevous pleins en béton (plaques négatives, par ex.)
- $e = 0\text{cm}$ dans les autres cas (entrevous PSE, par ex.)

Cas particulier : treillis de la poutrelle ancré dans la dalle

La vérification en zone non armée (zone 3) devient :



Avec :

- l la longueur de la ligne de moindre résistance (cf. §1.2.3.2) atteignant les angles supérieurs des entrevous tant que l'angle $R \geq 45^\circ$.

1.4.3. Portées limites des montages les plus usuels

Le tableau 3 ci-dessous donne les valeurs de portées maximales (en mètres) et la cause de la limitation pour quelques montages les plus usuels, avec les hypothèses et le cas de charges suivant :

- Classe d'exposition : XC1
- Destination du plancher : Habitation
- Cas de charge :
 - Cloisons très légères (**non fragiles**): $G_3 = 0,40 \text{ kN/m}^2$
 - Revêtements de sol (**fragiles**) et plafonds: $G_4 = 1,00 \text{ kN/m}^2$
 - Charges d'exploitation: $Q_B = 1,50 \text{ kN/m}^2$
 - $\psi_1 = 0,50$
 - $\psi_2 = 0,30$

Déformation : limitation de la flèche active au $L/500$ de la portée ; limitation de la flèche totale au $L/250$ sous combinaison quasi-permanente ; durée t entre le retrait des étais et la mise en œuvre du revêtement de sol fragile supérieure ou égale à 90 jours.

Conditions de stockage normales des poutrelles conformément à la NF EN 15037-1 annexe E

Les portées limites sont données pour une pose avec étais. Les portées limites en phase provisoire sans étais devront être justifiées au cas par cas conformément aux prescriptions du dossier technique.

Les portées limites et les valeurs d'utilisations sont données pour quatre montages courants de planchers ; dans le cas des montages avec entrevous en béton, les calculs ont été effectués en considérant les entrevous béton présentés en annexe du Dossier Technique ; dans le cas des montages avec entrevous en PSE, les calculs ont été effectués en considérant les entrevous présentés en annexe du Dossier Technique.

Notations :

- I_{uc} est le moment d'inertie uniforme de la section non fissurée ;

- Les notations utilisées dans le tableau pour indiquer la cause de la limitation sont les suivantes :

$[f_a]$: limitation du fait de la flèche active, calculée avec une limitation au $1/500$ de la portée (article 8.5.3.2 de la norme NF P19-205 avec prise en compte des effets de la précontrainte tel que prévu par l'article 8.5.3.3 de la norme NF P19-205).

$[M_{f,i,qp}]$: Limitation du fait du moment de flexion maximal admissible en travée sous combinaison quasi-permanente pour limiter la contrainte de traction dans le béton en fibre inférieure à $f_{ctk,0,05}/10$ en classes d'environnement XC1.

Tableau 3 – Portées limites

Type de montage	Type Poutrelle	Type de poutrelle HT ; \emptyset_{sup} / \emptyset_{diag} / \emptyset_{inf} + \emptyset précontrainte + renf.	Portée limite en mètres [critères de limitation]			
			Travée isostatique		Travée de rive en continuité (0.55 M0)	
			Portée limite [m]	Critère de limitation	Portée limite [m]	Critère de limitation
Ent. béton 12+4 pm=243daN/m ²	121-IBI	10.5 ; 10/4.5/10+1T6.85+ 2xHA12	4.08	M _{fi,qp}	4.37	M _{fi,qp}
	121-KCD	10.5 ; 12/5/6+1T6.85+ 2xHA12	4.29	M _{fi,qp}	4.58	M _{fi,qp}
	122-IBI	10.5 ; 10/4.5/10+2T6.85+ 2xHA12	5.15	f _a	5.59	f _a
	122-KCD	10.5 ; 12/5/6+2T6.85+ 2xHA12	4.98	f _a	5.41	f _a
Ent. béton 16+4 pm=261daN/m ²	121-IBI	10.5 ; 10/4.5/10+1T6.85+ 2xHA12	4.61	M _{fi,qp}	4.93	M _{fi,qp}
	121-KCD	10.5 ; 12/5/6+1T6.85+ 2xHA12	4.92	M _{fi,qp}	5.26	M _{fi,qp}
	122-IBI	10.5 ; 10/4.5/10+2T6.85+ 2xHA12	6.28	f _a	6.82	f _a
	122-KCD	10.5 ; 12/5/6+2T6.85+ 2xHA12	6.09	f _a	6.61	f _a
	131-KCD	12 ; 12/5/6+1T6.85+ 2xHA12	4.98	M _{fi,qp}	5.33	M _{fi,qp}
	131-LDI	12 ; 14/6/10+1T6.85+ 2xHA12	4.86	M _{fi,qp}	5.20	M _{fi,qp}
	132-KCD	12 ; 12/5/6+2T6.85+ 2xHA12	6.09	f _a	6.61	f _a
	132-LDI	12 ; 14/6/10+2T6.85+ 2xHA12	6.28	f _a	6.82	f _a
	162-KDI	15 ; 12/6/10+2T6.85+ 2xHA12	6.31	f _a	6.85	f _a
	162-MFI	15 ; 16/8/10+2T6.85+ 2xHA12	6.32	f _a	6.86	f _a
Ent. PSE 12+5 pm=167daN/m ²	121-IBI	10.5 ; 10/4.5/10+1T6.85+ 2xHA12	4.66	M _{fi,qp}	4.98	M _{fi,qp}
	121-KCD	10.5 ; 12/5/6+1T6.85+ 2xHA12	4.90	M _{fi,qp}	5.24	M _{fi,qp}
	122-IBI	10.5 ; 10/4.5/10+2T6.85+ 2xHA12	5.43	f _a	5.84	f _a
	122-KCD	10.5 ; 12/5/6+2T6.85+ 2xHA12	5.25	f _a	5.65	f _a
	131-KCD	12 ; 12/5/6+1T6.85+ 2xHA12	4.93	M _{fi,qp}	5.27	M _{fi,qp}
	131-LDI	12 ; 14/6/10+1T6.85+ 2xHA12	4.80	M _{fi,qp}	5.13	M _{fi,qp}
	132-KCD	12 ; 12/5/6+2T6.85+ 2xHA12	5.26	f _a	5.66	f _a
	132-LDI	12 ; 14/6/10+2T6.85+ 2xHA12	5.44	f _a	5.86	f _a
Ent. PSE 15+5 pm=182daN/m ²	121-IBI	10.5 ; 10/4.5/10+1T6.85+ 2xHA12	5.06	M _{fi,qp}	5.41	M _{fi,qp}
	121-KCD	10.5 ; 12/5/6+1T6.85+ 2xHA12	5.40	M _{fi,qp}	5.77	M _{fi,qp}
	122-IBI	10.5 ; 10/4.5/10+2T6.85+ 2xHA12	6.27	f _a	6.77	f _a
	122-KCD	10.5 ; 12/5/6+2T6.85+ 2xHA12	6.07	f _a	6.56	f _a
	131-KCD	12 ; 12/5/6+1T6.85+ 2xHA12	5.46	M _{fi,qp}	5.83	M _{fi,qp}
	131-LDI	12 ; 14/6/10+1T6.85+ 2xHA12	5.32	M _{fi,qp}	5.69	M _{fi,qp}
	132-KCD	12 ; 12/5/6+2T6.85+ 2xHA12	6.07	f _a	6.55	f _a
	132-LDI	12 ; 14/6/10+2T6.85+ 2xHA12	6.27	f _a	6.77	f _a
	162-KDI	15 ; 12/6/10+2T6.85+ 2xHA12	6.29	f _a	6.79	f _a
	162-MFI	15 ; 16/8/10+2T6.85+ 2xHA12	6.30	f _a	6.80	f _a

1.4.4. Tableau des valeurs d'utilisation pour les montages usuels

Calculs réalisés avec : module d'élasticité du béton de poutrelle $E_{cm} = 38214$ MPa, homogénéisation des armatures passives $n=15$, homogénéisation des bétons par rapport au béton de poutrelle.

Tableau 4 – Valeurs d'utilisation

MONTAGES	Type de poutrelle	α	α_a	Z [cm]	I [cm ⁴]	V _i [cm]	V _s [cm]	V _{wu} [daN]	V _{cu} [daN]	V _{du} [daN]	V _{cu} [daN]	V _{au} [daN]	M _{bc} [daN.m]	M _{bqp} [daN.m]	M _{fi,0} [daN.m]	M _{fi,qp} [daN.m]	M _{fi,c} [daN.m]	M _{ra,0} [daN.m]	M _{Rd} [daN.m]
Ent, béton 12+4 pm=243daN/m² Ht totale = 16 cm Entraxe = 60 cm	121-IBI + 2HA12	3,00	1,26	0,107	8938	10,2	5,8	1259	848	1992	1553	3902	2180	1671	525	551	732	566	2417
	121-KCD + 2HA12	2,44	1,38	0,101	7908	10,6	5,4	1500	854	2307	1563	2482	1900	1477	569	591	758	596	1859
	122-IBI + 2HA12	3,0	1,19	0,108	9202	10,1	5,9	1257	847	1988	1550	2775	2391	1863	1093	1120	1324	1180	2931
	122-KCD + 2HA12	2,47	1,36	0,103	8199	10,5	5,5	1493	849	2295	1555	2065	2198	1749	1193	1216	1390	1253	2381
Ent, béton 16+4 pm=261daN/m² Ht totale = 20 cm Entraxe = 60 cm	121-IBI + 2HA12	4,37	1,74	0,143	16168	12,7	7,3	1620	1091	2562	1991	5019	3374	2568	765	802	1066	780	3325
	121-KCD + 2HA12	3,58	1,92	0,137	14426	13,2	6,8	1928	1097	2964	2001	3189	3005	2312	836	869	1114	833	2584
	122-IBI + 2HA12	4,36	1,64	0,144	16622	12,5	7,5	1617	1090	2559	1988	3571	3608	2778	1589	1628	1925	1625	4051
	122-KCD + 2HA12	3,62	1,89	0,139	14923	13,0	7,0	1920	1092	2952	1992	2656	3352	2624	1750	1784	2040	1747	3318
	131-KCD + 2HA12	2,89	1,69	0,137	14373	13,2	6,8	1887	1097	2945	2011	3189	3005	2312	819	851	1093	831	2584
	131-LDI + 2HA12	2,71	1,66	0,143	16152	12,7	7,3	2121	1091	3238	2001	5019	3378	2572	765	802	1065	779	3325
	132-KCD + 2HA12	2,92	1,67	0,139	14877	13,1	6,9	1879	1092	2933	2003	2656	3354	2626	1715	1748	2002	1745	3318
	132-LDI + 2HA12	2,73	1,64	0,144	16610	12,6	7,4	2118	1090	3233	1998	3571	3616	2786	1589	1628	1923	1622	4051
	162-KDI + 2HA12	2,13	1,28	0,144	16787	12,7	7,3	2074	1090	3173	2019	3571	3648	2818	1548	1587	1881	1635	4051
162-MFI + 2HA12	1,82	1,35	0,144	16878	12,8	7,2	3421	1090	4932	2019	3571	3673	2843	1553	1592	1885	1625	4051	
Ent, PSE 12+5 pm=167daN/m² Ht totale = 17 cm Entraxe = 60 cm	121-IBI + 2HA12	3,23	1,29	0,116	10647	11,0	6,0	1317	808	2050	1361	4181	2498	1914	578	606	805	609	2644
	121-KCD + 2HA12	2,69	1,49	0,110	9395	11,4	5,6	1575	813	2386	1369	2659	2175	1689	628	652	836	646	2040
	122-IBI + 2HA12	3,30	1,28	0,117	10970	10,9	6,1	1315	807	2046	1359	2974	2742	2136	1202	1231	1455	1270	3211
	122-KCD + 2HA12	2,72	1,47	0,112	9747	11,3	5,7	1567	809	2375	1363	2213	2508	1992	1315	1340	1533	1355	2616
	131-KCD + 2HA12	2,19	1,32	0,110	9431	11,5	5,5	1541	813	2371	1409	2659	2179	1692	620	644	827	649	2040
	131-LDI + 2HA12	2,05	1,30	0,116	10713	11,1	5,9	1735	808	2613	1401	4181	2507	1924	580	608	807	609	2644
	132-KCD + 2HA12	2,21	1,30	0,112	9788	11,4	5,6	1533	809	2359	1402	2213	2516	2001	1298	1324	1516	1363	2616
132-LDI + 2HA12	2,07	1,29	0,117	11043	11,0	6,0	1731	807	2608	1398	2974	2763	2156	1205	1235	1459	1269	3211	
Ent, PSE 15+5 pm=182daN/m² Ht totale = 20 cm Entraxe = 60 cm	121-IBI + 2HA12	4,24	1,63	0,143	16516	13,0	7,0	1581	970	2461	1629	5019	3478	2654	758	796	1057	769	3325
	121-KCD + 2HA12	3,55	1,90	0,137	14664	13,5	6,5	1889	975	2862	1637	3189	3052	2355	830	862	1105	822	2584
	122-IBI + 2HA12	4,32	1,61	0,144	17004	12,9	7,1	1579	969	2457	1626	3571	3761	2907	1576	1615	1909	1602	4051
	122-KCD + 2HA12	3,59	1,87	0,139	15192	13,3	6,7	1881	971	2850	1630	2656	3450	2714	1736	1770	2024	1724	3318
	131-KCD + 2HA12	2,87	1,67	0,137	14594	13,6	6,4	1848	975	2843	1658	3189	3050	2353	813	844	1085	821	2584
	131-LDI + 2HA12	2,69	1,64	0,143	16488	13,1	6,9	2082	970	3137	1649	5019	3480	2656	759	796	1057	768	3325
	132-KCD + 2HA12	2,89	1,65	0,139	15129	13,4	6,6	1841	971	2832	1651	2656	3447	2712	1701	1734	1986	1722	3318
	132-LDI + 2HA12	2,71	1,62	0,144	16980	13,0	7,0	2079	969	3132	1647	3571	3766	2912	1578	1616	1909	1600	4051
	162-KDI + 2HA12	2,11	1,26	0,144	17118	13,1	6,9	2035	969	3071	1688	3571	3790	2936	1535	1573	1865	1612	4051
162-MFI + 2HA12	1,81	1,33	0,144	17186	13,2	6,8	3383	969	4830	1688	3571	3809	2955	1541	1580	1871	1604	4051	

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société FABEMI QUALITE
 320, Route Nationale 7
 Le Pont Double
 FR – 26990 DONZERE
 Internet : www.fabemi.fr

2.2. Classe du système

Plancher nervuré en béton, à poutrelles légères préfabriquées en treillis métalliques soudés à base pré-enrobée de section 12x4 cm et précontrainte par fils adhérents, avec entrevous de diverses natures et table de compression complète ou partielle coulée en œuvre.

2.3. Domaine d'emploi

Planchers soumis à des charges à caractère principalement statique, abrités des intempéries et non exposés à des atmosphères agressives, situés en toutes zones géographiques de France métropolitaine, sismiques ou non. Ce domaine englobe les utilisations courantes telles que les planchers sur vides sanitaires, hauts de caves et sous-sols, étages courants, planchers-terrasses, planchers de combles, toitures utilisées en maisons individuelles, immeubles collectifs, groupes scolaires, bâtiments hospitaliers, bureaux, commerces, et autres ERP.

2.4. Description du procédé de plancher

2.4.1. Définition des matériaux

Aciers du raidisseur :

Les aciers utilisés bénéficient de la certification NF AFCAB

a) l'armature inférieure des poutrelles est du type B500A ou B500B à fil à haute adhérence (selon la norme NF A 35-019)

Diamètres Ø6 à Ø12 mm

b) les diagonales reliant les deux membrures sont en acier B500A lisse ou haute adhérence

Diamètres Ø4,5 à Ø8 mm

c) la ou les armature(s) supérieure(s) des poutrelles est (sont) du type B500A ou B500B à fil cranté ou lisse

Diamètres Ø8 à Ø16 mm

Des limites d'élasticités supérieures peuvent être utilisées.

Armatures de précontrainte :

Les armatures de précontrainte utilisées font l'objet d'une homologation ASQPE.

Armatures complémentaires :

Au-dessus du talon, il est possible d'ajouter des aciers de renforts. Les armatures complémentaires utilisées sont du type B500A ou B500B à haute adhérence.

Dans la dalle de compression un treillis soudé doit être disposé conformément au NF DTU 23.5. Les chapeaux d'ancrage et de continuité doivent également être mis en œuvre. Ils sont généralement constitués d'acier haute adhérence B500A ou B500B.

Béton du talon des poutrelles :

Béton de sable et de granulats courants, roulés ou concassés, ne dépassant pas 8 mm de granulométrie dans le cas où un seul fil de précontrainte est mis en place, et ne dépassant pas 6 mm de granulométrie dans le cas d'utilisation de deux fils de précontrainte. La formulation peut varier d'une usine de production à l'autre.

Sa résistance caractéristique à la compression à 28 jours est supérieure ou égale à 55 MPa (classe C55/65 selon norme NF EN 206/CN). Possibilité d'utilisation des bétons autoplaçants (BAP).

Béton coulé en œuvre :

Béton conforme au NF P19-205 article 7.2.1.

Sa résistance caractéristique à la compression à 28 jours est supérieure ou égale à 25 MPa (classe C25/30 selon norme NF EN 206/CN). Possibilité d'utiliser des bétons autoplaçants (BAP).

2.4.2. Description des éléments

2.4.2.1. Poutrelles

Définition des raidisseurs :

Les treillis raidisseurs bénéficient de la marque NF, suivant les exigences du référentiel de certification NF 254.

L'armature de la poutrelle RAID HYBRIDE est constituée de deux aciers de base et d'un ou deux acier(s) supérieur(s) parallèles, reliés entre eux par deux nappes de treillis formé d'un fil continu plié en V (type Warren). Le pas du treillis est de 20 cm. Ces composants, après assemblage par soudure électrique par points, constituent une membrure triangulaire ouverte et légère. La largeur du treillis est de 66mm entre les axes des aciers inférieurs.

La gamme standard RAID HYBRIDE comprend quatre hauteurs de treillis destinés à être pré-enrobés pour la constitution des poutrelles.

Les compositions courantes des armatures pour ces treillis sont les suivantes :

Hauteur hors tout (cm)	Pas des treillis (cm)	Angle longitudinal entre treillis et membrure	Angle transversal entre treillis et membrure	Membrure supérieure	Diagonales
10,5	20	49°	78° à 79°	φ8 à 14	φ4,5 à 6
12	20	54°	81° à 82°	φ10 à 16	φ4,5 à 8
15	20	61°	84°	φ10 à 16	φ5 à 8
20	20	68°	86°	φ16	φ8

Définition de la gamme :

Les poutrelles sont définies suivant leurs compositions de raidisseur et le nombre de fils de précontrainte. Les longueurs de fabrication vont de 1 à 9 m.

Les deux premiers chiffres indiquent la hauteur de la poutrelle (ht raidisseur + enrobage) en centimètres arrondis à l'inférieur, Un troisième chiffre indique le nombre de torons de 6,85.

Trois lettres définissent respectivement le diamètre de l'acier supérieur du raidisseur, le diamètre de l'acier de la diagonale et le diamètre des aciers inférieurs du raidisseur.

Les principales familles de raidisseurs utilisées sont les suivantes.

Tableau 5 – Familles de raidisseurs

Famille de Raidisseur	Treillis [mm]				Classe de résistance au cisaillement des soudures du treillis	Familles d'appellations commerciales dans laquelle la poutrelle est utilisée
	Hauteur [cm]	f _{sup} [mm]	f _{diag} [mm]	f _{inf} [mm]		
12*-FBD	10,5	8	4,5	6	R100	STH
12*-IBD	10,5	10	4,5	6	R100	STH
12*-IBF	10,5	10	4,5	8	R100	STH
12*-IBI	10,5	10	4,5	10	R100	STH / ST2H
12*-ICF	10,5	10	5	8	R100	STH / ST2H
12*-KCD	10,5	12	5	6	R100	STH / ST2H
12*-KCF	10,5	12	5	8	R100	STH
12*-KDD	10,5	12	6	6	R80	STH / ST2H
12*-LCD	10,5	14	5	6	R100	SEH / SMH / SE2H / SM2H
12*-LCF	10,5	14	5	8	R100	SEH / SMH / SE2H / SM2H
12*-LCI	10,5	14	5	10	R100	SEH / SMH / SE2H / SM2H
12*-LDD	10,5	14	6	6	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
12*-LDF	10,5	14	6	8	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
12*-LDI	10,5	14	6	10	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H

Tableau 5 (suite) – Familles de raidisseurs

Famille de Raidisseur	Treillis [mm]				Classe de résistance au cisaillement des soudures du treillis	Familles d'appellations commerciales dans laquelle la poutrelle est utilisée
	Hauteur [cm]	f _{sup} [mm]	f _{diag} [mm]	f _{inf} [mm]		
13*-KCD	12	12	5	6	R100	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-KDD	12	12	6	6	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-LCD	12	14	5	6	R100	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-LCF	12	14	5	8	R100	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-LCI	12	14	5	10	R100	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-LDD	12	14	6	6	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-LDF	12	14	6	8	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-LDI	12	14	6	10	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-MDF	12	16	6	8	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-MDI	12	16	6	10	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-MDK	12	16	6	12	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-MEF	12	16	7	8	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-MEI	12	16	7	10	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-MFI	12	16	8	10	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
13*-NEF	12	12+14	7	8	R80	SEH / SMH / SE2H / SM2H
16*-ICI	15	10	5	10	R100	ST2H
16*-IDI	15	10	6	10	R80	ST2H
16*-KCI	15	12	5	10	R100	ST2H
16*-KDI	15	12	6	10	R80	ST2H
16*-MEI	15	16	7	10	R80	SE2H / SM2H / SR2H
16*-MFI	15	16	8	10	R80	SE2H / SM2H / SR2H
21*-MFI	20	16	8	10	R80	SU
21*-MFK	20	16	8	12	R80	SU

* = 1 ou 2 en fonction du nombre de toron,

Tableau 6 – Tableau de correspondance lettre/diamètre

Code	φ [mm]
B	4,5
C	5
D	6
E	7
F	8
G	9
I	10
J	11
K	12
L	14
M	16
N	12+14

Renforcement à la flexion des poutrelles :

Les barres éventuelles de renfort en flexion sont disposées sur le talon de la poutrelle. Elles sont du type B500A ou B500B à haute adhérence de diamètres 6 à 12mm. L'enrobage est assuré par un calage systématique minimum de 10mm ou une fois le diamètre de l'acier si le diamètre de l'acier est supérieur à 10mm.

Talon des poutrelles :

Les poutrelles sont conformes aux exigences de la norme NF EN 15037-1 : Système de plancher à poutrelles et entrevous – Partie 1 : Poutrelles.

La membrure inférieure de l'armature est enrobée dans un talon de béton de section rectangulaire. La largeur du talon est de 120 mm. L'épaisseur du talon, est de 40 mm.

La partie supérieure du talon n'est généralement pas traitée. Conformément à la NF EN 1992-1-1 la surface est définie comme lisse. Les coefficients de rugosité de l'interface sont pris égaux à $c=0,2$ et $\mu = 0,6$.

Identification et marquage des poutrelles :

Les poutrelles sont proposées par gamme sous des dénominations commerciales. Le tableau 7 présente les correspondances de gammes commerciales et appellations techniques. En complément de l'appellation commerciale, l'appellation technique des poutrelles est systématiquement indiquée sur les plans de préconisations de pose, ainsi que sur les étiquettes des produits.

Tableau 7 - Tableau de correspondance appellation commerciale / technique

Appellation commerciale	Appellation technique
SU	212-MFI; 212-MFK
SR2H	162-MEI; 162-MFI
STH	121-FBD; 121-IBD; 121-IBF; 121-IBI; 121-ICF; 121-KCD; 121-KCF; 121-KDD
ST2H	122-IBI; 122-ICF; 122-KCD; 122-KDD; 162-ICI; 162-IDI; 162-KCI; 162-KDI
SEH/SMH	121-LCD; 121-LCF; 121-LCI; 121-LDD; 121-LDF; 121-LDI; 131-KCD; 131-KDD; 131-LCD; 131-LCF; 131-LCI; 131-LDD; 131-LDF; 131-LDI; 131-MDF; 131-MDI; 131-MDK; 131-MEF; 131-MEI; 131-MFI; 131-NEF
SE2H/SM2H	122-LCD; 122-LCF; 122-LCI; 122-LDD; 122-LDF; 122-LDI; 132-KCD; 132-KDD; 132-LCD; 132-LCF; 132-LCI; 132-LDD; 132-LDF; 132-LDI; 132-MDF; 132-MDI; 132-MDK; 132-MEF; 132-MEI; 132-MFI; 132-NEF; 162-MEI; 162-MFI

Les poutrelles treillis RAID HYBRIDE sont identifiées individuellement soit à l'aide d'une étiquette sur le treillis raidisseur, soit un marquage à l'encre sur la sous face des poutrelles, sont précisés :

- La marque,
- Les références techniques et commerciales du produit,
- La longueur béton en décimètre,
- Le site de production,
- La date de fabrication,
- Le logo CE,
- Le logo NF.

Pour la mise en œuvre des éléments préenrobés, l'étiquette d'identification du treillis permet en outre d'indiquer le repère par rapport au plan de pose.

Les aciers complémentaires de flexion sur le talon sont repérés sur le plan de pose à l'aide d'un indice alphabétique. Le détail des aciers du talon de la poutrelle et des éventuels renforts est détaillé sur le plan de pose.

2.4.2.2. Entrevous en béton

Les entrevous en béton sont de deux types :

- Entrevous de coffrage résistants en béton : ce sont des éléments creux en béton de granulats courants de hauteur 8 à 25 cm, à une ou plusieurs rangées d'alvéoles. Il existe des entrevous pleins de hauteur 5 à 8 cm.
- Entrevous porteur du type porteur simple ou porteur à table de compression incorporée. Ce sont des éléments creux ou pleins en béton de granulats courants de hauteur 16 à 25 cm, à une ou plusieurs rangées d'alvéoles. Les parois supérieures doivent comporter un chanfrein conforme aux dimensions minimales de la norme NF EN 15037-2+A1.

Les entrevous en béton devront être conformes à la norme NF EN 15037-2 : Système de plancher à poutrelles et entrevous – Partie 2 : entrevous en béton.

La table de compression coulée sur les entrevous aura une épaisseur nominale au moins égale à 4 cm pour les entrevous de coffrage résistants.

La largeur extérieure des entrevous est variable, L'entraxe standard est généralement de 60 cm, mais peut atteindre 65 cm. Les entrevous respectent les prescriptions définies dans le NF DTU 23.5 et NF P19-205 aussi bien sur les aspects géométriques que mécaniques.

2.4.2.3. Entrevous en terre cuite

Les entrevous de coffrage résistants en terre cuite de 8 à 25 cm de hauteur doivent satisfaire aux exigences de la norme NF EN 15037-3+A1. Selon le sens de filage, ils sont dits soit « entrevous longitudinaux », soit « entrevous transversaux ».

- Les entrevous en terre cuite devront être conformes à la norme NF EN 15037-3 : Système de plancher à poutrelles et entrevous – Partie 3 : entrevous en terre cuite.

La table de compression coulée sur les entrevous aura une épaisseur nominale au moins égale à 4 cm pour les entrevous de coffrage résistants.

La largeur extérieure des entrevous est variable. L'entraxe standard est généralement de 60 cm, mais peut atteindre 64 cm. Les entrevous respectent les prescriptions définies dans le NF DTU 23.5 et NF P19-205 aussi bien sur les aspects géométriques que mécaniques.

2.4.2.4. Entrevous en polystyrène

Les entrevous en polystyrène expansé devront être conformes à la norme NF EN 15037-4 : Système de plancher à poutrelles et entrevous Partie 4 : entrevous en polystyrène expansé.

Les entrevous en PSE font l'objet d'une certification NF 547.

Ils peuvent être associés à une ou plusieurs rehausse(s) clipsée(s) ou fixée(s) mécaniquement.

La table de compression coulée sur les entrevous aura une épaisseur nominale au moins égale à 5 cm pour les entrevous en polystyrène expansé.

Les entrevous en polystyrène expansé peuvent être moulés ou découpés. Ils doivent bénéficier d'un marquage CE et avoir une réaction au feu en Euroclasse. Leur entraxe généralement de 60 cm à 70cm est susceptible de varier.

2.5. Fabrication

2.5.1. Fabrication des treillis raidisseurs

Les armatures métalliques des poutrelles sont fabriquées par la Société FABEMI STRUCTURE dans son usine de La Garde (83) de la manière suivante : une machine automatique effectue en continu le pliage des deux plans de treillis et les soudures aux nœuds de jonction entre ce dernier et les membrures longitudinales. La pression, l'intensité et le temps de soudure sont réglés et contrôlés automatiquement. L'armature complète est ainsi fabriquée en longueur à la demande. La ligne de production permet de réaliser toutes les hauteurs comprises de 7 à 25 cm.

Les treillis peuvent également provenir de fournisseurs titulaires de la marque NF.

Les prescriptions de fabrication et de suivi des raidisseurs sont celles données dans les règles de certification de la marque NF-AFCAB Armatures.

Les résistances des soudures respectent les prescriptions des normes NF A 35-028 et NF EN 10080 et sont de classe R80 pour les diamètres de sinusoides supérieurs ou égaux à 6mm et de classe R100 pour les diamètres de sinusoides inférieurs à 6mm.

Statistiquement, avec un fractile de 5 % et un niveau de confiance de 90%, les résistances de ces soudures doivent être supérieures aux valeurs suivantes, en fonction des diamètres des diagonales, valeurs que le fabricant a déjà montré pouvoir garantir et qui sont fixées par la limite élastique de l'acier constitutif du treillis :

Tableau 8 – Limite élastique des diagonales

Diamètres de la diagonale [mm]	Classe de soudure inférieure suivant la norme NF A35-028	Résistances de la soudure inférieure R [daN]	Résistances de la soudure supérieure [daN]
∅ 4,5	R100	795	1050
∅ 5	R100	982	1050
∅ 6	R80	1131	1050
∅ 7	R80	1539	1050
∅ 8	R80	2010	1050

2.5.2. Fabrication des poutrelles

Des cales plastiques ou aciers positionnées aux extrémités des coffrages permettent d'assurer le positionnement vertical et horizontal des treillis raidisseurs et des aciers de précontrainte. Après mise en place des aciers de précontrainte dans les moules préalablement huilés (en évitant tout contact entre les torons et les moules), les treillis raidisseurs sont également positionnés dans les moules. Des cales intermédiaires en plastique peuvent être mises en place pour centrer le raidisseur ; La mise en tension de l'ensemble des torons est tout d'abord assurée par le vérin général sur une partie de la tension initiale. La mise en tension à la consigne est effectuée à l'aide d'un vérin monofilaire utilisé à l'autre extrémité du banc. Il est également possible de réaliser la tension à 100% par le vérin général.

Le coulage des moules est effectué en même temps que les éprouvettes de contrôle béton (cube de 10cm). Le traitement thermique est effectué après bâchage. Le cycle d'étuvage est défini pour chaque usine. Il peut varier en fonction des conditions climatiques. Il est important de noter que les éprouvettes réalisées précédemment subissent également ce traitement.

À la fin du cycle, réalisation des écrasements des éprouvettes afin de déclencher la détension.

La détension s'effectue par le vérin général. La vérification des rentrées de fils est effectuée.

Le marquage intervient lors de la manutention des poutrelles.

2.6. Contrôles

La fabrication de l'armature métallique en treillis fait l'objet d'un autocontrôle, sanctionné par un Certificat NF délivré par un organisme de certification agréé. Les armatures métalliques bénéficiant d'un certificat valide sont identifiables par la présence du logo de l'organisme de certification suivi du numéro de marquage apposé sur les étiquettes dont elles sont munies.

La fabrication des armatures métalliques certifiées NF-AFCAB implique des contrôles réguliers, ex : vérification du respect des tolérances dimensionnelles, des diamètres des aciers, de la qualité des soudures, du rapport Rm/Re, de l'adhérence des fils constitutifs, etc.

En complément du référentiel NF AFCAB, la tolérance de rectitude latérale est de 3mm sur les raidisseurs.

La partie enrobage oblige une mise en œuvre d'un contrôle de production en usine conformément aux prescriptions de la norme NF EN 15037-1 (marquage CE), ce qui implique : un contrôle des matériels de mesure et d'essais, des équipements de production, des matières premières, du béton, du procédé, du produit fini, du marquage ainsi que du stockage. La fréquence des contrôles est fixée dans la norme NF EN 15037-1. Après contrôle des treillis raidisseurs, les cales décrites en figure 3 sont utilisées :

- 1 cale intermédiaire centrée sur la longueur du treillis raidisseur pour les poutrelles inférieures ou égales à 7 m ;
- 2 cales intermédiaires aux tiers et deux tiers de la longueur du treillis raidisseur pour les poutrelles de longueur supérieure à 7m.

Les poutrelles sont sous certification NF avec suivi de classe A pour la flexion. Le contrôle de la fabrication des poutrelles doit être effectué suivant les prescriptions du référentiel de certification NF Poutrelles (NF 395). Compte tenu des particularités de ces poutrelles, le suivi des résistances mécaniques pendant les situations transitoires est réalisé suivant les modalités d'essai des poutrelles à treillis raidisseur. Les certificats NF des usines précisent gamme de poutrelles par gamme de poutrelles la classe de suivi pour le tranchant ainsi que les valeurs garanties. Les étiquettes des poutrelles portent le logo de l'organisme de certification suivi du numéro de marquage.

Les cales aux extrémités de la poutrelle ainsi que les cales intermédiaires permettent de garantir un enrobage vertical des aciers inférieurs de 15 +/-3mm par rapport à la face inférieure du talon et d'au moins 10mm par rapport à la face supérieure du talon. Le calage latéral d'extrémité permet de garantir une distance minimale de 20,5mm entre le bord de la poutrelle et la génératrice de l'acier (hors tolérances sur la rectitude des treillis raidisseurs). La tolérance sur le positionnement latéral des filants inférieurs du treillis raidisseur de ± 9 mm permet de garantir un enrobage minimal effectif égal à $\max \{10\text{mm}, \phi\}$. Le talon a une tolérance de +/- 4mm sur sa hauteur béton, Ces dispositions permettent de garantir pour toute la gamme une distance minimale conforme à la NF 395 entre le bord de la poutrelle et le nu extérieur des diagonales du treillis raidisseur, au niveau de la face supérieure du talon de la poutrelle.

2.7. Mise en œuvre

2.7.1. Généralités

Les poutrelles sont généralement posées à l'entraxe de 600 mm ou 640 mm (500 à 700 mm pour les montages à entrevous PSE) assuré par la pose des entrevous de rive (entrevous borgnes).

L'étaieement est effectué par des files de bastaings dont l'écartement est donné sur le plan de préconisation de pose du chantier en fonction des performances des poutrelles et des poids des montages. Après la pose des entrevous et la mise en place du ferrailage in situ, le plancher est terminé par le coulage des nervures et de la table de compression complète coulée en œuvre.

Dans le cas des entrevous polystyrène à languette, des dispositions particulières doivent être mises en œuvre afin d'éviter leur écrasement. Soit, les lisses hautes présentent une largeur suffisante pour répartir la charge, soit l'étaieement doit venir au contact de la sous face de la poutrelle par la mise en place d'une entretoise ou par la découpe de la languette. Dans ce dernier cas, celle-ci doit être recollée après dépose de l'étaieement.

Les épaisseurs de dalle de répartition doivent être conformes au NF DTU 23.5 et NF P19-205, à savoir au moins :

- 4 cm d'épaisseur pour les entrevous de coffrage résistant,
- 5 cm d'épaisseur pour les entrevous de coffrage simple.

L'ensemble des informations nécessaires à la pose du plancher (entraxe, étaieement, type de poutrelles, renforts éventuels, aciers complémentaires...) est indiqué sur le plan de préconisation de pose systématiquement fournis par le distributeur.

2.7.2. Isolation thermique

Les planchers isolants comportent l'une des dispositions suivantes :

- Isolation thermique intégrée à base d'entrevous en polystyrène expansé, associé ou non à des réhausses en polystyrène expansé ;
- Réhausses en polystyrène expansé posées sur des entrevous de coffrage résistants ;
- Isolation thermique rapportée par une couche isolante continue posée sur le plancher et surmontée d'une dalle flottante.

2.7.3. Isolation acoustique

Conformément à l'annexe J de la NF-P19-205.

2.7.4. Réalisation des chaînages transversaux intermédiaires

Ils sont réalisés en respectant les prescriptions des articles 5.5.1.8 et 6,8 du NF DTU 23.5 P1-1.

2.7.5. Réalisation des chaînages, chevêtres et trémies

Ils sont réalisés en respectant les prescriptions des articles 5.5.1.8 et 6,8 du NF DTU 23,5 P1-1.

2.7.6. Réalisation des encorbellements

Ils sont réalisés en respectant les prescriptions de l'article 6.2 du NF DTU 23,5 P1-1.

2.7.7. Réalisation des continuités

Ils sont réalisés en respectant les prescriptions des articles 5.5.1.2 du NF DTU 23,5 P1-1 et 3.2.2 de la NF P19-205.

2.8. Finitions

2.8.1. Sols

Le plancher est apte à recevoir tout type de revêtement de sol mis en œuvre selon les normes en vigueur et système de dalle flottante ou plancher chauffant, éventuellement après rattrapage de la surface par une chape ou un ragréage de toute nature.

2.8.2. Plafonds

Les plafonds des planchers à poutrelles peuvent recevoir directement un enduit plâtre.

Tous ces planchers permettent également la mise en œuvre des faux-plafonds suspendus rapportés par l'intermédiaire, soit de pitons à bascule sur la paroi inférieure des entrevous, soit d'ancres spécialement conçues pour être introduites dans les joints entre entrevous, soit de suspentes spécialement adaptées sur le bord des poutrelles.

2.9. Conception et calculs - Hypothèses

Le principe de dimensionnement des planchers en phase provisoire ainsi qu'en phase définitive est basé sur les prescriptions définies dans la norme NF P19-205. Des adaptations aux règles de calculs applicables aux poutrelles en béton précontraint ont été apportées du fait de la spécificité des poutrelles RAID Hybride associant treillis raidisseur et talon en béton. Les vérifications prennent en compte la précontrainte du talon et la présence du treillis dans le calcul des déformations, de l'état de contrainte et de la résistance, en phase provisoire et en phase définitive.

Pour la détermination des contraintes normales sur la poutrelle seule, la section résistante est constituée du talon béton, des armatures longitudinales (armatures de précontrainte et armatures inférieures et supérieures du treillis raidisseur) homogénéisées comme indiqué dans la norme NF P19-205 suivant la vérification considérée.

Les calculs sont réalisés en considérant les sections d'aciers homogénéisées conformément à la norme NF P19-205. Les planchers sont calculés en prenant pour référence le béton des poutrelles. En phase définitive, il est pris en compte un coefficient d'équivalence $n = 15$ pour les aciers passifs et un coefficient d'équivalence $n_{ch} = E_{cm \text{ béton chantier}} / E_{cm \text{ poutrelle}}$ pour le béton de chantier.

Le calcul des contraintes dues à la précontrainte est réalisé en homogénéisant les sections des armatures longitudinales passives, en considérant $n = 5$, pour les vérifications à la mise en précontrainte et phases provisoires ; et $n = 15$, dans les autres cas. Les sections des armatures actives ne sont pas prises en compte pour la détermination de ces contraintes.

2.9.1. Phase provisoire

Le calcul en phase provisoire est réalisé comme une poutrelle treillis, excepté la prise en compte de la contre flèche (§9.3.1.1 de la NF P19-205) pour la détermination des flèches et des effets de mare.

Les vérifications et les définitions des actions sont réalisées conformément au NF DTU 23.5 et NF P19-205 chapitre 9. Le critère de limitation de la contrainte en fibre inférieure applicable aux poutrelles en béton précontraint et décrit au §C.2.3 de la norme NF P19-205 doit être respecté.

Les moments résistants, efforts tranchants et rigidités sont indiqués dans le certificat NF des poutrelles.

La contreflèche de calcul se détermine avec la formule indiquée au 9.3.1.1 de la NF P19-205.

2.9.2. Phase définitive

En phase définitive, les vérifications suivantes sont effectuées conformément à la NF P19-205 avec la prise en compte des points suivants :

2.9.2.1. Vérification à l'état limite de service (ELS)

Les flèches active et quasi permanente sont déterminées conformément à l'article 8.5.3.2 de la NF P19-205 en ajoutant l'effet de la précontrainte déterminé suivant la méthodologie de l'article 8.5.3.2. Le module pris en compte est celui du talon de la poutrelle. La fissuration n'étant pas permise, seule l'inertie du montage non fissuré est considérée dans le calcul de la flèche selon art. 8.5.3.2 ; lorsque la portée limitée par le critère de flèche est supérieure à la portée limitée par le moment critique de fissuration (M_{cr} défini à l'art. 8.5.3.2), c'est cette dernière qui est retenue.

La flèche active est égale à

$$f_a = w_t - w_a - \frac{k_p * P_{m,0} * e_p * L^2}{8 * k_a * E_{c,eff} * I_{uc}}$$

La flèche quasi permanente est égale à :

$$w_{qp} = w_{qp,eq(94)} - 0,5 * \frac{P_{m,0} * e_p * L^2}{8 * k_a * E_{c,eff} * I_{uc}}$$

Les vérifications de durabilité sont effectuées conformément à la norme NF-P19-205 partie 8.2 et 8.4.

Pour le calcul des contraintes, les moments sollicitant sont déterminés conformément à l'annexe F de la NF-P19-205 :

$$M = [\alpha(G_1 + G_2) - k(\alpha - 1)G_2 + G_3 + G_4 + \Psi Q_B] \frac{\chi l^2}{8}$$

Avec :

ψ , k et α variables suivant la nature de la combinaison et de la section du calcul suivant la norme NF P19-205.

2.9.2.2. Vérification en flexion à l'état limite ultime (ELU)

Elle est vérifiée conformément à l'article 7.2.2.2 de la NF P19-205.

2.9.2.3. Vérification en cisaillement à l'état limite ultime (ELU)

Elle est vérifiée conformément à l'article 7.3.2 de la NF P19-205 modifié comme suit : Pour la vérification du cisaillement dans la zone d'enrobage, l'effort tranchant est limité par :

$$V_{au} = 2a\tau_{cu}z \frac{A_{f_{yk}} + A_{p_{fk}}}{A_{p_{fk}}}$$

L'effort tranchant ultime est le minimum de :

$[V_{WU} ; \max [V_{cu} ; V_{du}] ; V'_{cu} ; V_{au}]$,

2.10. Organisation

Pour chaque chantier, un plan de préconisation de pose est établi.

Le plan est réalisé à l'aide d'un logiciel spécifique qui permet le dessin de l'ouvrage, le calcul du plancher et permet d'éditer une nomenclature. Le dessinateur renseigne l'ensemble des éléments permettant le dimensionnement du plancher (géométrie, charges, classe d'exposition...).

En fonction des données renseignées, le calcul est réalisé pour chaque file de poutrelle conformément au paragraphe 2.9 Conception et calculs.

Les positions et nombre de files d'étais, aciers chapeaux, aciers de continuités, ... sont automatiquement déterminés par le logiciel.

Le plan de préconisation de pose ainsi que sa nomenclature sont systématiquement fournis au distributeur du plancher. La correspondance entre la référence technique décrite dans l'avis technique et la référence commerciale est indiquée sur le plan de préconisation de pose ainsi que sur les étiquettes des produits.

2.11. Stabilité et utilisation en zone sismique

Les dispositions parasismiques doivent être conformes à l'article 13 de la NF P19-205.

2.12. Sites de production

FABEMI STRUCTURE LA GARDE

32, Avenue Becquerel

ZI TOULON EST

83070 LA GARDE

FABEMI STRUCTURE SOTRACO

Zone d'activité de la Forêt

PUY LA LAUDE

45210 FONTENAY SUR LOING

FABEMI STRUCTURE DONZERE

ZI Le Pont Double

320, Route Nationale 7

26290 DONZERE

2.13. Résultats expérimentaux

Détermination des valeurs caractéristiques des poutrelles avec et sans étais par de nombreux essais interne et tableau de suivi de production.

2.14. Références

2.14.1. Données Environnementales

Le procédé de plancher à poutrelles RAID HYBRIDE ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 aout 2015.

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

2.14.2. Autres références

Depuis le printemps 2009, la Société FABEMI a livré plus de 18,9 millions de ml de poutrelles treillis ce qui représente près de 11 millions de m² de plancher RAID HYBRIDE mis en œuvre.

Tableau 9 – Références chantiers

Maitre d'ouvrage	Adresse du chantier	Maitre d'œuvre	Contrôleur technique	Type de bâtiment	Type de produit	Date réception gros œuvre
SARL Bram Immo 59 rue Mairie 11300 LIMOUX	11150 BRAM	TERRE D AUDE 59 rue Mairie 11300 LIMOUX	SOCOTEC ZI Sautes rue de l'industrie 11800 TREBES	41 villas en bande	Poutrelles avec étais 5,30 à 6,20 et sans étau 2,40ml à 5,20ml béton	Décembre 2019
SARL Saintes Puelles Invest 59 rue Mairie 11300 LIMOUX	11400 MAS SAINTES PUELLES	TERRE DAUDE 59 rue Mairie 11300 LIMOUX	SOCOTEC ZI Sautes rue de l'industrie 11800 TREBES	34 villas en bande	Poutrelles sans étau jusqu'à 5,00ml béton Poutrelles avec étais jusqu'à 5,60ml béton	Octobre 2019
Kaufman & Broad 266 pl Ernest Granier 34000 Montpellier	RIVE GAUCHE Rue Alsace Lorraine 30240 Le Grau du Roi	G BAT-Atelier MG 1300 Av Albert Einstein 34000 Montpellier	Qualiconsult 1025 av Henri Becquerel 34000 Montpellier	Immeuble 22 logements	Poutrelles avec étais jusqu'à 5,70ml de béton	Fin 2018 - début 2019
Le Pelagia	Volx (04)	MTP Manosque	APAVE	Bâtiment collectif	Poutrelles sans étau	Mai 2018
Res ELOUNDA	Oraison (04)	MTP Manosque	PREFECTURE	9 villas	Poutrelles sans étau	Octobre 2019
	Gareoult (83)	ERGC		Salle polyvalente	Poutrelles sans étau	Octobre 2019
BSE	Luyes (13)	AJ constr	APAVE	Cantine prison	Poutrelles sans étau	Octobre 2019
Cadmo sccv st claude	Montfavet (84)	Arco bat	APAVE	84 logements	Poutrelles sans étau	Octobre 2019

2.15. Annexes du Dossier Technique

Tableau 10 – Gamme des poutrelles

Gamme poutrelle	Treillis					Talon					
	Hauteur	$\varnothing_{\text{Haut}}$	$\varnothing_{\text{Sinus}}$	\varnothing_{Bas}	Enrobage treillis	nb toron	$\varnothing_{\text{toron}}$	Enrobage toron	ht talon	lg talon	f_{ck}
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Mpa]
121-FBD	10,5	8	4,5	6	15	1	6,85	19	40	120	55
121-IBD	10,5	10	4,5	6	15	1	6,85	19	40	120	55
121-IBF	10,5	10	4,5	8	15	1	6,85	19	40	120	55
121-IBI	10,5	10	4,5	10	15	1	6,85	19	40	120	55
122-IBI	10,5	10	4,5	10	15	2	6,85	19	40	120	55
121-ICF	10,5	10	5	8	15	1	6,85	19	40	120	55
122-ICF	10,5	10	5	8	15	2	6,85	19	40	120	55
121-KCD	10,5	12	5	6	15	1	6,85	19	40	120	55
122-KCD	10,5	12	5	6	15	2	6,85	19	40	120	55
121-KCF	10,5	12	5	8	15	1	6,85	19	40	120	55
121-KDD	10,5	12	6	6	15	1	6,85	19	40	120	55
122-KDD	10,5	12	6	6	15	2	6,85	19	40	120	55
121-LCD	10,5	14	5	6	15	1	6,85	19	40	120	55
122-LCD	10,5	14	5	6	15	2	6,85	19	40	120	55
121-LCF	10,5	14	5	8	15	1	6,85	19	40	120	55
122-LCF	10,5	14	5	8	15	2	6,85	19	40	120	55
121-LCI	10,5	14	5	10	15	1	6,85	19	40	120	55
122-LCI	10,5	14	5	10	15	2	6,85	19	40	120	55
121-LDD	10,5	14	6	6	15	1	6,85	19	40	120	55
122-LDD	10,5	14	6	6	15	2	6,85	19	40	120	55
121-LDF	10,5	14	6	8	15	1	6,85	19	40	120	55
122-LDF	10,5	14	6	8	15	2	6,85	19	40	120	55
121-LDI	10,5	14	6	10	15	1	6,85	19	40	120	55
122-LDI	10,5	14	6	10	15	2	6,85	19	40	120	55
131-KCD	12	12	5	6	15	1	6,85	19	40	120	55
132-KCD	12	12	5	6	15	2	6,85	19	40	120	55
131-KDD	12	12	6	6	15	1	6,85	19	40	120	55
132-KDD	12	12	6	6	15	2	6,85	19	40	120	55
131-LCD	12	14	5	6	15	1	6,85	19	40	120	55
132-LCD	12	14	5	6	15	2	6,85	19	40	120	55
131-LCF	12	14	5	8	15	1	6,85	19	40	120	55
132-LCF	12	14	5	8	15	2	6,85	19	40	120	55
131-LCI	12	14	5	10	15	1	6,85	19	40	120	55

Tableau 10 (suite)– Gamme des poutrelles

Gamme poutrelle	Treillis					Talon					
	Hauteur	ØHaut	ØSinus	ØBas	Enrobage treillis	nb toron	Øtoron	Enrobage toron	ht talon	lg talon	f _{ck}
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Mpa]
132-LCI	12	14	5	10	15	2	6,85	19	40	120	55
131-LDD	12	14	6	6	15	1	6,85	19	40	120	55
132-LDD	12	14	6	6	15	2	6,85	19	40	120	55
131-LDF	12	14	6	8	15	1	6,85	19	40	120	55
132-LDF	12	14	6	8	15	2	6,85	19	40	120	55
131-LDI	12	14	6	10	15	1	6,85	19	40	120	55
132-LDI	12	14	6	10	15	2	6,85	19	40	120	55
131-MDF	12	16	6	8	15	1	6,85	19	40	120	55
132-MDF	12	16	6	8	15	2	6,85	19	40	120	55
131-MDI	12	16	6	10	15	1	6,85	19	40	120	55
132-MDI	12	16	6	10	15	2	6,85	19	40	120	55
131-MDK	12	16	6	12	15	1	6,85	19	40	120	55
132-MDK	12	16	6	12	15	2	6,85	19	40	120	55
131-MEF	12	16	7	8	15	1	6,85	19	40	120	55
132-MEF	12	16	7	8	15	2	6,85	19	40	120	55
131-MEI	12	16	7	10	15	1	6,85	19	40	120	55
132-MEI	12	16	7	10	15	2	6,85	19	40	120	55
131-MFI	12	16	8	10	15	1	6,85	19	40	120	55
132-MFI	12	16	8	10	15	2	6,85	19	40	120	55
131-NEF	12	12+14	7	8	15	1	6,85	19	40	120	55
132-NEF	12	12+14	7	8	15	2	6,85	19	40	120	55
162-ICI	15	10	5	10	15	2	6,85	19	40	120	55
162-IDI	15	10	6	10	15	2	6,85	19	40	120	55
162-KCI	15	12	5	10	15	2	6,85	19	40	120	55
162-KDI	15	12	6	10	15	2	6,85	19	40	120	55
162-MEI	15	16	7	10	15	2	6,85	19	40	120	55
162-MFI	15	16	8	10	15	2	6,85	19	40	120	55
212-MFI	20	16	8	10	15	2	6,85	19	40	120	55
212-MFK	20	16	8	12	15	2	6,85	19	40	120	55

Liste des montages

Liste des montages les plus courants avec indication de leur poids

Tableau 11 – Montages

Types de planchers	Entraxes (cm)	Épaisseurs des Planchers (cm)	Poids mort (daN/m ²)
Plancher à poutrelles et entrevous de coffrage en béton à bord incliné	60	12 + 4	240 à 260
		16 + 4	260 à 300
		20 + 4	335 à 350
		25 + 4	410 à 420
Plancher à poutrelles et entrevous de coffrage en béton à bords droits	60	12 + 4	230 à 240
		16 + 4	260 à 280
		20 + 4	300 à 320
Planchers à poutrelles et entrevous de coffrage en terre cuite, longitudinaux	60	12 + 4	195
		16 + 4	235
		20 + 4	255
		25 + 4	310
Planchers à poutrelles et entrevous de coffrage en terre cuite, transversaux	50 ou 60	12 + 4	260
		15 + 4	300
		20 + 4	350
		25 + 4	450
Loi de masse (avec plaques négatives en béton)	60	7 + 13	500
Loi de masse (avec entrevous en béton d'épaisseur 8 cm)	60	8 + 8	300
		8 + 10	347
		8 + 12	395
Plancher à poutrelles et entrevous polystyrène	60	12 + 5	165 à 205
		15 + 5	175 à 230
		20 + 5	200 à 300

Figure 1 – Armature préfabriquée en treillis métallique soudé

Armature préfabriquée en treillis métallique soudé

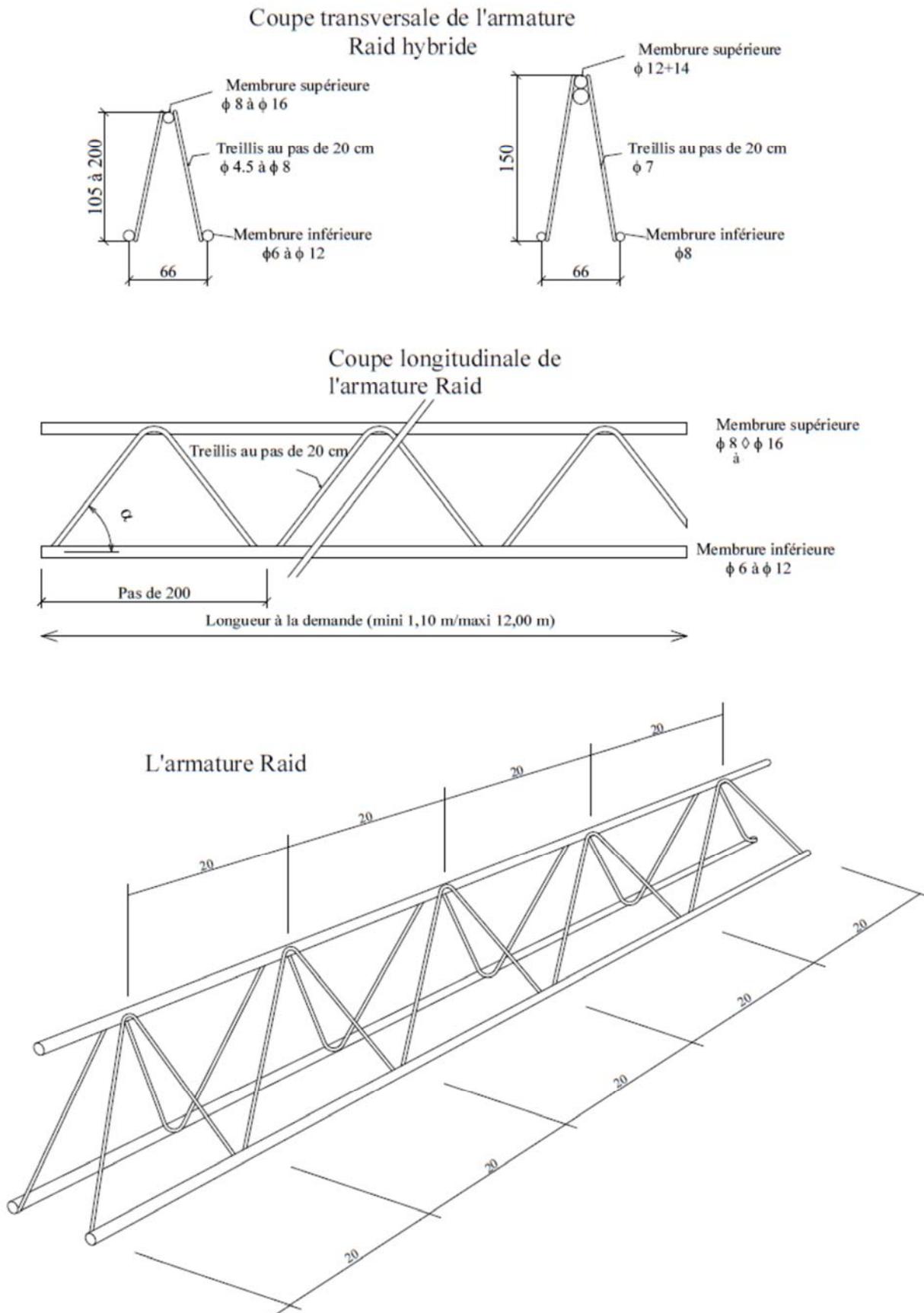
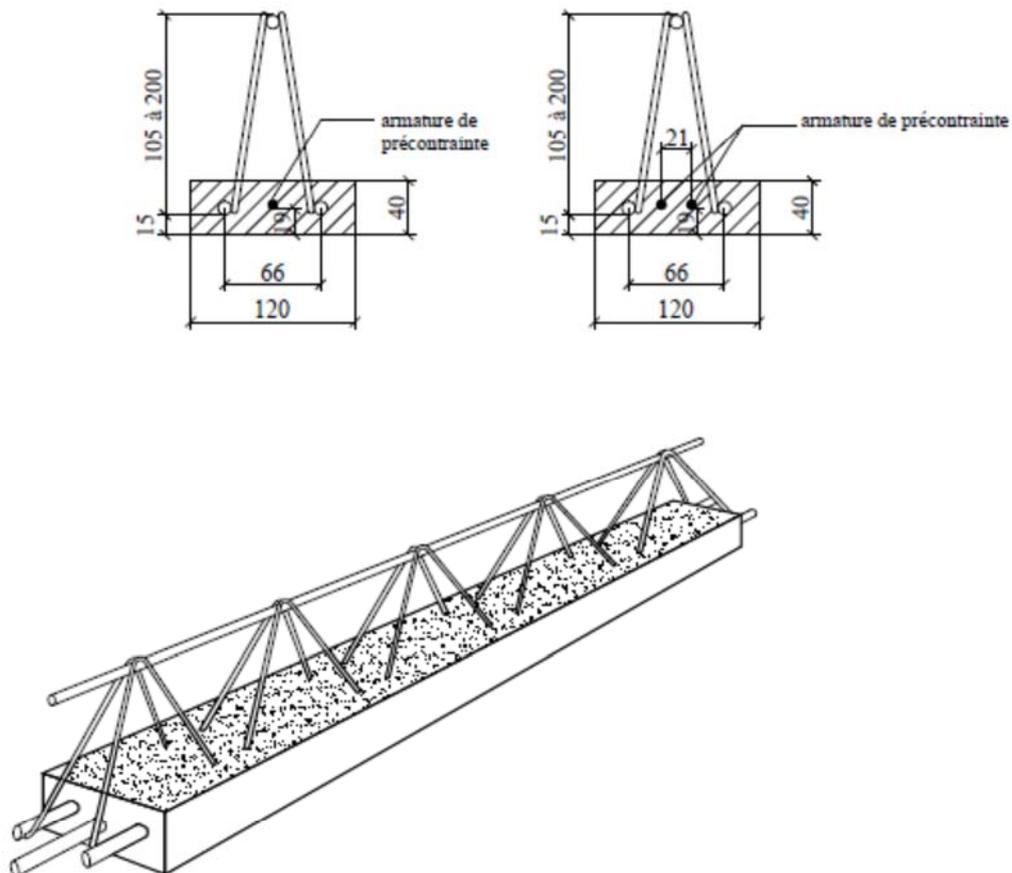


Figure 2 – Poutrelle préfabriquée en treillis métallique soudé à base préenrobée précontraint

Poutrelle préfabriquée en treillis métallique soudé à base préenrobée précontraint



Renforcement de la poutrelle à la flexion (systèmes de renforcement)

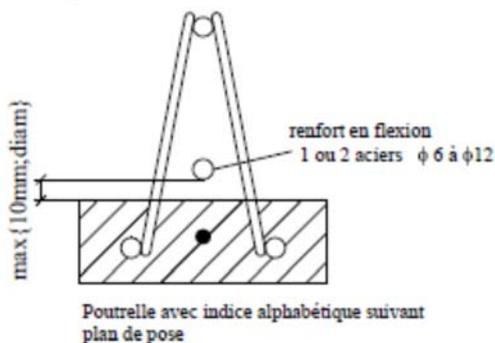
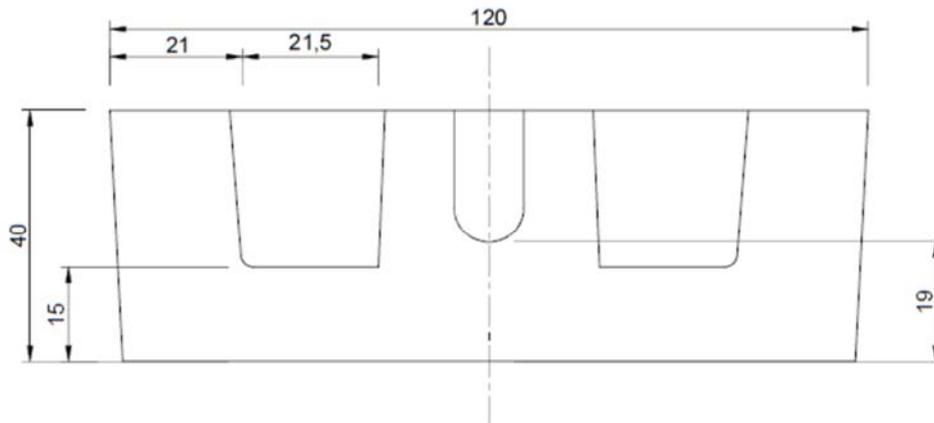
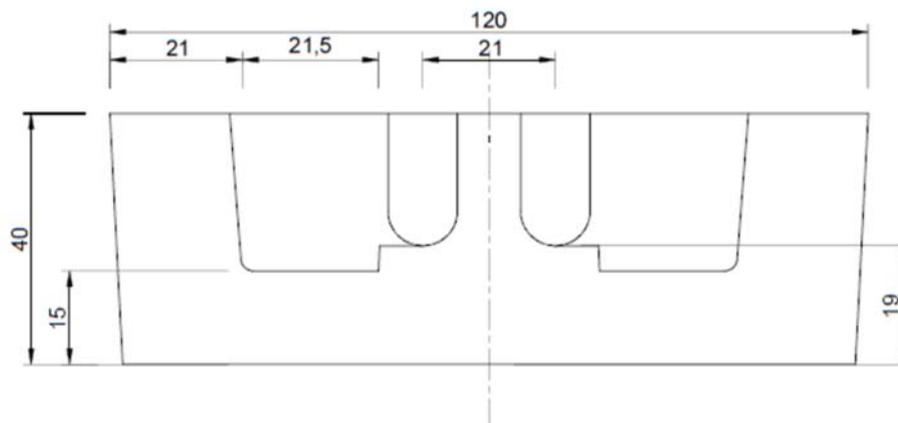


Figure 3 – Cales d'about et intermédiaires

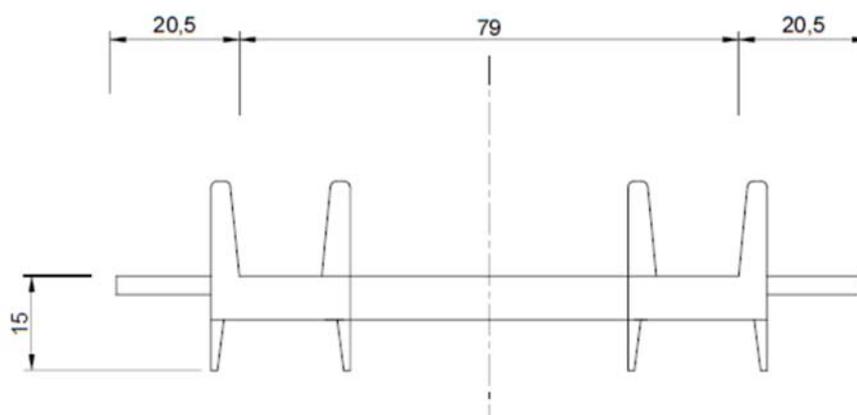
Calage about 1 Toron



Calage about 2 Torons

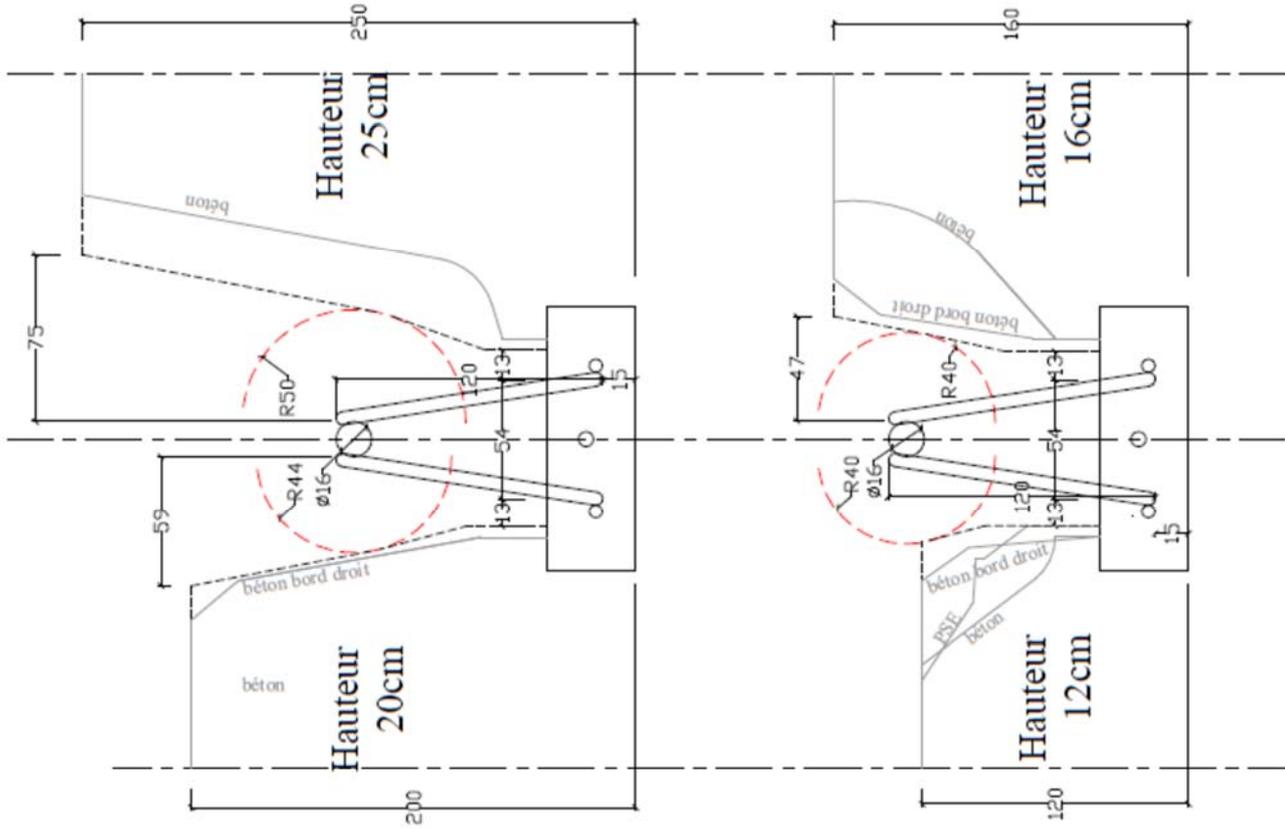


Calage intermédiaire



Schémas de compatibilité poutrelles / entrevous (tout type)

Raidisseur de 120mm



Raidisseur de 105mm

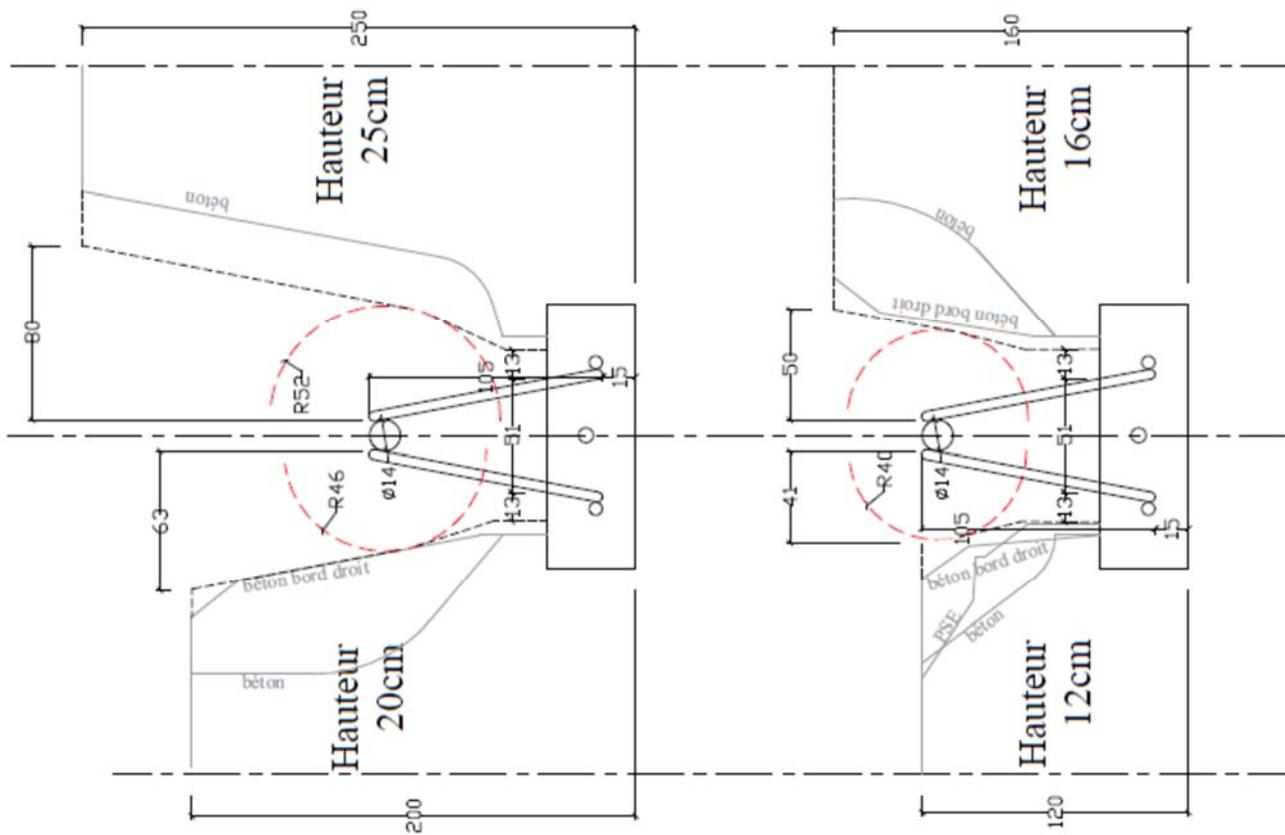
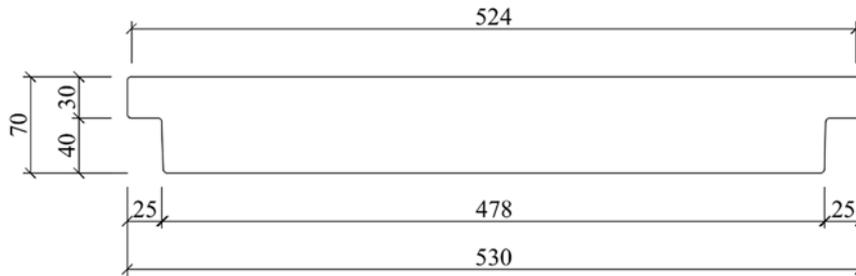


Figure 4 – Schémas de compatibilité poutrelles/entrevous

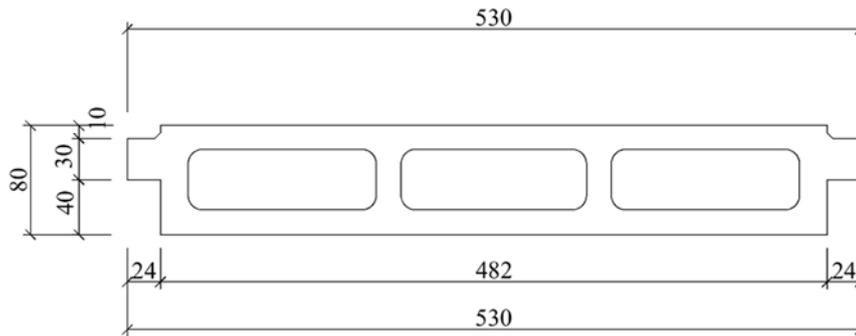
Figure 6 – Exemple d'entrevous de coffrage résistant en béton

Exemple d'entrevous de coffrage résistant en béton

Plaque négative



Entrevous béton



Entrevous béton

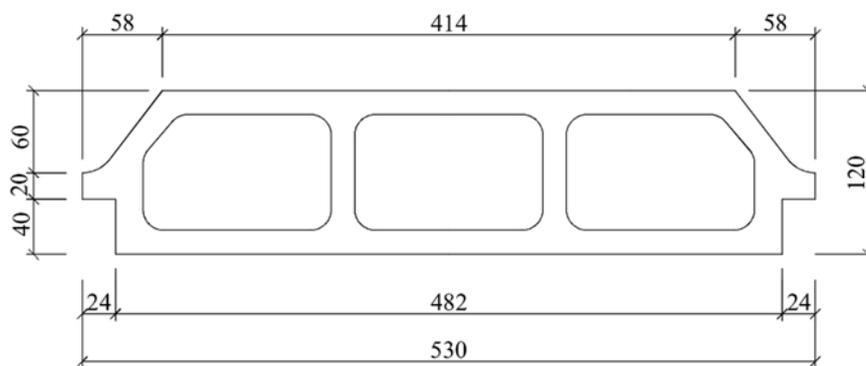


Figure 7 – Exemple d'entrevous de coffrage résistant en béton

Exemple d'entrevous de coffrage résistant en béton

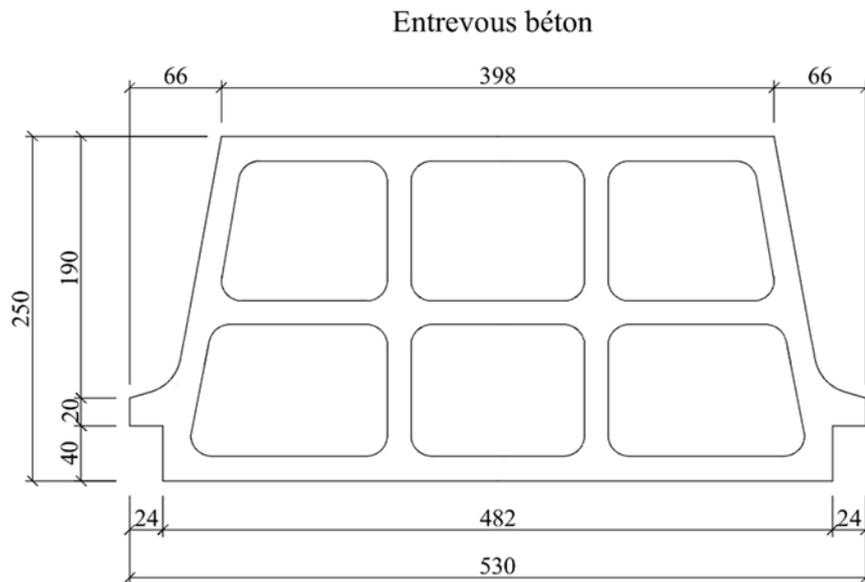
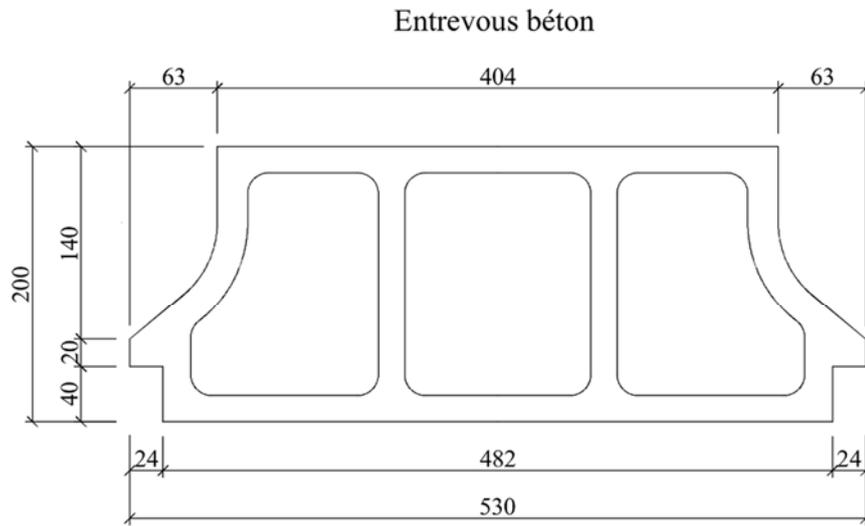
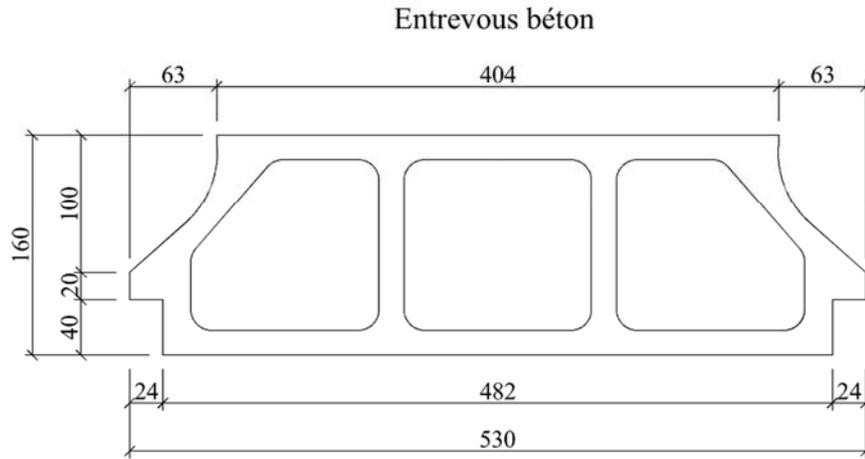


Figure 8 – Exemple d'entrevous de coffrage résistant en béton

Exemple d'entrevous de coffrage résistant en béton

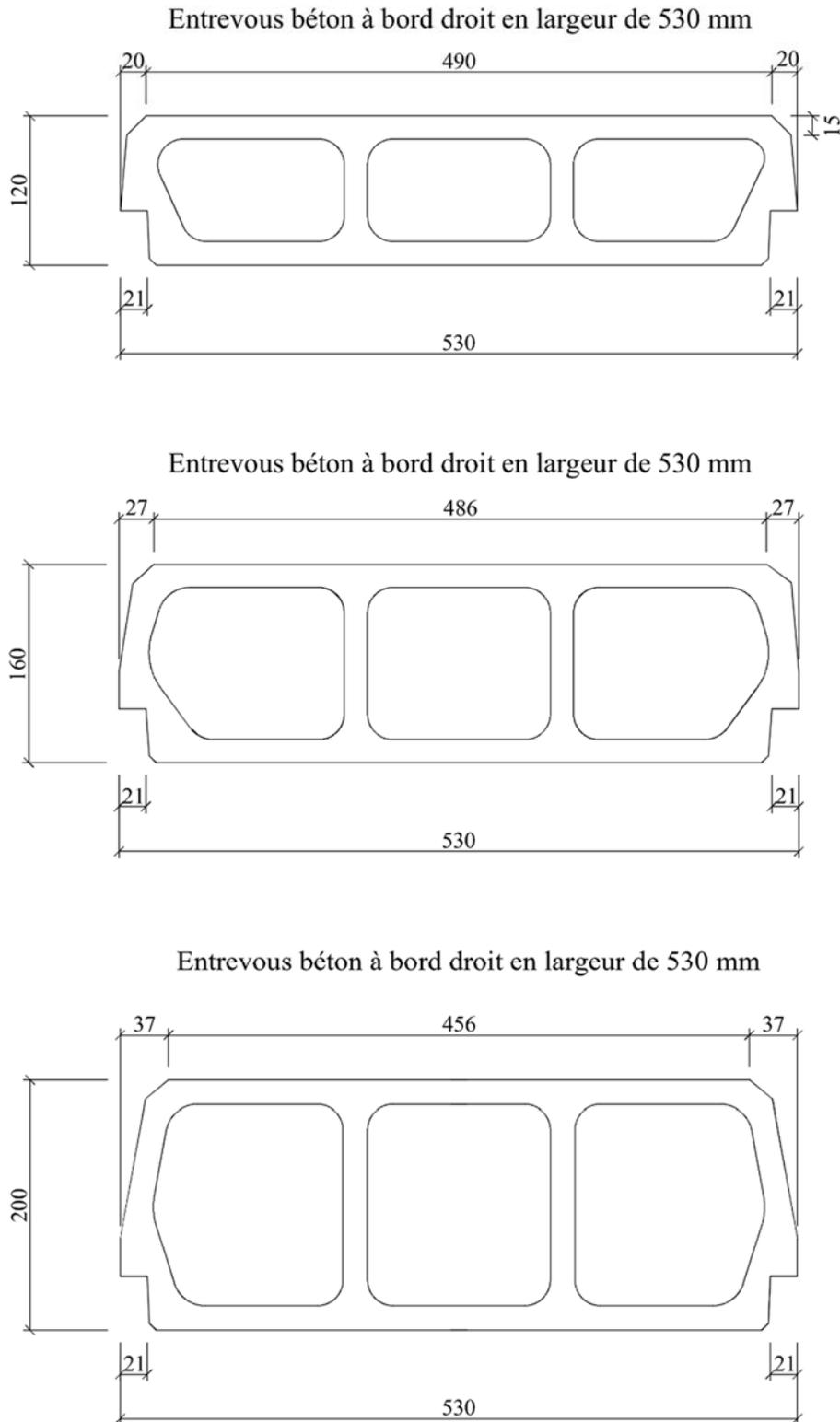


Figure 9 – Exemple d'entrevous de coffrage résistant en béton

Exemple d'entrevous de coffrage résistant en béton

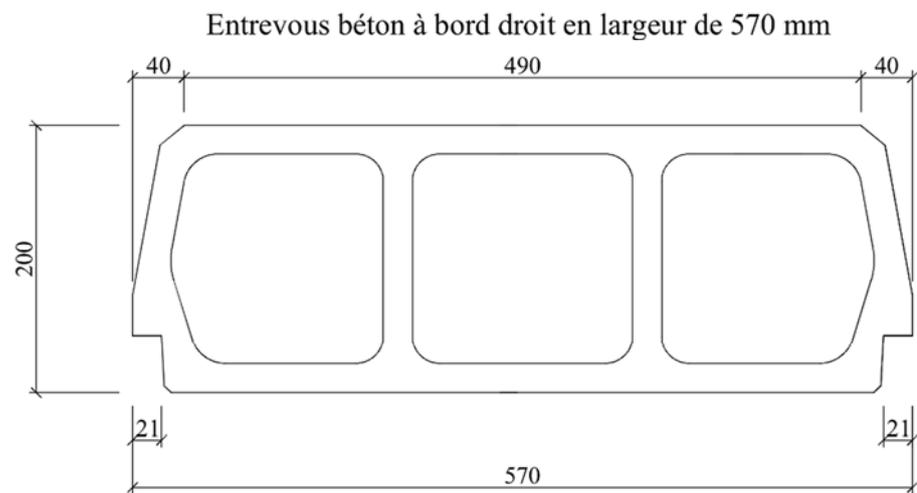
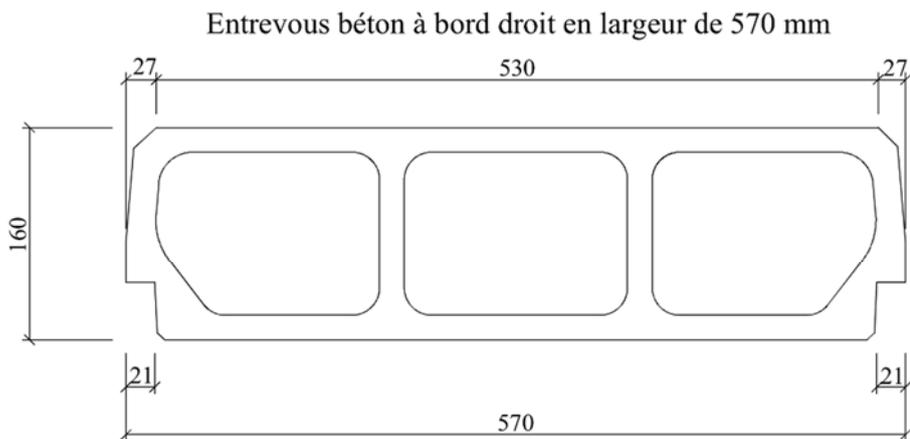
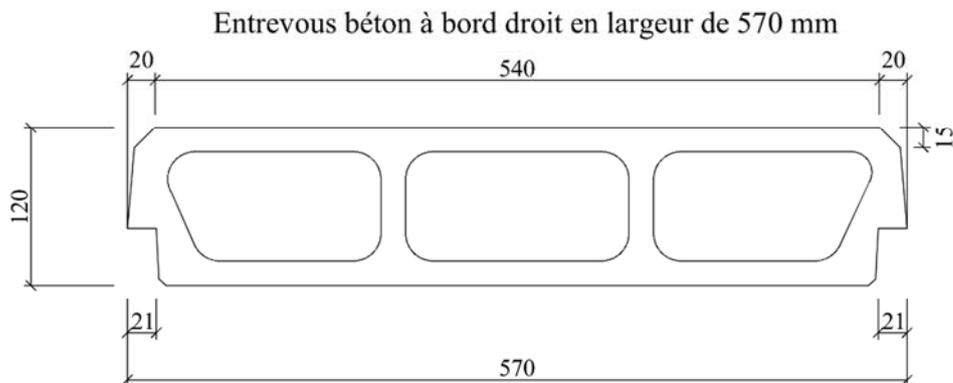


Figure 10 – Exemple d'entrevous de coffrage résistant en terre cuite

Exemple d'entrevous de coffrage résistant en terre cuite

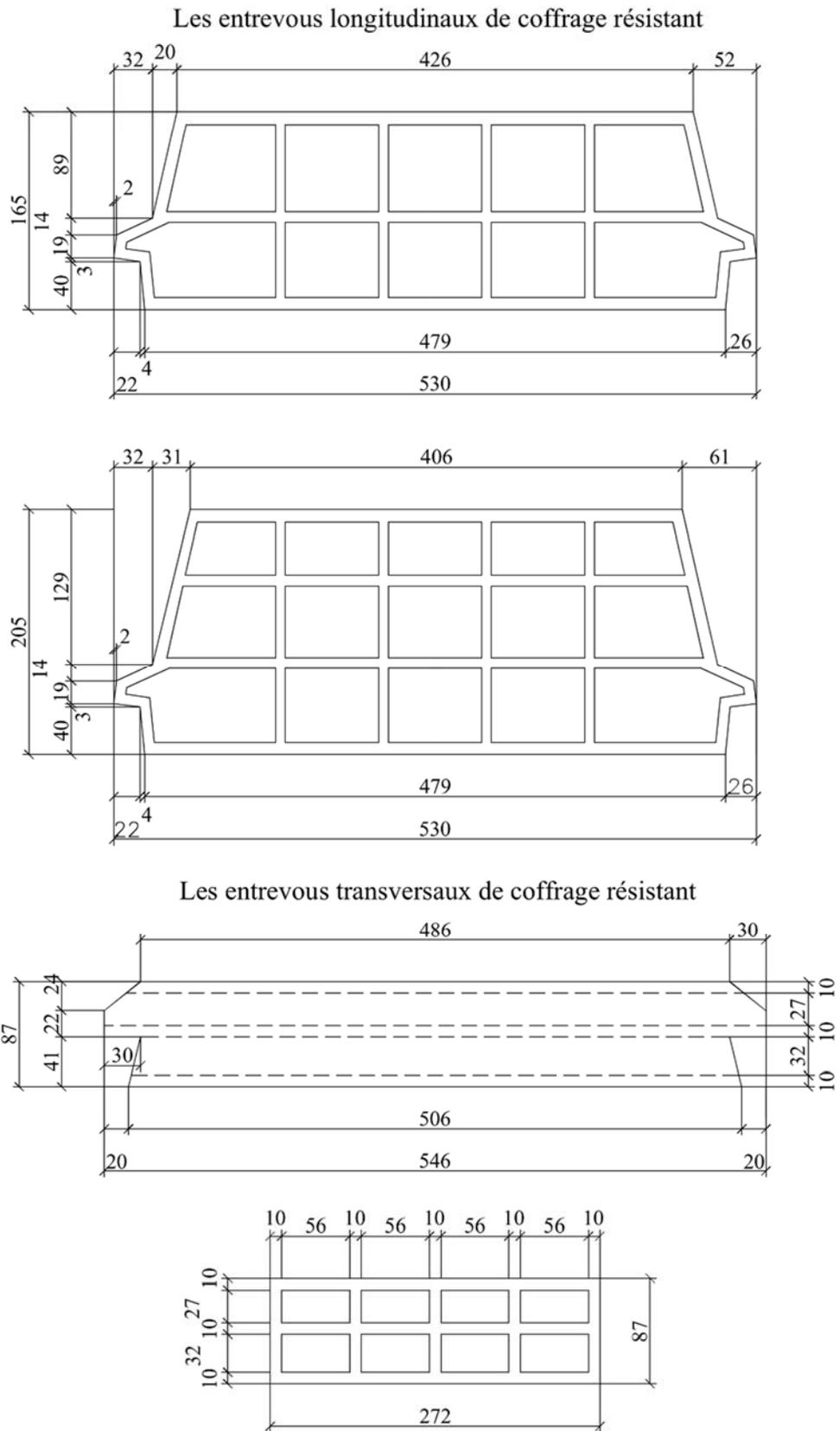
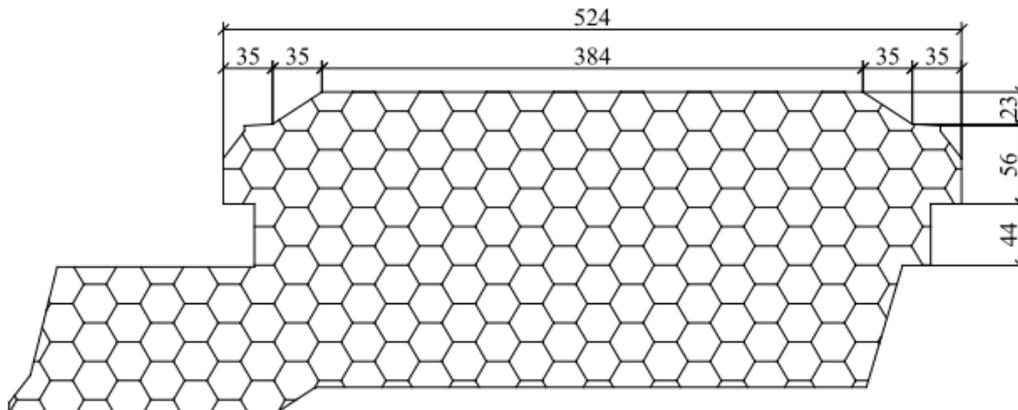


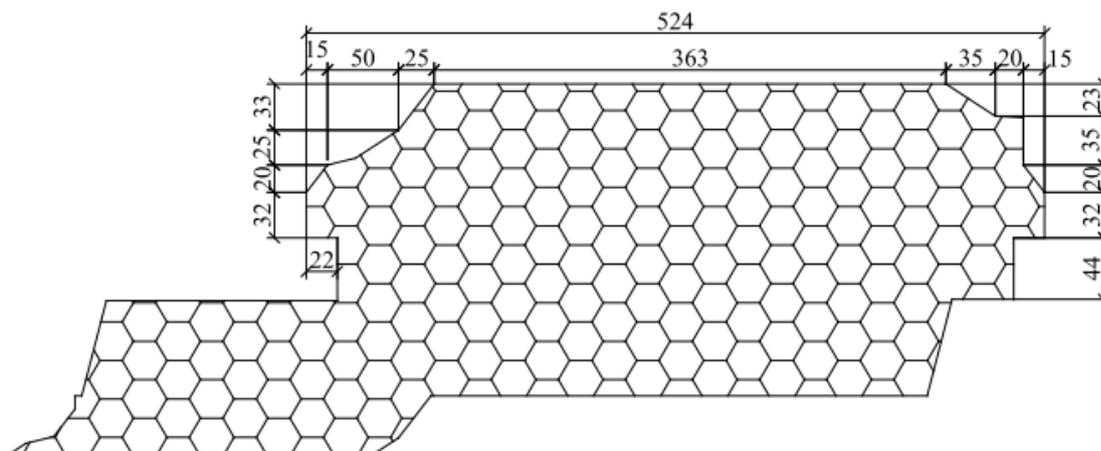
Figure 11 - Exemple d'entrevous de coffrage simple

Exemple d'entrevous de coffrage simple

Exemple entrevous ht = 120mm
entrevous NF



Exemple entrevous ht = 150mm
entrevous NF



Entrevous béton avec réhausse polystyrène
(fixées aux entrevous)

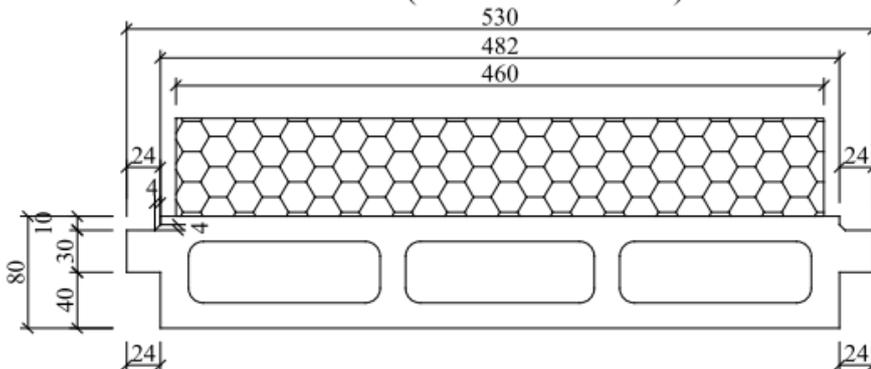
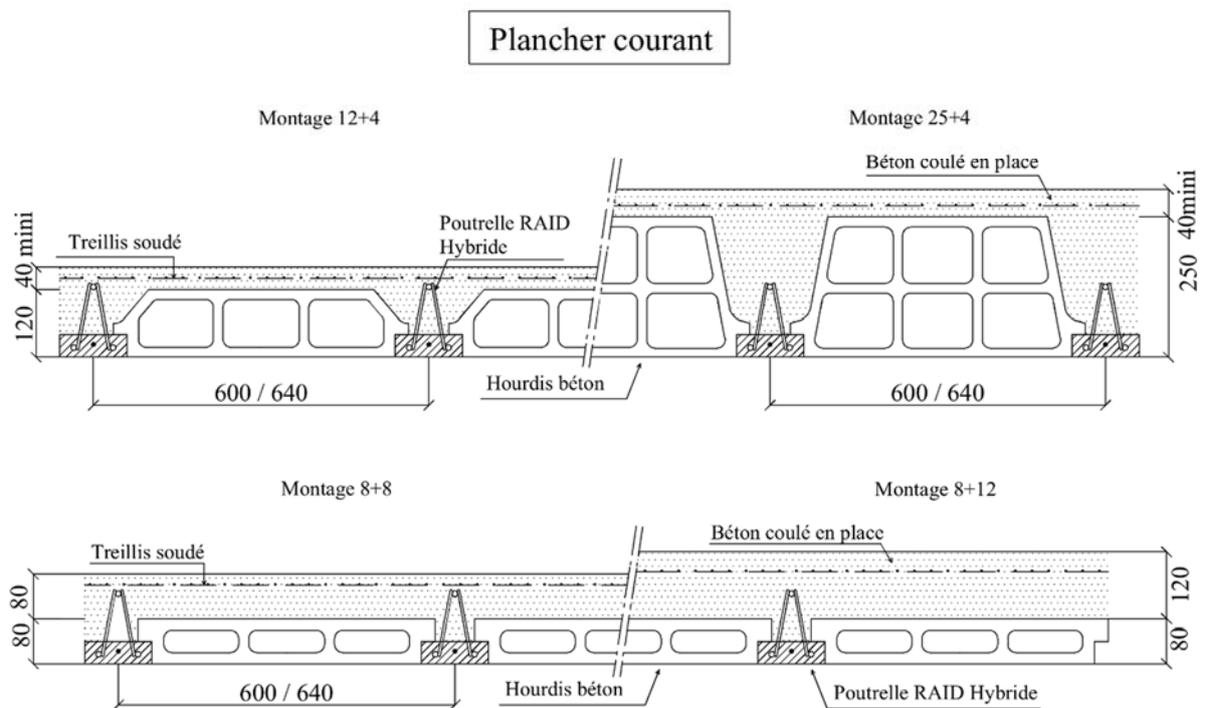
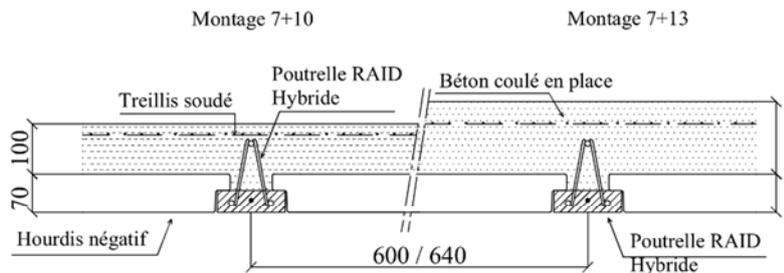


Figure 12 – Exemple de montages béton

Exemples de montages béton



Loi de masse



Plancher béton avec entrevous béton à bord droits

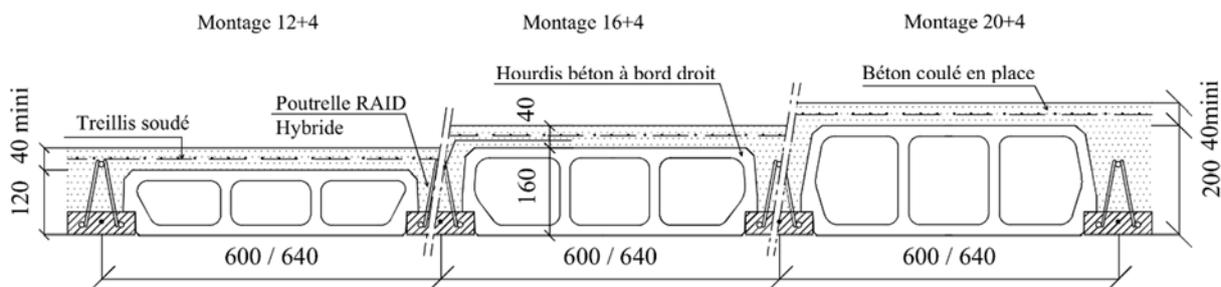
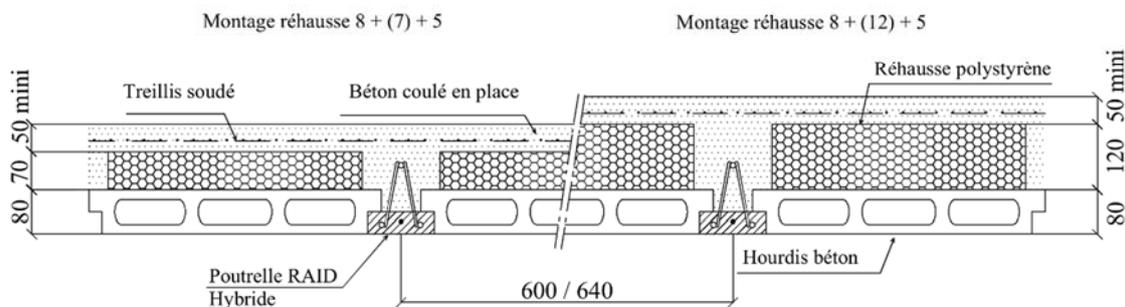


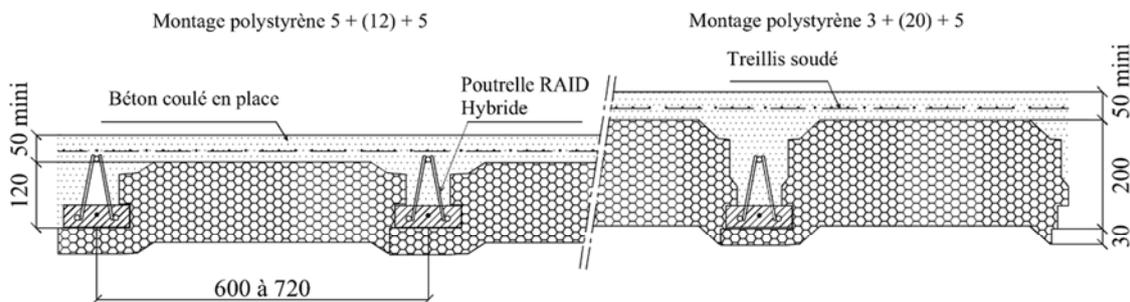
Figure 13 – Exemples de montage isolants

Exemples de montages isolants

Entrevous béton + réhausse polystyrène



Entrevous polystyrène à languette



Entrevous béton + dalle flottante

