Avis Technique 3/03-405*V1

Edition intégrant l'additif 3/03-405*01 Add

Annule et remplace l'Avis Technique 3/03-405

Plancher à poutrelles

LEADER

Ne peuvent se prévaloir du présent Avis Technique que les productions certifiées, marque CSTBat, dont la liste à jour est consultable sur Internet à l'adresse :

www.cstb.fr

rubrique :

Produits de la Construction Certification

Titulaire : KP1 R&D
Quartier de la Grave
Route Départementale 26
F-30131 PUJAUT

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 3

Structures, planchers et autres composants structuraux

Vu pour enregistrement le 31 août 2006

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, F-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)
© CSTB 2006

Le Groupe Spécialisé n° 3 "STRUCTURES, PLANCHERS ET AUTRES COMPOSANTS STRUCTURAUX" a examiné, le 19 septembre 2003 et le 31 mai 2006, l'additif au procédé de plancher LEADER exploité par la Société KP1 R&D. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après qui annule et remplace l'Avis Technique 3/03-405.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

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

Les poutrelles, commercialisées sous la marque KP1 ou PPB, sont proposées dans les hauteurs de 110, 120, 130, 140 et 150 mm. En matériau composite, polystyrène expansé ou en matière plastique, les entrevous sont utilisés comme coffrages simples. En béton ou en terre cuite, ils peuvent être des entrevous de coffrage résistant, des entrevous porteurs simples ou des entrevous porteurs à table de compression incorporée.

1.111 Finitions

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

1.2 Identification

Chaque poutrelle est munie d'une étiquette fournissant l'identification du système de plancher, le nom du centre de production, la longueur béton, la dénomination du produit (type), le numéro du banc de fabrication, la position longitudinale et transversale sur le banc et la date de fabrication.

2. AVIS

Cet Avis ne vaut que pour les montages de plancher dont les poutrelles bénéficient d'un certificat CSTBat. En outre, pour les montages à entrevous porteurs en béton, l'Avis ne vaut que si ces entrevous font l'objet d'un certificat AFNOR, marque NF-entrevous en béton, en conformité avec la norme NF P 14-305.

L'Avis couvre également l'emploi des bétons auto-plaçants en dalle de compression des planchers.

L'Avis ne couvre que les structures pour lesquelles la résistance caractéristique à 28 jours du béton n'excède pas 80 MPa, à condition de prendre en compte, s'il y a lieu, les caractéristiques de comportement de ce matériau telles qu'elles sont définies dans les annexes du BAEL et du BPEL relatives à ces bétons.

2.1 Domaine d'emploi accepté

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

Le domaine d'emploi accepté du plancher LEADER est celui défini au § 4 des Généralités du titre I du CPT "PLANCHERS", domaine englobant les utilisations courantes telles 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.

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

Les utilisations en planchers soumis à des sollicitations dynamiques importantes, comme ce peut être le cas en locaux industriels, ne sont pas visées par le présent Avis; ces utilisations nécessitent des études cas par cas.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Aptitude à l'emploi

2.211 Stabilité

Elle est normalement assurée dans le domaine d'emploi accepté, sous réserve des dispositions prescrites au CPTP (§ 2.32). Dans le cas des poutrelles Leader 110, malgré l'insuffisance du « débord » dans les conditions géométriques requises pour la prise en compte de la contre-dépouille pour la dérogation-couture (art. I.A.107.233 du CPT « Planchers »), la tolérance réduite sur la largeur d'âme en tête des poutrelles permet la dérogation-couture par contre-dépouille.

L'utilisation en zone sismique est possible, avec une sécurité équivalente à celle présentée par les planchers traditionnels conçus en conformité avec les règles françaises parasismiques, pour les montages satisfaisant aux prescriptions de l'article I.A.112 du titre I du CPT "PLANCHERS".

2.212 Sécurité au feu

L'Avis vise seulement les structures dans lesquelles la résistance caractéristique à 28 jours du béton n'excède pas celle visée par le DTU « Règles de calcul FB » en vigueur, sans excéder de toute façon 80 MPa.

Le procédé permet de respecter la réglementation applicable au domaine d'emploi accepté.

- *Montages avec entrevous autres que entrevous en polystyrène ou voûtains Leader EMS*

Aucun montage défini dans la description ne présente de risques spéciaux. Les emplois sont conditionnés par les degrés coupe-feu requis.

Estimation des degrés CF minimaux des montages avec entrevous résistants (en béton ou en terre cuite) :

- 1/2 heure dans le cas des entrevous porteurs TCI ou de coffrage sans enduit plâtre en sous-face ;
- 1 heure 30 dans le cas des montages à entrevous porteurs TCI ou de coffrage et munis en sous-face d'un enduit plâtre d'au moins 13 mm d'épaisseur.
- *Montages avec entrevous en polystyrène*

Pour les bâtiments d'habitation, les montages de planchers comportant des éléments en polystyrène doivent respecter les exigences du "Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie".

Pour l'utilisation dans les bâtiments recevant du public ou les immeubles de grande hauteur, ils doivent satisfaire aux exigences complémentaires définies dans les règlements de sécurité correspondants.

- *Montages avec entrevous Leader EMS*

Les entrevous Leader EMS existent en trois qualités, EcoVS, standard (classée M2) et ignifugée (classée M1), identifiables chacune par la couleur des voûtains : noire pour la qualité EcoVS, grise pour la qualité standard et ivoire pour la qualité ignifugée. Ces classements M de réaction au feu résultent uniquement d'essais à l'épiradiateur réalisés sur des éprouvettes du matériau de synthèse toujours associé à du béton, clause qui a reçu un avis favorable de l'Administration après consultation du CECMI (22/6/99).

Les entrevous Leader de qualité EcoVS sont exclusivement utilisés dans les planchers sur vide sanitaire, où ils sont laissés apparents et où aucune exigence de réaction au feu ne s'applique à ce type de produit non isolant.

Les entrevous Leader de qualité standard peuvent être laissés apparents dans les planchers sur vide sanitaire. Dans les bâtiments d'habitation des 1° et 2° familles, ils peuvent rester apparents dans les planchers sur sous sol et être utilisés pour la réalisation de planchers d'étage courant sous réserve de la mise en œuvre d'un écran protecteur de type plaque de plâtre.

Dans les bâtiments d'habitation des 3° et 4° familles et dans les ERP, les entrevous Leader de qualité ignifugée (classement M1) peuvent être laissés apparents dans les planchers sur vide sanitaire et dans les planchers sur sous sol, ils peuvent être utilisés pour la réalisation de planchers d'étage courant sous réserve de la mise en œuvre d'un écran protecteur de type plaque de plâtre.

Valeurs des degrés coupe feu et de stabilité au feu des montages avec entrevous Leader EMS et plafond suspendu en plaques de plâtre :

- 1/4 heure dans le cas de plaques de plâtre cartonnées d'épaisseur 13 mm ;
- 1/2 heure dans le cas de plaques d'épaisseur 18 mm ou de deux épaisseurs de 13 mm.

Dans le cas des planchers à entrevous Leader EMS, la résistance au feu peut être justifiée par application du chapitre 7.9 du DTU Feu Béton, sans tenir compte du plafond disposé en sous-face, ni de la présence de l'entrevous.

2.213 Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Elle peut être normalement assurée dans la mesure où les entrevous présentent la résistance suffisante à l'essai de poinçonnement flexion, si les distances entre étais à la pose des poutrelles qui doivent en comporter sont respectées et si les poutrelles posées sans étai sont vérifiées pour que leurs moments sollicitants à rupture n'excèdent pas les valeurs MRB7 données dans les certificats CSTBat délivrés aux usines productrices des poutrelles.

Pour les montages avec entrevous à base de polystyrène expansé, en l'absence de certification mécanique, cette prévention est normalement assurée si les intervenants du chantier ne sollicitent pas les entrevous, ce qui implique pour l'entreprise la mise en œuvre de dispositifs garantissant l'absence de sollicitations mécaniques des entrevous du fait du poids des intervenants de chantier (chemins de planches portant sur les poutrelles, par exemple).

Les poignées ne doivent pas être utilisées pour le levage par des engins : cette interdiction doit figurer de manière explicite et lisible sur les plans de pose.

2.214 Isolation acoustique

Sans plafond rapporté et avec ou sans enduit en sous-face, les planchers à entrevous alvéolés procurent une isolation acoustique légèrement inférieure à celle des dalles pleines de même masse.

Des indications sur leur isolation acoustique aux bruits aériens et aux bruits d'impacts sont données à l'article I.A.114.2 du CPT « Planchers » ; cet article du CPT, antérieur à la NRA, fournit des indications en dB (A) qui ne sont plus utilisées depuis l'application de la NRA ; ces indications restent cependant pertinentes.

Les planchers munis de plafonds suspendus peuvent se comporter plus ou moins en double paroi, selon la raideur des suspentes. Seuls des essais permettraient d'apprécier l'isolation acoustique de l'ensemble.

2.215 Isolation thermique

Les planchers à entrevous en béton, terre cuite et Leader EMS, mis en œuvre sans isolation complémentaire, ne peuvent participer que dans une faible mesure à l'isolation thermique.

Selon les montages, la résistance thermique reste comprise entre les limites suivantes :

0,08 < R < 0,50 m2°C/W

Les planchers à entrevous polystyrène présentent, de par leur conception, une isolation thermique renforcée pouvant permettre de satisfaire aux exigences de la réglementation thermique en vigueur.

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

2.216 Flexibilité

Lorsque les bétons auto-plaçants (BAP) sont utilisés comme béton complémentaire mis en œuvre sur le chantier, il y a lieu de tenir compte de leur comportement vis-à-vis du fluage, de la déformation instantanée et du retrait.

Le calcul des déformations visé dans le CPT (article I – A.409,28) 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) :

$$E_v = 3700 \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{f_{c28ch}}$$

avec

f_{c28ch} : résistance caractéristique à la compression du béton de chantier à 28 jours,

ξ = 0,85.

- pour le béton de la poutrelle :

$$E_v = \frac{E_{ij}}{1+\Phi} = \frac{11000 \cdot \sqrt[3]{f_{c28pr}}}{1+\Phi}$$

avec

f_{c28pr} : résistance caractéristique à la compression du béton des poutrelles à 28 jours,

Φ = 2,0 pour f_{c28pr} < 60 MPa,

Φ = 1,5 pour 60 MPa ≤ f_{c28pr} < 80 MPa et pour un BHP sans fumée de silice,

Φ = 0,8 pour 60 MPa ≤ f_{c28pr} < 80 MPa et pour un BHP avec fumée de silice.

NOTA : les coefficients de fluage Φ sont définis suivant l'article 2.1,52 de l'annexe 14 du BPEL 91 révisé 99 :

$E_v = 3667 \cdot \sqrt[3]{f_{cj}} \approx 3700 \cdot \sqrt[3]{f_{cj}}$ pour f_{c28pr} < 60 MPa,

$E_v = 4400 \cdot \sqrt[3]{f_{cj}}$ pour 60 MPa ≤ f_{c28pr} < 80 MPa et pour un BHP sans fumée de silice,

$E_v = 6111 \cdot \sqrt[3]{f_{cj}} \approx 6100 \cdot \sqrt[3]{f_{cj}}$ pour 60 MPa ≤ f_{c28pr} < 80 MPa et pour un BHP avec fumée de silice,

2- par la méthode simplifiée décrite ci-après :

On prend en compte dans le calcul un module moyen à long terme E_v, égal à :

$$E_v = 1850 \cdot \left[\xi \cdot \sqrt[3]{f_{c28ch}} + \psi \cdot \sqrt[3]{f_{c28pr}}\right]$$

avec

ξ = 0,85 pour le BAP,

ψ = 1,00 pour f_{c28pr} < 60 MPa,

ψ = 1,19 pour 60 MPa ≤ f_{c28pr} < 80 MPa et pour un BHP sans fumée de silice,

ψ = 1,65 pour 60 MPa ≤ f_{c28pr} < 80 MPa et pour un BHP avec fumée de silice.

Le tableau ci-après donne les valeurs de E_v pour un béton de chantier de type BAP en B25 :

f_{c28pr} (MPa)	E_v (MPa)
45	11178
50	11413
55	11633
60*	13217
65*	13450

** : BHP sans fumée de silice*

2.217 Etanchéité entre locaux superposés

Ces planchers présentent une étanchéité convenable à l'air et à l'eau.

2.218 Finitions

Possibilité d'appliquer tous les types de revêtements de sol, éventuellement après rattrapage de la surface par une chape dans le cas des montages réalisés à partir d'entrevous porteurs.

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 de l'entrevous Leader EMS, la suspension des plafonds est réalisée par l'intermédiaire d'une patte spécifique s'accrochant sur le talon des poutrelles LEADER.

2.219 Utilisation en parking et terrasse

Possibilité de supporter des étanchéités en satisfaisant aux conditions définies dans le DTU n° 20.12, même pour les montages sans dalle rapportée (montages utilisant des entrevous porteurs).

2.2110 Utilisation en sous-toiture

Possibilité de supporter une couverture (cf. art. I.A.110.4 du CPT "PLANCHERS").

2.22 Durabilité-Entretien

La durabilité de ces planchers est équivalente à celle des procédés traditionnels utilisés dans des conditions comparables et ne nécessite normalement pas de travaux particuliers d'entretien.

Concernant les montages avec entrevous en terre cuite identiques à ceux dessinés dans la description, l'appréciation précédente n'est valable que si les entrevous sont conformes à la norme NF P 13-302 et si les montages sont utilisés dans les constructions du type I du CPT "PLANCHERS" (§ 5.2 de l'annexe I du chapitre I.C.4 du CPT) c'est-à-dire des constructions à usage d'habitation ne comportant pas de baies de grande largeur (supérieure à 3 m), à façades porteuses en maçonnerie d'éléments ou en béton banché mais, dans ce dernier cas, sans trumeaux de longueur supérieure à la hauteur d'étage. Aucune appréciation n'est portée par le Groupe pour d'autres cas d'utilisation, en raison de l'absence d'une certification de qualité des entrevous.

2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des poutrelles est effectuée en usines fixes. Il appartient à ces dernières de mettre en place un auto-contrôle de leur fabrication selon les modalités définies dans le réglement technique de la certification CSTBat des éléments de structure en béton, partie poutrelles en béton précontraint, d'en demander la surveillance par le CSTB et de déposer une demande de certification. Les poutrelles bénéficiant d'un certificat valide sont identifiables par la présence du logo CSTBat suivi du numéro de marquage apposé sur elles.

Une différence existe par rapport au règlement technique de la certification CSTBat : pour les poutrelles Leader 110, la tolérance sur la largeur d'âme en tête des poutrelles est réduite (voir le § 4.1 de la partie A – Description du Dossier Technique).

2.24 Mise en œuvre

Effectuée par des entreprises autres que le titulaire et les usines productrices des éléments, elle ne présente pas de difficultés particulières à condition que soit fourni un plan de pose complet et que les poutrelles soient bien repérées.

Normalement de 50 mm dans le cas d'entrevous de coffrage simple, l'épaisseur minimale des dalles de répartition est acceptée à 40 mm au dessus des entrevous Leader EMS et ISOLEADER en raison des nervures de ces voûtains.

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

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques Particulières

Ce plancher doit être fabriqué, calculé, mis en œuvre et utilisé conformément au titre I du Cahier des Prescriptions Techniques Communes aux procédés de planchers (CPT "PLANCHERS") et aux prescriptions particulières complémentaires suivantes.

2.31 Conditions de fabrication

- Le béton des poutrelles doit présenter, à 28 jours d'âge, une résistance à la compression minimale garantie à 80 %. Cette valeur est fixée, pour chaque poutrelle, dans le certificat CSTBat, en référence à des éprouvettes cylindriques ∅16 H32. La mesure est réalisée sur éprouvettes cubiques (10 cm d'arête) puis transposée aux cylindres ∅16 H32 par application d'un coefficient pris égal à 0,90.
- Signal de détension des armatures de précontrainte : résistance à la compression des cubes de contrôle du béton au moins égale à deux fois la précontrainte finale en fibre inférieure des poutrelles, sans descendre en dessous de 25 MPa.
- Les essais de flexion à rupture des poutrelles isolées, effectués dans le cadre de l'autocontrôle surveillé, doivent permettre de vérifier que les valeurs M_{RB7} indiquées dans les certificats CSTB, sont atteintes ou dépassées.
- La fabrication des entrevous Leader EMS doit être confiée à des sous-traitants répondant en tout point au cahier des charges joint en annexe VI, et sous réserve de la mise en place d'un contrôle interne de la fabrication suivi par la société KP1 R&D, les relevés des contrôles devant être tenus en permanence à la disposition du CSTB et du GS 3.

2.32 Conditions de conception et de calcul

- L'épaisseur minimale des dalles de répartition, normalement fixée à 50 mm dans le cas des entrevous de coffrage simple, peut être réduite à 40 mm au-dessus des entrevous Leader EMS et ISOLEADER grâce aux nervures des voûtains.
- Conditions de dérogation à la règle des coutures pour les montages dont la composition et la géométrie sont indiquées par les schémas donnés dans le dossier technique :
  - $\tau_{cu} \leq 0{,}69$ MPa le long du contour de liaison entre poutrelles et béton coulé en œuvre ;
  - la détermination du niveau d'arrêt du contour de liaison entre le béton de clavetage et la poutrelle est fixée au chapitre I.A.4 du CPT "PLANCHERS".
- La conception, le dimensionnement des planchers et leur justification doivent être effectués en conformité avec les prescriptions du dossier technique. L'annexe "Valeurs d'utilisation" du présent Avis indique les caractéristiques utiles de calcul des montages les plus usuels.

2.33 Conditions d'utilisation

- Les entrevous en béton et en terre cuite doivent être conformes aux normes NF P 14-305 et P 13-302 respectivement. Les formes de ces entrevous doivent respecter le dessin de leur contour pour les entrevous en terre cuite, dessins figurant dans la description.
- Les bétons de fibres métalliques doivent être utilisés dans les conditions des Avis Techniques les concernant.

Conclusions

Appréciation globale

Pour les fabrications de poutrelles bénéficiant d'une certification CSTBat, l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté est appréciée favorablement.

Validité

La validité de cet Avis est subordonnée à la permanence de la surveillance exercée sur les usines productrices des poutrelles, dans le cadre de la certification, sans excéder dix ans, soit jusqu'au 30 septembre 2013.

Pour le Groupe Spécialisé n°3 et par délégation,
Le Président de séance

S.BERNARDI

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

En raison du niveau élevé de l'assurance qualité développée en interne par la société de plasturgie ERVAF qui fabrique les voûtains Leader EMS, le Groupe a admis de ne pas exiger de certification CSTBat sur cette fabrication. La possibilité de fabrication de ces voûtains par des producteurs autres que ERVAF a été accordée aux usines de plasturgie qui satisfont aux exigences du cahier des charges établi par la société KP1 R&D (annexe 2) et sous réserve d'un suivi par la société KP1 R&D des contrôles internes et de la tenue à disposition des résultats des contrôles pour le CSTB et le Groupe Spécialisé n° 3.

La prise en compte du béton auto-plaçant dans le calcul de E_v a été explicitée dans l'Avis.

L'additif du présent Avis Technique porte sur l'insertion de 4 nouvelles poutrelles 115SX, 115SY, 136 et 136SE. Les poutrelles 115SX et 115SY sont géométriquement identiques à la poutrelle 115SE, le seul changement se situe au niveau de la composition du béton.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°3

M. CHENAF

ANNEXE
VALEURS D'UTILISATION

La présente annexe fait partie de l'Avis Technique : le respect des valeurs indiquées est une condition impérative de la validité de l'Avis.

A. Caractéristiques des poutrelles LEADER

1.2 a) armatures de précontainte

T 5,2 - 2160 - TBR

- tension initiale: F_{po} = 24,00 kN
- tension finale: $F_{p\infty}$ = 19,36 kN

T 6,85 - 2060 - TBR

- tension initiale: F_{po} = 31,00 kN
- tension finale: $F_{p\infty}$ = 26,35 kN

1.3 b) caractéristiques mécaniques et de précontrainte des poutrelles

Notations :

g_1 = poids de la poutrelle
s_p = aire de la section transversale
v_s = distance de la fibre neutre à la fibre supérieure
v_i = distance de la fibre neutre à la fibre inférieure
i_p = moment d'inertie
d_p = distance du cdg de la force de précontrainte finale à la fibre inférieure
n_s = valeur de la précontrainte finale en fibre supérieure de la poutrelle
n_i = valeur de la précontrainte finale en fibre inférieure de la poutrelle
f_{c28} = résistance caractéristique à la compression à 28 jours du béton de poutrelle

Le tableau 1 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. Des valeurs différentes de f_{c28} (supérieures ou inférieures) peuvent être retenues sur la base des certifications d'usine. Les valeurs d'utilisation et les portées limites seront alors évaluées en relation à ces nouvelles valeurs.

Tableau 1

Type	g_1 *[daN/m]*	S_p *[cm²]*	v_s *[cm]*	v_i *[cm]*	I_p *[cm⁴]*	I_p / v_s *[cm³]*	I_p / v_i *[cm³]*	d_p *[cm]*	n_s *[MPa]*	n_i *[MPa]*	f_{c28} *[MPa]*
112	15.8	67.04	6.44	4.56	716.90	111.28	157.30	3.45	1.92	8.50	40
113								3,60	3,66	12,20	50
114								3,75	5,93	15,53	55
115								3,94	9,06	18,24	65
115SE	16.9	71.90	6.97	5.03	937.92	134.57	186.46	3.62	2.91	18.12	60
115SX								3,62	2.91	18.12	60
115SY								3,62	2.91	18.12	60
124	19.8	83.96	6.91	5.09	1067.40	154.49	209.67	4.10	4.26	12.88	45
125								4,30	6,57	15,18	45
126								4,16	6,10	16,97	50
126SE								3,86	4,09	18,45	60
136	21.5	91,40	7,12	5,88	1428,19	200,57	242,92	4,63	4,89	16 ,70	50
136SE								4,35	3,42	17,90	60

Type	g_1 [daN/m]	S_p [cm²]	v_s [cm]	v_i [cm]	I_p [cm⁴]	I_p / v_s [cm³]	I_p / v_i [cm³]	d_p [cm]	n_s [MPa]	n_i [MPa]	f_{c28} [MPa]
144	22.7	96.40	7.66	6.34	1762.65	230.13	278.00	4,53	1.92	13.09	45
145								4,72	3,22	15,68	50
146								4,80	3,81	16,52	50
147								4,92	4.64	17.16	60
146SE								4,35	1,77	18,21	60
156	31,4	133,20	8,62	6,38	2732,00	317,06	427,99	4,37	1,33	14,19	40
157								4,70	2,98	15,50	40
158								4,28	1,26	17,69	45

B Longueurs du contour de liaison (dérogation couture)

Poutrelles	Leader 110	Leader 115SE	Leader 120	Leader 130	Leader 140	Leader 150
Entrevous de coffrage en béton	164,1 mm	185,1 mm	193,7 mm	219,0 mm	239,0 mm	275,3 mm
Entrevous porteurs en béton	146,6 mm	167,6 mm	176,0 mm	198,9 mm	218,9 mm	262,6 mm
Entrevous Leader EMS	149,9 mm	170,9 mm	186,2 mm	205,0 mm	225,7 mm	269,2 mm
Entrevous de coffrage simple	135,0 mm	156,0 mm	165,8 mm	191,0 mm	211,0 mm	245,6 mm

C Effort tranchant résistant des poutrelles

Pour les vérifications des contraintes tangentes dans la zone (P) des poutrelles qui comportent des grecques de couture régnant sur toute la hauteur des poutrelles (boucles descendant au niveau des armatures les plus basses), l'effort tranchant résistant limite ultime vaut :

$$V_{pu} = \left(G + \frac{b_n \times f_{pt}}{3} \right) \times \frac{I}{H}$$

avec

- I : inertie de la section transversale du montage
- H : moment statique par rapport à la fibre neutre du montage de la section située au dessous du niveau de la vérification.
- G = 0,875 kN/cm pour grecques ∅ 4 au pas de 100 mm
  1,71 kN/cm pour grecques ∅ 5 au pas de 80 mm
- b_n : largeur minimale de la section cisaillée de la poutrelle au niveau de la vérification

Nota : La valeur G est calculée à partir de la contrainte de traction ultime de l'acier des grecques, soit 400/1,15 = 348 MPa pour l'acier de nuance FeE400 ou de nuance supérieure, considérant que l'ancrage par boucle n'est pas amélioré par une amélioration de la nuance (CPT I.A.107.21).

D Portées limites des montages les plus usuels

Le tableau 2 ci-dessous donne les valeurs limites (en mètres) et la cause de la limitation pour quelques montages de planchers courants en habitation, avec le cas de charges suivant :

- Cloisons légères: 1,00 kN/m²
- Revêtements de sol et plafonds: 1,00 kN/m²
- Charges d'exploitation: 1,50 kN/m²

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

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

- (M_{fl}) : moment fléchissant limité par la condition de non dépassement de la contrainte de traction de 0,5 ftp en fibre inférieure des poutrelles.
- (M_{ra}) : limitation du fait du moment résistant à rupture du montage
- (f_a) : flèche active du montage calculée dans l'hypothèse d'un stockage normal, limitée par la condition du 1/500 de la portée (0,5 + L/1000 cm pour les portées supérieures à 5 mètres).
- (V_{pu}) : effort tranchant limité par la condition de non dépassement de la contrainte de cisaillement admissible pour le béton de poutrelle ($0{,}03 \times f_{c28}$)

Tableau 2

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		avec armatures transversales		sans armatures transversales		avec armatures transversales	
12 + 4 béton	59,5	**112**	3.21	[M_{ra}]	-		3.27	[V_{pu}]	3.53	[M_{ra}]
		113	3.89	[M_{ra}]	-		4.02	[V_{pu}]	4.28	[M_{ra}]
		114	4.21	[f_a]	-		4.40	[V_{pu}]	4.55	[f_a]
		115	4.26	[f_a]	-		4.62	[f_a]	-	
		115SE	4.24	[f_a]	-		4.58	[f_a]	-	
13 + 4 béton	63,5	**115SE**	4.39	[f_a]	-		4.75	[f_a]	-	
16 + 4 béton	59,5	**112**	3.60	[M_{ra}]	-		3.97	[M_{ra}]	-	
		113	4.38	[M_{ra}]	-		4.82	[M_{ra}]	-	
		114	4.94	[M_{fl}]	-		5.41	[f_a]	-	
		115	5.10	[f_a]	-		5.48	[f_a]	-	
		115SE	5.08	[f_a]	-		5.45	[f_a]	-	
16 + 4 béton	60,5	**125**	5.16	[M_{fl}]	-		5.58	[f_a]	-	
		126	5.22	[f_a]	-		5.60	[f_a]	-	
16 + 4 béton	60	**145**	5.17	[f_a]	-		5.55	[f_a]	-	
		146	5.19	[f_a]	-		5.57	[f_a]	-	
20 + 4 béton	60	**145**	5.79	[f_a]	-		6.22	[f_a]	-	
		146	5.81	[f_a]	-		6.24	[f_a]	-	
20 + 4 béton	64	**157**	6.12	[f_a]	-		6.59	[f_a]	-	
		158	6.15	[f_a]	-		6.62	[f_a]	-	
16+0 Béton Entrevous de coffrage résistant	59,5	**112**	3.19	[M_{fl}]	-		3.49	[M_{fl}]	-	
		113	3.76	[f_a]	-		4.04	[f_a]	-	
		114	3.81	[f_a]	-		4.10	[f_a]	-	
		115	3.85	[f_a]	-		4.15	[f_a]	-	
16+0 béton TCI	59,5	**112**	3.17	[V_{pu}]	3.23	[M_{ra}]	3.17	[V_{pu}]	3.55	[M_{ra}]
		113	3.84	[M_{fl}]	-		3.89	[V_{pu}]	4.21	[M_{fl}]
		114	3.98	[f_a]	-		4.26	[V_{pu}]	4.29	[f_a]
		115	4.03	[f_a]	-		4.35	[f_a]	-	
		115SE	4.01	[f_a]	-		4.33	[f_a]	-	
20 + 0 béton TCI	60	**145**	4.90	[f_a]	-		5.26	[f_a]	-	
		146	4.91	[f_a]	-		5.28	[f_a]	-	
13 + 4 Leader EMS	60	**112**	3.44	[M_{ra}]	-		3.69	[V_{pu}]	3.77	[M_{ra}]
		113	4.17	[M_{ra}]	-		4.53	[f_a]	-	
		114	4.28	[f_a]	-		4.61	[f_a]	-	
		115	4.34	[f_a]	-		4.69	[f_a]	-	
		115SE	4.44	[f_a]	-		4.79	[f_a]	-	
13 + 4 Leader EMS	62	**125**	4.39	[f_a]	-		4.74	[f_a]	-	
		126	4.42	[f_a]	-		4.77	[f_a]	-	
13 + 4 Leader EMS	61	**136**	4.40	[f_a]	-		4.74	[f_a]	-	
		136SE	4.41	[f_a]	-		4.76	[f_a]	-	
13 + 4 Leader EMS	61	**145**	4.37	[f_a]	-		4.72	[f_a]	-	
		146	4.39	[f_a]	-		4.74	[f_a]	-	
16 + 4 Leader EMS	60	**112**	3.70	[M_{ra}]	-		4.06	[M_{ra}]	-	
		113	4.49	[M_{ra}]	-		4.94	[M_{ra}]	-	
		114	4.85	[f_a]	-		5.21	[f_a]	-	
		115	4.92	[f_a]	-		5.28	[f_a]	-	
		115SE	5.04	[f_a]	-		5.39	[f_a]	-	

Tableau 2 (suite)

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	avec armatures transversales	sans armatures transversales	avec armatures transversales
16 + 4	62	**125**	4.99 [f_a]	-	5.34 [f_a]	-
Leader EMS		**126**	5.02 [f_a]	-	5.37 [f_a]	-
16 + 4	61	**136**	5.00 [f_a]	-	5.35 [f_a]	-
Leader EMS		**136SE**	5.01 [f_a]	-	5.36 [f_a]	-
16 + 4	61	**145**	4.98 [f_a]	-	5.33 [f_a]	-
Leader EMS		**146**	5.00 [f_a]	-	5.35 [f_a]	-
12 + 5	60	**112**	3.48 [M_{ra}]	-	3.69 [V_{pu}]	3.81 [M_{ra}]
Polystyrène D.C.		**113**	4.22 [M_{ra}]	-	4.54 [V_{pu}]	4.56 [f_a]
		114	4.31 [f_a]	-	4.64 [f_a]	-
		115	4.37 [f_a]	-	4.72 [f_a]	-
12 + 5	62	**145**	4.42 [f_a]	-	4.76 [f_a]	-
Polystyrène D.C.		**146**	4.44 [f_a]	-	4.78 [f_a]	-
15 + 5	60	**112**	3.75 [M_{ra}]	-	4.12 [M_{ra}]	-
Polystyrène D.C.		**113**	4.56 [M_{ra}]	-	5.00 [M_{ra}]	-
		114	4.90 [f_a]	-	5.25 [f_a]	-
		115	4.97 [f_a]	-	5.32 [f_a]	-
15 + 5	61	**145**	5.04 [f_a]	-	5.38 [f_a]	-
Polystyrène D.C.		**146**	5.05 [f_a]	-	5.40 [f_a]	-
13 + 4	60	**112**	3.48 [M_{ra}]	-	3.64 [V_{pu}]	3.81 [M_{ra}]
ISOLEADER		**113**	4.22 [M_{ra}]	-	4.49 [V_{pu}]	4.56 [f_a]
		114	4.31 [f_a]	-	4.64 [f_a]	-
		115	4.38 [f_a]	-	4.72 [f_a]	-
13 + 4	60	**136**	4.46 [f_a]	-	4.81 [f_a]	-
ISOLEADER		**136SE**	4.47 [f_a]	-	4.82 [f_a]	-
13 + 4	60	**145**	4.44 [f_a]	-	4.78 [f_a]	-
ISOLEADER		**146**	4.46 [f_a]	-	4.80 [f_a]	-
17 + 4	60	**112**	3.83 [M_{ra}]	-	4.21 [M_{ra}]	-
ISOLEADER		**113**	4.66 [M_{ra}]	-	5.12 [M_{ra}]	-
		114	5.07 [f_a]	-	5.42 [f_a]	-
		115	5.14 [f_a]	-	5.50 [f_a]	-
17 + 4	60	**136**	5.25 [f_a]	-	5.62 [f_a]	-
ISOLEADER		**136SE**	5.26 [f_a]	-	5.63 [f_a]	-
17 + 4	60	**145**	5.22 [f_a]	-	5.58 [f_a]	-
ISOLEADER		**146**	5.24 [f_a]	-	5.61 [f_a]	-

E. Tableau des valeurs d'utilisation

Tableau 3

Montage	H_t [cm]	X [cm]	Pm [daN/m²]	Inertie [cm⁴]	V_s [cm]	V_i [cm]	α	Z [cm]	M_b [daN.m]	V_{cu} [daN]	V_{bu} [daN]	Type	V_{pu} [daN]	M_{fl} [daN.m]	M_{ra} [daN.m]
12 + 4 béton	16	59,5	230	5698	4,08	11,92	3,038	11,54	2097	1306	1289	112 113 114 115	720 901 991 1171	478 669 835 978	725 1065 1389 1692
12 + 4 béton	16	59,5	230	5698	4,08	11,92	2,564	11,50	2094	1469	1352	115SE	1080	967	1755
12 + 4 béton	16	60,5	232	6338	4,30	11,70	2,582	11,41	2213	1526	1426	124 125 126	1087 1087 1208	787 911 1017	1349 1641 2001
12 + 4 béton	16	60	231	6109	4,26	11,74	2,141	11,29	2153	1722	1421	136 136SE	1153 1384	962 1041	1845 1965
13 + 4 béton	17	63,5	231	6839	4,18	12,82	3,392	12,35	2454	1398	1380	112 113 114 115	792 990 1089 1287	534 747 932 1092	785 1155 1510 1844
13 + 4 béton	17	63,5	231	6847	4,20	12,80	2,868	12,25	2446	1565	1436	115SE	1190	1082	1907
13 + 4 béton	17	64,5	234	7632	4,43	12,57	2,896	12,15	2583	1625	1515	124 125 126	1199 1199 1332	882 1022 1140	1469 1792 2184
13 + 4 béton	17	64	232	7372	4,40	12,60	2,409	11,99	2513	1813	1471	136 136SE	1276 1531	1082 1170	2028 2148
13 + 4 béton	17	64	232	7350	4,39	12,61	2,096	12,03	2514	2004	1516	144 145 146	1129 1255 1255	859 1019 1068	1419 1730 1913
16 + 4 béton	20	59,5	264	10490	4,93	15,07	4,426	14,89	3189	1685	1714	112 113 114 115	1002 1252 1377 1628	696 975 1217 1425	960 1417 1859 2280
16 + 4 béton	20	59,5	264	10548	4,99	15,01	3,768	14,70	3173	1877	1787	115SE	1516	1421	2340
16 + 4 béton	20	60,5	267	11788	5,29	14,71	3,821	14,59	3344	1950	1882	124 125 126	1530 1530 1700	1164 1348 1504	1819 2229 2704
16 + 4 béton	20	60	265	11482	5,31	14,69	3,217	14,25	3245	2153	1886	136 136SE	1650 1980	1445 1563	2548 2668
16 + 4 béton	20	60	265	11442	5,31	14,69	2,801	14,21	3234	2343	1968	144 145 146	1463 1625 1625	1148 1361 1427	1769 2166 2461
20 + 4 béton	24	59,5	311	16979	5,75	18,25	5,914	18,50	4430	2094	2224	112 113 114 115	1299 1624 1786 2111	931 1302 1626 1904	1195 1770 2330 2868
20 + 4 béton	24	59,5	311	17194	5,84	18,16	5,079	18,22	4413	2327	2306	115SE	1983	1915	2925

Tableau 3 (suite)

Montage	H_t *[cm]*	X *[cm]*	Pm *[daN/m²]*	Inertie *[cm⁴]*	V_s *[cm]*	V_i *[cm]*	α	Z *[cm]*	M_b *[daN.m]*	V_{cu} *[daN]*	V_{bu} *[daN]*	Type	V_{pu} *[daN]*	M_{fl} *[daN.m]*	M_{ra} *[daN.m]*
20 + 4	24	60	313	19021	6,31	17,69	4,427	17,62	4520	2662	2389	136	2201	1989	3250
béton												136SE	2641	2151	3370
20 + 4	24	60	313	19023	6,35	17,65	3,877	17,45	4493	2877	2418	144	1963	1589	2239
béton												145	2181	1885	2754
												146	2181	1975	3179
20 + 4	24	64	329	24667	7,09	16,91	3,408	17,59	5220	3341	3007	156	2577	2289	3355
béton												157	2577	2480	3825
												158	2899	2822	4343
16 + 0	16	59,5	211	4861	5,18	10.84	2.852	11.55	938	1168	1472	112	674	449	713
béton TCI												113	843	628	1040
												114	927	784	1346
												115	1096	918	1627
16 + 0	16	60,5	214	5386	5,41	10,62	2,419	11,46	995	1409	1657	124	953	737	1310
béton TCI												125	953	854	1580
												126	1059	952	1914
18 + 0	18	59,5	229	6731	5.80	12.22	3.501	13.10	1161	1325	1622	112	800	551	831
béton TCI												113	1000	771	1216
												114	1100	962	1582
												115	1300	1127	1921
18 + 0	18	60,5	232	7476	6,08	11,96	2,982	12,97	1231	1575	1780	124	1132	909	1545
béton TCI												125	1132	1052	1874
												126	1258	1174	2267
18 + 0	18	60	231	7205	6,03	12,01	2.158	12.88	1195	1990	1925	144	1127	884	1494
béton TCI												145	1252	1049	1812
												146	1252	1099	1991
18 + 0	18	64	243	9457	6,53	11,51	1.920	12,97	1448	2510	2500	156	1429	1290	2226
béton TCI												157	1429	1397	2493
												158	1608	1590	2757
20 + 0	20	59,5	247	8975	6,38	13.64	4.184	14.75	1406	1492	1784	112	931	658	948
béton TCI												113	1164	921	1393
												114	1280	1150	1817
												115	1513	1347	2215
20 + 0	20	60,5	251	10009	6,73	13,31	3,588	14,51	1488	1762	1933	124	1323	1093	1780
béton TCI												125	1323	1266	2168
												126	1470	1412	2618
20 + 0	20	60	249	9672	6.71	13.33	2.610	14,32	1441	2168	2000	144	1325	1070	1730
béton TCI												145	1472	1269	2106
												146	1472	1330	2359
20 + 0	20	64	263	12661	7,24	12,80	2,310	14,49	1750	2682	2563	156	1670	1552	2577
béton TCI												157	1670	1681	2903
												158	1879	1913	3240

- ***Tableau 3 (suite)***

Montage	H_t *[cm]*	X *[cm]*	Pm *[daN/m²]*	Inertie *[cm⁴]*	V_s *[cm]*	V_i *[cm]*	α	Z *[cm]*	M_b *[daN.m]*	V_{cu} *[daN]*	V_{bu} *[daN]*	Type	V_{pu} *[daN]*	M_{fl} *[daN.m]*	M_{ra} *[daN.m]*
13 + 4	17	60.0	189	6751	4.28	12.72	3.373	12.33	2369	1275	1402	112	767	531	784
Leader												113	959	743	1153
EMS												114	1055	927	1507
												115	1247	1086	1840
13 + 4 Leader EMS	17	60	189	6757	4,29	12,71	2,852	12,24	2361	1444	1549	115SE	1152	1075	1902
13 + 4	17	61	191	7286	4,48	12,52	2,395	11,98	2442	1697	1779	136	1236	1076	2023
Leader EMS												136SE	1483	1164	2143
13 + 4	17	61.0	191	7264	4.46	12.54	2.084	12.02	2443	1893	1956	144	1090	854	1417
Leader												145	1211	1013	1726
EMS												146	1211	1062	1907
16 + 4	20	60.0	224	10515	4.89	15.11	4.424	14.86	3225	1537	1690	112	970	696	960
Leader												113	1212	974	1418
EMS												114	1333	1216	1860
												115	1576	1424	2281
16 + 4 Leader EMS	20	60	224	10575	4,94	15,06	3,766	14,67	3211	1730	1856	115SE	1467	1420	2341
16 + 4	20	61	228	11546	5,22	14,78	3,217	14,20	3315	2009	2107	136	1596	1445	2549
Leader EMS												136SE	1916	1563	2670
16 + 4	20	61.0	228	11506	5.22	14.78	2.801	14.15	3303	2204	2276	144	1410	1148	1769
Leader												145	1567	1362	2167
EMS												146	1567	1427	2463

- ***Tableau 3 (suite)***

Montage	H_t [cm]	X [cm]	Pm [daN/m²]	Inertie [cm⁴]	V_s [cm]	V_i [cm]	α	Z [cm]	M_b [daN.m]	V_{cu} [daN]	V_{bu} [daN]	Type	V_{pu} [daN]	M_{fl} [daN.m]	M_{ra} [daN.m]
13 + 4 ISOLEADER	17	60	174	6751	4,28	12,72	3,373	12,33	2368	1068	1203	112 113 114 115	738 922 1014 1199	531 743 927 1086	784 1153 1507 1840
13 + 4 ISOLEADER	17	60	174	7255	4,51	12,49	2,391	11,99	2413	1458	1546	136 136SE	1179 1415	1074 1162	2021 2141
13 + 4 ISOLEADER	17	60	174	7233	4,50	12,50	2,081	12,03	2414	1653	1736	145 146	1143 1143	1011 1060	1725 1905
17 + 4 ISOLEADER	21	60	216	11981	5,10	15,90	4,79	15,75	3526	1365	1537	112 113 114 115	987 1234 1357 1604	754 1055 1317 1542	1019 1506 1977 2428
17 + 4 ISOLEADER	21	60	216	13175	5,53	15,47	3,506	15,03	3573	1825	1936	136 136SE	1614 1937	1575 1704	2723 2843
17 + 4 ISOLEADER	21	60	216	13137	5,54	15,46	3,057	14,94	3557	2028	2131	145 146	1570 1570	1486 1557	2313 2649
12P + 5 Polystyrène D.C.	17	59,5	180	6738	4,29	12,71	3,370	12,32	2358	1148	1248	112 113 114 115	749 937 1030 1218	530 742 926 1085	784 1153 1507 1839
12P + 5 Polystyrène D.C.	17	60,5	183	7514	4,53	12,47	2,873	12,12	2490	1387	1508	124 125 126	1024 1024 1137	875 1014 1131	1466 1788 2177
12P + 5 Polystyrène D.C.	17	60	181	7257	4,50	12,50	2,389	11,97	2421	1580	1707	136 136SE	1207 1448	1073 1161	2021 2141
12P + 5 Polystyrène D.C.	17	60,0	181	7235	4,48	12,52	2,079	12,01	2421	1769	1912	144 145 146	1059 1176 1176	852 1011 1059	1416 1725 1905
16P + 5 Polystyrène D.C.	21	59,5	222	11972	5,06	15,94	4,776	15,69	3546	1462	1590	112 113 114 115	1006 1258 1384 1636	751 1052 1313 1537	1019 1506 1977 2427
16P + 5 Polystyrène D.C.	21	60,5	226	13515	5,41	15,59	4,134	15,33	3749	1753	1907	124 125 126	1390 1390 1545	1260 1459 1628	1937 2376 2879
16P + 5 Polystyrène D.C.	21	60	224	13212	5,44	15,56	3,496	14,93	3642	1969	2127	136 136SE	1668 2002	1571 1699	2723 2843
16P + 5 Polystyrène D.C.	21	60	224	13175	5,45	15,55	3,048	14,84	3626	2161	2336	144 145 146	1467 1630 1630	1249 1481 1553	1886 2313 2649
16P + 5 Polystyrène D.C.	21	64	240	17218	6,03	14,97	2,687	15,05	4285	2550	2786	156 157 158	1649 1649 1855	1805 1955 2225	2826 3207 3631

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

0. Classe du système

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

1. Domaine d'emploi proposé

Le domaine d'emploi du plancher LEADER est celui défini au § 4 des Généralités du titre I du CPT "PLANCHERS", domaine englobant les utilisations courantes telles 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.

En l'état actuel de la réglementation, le domaine d'emploi des planchers à entrevous Leader EMS est défini dans le tableau ci-dessous en fonction du type d'entrevous employé, de la nature des locaux et de la localisation du plancher considéré :

Localisation du plancher	Type d'entrevous		
	Leader EMS EcoVS *(couleur noire)*	**Leader EMS M2** *(couleur grise)*	**Leader EMS M1** *(couleur ivoire)*
Vide sanitaire (1)	Toutes familles ERP	Toutes familles ERP	Toutes familles ERP
Ht. de sous-sol (1)	—	Bâtiments d'habitation des 1° et 2° familles	Toutes familles ERP
Etage courant (2)	—	Bâtiments d'habitation des 1° et 2° familles	Toutes familles ERP

(1) L'entrevous est laissé apparent en sous-face.

(2) Le plancher 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 entrevous et plaques de polystyrène expansé ignifugés, justifiant d'un classement M1 de réaction au feu, peuvent rester apparents en plafond des sous-sols d'habitation des 1° et 2° familles. Les planchers réalisés dans les locaux habitables 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 » (Cahier 3231 Livraison 410 – Juin 2000).

2 Description du procédé de plancher

2.1 Définition des matériaux

Armatures de précontrainte

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

- T 5,2 - 2160 – TBR
  - diamètre nominal : Dn = 5,2 mm
  - section nominale : Sa = 13,6 mm²
  - force de rupture garantie : F_{rg} = 29,4 kN
  - limite conventionnelle d'élasticité : F_{peg} = 26,2 kN
- T 6,85 - 2060 - TBR
  - diamètre nominal : Dn =6,85 mm
  - section nominale : Sa =28,2 mm²
  - force de rupture garantie : F_{rg} =58,0 kN
  - limite conventionnelle d'élasticité : F_{peg} =51,3 kN

Ces armatures sont homologuées ou bénéficient d'une autorisation de fourniture.

Armatures complémentaires

Dans les poutrelles:

- coutures et étriers en acier Fe TE 400, Fe TE 500, ou en fils de précontrainte ϕ4 ou ϕ5;
- poignées de manutention en acier lisse $\phi \geq 4$ mm.

Dans le béton coulé en œuvre:

- pour le ferraillage des dalles de répartition: treillis soudé Fe E 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 Fe E 400 ou Fe E 500;
- armatures en chapeaux : treillis soudé Fe E 500, barres en acier lisse Fe E 235, en acier HA Fe E 400 ou Fe E 500.

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 examinés, pour chaque centre de production de poutrelles, dans le cadre de la certification CSTBat.

Chaque béton est étudié en fonction des approvisionnements en matériaux pour garantir les caractéristiques de résistance nécessaires à la mise en précontrainte et à 28 jours.

Béton coulé en oeuvre

Béton de sable et de granulats courants présentant des caractéristiques de durabilité identiques à celles exigées pour le béton de chantier (NF P 18-201). 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 relatif au type de béton de fibres.

L'utilisation des bétons auto-plaçants est possible moyennant le respect des prescriptions définies au § 7.4.

2.2 Description des éléments

2.21 Poutrelles

Les poutrelles sont en béton précontraint par armatures adhérentes. Leur section est en Té renversé dont l'âme s'évase légèrement vers le haut. 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 poutrelles existent en six types dont les principales caractéristiques géométriques sont indiquées dans le tableau suivant.

Type	Hauteur *[mm]*	Poids *[daN/m]*	Largeur talon *[mm]*
110	110	15.8	95
115S	120	16.9	95
120	120	19.8	105
130	130	21.5	100
140	140	22.7	100
150	150	31.4	140

Pour les poutrelles 110, 120, 130, 140 et 150, la dénomination complète de la poutrelle est obtenue en reprenant le type et substituant au dernier chiffre (le zéro), le nombre d'armatures équivalentes en T 5,2-2160-TBR (armature de base). Dans cette équivalence, un toron T 6,85-2060-TBR est comptabilisé comme deux armatures de base.

2.211 Exemples :

- La poutrelle 115 est précontrainte avec 5 torons T 5,2-2160-TBR;
- La poutrelle 146 est précontrainte à l'aide de 4 torons T 5,2-2160-TBR et 1 toron T 6,85-2060-TBR.

Dérogeant au principe ci-dessus, le type 115S comporte 3 poutrelles de hauteur 120 mm, précontraintes avec 3 torons T 5,2-2160-TBR et 1 toron T 6,85-2060-TBR. Ces poutrelles, identiques en géométrie et dispositions de ferraillage ne diffèrent que par la qualité de leur béton.

Afin d'en faciliter la manutention, les poutrelles Leader 110 et 115S, dont la longueur béton est supérieure à 2 mètres, sont équipées de poignées à chaque extrémité. Ces poignées sont réalisées en acier lisse ou en matière plastique. Ce dispositif, conçu uniquement pour une préhension manuelle, ne doit pas être utilisé comme point d'attache d'élingues de levage.

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.

Armatures de couture

Il s'agit d'éléments se présentant 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.

Ces éléments comportent de 1 à 4 boucles (ou U), en diamètre ∅4 mm au pas de 100 mm ou en diamètre ∅5 mm au pas de 80 mm.

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.

2.22 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 lourds, 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 lourds.

Les entrevous respectent les prescriptions définies dans le CPT « Planchers » Titre I, 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 lourds, 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.

2.23 Entrevous en terre cuite

On rencontre les mêmes catégories que pour les entrevous en béton. Comme ces derniers, ils respectent les prescriptions définies dans le CPT « Planchers » Titre I.

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.

2.24 Entrevous et tympans Leader EMS

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 trois qualités, EcoVS de couleur noire, standard de couleur grise et ignifugée de couleur ivoire.

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

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

un tympan compatible avec les deux entrevous, assurant l'étanchéité en bout de travée ou en bordure des zones coulées en place;

un « Tympan Leader Biais » compatible avec les deux entrevous de base, permettant 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…).

L'entrevous Leader EMS est constitué de huit modules accolés au pas de 150 mm. Les dimensions extérieures sont de 1216 mm × 552 mm, pour une longueur utile de 1200 mm après clipsage des entrevous.

Les éléments 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 600 mm, 620 mm, 610 mm et 650 mm avec, respectivement, les poutrelles Leader 110 ou Leader 115S, Leader 120, Leader 130 ou Leader 140 et Leader 150.

Le poids des entrevous est de:

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

L'entrevous Leader EMS est considéré, dans ses fonctions, comme un entrevous de coffrage simple, au sens du CPT « Planchers »Titre I.

Le contour de l'entrevous satisfait aux conditions géométriques nécessaires pour la dérogation-couture pour les poutrelles (gousset 4 × 3 x 10 cm).

De par la configuration de l'entrevous, la dalle de répartition du plancher est nervurée.

2.25 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 10 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 l'ensemble des poutrelles de la gamme, la forme géométrique de leur contour respecte, dans la zone de clavetage, les prescriptions définies à l'annexe III.

Cet annexe 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.

Entrevous ISOLEADER

Il existe deux types d'entrevous ISOLEADER:

- avec une sous-face lisse, il sont simplement dénommés "ISOLEADER", ont une longueur utile de 600 mm et sont proposés en standard ou ignifugés (classement de réaction au feu M1);
- avec une sous-face décor, ils sont dénommés "ISOLEADER Décor", ont une longueur utile de 1200 mm et sont ignifugés (classement de réaction au feu M1).

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. Les languettes de forte épaisseur sont alvéolées.

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 (voir dessins joints en annexe). L'épaisseur minimale de béton coulé en œuvre, mesurée au droit de la nervure est de 40 mm.

La section de la dalle répartition ainsi nervurée présente une inertie légèrement supérieure à celle d'une dalle d'épaisseur constante de 50 mm. Les essais de répartition transversale (rapport d'essai CSTB n° EEM 01 060) ont par ailleurs révélé une capacité résistante équivalente à celle d'un plancher avec entrevous isolants et dalle de répartition de 50 mm (rapport d'essai CSTB n° EM 99 039)

Les nervures sont prolongées dans les zones de clavetage. Elles contribuent à une amélioration de la résistance mécanique de l'entrevous. La géométrie ainsi obtenue ne respecte pas la forme de dérogation couture définie dans le CPT Planchers titre I pour les entrevous de coffrage simple. Des essais comparatifs réalisés avec les deux géométries ont montré que la capacité résistante n'était pas significativement affectée par la modification de forme adoptée. Les calculs de dimensionnement sont conduits comme indiqué au chapitre 7 « Conception et calculs ».

Les entrevous ISOLEADER 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).

Chacun des entrevous peut être complété par des rehausses pour réaliser des hauteurs coffrantes différentes de la valeur de base.

Le tableau ci-dessous fournit, sans que cette liste soit limitative, les paramètres géométriques relatifs à quelques produits.

Type	Hauteur coffrante [mm]	Epaisseur languette [mm]	Languette alvéolée [OUI/NON]
ISOLEADER 39	130	32	NON
ISOLEADER 35	130	42	NON
ISOLEADER 33	130	47	NON
ISOLEADER 27	130	78	OUI
ISOLEADER Décor 33	130	48(1)	NON
ISOLEADER Décor 28	130	75(1)	OUI

(1) *dans le cas de l' ISOLEADER Décor, l'épaisseur indiquée est l'épaisseur moyenne équivalente.*

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.

Entrevous composites

Ces entrevous composites sont constituées de fibres de bois agglomérées associés à du polystyrène expansé collé en usine sur les fibres de bois.

Entrevous polystyrène à sous-face plâtre

Un lattis métallique (type nergalto), disposé 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.

Autres composants d'isolation

D'autres éléments d'isolation peuvent être disposés en complément d'isolation en partie supérieure et/ou inférieure des planchers (accrochés en sous-face ou disposés dans le plénum).

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..) ;

Rehausses

En complément des entrevous moulés 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 (pour le plancher sur vide sanitaire et plancher de combles).

2.26 Entrevous en béton cellulaire

Ils présentent une masse volumique apparente sèche de 450 kg/m^3. La masse volumique prise en compte dans les calculs est de 550 kg/m^3.

2.27 Entrevous divers

D'autres entrevous peuvent être employés en coffrages perdus: en particules de bois agglomérées au ciment, en métal ou en matériau à base de plastique alvéolaire.

3. Fabrication des poutrelles

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. Il est possible de fabriquer de 16 à 22 rangs de poutrelles sur chaque piste. Celle-ci est équipée à ses 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. Les longueurs de coupe sont différentes pour les deux types d'armatures employés, la tension appliquée étant différente.

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 vibrodistributrice 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.

Une poutre peigne constitue l'autre extrémité de ce coffrage mobile ; elle est percée au droit des armatures qui la traversent. 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 n_i (n_i 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.

4. Contrôles

4.1 Poutrelles précontraintes

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 CSTBat, sauf dans le cas des poutrelles LEADER 110, en ce qui concerne les tolérances relatives à la largeur de l'âme des poutrelles en partie haute : par rapport à la largeur nominale théorique, la tolérance sur cette largeur pour les poutrelles préfabriquées est –2mm et +5mm, plus sévère que celle du référentiel.

La qualité du béton à 28 jours est généralement vérifiée à partir de la seule résistance à la compression. Les éprouvettes utilisées sont des cubes 10×10. La conformité est vérifiée suivant le principe de la carte de contrôle pour une garantie à 80%.

La justification de la qualité du béton peut également être examinée en vérifiant la contrainte de traction. L'industriel réalise alors des mesures de résistance à la traction du béton généralement par essai de flexion sur éprouvettes 7×7×28 ou par fendage sur cylindre. La conformité est vérifiée à partir d'une carte de contrôle similaire à celle pratiquée pour la résistance en compression.

4.2 Entrevous Leader EMS

La production des entrevous Leader EMS est assurée par une unité de production spécialisée dans le moulage de matériaux composites..

L'industriel met en place un dispositif de contrôle portant sur:

- la réception des matières premières destinées à la fabrication de l'entrevous;
- le déroulement des opérations de fabrication;
- les caractéristiques géométriques et mécaniques des produits finis.

Les caractéristiques de la matière première sont garanties par le fournisseur qui effectue sur ses produits des contrôles périodiques. Ces informations ont préalablement été transmises à l'industriel et engagent contractuellement le fournisseur. Au moment de la livraison, l'industriel contrôle la conformité du bon de livraison avec la commande.
L'industriel élabore un Plan d'Assurance Qualité définissant un ensemble de vérifications réalisées en cours de production et de nature à assurer la qualité des produits.

Chaque jour de production, des échantillons sont prélevés pour être soumis au contrôles géométriques et de résistance. Les modalités de ces contrôles sont définies en annexe. L'ensemble des résultats de ces contrôles sont consignés dans des registres qui sont consultables à tout moment sur le site de production.

4.3 Entrevous en polystyrène

Les produits sont contrôlés suivant le règlement technique de certification CSTBat en vigueur.

5. Mise en œuvre

5.1 Généralités

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 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 et des entrevous ISOLEADER, 5 cm au dessus des autres entrevous.

Lorsque le plancher est réalisé avec des entrevous de coffrage simple n'assurant pas la sécurité à la mise en œuvre, il est fait usage d'un platelage de circulation et de déversement du béton. Une mention explicite figure alors sur le plan de pose.

5.2 Planchers avec entrevous Leader EMS

La mise en œuvre d'un plancher avec entrevous Leader EMS 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 entretoise, le tympan disposé à chaque extrémité des poutrelles détermine l'entraxe de ces dernières. 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 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 prédéfinie.

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.

5.3 Planchers à isolation thermique

Dans le cas d'emploi d'entrevous Leader EMS, d'entrevous en béton, en terre cuite ou en béton cellulaire, l'isolation est réalisée par des éléments rapportés en partie supérieure et/ou inférieure du plancher.

Un complément d'isolation peut également être mis en œuvre dans le cas d'entrevous en polystyrène.

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 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. Les entrevous comportent au niveau de la feuillure, des demi-ronds assurant le centrage de la poutrelle. Après mise en place, les entrevous de part et d'autre de la poutrelle sont en contact au niveau de la languette.

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.

6. Finitions

Sols

Le procédé de plancher Leader peut recevoir tout type de revêtements de sol, éventuellement après rattrapage par une chape 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 de l'entrevous Leader EMS, la suspension des plafonds est réalisée par l'intermédiaire d'une patte spécifique s'accrochant sur le talon des poutrelles Leader.

Dans le cas des entrevous en béton cellulaire, il est possible de plâtrer cet entrevous par l'interposition entre la sous-face du béton cellulaire et le plâtre d'un lattis métallique accroché au plancher par l'intermédiaire, soit de suspente métallique en acier galvanisé, soit par des clous en aluminium fournis par le fabricant de béton cellulaire.

7. Conception et calculs

7.1 Généralités

La conception et le calcul des montages sont effectués selon le CPT « Planchers » Titre I (édition 1996) en tenant compte des amendements définis au paragraphe 7.4 ci-après.

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

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

L'annexe fournit, dans les cas de montages les plus courants, les caractéristiques nécessaires au dimensionnement de ces planchers.

7.2 Conditions d'emploi du plancher avec entrevous Leader EMS

Généralités

Comme nous l'avons indiqué plus haut, l'entrevous Leader EMS est à considérer comme entrevous de coffrage simple au sens du CPT « Planchers » Titre I. Son profil extérieur autorise la dérogation couture avec l'ensemble des poutrelles de la gamme.

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 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. Les percements de l'écran autorisés sont ceux, nécessaires au passage des canalisations et ajustés au diamètre de ces dernières.

Conditions d'emploi de l'entrevous Leader EcoVS

L'entrevous Leader EcoVS ne peut être employé que dans les planchers sur vide sanitaire. Il est laissé apparent.

Conditions d'emploi de l'entrevous Leader standard (classement M2)

L'entrevous Leader standard peut être employé sans écran protecteur dans les planchers sur vide sanitaire sans restriction du domaine d'emploi général. Dans les bâtiments d'habitation des 1° et 2° famille, 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 dans le paragraphe généralités.

En dehors de ce domaine d'emploi, la solution peut être considérée acceptable 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.

Conditions d'emploi de l'entrevous Leader ignifugé (classement M1)

L'entrevous Leader ignifugé peut être employé sans écran protecteur dans les planchers sur vide sanitaire sans restriction du domaine d'emploi général. Dans les bâtiments d'habitation des 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 dans le paragraphe généralités.

7.3 Conditions d'emploi du plancher avec entrevous ISOLEADER

ISOLEADER est un entrevous de coffrage simple au sens du CPT « Planchers » Titre I autorisant la dérogation couture avec l'ensemble des poutrelles de la gamme.

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 mm.

7.4 Vérifications d'un montage de plancher

7.4.1 Planchers avec béton auto-plaçant (BAP).

Les vérifications sont réalisées suivant les prescriptions du CPT "Planchers" Titre I et du présent Avis Technique. Dans le cas des BAP dont le volume de granulats est inférieur à 66%, l'évaluation des déformations (article I.A.409) est réalisée en considérant un module moyen de déformation longitudinale différé du béton Ev déterminé selon le paragraphe 2.216 « Flexibilité » de l'Avis.

7.4.2 Conditions d'application de la « méthode forfaitaire » - Valeurs des coefficients

Les conditions d'application de la « méthode forfaitaire » sont celles définies à l'annexe E1 (§ E.1.2) du BAEL 91.

La valeur absolue de chaque moment sur appui est comprise entre les limites définies dans le tableau suivant:

Valeurs limites du moment sur appui	Plancher à deux travées	Appui voisin des appuis de rive d'un plancher à plus de deux travées.	Autres appuis intermédiaires d'un plancher à plus de trois travées.
Borne inférieure	0,45 M'_o	0,40 M'_o	0,40 M'_o
Borne supérieure	0,65 M'_o	0,60 M'_o	0,55 M'_o

Dans le cas de planchers mis en œuvre avec étai(s):
$M'_o = M_o$

Dans le cas de planchers mis en œuvre sans étai: M'_o est évalué comme M_o mais en considérant seulement 60% du poids propre du plancher.

De part et d'autre de chaque appui intermédiaire, on retient pour la vérification des sections, la demi-somme des valeurs absolues des moments évalués à gauche et à droite de l'appui considéré.

7.4.3 Vérifications à l'état limite de service (ELS)

La contrainte de traction sur les fibres inférieures des poutrelles est limitée à 0.50 f_{tp}.

f_{tp} représente la résistance à la traction du béton de la poutrelle, exprimée en MPa et prise égale à:

- f_{t28} déterminée par relation à la résistance à la compression fc_{28} à partir de la relation suivante:

  $f_{t28} = 0,6 + 0,06\ f_{c28}$ pour $f_{c28} \leq 60$ MPa

  $f_{t28} = 0,275\ f_{c28}^{2/3}$ pour $f_{c28} > 60$ MPa;

  f_{c28} étant la résistance à la compression du béton à 28 jours garantie à 80% (fractile 0,20)
- ou à la valeur garantie par les essais directs de résistance à la traction.

Les valeurs de M_{fl} données en annexe sont relatives à une valeur f_{tp} calculée à partir de la résistance à la compression f_{c28} du béton des composants affichée dans les tableaux pour chacune des poutrelles.

7.4.4 Détermination du moment résistant M_{ra} d'un montage à l'ELU

Le moment résistant d'un montage de plancher est déterminé suivant la formule:

$$M_{RA} = n_{\Phi}.F_{RG}\left(h_u - \frac{1}{2}\frac{n_{\Phi}.F_{RG}}{b.\sigma'.10^{-4}}\right)$$

avec:

n_{Φ} : nombre d'armatures de précontrainte dans la poutrelle ;

F_{RG} : force garantie à rupture pour chaque armature, en daN ;

h_u : hauteur utile de la section (distance du barycentre des forces de rupture de la totalité des armatures à la fibre supérieure), en m ;

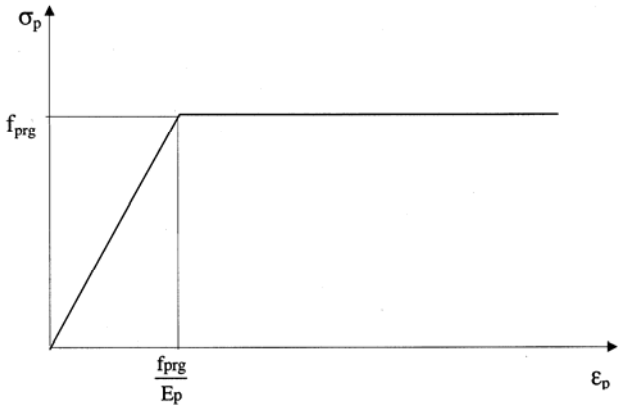
b : largeur, en m, de la table de compression prise en compte ;

σ' : 0.90 f_{c28} dans le cas général, avec f_{c28} résistance en compression du béton de clavetage ;
350 bars dans le cas d'une table de compression composite avec entrevous porteurs TCI en terre cuite.

Le calcul des sollicitations est effectué avec les pondérations [1,5 G + 2,0 Q].

Cette formule suppose que les armatures subissent de grands allongements et atteignent leur limite de rupture. Dans certains cas (table de compression partielle, armatures proches de la fibre supérieure), il est nécessaire de contrôler cette hypothèse en vérifiant la compatibilité des déformations. Les déformations des sections sont limitées par un raccourcissement unitaire du béton de 3,5 ‰ et un allongement unitaire de 10 ‰ au-delà de la décompression pour l'armature la plus tendue.

Le diagramme déformations-contraintes de l'acier est conventionnellement le diagramme bi-linéaire défini ci-dessous:



7.4.5 Efforts tranchants résistants

7.4.5.1 Cas général

Cisaillement admissible pour la dérogation-couture τ_{cu}

La contrainte moyenne de glissement limite à l'état limite ultime est prise égale à :

$$\tau_{cu} = 0{,}69 \text{ MPa}$$

Cisaillement admissible sur le béton de poutrelle τ_{pu}:

La contrainte de cisaillement admissible est évaluée en relation avec la résistance du béton des poutrelles:

- soit à partir de la résistance à la compression $f_{c_{28}}$, avec la relation:

$$\tau_{pu} = 0{,}03\ f_{c_{28}}.$$

$f_{c_{28}}$ étant la résistance à la compression du béton à 28 jours garantie à 80% (fractile 0,20)

- soit à partir de la résistance à la traction $f_{t_{28}}$., avec la relation:

$$\tau_{pu} = 0{,}36\ f_{t_{28}}.$$

$f_{t_{28}}$ étant la résistance à la traction du béton à 28 jours garantie à 80% (fractile 0,20)

Cisaillement admissible sur le béton de chantier τ_{bu}:

La contrainte de cisaillement admissible est évaluée en relation avec la résistance du béton de chantier

$$\tau_{bu} = 0{,}03\ f_{c28ch}.$$

soit,

$$\tau_{bu} = 0{,}75 \text{ MPa}$$

La résistance caractéristique du béton de chantier f_{c28ch} étant prise égale à 25 MPa.

Vérifications des cisaillements admissibles pour les poutrelles comportant des armatures de couture

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 oeuvre ne sont pas à effectuer aux niveaux pour lesquels l'armature transversale est ancrée.

7.4.5.2 Cas particulier des planchers à entrevous ISOLEADER

En complément des indications définies ci avant pour le cas général, la vérification d'un plancher avec entrevous **ISOLEADER** est réalisée comme suit.

Considérons la section transversale A localisée en creux d'onde dans laquelle le contour de l'entrevous respecte les exigences de la dérogation couture définie pour les entrevous de coffrage simple. Considérons par ailleurs la section transversale B située en sommet de l'onde.

Nous retiendrons le principe suivant :

Le niveau zéro la ligne de moindre résistance à l'effort tranchant et la longueur de collage sont déterminés :

- Pour la section A, en application des principes définis pour les entrevous de coffrage simple;
- Pour la section B, en application des principes définis pour les entrevous de coffrage résistants (pour la ligne de moindre résistance, il n'y a pas prise en compte de la sur-longueur de 10 mm octroyée pour les entrevous de coffrage résistant).

Les valeurs à considérer pour le dimensionnement des planchers correspondent à la moyenne des valeurs déterminées pour la section A et pour la section B.

Les valeurs de contraintes admissibles pour le collage et pour le béton de chantier sont identiques à celles définies dans le cas général.

B. Résultats expérimentaux

B1 Essais mécaniques

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 le profil ISOLEADER. Ces essais ont été réalisés en mars et avril 2001 à l'Ecole des Mines d'Alès (rapport d'essais n° RT01/CT01-003/A/1 & n° RT01/CT01-020/A/1) et en avril 2001 dans les laboratoires du CSTB (rapport d'essais n° EEM 01 048)

B2 Essais au feu

Essais de réaction au feu réalisés à la station FEU du CSTB sur quatre états de surface caractéristiques de l'entrevous Leader EMS (rapports d'essais n° RA 99-552 A, RA 99-552 B, RA 99-552 C, RA 99-552 D, RA00-553A, RA01-023A, RA01-023B, RA01-023C, RA02-163A, RA02-163B, RA02-163C et RA02-163D).

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.

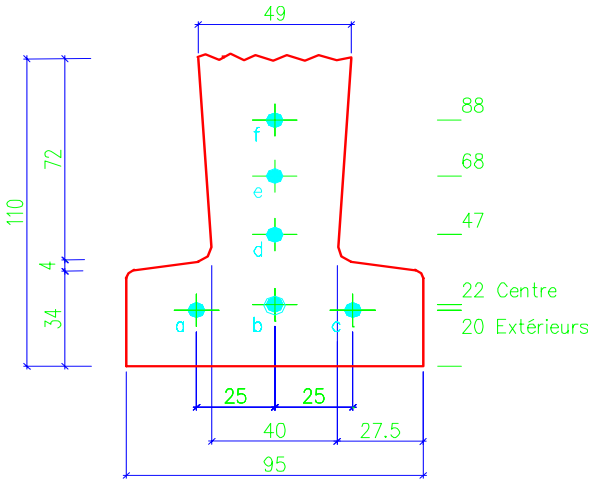
Avis de Chantier n° CO 00.764 émis le 24/1/2000 par le service FEU du CSTB en matière de Résistance au Feu du plancher Leader avec entrevous EMS et divers types de plafond rapporté.

ANNEXE I - Caractéristiques géométriques des poutrelles LEADER

Légende : Type 1 : torons T5,2
Type 2 : torons T6,85

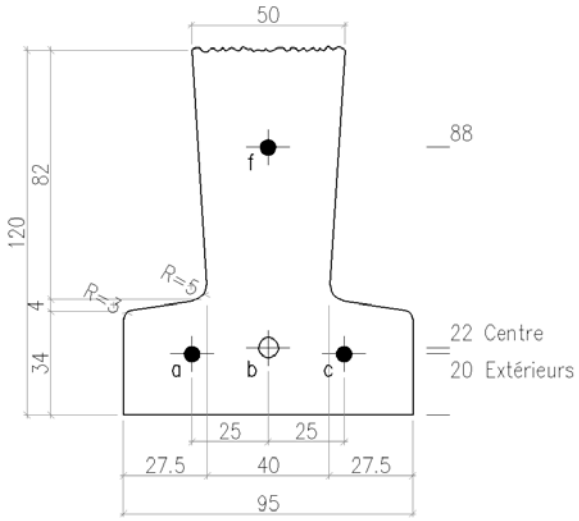
POUTRELLE 110

Poutrelle	Positions des armatures	
	Type 1	Type 2
112	b, d	-
113	a, c , e	-
114	a, b, c, f	-
115	a, b, c, d, f	-



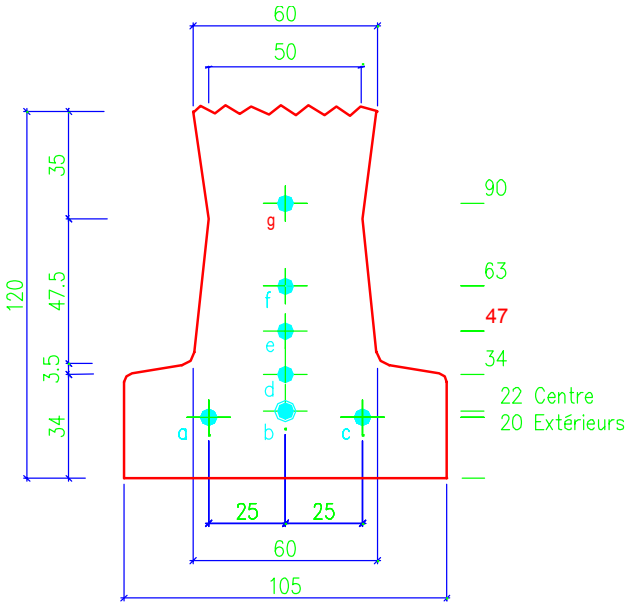
POUTRELLE 115S

Poutrelle	Positions des armatures	
	Type 1	Type 2
115 SE	a, c, f	b
115SX	a, c, f	b
115SY	a, c, f	b



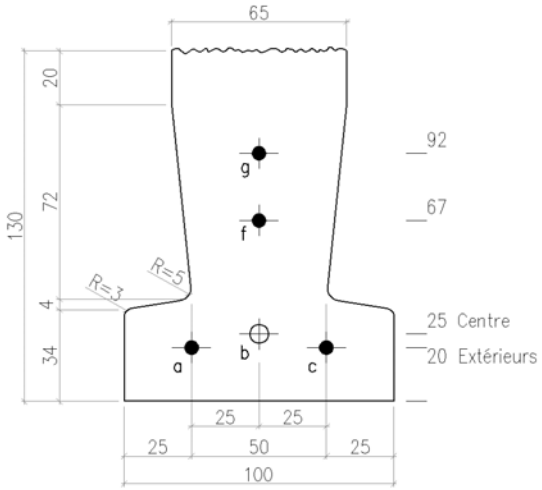
POUTRELLE 120

Poutrelle	Positions des armatures	
	Type 1	Type 2
124	a, c, d, g	-
125	a, b, c, f, g	-
126	a, c, f, g	b
126 SE	a, c, e, g	b



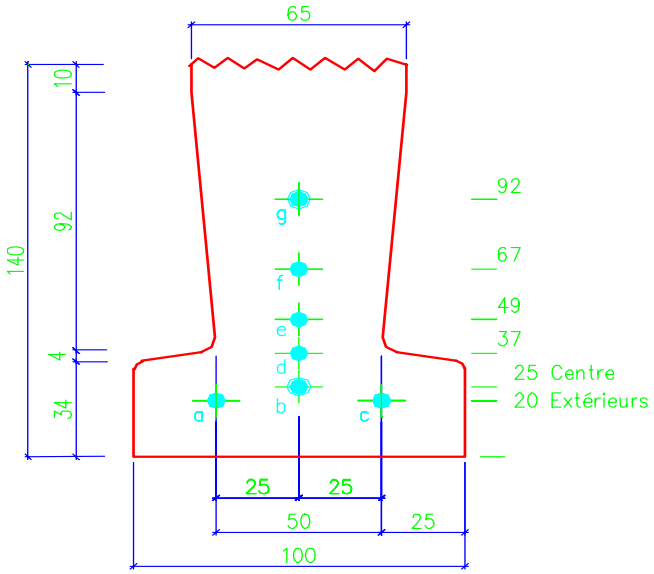
POUTRELLE 130

Poutrelle	**Positions des armatures**	
	Type 1	**Type 2**
136	**a, b, c, g**	**f**
136 SE	**a, c, f, g**	**b**



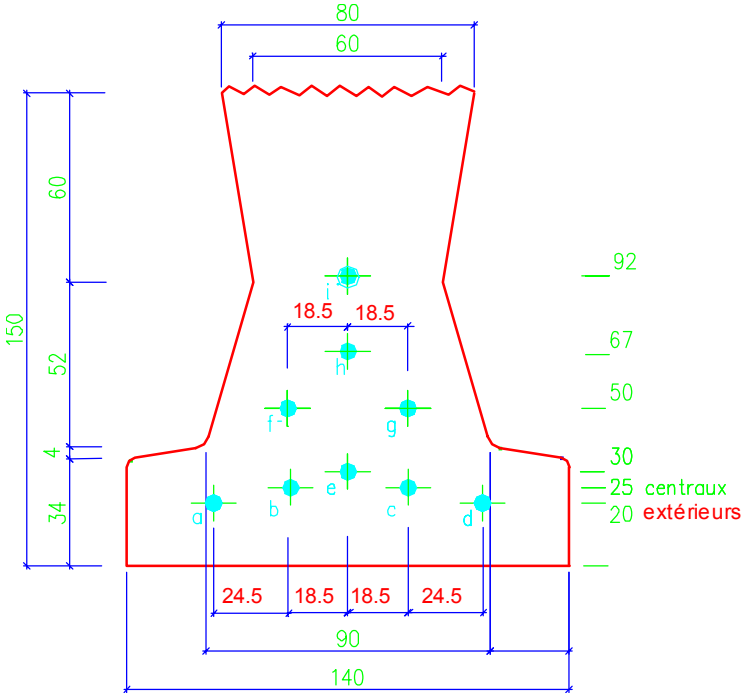
POUTRELLE 140

Poutrelle	Positions d'armatures	
	Type 1	Type 2
144	a, c, e, g	-
145	a, c, d, f, g	-
146	a, b, c, f	g
147	a, b, c	f, g
146 SE	a, c, f, g	b

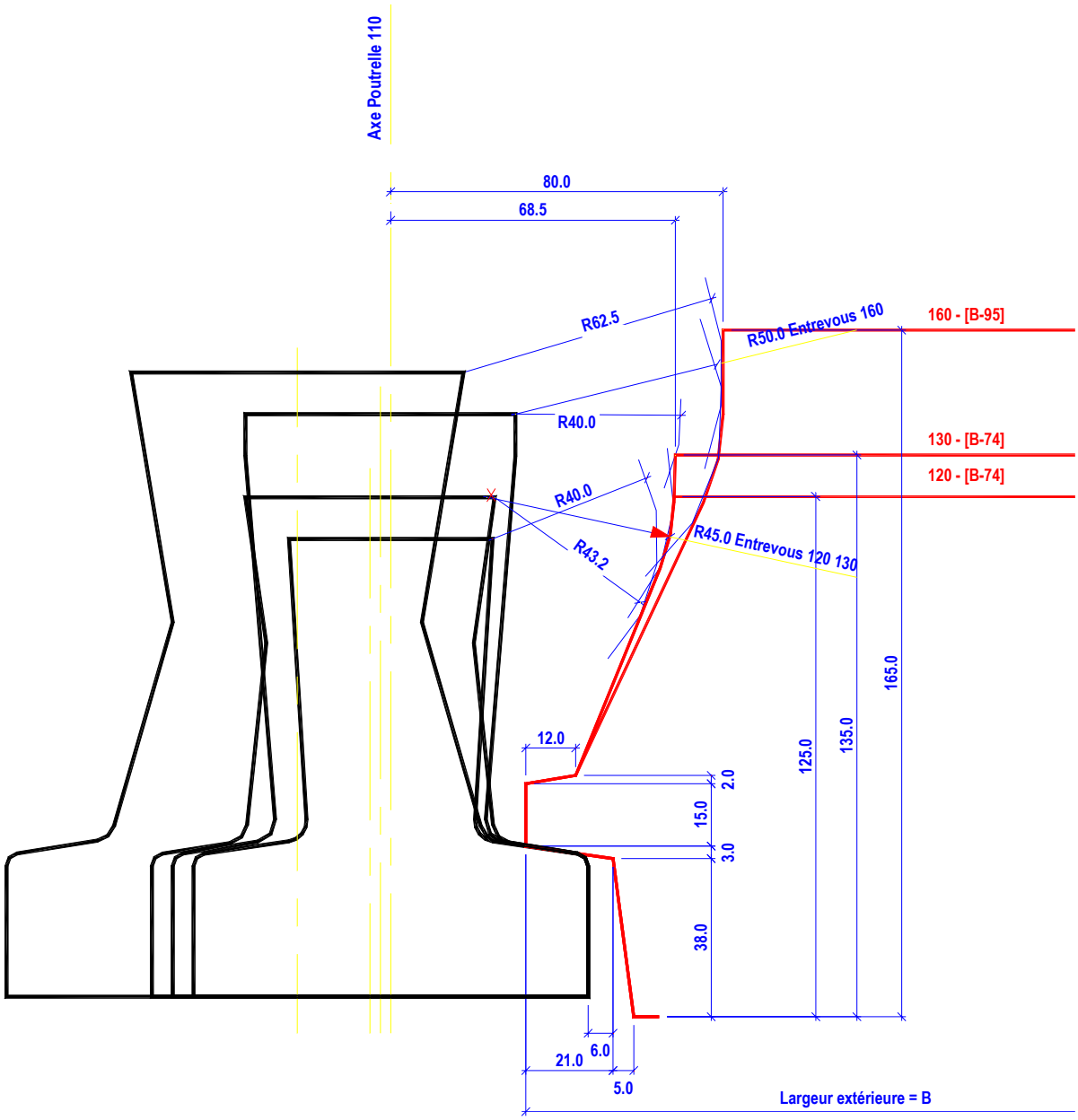


POUTRELLE 150

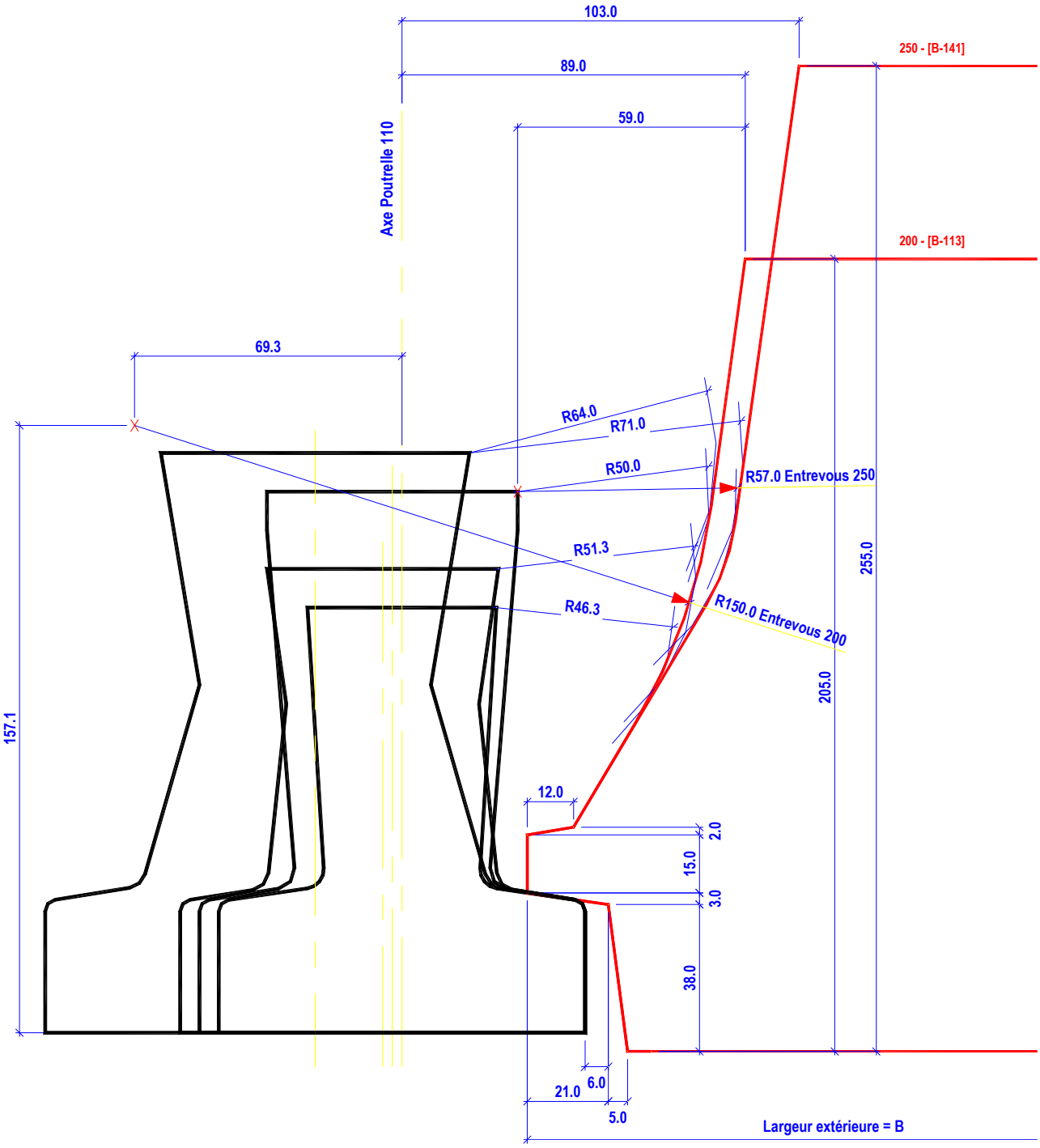
Poutrelle	Positions d'armatures	
	Type 1	Type 2
156	a, d, e, f, g, i	-
157	a, d, e, f, g, h, i	-
158	a, b, c, d, f, g	i



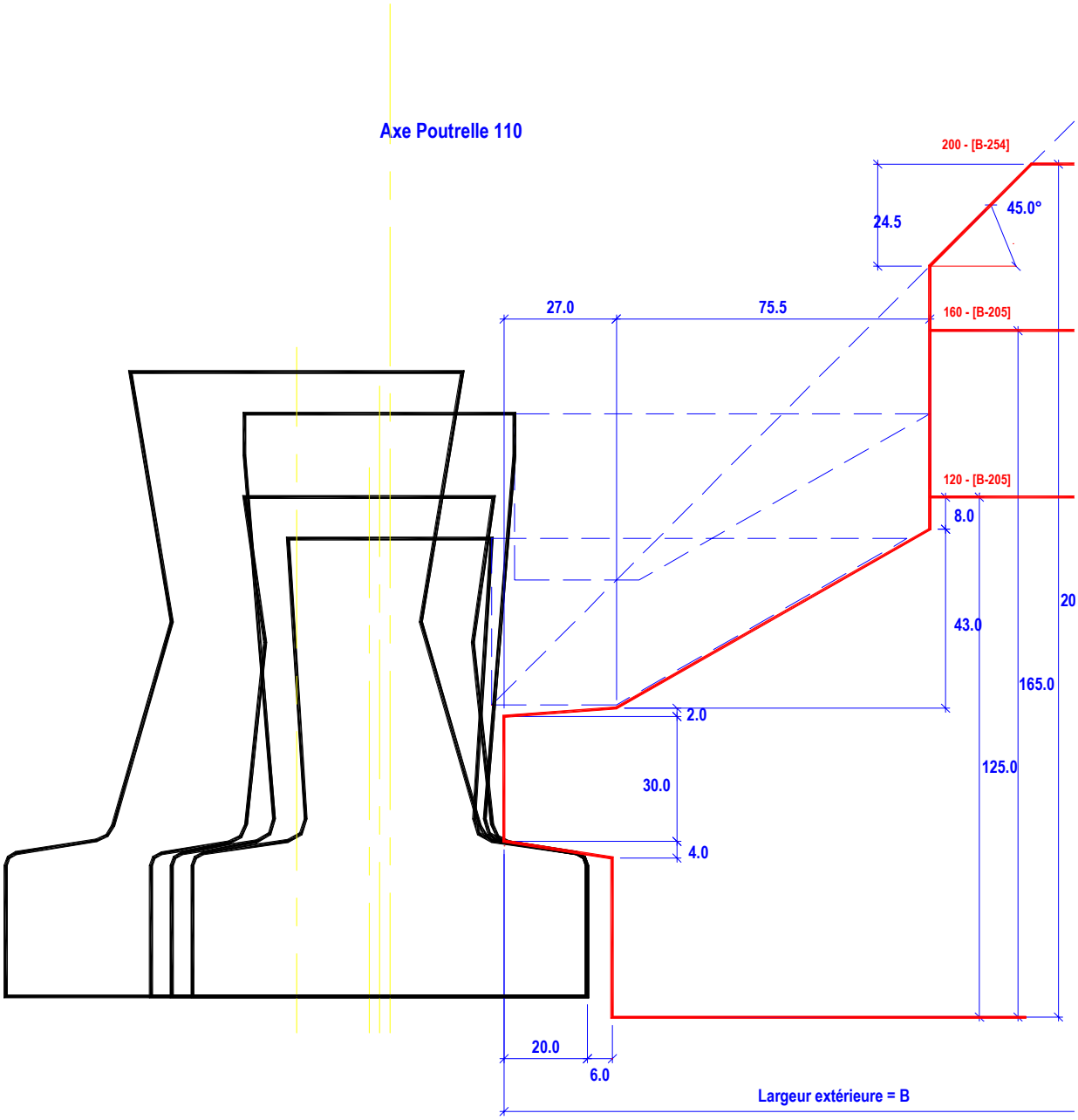
ANNEXE II - LES ENTREVOUS



PRESCRIPTIONS DE FORME POUR ENTREVOUS RESISTANTS
DEROGATION COUTURE H120
H130
H160

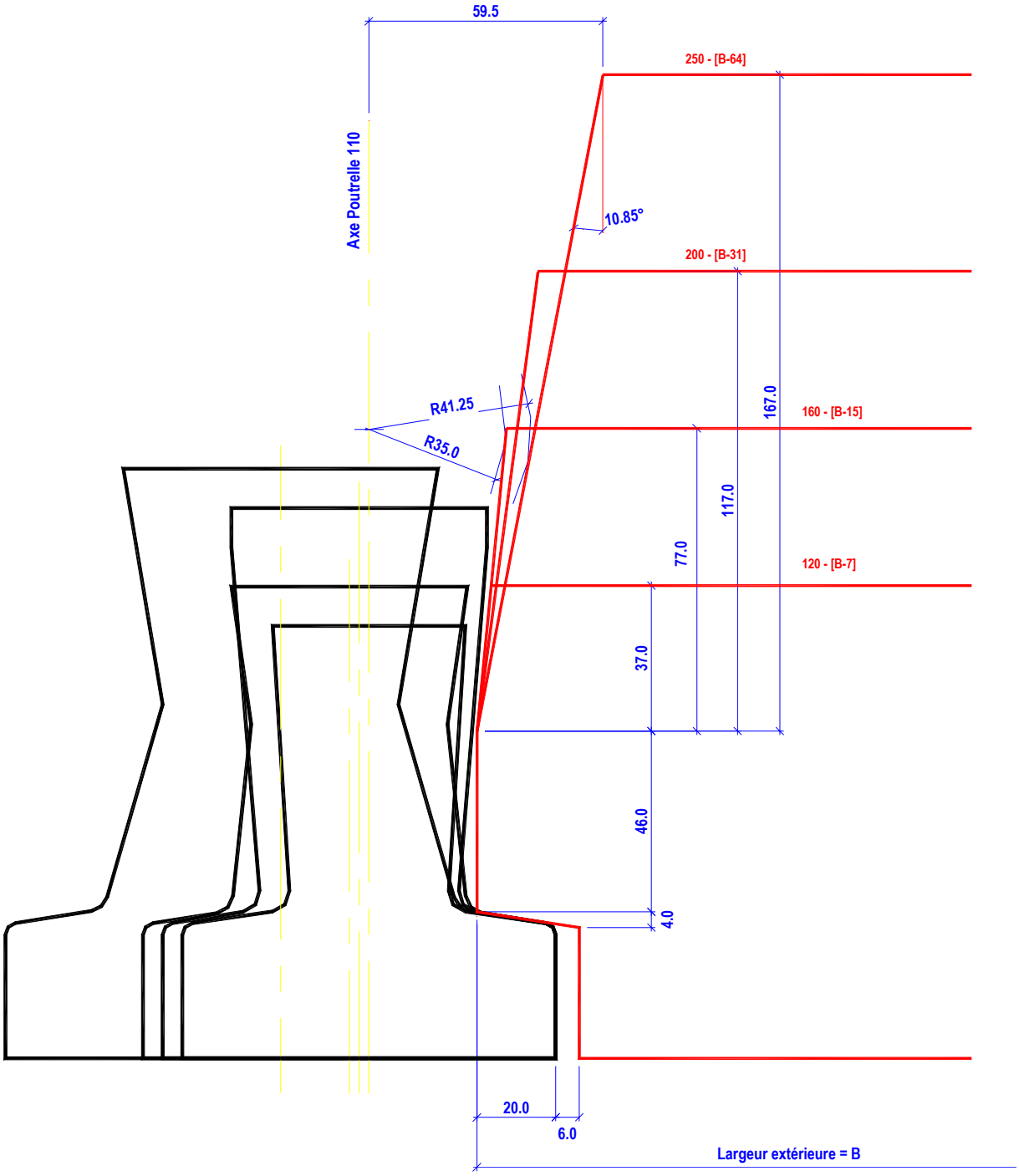


PRESCRIPTIONS DE FORME POUR ENTREVOUS RESISTANTS
DEROGATION COUTURE H200
H250



PRESCRIPTIONS DE FORME DES ENTREVOUS DE COFFRAGE SIMPLE

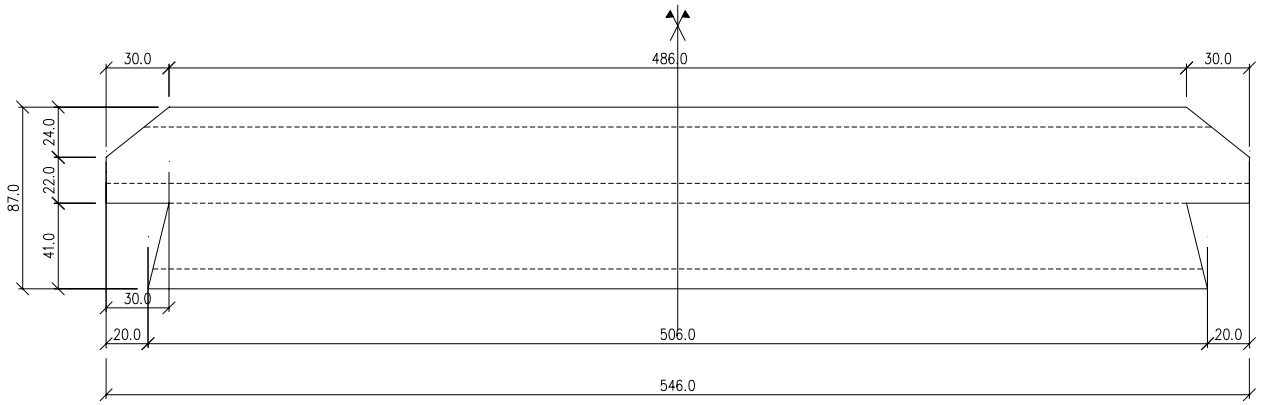
DEROGATION COUTURE H120
H160
H200

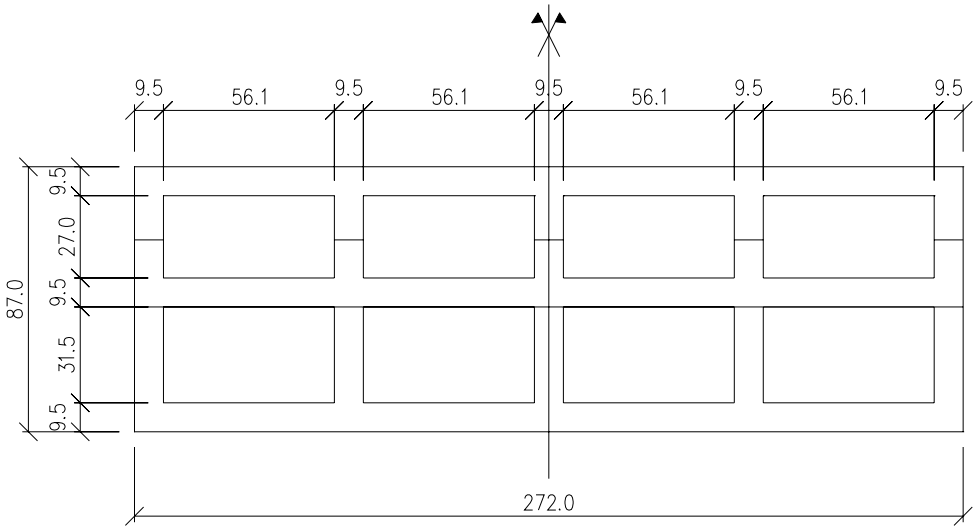


PRESCRIPTIONS DE FORME DES CLAVETAGES HORS DEROGATION COUTURE
CLAVETAGE MINIMUM COMPATIBLE AVEC LA GAMME

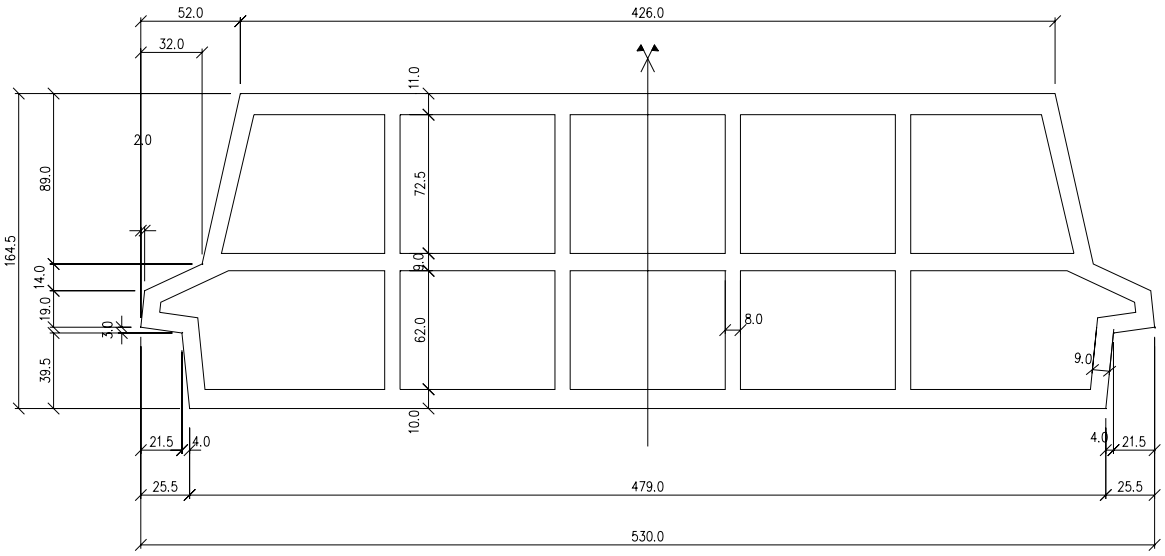
ENTREVOUS en terre cuite

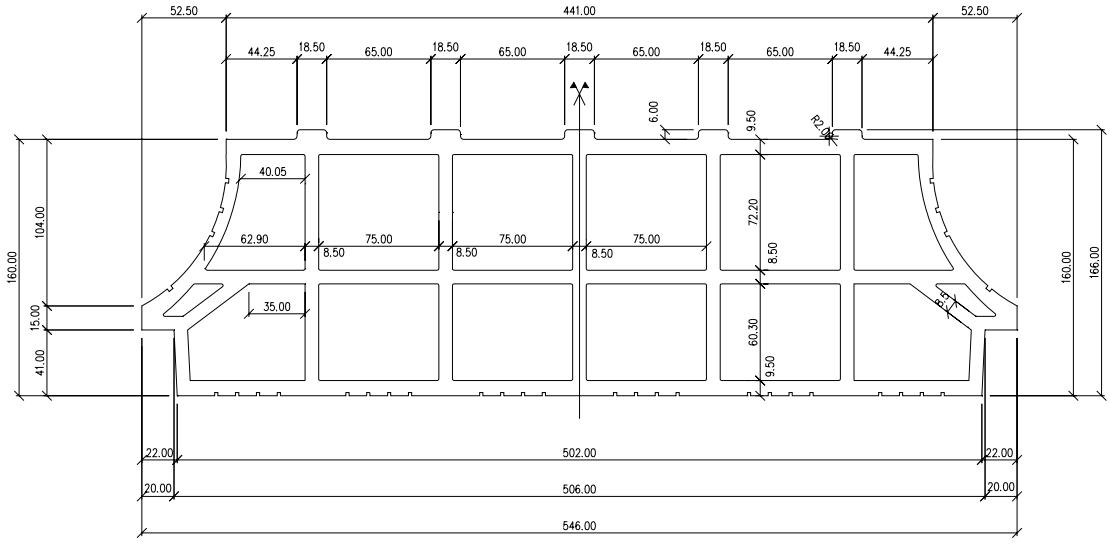
Entrevous transversal de coffrage résistant :

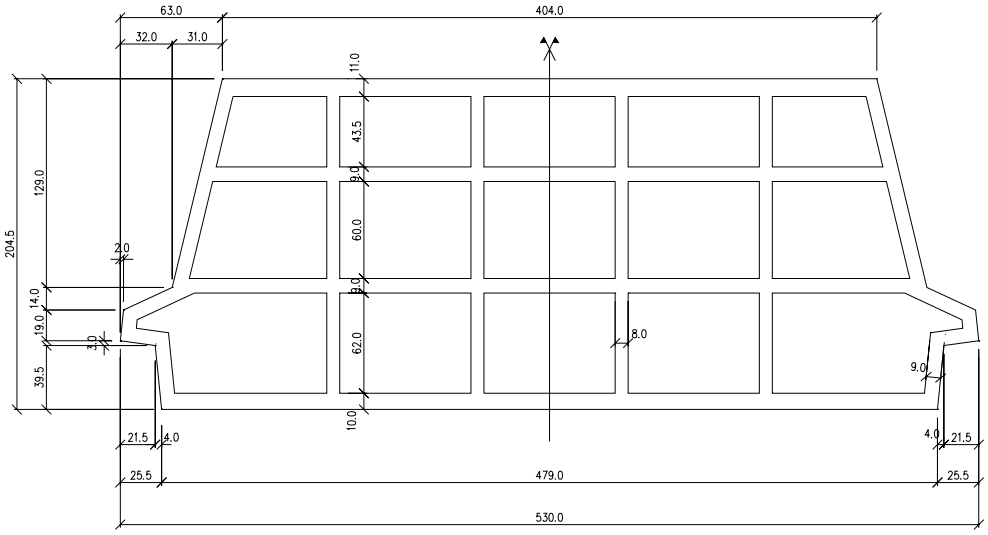


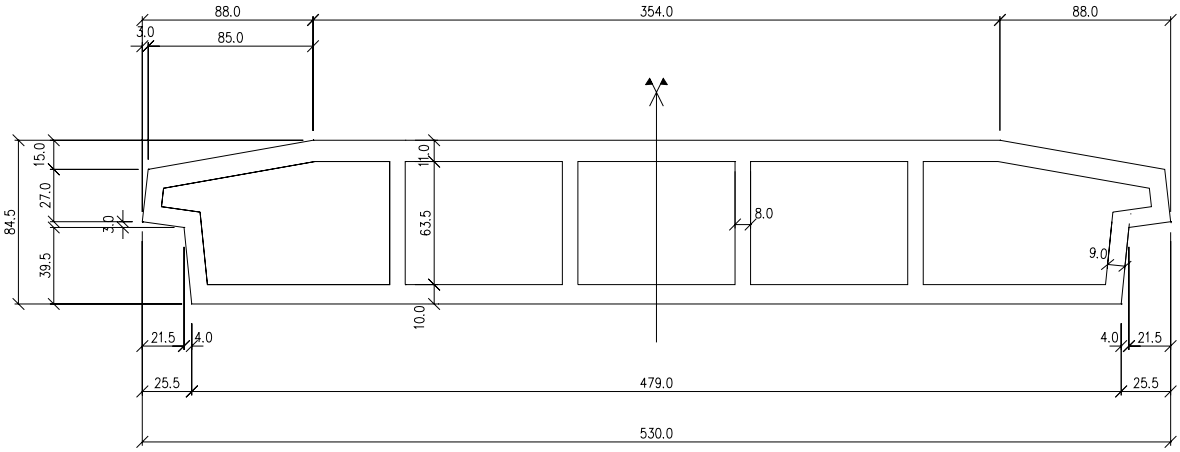


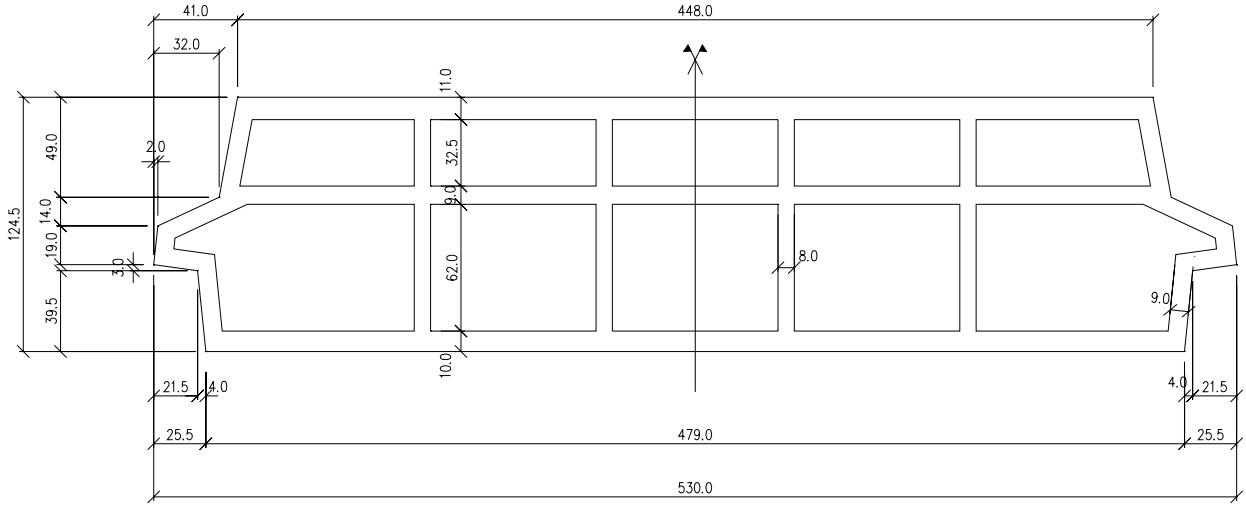
Entrevous longitudinaux de coffrage résistant :

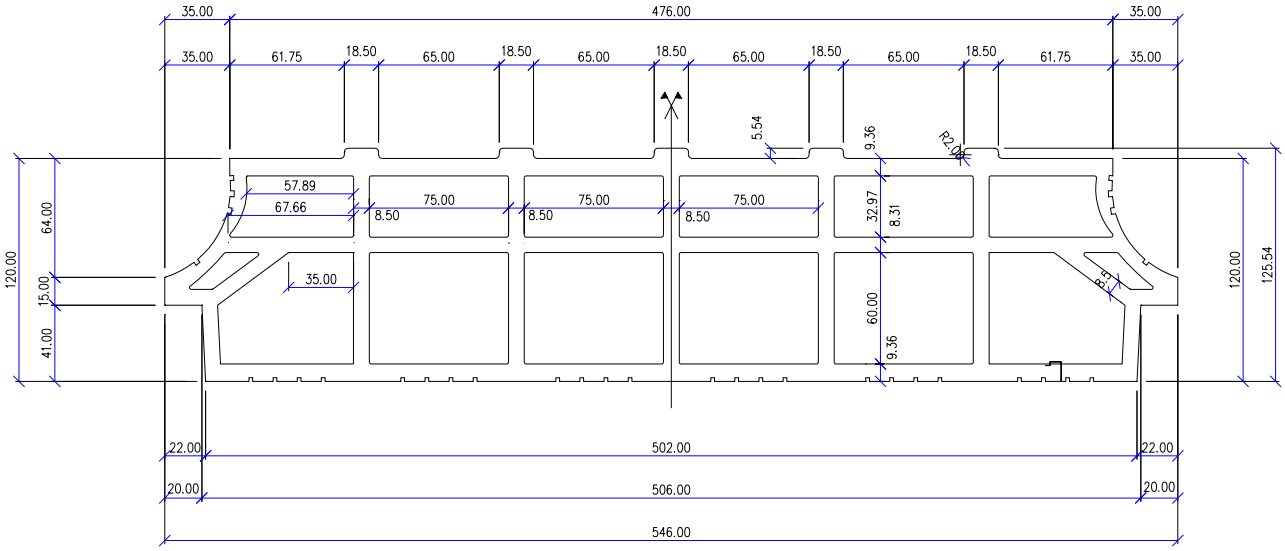




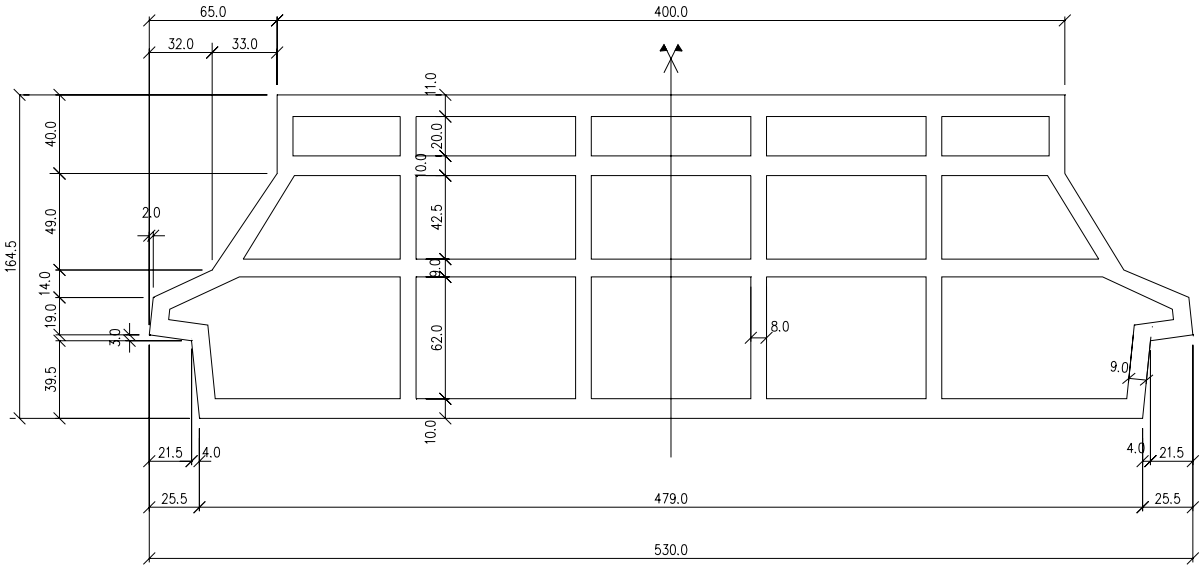


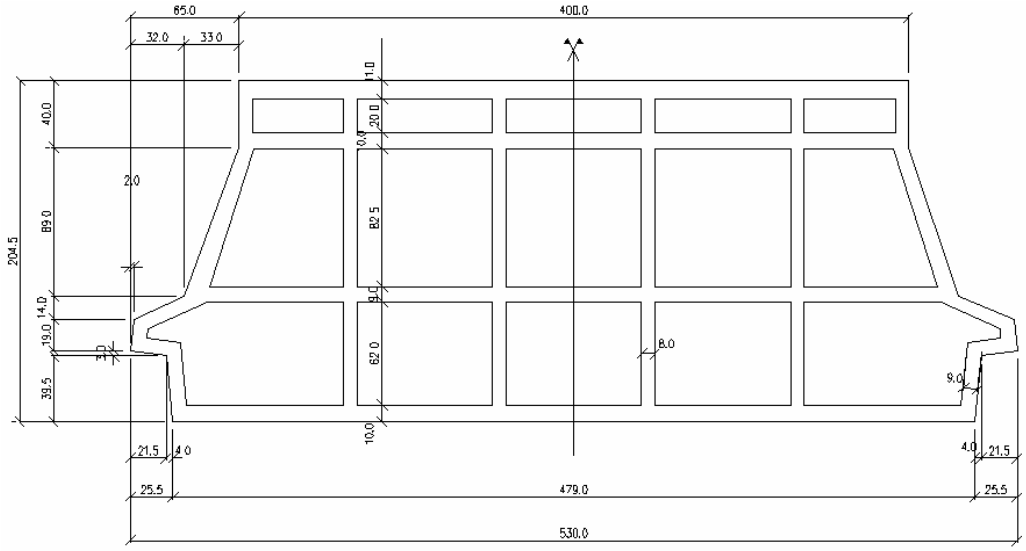

88.0
354.0
88.0
3.0
85.0
15.0
27.0
3.0
39.5
84.5
11.0
63.5
10.0
8.0
9.0
21.5
4.0
4.0
21.5
25.5
479.0
25.5
530.0

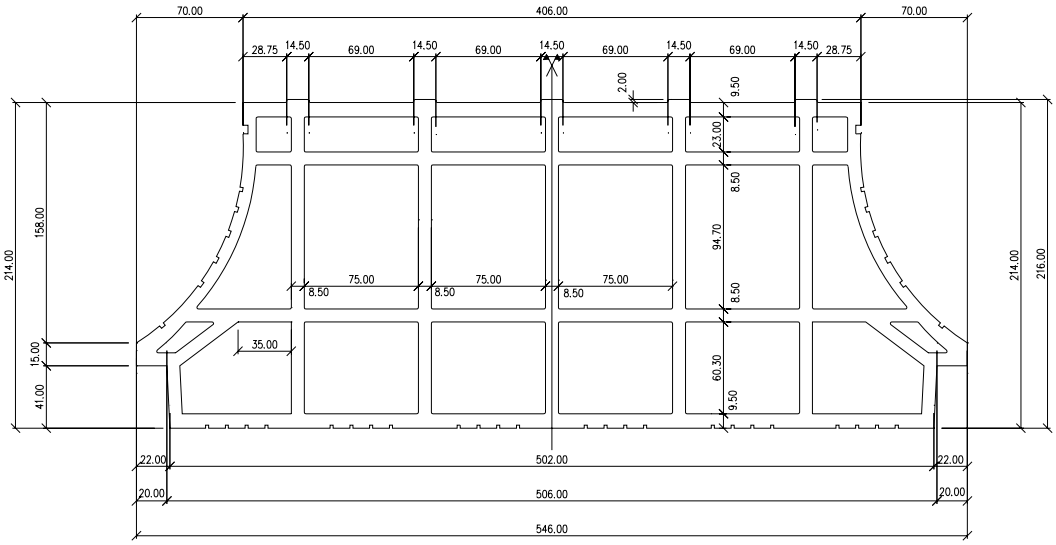

41.0
448.0
32.0
11.0
49.0
2.0
32.5
9.0
14.0
124.5
19.0
3.0
62.0
8.0
9.0
39.5
10.0
21.5
4.0
4.0
21.5
25.5
479.0
25.5
530.0


35.00
476.00
35.00
35.00
61.75
18.50
65.00
18.50
65.00
18.50
65.00
18.50
65.00
18.50
61.75
35.00
5.54
9.36
R2.04
57.89
67.66
75.00
8.50
75.00
8.50
75.00
8.50
32.97
8.31
64.00
120.00
15.00
41.00
35.00
60.00
9.36
8.53
120.00
125.54
22.00
502.00
22.00
20.00
506.00
20.00
546.00

Entrevous longitudinaux porteurs à Table de Compression incorporée:

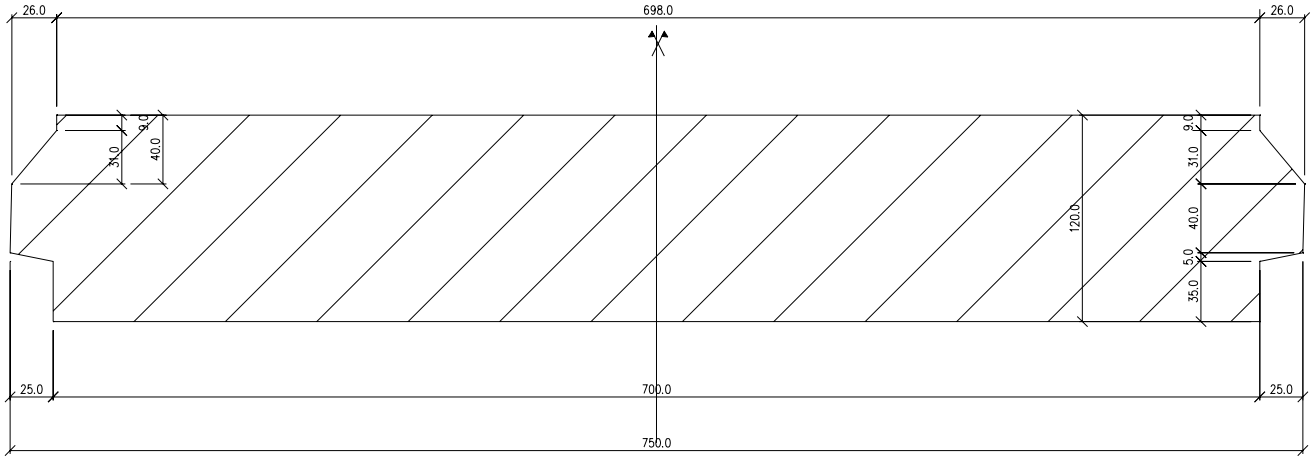




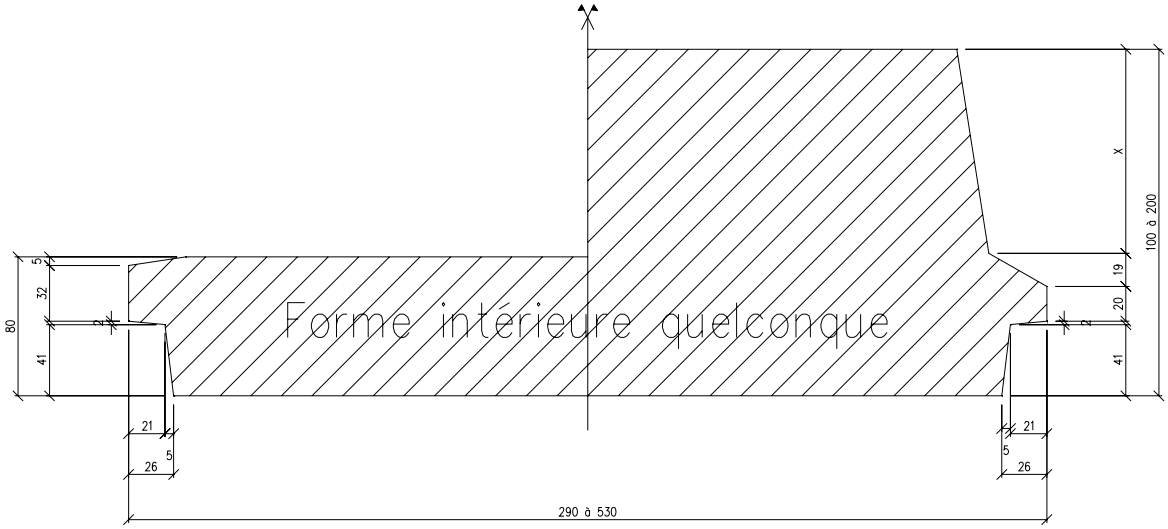


ENTREVOUS DIVERS DE COFFRAGE SIMPLE

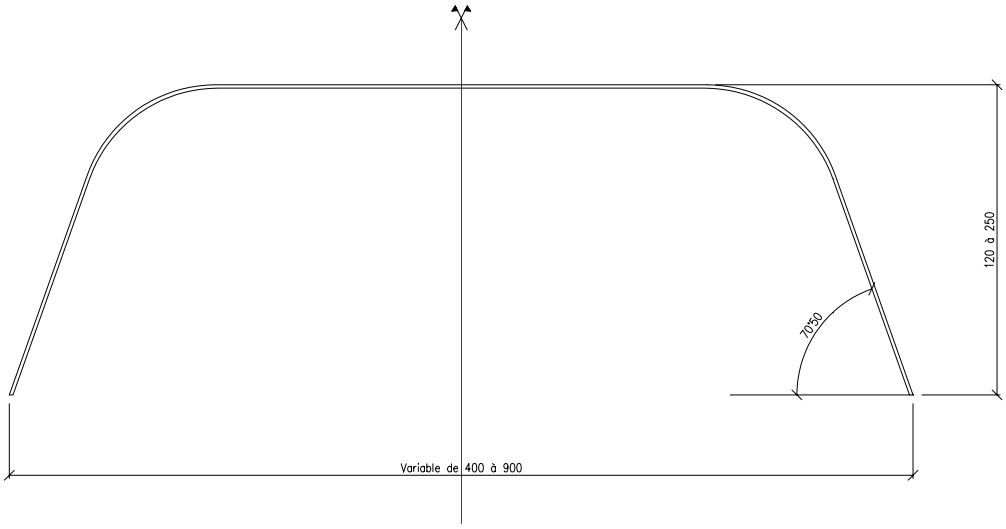
Entrevous en Béton cellulaire (hauteur de 10 à 25 cm)

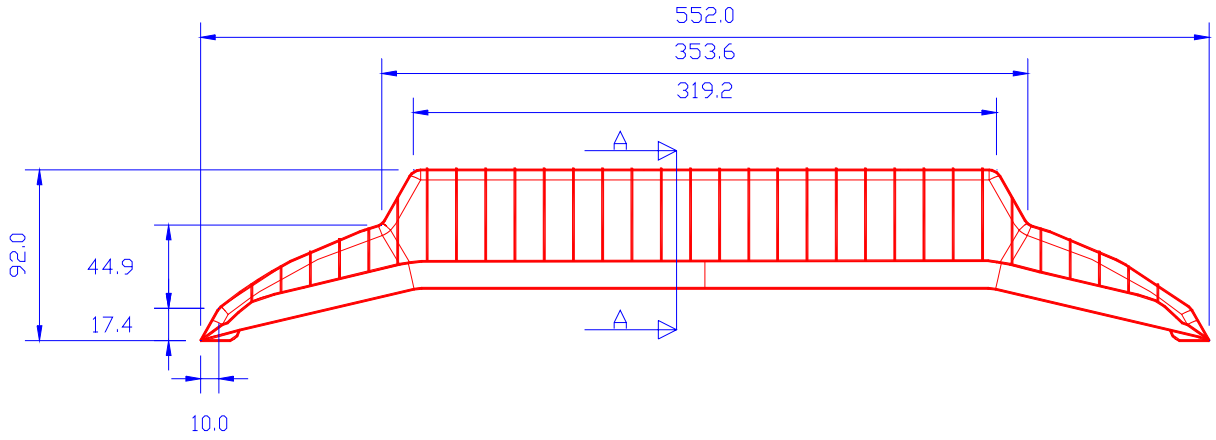


Entrevous en Béton de granulats légers (ρ ≤ 1150 kg/m^3)

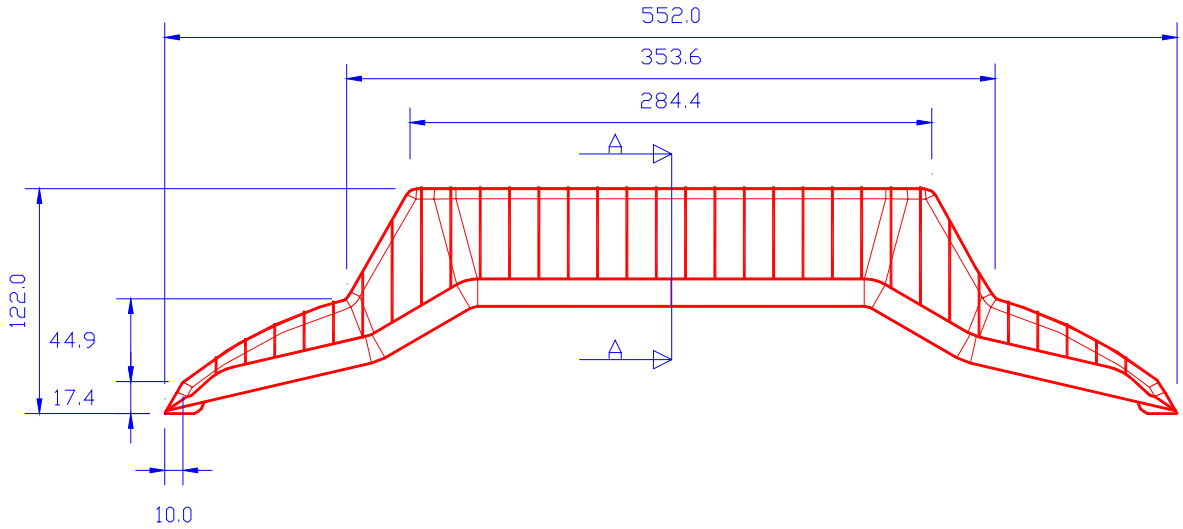


Voûtains en tôle (galvanisée ou pré-peinte) :

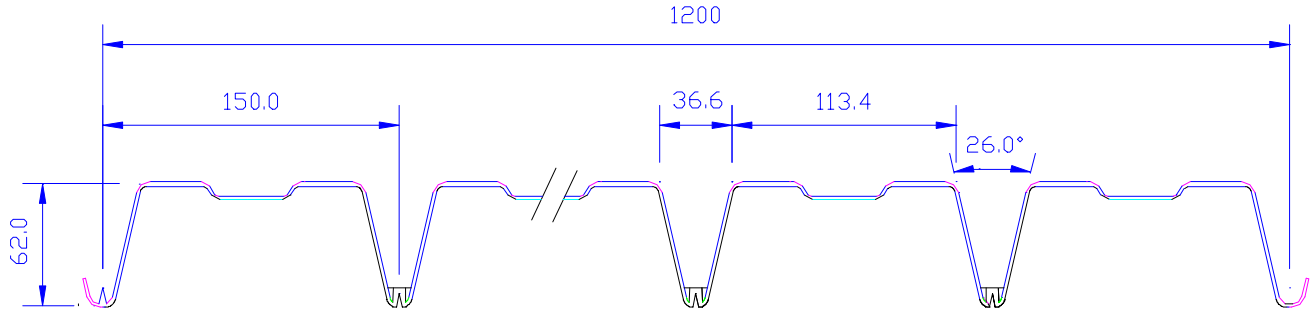




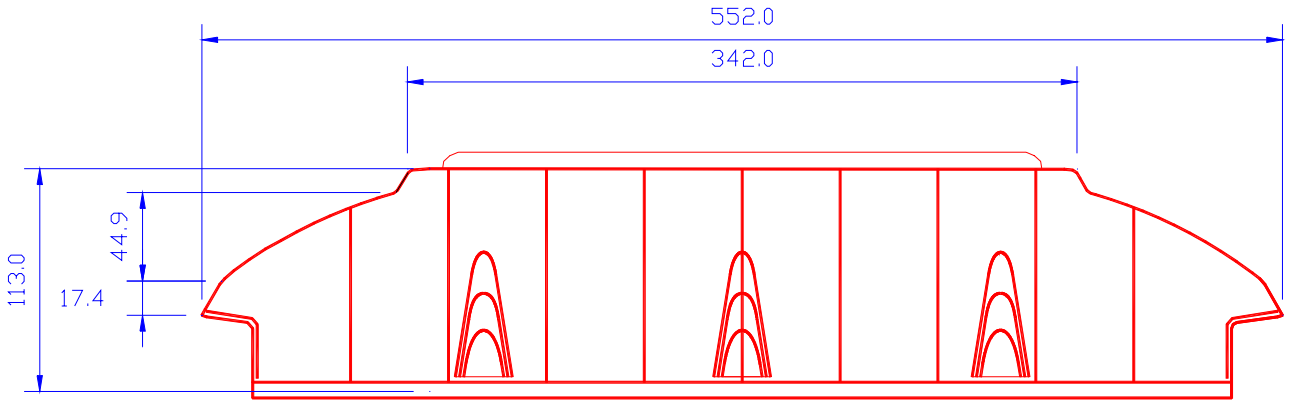
Entrevous Leader EMS 13×55×120 (vue de face)



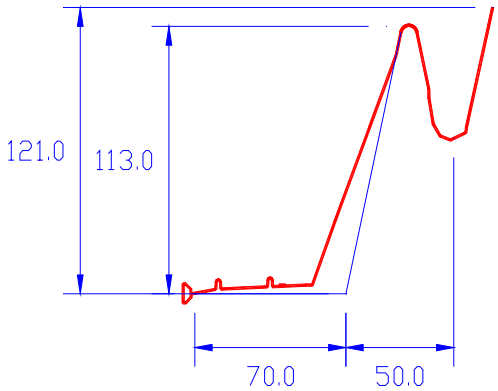
Entrevous Leader EMS 16×55×120 (vue de face)



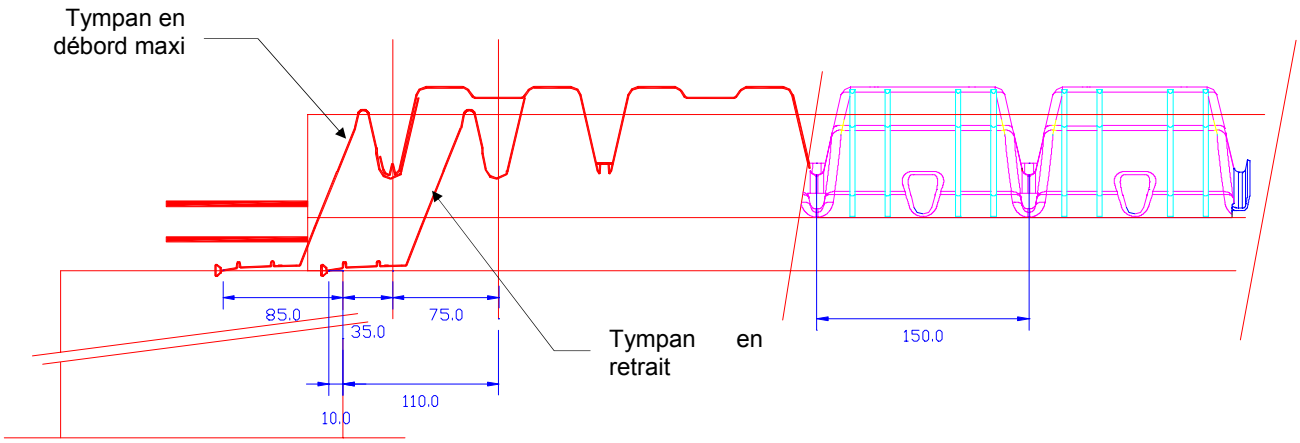
Entrevous Leader EMS (coupe AA)



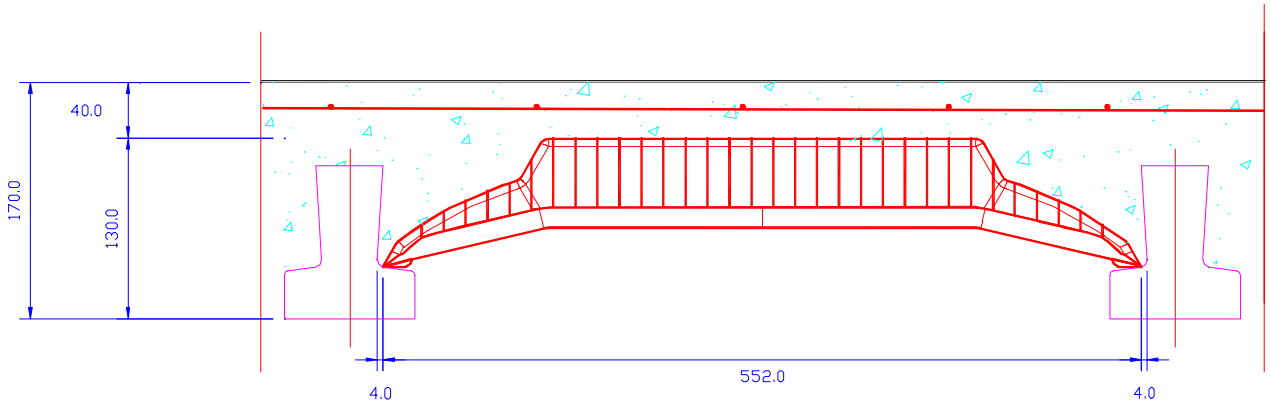
Tympan Leader EMS (vue de face)



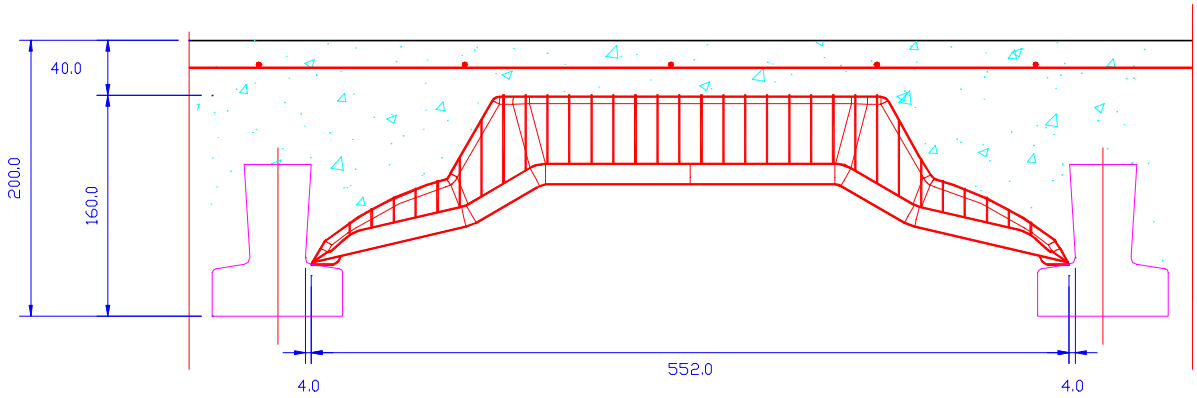
Tympan Leader EMS (coupe)



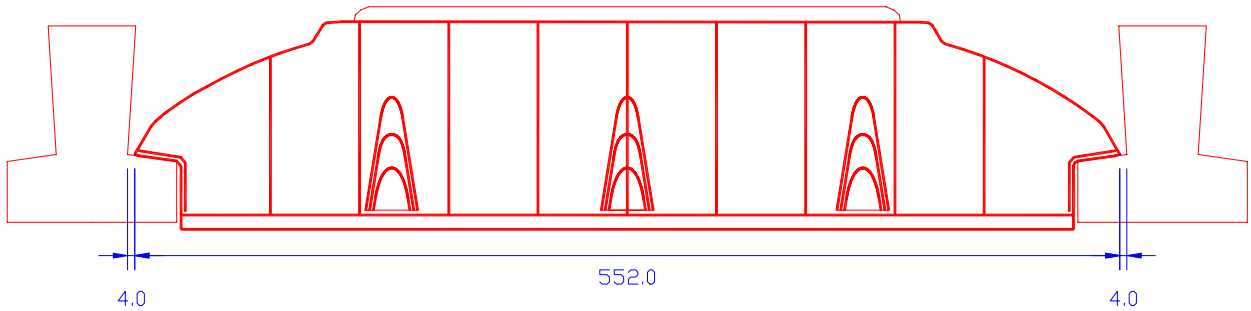
Disposition constructive sur appui (liaison tympan-entrevous)



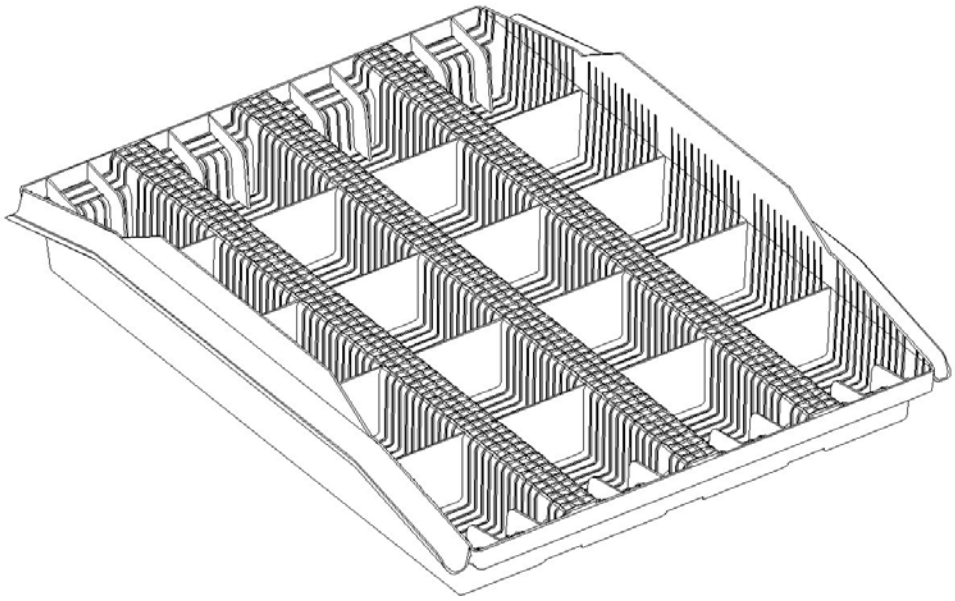
Coupe type de plancher réalisé avec entrevous Leader EMS 13×55×120



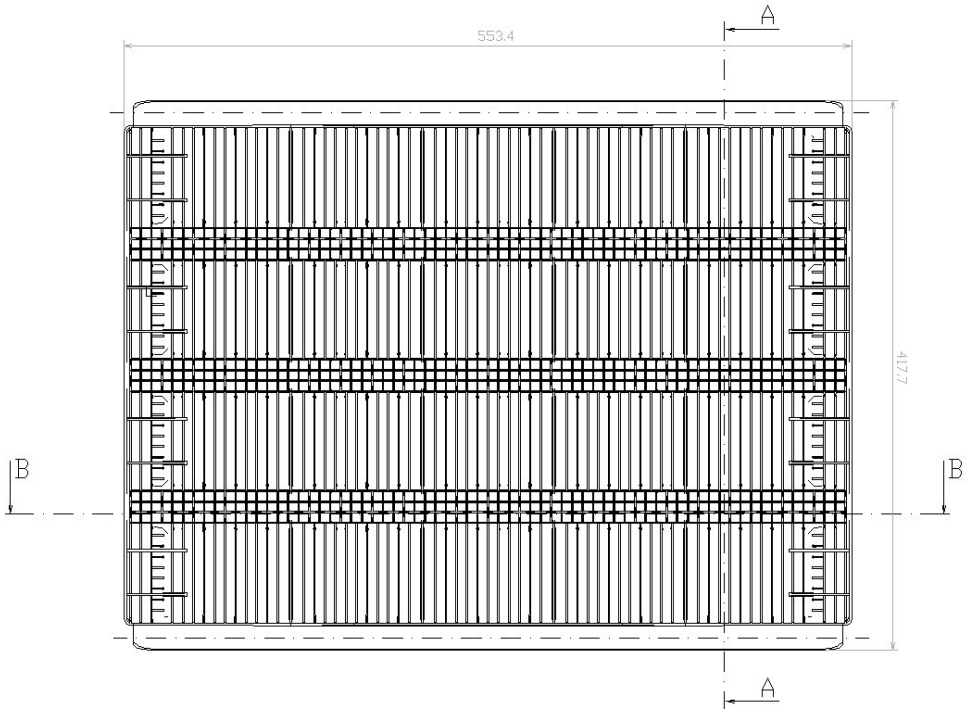
Coupe type de plancher réalisé avec entrevous Leader EMS 16×55×120



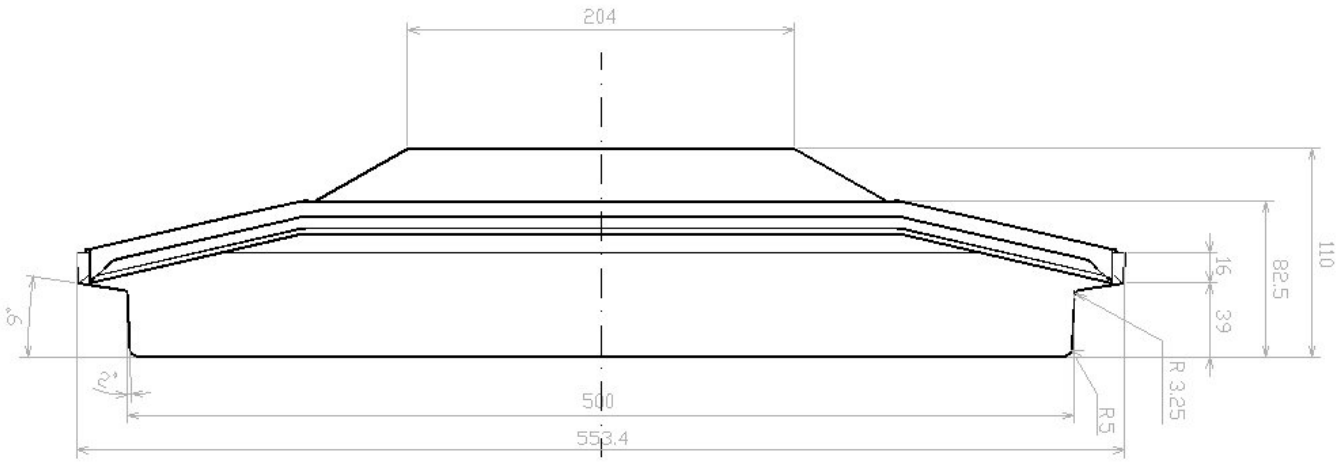
Détail d'appui du tympan Leader EMS



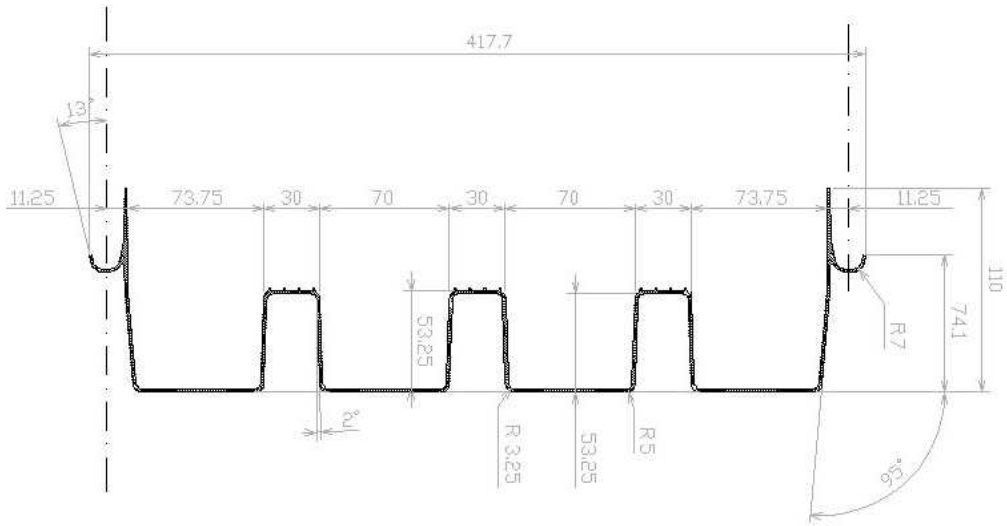
Tympan Leader Biais - Perspective



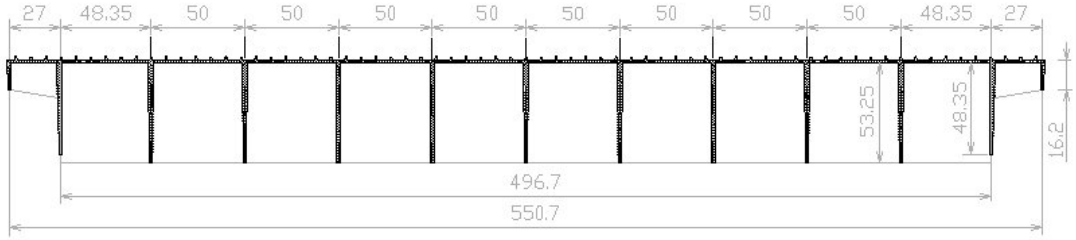
Tympan Leader Biais - Vue de dessus



Tympan Leader Biais - Vue de côté



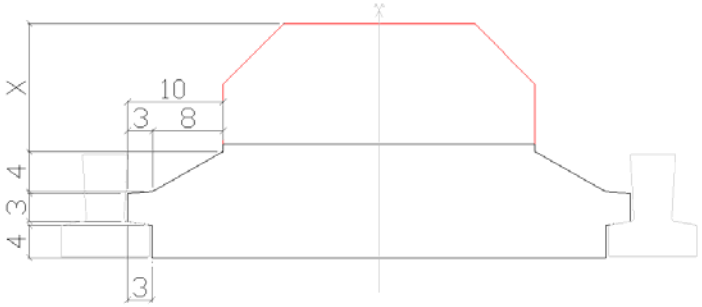
Tympan Leader Biais - Section A-A

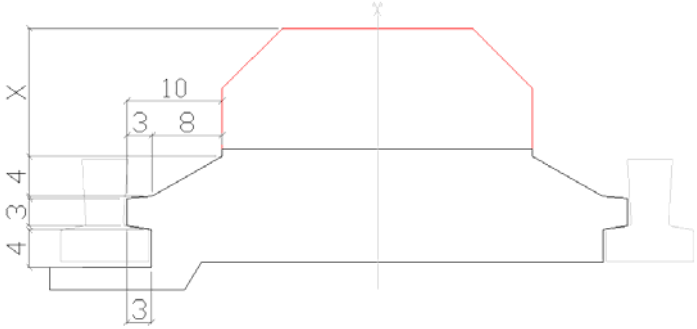


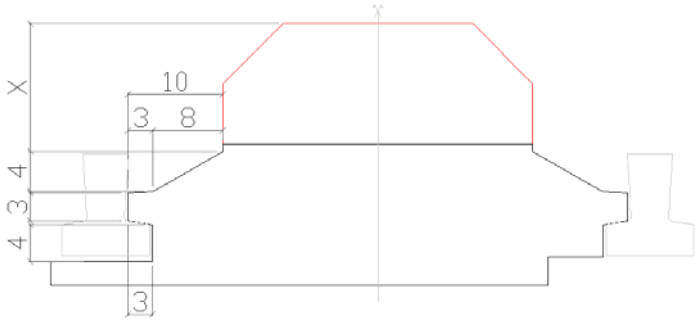
Tympan Leader Biais - Section B-B

ANNEXE III - ENTREVOUS POLYSTYRENE

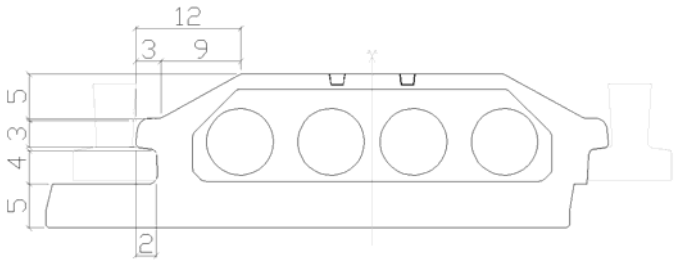
A.31 Entrevous découpés

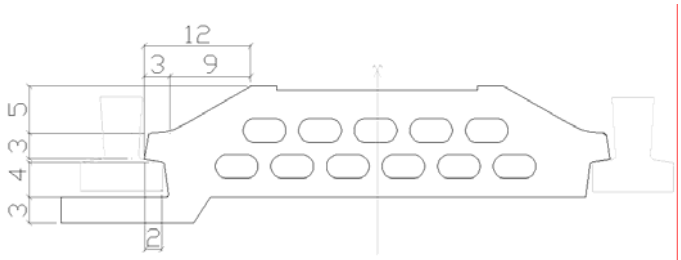


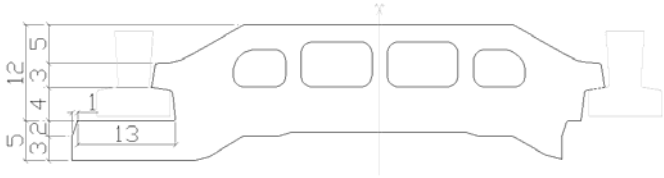


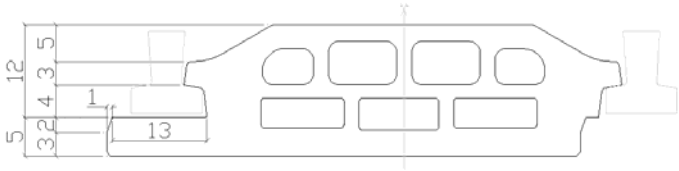


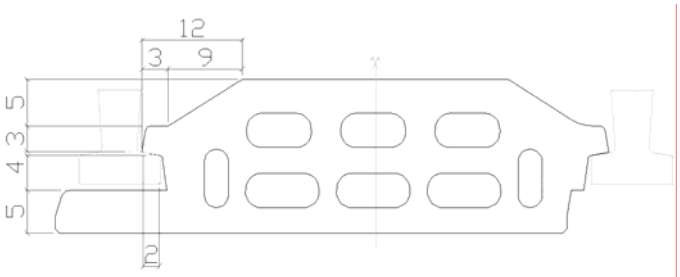
A.3.2 Entrevous moulés courants

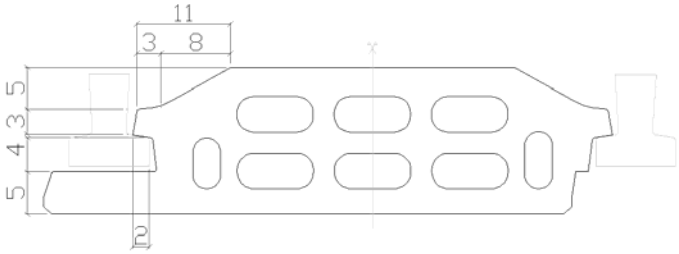








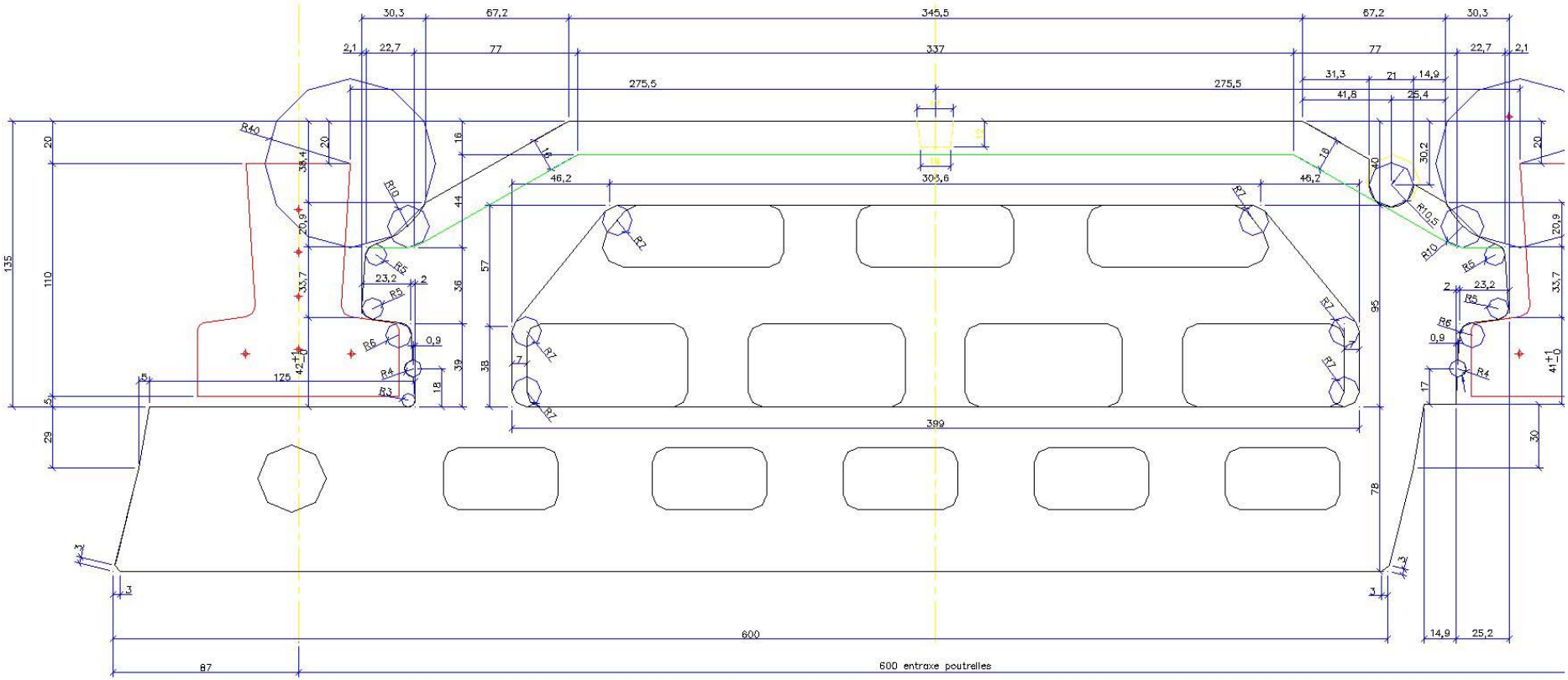




A.3.3 Entrevous Isoleader

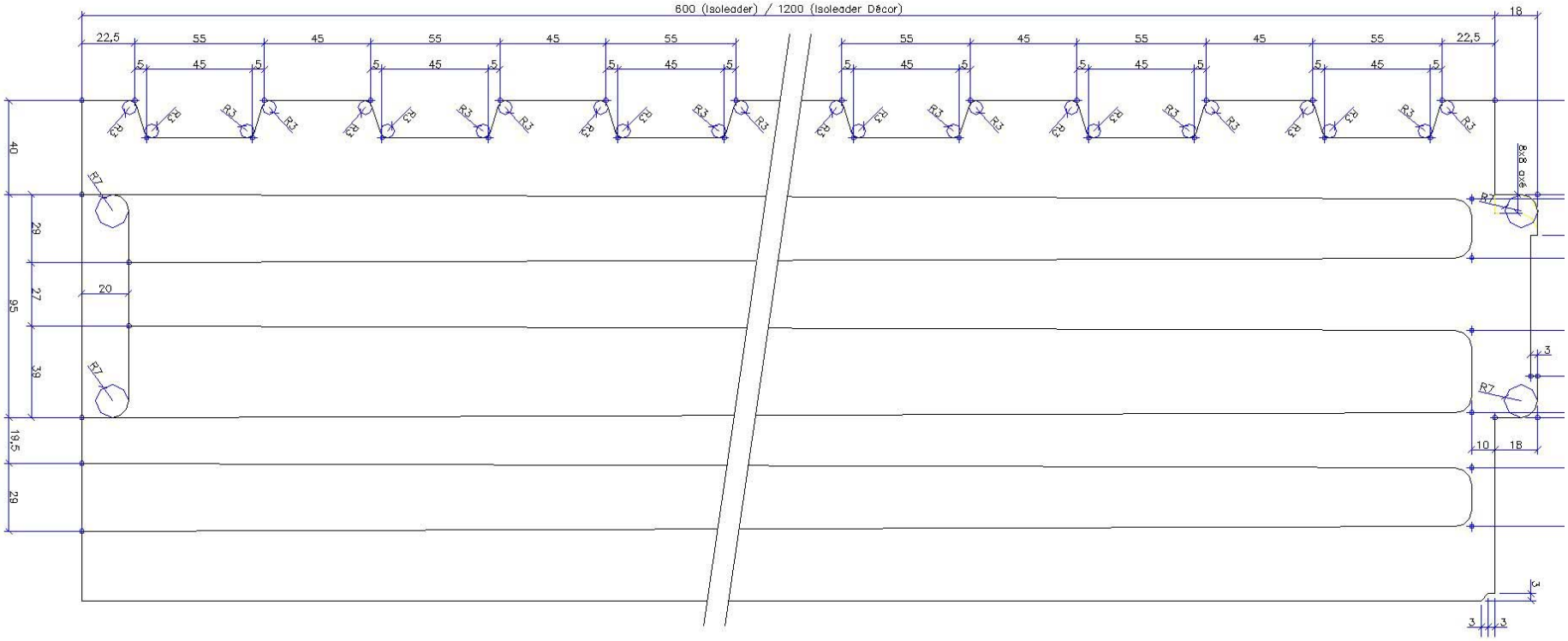
ISOLEADER

Coupe transversale type



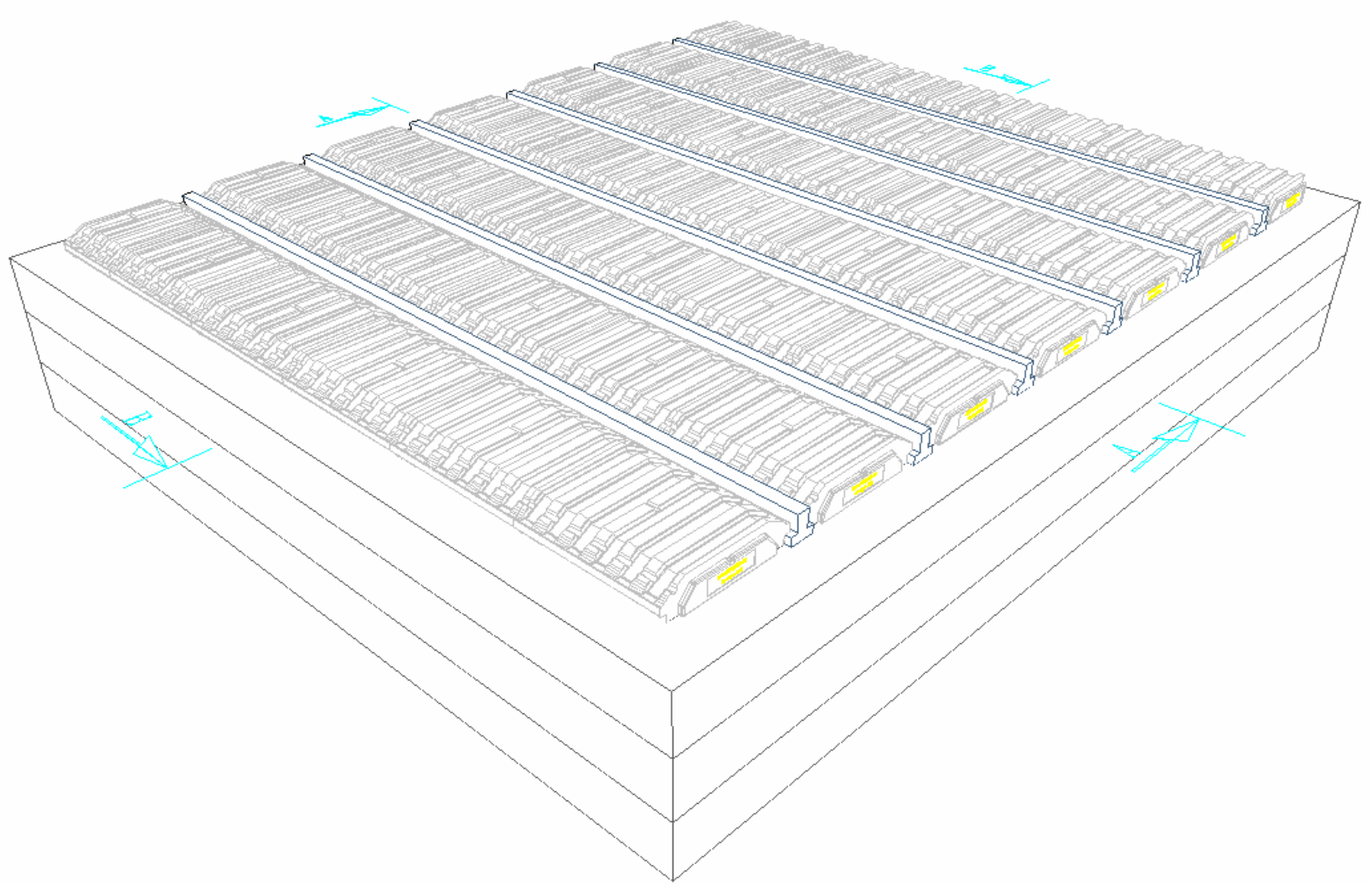
ISOLEADER

Coupe longitudinale type



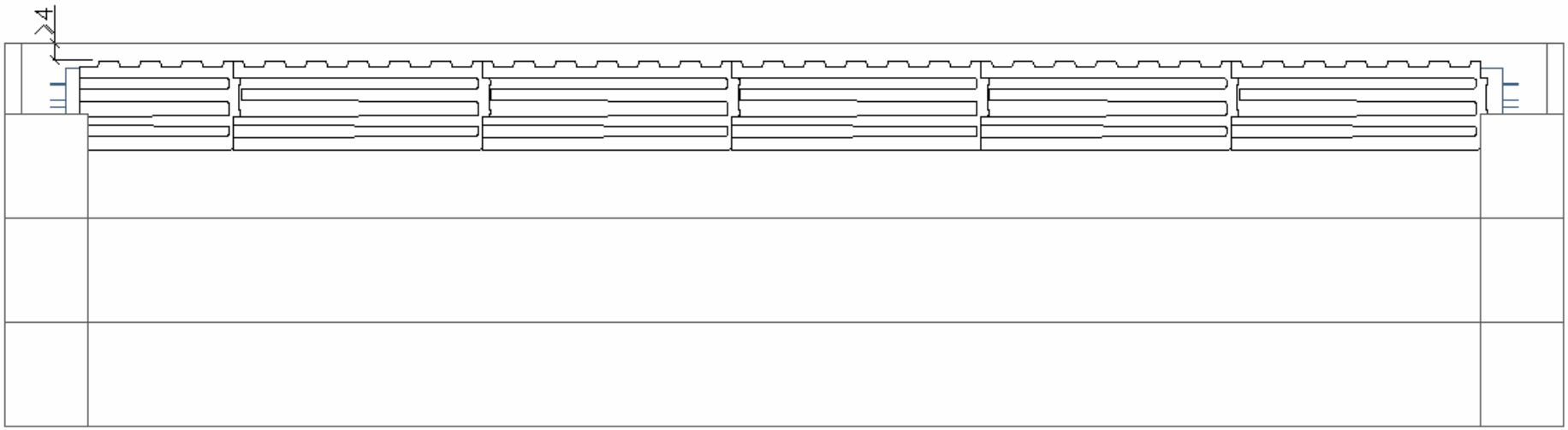
Plancher ISOLEADER

Vue de dessus (perspective)



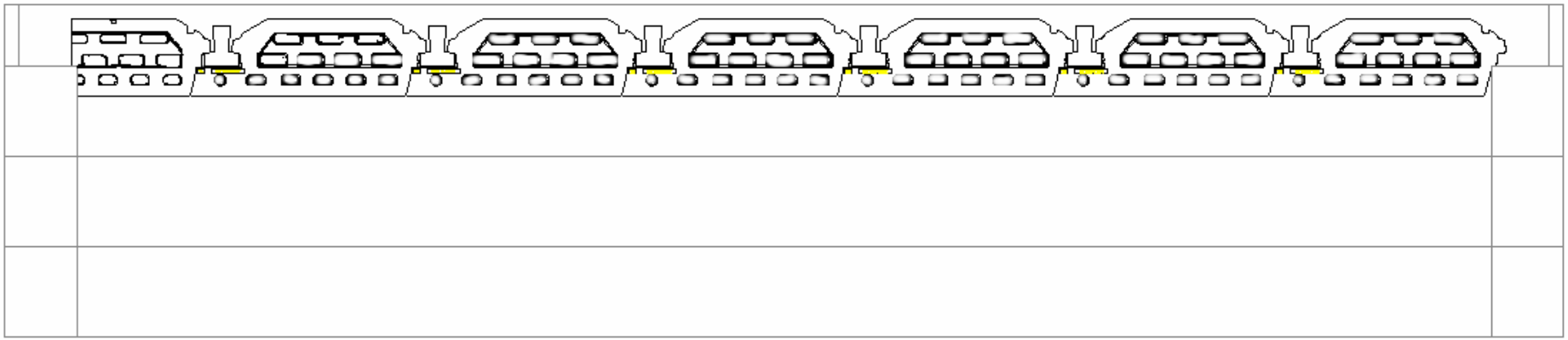
Plancher ISOLEADER

Coupe A - A



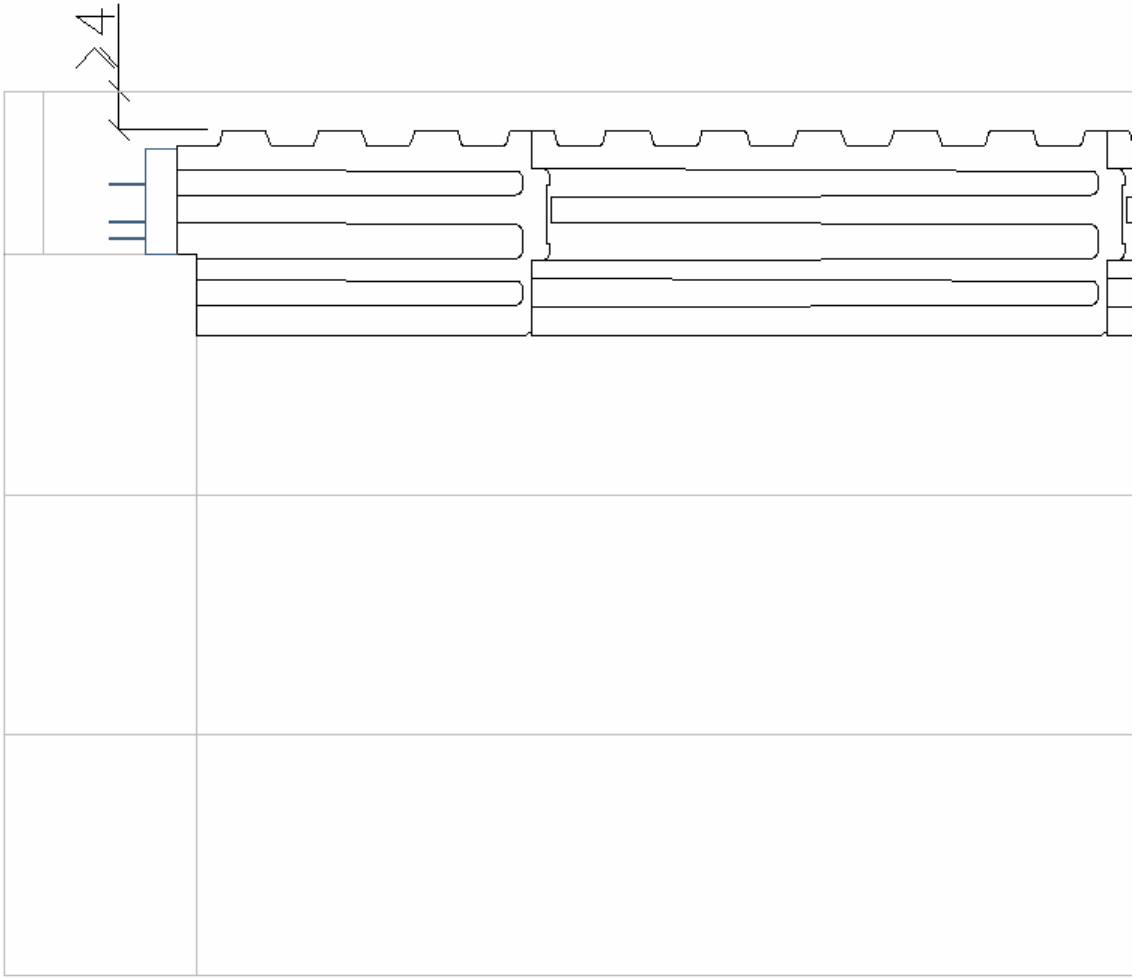
Plancher ISOLEADER

Coupe B – B



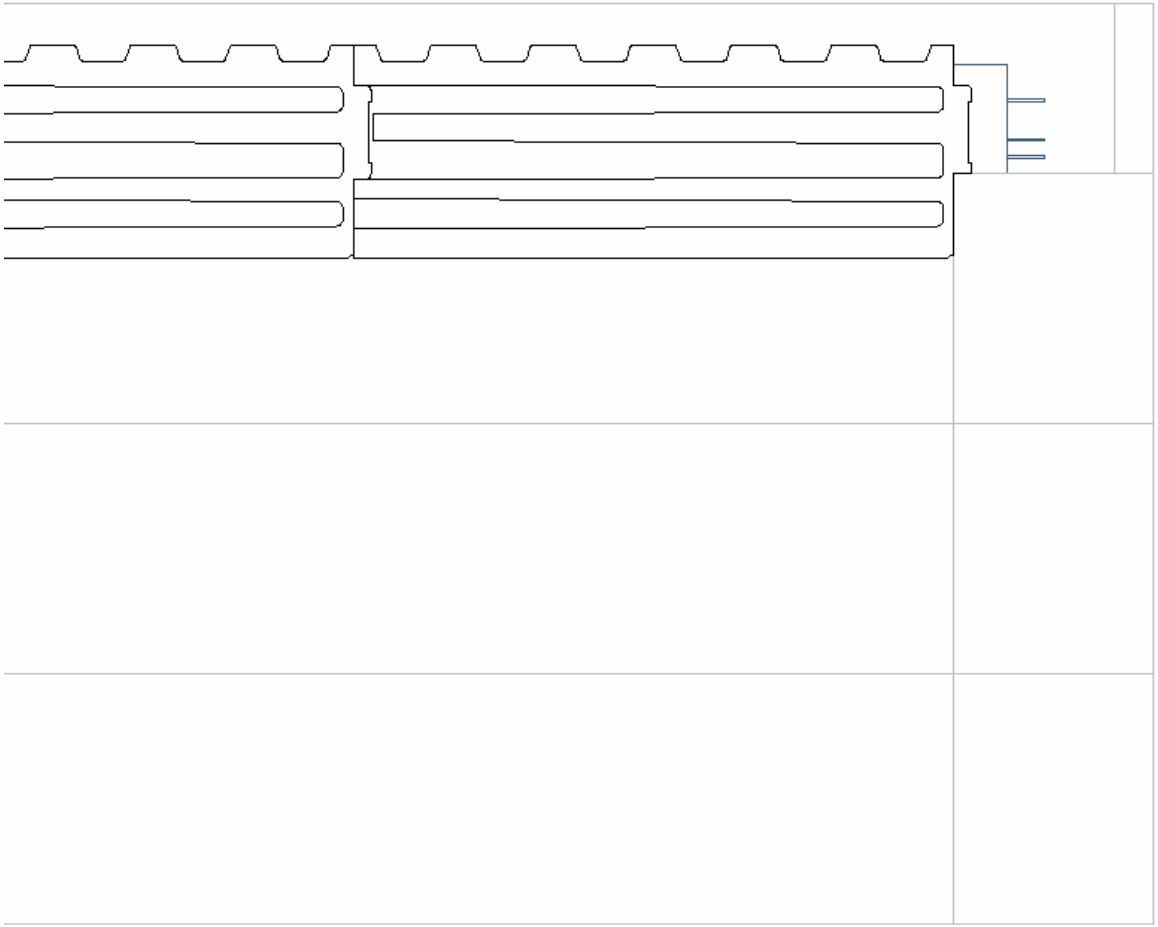
Plancher ISOLEADER

Appui côté entrevous découpé

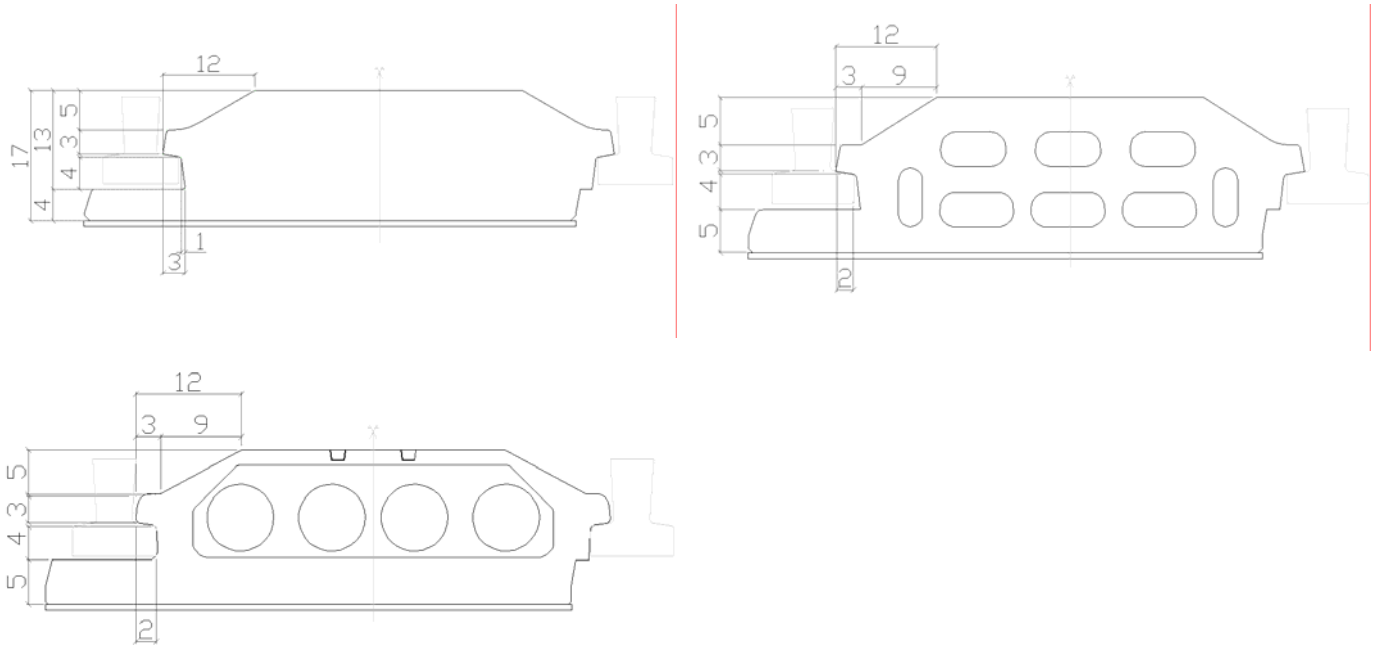


Plancher ISOLEADER

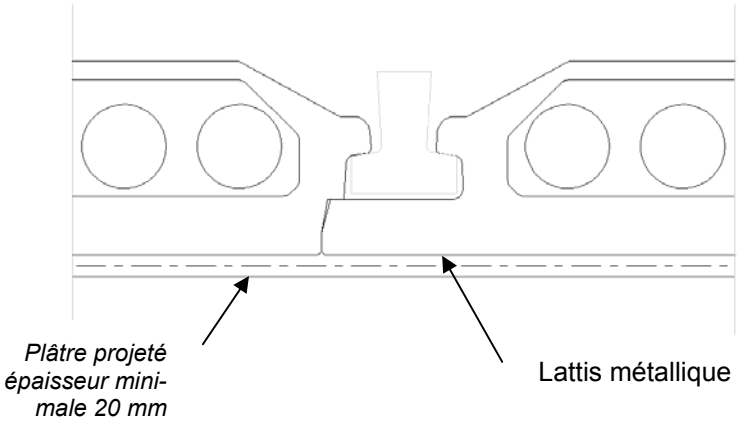
Appui côté emboîtement mâle



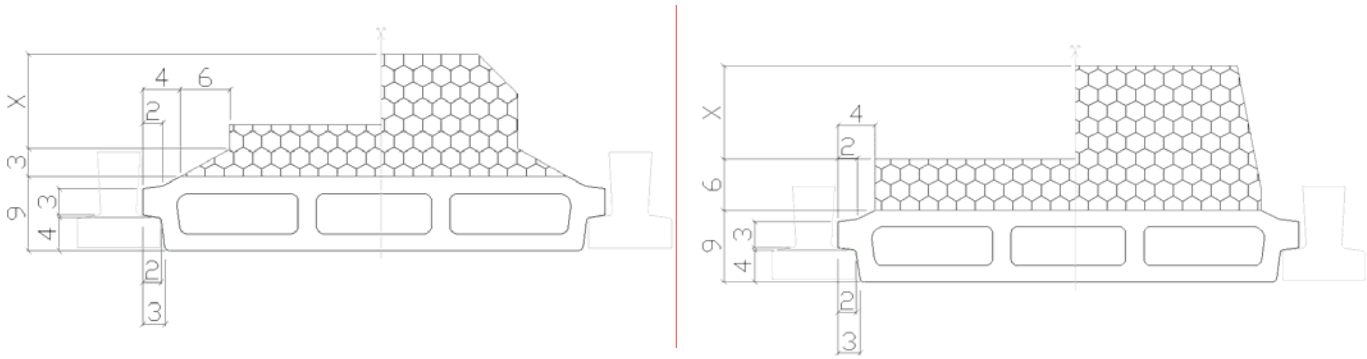
A.3.4 Entrevous polystyrène à sous-face fibre



A.3.5 Entrevous avec lattis métallique en sous-face

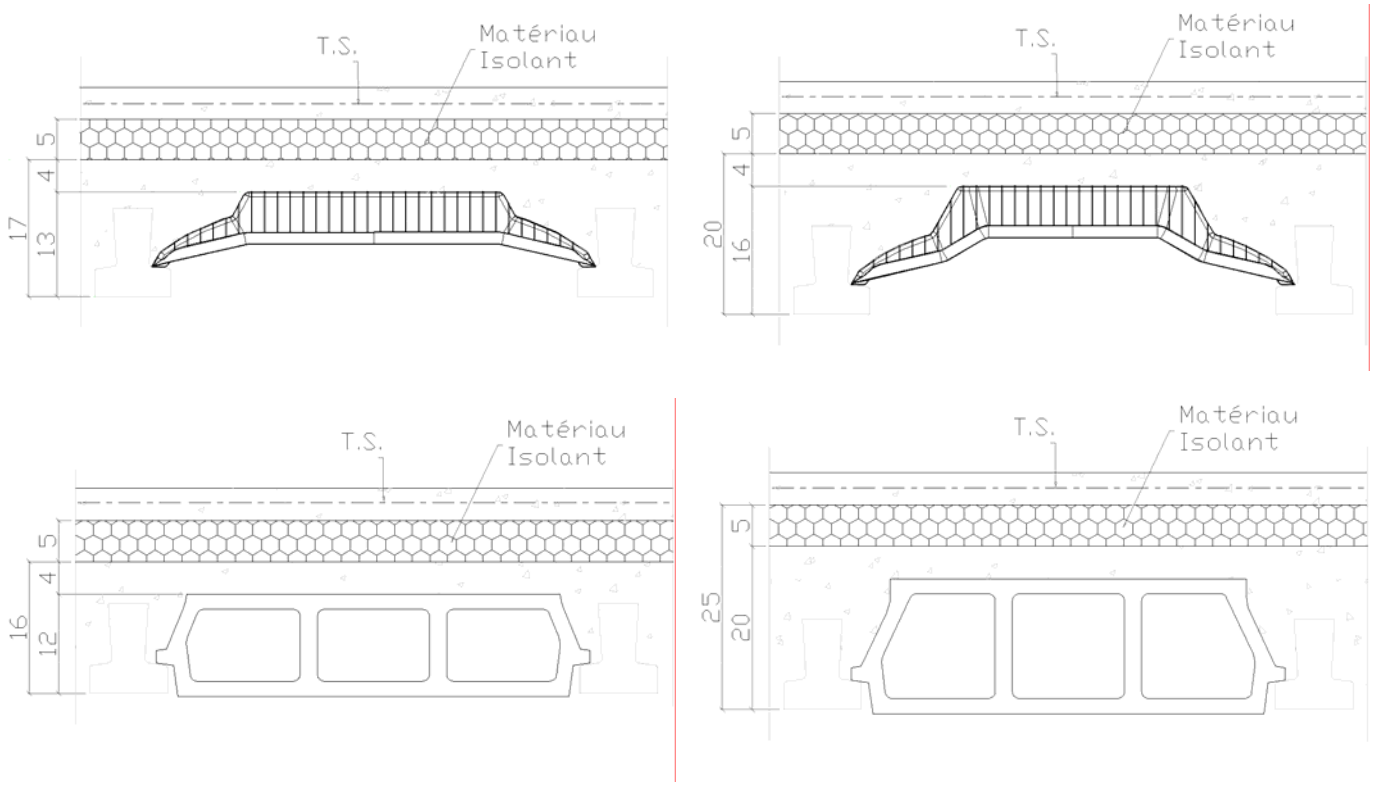


A.3.6 Rehausses sur entrevous

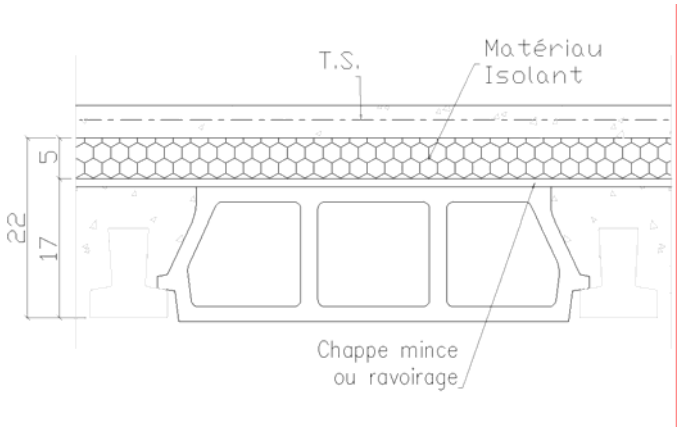


A.3.7 Eléments d'isolation mis en œuvre sur le plancher

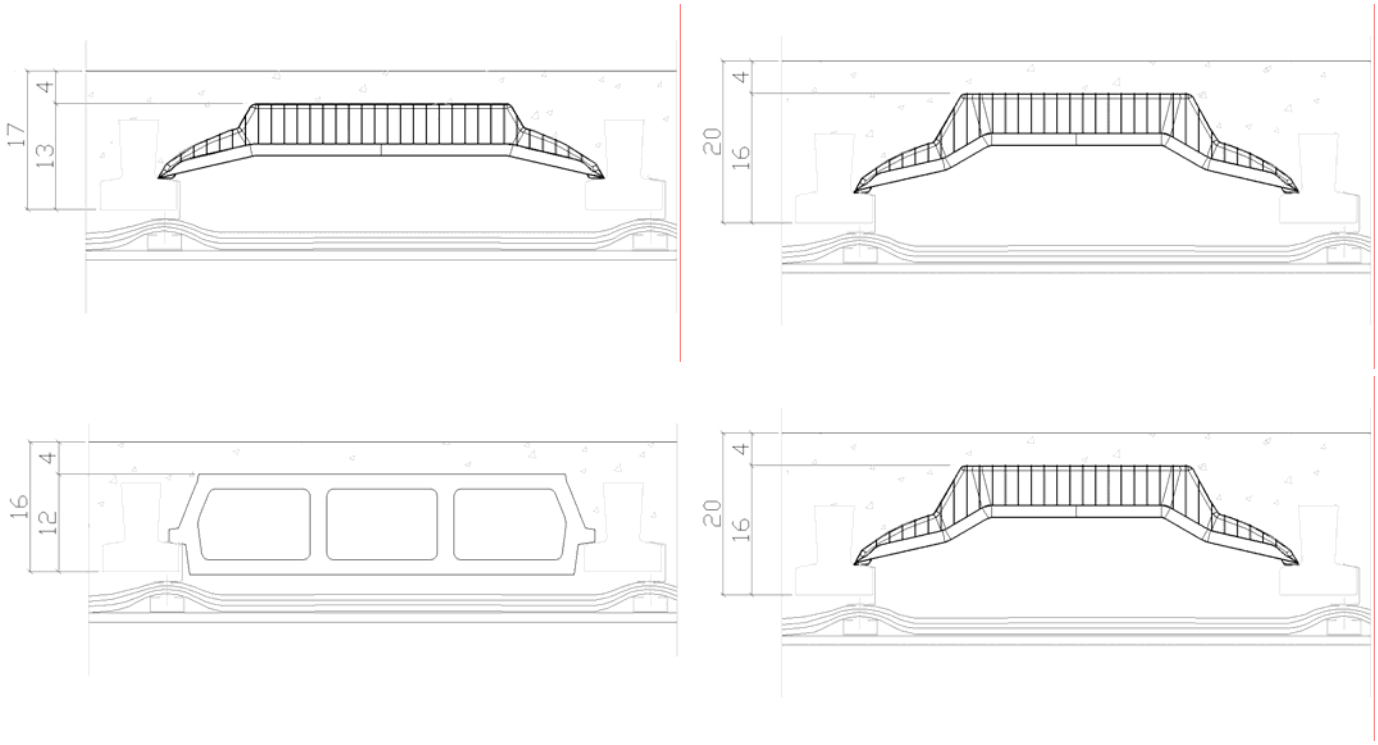
A.3.7.1 Planchers avec dalle de répartition



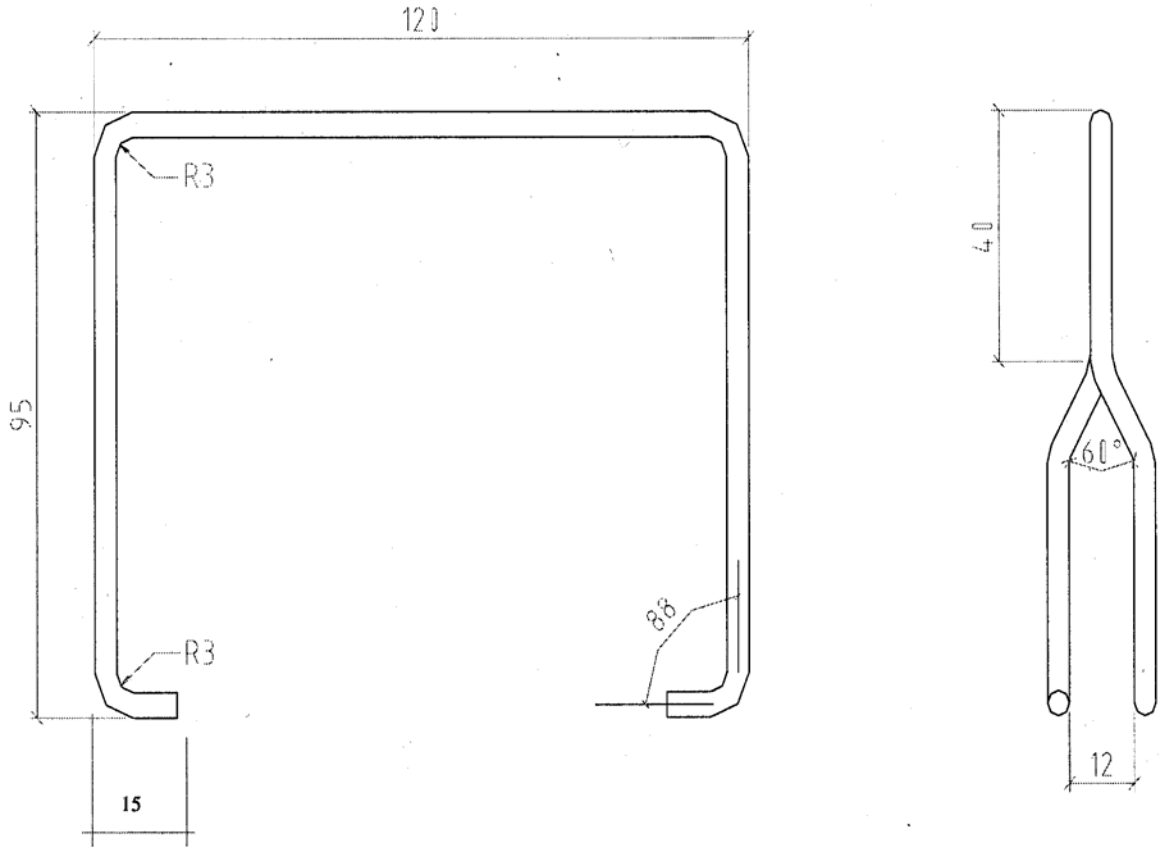
A.3.7.2 Planchers à dalle de répartition indépendante

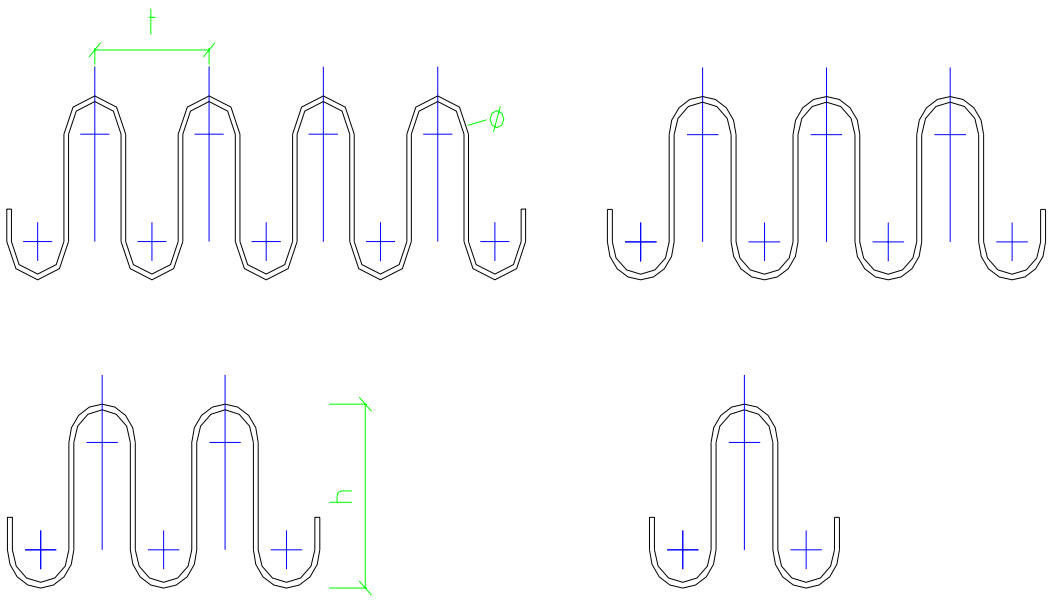


A.3.8 Eléments d'isolation mis en œuvre sous le plancher

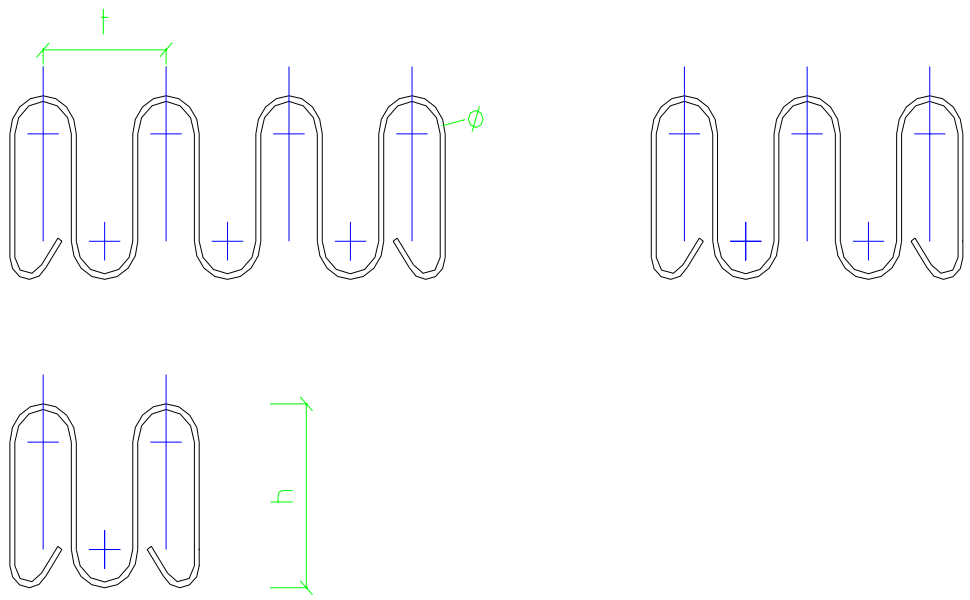


Poignée poutrelle en acier

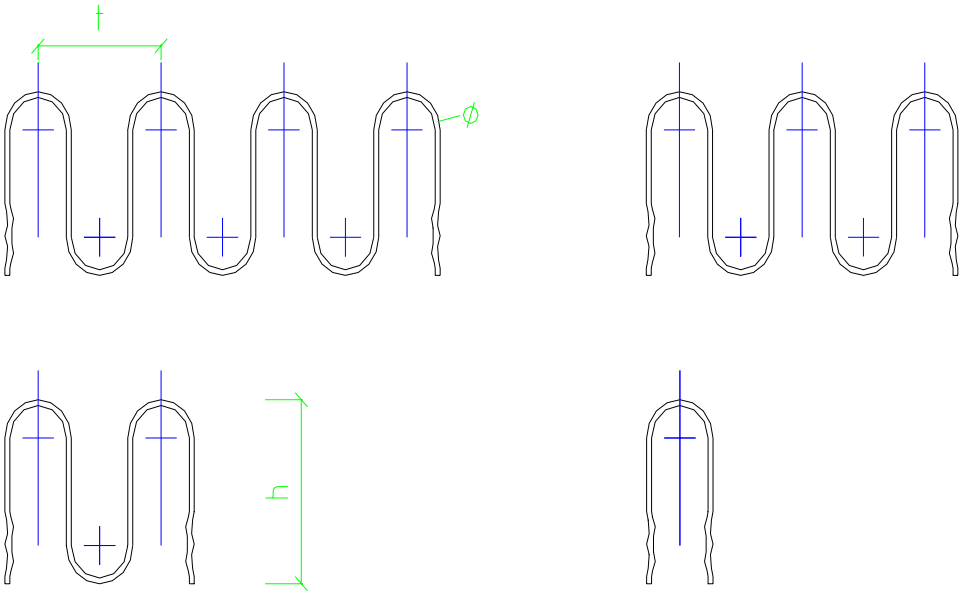




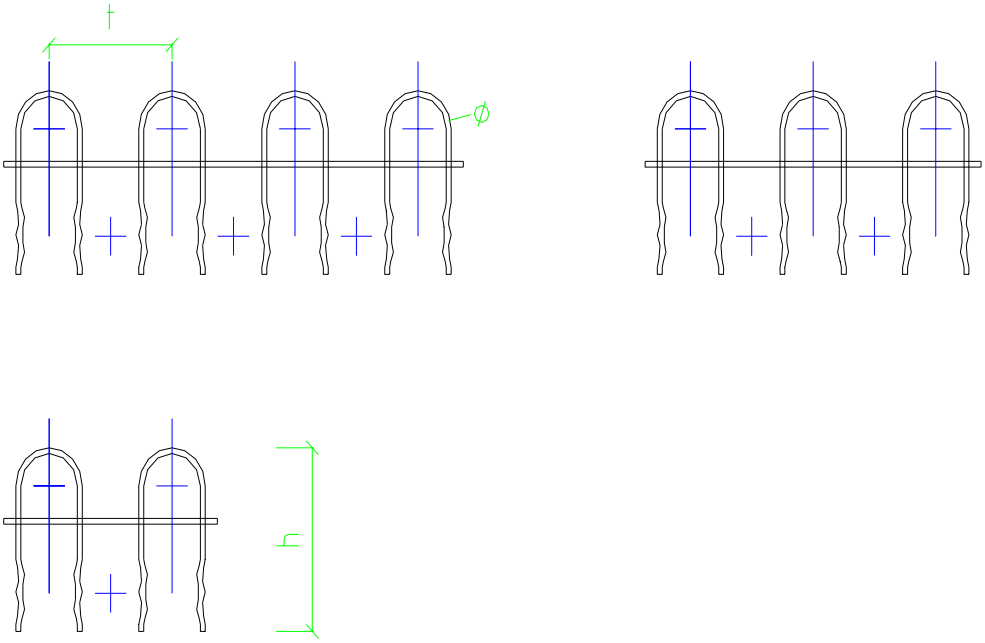
Armatures transversales type 1



Armatures transversales type 2



Armatures transversales type 3



Armatures transversales type 4

ANNEXE V - CONTROLES SUR ENTREVOUS LEADER EMS

A.5.1 Généralités

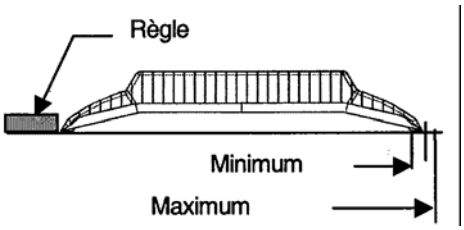
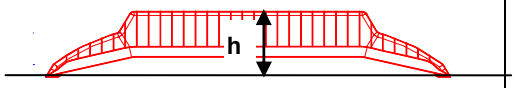
La fabrication des entrevous est réalisée sur trois postes de travail, par injection de polypropylène copolymère dans des moules actionnés par des presses. En cours de fabrication, les pièces font l'objet de contrôles visuels décrits dans le Plan d'Assurance de la Qualité.

Sur chaque presse et pour chaque poste de travail, un élément est prélevé pour faire l'objet, 24 heures plus tard, des contrôles sur produits finis.

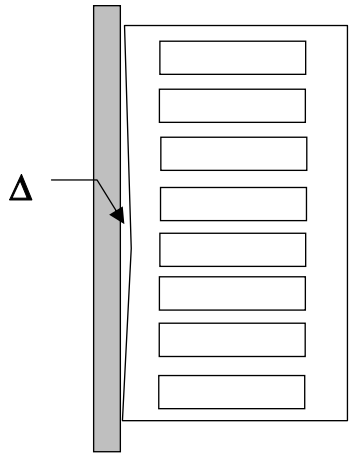
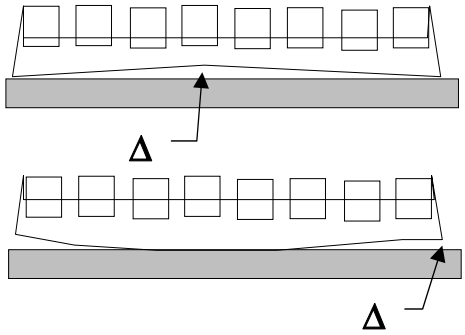
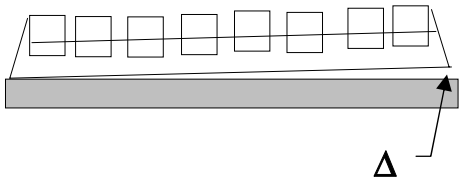
Chaque échantillon est repéré afin d'identifier son origine ainsi que la date de fabrication, il est conservé dans des conditions similaires à celles du lot dont il est issu.

A.5.2 Contrôles dimensionnels

Le lendemain de la fabrication, chaque entrevous fait l'objet des mesures dimensionnelles définies dans le tableau suivant. La méthodologie de mesure, la précision des moyens de mesure ainsi que les tolérances respectées figurent dans ce tableau.

Mesure	Méthode	Précision de mesure	Tolérances
Poids	Pesée directe et comparaison à un poids de référence défini lors des essais préliminaires.	Balance de précision ± 1 g	± 2%
Largeur de l'entrevous au niveau de l'arête d'appui	Mesure directe ou gabarit. Le gabarit est réalisé sur une surface plane. Il comporte une règle sur laquelle l'une des arêtes vient en butée, l'opérateur vérifie que l'autre arête se situe dans une plage délimitée correspondant à la tolérance admise autour de la largeur nominale.  	• Moyen de mesure permettant une lecture avec une précision minimale de 0.5 mm. • Gabarit réalisé sur support non sujet à variations dimensionnelles	± 5 mm
Hauteur de l'entrevous	L'entrevous étant appuyé sur une surface plane, mesure de la hauteur dans l'axe de l'entrevous  	• Moyen de mesure permettant une lecture avec une précision minimale de 0.5 mm. • Gabarit réalisé sur support non sujet à variations dimensionnelles	± 5 mm

Tous les jours, sur un entrevous, lors des premières fabrications, puis une fois par an et par produit dans la période courante, les mesures suivantes seront effectuées:

Rectitude horizontale des arêtes d'appui	L'entrevous est posé sur une surface plane, l'arête est mise au contact d'une règle, on vérifie alors le défaut de rectitude, au moyen d'une cale ou d'un appareil de mesure. 	• Moyen de mesure permettant une lecture avec une précision minimale de 0.5 mm.	5 mm
Rectitude verticale des arêtes d'appui	L'entrevous est appuyé sur une surface plane, l'arête concernée en contact avec le support. On vérifie alors le défaut de rectitude, au moyen d'une cale ou d'un appareil de mesure. 	• Moyen de mesure permettant une lecture avec une précision minimale de 0.5 mm.	10 mm
Gauchissement d'une arête par rapport à l'autre	L'entrevous est appuyé sur une surface plane. Une des arêtes est mise en contact de la surface d'appui. On contrôle alors, sur l'arête opposée, la distance entre la surface de référence et le coin soulevé. 	• Moyen de mesure permettant une lecture avec une précision minimale de 0.5 mm.	5 mm
Epaisseur des parois	L'entrevous est découpé dans le sens transversal. Les mesures d'épaisseur sont effectuées dans les diverses parties de l'entrevous.	• Moyen de mesure permettant une lecture avec une précision minimale de 0.02 mm.	± 0.1 mm

A.5.3 Essai de poinçonnement-flexion

Mode opératoire

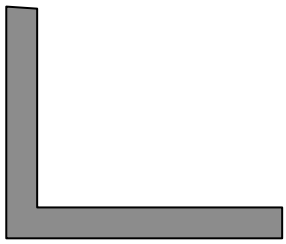
Les essais sont effectués 24 heures après le démoulage des entrevous.

La longueur d'appui (longueur de contact entre l'entrevous et les règles d'appui) est de 60 cm au plus.

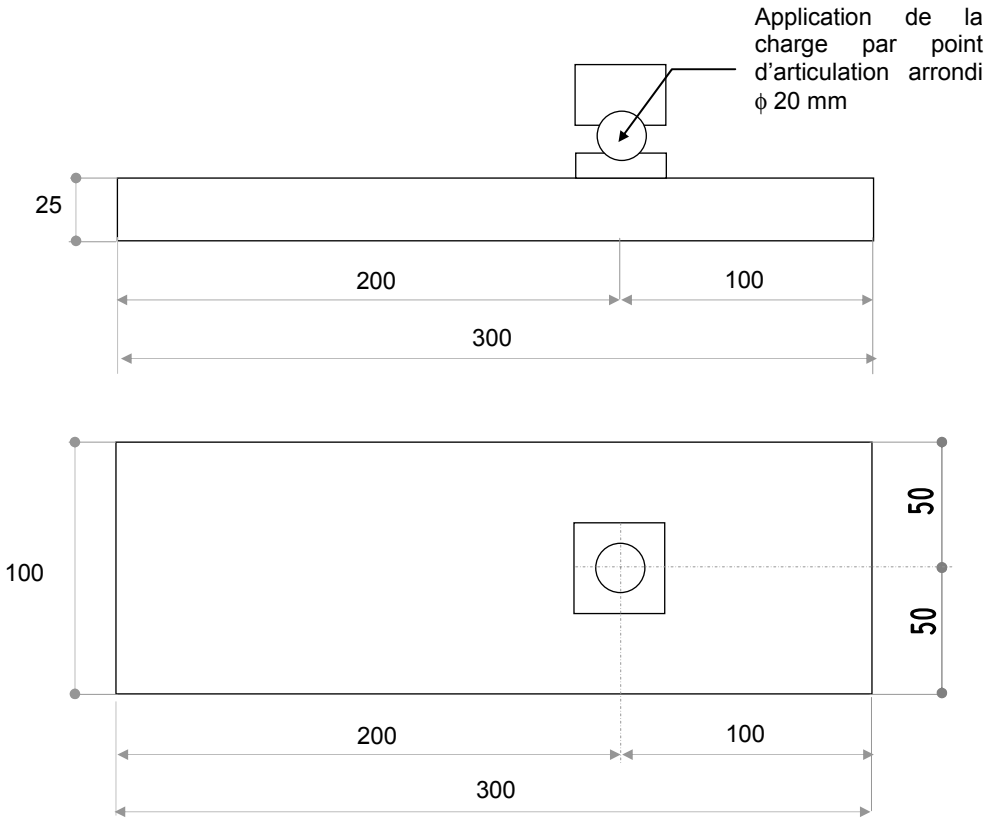
Chaque entrevous est découpé transversalement de manière à obtenir deux éléments de 60 cm de longueur.

L'éprouvette est posée horizontalement sur deux appuis fixes dont l'écartement a été réglé pour que l'entrevous puisse glisser longitudinalement sans bouger transversalement.

La géométrie d'appui est celle d'une cornière.



La charge est appliquée par l'intermédiaire d'une semelle articulée en métal ou en bois dur dont les dimensions sont fournies dans le schéma ci-dessous.



La charge est appliquée sur le deuxième module de l'entrevous.

Le « talon » de la semelle est en appui total sur la partie supérieure de l'entrevous, dans la position la plus défavorable.

La semelle est disposée longitudinalement ou transversalement à l'éprouvette.

Des essais réalisés dans la période de démarrage permettent d'établir quelle est la disposition la plus critique. Les essais ultérieurs seront réalisés sur cette seule position.

La charge est progressivement appliquée jusqu'à atteindre la rupture. La mesure de la charge maximale est réalisée à partir d'un capteur de force couplé à un manomètre étalonné annuellement par un organisme agréé.

Sur le registre de contrôle doivent figurer la résistance à la rupture de chaque entrevous, l'indication de la position de la semelle articulée lors de l'essai et le mode de rupture (flexion, cisaillement, poinçonnement).

Procédure d'acceptabilité des lots

Le lot d'entrevous dont est issu l'échantillon ne peut être livré que si les essais sont satisfaisants.

Le lot est accepté si:

- les résultats obtenus sur les 3 entrevous sont ≥150 daN;
- ou si, un seul des 3 entrevous ayant présenté une résistance comprise entre 120 daN et 150 daN, les résultats obtenus sur 3 nouveaux entrevous prélevés sur le même lot sont ≥150 daN.

Dans les cas contraires, le lot est rebuté.

ANNEXE VI – CAHIER DES CHARGES IMPOSÉ AUX PRODUCTEURS D'ENTREVOUS LEADER EMS

Cette annexe définit les critères retenus par KP1 R&D pour le choix du sous-traitant, producteur d'entrevous Leader EMS.

A.6.1 Domaines d'activité

Le sous-traitant réalise, depuis plusieurs années, des pièces techniques destinées à un ou plusieurs des domaines suivants :

- L'électronique, l'électricité ;
- La bureautique, l'informatique ;
- L'industrie automobile ;
- La motoculture (tracteurs agricoles, tondeuses,….) ;

Et plus généralement, dans tous les cas où la destination de la pièce nécessite le respect des tolérances de fabrication contraignantes.

A.6.2 Niveau de technicité

- ❑ Pour les matières premières : expérience confirmée dans l'utilisation de matières plastiques ;
- ❑ Pour les outillages : expérience prouvée dans l'utilisation de moules à cinématique complexe, à injection multi-points.
- ❑ Pour les produits : expérience reconnue dans la fabrication de pièces de grandes dimensions, techniques avec des exigences d'aspect.

A.6.3 Assurance qualité

Le sous-traitant a un savoir faire lui permettant de mettre en place un PAQ spécifique au produit intégrant les rubriques suivantes :

- Inventaire des anomalies et non conformités potentielles – Détection & actions correctives ;
- Rapport de contrôle métrologique (échantillonnage et mesures) ;
- Plan de surveillance avec synoptique de fabrication ;
- Ensemble des opérations de contrôle ;
- Fiches d'instructions au poste de travail ;
- Procédures de réception des matières premières et POE (produits œuvrés à l'extérieur) ;
- Ensemble des opérations de conditionnement.

Le sous-traitant sait assurer au niveau de la production :

- Une gestion qualitative en réception des fournitures extérieures ;
- L'organisation de la traçabilité pour :
    - La matière première ;
    - Les colorants et POE ;
    - Les produits semi-finis ;
    - Les produits finis.
- La gestion des incidents et non conformités (en interne et en externe) ;
- Le respect d'exigences particulières spécifiques à un produit ;
- La gestion des modifications susceptibles d'intervenir dans la définition des produits ou dans les processus série.