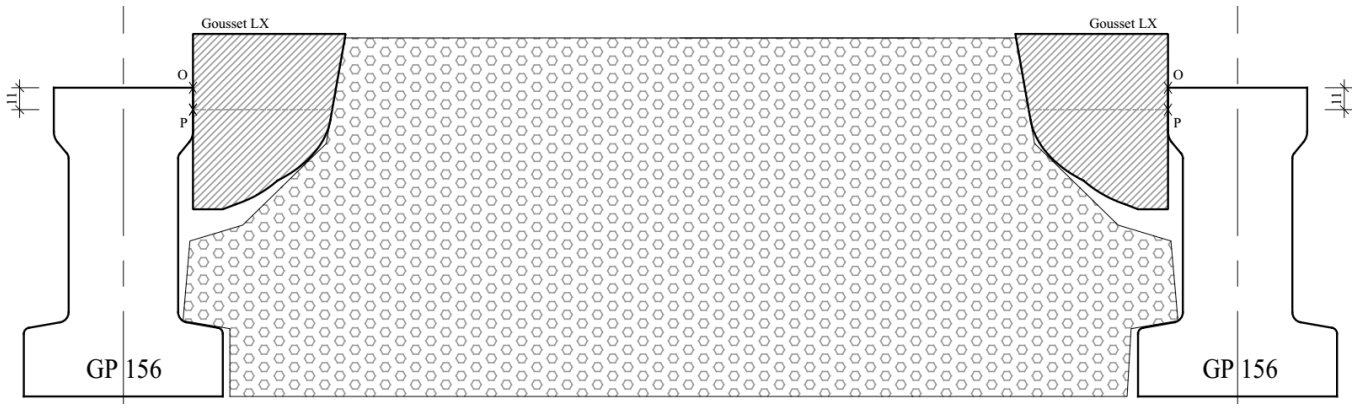
APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 2939_V2

(Annule et remplace la 2939_V1)

ATEx de cas a

Validité du 12/07/2021 au 12/07/2024



Copyright : Société KP1 R&D

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

A LA DEMANDE DE :

Société KP1 R&D
Quartier de la grave, RD 26 – 30131 PUJAUT

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 2939_V2

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de Plancher Leader GP.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 12/07/2021, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEx ci-dessous définie :

- demandeur : Société **KP1 R&D**
- technique objet de l'expérimentation : Plancher à poutrelles en béton précontraint Leader GP constitué :
  - de poutrelles en béton précontraint de dimensions 100 x 155 mm ht (GP156) et 140 x 180 mm ht (GP185) ;
  - d'entrevous de différentes natures : de coffrage résistant (béton ou terre cuite), porteurs simples ou à table de compression incorporée (béton ou terre cuite) ou de coffrage simple en polypropylène (EMS, EMR & EMX) ou en PSE (Isoleader, Isoleader SPX et IsoGP) ;
  - Le domaine d'emploi est celui défini au chapitre 1 du NF DTU 23.5 P1-1 « Planchers à poutrelles en béton ».

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEx 2939_V2 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

*Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **12 07 2024**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulées aux §5.*

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

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages

Les dérogations du plancher Leader GP par rapport au NF DTU 23.5 et la norme de calcul NF P19-205 portent, pour la poutrelle, sur l'absence de référence sur la forme du clavetage vis-à-vis de la dérogation couture pour la valeur de la contrainte admissible relative à la vérification du monolithisme, et pour les montages sur l'épaisseur de la dalle de compression et/ou sur la forme de clavetage du béton mise en œuvre. Une approche comparative avec la gamme LX sous DTA n°3.1/18-957_V2.1 associée à une exploitation des qualifications expérimentales et évaluations techniques réalisées sur la gamme LX de ce DTA a permis de justifier la gamme Leader GP vis-à-vis de ces dérogations.

Le dimensionnement du plancher Leader GP selon la norme NF P19-205, en tenant compte des justifications apportées, permet d'assurer sa stabilité.

1.2 – Sécurité des intervenants

Les poutrelles GP156 et GP185 ont fait l'objet d'essais de type initiaux de flexion et d'effort tranchant qui confirment les valeurs indiquées au cahier des charges annexé au présent document. Les essais de poinçonnement flexion sur les entrevous IsoGP doivent être confirmés par des essais initiaux au démarrage de la mission de suivi externe de la fabrication, par le CSTB, des usines de production. Moyennant les contrôles internes et le suivi de fabrication des poutrelles et des entrevous, la sécurité des intervenants est normalement assurée.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Les justifications des plancher Leader GP vis-à-vis de leur résistance au feu sont réalisées par référence à la norme NF P19-205.

Les conditions d'utilisation des entrevous thermoplastiques EMS, EMR, EMX doivent respecter les prescriptions de l'annexe C du NF DTU 23.5 P1-1 dans le cas des ERP et des bâtiments d'habitations.

Pour les bâtiments d'habitation, les montages comportant des entrevous isolants PSE doivent respecter les exigences définies dans le « 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 ERP, ils doivent satisfaire aux exigences définies dans les règlements de sécurité correspondants par la mise en place d'un écran protecteur vis-à-vis du feu.

Pour l'utilisation dans les établissements devant respecter le code du travail, ils doivent satisfaire aux exigences définies dans l'arrêté du 5 août 1992.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

Les prescriptions du cahier des charges annexé au présent document se basent sur les prescriptions communes applicables aux poutrelles sous Avis Technique ou DTA

2°) Faisabilité

2.1 – Production

Les poutrelles sont produites dans des usines de préfabrication dûment équipées, et qui disposent d'une expérience dans la fabrication de ce type d'éléments. La fabrication et la constance de performance de produits sont avérées.

2.2 – Mise en œuvre

La mise en œuvre du plancher Leader GP ne diffère pas de la mise en œuvre des planchers classiques à poutrelles précontraintes ; elle peut donc être considérée comme certaine.

3°) Risques de désordres

Les risques de désordres des planchers à poutrelles Leader GP sont similaires à ceux d'un plancher usuel à poutrelles précontraintes traditionnel ou sous Avis Technique étant donné que le dimensionnement des planchers à poutrelles Leader GP est effectué suivant les vérifications prescrites par la norme NF P19-205. Les risques de désordre peuvent donc être considérés comme minimes.

5°) Recommandations

Il est recommandé de :

- justifier d'un suivi externe de la fabrication assuré par le CSTB, pour les usines de production des poutrelles GP156 et GP185 selon le référentiel de certification NF 395 ;
- justifier d'un suivi externe de la fabrication assuré par le CSTB pour les usines de production des entrevous IsoGP selon le référentiel de certification NF 547.

6°) Rappel

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

EN CONCLUSION

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

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

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

Ménad CHENAF

Le présent document comporte 64 pages dont deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société **KP1 R&D**
Quartier de la grave, RD 26 – 30131 PUJAUT

Définition de la technique objet de l'expérimentation : Plancher à poutrelles en béton précontraint Leader GP

- Plancher nervuré à poutrelles préfabriquées Leader GP en béton précontraint par prétension d'armatures adhérentes, avec entrevous de diverses natures et table de compression complète ou partielle ;
- Les poutrelles GP156 et GP185 ont une section en Té renversé. L'âme des 2 poutrelles est surmontée d'une tête avec un débord de 7,5 mm pour la GP156 et de 7 mm pour la GP185 ;
- Les entrevous associés aux poutrelles GP sont soit des entrevous résistants (en béton ou terre cuite), des entrevous porteurs simples ou à table de compression incorporée (en béton ou terre cuite), des entrevous de coffrage simple en polypropylène (Leader EMS, EMR et EMX), ou des entrevous de coffrage simple en PSE (Isoleader, Isoleader SPX et IsoGP) ;
- Les non traditionnalités du procédé résultent soit du non-respect des règles de la dérogation couture (absence de référence pour la valeur de la contrainte de cisaillement admissible pour vérification du monolithisme ou forme de clavetage non conforme) ou du non-respect de l'épaisseur minimale de la dalle de compression fixée à 5 cm dans le cas des entrevous de coffrage simple ;
- Le domaine d'emploi visé est celui défini au chapitre 1 du NF DTU 23.5 P1-1 « Planchers à poutrelles en béton » : domaine englobant les utilisations courantes telles que 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, etc... situés en toutes zones géographiques, sismiques ou non (zones de sismicité 1 à 4) ;
- Les vérifications à la mise en œuvre sont conformes aux prescriptions de l'article 9.3 de la norme NF P19-205. En phase définitive, La conception et le calcul des montages sont effectués selon la norme NF P19-205 en tenant compte des amendements définis au § H.2 du cahier des charges annexé au présent document ;
- Les contrôles internes mis en place pour les poutrelles répondent aux exigences définies dans le référentiel de certification NF 395. La fabrication des poutrelles GP doit faire l'objet d'un suivi externe selon les exigences du référentiel de certification NF 395 ;
- Les entrevous EMS, EMR, EMX, Isoleader et Isoleader SPX sont contrôlés suivant le référentiel de certification NF 547 en vigueur et font l'objet d'un certificat NF ; Les entrevous IsoGP sont contrôlés en interne suivant le référentiel de certification NF 547 et doivent faire l'objet d'un suivi externe selon les exigences de ce même référentiel.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 2939_V2 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 59 pages.

Procédé de Plancher à poutrelles en béton précontraint Leader GP

« Dossier technique établi par le demandeur »

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

Datée du 11 06 2021

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEx 2939_V2.

DOSSIER TECHNIQUE ATEx cas a :

Plancher à poutrelles en béton précontraint Leader GP

I. Table des matières

II. PARTIE DESCRIPTIVE 3

A. Description du système de plancher et du domaine d'utilisation :.....3
1. Système de plancher :.....3
2. Domaine d'emploi :.....3
B. Définition des matériaux constitutifs :.....4
1. Armatures de précontrainte.....4
2. Armatures complémentaires.....4
3. Béton de poutrelle.....4
4. Béton coulé en œuvre.....4
C. Description des poutrelles :.....5
1. Généralités.....5
2. Identification des poutrelles.....5
3. Armatures de couture.....8
4. Étriers.....8
D. Description des Entrevous :.....11
1. Entrevous en béton :.....11
2. Entrevous en terre cuite :.....13
3. Entrevous et tympans Leader EMS, EMR et EMX :.....14
4. Entrevous isolants et autres composants d'isolation thermique.....15
E. Fabrication et contrôles :.....18
1. Description de la fabrication.....18
2. Contrôles de fabrication.....18
F. Mise en œuvre.....19
1. Généralités.....19
2. Planchers avec entrevous EMS, EMR et EMX.....19
3. Planchers avec entrevous Isoleader, Isoleader SPX et IsoGP.....20
G. Finitions.....20
H. Conception et calculs.....20
1. Vérifications à la mise en œuvre.....20
2. Vérifications en phase définitive.....21
I. Résultats expérimentaux :.....24
1. Essais mécaniques.....24
2. Essais au feu.....24
3. Etudes.....25

III. ANNEXES DU DOSSIER TECHNIQUE : 26

A. ANNEXE 1 : les entrevous 26

1. Entrevous de coffrage simple – Leader EMS /EMR 26
2. Entrevous de coffrage simple – Leader EMX 28
3. Entrevous de coffrage simple – Isoleader SPX 33
4. Entrevous de coffrage simple – Isoleader 35
5. Entrevous de coffrage simple – IsoGP 36

B. ANNEXE 2 : VALEURS D'UTILISATION 43

1. Tableau des caractéristiques des poutrelles précontraintes (mécanique et précontrainte) 43
2. Longueurs du contour de liaison (dérogation couture) 44
3. Tableau des caractéristiques des montages usuels 45
4. Tableaux de portées limites en phase définitive pour les montages usuels 47
5. Vérification des poutrelles en phase provisoire : valeurs résistantes et portées de mise en œuvre 50

C. ANNEXE 3 : Performances Thermiques des planchers 53

1. Cas des entrevous ISOLEADER : 53
2. Cas des entrevous Isoleader SPX 55
3. Cas des entrevous IsoGP 57

IV. PIECES JUSTIFICATIVES 59

1. Justification de la dérogation couture des poutrelles GP156 et GP185 avec l'entrevous IsoGP 59
2. Contours déployés Têtes de poutrelles X et GP 59
3. Justifications clavetage des poutrelles GP avec Entrevous EMX – Isoleader et SPX… 59

II. Partie descriptive

A. Description du système de plancher et du domaine d'utilisation :

1. Système de plancher :

Plancher nervuré à poutrelles préfabriquées Leader GP en béton précontraint par prétension d'armatures adhérentes, avec entrevous de diverses natures et table de compression complète ou partielle.

Les entrevous associés aux poutrelles GP sont décrits au § D du présent dossier :

- Entrevous en béton
- Entrevous en terre cuite
- Entrevous Leader EMS, EMR et EMX
- Entrevous Isoleader et Isoleader SPX
- Entrevous IsoGP

Les montages de plancher visés sont détaillés dans le tableau ci-après :

Type d'entrevous \ Type de Poutrelles	GP156	GP185
Entrevous de coffrage en béton H<130	oui	oui
Entrevous de coffrage en béton H160	oui	oui
Entrevous de coffrage simple PSE	oui	oui
Entrevous Leader EMS/EMR	oui	oui
Entrevous Leader EMX	oui	oui
Entrevous Isoleader	oui	non
Entrevous Isoleader SPX	oui	non
Entrevous IsoGP	oui	oui

2. Domaine d'emploi :

Le domaine d'emploi des planchers « Leader » est celui défini au chapitre 1 du NF DTU 23.5 P1-1 « Planchers à poutrelles en béton », domaine englobant les utilisations courantes telles que 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 etc. situés en toutes zones géographiques, sismiques ou non (zones de sismicité 1 à 4).

Pour les bâtiments à usage d'habitation et pour les ERP, en l'état actuel de la réglementation, le domaine d'emploi des planchers à entrevous Leader EMS, EMR et EMX est défini dans le tableau ci-dessous en fonction de la nature des locaux et de la localisation du plancher considéré :

Localisation du plancher	Leader EMS EcoVS (gris), EMR & Leader EMX EcoVS (gris)	Leader EMX Igni (gris clair)
Vide Sanitaire [1]	Toutes familles d'habitation ERP	Toutes familles d'habitation ERP
Ht. De sous-sol [1]	___	Toutes familles d'habitation ERP
Etage Courant [2]	___	Toutes familles d'habitation ERP

[1] L'entrevous est laissé apparent en sous-face.

[2] Le plancher est revêtu en sous-face par un plafond en plaque de plâtre standard (BA13).

Dans les cas de planchers avec entrevous en polystyrène, il n'y a pas d'exigence particulière pour les entrevous et plaques de polystyrène employées en vide – sanitaire ou dans les combles non aménagés en pièces principales.

Les autres planchers sont conformes au « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie ».

B. Définition des matériaux constitutifs :

1. Armatures de précontrainte

Les armatures de précontrainte sont certifiées par l'ASQPE ou bénéficient d'une autorisation de fourniture.

Trois types d'armatures sont employés pour la fabrication des poutrelles :

Type 1 : toron T 5,2 - 2160 – TBR

- diamètre nominal : D_n = 5,2 mm
- section nominale : S_a = 13,6 mm²
- force de rupture garantie : F_{pk} = 29,4 kN
- limite conventionnelle d'élasticité : $F_{p0,1k}$ = 26,2 kN

Type 2 : toron T 6,85 - 2060 - TBR

- diamètre nominal : D_n =6,85 mm
- section nominale : S_a =28,2 mm²
- force de rupture garantie : F_{pk} =58,0 kN
- limite conventionnelle d'élasticité : $F_{p0,1k}$ =51,3 kN

Il est possible de substituer au toron T6,85 une armature de la classe 2160 :

T 6,85 - 2160 – TBR :

- diamètre nominal : D_n =6,85 mm
- section nominale : S_a =28,2 mm²
- force de rupture garantie : F_{pk} = 60,9 kN
- limite conventionnelle d'élasticité : $F_{p0,1k}$ =54,2 kN

Il est également possible de remplacer les torons définis ci-dessus par des fils crantés :

- ϕ5 de classe de résistance au moins égale à 1670 MPa en remplacement du T 5,2 - 2160 – TBR
- ϕ7 de classe de résistance au moins égale à 1570 MPa en remplacement du T 6,85 - 2060 – TBR

La tension initiale des armatures et la position de l'axe des armatures restent dans tous les cas inchangés (voir figures 1 et 2 pour le détail des tensions appliquées sur les armatures).

2. Armatures complémentaires

Dans les poutrelles :

- coutures et étriers en acier B 400 ou B 500

Dans le béton coulé en œuvre :

- pour le ferraillage des dalles de répartition : treillis soudé B 500 dont l'espacement maximal des armatures est de 25 cm pour celles perpendiculaires aux nervures et 33 cm pour celles parallèles aux nervures, renforts en acier HA B 400 ou B 500 ;
- armatures en chapeaux : treillis soudé B 500, barres en acier HA B 400 ou B 500.

3. Béton de poutrelle

Béton de sable et de granulats courants, de granulométrie limitée à 10 mm.

La composition précise, le dosage en eau et en ciment, l'emploi éventuel d'adjuvants sont définis pour chaque centre de production, en fonction des approvisionnements en matériaux, afin de garantir les caractéristiques de résistance nécessaires à la mise en précontrainte et à 28 jours.

4. Béton coulé en œuvre

Béton de sable et de granulats courants présentant des caractéristiques de durabilité identiques à celles exigées pour le béton de chantier (NF EN 206/CN). Sa résistance caractéristique à la compression à 28 jours est supérieure ou égale à 25 MPa.

Utilisation de béton renforcé par des fibres métalliques dans les conditions définies dans l'Avis Technique en cours de validité relatif au type de béton de fibres.

L'utilisation des bétons autoplaçants est possible moyennant le respect des prescriptions définies à la NOTE 1 du §8.5.3.1 de la NF P 19-205 et dans l'Avis Technique du procédé.

C. Description des poutrelles :

1. Généralités

Les poutrelles Leader GP sont en béton précontraint par armatures adhérentes. Leur section est en Té renversé. L'âme des 2 poutrelles Leader GP est surmontée d'une tête avec un débord de 7,5 mm pour la GP156 et de 7 mm pour la GP185.

Les faces latérales de l'âme présentent une rugosité brute de filage. La partie supérieure de la poutrelle est traitée afin d'obtenir une rugosité marquée.

Le toron T 5,2-2160-TBR constitue l'armature de précontrainte de base. Le toron T 6,85-2060-TBR est l'armature complémentaire utilisée dans les poutrelles de plus forte capacité de précontrainte.

Les principales caractéristiques géométriques sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1 – Liste des familles de poutrelles

famille	Hauteur [mm]	Largeur talon [mm]	Poids [daN/m]
GP156	155	100	25.4
GP185	180	140	38.2

Les caractéristiques techniques des différentes poutrelles sont présentées dans les figures 1 et 2 ci-après.

2. Identification des poutrelles

Chaque poutrelle est munie d'une étiquette fournissant les informations suivantes :

- identification du système de plancher ;
- nom du centre de production ;
- longueur béton ;
- type de poutrelle ;
- numéro du banc de fabrication ;
- position longitudinale et transversale sur le banc ;
- date de fabrication.

Ces éléments permettent d'assurer la traçabilité des produits jusqu'au moment de leur incorporation dans l'ouvrage.

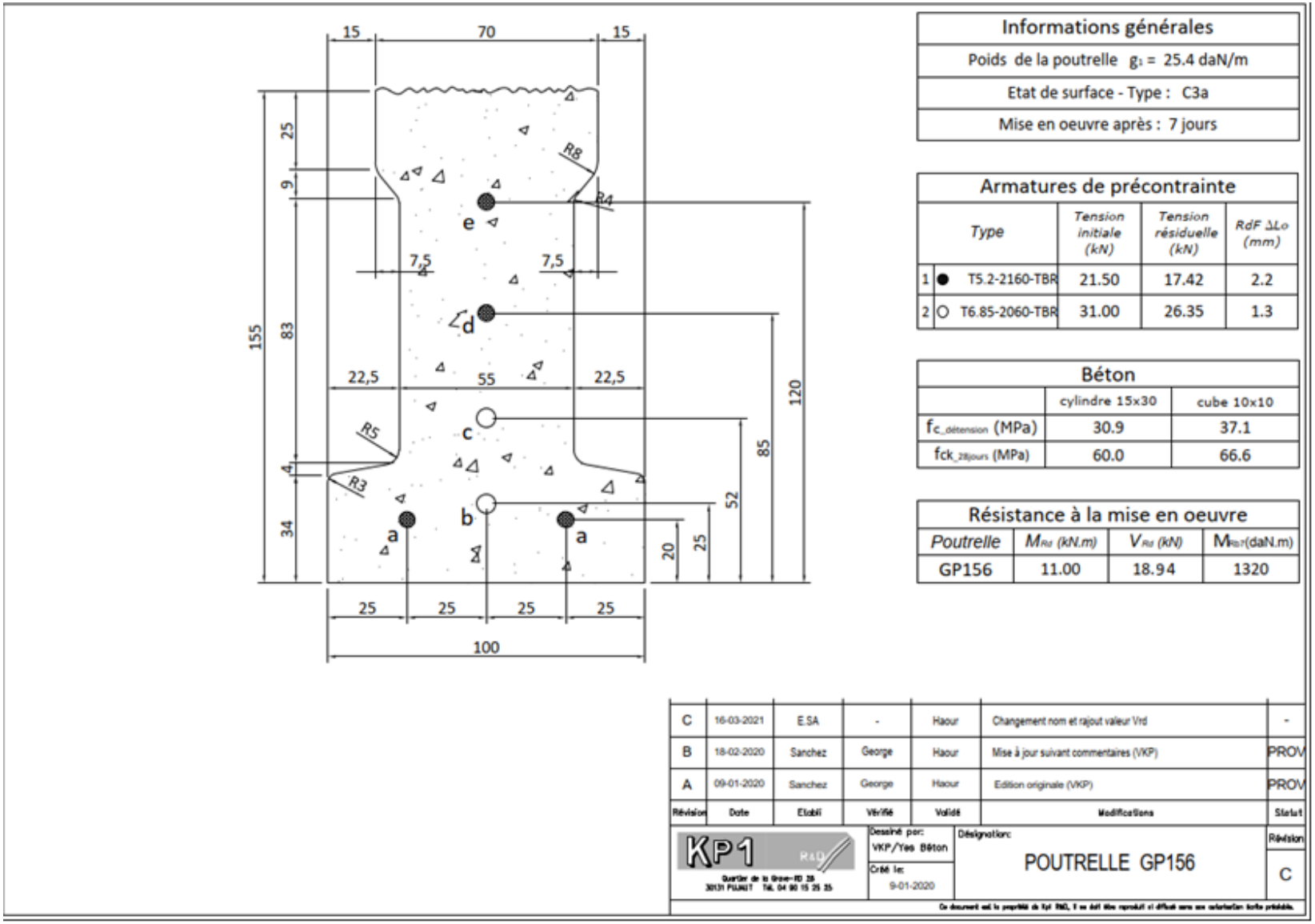
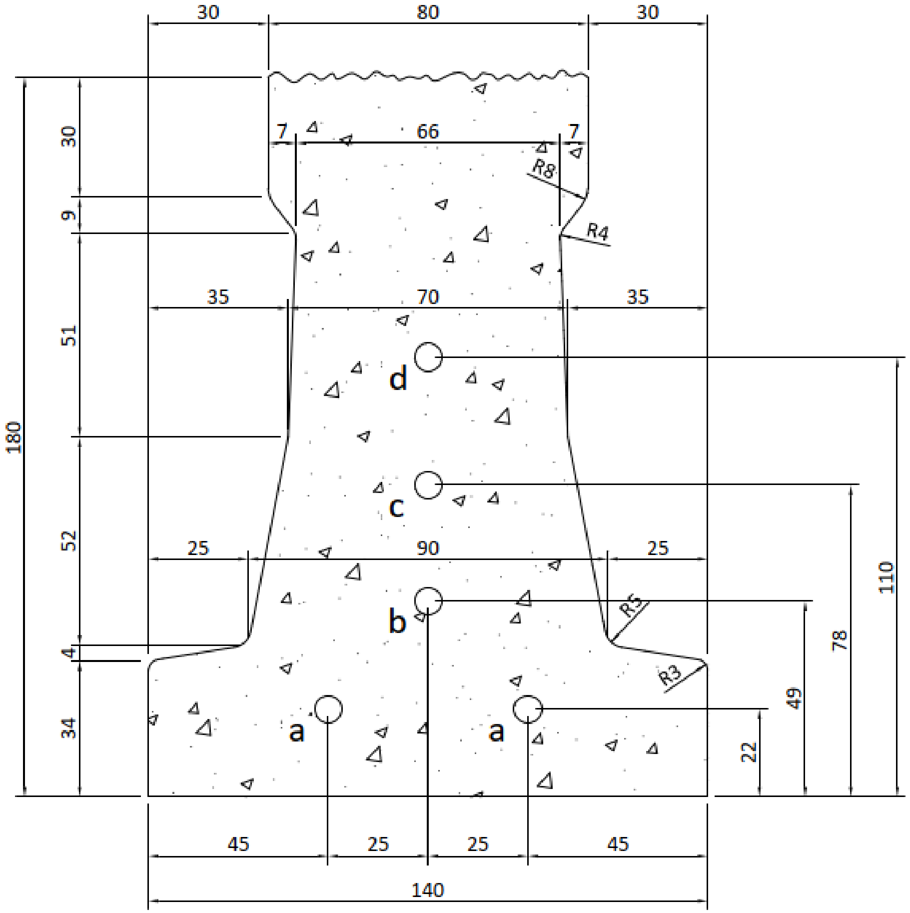


Figure 1 - Poutrelle Leader GP156



Informations générales
Poids de la poutrelle g = 38.2 daN/m
Etat de surface - Type : C3a
Mise en oeuvre après : 7 jours

Armatures de précontrainte				
	Type	Tension initiale (kN)	Tension résiduelle (kN)	RdF DLo (mm)
1	○ T6.85-2060-TBR	43.00	34.83	1.8

Béton		
	cylindre 15x30	cube 10x10
$fc_{détension}$ (MPa)	29.0	34.9
$fck_{28jours}$ (MPa)	60.0	66.7

Résistance à la mise en oeuvre			
Poutrelle	*M_{Rd} (kN.m)*	*V_{Rd} (kN)*	M_{Rb7}(daN.m)
GP185	15.42	26.52	1850

B	16-03-2021	E.SA	-	T.HAOUR	Changement nom et rajout valeur Vrd	-
A	10-02-2020	O.VO	-	T.HAOUR	Edition originale (CCI)	PROV
Révision	Date	Etabli	Vérifié	Validé	Modifications	Statut

KP1 Quartier de la Grue–BD 28 30131 PUJAUT Tél. 04 90 15 23 85	Dessiné par: CCI/YES_BÉTON Créé le: 10-02-2020	Désignation: POUTRELLE GP185	Révision B

Ce document est la propriété de Kp1 R&D, il ne doit être reproduit ni diffusé sans son autorisation écrite préalable.

Figure 2 - Poutrelle Leader GP185

3. Armatures de couture

Les coutures peuvent être incorporées aux poutrelles Leader GP.

Les différents types d'armatures et leur disposition dans les poutrelles sont illustrés dans les Figures 4 à 8 ci-après.

Ces éléments, réalisés à partir d'armatures de diamètre ϕ4 ou ϕ5 mm se présentent sous la forme :

- de grecques avec branches extrêmes repliées (type 1 ou 2) ou dont les brins extérieurs sont dévoyés (type 3) ;
- de U avec brins dévoyés, maintenus par une barre longitudinale soudée, soit en partie courante (type 4), soit en partie supérieure des U ;
- leur hauteur courante h= 130 mm ;
- avec un pas standard t de 80 ou 100 mm.

Le tableau 2 définit la compatibilité des poutrelles avec les armatures transversales (couture ou étrier).

Tableau 2 – Compatibilité avec armatures transversales

Famille	Armatures transversales	
	ϕ4	ϕ5
GP156	oui	oui
GP185	oui	oui

4. Étriers

Les armatures décrites ci-avant comme armatures de couture et se présentant sous la forme de grecques peuvent assurer une fonction d'étrier lorsqu'elles règnent sur toute la hauteur de la nervure.

Lorsqu'il s'agit de grecques dont le brin extérieur est dévoyé, ce dernier n'est pas considéré efficace dans la vérification de résistance.

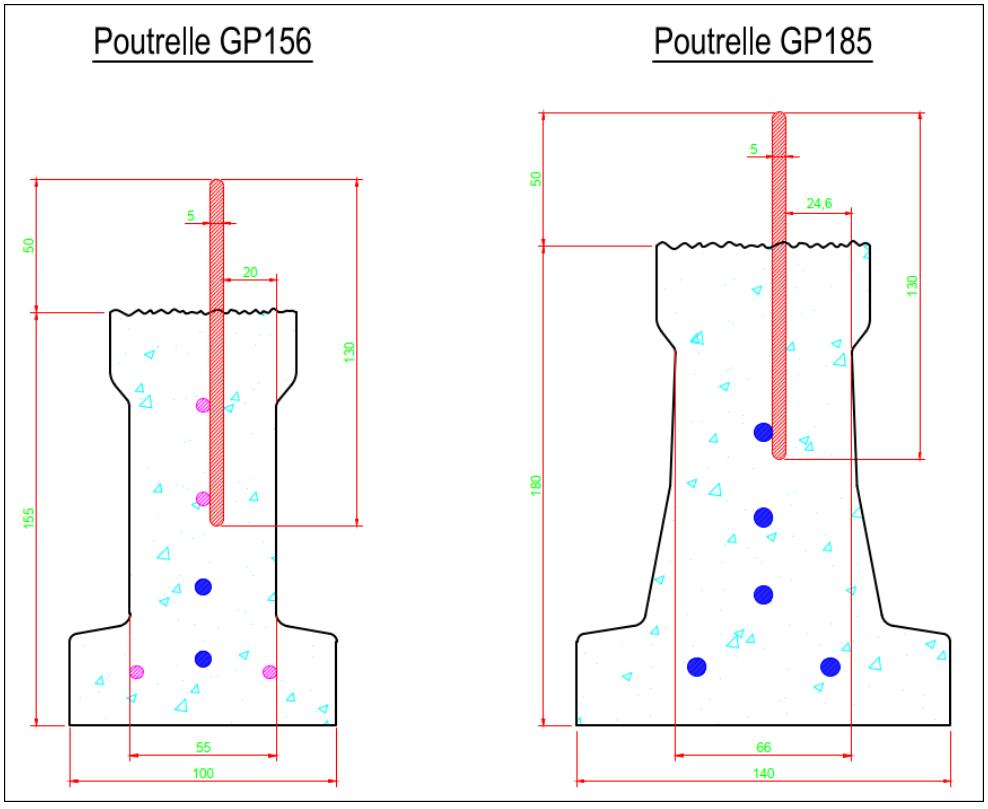
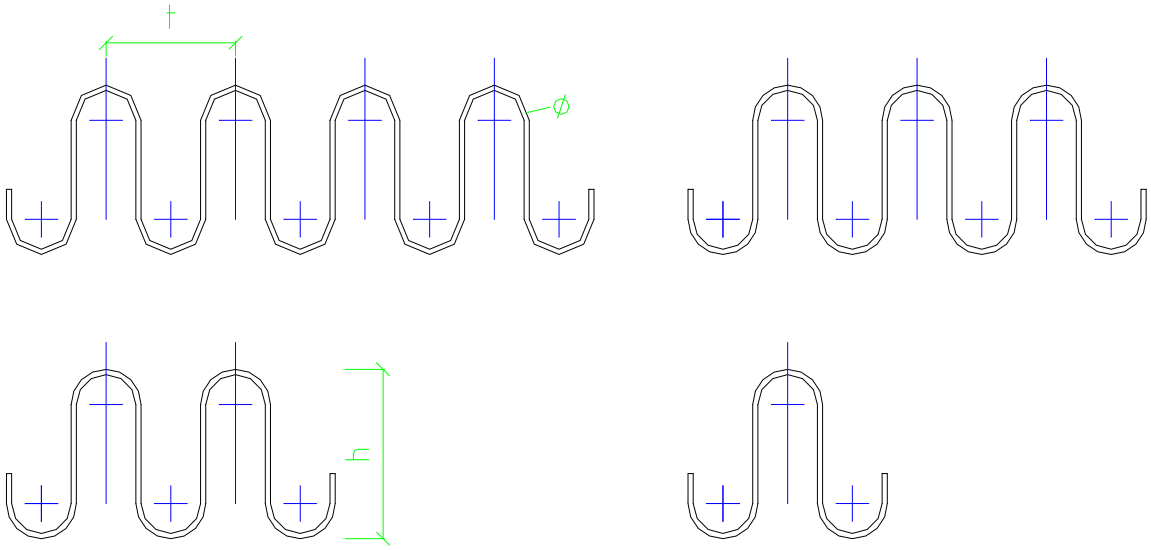


Figure 3 – Exemples de dispositions d'armatures transversales dans les poutrelles GP156 et GP185



Légende :

t =	pas des boucles 80 ou 100 mm
Ø =	diamètre de l'armature transversale 4 ou 5 mm
h=	hauteur de l'armature transversale (valeur courante 130 mm)

Figure 4 – Armatures transversales de type 1

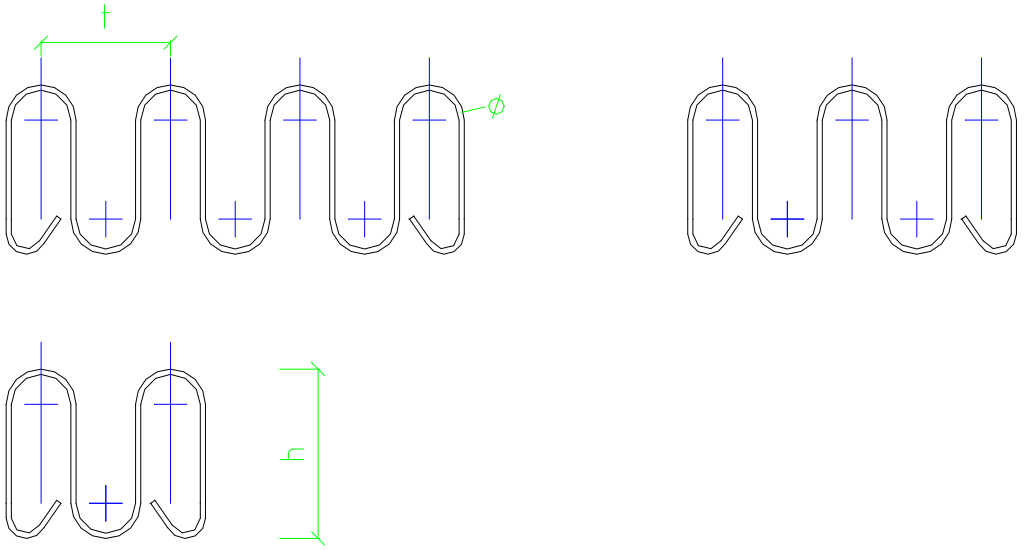


Figure 5 – Armatures transversales de type 2

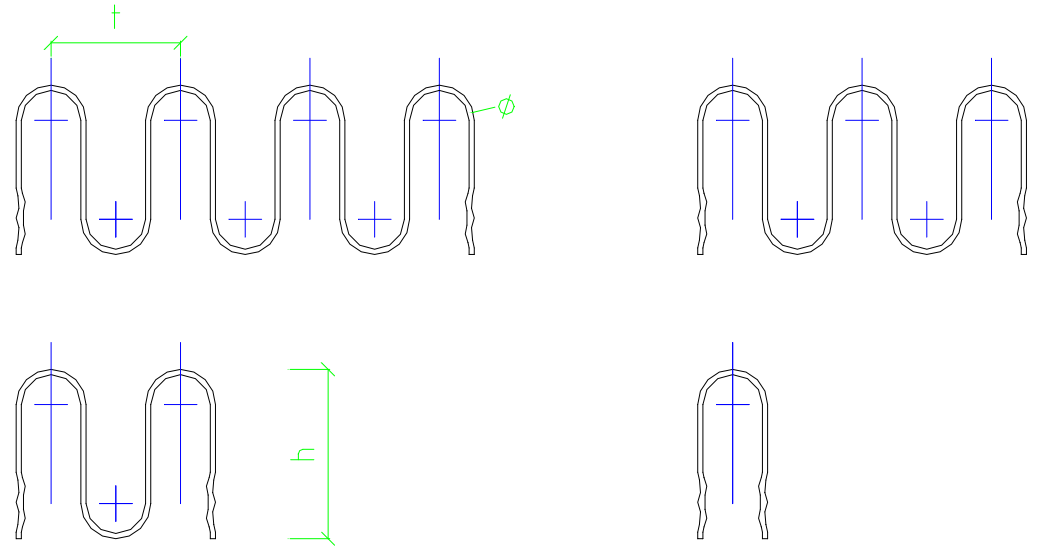


Figure 6 – Armatures transversales de type 3

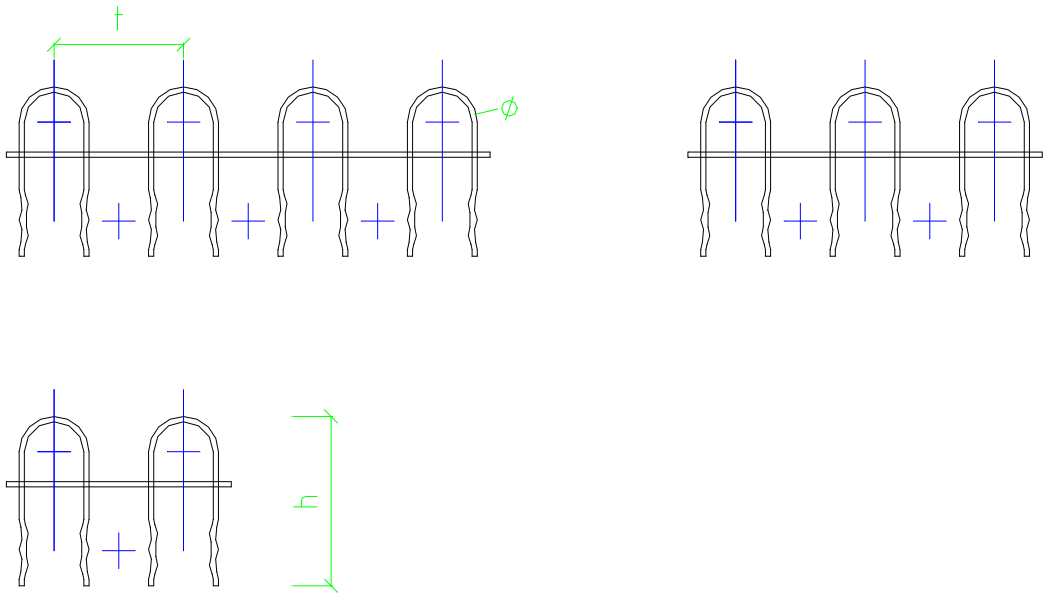


Figure 7 – Armatures transversales de type 4

D. Description des Entrevous :

1. Entrevous en béton :

On distingue les entrevous de coffrage résistant et les entrevous porteurs. Cette dernière catégorie se subdivise en entrevous porteurs simples et entrevous porteurs à table de compression incorporée.

Ils sont, soit en béton de granulats courants, soit en béton de granulats légers (argile, schiste expansé…). Les entrevous en béton de granulats légers ont une masse volumique apparente sèche $\rho \geq 1100$ kg/m^3. Ils relèvent des mêmes exigences que celles requises pour les entrevous en béton de granulats courants.

Les entrevous répondent aux spécifications les concernant définies dans la norme NF EN 15037-2+A1, tant sur les aspects géométriques que mécaniques.

La largeur extérieure des entrevous est variable : la largeur standard de 53 cm peut atteindre 57 cm.

Entrevous de coffrage résistant

Ce sont généralement des entrevous à une ou plusieurs rangées d'alvéoles et leurs hauteurs varient de 8 à 30 cm. Il existe également des entrevous pleins de 6 et 8 cm destinés à des usages particuliers (isolation phonique ou résistance au feu).

Entrevous porteurs simples

Généralement en béton de granulats courants, ils sont destinés à une intégration dans un plancher démuni de dalle de répartition rapportée. Leur paroi supérieure renforcée leur permet de répondre à des exigences, en matière de poinçonnement, supérieures à celles requises pour les entrevous de coffrage résistant.

Entrevous porteurs à table de compression incorporée

Répondant aux mêmes critères que les entrevous porteurs simples, ils présentent obligatoirement un chanfrein transversal dans la paroi supérieure permettant de réaliser le jointoiement des entrevous pour la transmission des forces de compression.

Les prescriptions de forme pour les entrevous de coffrage résistant associés aux poutrelles GP sont détaillées dans les figures 8 et 9 ci-dessous.

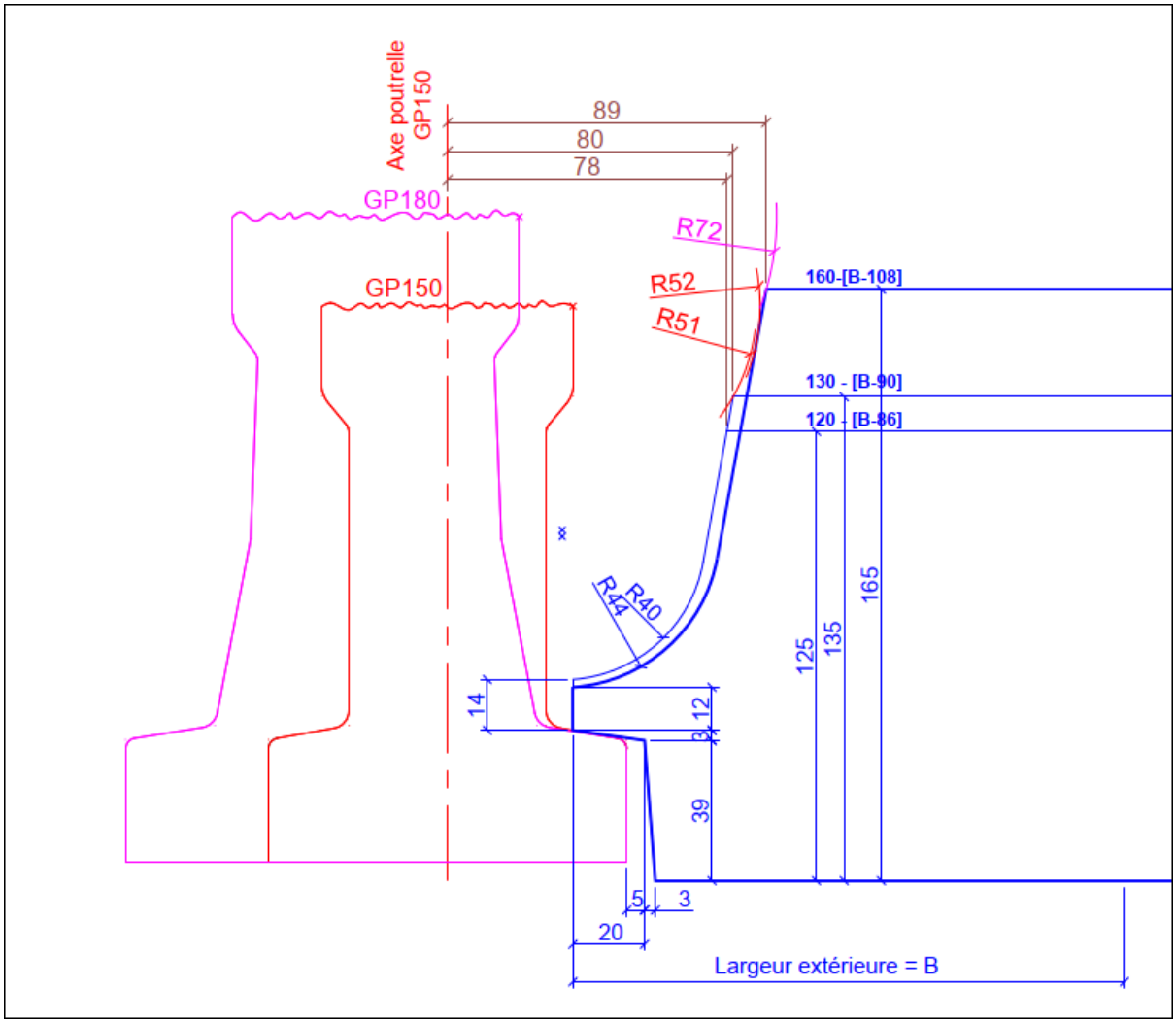


Figure 8 – Prescriptions de forme pour les entrevous de coffrage résistant de hauteur coffrante 120, 130 et 160 mm associés aux poutrelles GP156 et GP185 sans armature de couture.

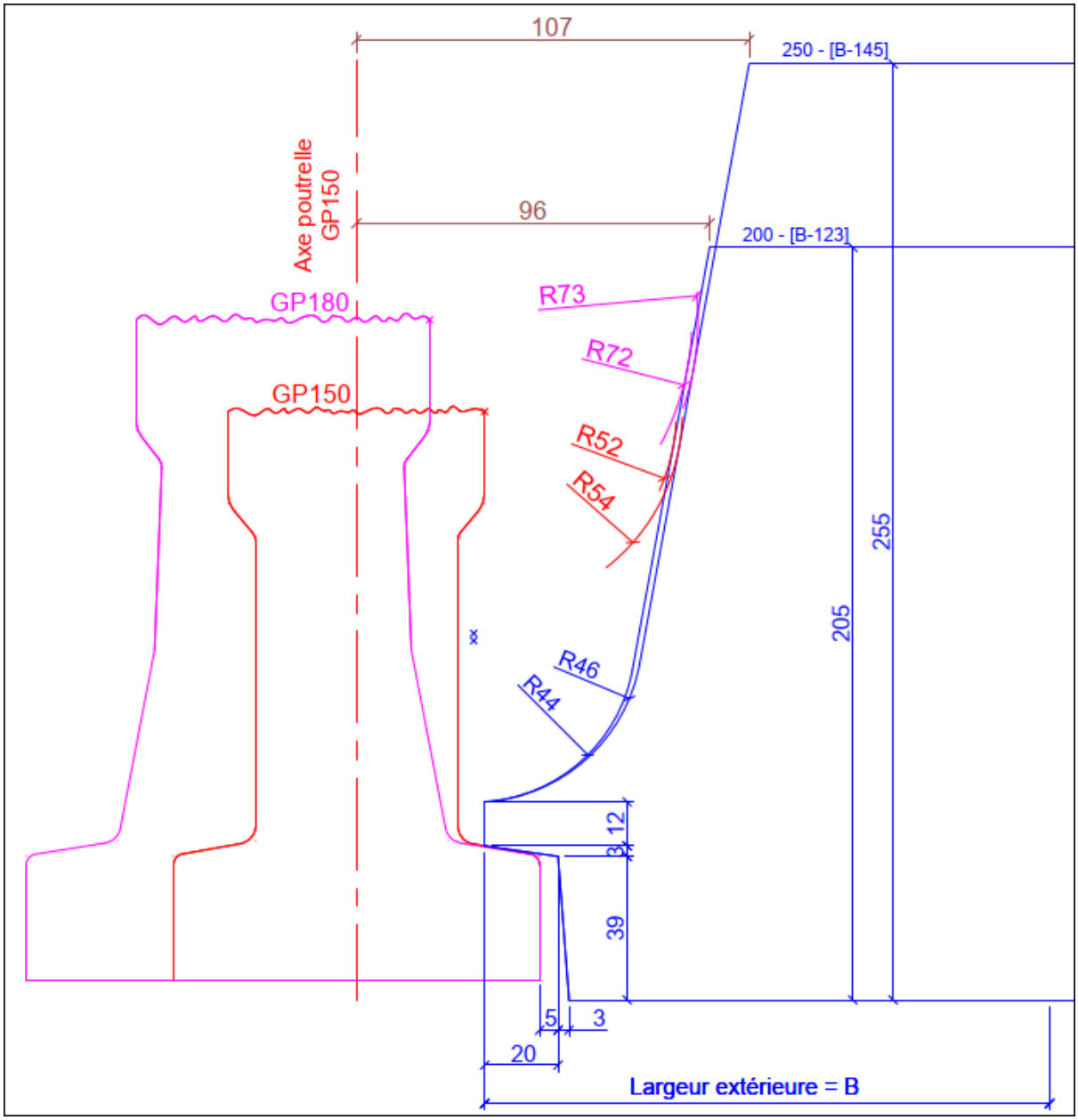


Figure 9– Prescriptions de forme pour les entrevous de coffrage résistant de hauteur coffrante 200 et 250 mm associés aux poutrelles GP156 et GP185 sans armature de couture.

2. Entrevous en terre cuite :

On rencontre les mêmes catégories que pour les entrevous en béton. Ils répondent quant à eux aux spécifications les concernant définies dans la norme NF EN 15037-3+A1.

Les prescriptions de formes aux figures 8 et 9 définissent les dimensions minimales des clavetages devant être respectées par les entrevous destinés à des montages autorisant l'allongement du contour de liaison conformément au § 5.2.2.1 de la norme NF P19-205.

Entrevous de coffrage résistant

Entrevous longitudinaux ou transversaux, de hauteur variable de 8 à 30 cm.

Normalement munis d'une feuillure pour l'appui sur les talons des poutrelles, ils peuvent aussi exister sans feuillure et sont alors utilisés chaque fois qu'un enduit de plafond n'est pas nécessaire (par exemple sur vide sanitaire ou dans le cas de plafonds suspendus).

Entrevous porteurs simples

De hauteur généralement comprise entre 12 et 30 cm, les deux parois supérieures sont rapprochées et sont reliées par des entretoises verticales.

Entrevous porteurs à table de compression incorporée

Semblables aux entrevous porteurs simples, la forme de leur partie supérieure doit constituer un joint à remplir en œuvre par du béton fin pour assurer la transmission des efforts horizontaux de compression entre les entrevous successifs de chaque file.

3. Entrevous et tympans Leader EMS, EMR et EMX :

Les éléments se présentent sous la forme d'une membrane de faible épaisseur, nervurée pour assurer la résistance pendant les phases de mise en œuvre. Les pièces sont obtenues par moulage d'un matériau de synthèse injecté sous pression.

Les entrevous Leader EMS existent en qualité EcoVS de couleur gris.

La gamme Leader EMS propose à l'utilisateur un choix de trois hauteurs d'entrevous :

- l'entrevous Leader EMS 13 × 55 × 120 réalisant, associé aux poutrelles Leader GP, une hauteur coffrante de 13 cm ;
- l'entrevous Leader EMS 16 × 55 × 120 réalisant, associé aux poutrelles Leader GP, une hauteur coffrante de 16 cm ;
- l'entrevous EMS 20 × 55 × 120 réalisant, associé aux poutrelles Leader GP, une hauteur coffrante de 20 cm.
- Un tympan compatible avec les trois entrevous EMS assure l'étanchéité en bout de travée ou en bordure des zones coulées en place.

Les entrevous Leader EMR sont réalisés à partir de 100% de matière recyclée et sont de géométrie identique aux entrevous Leader EMS. Ils se distinguent des entrevous Leader EMS par leur couleur marron.

La gamme Leader EMR propose à l'utilisateur une hauteur coffrante de 13 cm comprenant :

- l'entrevous Leader EMR 13 × 55 × 120 réalisant, associé aux poutrelles Leader GP, une hauteur coffrante de 13 cm ;
- Un tympan compatible avec l'entrevous EMR 13 assure l'étanchéité en bout de travée ou en bordure des zones coulées en place.

Les entrevous Leader EMX existent en deux qualités : EcoVS de couleur gris et ignifugée de couleur gris clair.

La gamme Leader EMX propose à l'utilisateur un choix de trois hauteurs d'entrevous :

- l'entrevous EMX 13 × 55 × 120 réalisant, associé aux poutrelles Leader GP, une hauteur coffrante de 13 cm ;
- l'entrevous EMX 16 × 55 × 120 réalisant, associé aux poutrelles Leader GP, une hauteur coffrante de 16 cm ;
- l'entrevous EMX 20 × 55 × 120 réalisant, associé aux poutrelles Leader GP, une hauteur coffrante de 20 cm.

Un tympan compatible avec les trois entrevous EMX assure l'étanchéité en bout de travée ou en bordure des zones coulées en place.

Un « Tympan Leader Biais » compatible avec les entrevous permet de traiter les biais ou d'augmenter localement l'épaisseur de béton coulé en œuvre (zone d'équilibrage de balcons, tables de compression de poutres…).

Les entrevous Leader EMS, EMR et EMX sont constitués de huit modules accolés au pas de 150 mm.

Les dimensions extérieures des EMS et EMR sont de 1217 mm × 552 mm, pour une longueur utile de 1200 mm après clipsage des entrevous.

Les dimensions extérieures des EMX sont de 1207 mm × 553 mm, pour une longueur utile de 1200 mm après clipsage des entrevous.

Les éléments EMS et EMR viennent en appui sur le talon de la poutrelle. En ménageant un jeu de 4 mm par rapport à l'âme de cette dernière, la largeur de 552 mm permet d'obtenir les entraxes de 615 mm avec les poutrelles GP156 et 650 mm avec les poutrelles GP185.

Les éléments EMX viennent en appui sur le talon de la poutrelle. En ménageant un jeu de 4 mm par rapport à l'âme de cette dernière, la largeur de 553 mm permet d'obtenir les entraxes de 616 mm avec les poutrelles GP156 et 651 mm avec les poutrelles GP185.

Le poids des entrevous est de :

- 2,20 daN/unité pour l'entrevous Leader EMS 13 × 55 × 120 et l'entrevous Leader EMR 13 × 55 × 120 ;
- 2,30 daN/unité pour l'entrevous Leader EMS 16 × 55 × 120 ;

- 2,40 daN/unité pour l'entrevous Leader EMS 20 × 55 × 120 ;
- 2,10 daN/unité pour l'entrevous Leader EMX 13 × 55 × 120 ;
- 2,20 daN/unité pour l'entrevous Leader EMX 16 × 55 × 120 ;
- 2,60 daN/unité pour l'entrevous Leader EMX 20 × 55 × 120.

L'état de surface de la face supérieure est spécialement étudié pour assurer une bonne adhérence au béton coulé en œuvre. La zone de marche comporte des aspérités évitant les effets de glissance.

Les entrevous Leader EMS, EMR et EMX sont considérés, dans leurs fonctions, comme des entrevous de coffrage simple, au sens du NF DTU 23.5 et de la norme NF P19-205.

De par la configuration de l'entrevous, la dalle de répartition du plancher est nervurée. L'épaisseur minimale de béton coulé en œuvre, mesurée au sommet de la nervure est de 40 mm.

Les entrevous EMS/EMR et EMX sont illustrés dans les figures 11 à 24 en Annexe 1 du Dossier Technique.

4. Entrevous isolants et autres composants d'isolation thermique

Entrevous en polystyrène expansé - Généralités

Il s'agit d'entrevous découpés ou moulés avec ou sans languette. Alors que les entrevous découpés sont pleins, les entrevous moulés sont généralement alvéolés. Réalisant une hauteur coffrante de 12 à 25 cm, ils conduisent à des entraxes courants de 45 à 75 cm. Les languettes sont proposées en différentes épaisseurs en fonction de l'isolation thermique recherchée.

La sous-face peut éventuellement être revêtue d'un parement mis en œuvre en usine ou sur chantier.

Pour assurer la compatibilité avec les poutrelles Leader GP, la forme géométrique de leur contour respecte, dans la zone de clavetage, les prescriptions définies dans la figure 10 ci-dessous. *Cette figure définit les dimensions minimales des clavetages devant être respectées par les entrevous destinés à des montages autorisant la dérogation couture et les prescriptions de forme des clavetages hors dérogation couture.*

Les calculs de performance thermique des montages sont réalisés en conformité avec la réglementation thermique en vigueur.

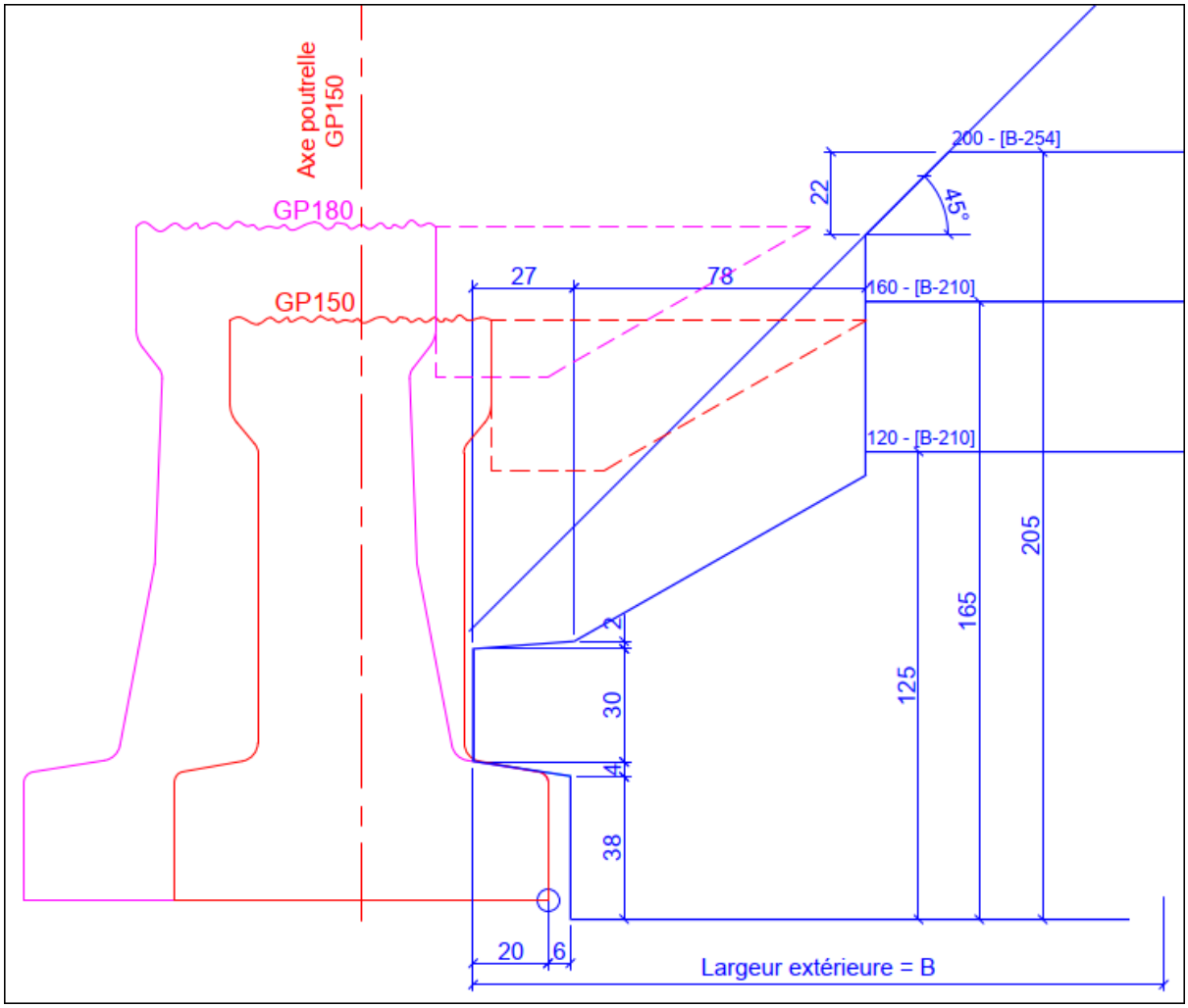


Figure 10 – Prescriptions de forme pour les entrevous de coffrage simple de hauteur coffrante 120, 160 et 200 mm associés aux poutrelles GP156 et GP185 sans armature de couture.

Entrevous Isoleader et Isoleader SPX

Ces entrevous en polystyrène moulé sont uniquement associés aux poutrelles GP 156. Les entrevous sont décrits aux figures 25 à 28 en Annexe 1 du Dossier Technique.

Les entrevous Isoleader SPX comportent deux inserts plastique surmoulés au niveau de la zone d'appui des poutrelles afin d'assurer la résistance mécanique requise.

Il existe deux types d'entrevous Isoleader et Isoleader SPX :

- avec une sous-face lisse, ils sont simplement dénommés "Isoleader" ou "Isoleader SPX", ont une longueur utile de 600 mm et peuvent être proposés en ignifugés (classement de réaction au feu M1 ou Euroclasse E) sous les dénominations « Isoleader Igni » ou « Isoleader SPX Igni » ;
- avec une sous-face décor, ils sont dénommés "Isoleader Décor Igni" ou "Isoleader Décor SPX Igni", ont une longueur utile de 600 mm et sont systématiquement ignifugés (classement de réaction au feu M1 ou Euroclasse E).

La gamme Isoleader propose des modèles d'entrevous de performances thermiques différenciées. Le corps des produits est identique, les épaisseurs et les géométries de languettes sont spécifiques à chaque produit.

Ces entrevous présentent une surface nervurée avec des reliefs et des creux de section transversale trapézoïdale de hauteur 16 mm et de largeur variable de 45 à 55 mm, avec une période de 100 mm pour les entrevous Isoleader ; de 32,5 à 42,5 mm, avec une période de 75 mm pour les entrevous Isoleader SPX (voir figures 25 à 28 en Annexe 1 du Dossier Technique). L'épaisseur minimale de béton coulé en œuvre, mesurée au droit de la nervure est de 40 mm.

La section de la dalle de répartition ainsi nervurée présente une inertie légèrement supérieure à celle d'une dalle d'épaisseur constante de 50 mm.

Ces entrevous comportent un dispositif d'emboîtement conçu pour assurer une connexion efficace entre deux pièces adjacentes. Sa position permet en outre d'appuyer le premier entrevous sur le mur porteur.

Les produits peuvent présenter sur un côté une réservation pour passage de gaine de plomberie ou électrique. Cette disposition permet de gérer l'implantation de ces inserts dans la zone de clavetage.

La dénomination du produit est apposée au droit de la languette et sur l'emboîtement mâle. Ce marquage permettra l'identification du produit à la livraison ou après mise en œuvre (après découpage de la languette).

Pour réaliser des hauteurs de coffrage supérieures, les entrevous peuvent être surmontés de rehausses nervurées reproduisant l'état de surface de la partie supérieure ou de rehausses à surface plane. Dans ce dernier cas, l'épaisseur minimale de la dalle de compression sera portée à 50 mm.

Les entrevous Isoleader et Isoleader SPX font l'objet de certificats NF.

Les performances thermiques des entrevous Isoleader et Isoleader SPX associés à la poutrelle GP156 sont données en Annexe 3 du Dossier Technique.

Entrevous IsoGP

Ces entrevous en polystyrène découpés sont destinés aux poutrelles Leader GP. La fabrication est effectuée à partir de blocs PSE faisant l'objet d'un suivi externe des performances thermiques par le CSTB et de conductivité thermique λ = 0.036 W/m.K.

Les entrevous font l'objet du classement Euroclasse E et d'un suivi d'ignifugation.

La sous-face des entrevous est lisse.

Les entrevous ont une longueur utile de 1200 mm.

La gamme IsoGP propose à l'utilisateur une hauteur coffrante de 18 cm comprenant :

- 4 largeurs différentes (40 cm/ 50 cm/ 50 cm pour montage jumelé/ 60 cm) permettant une variation de l'entraxe des montages

- des modèles d'entrevous de performances thermiques différenciées. Le corps des produits est identique, les épaisseurs et les géométries de languettes sont spécifiques à chaque produit.

La gamme d'entrevous IsoGP est détaillée aux figures 29 à 42 en Annexe 1 du Dossier Technique.

L'épaisseur minimale de béton coulé en œuvre au-dessus des entrevous est de 50 mm.

Les entrevous IsoGP font l'objet de la mise en place d'un autocontrôle de production selon les exigences du référentiel de certification NF 547.

Les performances thermiques des entrevous IsoGP sont données en Annexe 3 du Dossier Technique.

Entrevous polystyrène à sous-face plâtre

Un lattis métallique (type nergalto), disposé en œuvre en sous-face des entrevous en polystyrène, et fixé au béton par des suspentes, permet l'accrochage de 2 cm d'épaisseur au moins de plâtre projeté, conformément au NF DTU 26.1.

Autres composants d'isolation

Des compléments d'isolation peuvent être disposés en partie supérieure ou inférieure du plancher.

Il s'agit par exemple de :

- Plaques de polystyrène expansé ;
- Plaques de polystyrène extrudé ;
- Plaques de polyuréthane ;
- Laines minérales (laine de verre, laine de roche).

Les éléments disposés en complément d'isolation en partie supérieure sont mis en œuvre conformément :

- à l'article 6.9 du NF DTU 23.5 P1-1 et au NF DTU 52.1 pour les éléments en polystyrène ;
- et aux Avis Techniques en cours de validité pour les autres matériaux.

Les éléments disposés en complément d'isolation en partie inférieure sont accrochés en sous-face ou disposés dans le plénum.

Rehausses

En complément des entrevous en polystyrène, des rehausses permettent de réaliser des hauteurs coffrantes supérieures. Les produits répondent aux mêmes exigences de réaction au feu que les entrevous support. La géométrie de ces éléments vérifie en outre la compatibilité de l'ensemble du point de vue des formes de clavetage.

Les rehausses peuvent également constituer des blocs d'isolation disposés sur les entrevous béton ou terre cuite. Cette configuration, de performance thermique médiocre, nécessite obligatoirement un complément d'isolation pour respecter les garde–fous fixés par la réglementation thermique en vigueur (pour le plancher sur vide sanitaire et plancher de combles).

E. Fabrication et contrôles :

1. Description de la fabrication

La fabrication des poutrelles s'effectue sur des pistes à platelage béton ou métallique dont sont équipées les usines productrices. Les pistes ont une longueur d'environ 60 à 90 mètres, leur largeur est de 2,50 m environ. Elles sont équipées à leurs extrémités de chevêtres d'ancrage des armatures de précontrainte. A l'une des extrémités, le chevêtre est fixe, à l'autre, il est mobile. Deux vérins parallèles permettent la mise en tension et la détension globale des armatures.

Les armatures de précontrainte sont préalablement coupées, et les clavettes mises en place, à la longueur prédéfinie en fonction de la distance entre points d'ancrages et de l'allongement visé. Cette valeur d'allongement est lue sur les courbes efforts-allongements transmises par le fournisseur pour la force de tension recherchée.

Après mise en place de la nappe d'armatures sur la piste et liaison aux chevêtres d'ancrage, la mise en tension de l'ensemble est réalisée par déplacement du chevêtre mobile.

La mise en place du béton requiert le matériel suivant :

- une filière comportant une grille et un conformateur supportés par un châssis se déplaçant le long de la piste en roulant sur des rails solidaires du banc ;
- une vibrodistribustrice assurant l'alimentation en béton, sa distribution le long de la grille et généralement sa vibration. La vibrodistributrice se déplace également sur le banc, de manière indépendante par rapport à la filière.

La grille se présente comme un ensemble de matrices parallèles distribuées transversalement et épousant le profil latéral des poutrelles.

A l'arrière de la filière, l'extrémité de la grille est obturée par une porte guillotine comportant des fentes verticales au droit des armatures. Cet équipement, au contact de la piste en position de bétonnage, est relevé au cours de la phase de déplacement de la filière.

Des guides fils sont fixés à l'autre extrémité de ce coffrage mobile.

Afin de délimiter la zone de coulage, des dispositifs « arrêt béton » sont maintenus par la poutre peigne. Supportée par le châssis de la filière, elle se déplace avec lui le long de la grille.

Le béton est d'abord déversé puis vibré afin de remplir, en excès, l'espace ménagé dans la grille entre la porte guillotine et la poutre peigne. Le déplacement de la filière réalise le filage de la poutrelle libérée en arrière de l'équipement.

Le conformateur assure le compactage du béton et la rugosité de la partie supérieure du produit. Lorsqu'elles sont prévues, des poignées munies d'étiquettes sont implantées au voisinage des extrémités des poutrelles.

La longueur des poutrelles étant obtenue, la porte guillotine est abaissée et le déplacement de la filière libère un espace de 20 cm environ entre les paquets successifs de poutrelles.

La prise et le durcissement du béton sont accélérés par traitement thermique. Le cycle d'étuvage, propre à chaque usine et variable suivant la saison, est commandé par un système de régulation.

A la fin du cycle d'étuvage, la résistance du béton en compression est vérifiée sur les éprouvettes de contrôle. La mise en précontrainte intervient si la résistance mesurée sur cube 10×10 est supérieure à la plus grande des deux valeurs : 25 MPa ou 2 *ni* (*ni* étant la précontrainte finale en fibre inférieure de la poutrelle). Le relâchement des armatures s'effectue progressivement par déplacement du chevêtre mobile.

Après sectionnement des armatures entre paquets, les poutrelles sont évacuées sur le parc de stockage où elles sont rangées par type et longueur.

2. Contrôles de fabrication

Poutrelles :

L'usine de fabrication met en place un système de contrôle de production lui permettant de s'assurer que les produits sont fabriqués en conformité avec les caractéristiques requises.
Les contrôles internes répondent aux exigences définies dans le règlement technique de la certification NF 395-Poutrelles.
La fabrication des poutrelles GP fait l'objet d'un suivi externe selon les exigences du référentiel de certification NF 395.

S'agissant de poutrelles en béton précontraint, les modalités de suivi de la résistance mécanique en situation provisoire sont celles de la classe A.

Les valeurs résistantes V_{Rd} et M_{Rd} en phase provisoire des poutrelles GP figurant en Annexe 2 -§5 du Dossier Technique sont des valeurs cibles calculées qui seront contrôlées et éventuellement ajustées à partir des essais initiaux et des essais de suivi périodiques conformément aux exigences du référentiel de certification NF 395.

Les poutrelles sont assorties du marquage CE accompagné des informations prévues par la norme européenne NF EN 15037-1.

Entrevous :

Les entrevous EMS, EMR, EMX, Isoleader et Isoleader SPX sont contrôlés suivant le référentiel de certification NF 547 en vigueur et font l'objet d'un certificat NF.

Les entrevous IsoGP sont contrôlés (suivi interne et externe) suivant le référentiel de certification NF 547.

F. Mise en œuvre

1. Généralités

La mise en œuvre est conforme aux prescriptions données dans le NF DTU 23.5 P1-1.

Les poutrelles sont mises en place suivant les prescriptions du plan de préconisation de pose établi spécialement pour le chantier en fonction de la géométrie et des charges appliquées. Généralement simples ou jumelées, les poutrelles sont parfois regroupées en nombre supérieur afin de traiter des points particuliers (charges localisées, chevêtres de trémies…). L'entraxe prévu pour les poutrelles est assuré par la pose des entrevous d'extrémité.

La mise en œuvre du plancher peut être réalisée sans étai, avec une file centrale d'étais, avec deux files d'étais (généralement placées aux 2/5 et 3/5 de la portée, parfois aux 1/3 et 2/3 de la portée), ou encore, dans certains cas particuliers, avec un nombre supérieur de files d'étais régulièrement espacées. Le plan de pose indique la disposition retenue pour chaque travée.

Les poutrelles sont d'abord posées sur les appuis extrêmes (appuis définitifs ou lisses provisoires d'appuis). Les files d'étais éventuelles en travée sont ensuite amenées au contact de la poutrelle. Après la pose des entrevous, il est procédé à la mise en place des ferraillages complémentaires : armatures en chapeaux, renforts, treillis soudé de la dalle.

Le bétonnage des nervures, de la dalle de compression et des chaînages s'effectue en une seule opération. Dans le cas particulier de certains montages, il est prévu des chaînages intermédiaires qui figurent alors sur le plan de préconisation de pose.

L'épaisseur minimale de la dalle de répartition rapportée est de 4 cm au-dessus des entrevous résistants (en béton ou en terre cuite), des entrevous Leader EMS, des entrevous EMR, des entrevous EMX, des entrevous Isoleader et des entrevous Isoleader SPX, 5 cm au-dessus des entrevous IsoGP.

2. Planchers avec entrevous EMS, EMR et EMX

La mise en œuvre d'un plancher avec entrevous Leader EMS, EMR et EMX est, dans ses grandes lignes, similaire à celle d'un plancher courant. La seule spécificité, décrite ci-après, est relative à la mise en place des entrevous.

On notera tout d'abord que les entrevous sont « clipsables » entre eux. Cette fonction conduit à une dissymétrie de la pièce. Un dispositif de centrage, différenciant les deux extrémités, facilite le positionnement lors de la pose. La liaison tympan-entrevous est réalisée par recouvrement des deux éléments.

Utilisé comme coffrage d'about, un tympan est disposé à chaque extrémité des poutrelles. Les entrevous sont disposés sur les poutrelles, en appui sur les talons. Leur dimension ménage un jeu de quelques millimètres par rapport à l'âme.

Dans le cas d'une travée courante, la pose intervient en commençant à une extrémité des poutrelles, elle peut être réalisée suivant la chronologie ci-après :

- positionner le tympan avec une pénétration maximale sur appui (de l'ordre de 85 mm ou au contact du chaînage) ;
- liaisonner le premier entrevous et le tympan ;
- progresser ensuite sur la travée, clipsant les entrevous les uns à la suite des autres, jusqu'au voisinage de l'autre appui ;
- le dernier entrevous étant présenté dans sa position définitive, repérer sur celui-ci la première nervure dont l'axe se situe à une distance supérieure ou égale à 35 mm de l'aplomb du nu intérieur du mur porteur ;
- déposer l'élément, découper l'entrevous en fond de la nervure identifiée ;
- mettre en place l'entrevous en le clipsant sur le précédent et en le liaisonnant avec le tympan disposé à son extrémité ;
- déplacer l'ensemble constitué par les entrevous et les tympans de la travée afin de distribuer les pénétrations sur appuis de façon équivalente.

Pour la travée suivante, le morceau d'entrevous restant après la coupe est mis en place, extrémité découpée au contact du tympan. La pose des entrevous suivants se poursuit, suivant l'orientation pré-définie.

En rive de plancher, lorsque la largeur à couvrir ne permet pas d'utiliser un entrevous entier ; il est nécessaire de procéder à la coupe longitudinale des entrevous. Les modules sont découpés en veillant à assurer une profondeur minimale d'appui de

30 mm sur le support. Les entrevous sont maintenus en place par un dispositif de fixation au support, situé en fond de nervure (au minimum 3 points de fixation par entrevous de 1,20 m).

Le bétonnage s'effectue comme dans les cas usuels, l'épaisseur minimale de la dalle de répartition rapportée étant de 4 cm au-dessus de l'entrevous, épaisseur possible grâce à la présence des nervures.

Les entrevous en polypropylène sont sensibles à la température. Par temps chaud, le responsable en charge de la pose mesurera la température des entrevous à l'aide d'un thermomètre électronique.

Il sera nécessaire de prévoir un dispositif pour la circulation des personnes (chemin de planches par exemple) lorsque la température des entrevous est supérieure à :

- 40°C dans le cas des entrevous EMS et EMR;
- 32°C dans le cas des entrevous EMX.

Note : ces indications sont reportées sur la notice de pose insérée dans le colis.

3. Planchers avec entrevous Isoleader, Isoleader SPX et IsoGP

Généralement disposées à entraxe constant, les poutrelles peuvent parfois être regroupées pour traiter des points particuliers (charges localisées, chevêtres de trémies…). Dans le cas de planchers avec entrevous à languette, afin de ne pas dégrader la performance thermique, il sera nécessaire de rapporter localement un complément d'isolation.

La gamme d'entrevous IsoGP 50j comporte une longueur de languette permettant de recouvrir intégralement la sous face des poutrelles jumelées sans complément d'isolation.

La mise en œuvre de l'étaiement diffère suivant que nous considérions le cas des entrevous avec ou sans languette.

Dans le cas des entrevous sans languette, les files d'étais éventuelles en travée sont amenées au contact de la poutrelle.

La pose des entrevous à languette nécessite des précautions particulières.

Après la pose des poutrelles, les entrevous sont mis en place sur la travée. Les lisses d'étaiement doivent présenter une largeur suffisante pour ne pas altérer les languettes. Elles sont mises en contact de la sous-face du plancher et l'étaiement légèrement relevé pour rattraper le jeu entre la sous-face de la poutrelle et la partie supérieure de la languette.

La pose des entrevous est réalisée en assurant, en bout de travée, l'appui des éléments d'extrémité sur les murs porteurs. Cette disposition peut être obtenue par débord de l'entrevous sur le mur, ce qui nécessite, dans le cas de languette, la découpe de cette dernière. La profondeur de pénétration sur le mur est au moins égale à 15 mm. Les entrevous sont mis en contact (emboîtés le cas échéant) intimement de manière à assurer une bonne étanchéité au coulage.

La mise en œuvre d'un plancher avec entrevous Isoleader est similaire, dans ses grandes lignes, à celle d'un plancher courant à entrevous polystyrène. Les entrevous d'extrémité sont disposés pour obtenir l'écartement entre poutrelles. Le premier entrevous est disposé avec l'emboîtement mâle orienté côté chaînage, appuyé sur le mur porteur. Les entrevous sont ensuite mis en place et liaisonnés entre eux pour couvrir la longueur de la travée. Le dernier élément est enfin découpé pour combler le vide restant et prendre appui sur le mur en vis-à-vis.

G. Finitions

Sols

Le procédé de plancher Leader GP peut recevoir tout type de revêtements de sol, éventuellement après rattrapage par une chape (conformément au NF DTU 26.2) dans le cas des montages réalisés à partir d'entrevous porteurs.

Plafonds

Dans le cas de planchers à sous face plane réalisés à partir d'entrevous en béton ou en terre cuite, la finition des plafonds est généralement réalisée par enduit plâtre.

Le procédé permet également de suspendre des plafonds 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.

Dans le cas des entrevous Leader EMS, Leader EMR et Leader EMX, la suspension des plafonds est réalisée par l'intermédiaire d'une patte spécifique s'accrochant sur le talon des poutrelles.

H. Conception et calculs

1. Vérifications à la mise en œuvre

Ces vérifications sont conformes aux prescriptions de l'article 9.3 de la NF P19-205.

Les valeurs de moment résistant de calcul M_{Rd} sont données en Annexe 2-§5 du dossier Technique.

Les valeurs de $V_{Rd,C}$ sont déterminées avec les caractéristiques mécaniques des poutrelles données en Annexe 2-§5 du dossier Technique.

A partir du moment résistant M_{Rd} et de l'effort tranchant résistant $V_{Rd,C}$, et en application des prescriptions de la NF P19-205, les tableaux de l'Annexe 2-§5 donne des portées de mise en œuvre (phase provisoire) pour les montages usuels sans étais.

2. Vérifications en phase définitive

La conception et le calcul des montages sont effectués selon la norme NF P19-205 en tenant compte des amendements définis ci-après.

La résistance caractéristique à la compression à 28 jours du béton du chantier, adoptée pour l'établissement des tableaux de montages en Annexe 2 est égale à 25 MPa.

Le dimensionnement des planchers est réalisé en tenant compte des caractéristiques particulières du montage adopté.

L'annexe 2-§3 du Dossier Technique fournit, dans les cas de montages les plus courants, les caractéristiques nécessaires au dimensionnement de ces planchers.

Concernant la détermination de l'effort tranchant résistant des montages de plancher Leader GP, les contraintes de cisaillement admissibles sont déterminées conformément à l'article 7.3 de la norme NF P19-205. En particulier la valeur de calcul de la contrainte de cisaillement à l'interface est donnée par le tableau 3 de la norme EN 15037-1 en retenant l'état de surface de type C_{3a}. Lorsque la poutrelle comporte des armatures transversales armant partiellement la nervure (armatures de couture par exemple), les vérifications relatives au cisaillement admissible dans le béton de poutrelle ou dans le béton coulé en œuvre ne sont pas à effectuer aux niveaux pour lesquels l'armature transversale est ancrée.

- **Conditions d'emploi du plancher avec entrevous Leader EMS, EMR et EMX**

Les entrevous Leader EMS, Leader EMR et Leader EMX sont à considérer comme entrevous de coffrage simple au sens du NF DTU 23.5 et de la norme NF P19-205.

Le profil extérieur de l'entrevous EMX autorise la dérogation couture avec les poutrelles de la gamme Leader GP dans les conditions définies au présent Dossier Technique.

La dalle de répartition nervurée présente une épaisseur minimale de 40 mm. Sa géométrie lui confère une inertie et une section transversale équivalentes à celles d'une dalle d'épaisseur constante de 50 mm.

Pour la réalisation de planchers d'étages courants ou de planchers hauts de sous-sols habitables, le plancher sera habillé en sous face par un faux-plafond réalisé à partir d'une plaque BA 13 standard, conformément aux exigences du NF DTU 25.41. La plaque peut éventuellement être surmontée d'une laine minérale.

Le plénum peut être traversé par des conduits, tels que canalisations d'eau (en charge ou d'évacuation) ou canalisations électriques, sous réserve qu'ils ne présentent pas de risque du point de vue de la sécurité incendie. Le passage de canalisations de gaz dans le plénum est formellement interdit sauf dispositions spécifiques visées par la règlementation en vigueur (par exemple : utilisation de fourreau continu étanche sans dérivation et débouchant à une extrémité au moins dans un local ventilé). Les percements de l'écran autorisés sont ceux, nécessaires au passage des canalisations et ajustés au diamètre de ces dernières.

Les entrevous Leader EMS EcoVS, Leader EMR et Leader EMX EcoVS ne peuvent être employés que dans les planchers sur vide sanitaire. Ils sont laissés apparents.

Les entrevous Leader EMX ignifugé peuvent être employés sans écran protecteur dans les planchers sur vide sanitaire sans restriction du domaine d'emploi général. Dans les bâtiments d'habitation de la 1°, 2°, 3° et 4° famille et dans les ERP, le plancher haut de sous-sol non destiné à un usage d'habitation pourra également être laissé apparent, le plancher d'étage sera nécessairement protégé par un plafond en plaque de plâtre tel que défini ci-avant. En dehors de ce domaine d'emploi, la solution peut être considérée acceptable si la solution d'écran sous plancher fait l'objet d'une appréciation de laboratoire visant le système de plancher avec entrevous Leader EMX ou s'il peut être justifié, à partir de P.V. d'essais, que l'habillage protégeant le plancher en sous-face limite la température dans le plénum à une valeur inférieure ou égale à 150°C pendant la durée de tenue au feu requise.

Pour la détermination de l'effort tranchant résistant du plancher avec entrevous EMS et EMR : l'association EMS-EMR/GP156 ou GP185 permet de respecter les exigences définies au § 5.2.2.2 de la norme NF P19-205 pour les entrevous de coffrage simple. Le niveau zéro, la ligne de moindre résistance à l'effort tranchant et la longueur de collage sont déterminés en application des principes définis dans la NF P19-205 pour les entrevous de coffrage simple. Les valeurs de contraintes admissibles pour le collage, pour le béton de chantier ainsi que pour le béton de poutrelles sont celles définies pour un état de surface de type C_{3a}.

Pour la détermination de l'effort tranchant résistant du plancher avec entrevous EMX : l'association EMX/GP156 ou GP185 ne permet pas de respecter en tout point de l'entrevous les exigences définies au § 5.2.2.2 de la norme NF P19-205 pour les

entrevous de coffrage simple (voir figures 20,22 et 24 en Annexe 1). Vis-à-vis des vérifications de la ligne de moindre résistance à l'effort tranchant et de la longueur de collage, le niveau 0 est défini comme le niveau pour lequel la largeur entre poutrelle et entrevous est égale à 2 cm. Les valeurs de contraintes admissibles pour le collage, pour le béton de chantier ainsi que pour le béton de poutrelles sont celles définies pour un état de surface de type C_{3a}. L'adoption de ces prescriptions s'appuie sur les justifications expérimentales (essais push-out) listées au § I du Dossier Technique.

- **Conditions d'emploi du plancher avec entrevous Isoleader et Isoleader SPX**

Les entrevous Isoleader et Isoleader SPX sont des entrevous de coffrage simple au sens du NF DTU 23.5 et de la norme NF P19-205.

Dans le cadre de la gamme Leader GP, ces entrevous sont uniquement associés avec la poutrelle GP156.

Le profil extérieur de l'entrevous Isoleader et de l'entrevous Isoleader SPX autorise la dérogation couture avec la poutrelle GP156.

L'épaisseur minimale de la dalle de répartition est de 40 mm. Sa géométrie nervurée lui confère une inertie et une section transversale équivalentes à celles d'une dalle d'épaisseur constante de 50 m.

Pour la détermination de l'effort tranchant résistant du plancher avec entrevous Isoleader : l'association Isoleader/GP156 (voir figure 28 en Annexe 1) permet de respecter les exigences définies au § 5.2.2.2 de la norme NF P19-205 pour les entrevous de coffrage simple. Le niveau zéro, la ligne de moindre résistance à l'effort tranchant et la longueur de collage sont déterminés en application des principes définis dans la NF P19-205 pour les entrevous de coffrage simple. Les valeurs de contraintes admissibles pour le collage, pour le béton de chantier ainsi que pour le béton de poutrelles sont celles définies pour un état de surface de type C_{3a}.

Pour la détermination de l'effort tranchant résistant du plancher avec entrevous Isoleader SPX : l'association Isoleader/GP156 (voir figure 26 en Annexe 1) ne permet pas de respecter en tout point de l'entrevous les exigences définies au § 5.2.2.2 de la norme NF P19-205 pour les entrevous de coffrage simple (exigence non respectée au niveau de la coupe BB : voir figure 26 en Annexe 1). Vis-à-vis des vérifications de la ligne de moindre résistance à l'effort tranchant et de la longueur de collage, le niveau 0 est défini comme le niveau pour lequel la largeur entre poutrelle et entrevous est égale à 2 cm. Les valeurs de contraintes admissibles pour le collage, pour le béton de chantier ainsi que pour le béton de poutrelles sont celles définies pour un état de surface de type C_{3a}. L'adoption de ces prescriptions s'appuie sur les justifications expérimentales (essais push-out) listées au § I du Dossier Technique.

- **Conditions d'emploi du plancher avec entrevous IsoGP**

Les entrevous IsoGP sont des entrevous de coffrage simple au sens du NF DTU 23.5 et de la norme NF P19-205.

Le profil extérieur des entrevous IsoGP autorise la dérogation couture avec les poutrelles Leader GP.

L'épaisseur minimale de la dalle de répartition est de 50 mm.

Pour la détermination de l'effort tranchant résistant du plancher avec entrevous IsoGP : l'association IsoGP/GP156 ou GP185 (voir figures 41 et 42 en Annexe 1) ne permet pas de respecter les exigences définies au § 5.2.2.2 de la norme NF P19-205 pour les entrevous de coffrage simple. Vis-à-vis des vérifications de la ligne de moindre résistance à l'effort tranchant et de la longueur de collage, le niveau 0 est défini comme le niveau pour lequel la largeur entre poutrelle et entrevous est égale à 2 cm. Les valeurs de contraintes admissibles pour le collage, pour le béton de chantier ainsi que pour le béton de poutrelles sont celles définies pour un état de surface de type C_{3a}. L'adoption de ces prescriptions s'appuie sur les justifications expérimentales (essais push-out) listées au § I du Dossier Technique.

- **Cas des bétons autoplaçants (BAP) comme béton de chantier :**

Dans le cas d'utilisation d'un BAP pour le béton de chantier, les vérifications sont réalisées suivant les prescriptions de la norme NF P19-205. Pour les BAP dont le volume de granulats est supérieur à 66 %, l'évaluation des déformations est réalisée en considérant un module moyen de déformation longitudinale différé du béton E_v déterminé de la façon suivante :

Le calcul des déformations visé à l'article 8.5.3.3 de la NF P19-205 peut être réalisé suivant l'une des deux méthodes décrites ci-après :

1- Par homogénéisation des sections, en adoptant pour chacun des bétons le module correspondant :

- pour le béton de chantier (BAP) :

$$E_{c,\,eff} = \frac{\xi \cdot E_{cm}}{1+\varphi(\infty, t_0)}$$

Avec

$$E_{cm} = 22000\left(\frac{(f_{ck,ch}+8)}{10}\right)^{0,3}$$

$f_{ck,ch}$: résistance caractéristique à la compression du béton de chantier à 28 jours,

ξ = 0,85.

$\phi(\infty,t_0)$ = 2

$$E_{c,\,eff} = 6233\left(\frac{(f_{ck,ch}+8)}{10}\right)^{0,3}$$

- pour le béton de la poutrelle :

$$E_{c,\,eff} = \frac{E_{cm}}{1+\varphi(\infty, t_0)}$$

Avec

$$E_{cm} = 22000\left(\frac{(f_{ck,\,p}+8)}{10}\right)^{0,3}$$

$f_{ck,p}$: résistance caractéristique à la compression du béton des poutrelles à 28 jours,

$\phi(\infty,t_0)$ = 2

$$E_{c,\,eff} = 7333\left(\frac{(f_{ck,\,p}+8)}{10}\right)^{0,3}$$

2 - par la méthode simplifiée décrite ci-après :

On prend en compte dans le calcul un module moyen à long terme $E_{c,eff}$ égal à :

$$E_{c,\,eff} = 3116\left(\frac{(f_{ck,ch}+8)}{10}\right)^{0,3} + 3666\left(\frac{(f_{ck,\,p}+8)}{10}\right)^{0,3}$$

Le tableau ci-après donne les valeurs de $E_{c,eff}$ pour un béton de chantier de type BAP en C25/30 :

$f_{ck,p}$ (MPa)	$E_{c,eff}$ (MPa)
40	10327
45	10504
50	10670
55	10826
62	11030
60	10974
65	11114

- **Vérifications du monolithisme en zone sismique**

La vérification des ouvrages est réalisée en conformité à la réglementation en vigueur.

Jusqu'à la date d'application des « Règles de conception et de réalisation des maisons individuelles et bâtiments assimilés, en France, selon la norme NF EN 1998-1:2005 » dites « CPMI-EC8/Z3-Z4 », lorsque la justification est réalisée en référence à la norme NF P 06-014 mars 1995 amendée A1 février 2001 (dans le cas où cette norme est rendue applicable par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié), les vérifications relatives au monolithisme sont les suivantes :

- En zone de sismicité 2, 3 et 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, pour autant que le béton coulé en œuvre présente une résistance caractéristique f_{ck} au moins égale à 25 MPa, les seules vérifications relatives au monolithisme sont celles prévues en situation non sismique. Cette disposition s'applique pour les bâtiments :

  Les bâtiments dont les structures sont classées en structure régulières au sens de la NF EN 1998-1, conçus selon les prescriptions de la NF EN 1998-1 et son Annexe nationale (NF EN 1998-1/NA), classés en catégorie d'importance II et soumis à une surcharge d'exploitation inférieure ou égale à 250 daN/m² ;

  Ou

  Les maisons individuelles et les bâtiments assimilés dont les règles de construction applicables sont spécifiées dans l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, conçus selon ces règles, et d'élancement en plan inférieur ou égal à 4.

- **Gaines et canalisations incorporées**

Pour l'application des prescriptions de l'article 5.5.2.5.1 du NF DTU 23.5 P1-1, dans le cas des entrevous Leader EMS, Leader EMR, Leader EMX, Isoleader et Isoleader SPX, l'enrobage des gaines et canalisations incorporées sera au moins égal à 4 cm.

I. Résultats expérimentaux :

1. Essais mécaniques

-Essais d'ancrage de brins dévoyés utilisés pour assurer la couture poutrelle/table de compression (rapport d'essais internes n° 94 05 551).

-Essais de chargement concentré statique instantané pour vérifier la capacité de répartition transversale dans le cas d'une dalle de répartition de 4 cm d'épaisseur :

- essai réalisé en septembre 1999 sur un plancher à entrevous Leader EMS dans les laboratoires du CSTB (rapport d'essais n° 99-039) ;
- essai réalisé en novembre 2001 sur un plancher à entrevous Isoleader dans les laboratoires du CSTB (rapport d'essais n° EEM 01 060).

-Essais de push-out sur clavetages : mesures comparatives de la résistance de la liaison poutrelle - béton complémentaire réalisées sur géométrie standard et sur les profils de poutrelles type X92 associées au clavetage réduit. Ces essais ont été réalisés de novembre 2009 à janvier 2010 à l'Ecole des Mines d'Alès (Rapport Technique du 2 août 2011).

-Essais de chargement concentré statique pour vérifier le comportement vis à vis de la dérogation couture pour le domaine d'emploi revendiqué (planchers de 17, 24, et 28 cm). Ces essais ont été réalisés au Cerib en juillet 2011 (rapport d'essai n°11 DRI 594).

2. Essais au feu

Rapport de classement européen n° RA15-0254 de réaction au feu selon la norme européenne NF EN 13501-1+A1:2013 sur entrevous EMX donnant le classement suivant : B - s1, d0.

Réunion de la **Commission du règlement de construction, sous-commission incendie-logement, groupe de travail « interprétation »**, en date du 2 juillet 1999, autorisant l'emploi du plancher Leader avec entrevous EMS nus en haut de vide sanitaire et de sous-sol, et avec protection par plafond en plaques de plâtre dans les autres niveaux.

Avis de Chantier n° CO 00,764 émis le 24/01/2000 par le service FEU du CSTB en matière de Résistance au Feu du plancher Leader avec entrevous EMS et divers types de plafond rapporté.

Les entrevous en polystyrène bénéficient :

- de rapports de classement justifiant un classement de réaction au feu E :
  - n° RA14-0191 en date du 09/10/2014 et P171444 DE/2 en date du 11/07/2017, pour les entrevous Isoleader Igni
  - P171444 DE/5 en date du 11/07/2017 pour les entrevous Isoleader SPX Décor Igni
  - P142522 en date du 17/06/2015 pour le polystyrène expansé utilisé dans la fabrication des entrevous IsoGP
- de rapports d'essais justifiant un classement de réaction au feu M1 :
  - n° P151122 DE/1 en date du 28/12/2015 et n° P171442 DE/3 en date du 03/07/2017 pour les entrevous Isoleader Igni
  - n° P171442 DE/1 en date du 03/07/2017 et n° P171442 DE/2 en date du 03/07/2017 pour les entrevous Isoleader SPX Décor Igni
  - P204086 – DEC/1 en date du 20/10/2020 pour le polystyrène expansé utilisé dans la fabrication des entrevous IsoGP

3. Etudes

- Etude sismique avec modèle en 3D pour vérifier le fonctionnement en diaphragme avec entrevous de coffrage simple dans le cas d'une dalle de répartition de 4 cm d'épaisseur, réalisée par SEGULA d'avril 2014.

- Justification de la dérogation couture de l'entrevous IsoGP associé à la gamme GP à partir du clavetage de la gamme LX : « Justification Dérogation couture GP IsoGP » du 22/12/2020

III. Annexes du Dossier Technique :

A. ANNEXE 1 : les entrevous

1. Entrevous de coffrage simple – Leader EMS /EMR

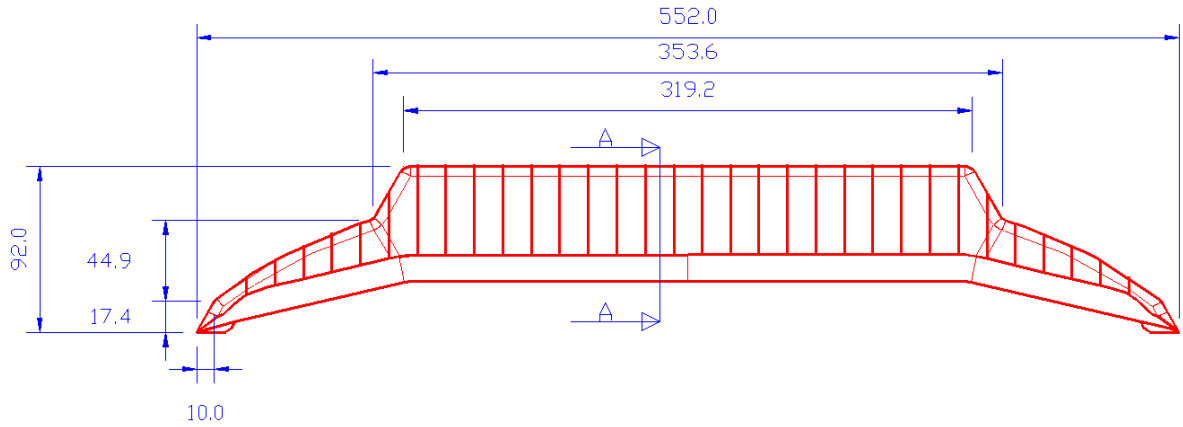


Figure 11 – Entrevous Leader EMS/EMR 13 – Vue de face

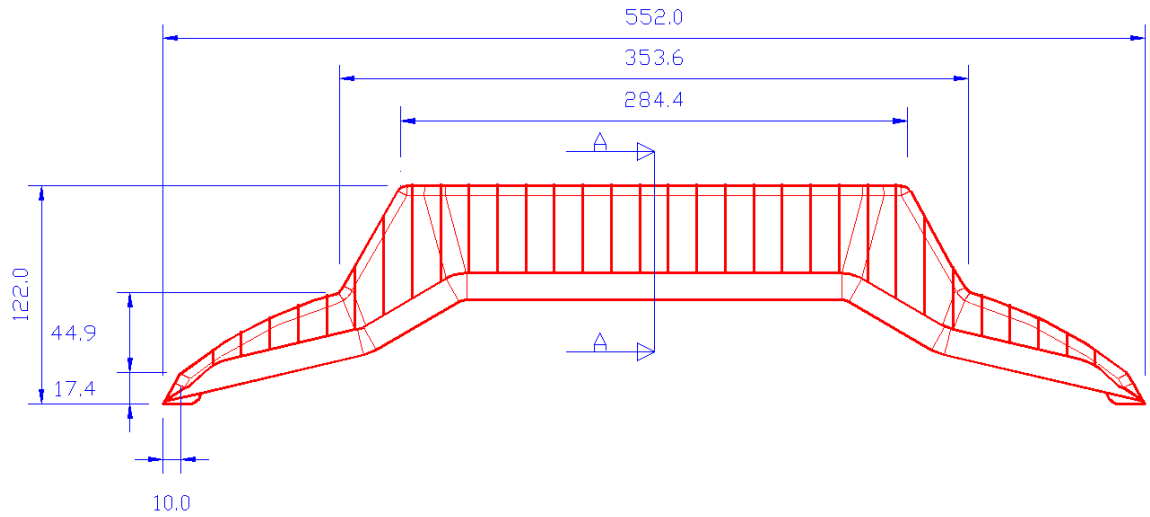


Figure 12 – Entrevous Leader EMS/EMR 16 – Vue de face

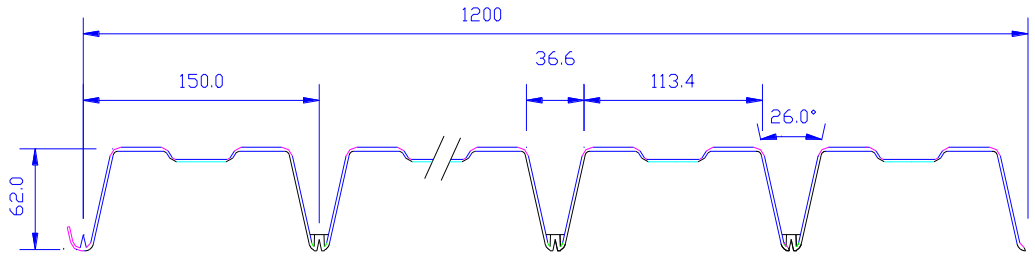


Figure 13 – Entrevous Leader EMS/EMR 13 et EMS 16 – Coupe A-A

2. Entrevous de coffrage simple – Leader EMX

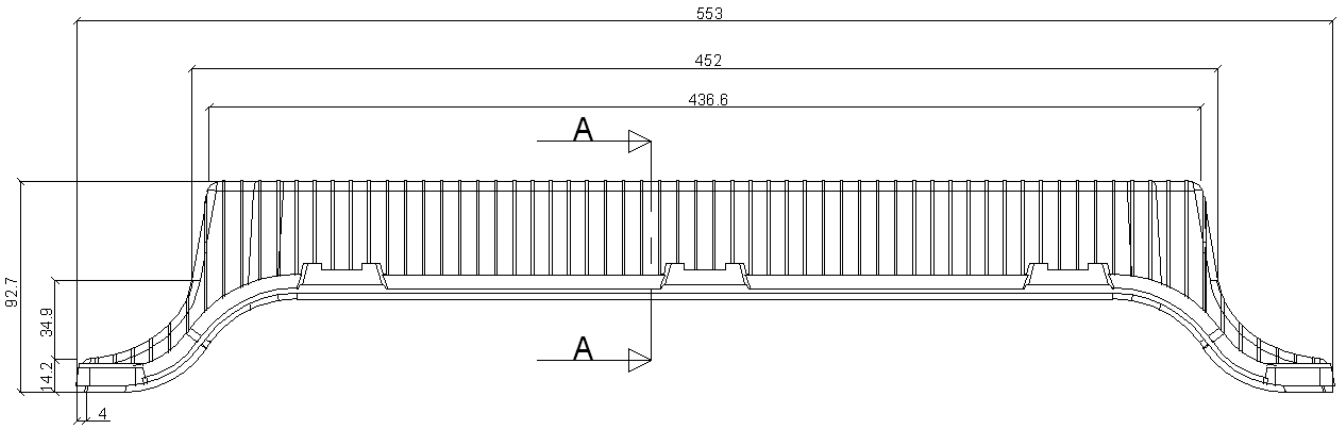


Figure 14 – Entrevous Leader EMX 13 – Vue de face

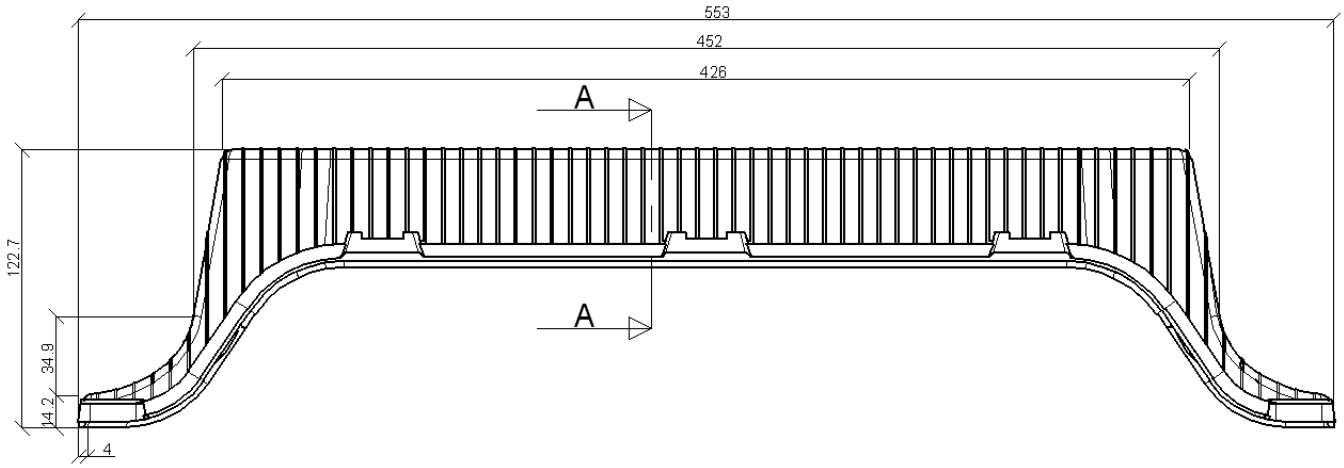


Figure 15 – Entrevous Leader EMX 16 – Vue de face

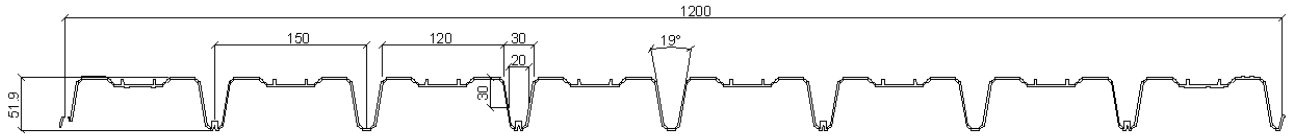


Figure 16 – Entrevous Leader EMX 13 et EMX 16 – Coupe A-A

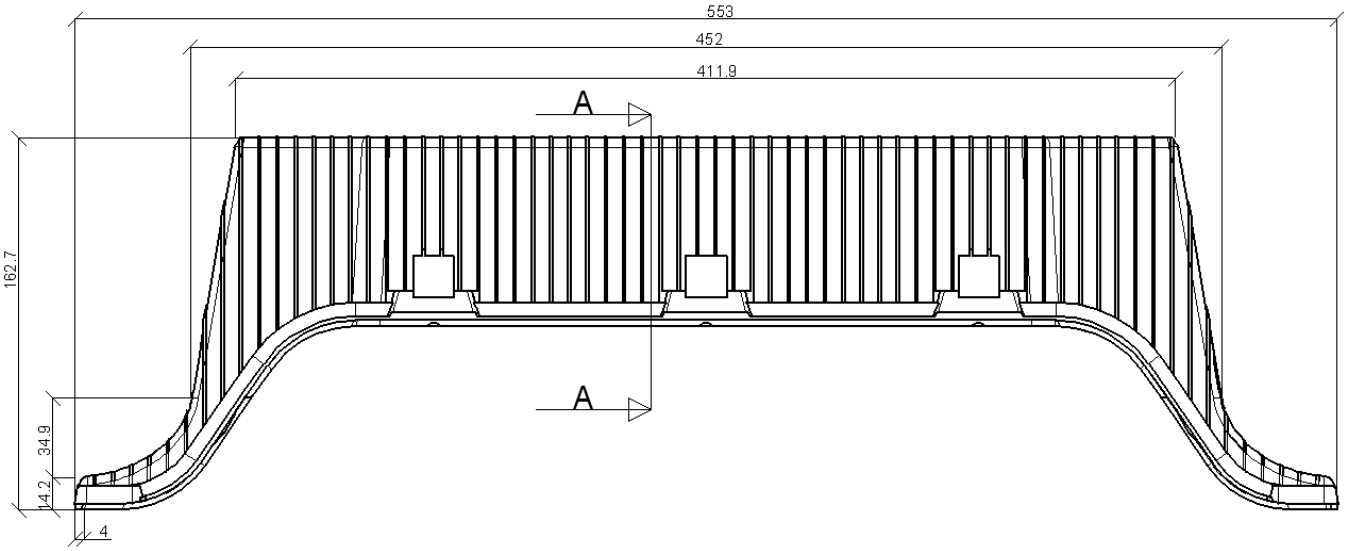


Figure 17 – Entrevous Leader EMX 20 – Vue de face

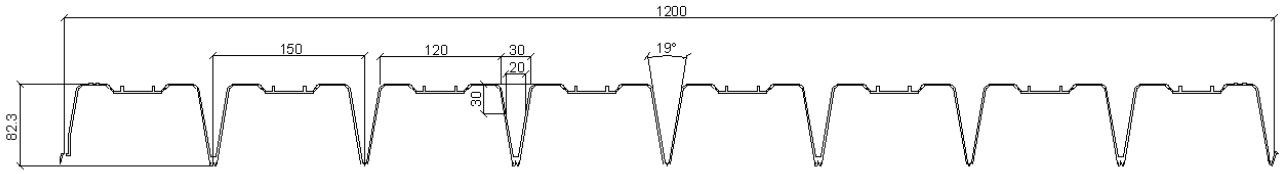
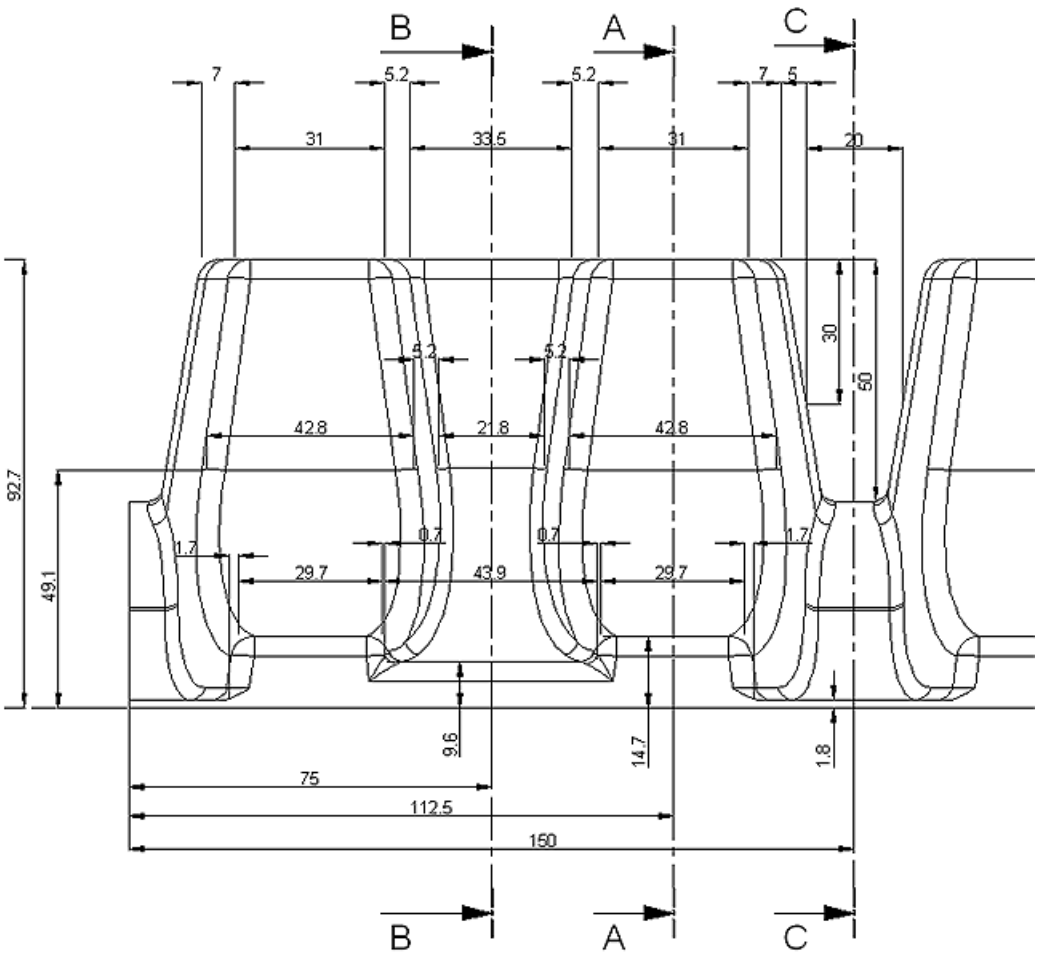
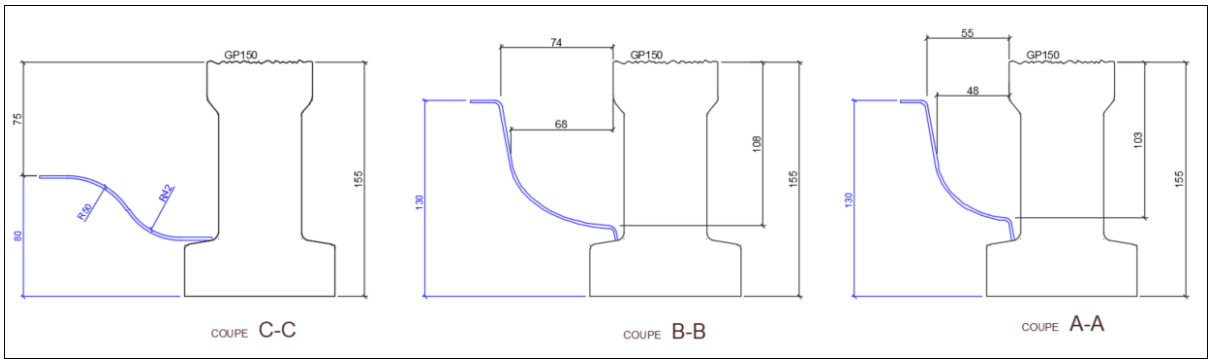


Figure 18 – Entrevous Leader EMX 20 – Coupe A-A



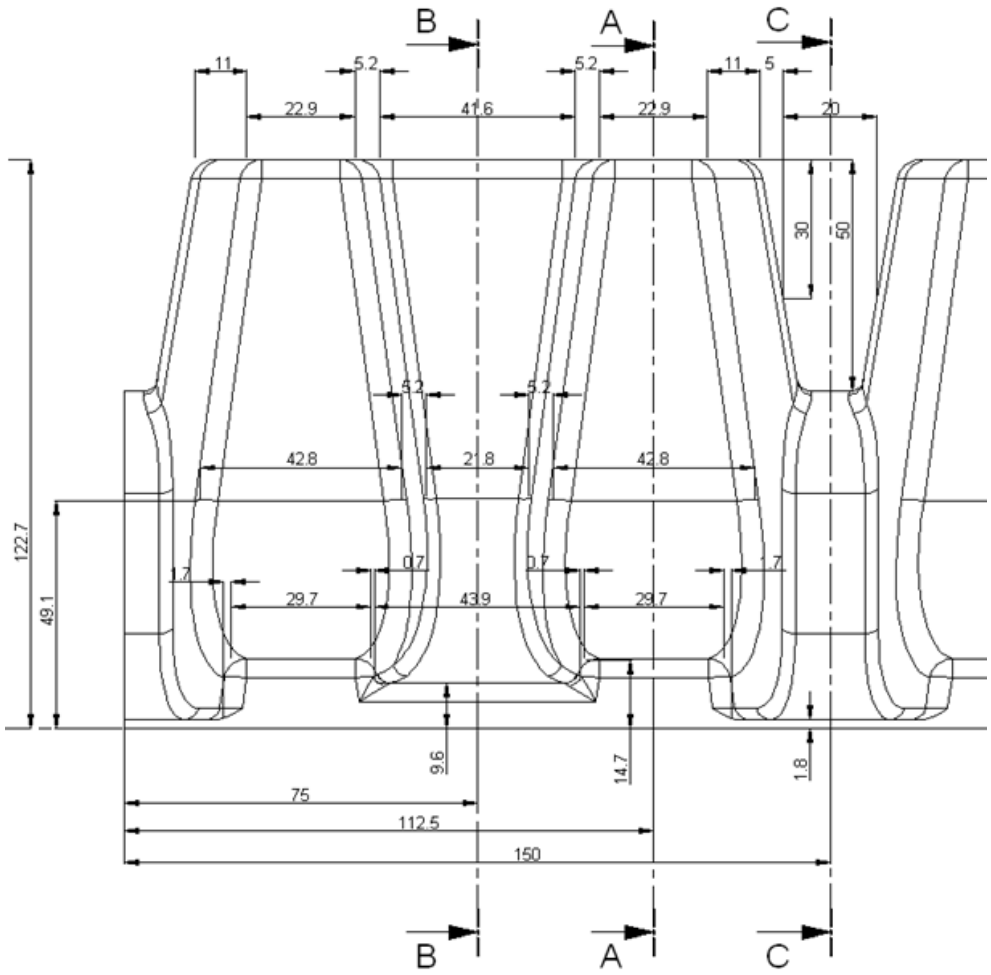
Note : la cotation est faite à l'intersection des tangentes (rayon de raccordement= 5 mm)

Figure 19 – Entrevous Leader EMX 13 – Vue longitudinale partielle



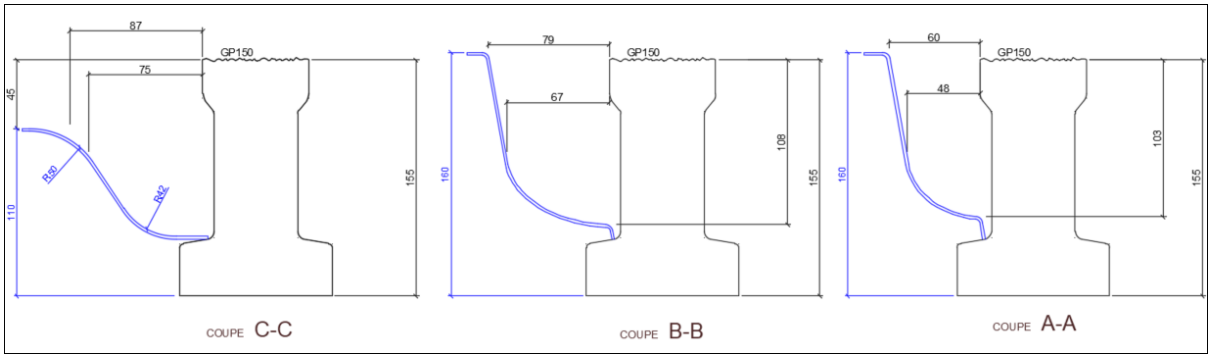
Note : la cotation est faite à l'intersection des tangentes (rayon de raccordement= 5 mm)

Figure 20 – Entrevous Leader EMX 13 – Sections transversales avec poutrelle GP150



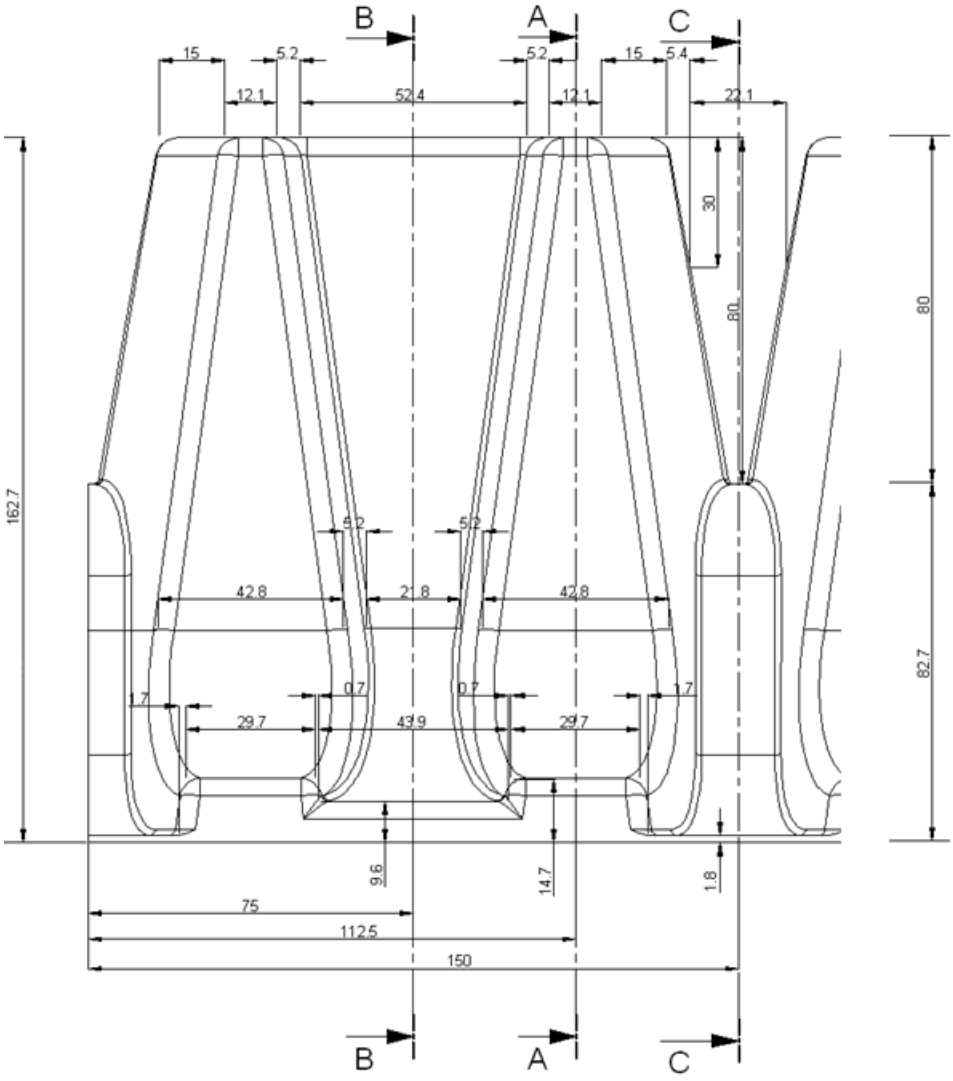
Note : la cotation est faite à l'intersection des tangentes (rayon de raccordement= 5 mm)

Figure 21 – Entrevous Leader EMX 16 – Vue longitudinale partielle



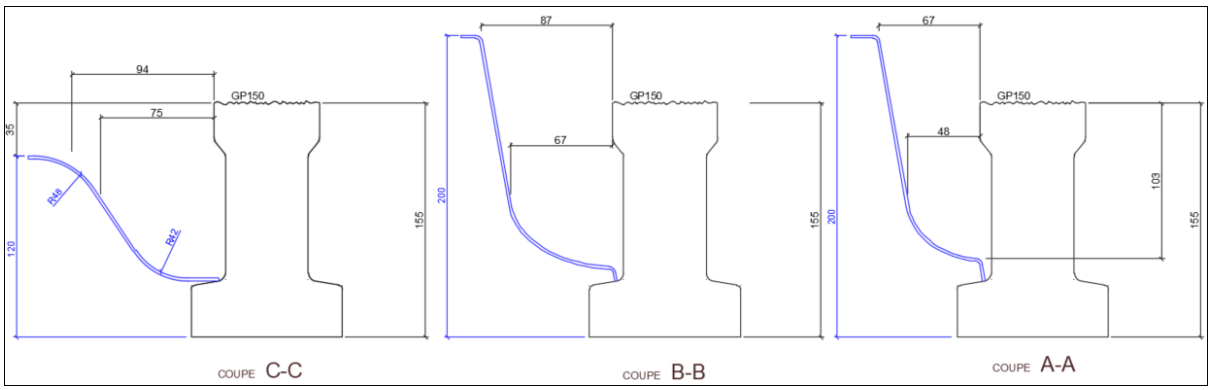
Note : la cotation est faite à l'intersection des tangentes (rayon de raccordement= 5 mm)

Figure 22 – Entrevous Leader EMX 16 – Sections transversales avec poutrelle GP150



Note : la cotation est faite à l'intersection des tangentes (rayon de raccordement= 5 mm)

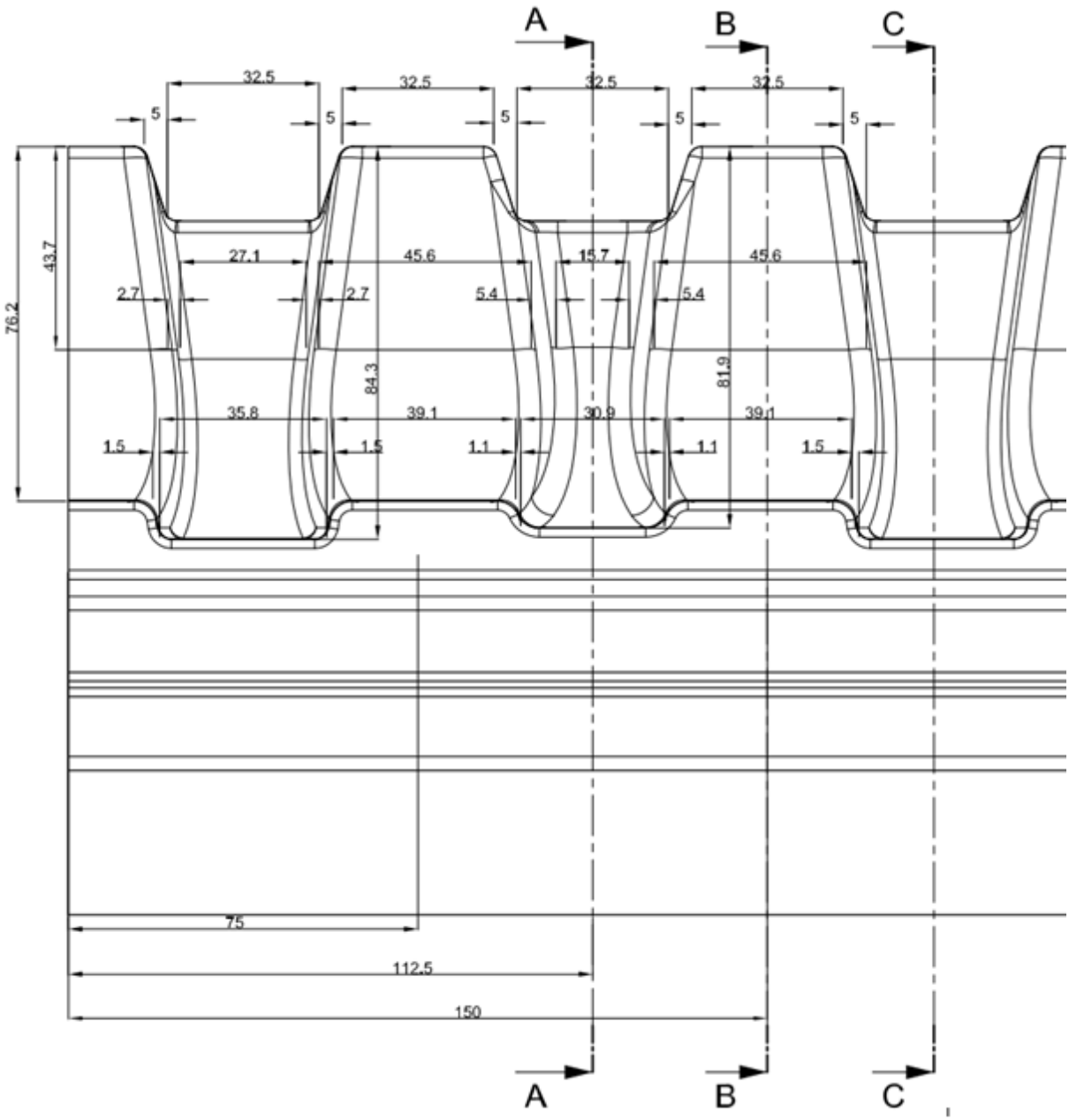
Figure 23 – Entrevous Leader EMX 20 – Vue longitudinale partielle



Note : la cotation est faite à l'intersection des tangentes (rayon de raccordement= 5 mm)

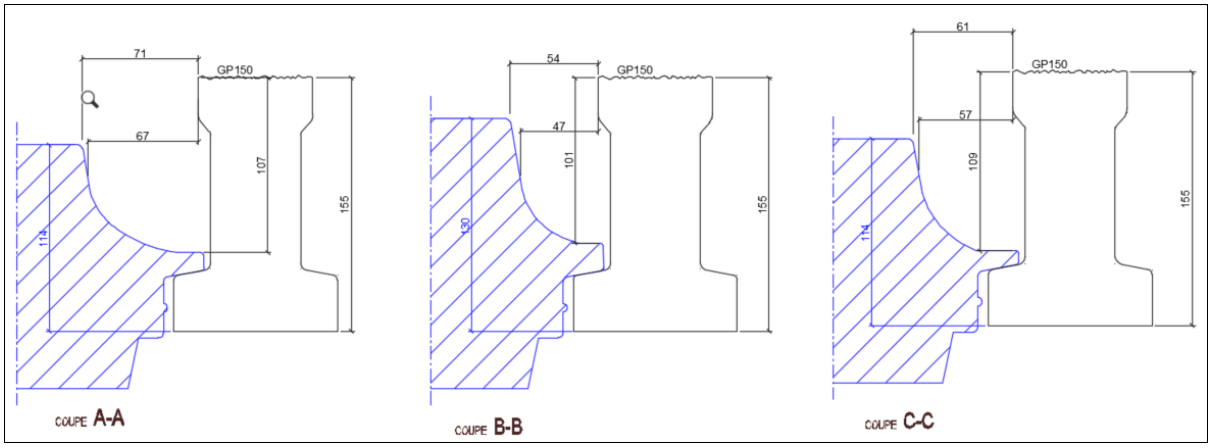
Figure 24 – Entrevous Leader EMX 20 – Sections transversales avec poutrelle GP150

3. Entrevous de coffrage simple – Isoleader SPX



Note : la cotation est faite à l'intersection des tangentes (rayon de raccordement= 5 mm)

Figure 25 – Entrevous Isoleader SPX – Vue longitudinale partielle



Note : la cotation est faite à l'intersection des tangentes (rayon de raccordement= 5 mm)

Figure 26 – Entrevous Isoleader SPX – Sections transversales avec poutrelle GP150

4. Entrevous de coffrage simple – Isoleader

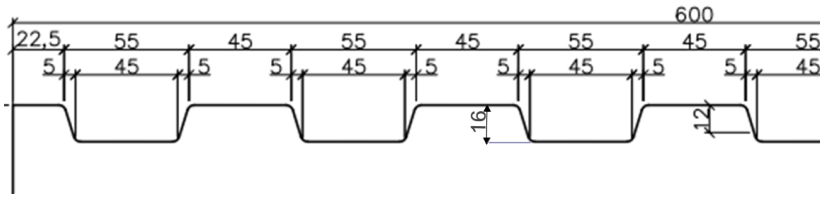


Figure 27 – Entrevous Isoleader – Vue longitudinale partielle (surface entrevous nervurée)

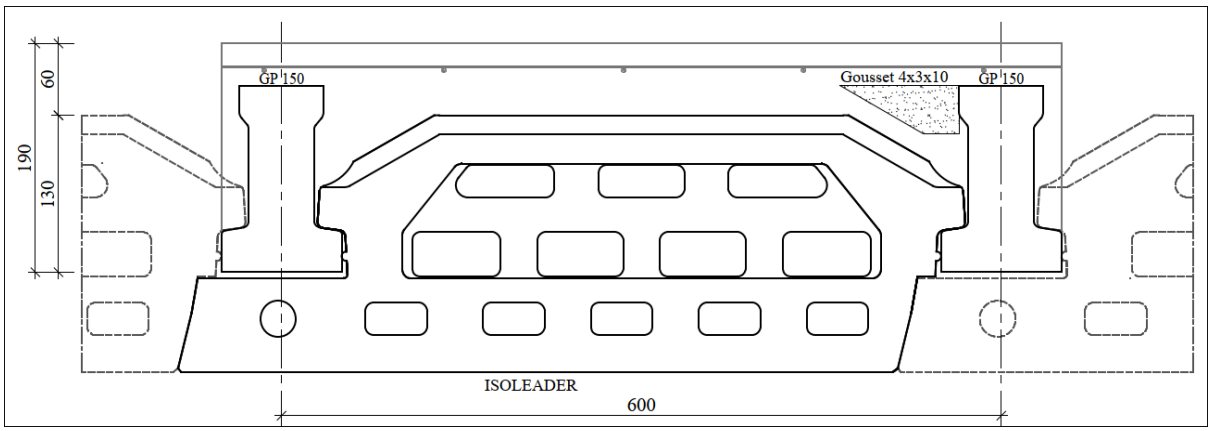


Figure 28 – Entrevous Isoleader – Section transversale avec poutrelle GP156

5. Entrevous de coffrage simple – IsoGP

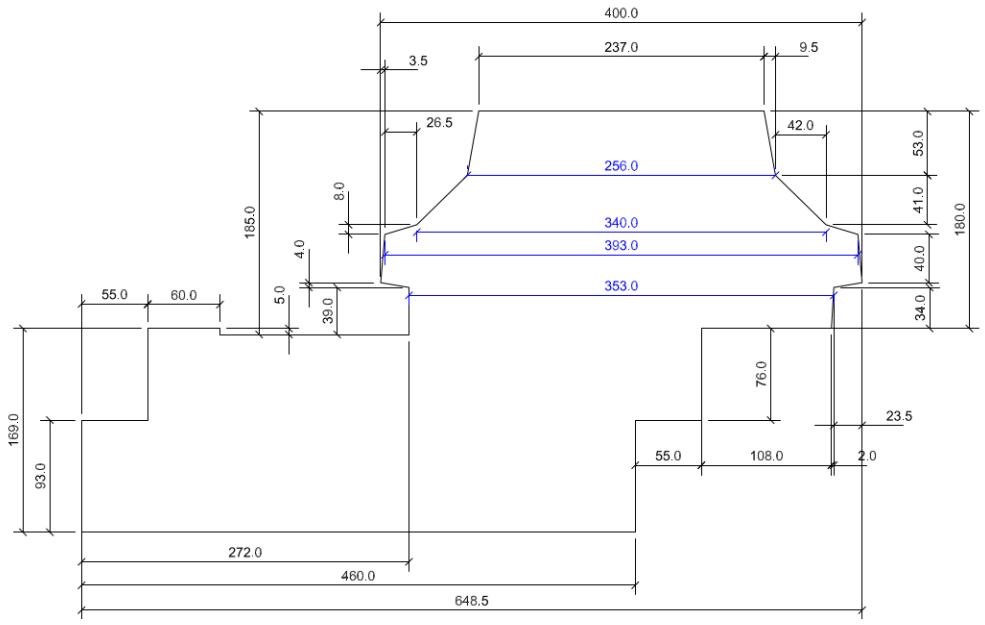


Figure 29 – Entrevous IsoGP18-40

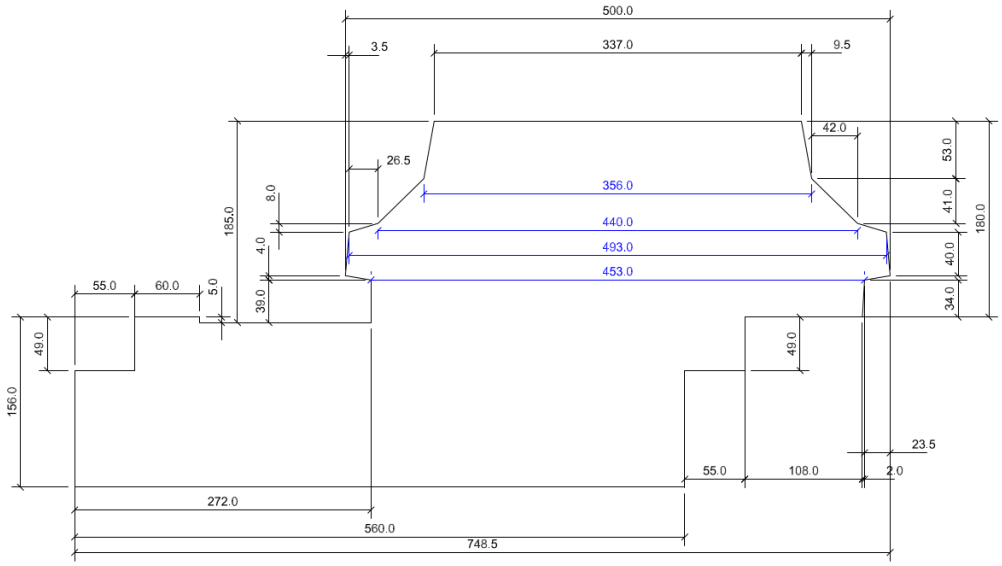


Figure 30 – Entrevous IsoGP18-50

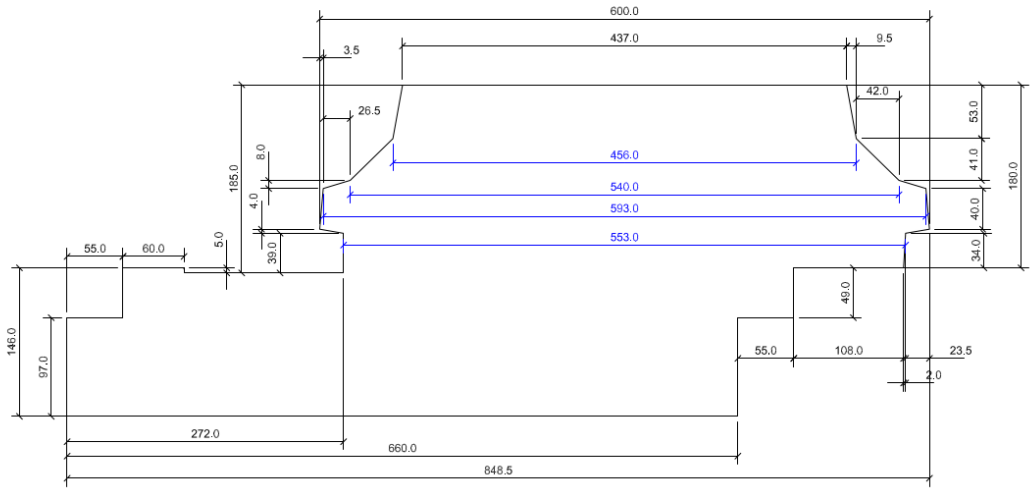


Figure 31 – Entrevous IsoGP18-60

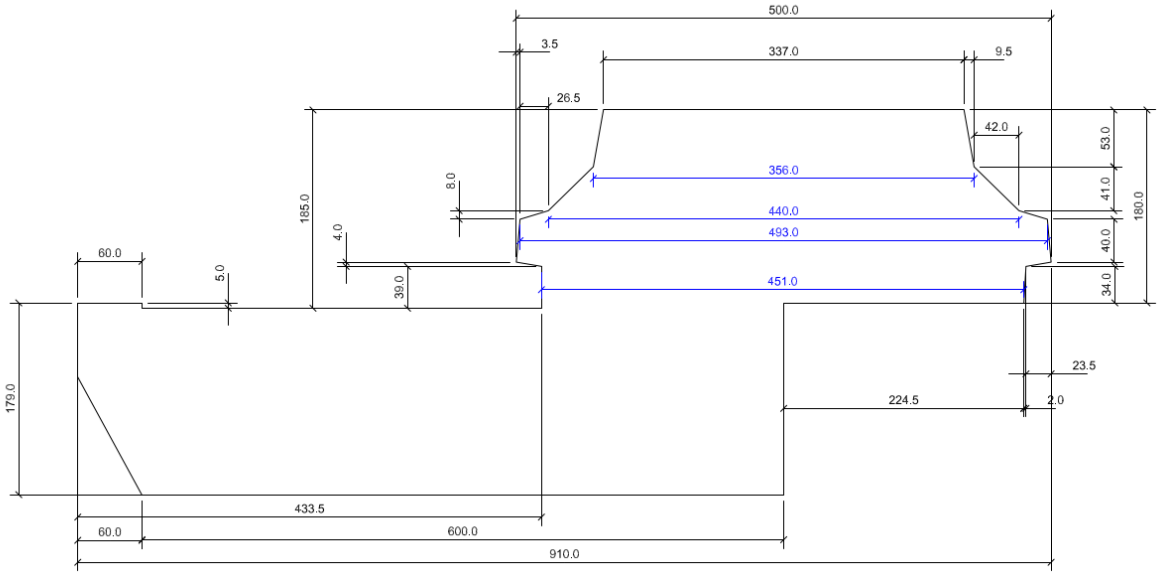


Figure 32 – Entrevous IsoGP18- 50j

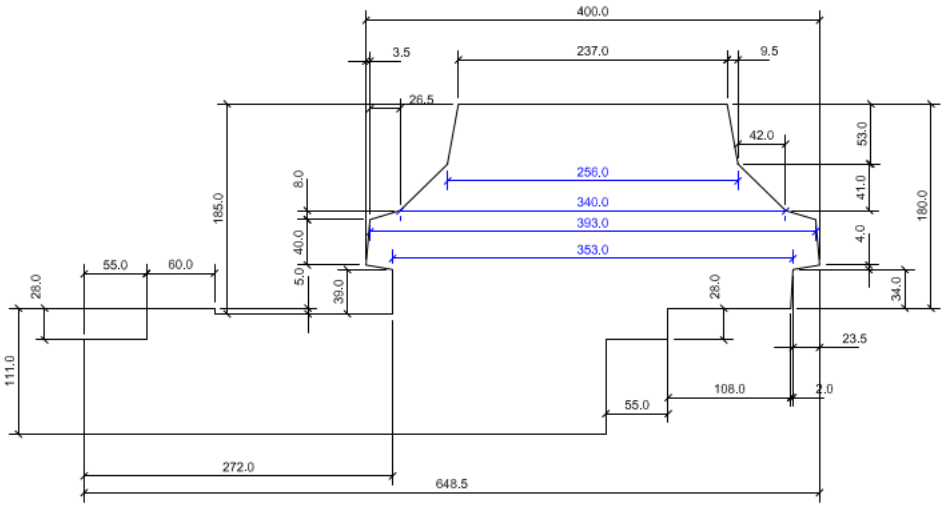


Figure 33 – Entrevous IsoGP23- 40

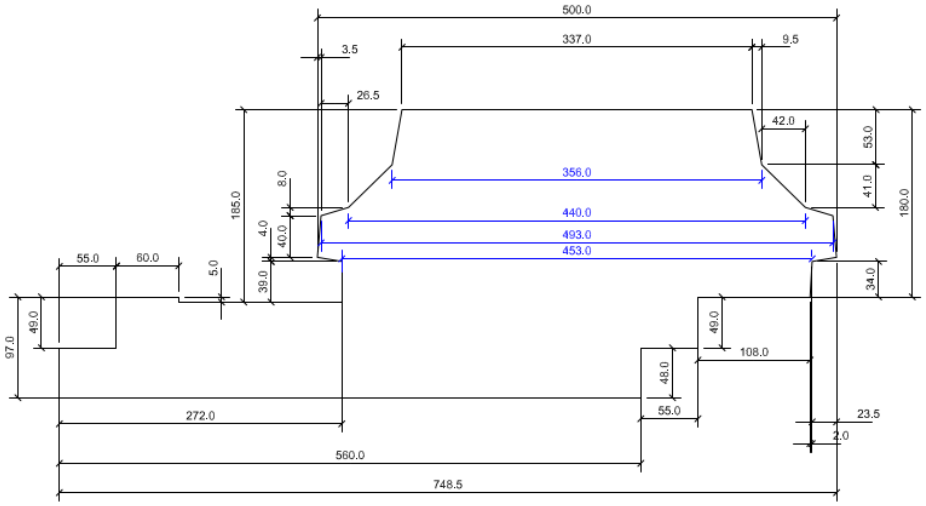


Figure 34 – Entrevous IsoGP23- 50

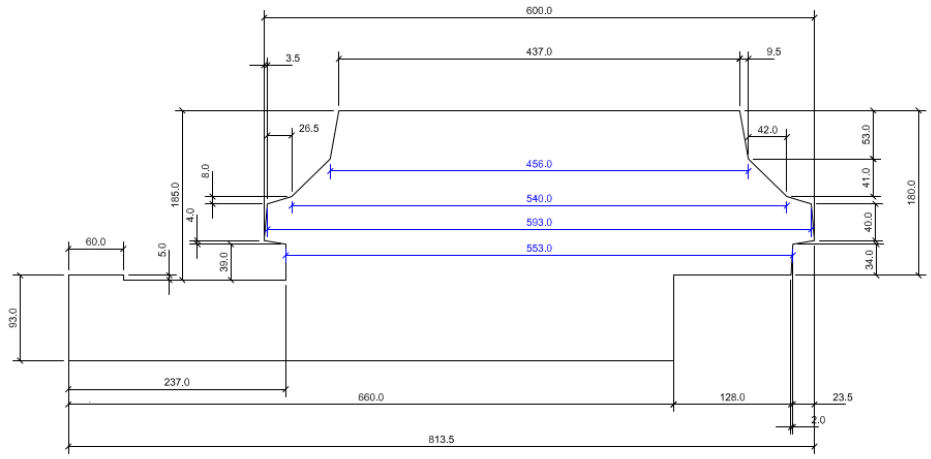


Figure 35 – Entrevous IsoGP23- 60

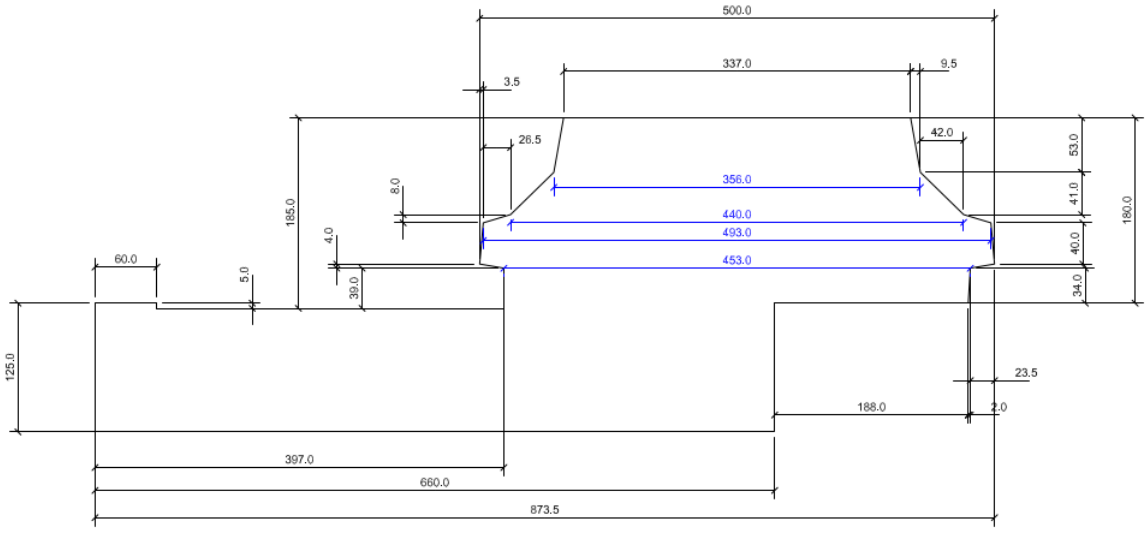


Figure 36 – Entrevous IsoGP23- 50j

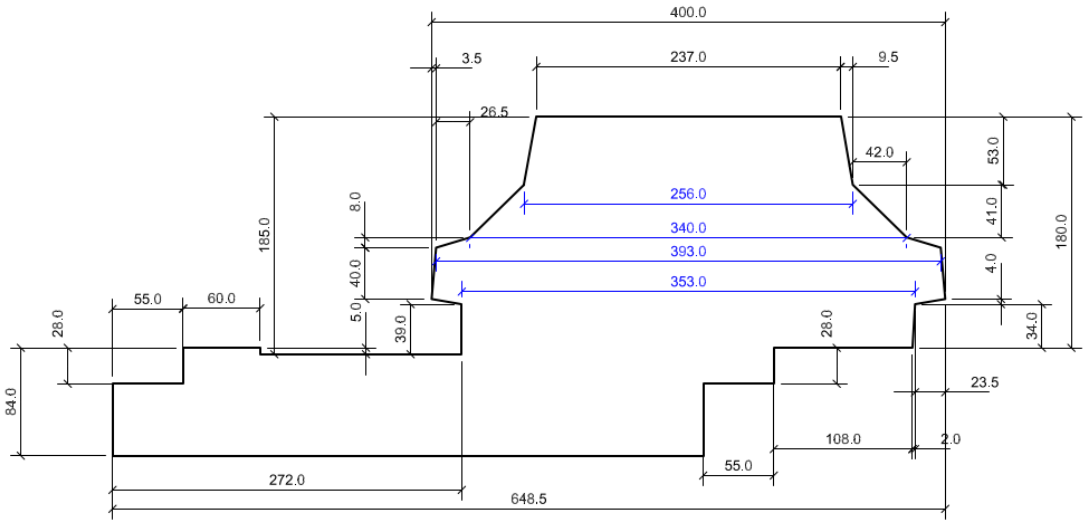


Figure 37 – Entrevous IsoGP27- 40

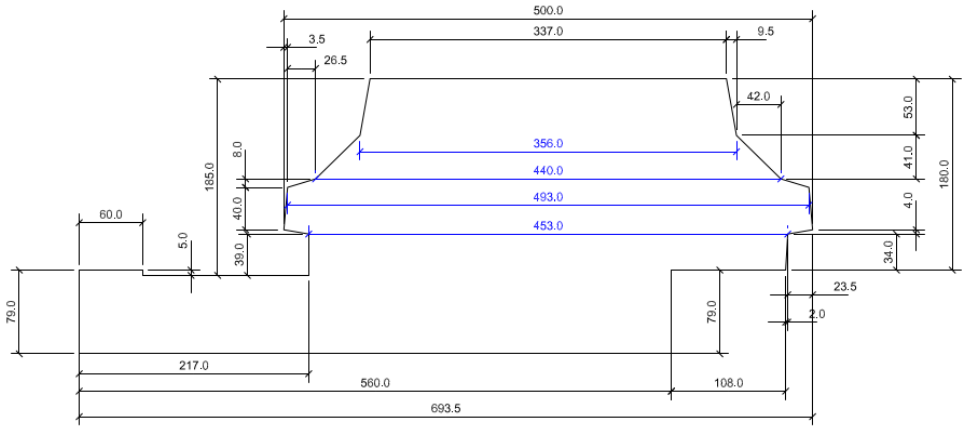


Figure 38 – Entrevous IsoGP27- 50

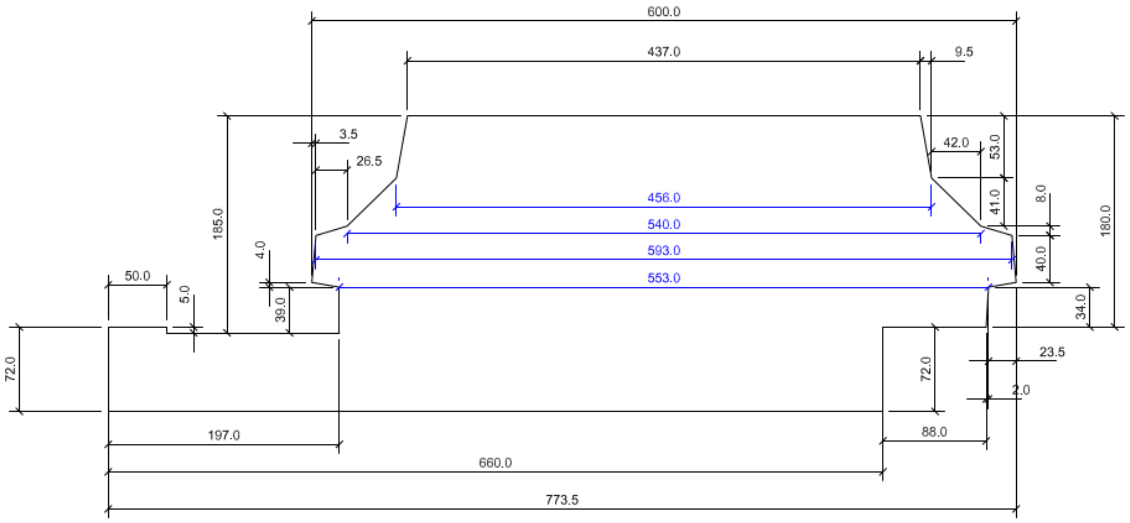


Figure 39 – Entrevous IsoGP27- 60

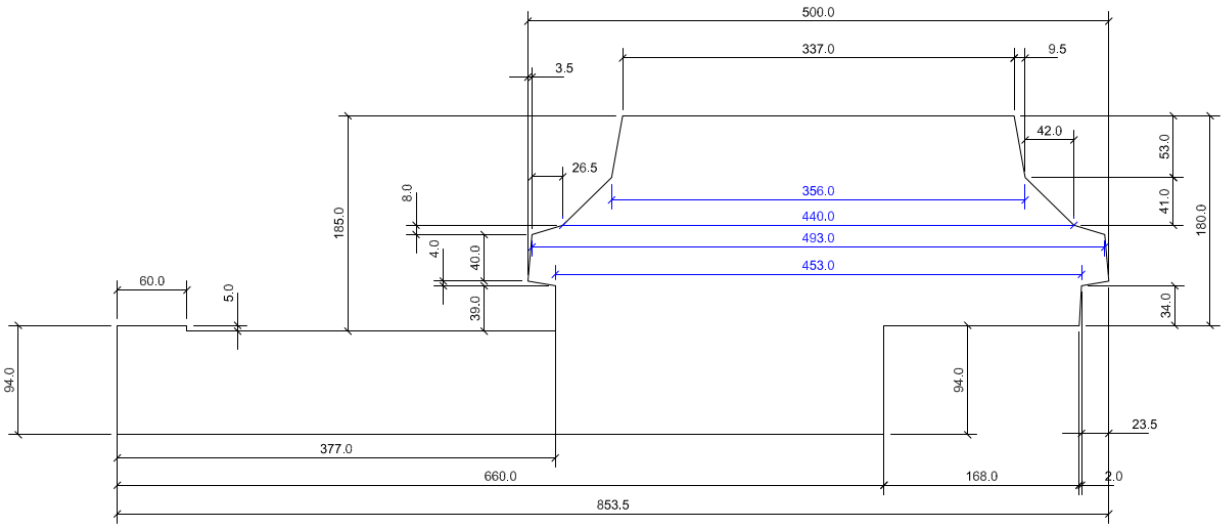


Figure 40 – Entrevous IsoGP27- 50j

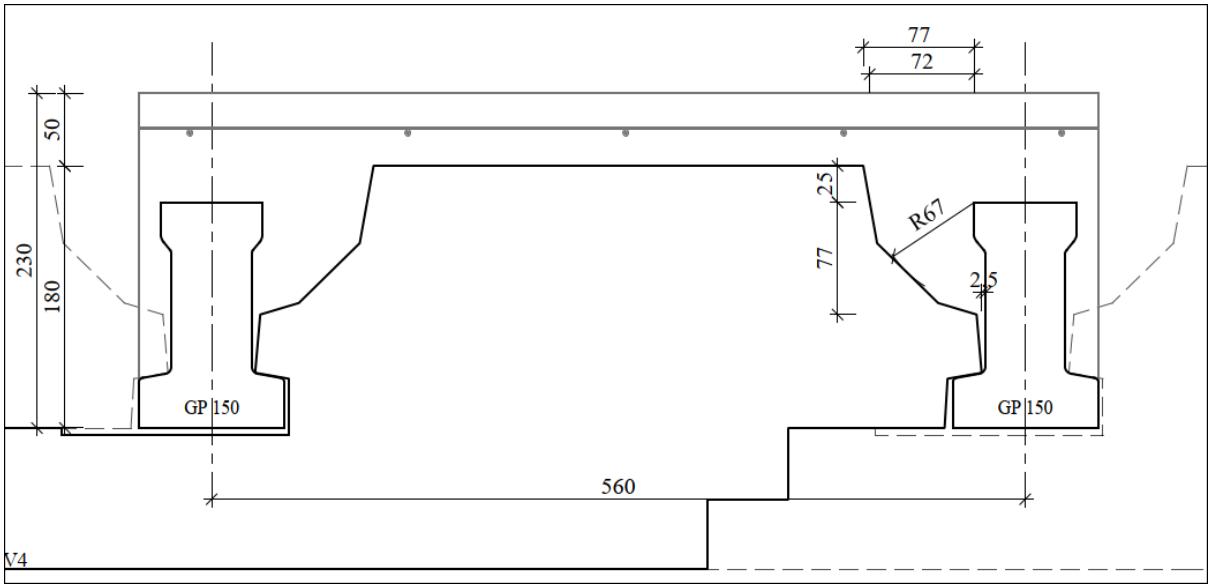


Figure 41 – Entrevous IsoGP – Section transversale avec poutrelle GP156

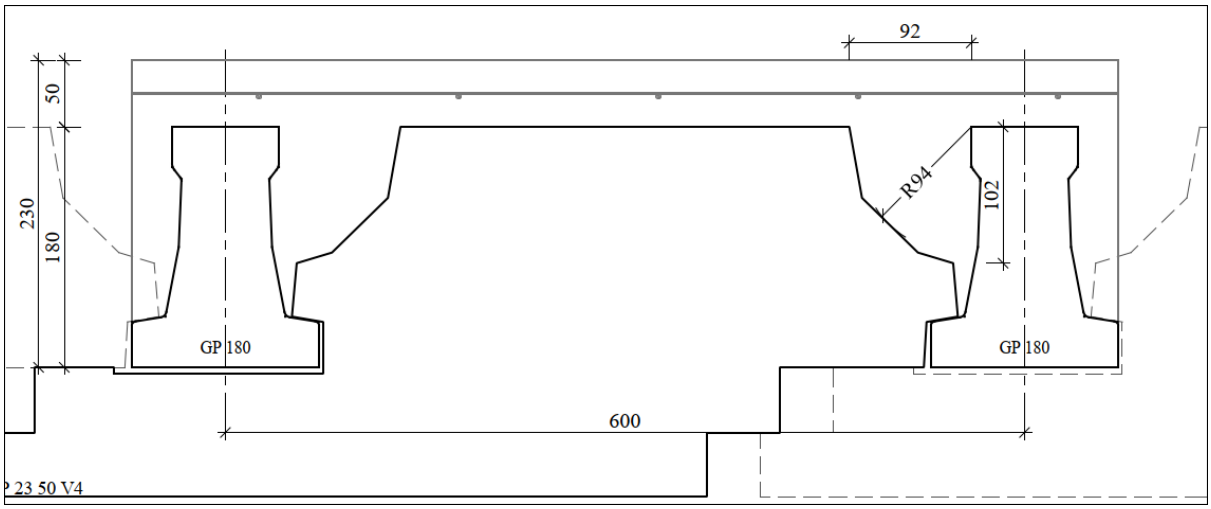


Figure 42 – Entrevous IsoGP – Section transversale avec poutrelle GP185

B. ANNEXE 2 : VALEURS D'UTILISATION

1. Tableau des caractéristiques des poutrelles précontraintes (mécanique et précontrainte)

Notations :

g_1 = poids de la poutrelle,
A_c = aire de la section transversale,
v_i = distance de la fibre neutre à la fibre inférieure,
v_s = distance de la fibre neutre à la fibre supérieure,
i = moment d'inertie de la section béton brute,
d_p = distance du centre de gravité de la force de précontrainte finale à la fibre inférieure,
σ_s = valeur de la précontrainte finale en fibre supérieure de la poutrelle,
σ_i = valeur de la précontrainte finale en fibre inférieure de la poutrelle,
$f_{ck,p}$= résistance caractéristique à la compression à 28 jours du béton de poutrelle.

Le tableau 3 ci-dessous 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. Les caractéristiques géométriques sont déterminées sans homogénéisation des sections d'armatures actives. Des valeurs différentes de fck (supérieures) peuvent être retenues sur la base des valeurs garanties en usine (en référence à la certification NF 395). Les valeurs d'utilisation et les portées limites seront alors évaluées en relation à ces nouvelles valeurs.

Tableau 3 – Caractéristiques des poutrelles Leader GP

Type de poutrelle	g_1 (daN/ml)	A_c (cm^2)	v_i (cm)	v_s (cm)	i (cm^4)	i/v_i (cm^3)	i/v_s (cm^3)	d_p (cm)	Précontrainte finale (MPa)		$f_{ck,p}$ (MPa)
									σ_s	σ_i	
GP156	25.4	105.9	7.10	8.40	2430.0	342.2	289.3	5.15	3.28	18.56	60
GP185	38.2	159.1	7.86	10.14	4778.1	607.7	471.3	5.62	2.66	17.38	60

2. Longueurs du contour de liaison (dérogation couture)

Les valeurs du tableau 4 sont renseignées en mm.

Tableau 4 – Longueurs du contour de liaison

Type de Poutrelles	GP156	GP185
Entrevous de coffrage en béton H<130	278	342
Entrevous de coffrage en béton H160	282	346
Entrevous de coffrage simple	250	311
Entrevous Leader EMS/EMR	268	333
Entrevous Leader EMX	282	343
Entrevous Isoleader	237	-
Entrevous Isoleader SPX	279	-
Entrevous IsoGP	230	291

3. Tableau des caractéristiques des montages usuels

Module E_{cm} = 39 000 MPa

Montage	Ht [cm]	χ [cm]	Pm [daN/m²]	Type	I [cm4]	Vs [cm]	Vi [cm]	a	a_a	Z [cm]	V_{wu} [daN]	V_{cu} [daN]	V_{pu} [daN]	M_{bc} [daN.m]	$M_{b,qp}$ [daN.m]	$M_{fa,0}$ [daN.m]	$M_{fi,0}$ [daN.m]	$M_{fi,QP}$ [daN.m]	$M_{fi,F}$ [daN.m]	$M_{fi,c}$ [daN.m]	$M_{Rd,u}$ [daN.m]
13+6 EMS	19	61.5	244	GP156	10021	4.92	14.08	2.08	1.74	13.44	2511	2496	1777	3053	2289	1376	1321	1343	1375	1507	2748
13+8 EMS	21	65.0	304	GP185	17489	6.00	15.00	1.92	1.62	14.94	3545	3594	3075	4371	3278	2129	2026	2062	2115	2331	3734
16+4 EMS	20	61.5	234	GP156	11572	5.21	14.79	2.29	1.90	14.19	2630	2614	1932	3332	2499	1501	1452	1476	1511	1656	2966
16+5 EMS	21	65.0	271	GP185	17481	6.03	14.97	1.92	1.62	14.97	3556	3605	3080	4350	3262	2132	2029	2064	2118	2334	3734
13+6 EMX	19	61.6	234	GP156	10025	4.92	14.08	2.08	1.74	13.44	2641	1942	1888	3056	2292	1376	1321	1343	1375	1507	2749
13+8 EMX	21	65.1	294	GP185	17496	6.00	15.00	1.92	1.62	14.94	3645	2866	3285	4375	3281	2129	2027	2062	2115	2331	3734
16+4 EMX	20	61.6	210	GP156	11566	5.24	14.76	2.29	1.90	14.23	2776	1995	2059	3311	2483	1503	1454	1478	1514	1659	2967
16+5 EMX	21	65.1	249	GP185	17481	6.04	14.96	1.92	1.62	15.00	3664	2677	3294	4339	3254	2135	2031	2066	2120	2336	3734
20+4 EMX	24	61.6	250	GP156	19289	6.32	17.68	3.19	2.58	17.23	3353	2408	2783	4576	3432	2041	2025	2058	2108	2310	3816
20+4 EMX	24	65.1	268	GP185	25118	7.1	16.9	2.45	2.03	17.42	4135	3011	4102	5304	3978	2662	2583	2628	2696	2971	4525
12+7 BETON	19	60.0	310	GP156	9960	4.97	14.03	2.08	1.74	13.44	2603	2039	1848	3006	2254	1373	1317	1339	1371	1503	2742
12+9 BETON	21	64.0	367	GP185	17416	6.04	14.96	1.92	1.62	14.93	3637	3082	3258	4327	3246	2126	2022	2058	2111	2327	3729

16+4 BETON	21	60.0	319	GP156	13222	5.47	15.53	2.49	2.05	14.82	2885	2163	2218	3625	2718	1621	1580	1606	1645	1803	3173
16+5 BETON	21	64.0	331	GP185	17397	6.09	14.91	1.92	1.62	15.01	3702	2837	3363	4286	3215	2132	2027	2063	2116	2332	3729
13+6 ISOLEADER	19	60.0	222	GP156	9960	4.97	14.03	2.08	1.74	13.44	2217	2239	1558	3006	2254	1373	1317	1339	1371	1503	2742
13+3+4 ISOLEADER	20	60.0	213	GP156	11510	5.24	14.76	2.28	1.89	14.16	2318	2340	1685	3295	2471	1496	1447	1471	1506	1651	2961
13+6 SPX	19	67.6	224	GP156	10250	4.75	14.25	2.10	1.76	13.45	2606	1997	1875	3238	2428	1388	1335	1357	1390	1523	2769
13+3+4 SPX	20	67.6	248	GP156	11851	4.98	15.02	2.31	1.91	14.13	2721	2086	2037	3568	2676	1510	1464	1488	1524	1670	2986
18+5 IsoGP50	23	56.0	229	GP156	16818	6.13	16.87	2.91	2.38	16.27	2586	2493	2086	4112	3084	1876	1850	1881	1926	2111	3582
18+5 IsoGP50	23	60.0	251	GP185	22048	6.81	16.19	2.24	1.87	16.48	3336	3249	2729	4859	3644	2454	2366	2407	2469	2721	4234
18+5 IsoGP40	23	46.0	253	GP156	15962	6.63	16.37	2.85	2.33	16.27	2585	2493	2055	3611	2708	1842	1809	1839	1884	2064	3529
18+5 IsoGP40	23	50.0	277	GP185	20910	7.29	15.71	2.19	1.83	16.48	3358	3271	2689	4302	3227	2411	2313	2353	2414	2660	4165
18+8 IsoGP50	26	56.0	301	GP156	23796	6.77	19.23	3.62	2.90	18.53	2945	2840	2514	5271	3953	2291	2296	2334	2391	2620	4219
18+8 IsoGP50	26	60.0	323	GP185	31213	7.51	18.49	2.78	2.27	18.46	3701	3605	3277	6237	4677	2984	2933	2984	3061	3374	5025
18+8 IsoGP40	26	46.0	325	GP156	22637	7.31	18.69	3.54	2.85	18.44	2931	2826	2474	4648	3486	2249	2247	2284	2339	2563	4167
18+8 IsoGP40	26	50.0	349	GP185	29657	8.02	17.98	2.71	2.23	18.43	3695	3599	3223	5545	4159	2928	2866	2917	2992	3297	4956

4. Tableaux de portées limites en phase définitive pour les montages usuels

Les tableaux ci-dessous donnent 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	kN/m²
Revêtements de sol (**fragiles**) et plafonds :	$G_4 =$	1,00	kN/m²
Charges d'exploitation :	$Q_B =$	1,50	kN/m²
	$\psi_1 =$	0.50	
	$\psi_2 =$	0.30	

En considérant la partie permanente des charges d'exploitation : $g_q = 0{,}225$ kN/m²

- Déformation : limitation de la flèche active au L/500 de la portée et limitation de la flèche totale au L/250 sous combinaison quasi-permanente avec conditions de stockage normal.

Les portées sont données dans les cas de poutrelles comportant ou non des armatures transversales.

Les portées limites sont données pour une pose avec étais

NOTATIONS :

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

f_a : flèche active, calculée dans l'hypothèse d'un stockage normal, avec une limitation au 1/500 de la portée ((§8.5.3.3.1 de la NF P 19-205)

MONTAGES	Hauteur Entrevous	Entraxe [cm]	Type de poutrelle	Portée limite en mètres [critères de limitation]			
				Travée isostatique		Travée de rive en continuité Ma = 0,50 Mo	
				sans armatures transversales		sans armatures transversales	
LEADER EMS/EMR	13+6	61.5	GP156	5.12	fa	5.52	fa
	13+8	65.0	GP185	5.87	fa	6.36	fa
	16+4	61.5	GP156	5.40	fa	5.82	fa
	16+5	65.0	GP185	5.99	fa	6.47	fa
LEADER EMX	13+6	61.6	GP156	5.15	fa	5.55	fa
	13+8	65.1	GP185	5.90	fa	6.39	fa
	16+4	61.6	GP156	5.48	fa	5.89	fa
	16+5	65.1	GP185	6.07	fa	6.55	fa
	20+4	61.6	GP156	6.30	fa	6.79	fa
	20+4	65.1	GP185	6.74	fa	7.28	fa
BETON	12+7	60.0	GP156	5.25	fa	5.68	fa
	12+9	64.0	GP185	6.01	fa	6.53	fa
	16+4	60.0	GP156	5.70	fa	6.18	fa
	16+5	64.0	GP185	6.13	fa	6.65	fa

MONTAGES	Hauteur Entrevous	Entraxe [cm]	Type de poutrelle	Portée limite en mètres [critères de limitation]			
				Travée isostatique		Travée de rive en continuité Ma = 0,50 Mo	
				sans armatures transversales		sans armatures transversales	
ISOLEADER	13+6	60.0	GP156	5.23	fa	5.63	fa
	13+3+4	60.0	GP156	5.51	fa	5.93	fa
SPX	13+6	67.6	GP156	5.05	fa	5.44	fa
	13+3+4	67.6	GP156	5.21	fa	5.62	fa
IsoGP	18+5	56.0	GP156	6.32	fa	6.81	fa
	18+5	60.0	GP185	6.73	fa	7.27	fa
	18+5	46.0	GP156	6.58	fa	7.10	fa
	18+5	50.0	GP185	6.97	fa	7.54	fa
	18+8	56.0	GP156	6.76	fa	7.32	fa
	18+8	60.0	GP185	7.21	fa	7.82	fa
	18+8	46.0	GP156	7.05	fa	7.65	fa
	18+8	50.0	GP185	7.47	fa	8.12	fa

5. Vérification des poutrelles en phase provisoire : valeurs résistantes et portées de mise en œuvre

Les valeurs des moments résistants de calcul M_{Rd} des poutrelles sont données dans le tableau ci-dessous :

Type de poutrelle	M_{Rd} (kN.m)
GP156	11
GP185	15,42

Ces valeurs seront contrôlées et suivies à partir des essais initiaux et périodiques (suivi de classe A) conformément aux exigences du référentiel de certification NF 395 Poutrelles.

Les valeurs des efforts tranchants résistants de calcul $V_{Rd,c}$ des poutrelles en phase provisoire sont données dans le tableau ci-dessous. Elles sont calculées en retenant une valeur de repos égale à 0 cm (lx= h/2)

La valeur de $f_{ctd,7j}$ est calculée en fonction de la résistance du béton de la poutrelle à 7 jours.

Notations :

b_w = largeur de la poutrelle au niveau de cisaillement maximum (vérification en phase provisoire),

i_b = moment d'inertie de la section de poutrelle (vérification en phase provisoire avec homogénéisation des armatures actives n=5),

S_b = moment statique par rapport à l'axe neutre de la partie de la section située en dessous du niveau de cisaillement maximum (vérification en phase provisoire avec homogénéisation des armatures actives n=5).

Type de poutrelle	I_b (cm^4)	$f_{ctd,7j}$ (MPa)	σ_{cp} (MPa)	b_w (cm)	S_b (cm^3)	$V_{Rd,c}$ (daN)
GP156	2517	2.14	12.9	5.5	234	1894
GP185	4893	2.12	12.4	7.0	389	2652

Les tableaux suivants fournissent, pour les montages usuels, les portées limites des poutrelles vis-à-vis de leur résistance en phase provisoire dans le cas d'une pose en vide-sanitaire.

Les portées affichées sont celles permettant de vérifier strictement les critères suivants :
- Une flèche maximale limitée au 1/200ème de la portée ;
- Un moment sollicitant à l'ELU égal au moment admissible MRd mentionné ci-avant ;
- Un effort sollicitant à l'ELU égal à l'effort tranchant résistant VRd mentionné ci-avant ;
- Une contrainte sous chargement ELS égale à la contrainte admissible en traction.

Ces portées ne dépendent que du poids surfacique du montage et de l'entraxe des poutrelles. La portée limite affichée dans la colonne « Bilan » correspond donc à la portée maximale possible pour le montage considéré.

Il est possible d'estimer la portée limite d'une configuration qui n'est pas décrite dans les tableaux en se référant à un montage comportant la poutrelle considérée avec le même entraxe et dont le poids surfacique est très proche de celui recherché.

Tableaux de portées limites en phase provisoire pour les montages usuels sans étais

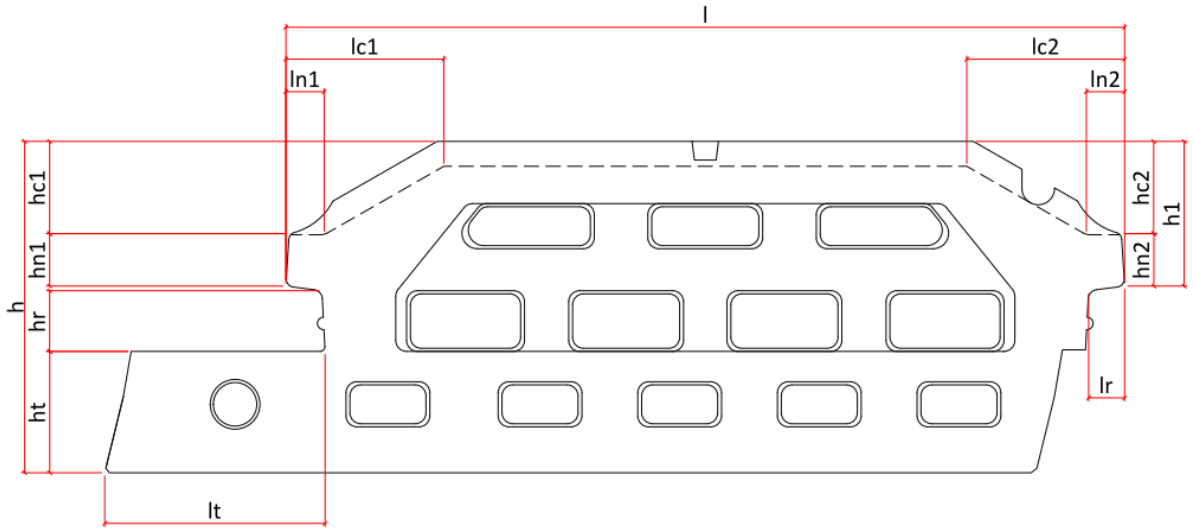
Définition du montage concerné				Portée limite correspondant au critère				
Type de montage	Entraxe	poids propre	type de poutrelle	critère en contrainte	critère en déformation	critère en moment	critère en tranchant	Bilan
[-]	[cm]	[daN/m²]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
13+6 Leader EMS	61,5	244	GP 156	5,41	6,90	5,39	8,71	5,39
13+8 Leader EMS	65	304	GP 185	6,41	7,83	5,87	10,08	5,87
16+4 Leader EMS	61,5	234	GP156	5,49	6,99	5,46	8,81	5,46
16+5 Leader EMS	65	271	GP185	6,66	8,10	6,10	10,43	6,10
13+6 Leader EMX	61.6	234	GP 156	5,48	6,98	5,46	8,80	5,46
13+8 Leader EMX	65.1	294	GP 185	6,48	7,90	5,93	10,17	5,93
16+4 Leader EMX	61.6	210	GP 156	5,67	7,22	5,64	9,07	5,64
16+5 Leader EMX	65.1	249	GP 185	6,85	8,31	6,27	10,67	6,27
20+4 Leader EMX	61.6	250	GP 156	5,37	6,85	5,34	8,64	5,34
20+4 Leader EMX	65.1	268	GP 185	6,68	8,13	6,12	10,46	6,12
12+7 Béton	60.0	310	GP156	5,06	6,46	5,05	8,19	5,05
16+4 Béton	60.0	319	GP 156	5,01	6,40	5,00	8,11	5,00
16+5 Béton	64.0	331	GP 185	6,27	7,67	5,74	9,89	5,74
13+6 Isoleader	60.0	222	GP 156	5,65	7,16	5,62	9,06	5,62

13+3+4 Isoleader	60.0	213	GP 156	5,72	7,25	5,69	9,17	5,69
13+6 Isoleader SPX	67.6	224	GP 156	5,30	6,85	5,27	8,46	5,27
13+3+4 Isoleader SPX	67.6	248	GP 156	5,13	6,64	5,11	8,21	5,11
18+5 IsoGP50	56.0	229	GP 156	5,79	7,27	5,77	9,33	5,77
18+5 IsoGP50	60.0	251	GP 185	7,11	8,52	6,53	11,12	6,53
18+5 IsoGP40	46.0	253	GP 156	6,20	7,54	6,18	10,08	6,18
18+5 IsoGP40	50.0	277	GP 185	7,53	8,80	6,94	11,88	6,94
18+8 IsoGP50	56.0	301	GP 156	5,30	6,68	5,28	8,61	5,28
18+8 IsoGP50	60.0	323	GP 185	6,53	7,90	5,99	10,34	5,99
18+8 IsoGP40	46.0	325	GP 156	5,70	6,99	5,69	9,39	5,69
18+8 IsoGP40	50.0	349	GP 185	6,96	8,21	6,39	11,13	6,39

C. ANNEXE 3 : Performances Thermiques des planchers

1. Cas des entrevous ISOLEADER :

GEOMETRIE DES ENTREVOUS



Dimensions (en mm)	L	l	h	h_1	l_{c1}	l_{c2}	h_{c1}	h_{c2}	l_{n1}	l_{n2}	h_{n1}	h_{n2}	l_r	h_r	l_t	h_t
	Longueur de l'entrevous	Largeur de l'entrevous	Hauteur du corps de l'entrevous	Hauteur coffrante de l'entrevous	Largeur chanfrein 1	Largeur chanfrein 2	Hauteur chanfrein 1	Hauteur chanfrein 2	Largeur becquet 1	Largeur becquet 2	Hauteur becquet 1	Hauteur becquet 2	Largeur feuillure	Hauteur feuillure	Largeur languette	Epaisseur languette
ISOLEADER 14	600	540	328	93	101,8	101,8	59,3	59,3	24,8	24,8	33,7	33,7	23,2	39/38	194	193
ISOLEADER 18	600	540	270	93	101,8	101,8	59,3	59,3	24,8	24,8	33,7	33,7	23,2	39/38	166	135
ISOLEADER 23	600	540	226,5	93	101,8	101,8	59,3	59,3	24,8	24,8	33,7	33,7	23,2	39/38	145	91
ISOLEADER 27	600	540	213	93	101,8	101,8	59,3	59,3	24,8	24,8	33,7	33,7	23,2	39/38	142	78
ISOLEADER 39	600	540	167	93	101,8	101,8	59,3	59,3	24,8	24,8	33,7	33,7	23,2	39/38	131	32

PERFORMANCES THERMIQUES DES PLANCHERS

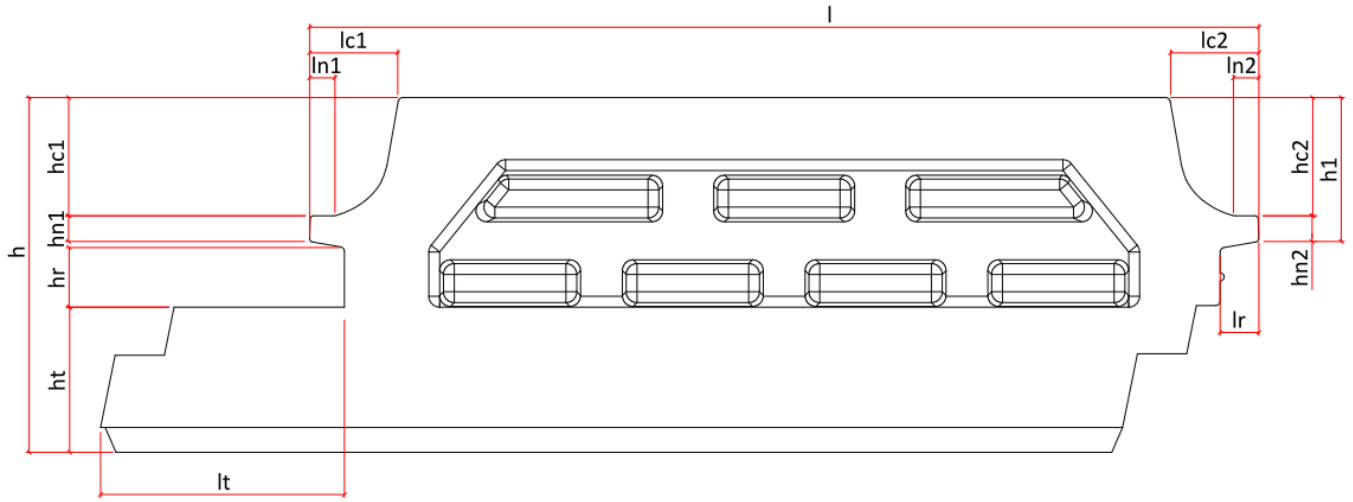
Conductivité thermique certifiée du PSE : $\lambda_{10°C}$ = **0,036 W/(m.K)**

Les performances thermiques sont indiquées dans le tableau suivant :

Résistances thermiques **R_p** en m².K/W et Coefficients **U_p** de transmission surfacique thermique des montages de plancher, en W/(m².K)

MONTAGES DE PLANCHERS			PERFORMANCES THERMIQUES DES PLANCHERS	
Dénomination des familles de Poutrelles	Dénomination de l'entrevous	Entraxe en (mm)	Résistance thermique **Rp** en (m².K)/W	Coefficient de transmission surfacique **Up** en W/(m².K)
ISOLEADER 14				
GP156	*ISOLEADER 14*	600	6,80	0,14
ISOLEADER 18				
GP156	*ISOLEADER 18*	600	5,20	0,18
ISOLEADER 23				
GP156	*ISOLEADER 23*	600	4,00	0,23
ISOLEADER 27				
GP156	*ISOLEADER 27*	600	3,35	0,27
ISOLEADER 39				
GP156	*ISOLEADER 39*	600	2,25	0,39

2. Cas des entrevous Isoleader SPX



Dimensions (en mm)	L	l	h	h_1	l_{c1}	l_{c2}	h_{c1}	h_{c2}	l_{n1}	l_{n2}	h_{n1}	h_{n2}	l_r	h_r	l_t	h_t
	Longueur de l'entrevous	Largeur de l'entrevous	Hauteur du corps de l'entrevous	Hauteur coffrante de l'entrevous	Largeur chanfrein 1	Largeur chanfrein 2	Hauteur chanfrein 1	Hauteur chanfrein 2	Largeur becquet 1	Largeur becquet 2	Hauteur becquet 1	Hauteur becquet 2	Largeur feuillure	Hauteur feuillure	Largeur languette	Epaisseur languette
ISOLEADER SPX Décor 18 Igni	600	613	278,5	92,7	57,7	57,7	76,2	76,2	16,4	16,4	16,5	16,5	22,5/25	38/37	167,5	143,5
ISOLEADER SPX Décor 23 Igni	600	613	228,5	92,7	57,7	57,7	76,2	76,2	16,4	16,4	16,5	16,5	22,5/25	38/37	157,5	93,5
ISOLEADER SPX Décor 27 Igni	600	613	208,5	92,7	57,7	57,7	76,2	76,2	16,4	16,4	16,5	16,5	22,5/25	38/37	153,5	73,5
ISOLEADER SPX 39	600	613	165,0	92,7	57,7	57,7	76,2	76,2	16,4	16,4	16,5	16,5	22,5/25	38/37	115,5	30,0

PERFORMANCES THERMIQUES DES PLANCHERS

Conductivité thermique certifiée du PSE : $\lambda_{10°C}$ = **0,037 W/(m.K)**

Les performances thermiques sont indiquées dans le tableau suivant :

Résistances thermiques **R_p** en m².K/W et Coefficients **U_p** de transmission surfacique thermique des montages de plancher, en W/(m².K)

MONTAGES DE PLANCHERS			PERFORMANCES THERMIQUES DES PLANCHERS	
Dénomination des familles de Poutrelles	Dénomination de l'entrevous	Entraxe en (mm)	Résistance thermique **Rp** en (m².K)/W	Coefficient de transmission surfacique **Up** en W/(m².K)
ISOLEADER SPX Décor 18 Igni				
GP156	*ISOLEADER SPX Décor 18 Igni*	676	*ETUDE CSTB EN COURS*	*ETUDE CSTB EN COURS*
ISOLEADER SPX Décor 23 Igni				
GP156	*ISOLEADER SPX Décor 23 Igni*	676	*ETUDE CSTB EN COURS*	*ETUDE CSTB EN COURS*
ISOLEADER SPX Décor 27 Igni				
GP156	*ISOLEADER SPX Décor 27 Igni*	676	*ETUDE CSTB EN COURS*	*ETUDE CSTB EN COURS*
ISOLEADER SPX 39				
GP156	*ISOLEADER SPX 39*	676	*ETUDE CSTB EN COURS*	*ETUDE CSTB EN COURS*

3. Cas des entrevous IsoGP

ETUDE CSTB EN COURS (validation des performances ci-dessous).

PERFORMANCES THERMIQUES DES PLANCHERS

Conductivité thermique certifiée du PSE : $\lambda_{10°C}$ = **0,036 W/(m.K)**

Les performances thermiques sont indiquées dans le tableau suivant :

Résistances thermiques **R_p** en m².K/W et Coefficients **U_p** de transmission surfacique thermique des montages de plancher, en W/(m².K)

MONTAGES DE PLANCHERS			PERFORMANCES THERMIQUES DES PLANCHERS	
Dénomination des familles de Poutrelles	Dénomination de l'entrevous	Entraxe en (mm)	Résistance thermique **Rp** en (m².K)/W	Coefficient de transmission surfacique **Up** en W/(m².K)
IsoGP 27				
GP156	*IsoGP 27 40*	460	3,80	0,24
	IsoGP 27 50	560	4,00	0,23
	IsoGP 27 60	660	4,10	0,23
	IsoGP 27 50j	660	4,05	0,23
IsoGP 23				
GP156	*IsoGP 23 40*	460	4,60	0,20
	IsoGP 23 50	560	4,55	0,20
	IsoGP 23 60	660	4,70	0,20
	IsoGP 23 50j	660	4,95	0,19
IsoGP 18				
GP156	*IsoGP 18 40*	460	6,20	0,15
	IsoGP 18 50	560	6,25	0,15
	IsoGP 18 60	660	6,25	0,15
	IsoGP 18 50j	660	6,15	0,15

MONTAGES DE PLANCHERS			PERFORMANCES THERMIQUES DES PLANCHERS	
Dénomination des familles de Poutrelles*	Dénomination de l'entrevous	Entraxe en (mm)	Résistance thermique **Rp** en (m².K)/W	Coefficient de transmission surfacique **Up** en W/(m².K)
IsoGP 27				
GP185	*IsoGP 27 40*	500	3,40	0,27
	IsoGP 27 50	600	3,35	0,27
	IsoGP 27 60	700	3,40	0,27
	IsoGP 27 50j	740	3,40	0,27
IsoGP 23				
GP185	*IsoGP 23 40*	500	3,95	0,23
	IsoGP 23 50	600	4,10	0,23
	IsoGP 23 60	700	4,00	0,23
	IsoGP 23 50j	740	4,05	0,23
IsoGP 18				
GP185	*IsoGP 18 40*	500	5,10	0,18
	IsoGP 18 50	600	5,15	0,18
	IsoGP 18 60	700	5,35	0,18
	IsoGP 18 50j	740	5,10	0,18

IV. Pièces justificatives

1. **Justification de la dérogation couture des poutrelles GP156 et GP185 avec l'entrevous IsoGP**
2. **Contours déployés Têtes de poutrelles X et GP**
3. **Justifications clavetage des poutrelles GP avec Entrevous EMX – Isoleader et SPX…**