

Sur le procédé

Leader

Titulaire : **Société KP1 R&D**
Internet : www.kp1.fr

Descripteur :

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 sont proposées dans les hauteurs de 92, 114, 120, 130, 140 et 150 mm.

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

En béton, ils peuvent être des entrevous de coffrage simple, des entrevous de coffrage résistant, des entrevous porteurs simples ou des entrevous porteurs à table de compression incorporée. En terre cuite, ils peuvent être des entrevous de coffrage résistant, des entrevous porteurs simples ou des entrevous porteurs à table de compression incorporée. En matériau de synthèse ou polystyrène expansé, les entrevous sont utilisés comme coffrage simple.

Groupe Spécialisé n°3.1 - Planchers et accessoires de plancher

Famille de produit/Procédé : Plancher à poutrelles en béton précontraint

AVANT-PROPOS

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

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

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique 3.1/18-957_V1</p> <p>Cette version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suppression des montages traités par le NF DTU 23.5 et la norme de calcul associée NF P19-205 • Remplacement des renvois au CPT par des renvois au NF DTU 23.5 et à la norme NF P 19-205 • Ajout des prescriptions pour les réseaux incorporés au § 1.2.3.2 et au § 2.9.4.4 • Remplacement de la certification CSTBat par la certification NF 	Etienne PRAT	Roseline BERNARDIN-EZTRAN

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	5
1.1.	Définition succincte	5
1.1.1.	Description succincte	5
1.1.2.	Identification	5
1.2.	AVIS.....	5
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.2.2.	Appréciation sur le procédé	6
1.2.3.	Prescriptions Techniques	9
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	10
1.4.	Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé.....	11
1.4.1.	Caractéristiques des poutrelles Leader	11
1.4.2.	Longueurs du contour de liaison (dérogation couture).....	13
1.4.3.	Portées limites des montages les plus usuels	13
1.4.4.	Tableau des valeurs d'utilisation.....	17
1.4.5.	Vérification des poutrelles en phase provisoire : valeurs résistantes.....	21
1.4.6.	Non traditionnalités du procédé.....	21
2.	Dossier Technique.....	23
2.1.	Données commerciales	23
2.1.1.	Coordonnées	23
2.2.	Classe du système	23
2.3.	Domaine d'emploi	23
2.4.	Description du procédé de plancher.....	23
2.4.1.	Définition des matériaux	23
2.4.2.	Description des éléments	24
2.5.	Fabrication des poutrelles.....	28
2.6.	Contrôles de fabrication	29
2.6.1.	Poutrelles précontraintes.....	29
2.6.2.	Entrevous Leader EMS et EMX.....	29
2.6.3.	Entrevous en polystyrène	29
2.7.	Mise en œuvre.....	29
2.7.1.	Généralités.....	29
2.7.2.	Planchers avec entrevous EMS et EMX	29
2.7.3.	Planchers à isolation thermique.....	30
2.7.4.	Réalisation des chaînages transversaux intermédiaires.....	30
2.7.5.	Réalisation des chaînages, chevêtres et trémies	30
2.7.6.	Réalisation des encorbellements.....	30
2.7.7.	Réalisation des continuités	31
2.8.	Finitions	31
2.9.	Conception et calculs.....	31
2.9.1.	Généralités.....	31
2.9.2.	Conditions d'emploi du plancher avec entrevous Leader EMS et EMX.....	31
2.9.3.	Conditions d'emploi du plancher avec entrevous Isoleader et Isoleader SPX.....	31
2.9.4.	Vérifications d'un montage de plancher	32
2.10.	Résultats expérimentaux.....	33
2.10.1.	Essais mécaniques.....	33
2.10.2.	Essais au feu.....	33

2.10.3.	Etude sismique.....	33
2.11.	Références	33
2.11.1.	Données Environnementales	33
2.11.2.	Autres références	34
2.12.	Annexes du Dossier Technique.....	35
	ANNEXE I – Caractéristiques géométriques des poutrelles Leader	35
	ANNEXE II – Armatures transversales	44
	ANNEXE III - LES ENTREVOUS.....	47

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 3.1 - Planchers et accessoires de plancher de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 07 juillet 2020, le procédé **Leader**, présenté par la Société KP1 R&D. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Procédé de plancher nervuré à poutrelles préfabriquées 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 sont proposées dans les hauteurs de 92, 114, 120, 130, 140 et 150 mm.

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

En béton, ils peuvent être des entrevous de coffrage simple, des entrevous de coffrage résistant, des entrevous porteurs simples ou des entrevous porteurs à table de compression incorporée. En terre cuite, ils peuvent être des entrevous de coffrage résistant, des entrevous porteurs simples ou des entrevous porteurs à table de compression incorporée. En matériau de synthèse ou polystyrène expansé, les entrevous sont utilisés comme coffrage simple.

Les non traditionnalités du procédé résultent :

- soit de l'utilisation de toron T12.5 en partie supérieure de la poutrelle ;
- soit du non-respect de la dimension minimale de l'âme de la poutrelle de 4 cm en valeur nominale ;
- soit du non-respect des règles de la dérogation couture (absence de référence pour la valeur de la contrainte de cisaillement admissible pour vérification du monolithisme ou forme de clavetage non conforme ou mode de calcul des contours de liaison) ;
- soit du non-respect de l'épaisseur minimale de la dalle de compression fixée à 5 cm dans le cas des entrevous de coffrage simple ;
- ou du non-respect du critère de limitation à 2,5 fois la hauteur de la poutrelle pour les planchers.

Le détail des non traditionnalités et la synthèse des possibilités sont décrits dans l'Annexe du présent Avis.

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.

1.1.2. Identification

Chaque poutrelle est identifiée par une étiquette portant, en particulier, la marque du système de plancher, la référence de l'usine de fabrication, le numéro du banc de coulage, la dénomination du produit caractérisant la hauteur et le nombre de torons, la longueur béton et la date de fabrication.

1.2. AVIS

L'Avis couvre l'emploi des bétons autoplaçants en dalle de compression des planchers.

Les dalles de compression en béton de fibres métalliques sont admises et doivent être réalisées dans les conditions des Avis Techniques en cours de validité les concernant.

L'Avis ne couvre que les structures pour lesquelles la résistance caractéristique à 28 jours du béton f_{ck} n'excède pas 90 MPa conformément aux prescriptions du § 3.1.2 de la NF EN 1992-1-1, à condition de prendre en compte, s'il y a lieu, les caractéristiques de comportement de ce matériau telles qu'elles sont définies dans la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale (NF EN 1992-1-1/NA).

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

L'Avis est formulé pour les utilisations en France métropolitaine du procédé constitué des poutrelles et des entrevous décrits dans le Dossier Technique. Les planchers reposent sur deux appuis et peuvent comporter un porte-à-faux.

Le domaine d'emploi accepté du plancher « Leader » couvre le cas des ouvrages courants tels que ceux destinés aux logements, bâtiments scolaires et hospitaliers, immeubles de bureaux, bâtiments industriels, commerces et parkings, pour des conditions normales d'utilisation. Il couvre les charges roulantes de faible intensité telles que les véhicules légers et les engins de manutention dont la charge par essieu n'excède pas 30 kN (20 kN pour les toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers).

Le présent Avis ne vise pas les planchers :

- dont l'entraxe entre poutrelles voisines excède 750 mm ;
- soumis à des chocs répétés ou importants et des sollicitations donnant lieu à des phénomènes de fatigue ;
- munis de rupteurs de pont thermique en périphérie d'ouvrage et coupant la table de compression dans la totalité de sa hauteur ;
- non abrités des intempéries et exposés à des atmosphères agressives ;

- utilisés en sous-toiture avec dalle de répartition lorsque la pente est supérieure à 100 % et que les poutrelles sont posées perpendiculairement à la ligne de pente ;
- d'une hauteur totale qui excède de 2,5 fois la hauteur des poutrelles en béton précontraint, sauf dans le cas de montages à entrevous résistants (en béton ou en terre cuite) et dans lesquels la liaison entre poutrelles et béton complémentaire de nervure est réalisée par des armatures transversales dites de couture. Les poutrelles X90 peuvent bénéficier de la dérogation couture dans les planchers dont la hauteur n'excède pas 280 mm.

Le domaine d'emploi est en outre précisé au paragraphe « 1.2.2.1.2- Sécurité en cas d'incendie » pour certains montages.

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

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. Aptitude à l'emploi

1.2.2.1.1. Stabilité

Elle est normalement assurée dans le domaine d'emploi accepté, sous réserve du respect des dispositions prévues par les Prescriptions Techniques du § 1.2.3.

L'utilisation en zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 Octobre 2010 modifié est possible, avec une sécurité équivalente à celle présentée par les planchers traditionnels conçus en conformité avec les règles en vigueur, pour les montages satisfaisant aux prescriptions de l'article 13 de la norme NF P19-205 complétées par les Prescriptions Techniques du § 1.2.3.2.

1.2.2.1.2. Sécurité en cas d'incendie

1.2.2.1.2.1. Résistance au feu

Les règles de dimensionnement font référence à la décision du CECMI du 28 mars 2014. L'article 12 de la norme NF P19-205 s'applique.

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

L'Avis vise seulement les structures dans lesquelles la résistance caractéristique à 28 jours f_{ck} du béton confectionné avec des granulats normaux n'excède pas celle visée par la NF EN 1992-1-2.

1.2.2.1.2.2. Réaction au feu

En cas d'absence de procès-verbal de réaction au feu, les entrevous sont non classés au sens des Euroclasses.

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

- Les entrevous en polystyrène bénéficient du procès-verbal de réaction au feu (voir § 2.10.2 du Dossier Technique) donnant le classement Euroclasse E.
- Pour les bâtiments d'habitation, ces montages doivent respecter les exigences définies dans le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie ».
- Pour l'utilisation dans les établissements recevant du public, ils doivent satisfaire aux exigences définies dans les règlements de sécurité correspondants par la mise en place d'un écran protecteur.
- Pour l'utilisation dans les établissements devant respecter le code du travail, ils doivent satisfaire aux exigences définies dans l'arrêté du 5 août 1992.

Cas des montages avec entrevous de coffrage simple non isolants (matériau de synthèse, plastique alvéolaire...)

- Les entrevous EMS EcoVS et EMX EcoVS sont non classés.
- Les entrevous EMX Igni bénéficient d'un rapport de classement européen n° RA15-0254 de réaction au feu selon la norme européenne NF EN 13501-1+A1:2013 donnant le classement suivant : B - s1, d0.

Le domaine d'emploi accepté des planchers à entrevous EMS EcoVS, EMX EcoVS et EMX igni est défini ci-dessous en fonction du classement du bâtiment et de la localisation du plancher considéré, conformément à l'Annexe C du NF DTU 23.5 P-1-1. Dans certains cas, comme cela est explicité ci-dessous, une protection doit être prévue en sous face de l'entrevous. Les dispositions prévues au § 2.3 du Dossier Technique permettent de respecter les dispositions ci-après.

- ERP :
 - emploi possible en plancher haut de vide-sanitaire des entrevous laissés apparents EMS EcoVS, EMX EcoVS et EMX Igni. En cas de dérogation au CF ½ h pour les bâtiments à étages et avec vide sanitaire non accessible (art. CO 13 du règlement de sécurité incendie dans les ERP), l'emploi des entrevous EMS EcoVS, EMX EcoVS en plancher haut de vide-sanitaire n'est pas autorisé.
 - emploi possible en plancher haut de sous-sol des entrevous EMX Igni laissés apparents.
 - emploi possible en plancher haut d'étage courant et de toiture terrasse des entrevous EMX Igni associés à une plaque BA13 standard.
- Habitation (toutes familles) : emploi possible des entrevous laissés apparents EMS EcoVS, EMX EcoVS et EMX Igni en plancher haut de vide sanitaire.
- Habitation 1^{ère} et 2^{ème} familles :
 - emploi possible en plancher haut de garage et de sous-sol des entrevous EMX Igni laissés apparents.
 - emploi possible en plancher haut d'étage courant ou de toiture terrasse :
 - des entrevous EMX Igni associés à une plaque BA13 standard.

- des entrevous EMS EcoVS et EMX EcoVS à conditions de prévoir la mise en œuvre d'un plafond suspendu constitué de plaques de plâtre simultanément de « Type F » et de « Type D » selon la norme EN 520 (plaque spéciale feu) d'épaisseur au moins égale à 12,5 mm. Les plaques devront être fixées mécaniquement sur des éléments d'ossature métallique à 0,60 m d'entraxe.
- Habitation 3^{ème} et 4^{ème} familles :
 - emploi possible en plancher haut de garage et de sous-sol des entrevous EMX Igni laissés apparents.
 - emploi possible en plancher haut d'étage courant ou de toiture terrasse :
 - des entrevous EMX Igni associés à une plaque BA13 standard.
 - des entrevous EMS Eco VS et EMX EcoVS à conditions de prévoir la mise en œuvre d'un plafond suspendu constitué de plaques de plâtre :
 - simultanément de « Type F » et de « Type D » selon la norme EN 520 (spéciale feu) et d'épaisseur au moins égale à 15 mm fixées mécaniquement sur des éléments d'ossature métallique à 0,50 m d'entraxe.
 - ou
 - standard d'épaisseur au moins égale à 18 mm fixées mécaniquement sur des éléments d'ossature métallique à 0,50 m d'entraxe et de masse surfacique au moins égale à 13 kg/m².
 - Pour l'utilisation dans les établissements devant respecter le code du travail, ils doivent satisfaire aux exigences définies dans l'arrêté du 5 août 1992.

1.2.2.1.3. 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 (cf. normes NF EN 15037-2 à 5 et référentiel de certification décrit dans le Dossier Technique des dits entrevous), si les distances entre étais à la pose des poutrelles qui doivent en comporter sont respectées, si les poutrelles sont vérifiées conformément à l'article 9.3 de la NF P19-205 pour que leurs moments sollicitant à rupture n'excèdent pas les valeurs M_{Rd} données dans les certificats associés décrits dans le Dossier Technique et délivrés aux usines productrices des poutrelles, et pour que leurs efforts tranchant sollicitant à rupture n'excèdent pas les valeurs de $V_{Rd,c}$ déterminées conformément à l'article 9.3.2 de la NF P19-205 (calcul assisté par des essais).

Dans le cas de pose sans étai, la vérification de déformation lors de la mise en œuvre doit être effectuée conformément à l'article 9.3.1.2 de la NF P19-205.

1.2.2.1.4. Isolation acoustique

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

En l'absence d'essais spécifique, la performance acoustique peut être évaluée conformément à l'article 15 de la NF P19-205.

1.2.2.1.5. Isolation thermique

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

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

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

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

Les résistances thermiques utiles à prendre en compte sont déterminées par le calcul comme indiqué à l'article 14 de la NF P19-205. Les performances thermiques des montages réalisés avec des entrevous certifiés (certification décrite dans le Dossier Technique) sont définies dans les certificats associés aux dits entrevous.

1.2.2.1.6. Flexibilité

Lorsque les bétons autoplaçants (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 à l'article 8.5.3.3 de la NF P19-205 peut être réalisé suivant l'une des deux méthodes décrites ci-après :

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

- pour le béton de chantier (BAP) :

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

Avec

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

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

$\xi = 0,85$.

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

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

- pour le béton de la poutrelle :

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

Avec

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

$f_{ck,p}$: résistance caractéristique à la compression du béton des poutrelles à 28 jours,
 $\varphi(\infty, t_0) = 2$

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

2 - par la méthode simplifiée décrite ci-après :

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

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

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

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

1.2.2.1.7. Etanchéité entre locaux superposés

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

1.2.2.1.8. Finitions

Possibilité d'appliquer tous les types de revêtements de sol, éventuellement après rattrapage de la surface par une chape conformément au NF DTU 26.2.

La finition des plafonds par enduit plâtre est la solution courante pour les montages de planchers à poutrelles.

Ce procédé permet aussi 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.

1.2.2.1.9. Utilisation en parking et terrasse

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

1.2.2.1.10. Utilisation en sous-toiture

Possibilité de supporter une couverture (cf. article 7.2 du NF DTU 23.5 P1-1).

1.2.2.1.11. Données environnementales

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

Pour revendiquer une performance environnementale, le procédé de plancher à poutrelles « Leader » doit faire l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 aout 2015.

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

1.2.2.1.12. Aspects sanitaires

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

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

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

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

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

Cet avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérifications, décrits dans le dossier technique établi par le demandeur sont effectifs.

Une différence existe par rapport au règlement technique de la certification NF 395 : pour les poutrelles X90, la tolérance sur la largeur d'âme est réduite (voir le § 2.6.1 du Dossier Technique).

1.2.2.4. Mise en œuvre

Effectuée par des entreprises autres que le titulaire et les usines productrices des éléments, elle ne présente pas de difficultés particulières à condition que soit fourni un plan de pose complet et que les poutrelles soient bien repérées conformément aux prescriptions de l'article 5.3 du NF DTU 23.5 P1-2.

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, Leader EMX, Isoleader et Isoleader SPX 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 en cours de validité du procédé de béton de fibre employé. Sans Avis Technique en cours de validité sur le béton de fibres prévu, son utilisation n'est pas acceptable.

1.2.3. Prescriptions Techniques

Ce plancher doit être fabriqué conformément aux normes NF EN 15037-1 à 5, dimensionné suivant la norme NF P19-205, mis en œuvre et utilisé conformément au NF DTU 23.5 P1-1 et doit respecter les prescriptions particulières complémentaires suivantes.

1.2.3.1. Conditions de fabrication

- Le béton des poutrelles doit présenter, à 28 jours d'âge, une résistance à la compression minimale garantie à 95 %. Cette valeur est fixée, pour chaque poutrelle, dans le certificat tel que décrit au § 2.6.1 du Dossier Technique, en référence à des éprouvettes cylindriques Ø15 H30 (équivalentes aux éprouvettes cylindriques Ø16 H32). La mesure est réalisée sur éprouvettes cubiques (10 cm d'arête) puis transposée aux cylindres Ø15 H30 par application d'un coefficient pris égal à 0,90.
- Signal de détension des armatures de précontrainte : lors du transfert de la force de précontrainte, le béton doit avoir une résistance minimale en compression sur cubes au moins égale à deux fois la contrainte de compression développée dans la fibre inférieure de la poutrelle sous la force de précontrainte finale, sans descendre en dessous de 24 MPa.
- Le contrôle de la fabrication des poutrelles Leader est effectué suivant les prescriptions du référentiel de certification tel que décrit au § 2.6.1 du Dossier Technique. Les essais de résistance mécanique en flexion, effectués dans le cadre de l'autocontrôle surveillé, doivent permettre de vérifier que les valeurs M_{Rk} (moment résistant caractéristique : $M_{Rk} = M_{Rd} \cdot \gamma_e$ avec $\gamma_e = 1,2$) indiquées dans les certificats décrits dans le Dossier Technique sont atteintes ou dépassées.

1.2.3.2. Conditions de conception et de calcul

- 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 :
 - Les valeurs de v_{Rdi} sont déterminées en référence au tableau 3 de la norme NF EN 15037-1. Les contraintes admissibles sont celles relatives au type c_{3a}
 - la détermination du niveau d'arrêt du contour de liaison entre le béton de clavetage et la poutrelle est fixée à l'article 7.3.1.2.2 de la norme NF P19-205.
- 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. Pour les montages associant des entrevous de coffrage simple à nervures transversales, l'épaisseur minimale de la table de répartition est de 4 cm, comme indiqué dans le Dossier Technique.
- Fonction liaison et monolithisme du plancher en situation sismique : Dans la direction des poutrelles, le plancher doit présenter en tout point une capacité de résistance ultime à la traction de 15 kN/m de largeur au minimum, en situation sismique, assurée par des armatures existantes ou ajoutées, continues ou en recouvrement, disposées dans les poutrelles ou dans la table de compression. La justification du monolithisme sera vérifiée suivant les prescriptions du § 2.9.4.5 du Dossier Technique.

- Si les réseaux sont incorporés dans la dalle de compression, ils doivent être prévus dès la phase de conception et les prescriptions de l'article 5.5.2.5 du NF DTU 23.5 P1-1 doivent être respectées. Sinon, ils seront incorporés dans les plénums ou les faux plafonds.

1.2.3.3. Conditions d'utilisation

- Les entrevous en béton et en terre cuite doivent être conformes aux normes NF EN 15037-2 et NF EN 15037-3 respectivement.
- Les entrevous en matière plastique et en polystyrène doivent être conformes aux règles de certification introduites aux § 2.6.2 et 2.6.3 du Dossier Technique.
- Les bétons de fibres métalliques doivent être utilisés dans les conditions des Avis Techniques en cours de validité les concernant.

Les plans de préconisation de pose relatifs au plancher, établis pour un chantier donné par le tenant de système (de plancher) ou tout autre intervenant, doivent comporter des indications explicites permettant d'identifier précisément les entrevous compatibles avec les poutrelles utilisées sur le chantier en question, compte tenu de l'ensemble des exigences dont le contour de forme, le repos minimal de la feuillure (15 mm tout jeu de pose intégré), la forme la plus évasée dans le cas des planchers comportant plusieurs types de poutrelles, tels que décrits à l'Annexe III du Dossier Technique.

Appréciation globale

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

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

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

La version du DTA n° 3.1/18-957_V1 a introduit l'évolution des gammes de poutrelles Leader : la suppression totale de la gamme 110, la refonte d'autres gammes par la suppression de certaines poutrelles et l'introduction de poutrelles comportant un acier passif en tête. Un tableau d'équivalences des désignations entre le DTA 3/14-771 et la présente version est donné en Annexe de la partie Avis pour les poutrelles conservées. L'association des poutrelles X90 avec les entrevous EMS est visée et constitue une dérogation à la norme NF P19-205.

En complément, le document précise la plage de température pour l'utilisation des entrevous plastiques au § 2.7.2 du Dossier Technique et les conditions d'intégration des coutures au § 2.4.2.1 du Dossier Technique.

1.4. Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé

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.

1.4.1. Caractéristiques des poutrelles Leader

1.4.1.1. Armatures de précontrainte

Tension des armatures de précontrainte :

Les tensions initiale et finale des armatures de précontrainte sont définies dans le tableau ci-dessous pour chaque type de poutrelle :

Poutrelles		Tension initiale (kN)		Tension finale (kN)	
Famille	Type	T 5,2	T 6,85	T 5,2	T 6,85
S120	S125	24,00	31,00	18,96	26,35
	S126	24,00	31,00	18,96	26,35
	S127	24,00	31,00	18,96	26,35
S130	S136	24,00	31,00	18,96	26,35
	S137	24,00	31,00	18,96	26,35
S138	S138	24,00	31,00	18,96	26,35
S140	S146	24,00	31,00	18,96	26,35
S148	S148	24,00	31,00	18,96	26,35
S150	S158	24,00	43,00	18,96	34,83
X90	X 92	24,00		18,96	
	X 93	24,00	48,00	18,96	37,92
X110	X 113	24,00		18,96	
	X 114	24,00		18,96	
	X 115	24,00		18,96	
X140	X 147	21,50	43,00	17,42	34,83

Tableau de correspondance des dénominations

Gamme SE	Gamme LS
115 SE	S125
115 SX	S126
115 SY	S127
136 SE	S136
-	S137
-	S138
146 SE	S146
	S148
158	S158

1.4.1.2. Caractéristiques géométriques et mécaniques des poutrelles

Notations :

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

Le tableau 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. Les caractéristiques géométriques sont déterminées avec homogénéisation des sections d'armatures passives en retenant $n=15$ et sans homogénéisation des sections d'armatures actives. Des valeurs différentes de f_{ck} (supérieures) peuvent être retenues sur la base des certifications d'usine. Les valeurs d'utilisation et les portées limites seront alors évaluées en relation à ces nouvelles valeurs.

Tableau 1 – Caractéristiques des poutrelles Leader

Type de poutrelle	g_1 (daN/ml)	A_c (cm ²)	v_i (cm)	v_s (cm)	i (cm ⁴)	i/v_i (cm ³)	i/v_s (cm ³)	d_p (cm)	Précontrainte finale (MPa)		$f_{ck,p}$ (MPa)	
									σ_s	σ_i		
S125	17,3	71,9	5,03	6,97	937,9	186,5	134,6	3,61	2,81	17,90	60	
S126									2,81	17,90		
S127									2,81	17,90		
S136	21,9	91,4	5,88	7,12	1428,2	242,9	200,6	4,34	3,32	17,67	60	
S137									3,32	17,67		
S138	21,9	105,4	6,61	6,39	1797,4	271,9	281,3	4,34	1,44	18,25	60	
S146	23,1	96,4	6,34	7,66	1762,7	278,0	230,1	4,34	1,70	17,97	60	
S148	23,1	110,4	7,11	6,89	2210,5	311,0	320,7	4,34	0,43	18,36	60	
S158	32,0	133,2	6,38	8,62	2732,0	428,0	317,1	4,58	2,71	17,41	55	
X92	13,0	54,1	3,86	5,34	395,4	102,4	74,1	3,35	4,39	8,90	50	
X93									3,30	6,19		13,63
X113	16,7	69,4	4,77	6,63	815,6	171,1	123,0	3,60	2,79	12,07	55	
X114									3,78	4,80		15,32
X115									4,02	7,89		17,80
X147	23,9	99,6	5,97	8,03	1807,6	303,0	225,0	4,83	6,08	16,82	55	

1.4.2. Longueurs du contour de liaison (dérogation couture)

Famille de Poutrelles	S120	S130	S138	S140	S148	S150
Entrevous de coffrage en béton H<130	-	-	219,0	-	239,1	-
Entrevous de coffrage en béton H160	-	-	223,3	-	243,4	-
Entrevous porteurs en béton	-	-	198,9	-	218,9	-
Entrevous Leader EMS	170,9	205,0	205,0	225,7	225,7	273,7
Entrevous de coffrage simple	156,0	191,0	191,0	211,0	211,0	245,6
Isoleader	146,6	176,0	176,0	196,7	196,7	

Famille de Poutrelles	X90	X110	X140
Entrevous de coffrage en béton H<130	129,4	179,5	246,0
Entrevous de coffrage en béton H160	133,6	183,6	248,5
Entrevous porteurs en béton		179,6	243,9
Entrevous de coffrage simple		140,2	204,0
Entrevous Leader EMX	134,6	182,5	245,5
Entrevous Isoleader SPX	130,0	177,9	240,9
Entrevous Leader EMS	119,3	167,1	233,3
Isoleader		141,1	204,2

1.4.3. Portées limites des montages les plus usuels

Le tableau 2 ci-dessous donne les valeurs de portées maximales (en mètres) et la cause de la limitation pour quelques montages les plus usuels, avec les hypothèses et le cas de charges suivant :

- Classe d'exposition : XC1

- Destination du plancher : Habitation

- Cas de charge :

- Cloisons très légères (**non fragiles**) : $G_3 = 0,40 \text{ kN/m}^2$
- Revêtements de sol (**fragiles**) et plafonds : $G_4 = 1,00 \text{ kN/m}^2$
- Charges d'exploitation : $Q_B = 1,50 \text{ kN/m}^2$

$$\Psi_1 = 0.50$$

$$\Psi_2 = 0.30$$

avec la partie permanente des charges d'exploitation : $g_q = 0,225 \text{ kN/m}^2$

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

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

Les portées limites sont données pour une pose avec étais

NOTATIONS :

- I est le moment d'inertie de la section non fissurée du plancher prise en compte pour le calcul en flexion ;

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

- $M_{fi,c}$: moment fléchissant maximal admissible sous la combinaison caractéristique de charges, vis-à-vis de la contrainte de traction admissible en fibre inférieure de la poutrelle.
- $M_{fi,qp}$: moment fléchissant maximal admissible sous combinaison quasi-permanente, vis-à-vis de la contrainte de traction admissible en fibre inférieure de la poutrelle.
- $M_{Rd,u}$: moment résistant à l'Etat Limite Ultime (article 7.2.2.2 de la NF P19-205) ;
- f_a : flèche active, calculée dans l'hypothèse d'un stockage normal, avec une limitation au 1/500 de la portée (article 8.5.3.3 de la NF P19-205)

Tableau 2 – Portées limites des montages usuels

MONTAGES Hauteur Entrevous	Entraxe [cm]	Type de poutrelle	Portée limite en mètres [critères de limitation]			
			Travée isostatique		Travée de rive en continuité Ma = 0,50 Mo	
			sans armatures transversales		sans armatures transversales	
13+4 Leader EMS	60	X92	3,73	$M_{fi,c}$	3,93	$M_{fi,c}$
		X93	4,41	f_a	4,69	$M_{fi,c}$
	60,3	X113	4,50	f_a	4,76	$M_{fi,c}$
		X114	4,58	f_a	4,91	f_a
		X115	4,65	f_a	4,99	f_a
	60	S125	4,62	f_a	4,96	f_a
	61	S136	4,73	f_a	5,07	f_a
	61	S138	4,73	f_a	5,07	f_a
	61	S146	4,74	f_a	5,08	f_a
61	S148	4,74	f_a	5,08	f_a	
16+4 Leader EMS	60	X92	3,96	$M_{fi,qp}$	4,17	$M_{fi,qp}$
		X93	4,84	$M_{fi,c}$	5,10	$M_{fi,c}$
	60,3	X113	4,85	M_{Rdu}	5,11	M_{Rdu}
		X114	5,15	f_a	5,49	f_a
		X115	5,21	f_a	5,56	f_a
	60	S125	5,22	f_a	5,62	f_a
	61	S136	5,25	f_a	5,66	f_a
	61	S138	5,26	f_a	5,66	f_a
	61	S146	5,25	f_a	5,66	f_a
	61	S148	5,25	f_a	5,65	f_a
65	S158	5,62	f_a	6,05	f_a	
13+4 Isoleader	60	S125	4,68	f_a	5,01	f_a
	60	S136	4,82	f_a	5,16	f_a
	60	S138	4,82	f_a	5,16	f_a
	60	S146	4,83	f_a	5,17	f_a
	60	S148	4,83	f_a	5,17	f_a
	60	X113	4,56	f_a	4,88	f_a
		X114	4,64	f_a	4,97	f_a
		X115	4,71	f_a	5,05	f_a
61,4	X147	4,93	f_a	5,25	f_a	
17+4 Isoleader	60	S125	5,46	f_a	5,88	f_a
	60	S136	5,66	f_a	6,08	f_a
	60	S138	5,67	f_a	6,09	f_a
	60	S146	5,66	f_a	6,09	f_a
	60	S148	5,66	f_a	6,08	f_a

MONTAGES Hauteur Entrevous	Entraxe [cm]	Type de poutrelle	Portée limite en mètres [critères de limitation]			
			Travée isostatique		Travée de rive en continuité Ma = 0,50 Mo	
			sans armatures transversales		sans armatures transversales	

13+4 Leader EMX	60	X92	3,74	$M_{fi,c}$	3,94	$M_{fi,c}$
		X93	4,44	f_a	4,72	$M_{fi,c}$
	60,4	X113	4,53	f_a	4,85	f_a
		X114	4,61	f_a	4,94	f_a
		X115	4,68	f_a	5,02	f_a
	62,2	X147	4,88	f_a	5,24	f_a

16+4 Leader EMX	60	X92	4,07	$M_{fi,qp}$	4,28	$M_{fi,qp}$
		X93	4,95	$M_{fi,c}$	5,21	$M_{fi,c}$
	60,4	X113	4,96	M_{Rdu}	5,22	M_{Rdu}
		X114	5,21	f_a	5,55	f_a
		X115	5,28	f_a	5,62	f_a
	62,2	X147	5,48	f_a	5,85	f_a

13+4 Isoleader SPX	66	X92	3,65	$M_{fi,c}$	3,85	$M_{fi,c}$
		X93	4,36	f_a	4,66	f_a
	66,4	X113	4,41	M_{Rdu}	4,65	M_{Rdu}
		X114	4,52	f_a	4,84	f_a
		X115	4,59	f_a	4,92	f_a
13+5	68,2	X147	4,96	f_a	5,29	f_a

17+4 Isoleader SPX	66	X92	3,98	$M_{fi,qp}$	4,20	$M_{fi,qp}$
		X93	4,86	$M_{fi,c}$	5,12	$M_{fi,c}$
	66,4	X113	4,85	M_{Rdu}	5,11	M_{Rdu}
		X114	5,27	f_a	5,61	f_a
		X115	5,34	f_a	5,69	f_a
	68,2	X147	5,55	f_a	5,95	f_a

MONTAGES Hauteur Entrevous	Entraxe [cm]	Type de poutrelle	Portée limite en mètres [critères de limitation]			
			Travée isostatique		Travée de rive en continuité $M_a = 0,50 M_o$	
			sans armatures transversales		sans armatures transversales	

12+4 Béton	60	S138	4,60	f_a	4,96	f_a
---------------	----	------	------	-------	------	-------

12+4 Béton	58,5	X92	3,45	$M_{fi,qp}$	3,64	$M_{fi,qp}$
		X93	4,13	$M_{fi,c}$	4,35	$M_{fi,c}$
	59,5	X113	4,14	$M_{fi,c}$	4,36	$M_{fi,c}$
		X114	4,46	f_a	4,80	f_a
		X115	4,51	f_a	4,87	f_a

16+4 Béton	60	S138	5,49	f_a	5,94	f_a
	60	S148	5,48	f_a	5,93	f_a

16+4 Béton	58,5	X92	3,73	$M_{fi,qp}$	3,93	$M_{fi,qp}$
		X93	4,59	$M_{fi,qp}$	4,84	$M_{fi,qp}$
	59,5	X113	4,61	M_{Rdu}	4,87	M_{Rdu}
		X114	5,22	$M_{fi,c}$	5,50	$M_{fi,c}$
		X115	5,36	f_a	5,81	f_a
	61,4	X147	5,60	f_a	6,06	f_a

1.4.4. Tableau des valeurs d'utilisation**Tableau 3 – Valeurs d'utilisation**Module $E_{cm} = 39\,000$ MPa

Montage	H _t [cm]	χ [cm]	P _m [daN/m ²]	Type	I [cm ⁴]	V _s [cm]	V _i [cm]	α	α _a	Z [cm]	V _{wu} [daN]	V _{cu} [daN]	V _{pu} [daN]	M _{bc} [daN,m]	M _{b,qp} [daN,m]	M _{fa,0} [daN,m]	M _{fi,0} [daN,m]	M _{fi,qp} [daN,m]	M _{fi,c} [daN,m]	M _{Rdu} [daN,m]
13+4 EMS	17	59,9	191	X92 X93	6194	4,05	12,95	4,67 4,67	2,54 2,42	12,6	1036	1144	876 963	2292	1719	449 683	426 652	439 666	542 773	715 1056
13+4 EMS	17	60,3	193	X113 X114 X115	6783	4,28	12,72	3,12	2,15	12,3	1417	1491	1066 1066 1202	2376	1782	661 853 1016	644 817 949	660 833 966	779 952 1090	1042 1357 1646
13+4 EMS	17	60,0	192	S125	6757	4,29	12,71	2,85	2,04	12,2	1444	1549	1152	2361	1771	971	952	968	1091	1713
13+4 EMS	17	61,0	195	S136	7286	4,48	12,52	2,39	1,88	12,0	1697	1779	1483	2442	1832	1070	1028	1046	1180	1925
13+4 EMS	17	61,0	195	S138	7303	4,52	12,48	2,15	1,79	11,8	1671	1751	1493	2424	1818	1091	1068	1085	1221	2096
13+4 EMS	17	61,0	195	S146	7264	4,46	12,54	2,08	1,70	12,0	1893	1956	1453	2443	1832	1078	1041	1058	1192	1925
13+4 EMS	17	61,0	195	S148	7264	4,47	12,53	1,86	1,59	12,0	1889	1951	1454	2440	1830	1090	1064	1082	1216	2017
16+4 EMS	20	60,0	227	X92 X93	9545	4,58	15,42	6,05	3,19 3,03	15,3	1256	1387	1093 1202	3123	2343	564 856	551 844	569 862	702 1000	876 1294
16+4 EMS	20	60,3	229	X113 X114 X115	10588	4,91	15,09	4,10	2,74	14,8	1704	1793	1352 1352 1524	3234	2426	845 1090 1299	847 1075 1249	868 1096 1270	1025 1253 1434	1283 1678 2047
16+4 EMS	20	60,0	228	S125	10575	4,94	15,06	3,77	2,62	14,7	1730	1856	1467	3211	2408	1246	1257	1279	1441	2112
16+4 EMS	20	61,0	232	S136	11546	5,22	14,78	3,22	2,45	14,2	2009	2107	1916	3315	2486	1397	1381	1405	1585	2404
16+4 EMS	20	61,0	232	S138	11700	5,34	14,66	2,94	2,37	13,8	1953	2048	1960	3283	2463	1448	1457	1481	1665	2866
16+4 EMS	20	61,0	232	S146	11506	5,22	14,78	2,80	2,22	14,2	2204	2276	1880	3303	2478	1409	1399	1423	1603	2404
16+4 EMS	20	61,0	232	S148	11582	5,31	14,69	2,53	2,11	13,8	2155	2226	1906	3273	2455	1442	1448	1472	1654	2739
16+4 EMS	20	65,0	247	S158	15046	5,79	14,21	2,47	1,98	14,4	2724	2813	2526	3900	2925	1904	1843	1875	2111	3059

Montage	H _t [cm]	χ [cm]	P _m [daN/m ²]	Type	I [cm ⁴]	V _s [cm]	V _i [cm]	α	α _a	Z [cm]	V _{wu} [daN]	V _{cu} [daN]	V _{pu} [daN]	M _{bc} [daN,m]	M _{b,qp} [daN,m]	M _{fa,0} [daN,m]	M _{fi,0} [daN,m]	M _{fi,qp} [daN,m]	M _{fi,c} [daN,m]	M _{Rdu} [daN,m]
13+4 Isoleader	17	60,0	176	S125	6757	4,29	12,71	2,85	2,04	12,2	1238	1342	1107	2361	1771	971	952	968	1091	1713
13+4 Isoleader	17	60,0	175	S136	7255	4,51	12,49	2,39	1,88	12,0	1458	1546	1415	2413	1810	1069	1026	1044	1178	1923
13+4 Isoleader	17	60,0	175	S138	7271	4,55	12,45	2,15	1,79	11,8	1436	1523	1425	2395	1797	1090	1066	1084	1219	2091
13+4 Isoleader	17	60,0	175	S146	7233	4,50	12,50	2,08	1,70	12,0	1653	1736	1372	2414	1810	1077	1039	1057	1190	1923
13+4 Isoleader	17	60,0	175	S148	7250	4,54	12,46	1,96	1,66	11,8	1627	1710	1381	2396	1797	1091	1068	1085	1220	2091
13+4 Isoleader	17	60,0	175	X113 X114 X115	6775	4,29	12,71	3,12	2,15	12,3	1196	1271	981 981 1105	2368	1776	661 853 1016	644 817 949	659 833 965	778 952 1090	1042 1357 1645
13+4 Isoleader	17	61,4	181	X147	7910	4,62	12,38	2,11	1,67	12,2	1744	1800	1218	2570	1928	1165	1075	1093	1236	2093
17+4 Isoleader	21	60,0	225	S125	12084	5,12	15,88	4,08	2,81	15,5	1567	1698	1493	3541	2656	1340	1362	1386	1561	2245
17+4 Isoleader	21	60,0	225	S136	13203	5,47	15,53	3,50	2,65	15,0	1819	1929	1932	3618	2714	1509	1503	1528	1725	2561
17+4 Isoleader	21	60,0	225	S138	13432	5,62	15,38	3,21	2,57	14,5	1765	1872	1989	3587	2690	1572	1593	1620	1821	3136
17+4 Isoleader	21	60,0	225	S146	13165	5,48	15,52	3,05	2,40	14,9	2020	2122	1880	3602	2701	1524	1524	1550	1746	2561
17+4 Isoleader	21	60,0	225	S148	13296	5,59	15,41	2,77	2,29	14,5	1970	2069	1915	3568	2676	1567	1584	1611	1810	2995

Montage	H _t [cm]	χ [cm]	P _m [daN/m ²]	Type	I [cm ⁴]	V _s [cm]	V _i [cm]	α	α _a	Z [cm]	V _{wu} [daN]	V _{cu} [daN]	V _{pu} [daN]	M _{bc} [daN,m]	M _{b,qp} [daN,m]	M _{fa,0} [daN,m]	M _{fi,0} [daN,m]	M _{fi,qp} [daN,m]	M _{fi,c} [daN,m]	M _{Rdu} [daN,m]
13+4 EMX	17	60,0	180	X92 X93	6196	4,05	12,95	4,67	2,54 2,42	12,6	1170	1228	926 1019	2295	1721	449 683	426 652	439 666	542 773	715 1056
13+4 EMX	17	60,4	182	X113 X114 X115	6785	4,28	12,72	3,12	2,15	12,3	1548	1478	1126 1126 1269	2377	1782	661 853 1017	644 817 949	660 833 966	779 952 1091	1043 1357 1646
13+4 EMX	17	62,2	189	X147	7935	4,60	12,40	2,11	1,67	12,2	2097	1742	1399	2590	1942	1166	1076	1095	1238	2095
16+4 EMX	20	60,0	203	X92 X93	9547	4,59	15,41	6,05	3,20 3,04	15,3	1419	1490	1161 1277	3119	2339	564 856	551 844	569 863	702 1001	876 1295
16+4 EMX	20	60,4	206	X113 X114 X115	10587	4,93	15,07	4,11	2,75	14,8	1863	1777	1436 1436 1618	3221	2416	846 1092 1301	848 1076 1250	869 1097 1272	1026 1254 1436	1283 1678 2047
16+4 EMX	20	62,2	214	X147	12454	5,39	14,61	2,81	2,17	14,5	2450	2029	1804	3468	2601	1510	1434	1459	1649	2652
13+4 SPX	17	66,0	170	X92 X93	6321	3,89	13,11	4,71	2,56 2,44	12,6	1133	1197	915 1006	2435	1826	452 687	429 657	443 671	547 779	717 1059
13+4 SPX	17	66,4	172	X113 X114 X115	6933	4,12	12,88	3,15	2,16	12,3	1511	1479	1114 1114 1255	2524	1893	666 859 1023	650 825 958	666 841 975	786 961 1100	1045 1362 1654
13+5 SPX	18	68,2	202	X147	9521	4,65	13,35	2,35	1,84	12,9	2152	1838	1508	3073	2305	1282	1200	1221	1380	2295
17+4 SPX	21	66,0	209	X92 X93	11047	4,55	16,45	6,56	3,43 3,26	16,2	1454	1536	1221 1343	3646	2734	606 918	597 915	617 935	761 1085	930 1377
17+4 SPX	21	66,4	211	X113 X114 X115	12336	4,88	16,12	4,47	2,97	15,7	1921	1881	1518 1518 1711	3790	2842	913 1178 1403	924 1173 1362	947 1195 1386	1118 1366 1564	1366 1790 2188
17+4 SPX	21	68,2	219	X147	14616	5,36	15,64	3,08	2,35	15,2	2522	2155	1917	4089	3067	1638	1572	1600	1809	2852

Montage	H _t [cm]	χ [cm]	P _m [daN/m ²]	Type	I [cm ⁴]	V _s [cm]	V _i [cm]	α	α _a	Z [cm]	V _{wu} [daN]	V _{cu} [daN]	V _{pu} [daN]	M _{bc} [daN,m]	M _{b,qp} [daN,m]	M _{fa,0} [daN,m]	M _{fi,0} [daN,m]	M _{fi,qp} [daN,m]	M _{fi,c} [daN,m]	M _{Rdu} [daN,m]
12+4 Béton	16	60,0	247	S138	6111	4,27	11,73	1,92	1,61	11,2	1712	1514	1386	2147	1610	983	950	966	1087	1860
12+4 Béton	16	58,5	243	X92 X93	5227	3,90	12,10	4,22	2,33	11,7	1047	1309	832 916	2008	1506	411 626	385 589	397 602	490 698	662 976
12+4 Béton	16	59,5	246	X113 X114 X115	5715	4,09	11,91	2,80	1,96	11,5	1426	1445	1016 1016 1145	2098	1574	602 777 926	579 735 854	593 749 868	700 856 980	962 1249 1511
16+4 Béton	20	60,0	295	S138	11629	5,43	14,57	2,94	2,37	13,9	2137	1933	2049	3213	2410	1449	1456	1481	1665	2860
16+4 Béton	20	60,0	295	S148	11514	5,39	14,61	2,53	2,11	13,9	2335	1975	2001	3205	2403	1443	1447	1471	1653	2733
16+4 Béton	20	58,5	290	X92 X93	9497	4,65	15,35	6,04	3,19	15,3	1408	1771	1155 1271	3063	2297	564 856	551 843	568 861	701 999	875 1294
16+4 Béton	20	59,5	294	X113 X114 X115	10549	4,97	15,03	4,10	2,75	14,8	1875	1944	1441 1441 1625	3186	2390	845 1091 1300	847 1075 1249	868 1096 1270	1025 1253 1434	1283 1677 2045
16+4 Béton	20	61,4	300	X147	12411	5,42	14,58	2,81	2,16	14,5	2482	2205	1834	3435	2576	1508	1432	1457	1647	2650

1.4.5. Vérification des poutrelles en phase provisoire : valeurs résistantes

Les valeurs des moments résistants de calcul M_{Rd} des poutrelles sont données dans les certificats associés aux poutrelles.

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

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

Notations :

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

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

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

Type de poutrelle	i_b (cm ⁴)	b_w (cm)	S_b (cm ³)	i_b/S_b (cm)	$f_{ctd,7j}$ (MPa)	σ_{cp} (MPa)	$V_{Rd,c}$ (daN)
S125	971	4,0	116,8	8,31	2,13	13,2	962
S126	971	4,0	116,8	8,31	2,13	13,2	962
S127	971	4,0	116,8	8,31	2,13	13,2	962
S136	1472	5,0	156,0	9,44	2,13	12,8	1376
S137	1472	5,0	156,0	9,44	2,13	12,8	1376
S138	1611	5,0	166,4	9,68	2,13	11,1	1410
S146	1814	5,4	189,2	9,59	2,13	12,1	1526
S148	1982	5,4	203,7	9,73	2,14	10,6	1554
S158	2792	6,0	248,7	11,22	2,04	12,9	1968
X92	398	3,9	64,0	6,22	1,83	8,2	517
X93	401	3,9	64,8	6,19	1,95	12,2	565
X113	829	4,3	106,8	7,76	1,92	9,5	786
X114	842	4,3	108,4	7,77	1,99	12,7	880
X115	842	4,3	108,5	7,76	2,16	15,9	1008
X147	1862	5,4	194,4	9,58	2,02	13,9	1539

1.4.6. Non traditionnalités du procédé

La non traditionnalité du procédé résulte soit de la non-conformité de la poutrelle au NF DTU 23.5 soit de la non-conformité du montage au NF DTU 23.5. Le détail des non traditionnalités est récapitulé dans les tableaux suivants.

1.4.6.1. Examen la non traditionnalité des poutrelles :

Famille de poutrelles	Raison de la non traditionnalité (dérogations à la norme NF EN 15037-1)
S138	En raison de l'utilisation de toron T12.5 en partie supérieure (non conforme à l'exigence définie au § 3.1 du DTU 23.5 P1-2).
S148	En raison de l'utilisation de toron T12.5 en partie supérieure (non conforme à l'exigence définie au § 3.1 du DTU 23.5 P1-2).
X90	Non conforme pour 2 raisons : <ul style="list-style-type: none"> le non respect de la dimension minimale de l'âme de 4 cm en valeur nominale ; de l'absence de référence pour la valeur de la contrainte admissible pour vérification du monolithisme.
X110	En raison de l'absence de référence pour la valeur de la contrainte admissible nécessaire pour la vérification du monolithisme.
X140	En raison de l'absence de référence pour la valeur de la contrainte admissible nécessaire pour la vérification du monolithisme.

1.4.6.2. Examen de la non traditionnalité des montages :

Montage avec entrevous	Raison de la non traditionnalité (dérogations au NF DTU23.5 et à la norme NF P19-205)
Leader EMX (polypropylène)	Non traditionnel pour 2 raisons : <ul style="list-style-type: none"> le non-respect de l'épaisseur minimale de la dalle de compression fixée à 5 cm dans le cas des entrevous de coffrage simple ; la forme du clavetage non conforme aux exigences définies dans la norme NF P 19-205 pour vérifier le monolithisme.
Isoleader SPX (PSE)	Non traditionnel pour 2 raisons : <ul style="list-style-type: none"> le non-respect de l'épaisseur minimale de la dalle de compression fixée à 5 cm dans le cas des entrevous de coffrage simple ; la forme du clavetage non conforme aux exigences définies dans la norme NF P19-205 pour vérifier le monolithisme.
Leader EMS EMS + 4 (polypropylène)	Non traditionnel en raison du non-respect de l'épaisseur minimale de la dalle de compression fixée à 5 cm dans le cas des entrevous de coffrage simple.
Leader EMS EMS + [h0 ≥ 5] (polypropylène)	Non traditionnel dans le cas de l'association avec les poutrelles S138 et S148, X90, X110 et X140 non conformes au NF DTU 23.5 (cf. tableau précédent).
Isoleader Isoleader + 4 (PSE)	Non traditionnel en raison du non-respect de l'épaisseur minimale de la dalle de compression fixée à 5 cm dans le cas des entrevous de coffrage simple.
Isoleader Isoleader + [h0 ≥ 5] (PSE)	Non traditionnel en raison de la problématique de dérogation couture pour les poutrelles de hauteur inférieure à 140 mm. Et pour celles qui autoriseraient la dérogation couture, le mode de calcul des contours de liaison (avec détermination de la longueur moyenne). Le cas de la poutrelle S148 étant écarté du fait de la poutrelle non conforme au NF DTU 23.5.
Entrevous béton	Non traditionnel dans le cas de l'association avec les poutrelles S138 et S148, X90, X110 et X140 non conformes au NF DTU 23.5 (cf. tableau précédent).
Entrevous en terre cuite	Non traditionnel dans le cas de l'association avec les poutrelles S138 et S148, X90, X110 et X140 non conformes au NF DTU 23.5 (cf. tableau précédent).
Poutrelle X90 avec planchers d'épaisseur ≤ 280 mm	Non traditionnel pour 2 raisons : <ul style="list-style-type: none"> l'exclusion pour le type de poutrelle (cf. ci-avant) ; le non-respect du critère de limitation à 2,5 fois la hauteur de la poutrelle pour les planchers dérogation couture limité par ailleurs aux montages à entrevous résistants.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire :

Société KP1 R&D.
Quartier de la Grave
Route Départementale 26
FR - 30131 PUJAUT
Tél. : 04 90 15 25 00
Internet : www.kp1.fr

2.2. 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.

2.3. Domaine d'emploi

Le domaine d'emploi des planchers « Leader » est celui défini au chapitre 1 du NF DTU 23.5 P1-1 « Planchers à poutrelles en béton », domaine englobant les utilisations courantes telles que les planchers sur vides sanitaires, hauts de caves et sous-sols, étages courants, planchers terrasses, planchers de combles, utilisés en maisons individuelles, immeubles collectifs, groupes scolaires, bâtiments hospitaliers, bureaux, commerces etc. situés en toutes zones géographiques, sismiques ou non.

Les poutrelles X90 peuvent bénéficier de la dérogation couture dans les planchers dont la hauteur n'excède pas 280 mm.

Note : dans le cas d'un montage bénéficiant de la dérogation couture, le contour de liaison prend en compte la largeur au sommet de la poutrelle augmentée de la longueur mesurée sur les flancs jusqu'aux niveaux limites tels que définis au § 7.3.1.2.2 de la norme NF P19-205.

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

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

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

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

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

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

2.4. Description du procédé de plancher

2.4.1. Définition des matériaux

2.4.1.1. Armatures de précontrainte

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

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

- Type 1 : toron T 5,2 - 2160 – TBR
 - diamètre nominal : Dn = 5,2 mm
 - section nominale : Sa = 13,6 mm²

- force de rupture garantie : $F_{pk} = 29,4$ kN
- limite conventionnelle d'élasticité : $F_{p0,1k} = 26,2$ kN
- Type 2 : toron T 6,85 - 2060 - TBR
 - diamètre nominal : $D_n = 6,85$ mm
 - section nominale : $S_a = 28,2$ mm²
 - force de rupture garantie : $F_{pk} = 58,0$ kN
 - limite conventionnelle d'élasticité : $F_{p0,1k} = 51,3$ kN
- Type 3 : toron T 12,5 - 1860 - TBR
 - diamètre nominal : $D_n = 12,5$ mm
 - section nominale : $S_a = 93,0$ mm²
 - force de rupture garantie : $F_{pk} = 173,0$ kN
 - limite conventionnelle d'élasticité : $F_{p0,1k} = 154,0$ kN

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

- T 6,85 - 2160 - TBR
 - diamètre nominal : $D_n = 6,85$ mm
 - section nominale : $S_a = 28,2$ mm²
 - force de rupture garantie : $F_{pk} = 60,9$ kN
 - limite conventionnelle d'élasticité : $F_{p0,1k} = 54,2$ kN

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

- $\phi 5$ de classe de résistance au moins égale à 1670 MPa en remplacement du T 5,2 - 2160 - TBR
- $\phi 7$ de classe de résistance au moins égale à 1570 MPa en remplacement du T 6,85 - 2060 - TBR

La tension initiale des armatures et la position de l'axe des armatures restent dans tous les cas inchangées.

2.4.1.2. Armatures complémentaires

Dans les poutrelles :

- coutures et étriers en acier B 400 ou B 500

Dans le béton coulé en œuvre :

- pour le ferrailage des dalles de répartition : treillis soudé B 500 dont l'espacement maximal des armatures est de 25 cm pour celles perpendiculaires aux nervures et 33 cm pour celles parallèles aux nervures, renforts en acier HA B 400 ou B 500 ;
- armatures en chapeaux : treillis soudé B 500, barres en acier lisse B 235, en acier HA B 400 ou B 500.

2.4.1.3. Béton de poutrelle

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

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

2.4.1.4. Béton coulé en œuvre

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

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

L'utilisation des bétons autoplaçants est possible moyennant le respect des prescriptions définies au § 2.9.4.1.

2.4.2. Description des éléments

2.4.2.1. Poutrelles

Les poutrelles sont en béton précontraint par armatures adhérentes. Leur section est en T inversé. L'âme des poutrelles Leader X est surmontée d'une tête avec un débord de 5 mm. L'âme des autres poutrelles 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 Leader S et Leader X existent en neuf familles dont les principales caractéristiques géométriques sont indiquées dans le tableau suivant.

Les poutrelles Leader X90 sont dépourvues d'armatures transversales (coutures ou étriers). Dans le cas de montages avec entrevous de coffrage simple, elles peuvent être associées à des entrevous Isoleader SPX, Leader EMS et EMX.

Famille	Hauteur [mm]	Largeur talon [mm]	Poids [daN/m]
S120	120	95	17,3
S130	130	100	21,9
S138	130	100	21,9
S140	140	100	23,1
S148	140	100	23,1
S150	150	140	32,0
X90	92	85	13,0
X110	114	95	16,7
X140	140	114	23,9

Pour les poutrelles des familles S120, S130, S140, S150, X90, X110 et X140, la dénomination complète est obtenue en reprenant le code famille et substituant au dernier chiffre (le zéro), un chiffre permettant d'identifier le ferrailage de la poutrelle. Les poutrelles S125, S126, S127 ont la même géométrie et les mêmes ferrillages, elles se différencient par leurs valeurs de moments résistants en phase provisoire. Il en va de même pour les poutrelles S136 et S137.

Exemples :

- La poutrelle X115 est précontrainte avec 5 torons T 5,2-2160-TBR ;
- La poutrelle X147 est précontrainte à l'aide de 3 torons T 5,2-2160-TBR et 2 torons T 6,85-2060-TBR.

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

Les coutures peuvent être incorporées aux poutrelles dont la largeur d'âme est d'au moins 43 mm.

Différents types d'armatures et leur disposition dans les poutrelles sont illustrés en Annexe II du Dossier Technique.

Ces éléments, réalisés à partir d'armatures de diamètre $\varnothing 4$ ou $\varnothing 5$ mm, se présentent sous la forme :

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

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

Famille	Armatures transversales	
	$\varnothing 4$	$\varnothing 5$
S120	non	non
S130	oui	oui
S138	non	non
S140	oui	oui
S148	non	non
S150	oui	oui
X90	non	non
X110	oui	non
X140	oui	oui

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.

2.4.2.2. Entrevous en béton

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

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

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

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

Entrevous de coffrage résistant

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

Entrevous porteurs simples

Généralement en béton de granulats courants, ils sont destinés à une intégration dans un plancher démuné 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 jointolement des entrevous pour la transmission des forces de compression.

2.4.2.3. Entrevous en terre cuite

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

Les prescriptions de formes en Annexe III du Dossier Technique définissent les dimensions minimales des clavetages devant être respectées par les entrevous destinés à des montages autorisant l'allongement du contour de liaison conformément au § 5.2.2.1 de la norme NF P19-205. .

Entrevous de coffrage résistant

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

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

Entrevous porteurs simples

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

Entrevous porteurs à table de compression incorporée

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

2.4.2.4. Entrevous et tympans Leader EMS et EMX

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Les dimensions extérieures des EMS sont de 1216 mm × 552 mm, pour une longueur utile de 1200 mm après clipsage des entrevous.

Les dimensions extérieures des EMX sont de 1210 mm × 553 mm, pour une longueur utile de 1200 mm après clipsage des entrevous.

Les éléments EMS 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 avec les poutrelles S120, 610 mm avec les poutrelles S130, S138, S140 ou S148 et 650 mm avec les poutrelles S150.

Les éléments EMX viennent en appui sur le talon de la poutrelle. En ménageant un jeu de 4 mm par rapport à l'âme de cette dernière, la largeur de 553 mm permet d'obtenir les entraxes de 600 mm avec les poutrelles X90, 604 mm avec les poutrelles X110, 622 mm avec les poutrelles X140.

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

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

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

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

2.4.2.5. 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 du Dossier Technique.

Cette 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 et Isoleader SPX

Ces entrevous sont décrits en Annexe III du Dossier Technique.

L'entrevous Isoleader SPX en polystyrène moulé est uniquement destiné aux poutrelles Leader X. Deux inserts plastique sont surmoulés au niveau de la zone d'appui des poutrelles afin d'assurer la résistance mécanique requise.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Les performances thermiques des entrevous Isoleader et Isoleader SPX sont données dans les certificats NF.

Entrevous polystyrène à sous-face plâtre

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

Autres composants d'isolation

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

Il s'agit par exemple de :

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

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

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

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

Rehausses

En complément des entrevous 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).

2.5. 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.

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.

Les armatures de Type 3 (T12,5) positionnées en partie supérieure de la poutrelle sont légèrement tendues pour assurer leur maintien lors du coulage (tension initiale n'excédant pas 5 kN).

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

2.6. Contrôles de fabrication

2.6.1. 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 NF et les poutrelles font l'objet d'un certificat NF.

Les poutrelles sont soumises pour la mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 13 décembre 2010. Ces produits sont assortis du marquage CE accompagné des informations prévues par la norme européenne NF EN 15037-1.

La poutrelle X90 présente une largeur nominale d'âme de 39 mm, inférieure à la valeur minimale (40 mm) définie au § 4.3.1.3 de la NF EN 15037-1. Compte tenu de tolérances de fabrication réduites (+5/-2 mm), la largeur minimale effective n'est pas inférieure à la dimension nominale de la norme réduite de la tolérance en moins. En conséquence de quoi, la poutrelle peut être marquée CE.

La tolérance sur le positionnement des grecques de couture est de ± 4 mm dans les poutrelles dont la largeur d'âme est de 43 mm.

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.

2.6.2. Entrevous Leader EMS et EMX

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

2.6.3. Entrevous en polystyrène

Les produits sont contrôlés suivant le référentiel de certification NF 547 en vigueur et font l'objet d'un certificat NF.

2.7. Mise en œuvre

2.7.1. Généralités

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

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

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

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

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

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

2.7.2. Planchers avec entrevous EMS et EMX

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

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

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

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

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

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

En rive de plancher, lorsque la largeur à couvrir ne permet pas d'utiliser un entrevous entier ; il est nécessaire de procéder à la coupe longitudinale des entrevous. Les modules sont découpés en veillant à assurer une profondeur minimale d'appui de 30 mm sur le support. Les entrevous sont maintenus en place par un dispositif de fixation au support, situé en fond de nervure (au minimum 3 points de fixation par entrevous de 1,20 m).

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

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

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

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

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

2.7.3. Planchers à isolation thermique

Dans le cas d'emploi d'entrevous Leader EMS ou EMX, d'entrevous en béton, en terre cuite, 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'étalement diffère suivant que nous considérons 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'étalement doivent présenter une largeur suffisante pour ne pas altérer les languettes. Elles sont mises en contact de la sous-face du plancher et l'étalement 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.

2.7.4. Réalisation des chaînages transversaux intermédiaires

Ils sont réalisés en respectant les prescriptions de l'article 5.5.1.8 du NF DTU 23.5 P1-1.

2.7.5. Réalisation des chaînages, chevêtres et trémies

Les trémies et chevêtres, sont réalisés en respectant les prescriptions de l'article 5.5.1.4 du NF DTU 23.5 P1-1.

Les chaînages, au niveau des planchers, sont réalisés en respectant les prescriptions de l'article 5.5.1.7 du NF DTU 23.5 P1-1.

2.7.6. Réalisation des encorbellements

Ils sont réalisés en respectant les prescriptions de l'article 6.2 du NF DTU 23.5 P1-1..

2.7.7. Réalisation des continuités

Ils sont réalisés en respectant les prescriptions de l'article 5.5.1.2 du NF DTU 23.5 P1-1.

2.8. Finitions

Sols

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

Plafonds

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

Le procédé permet également de suspendre des plafonds rapportés par l'intermédiaire, soit de pitons à bascule sur la paroi inférieure des entrevous, soit d'ancres spécialement conçues pour être introduites dans les joints entre entrevous.

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

2.9. Conception et calculs

2.9.1. Généralités

La conception et le calcul des montages sont effectués selon la norme NF P19-205 en tenant compte des amendements définis au paragraphe 2.9.4 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 de la partie Avis fournit, dans le cas de montages les plus courants, les caractéristiques nécessaires au dimensionnement de ces planchers.

2.9.2. Conditions d'emploi du plancher avec entrevous Leader EMS et EMX

Généralités

Comme nous l'avons indiqué plus haut, les entrevous Leader EMS et Leader EMX sont à considérer comme entrevous de coffrage simple au sens du NF DTU 23.5 et de la norme NF P19-205.

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

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

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

Le plénum peut être traversé par des conduits, tels que canalisations d'eau (en charge ou d'évacuation) ou canalisations électriques, sous réserve qu'ils ne présentent pas de risque du point de vue de la sécurité incendie. Le passage de canalisations de gaz dans le plénum est formellement interdit. Les percements de l'écran autorisés sont ceux, nécessaires au passage des canalisations et ajustés au diamètre de ces dernières.

Conditions d'emploi des entrevous Leader EMS EcoVS et Leader EMX EcoVS

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

Conditions d'emploi des entrevous Leader EMX ignifugé

Les entrevous Leader EMX ignifugé peuvent être employés sans écran protecteur dans les planchers sur vide sanitaire sans restriction du domaine d'emploi général.

Dans les bâtiments d'habitation de la 1^o, 2^o, 3^o et 4^o 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 (§ 2.9.1).

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.

2.9.3. Conditions d'emploi du plancher avec entrevous Isoleader et Isoleader SPX

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

Le profil extérieur de l'entrevous Isoleader autorise la dérogation couture avec l'ensemble des poutrelles, excepté la poutrelle X90.

Le profil extérieur de l'entrevous Isoleader SPX autorise la dérogation couture avec les poutrelles de la gamme Leader X.

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.

2.9.4. Vérifications d'un montage de plancher

2.9.4.1. Planchers avec béton auto-plaçant (BAP)

Les vérifications sont réalisées suivant les prescriptions de la norme NF P19-205 et du présent Avis Technique. Dans le cas des BAP dont le volume de granulats est supérieur à 66 %, l'évaluation des déformations est réalisée en considérant un module moyen de déformation longitudinale différé du béton E_v déterminé selon le paragraphe « Flexibilité » de l'Avis.

2.9.4.2. Efforts tranchants résistants

Les contraintes de cisaillement admissibles sont déterminées conformément à l'article 7.3 de la norme NF P19-205

En particulier la valeur de calcul de la contrainte de cisaillement à l'interface est donnée par le tableau 3 de la norme EN 15037-1 en retenant l'état de surface de type C_{3a}.

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

2.9.4.2.1. Cas particulier des planchers à entrevous EMX et entrevous Isoleader SPX

En complément des indications définies ci-avant pour le cas général, la vérification d'un plancher à poutrelles Leader X associées à des entrevous EMX est réalisée comme suit.

Vis-à-vis des vérifications de la ligne de moindre résistance à l'effort tranchant et de la longueur de collage, le niveau 0 est défini comme le niveau pour lequel la largeur entre poutrelle et entrevous est égale à 2 cm.

Les valeurs de contraintes admissibles pour le collage, pour le béton de chantier ainsi que pour le béton de poutrelles sont identiques à celles définies dans le cas général.

2.9.4.2.2. 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 définies au § 5.2.2.2 de la norme NF P19-205 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.

2.9.4.3. Vérifications à la mise en œuvre

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

Les valeurs de moment résistant de calcul M_{Rd} sont données dans les certificats NF.

Les valeurs de $V_{Rd,C}$ sont déterminées avec les caractéristiques mécaniques des poutrelles données dans le Tableau du § 1.4.5 en annexe de la partie Avis.

2.9.4.4. Gains et canalisations incorporées

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

2.9.4.5. Vérifications du monolithisme en zone sismique

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

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

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

Cette disposition s'applique pour les bâtiments :

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

Ou

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

2.10. Résultats expérimentaux

2.10.1. Essais mécaniques

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

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

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

Essais de push-out sur clavetages : mesures comparatives de la résistance de la liaison poutrelle - béton complémentaire réalisées sur géométrie standard et sur le profil Isoleader. Ces essais ont été réalisés en mars et avril 2001 à l'Ecole des Mines d'Alès (rapports 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).

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

Essais de chargement concentré statique pour vérifier le comportement vis à vis de la dérogation couture pour le domaine d'emploi revendiqué (planchers de 17, 24, et 28 cm).

Ces essais ont été réalisés au Cerib en juillet 2011 (rapport d'essai n°11 DRI 594).

Essais de comportement sismique de planchers à poutrelles type 92 et entrevous EMX 13.

Ces essais ont eu lieu du 03 au 18 février 2011 dans le Laboratoire Structures du Département Sécurité, Structures et Feu, au Centre de Recherche du CSTB de Marne-La-Vallée (RAPPORTS D'ESSAIS N° EEM 11 26026646/A et n° EEM 11 26026646/B).

Essais de push-out sur clavetages : mesures comparatives de la résistance de la liaison poutrelle - béton complémentaire réalisées sur poutrelles Leader et poutrelles X90 associées à des entrevous EMS formant une section de clavetage réduite. Rapport du LMCC de l'Université Claude Bernard Lyon 1 : essais de clavage: Caractérisation par Essais Push-Out de 2 types de poutrelles Leader et X92 en cisaillement - Avril 2017 - version 2.

2.10.2. Essais au feu

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

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

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

Les entrevous en polystyrène bénéficient :

- de rapports de classement justifiant un classement de réaction au feu E :
 - n° RA14-0191 en date du 09/10/2014 et P171444 DE/2 en date du 11/07/2017, pour les entrevous Isoleader Igni
 - P171444 DE/5 en date du 11/07/2017 pour les entrevous Isoleader SPX Décor Igni
- de rapports d'essais justifiant un classement de réaction au feu M1 :
 - n° P151122 DE/1 en date du 28/12/2015 et n° P171442 DE/3 en date du 03/07/2017 pour les entrevous Isoleader Igni
 - n° P171442 DE/1 en date du 03/07/2017 et n° P171442 DE/2 en date du 03/07/2017 pour les entrevous Isoleader SPX Décor Igni

2.10.3. Etude sismique

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

2.11. Références

2.11.1. Données Environnementales¹

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

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

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

2.11.2. Autres références

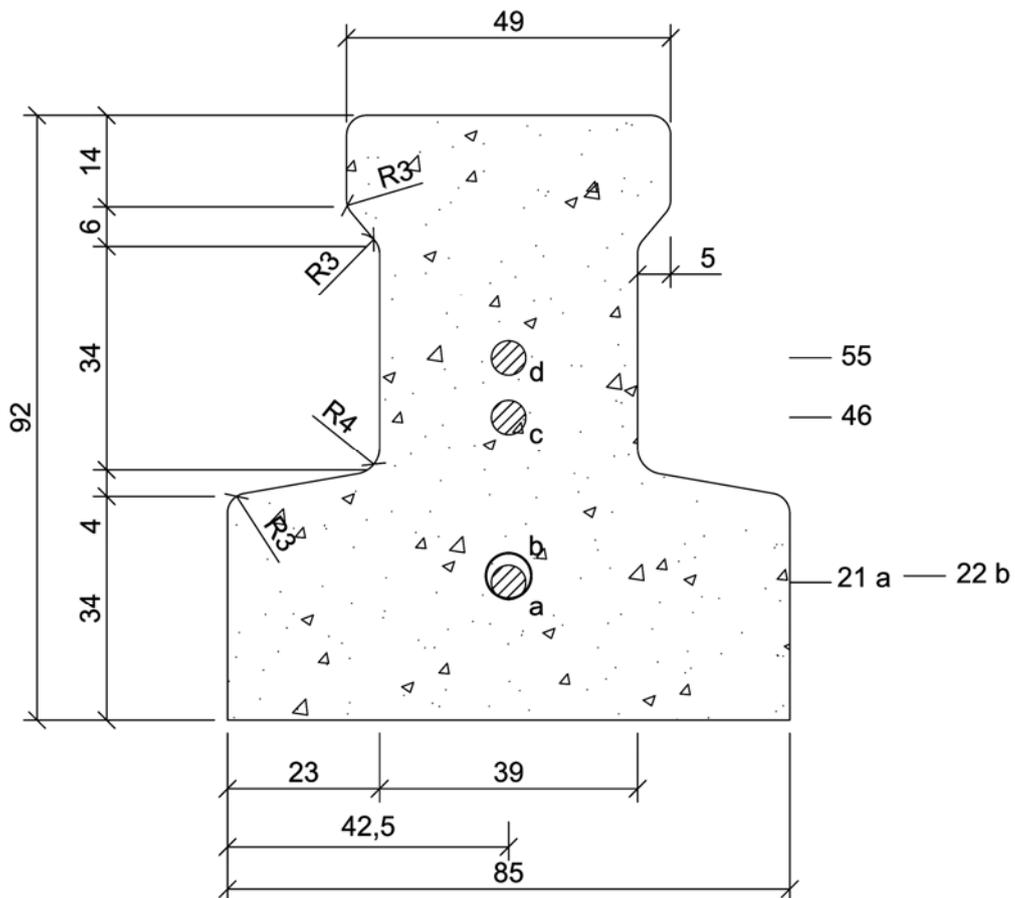
Les planchers « Leader » sont fabriqués depuis fin 1999. Leur mise en œuvre à fin 2017 représentait plus de 100 000 000 m².

2.12. Annexes du Dossier Technique

ANNEXE I – Caractéristiques géométriques des poutrelles Leader

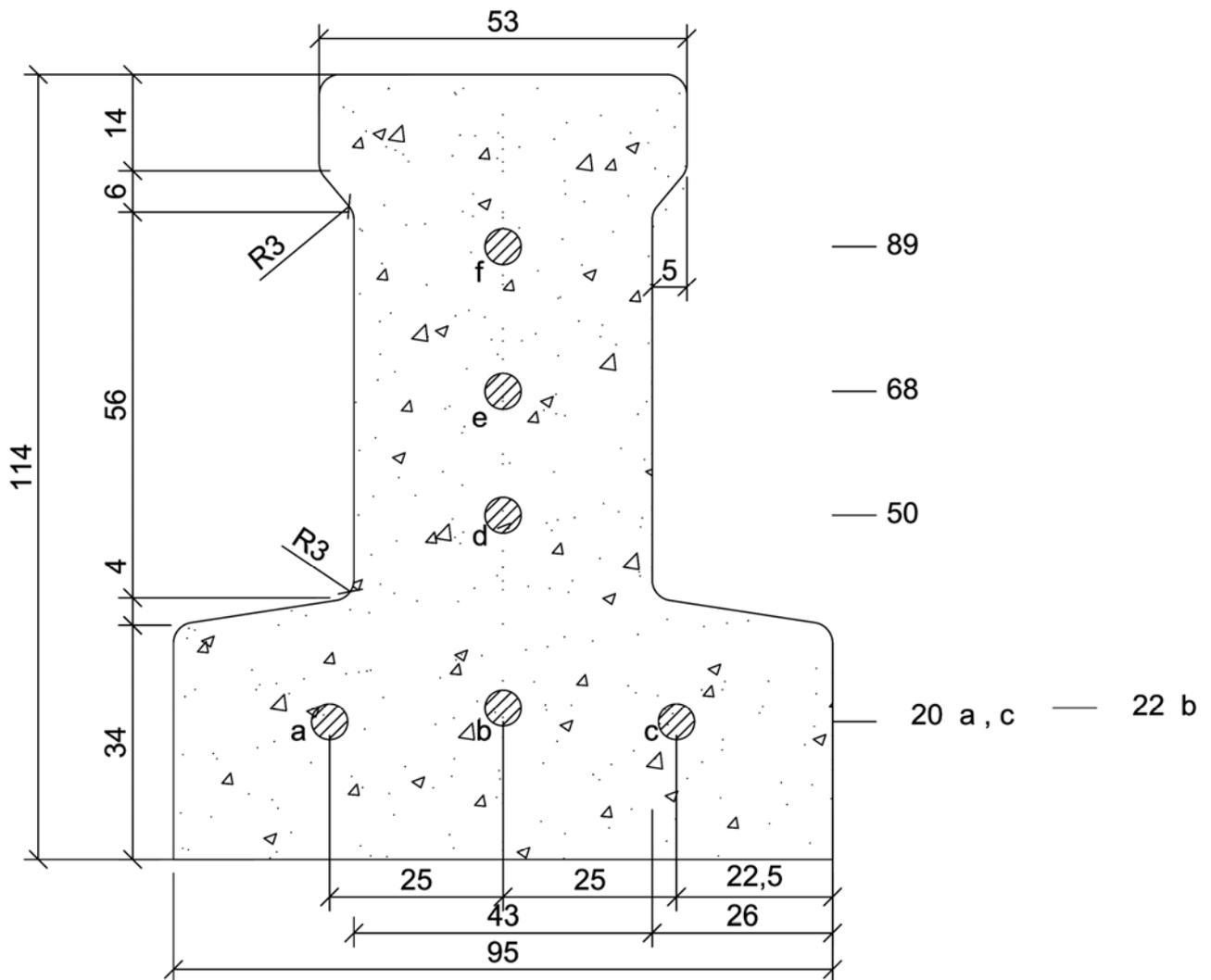
POUTRELLE X90

Poutrelle	Positions des armatures	
	Type 1	Type 2
X 92	a, c	
X 93	d	b



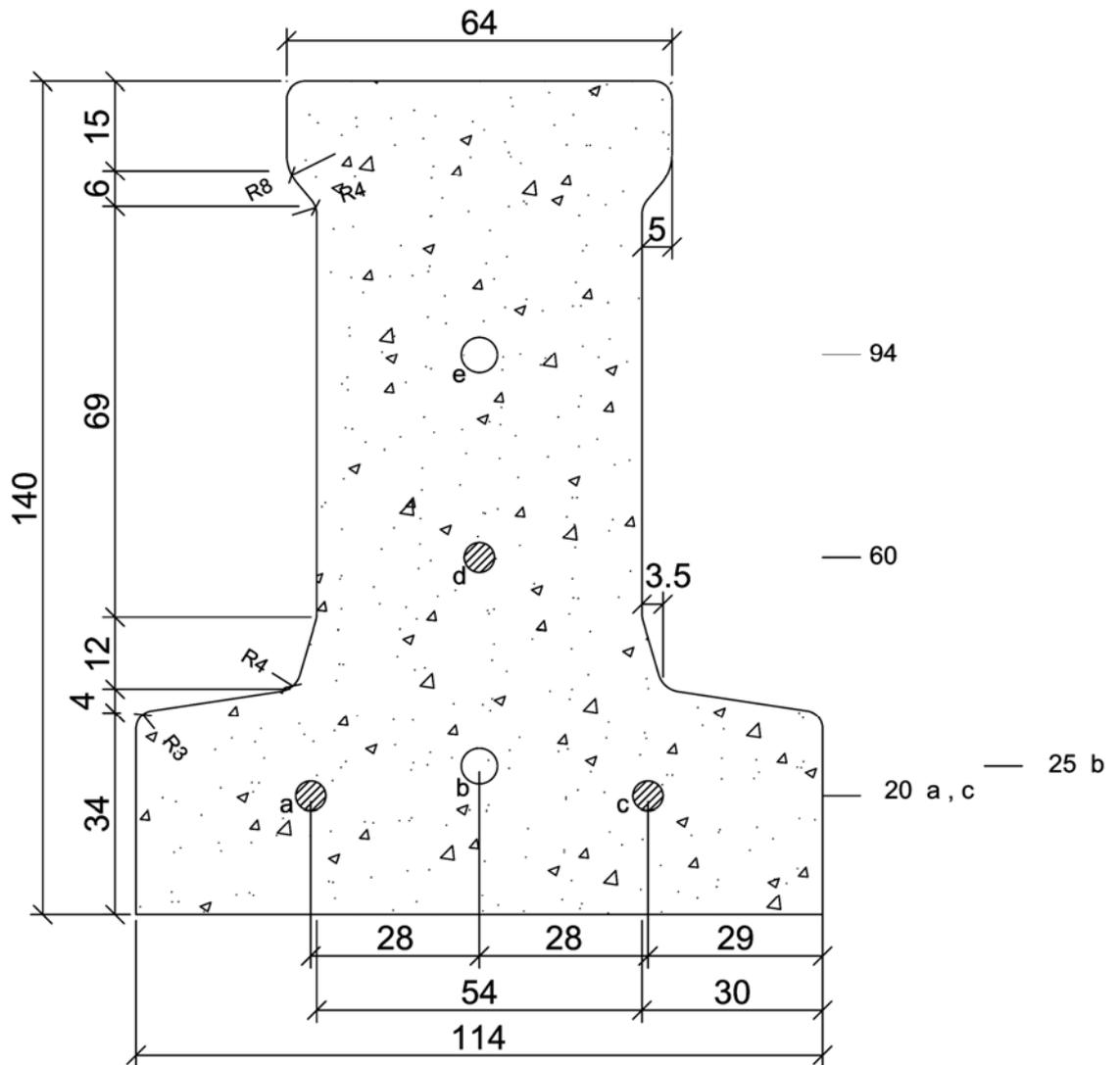
POUTRELLE X110

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



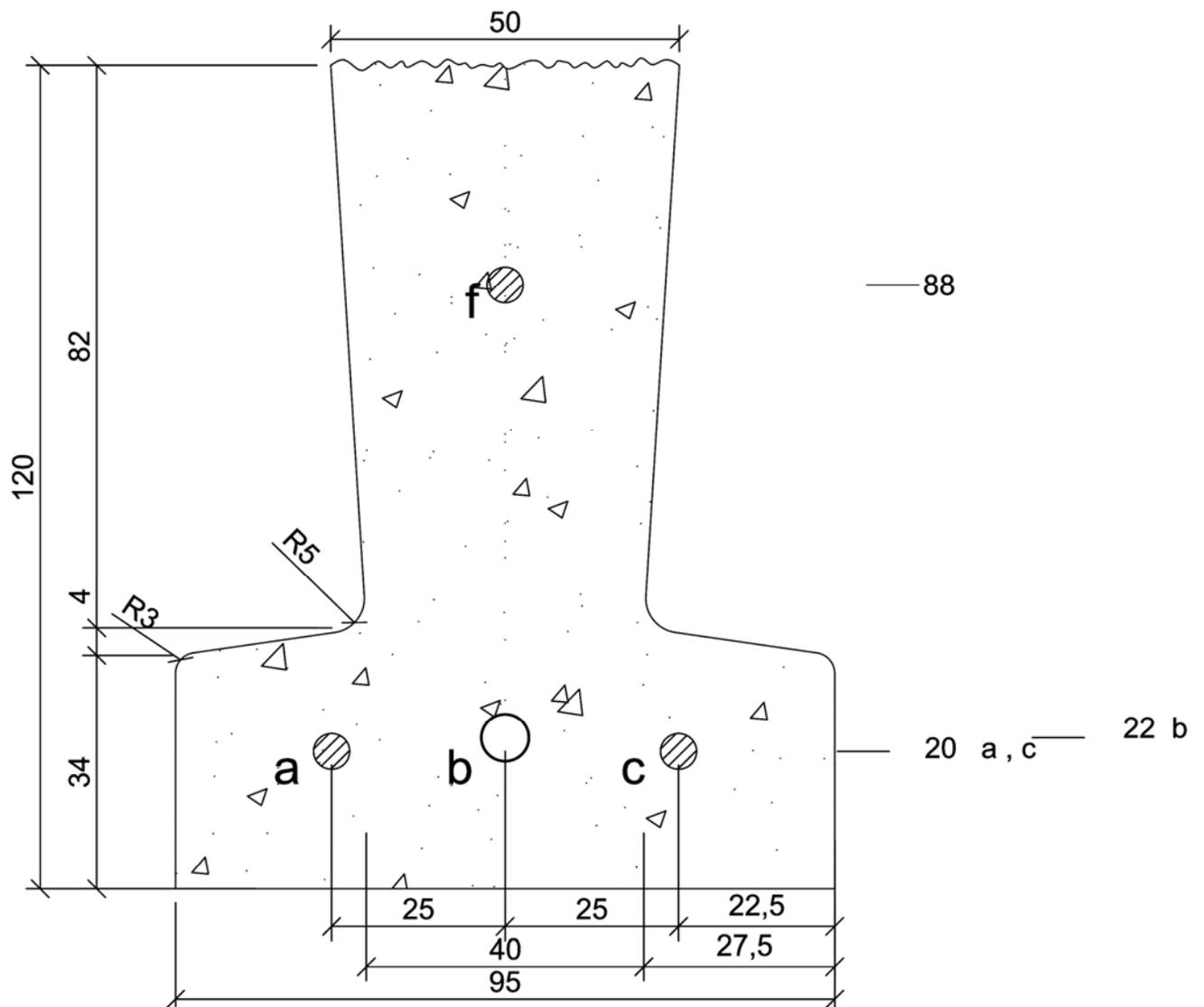
POUTRELLE X140

Poutrelle	Positions des armatures	
	Type 1	Type 2
X 147	a, c, d	b, e



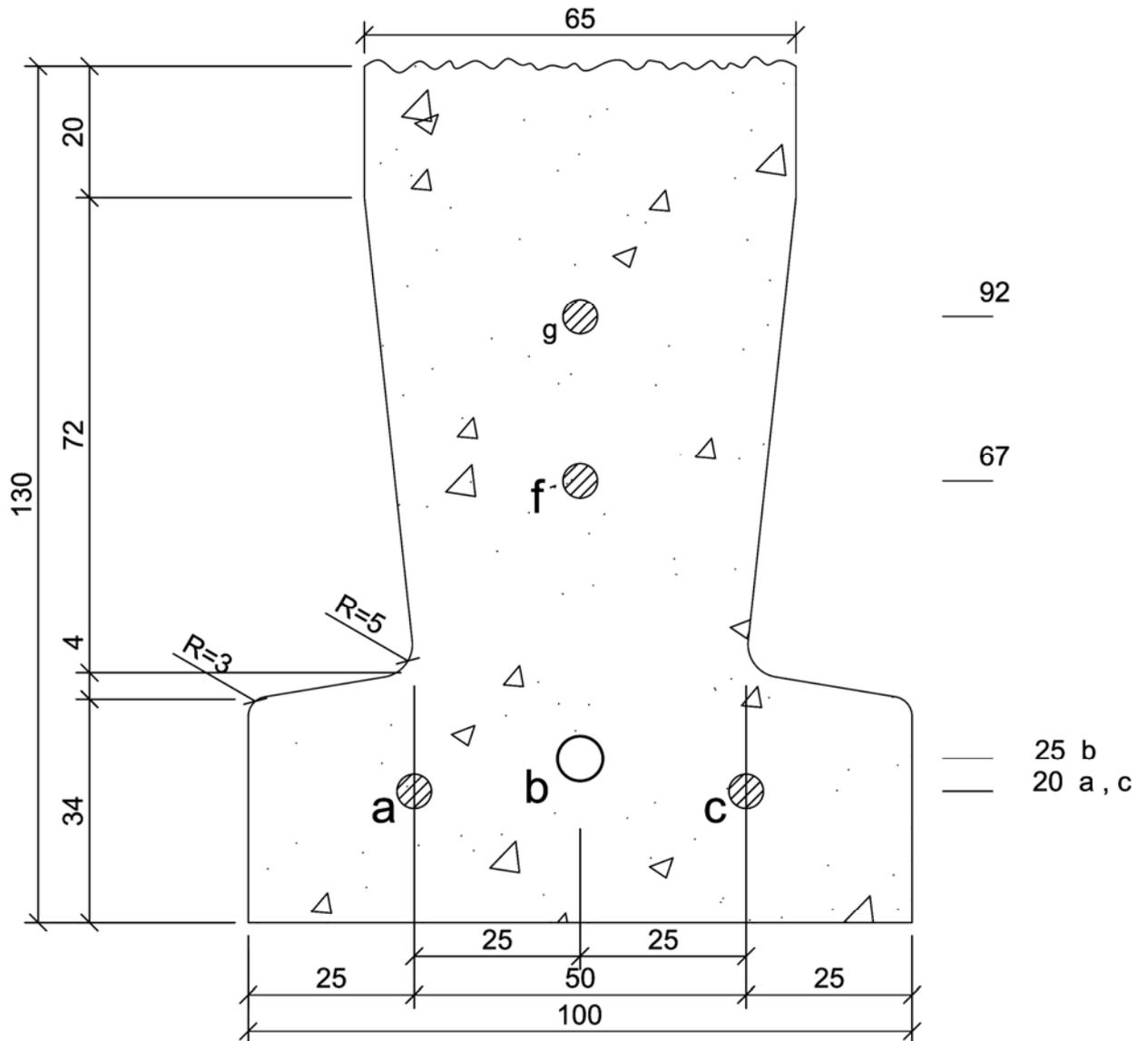
POUTRELLE S120

Poutrelle	Positions des armatures	
	Type 1	Type 2
S125	a, c, f	b
S126	a, c, f	b
S127	a, c, f	b



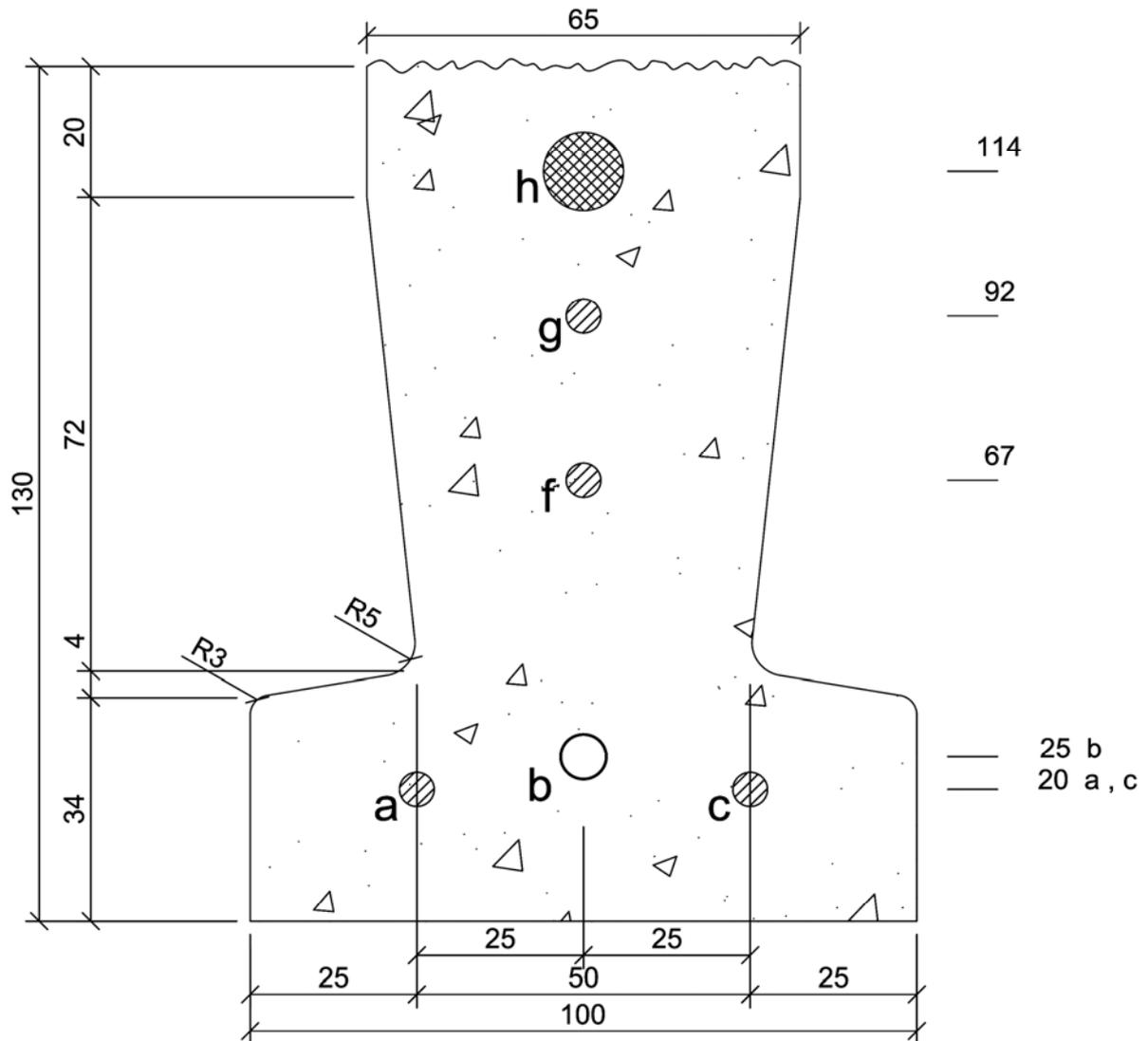
POUTRELLE S130

Poutrelle	Positions des armatures	
	Type 1	Type 2
S136	a, c, f, g	b



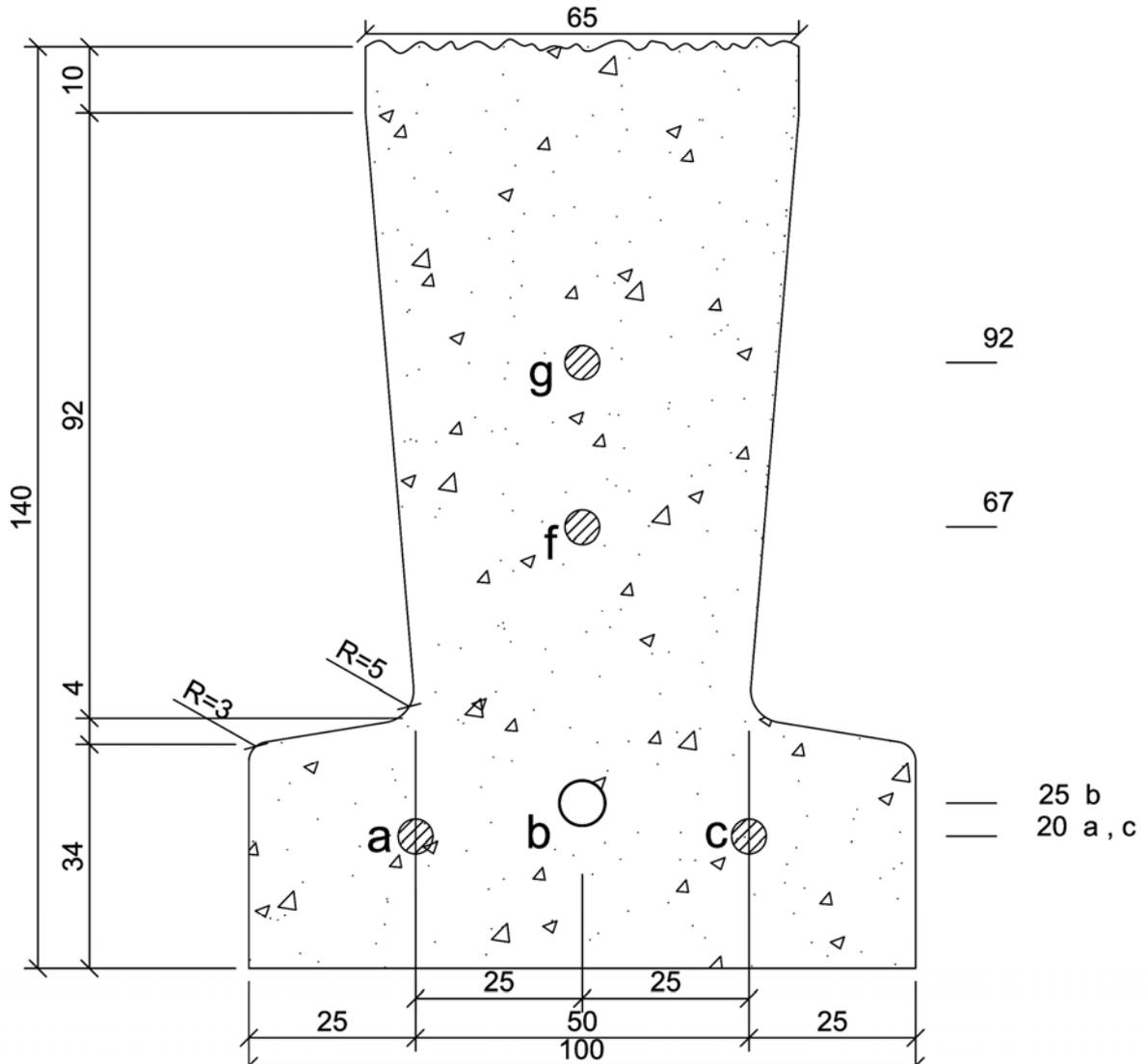
POUTRELLE S138

Poutrelle	Positions des armatures		
	Type 1	Type 2	Type 3 Passif
S138	a, c, f, g	b	h



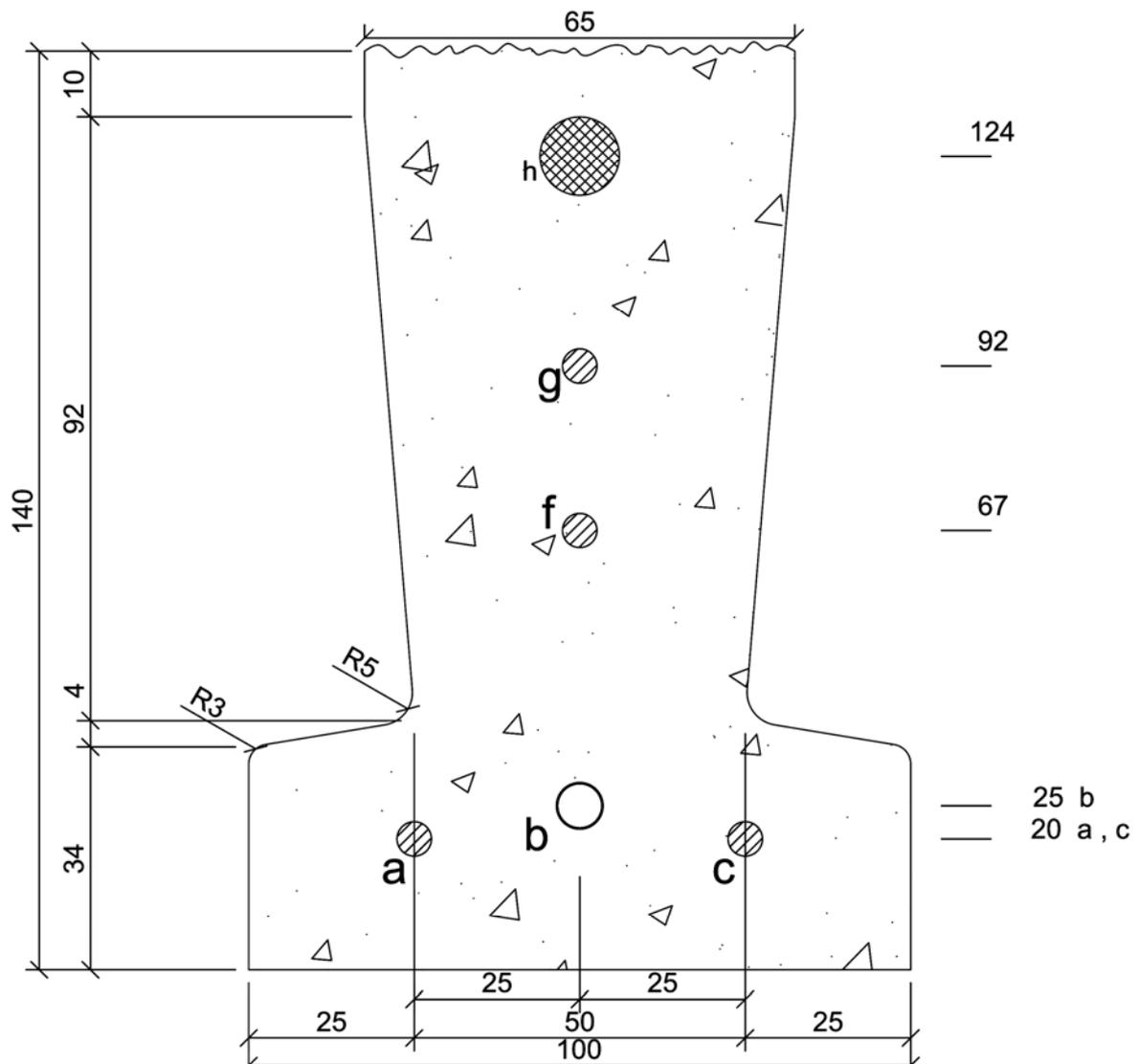
POUTRELLE S140

Poutrelle	Positions des armatures	
	Type 1	Type 2
S146	a, c, f, g	b



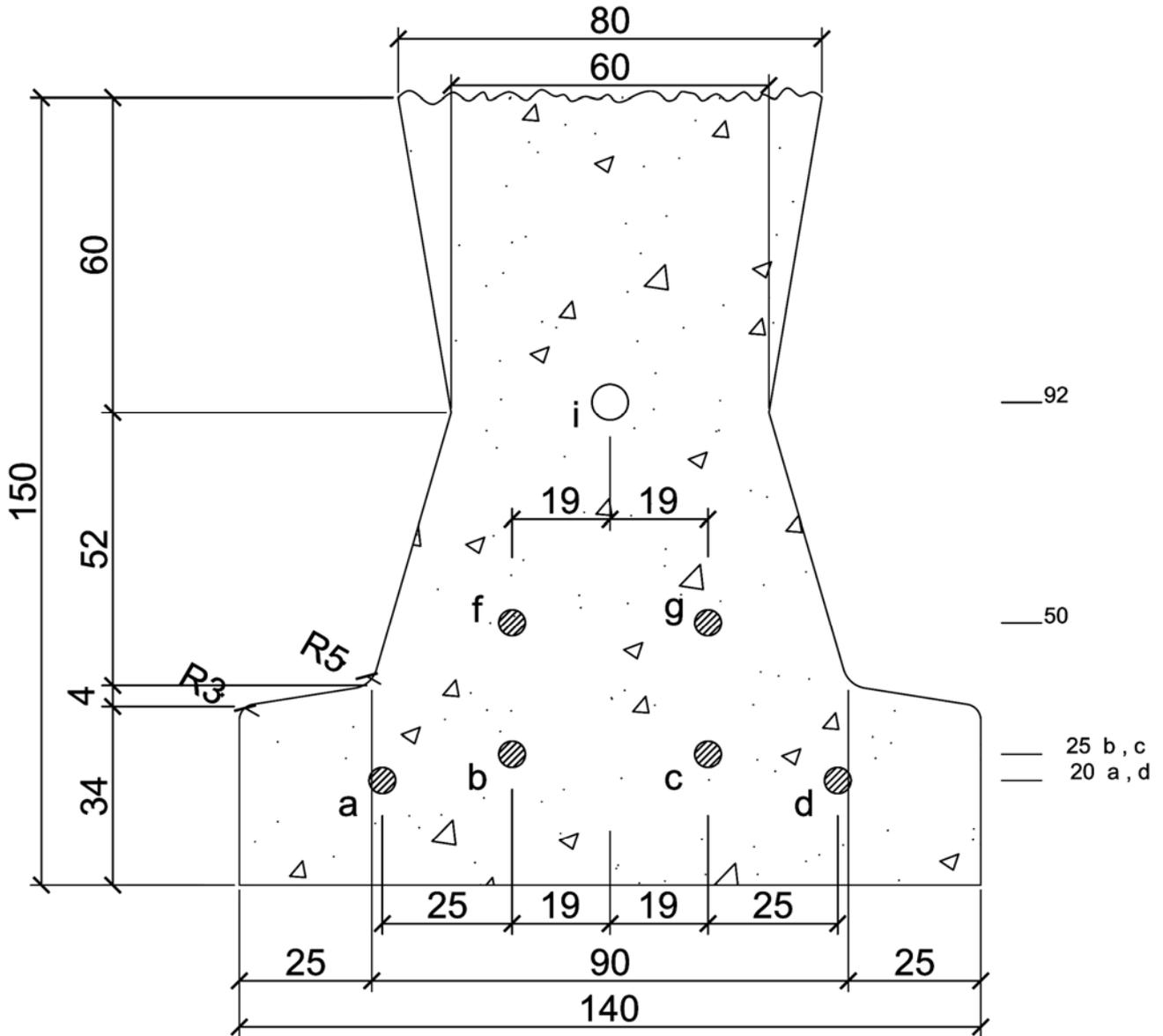
POUTRELLE S148

Poutrelle	Positions des armatures		
	Type 1	Type 2	Type 3 Passif
S148	a, c, f, g	b	h



POUTRELLE S150

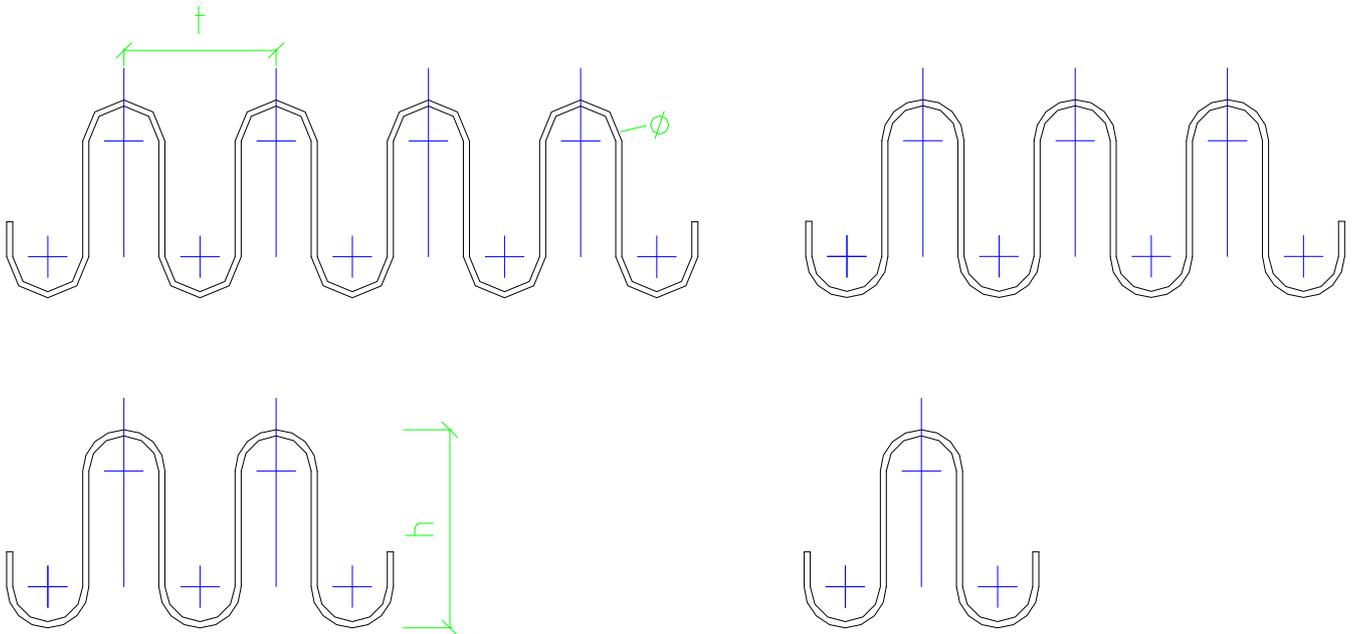
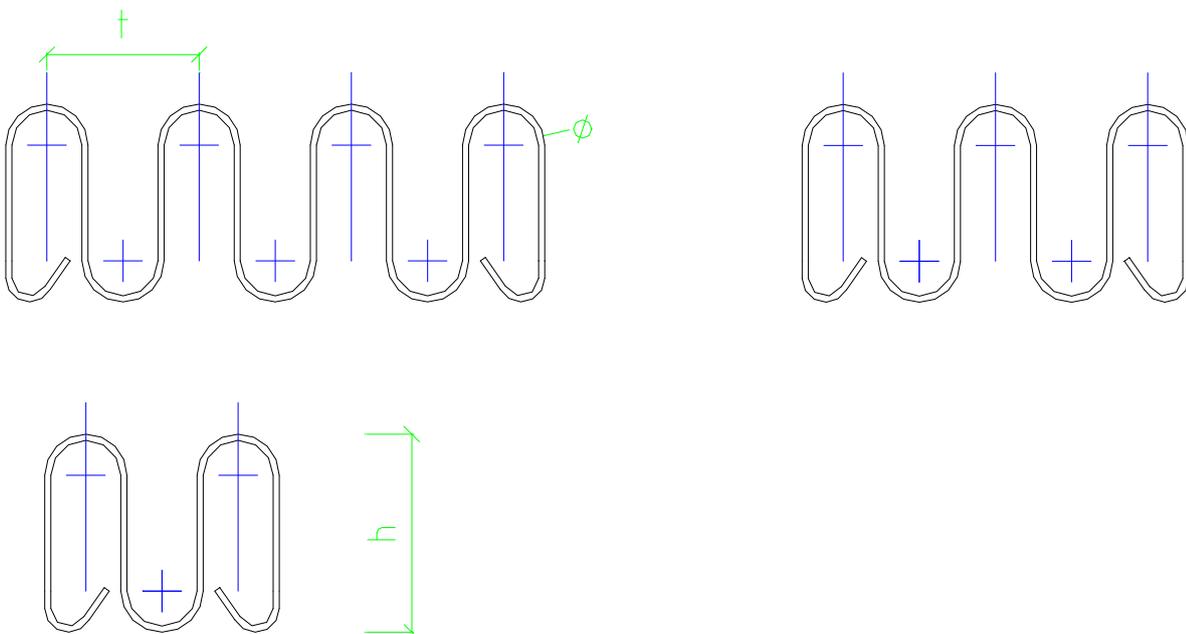
Poutrelle	Positions des armatures	
	Type 1	Type 2
S158	a, b, c, d, f, g	i



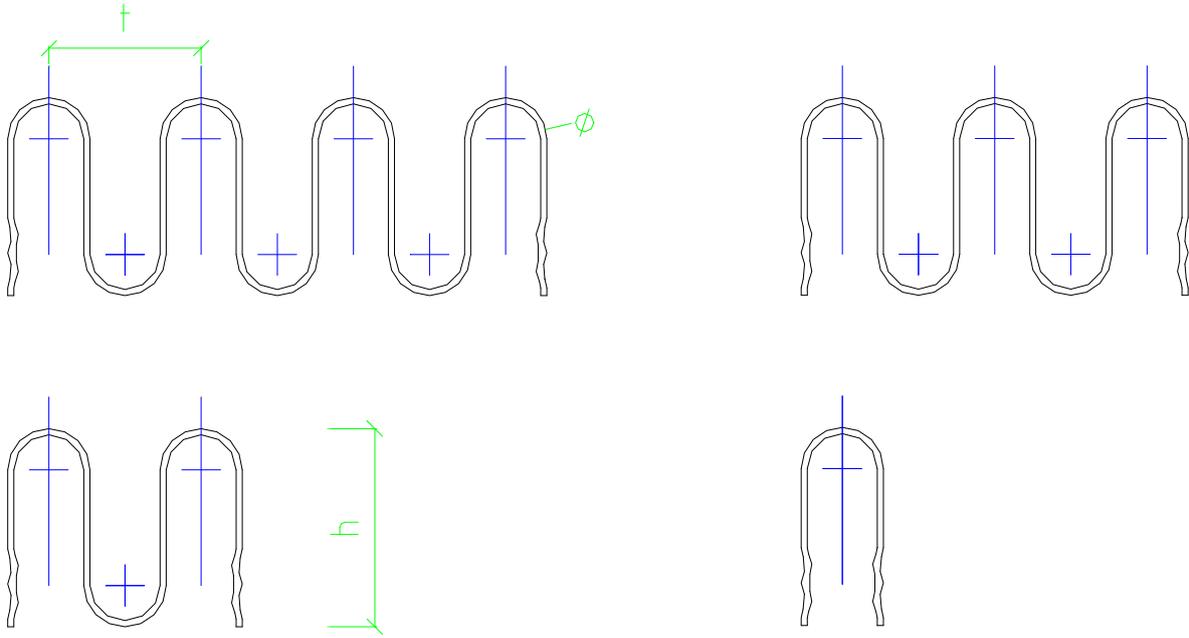
ANNEXE II – Armatures transversales

Légende :

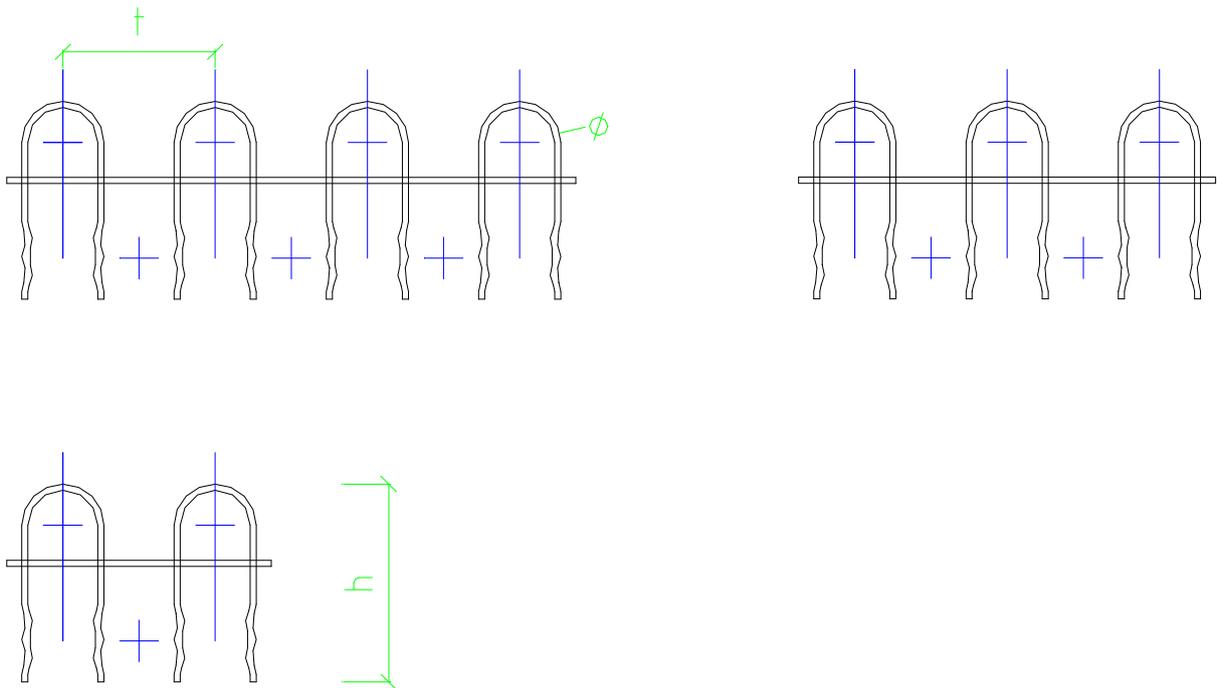
- t = pas des boucles (voir § 2.4.2.1 du Dossier Technique)
- \emptyset = diamètre de l'armature transversale (voir § 2.4.2.1 du Dossier Technique)
- h = hauteur de l'armature transversale (voir § 2.4.2.1 du Dossier Technique)

Armatures transversales type 1**Armatures transversales type 2**

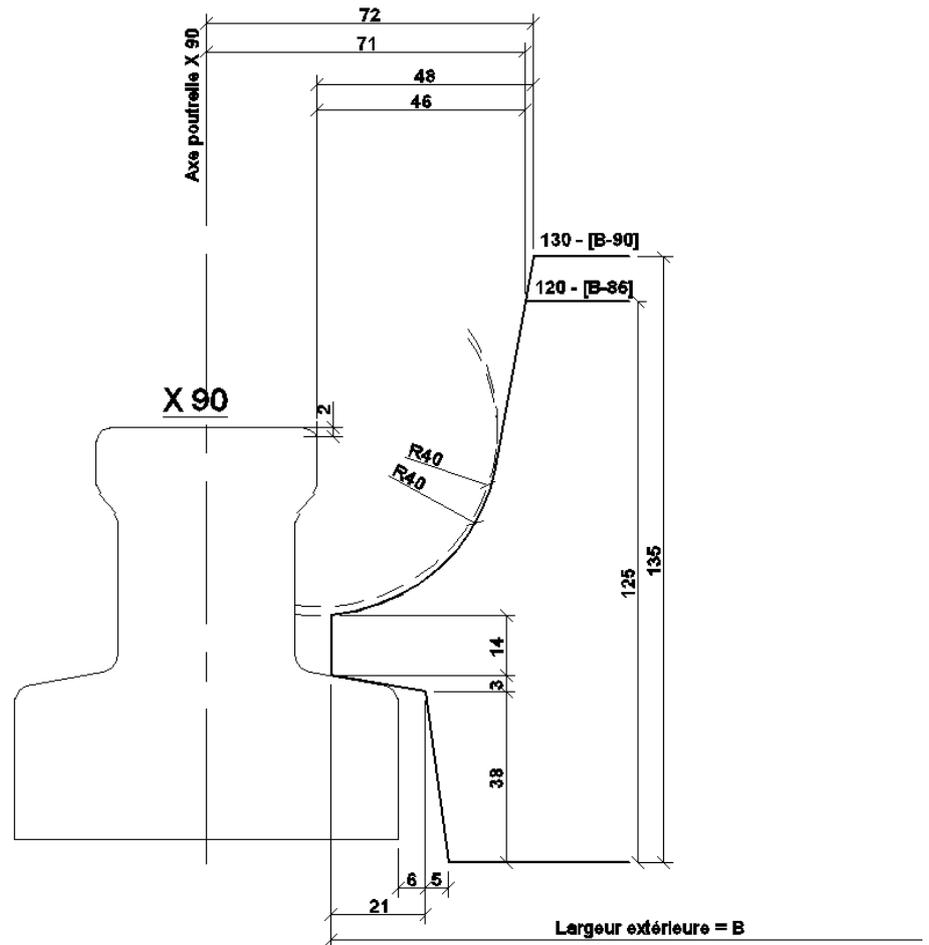
Armatures transversales type 3



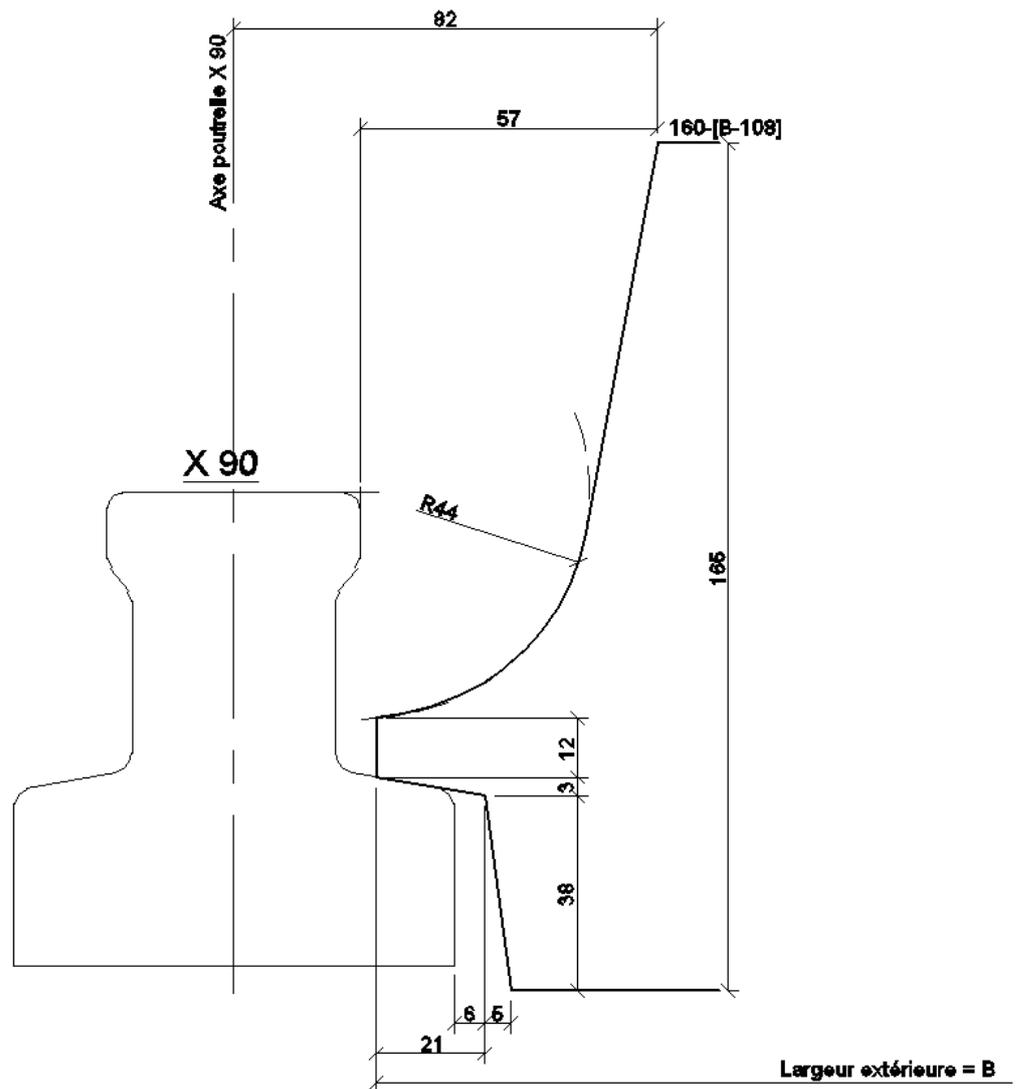
Armatures transversales type 4



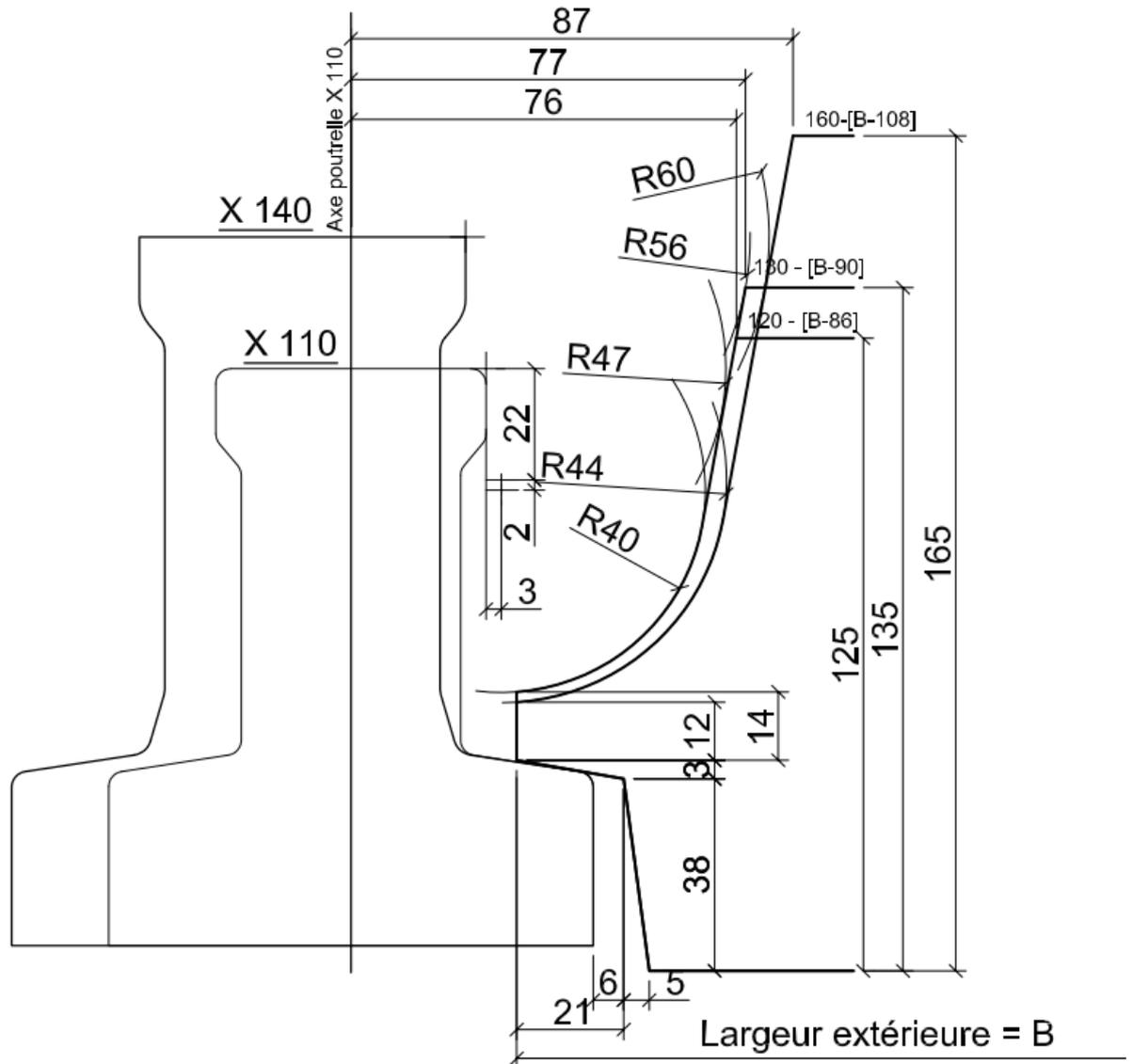
ANNEXE III - LES ENTREVOUS



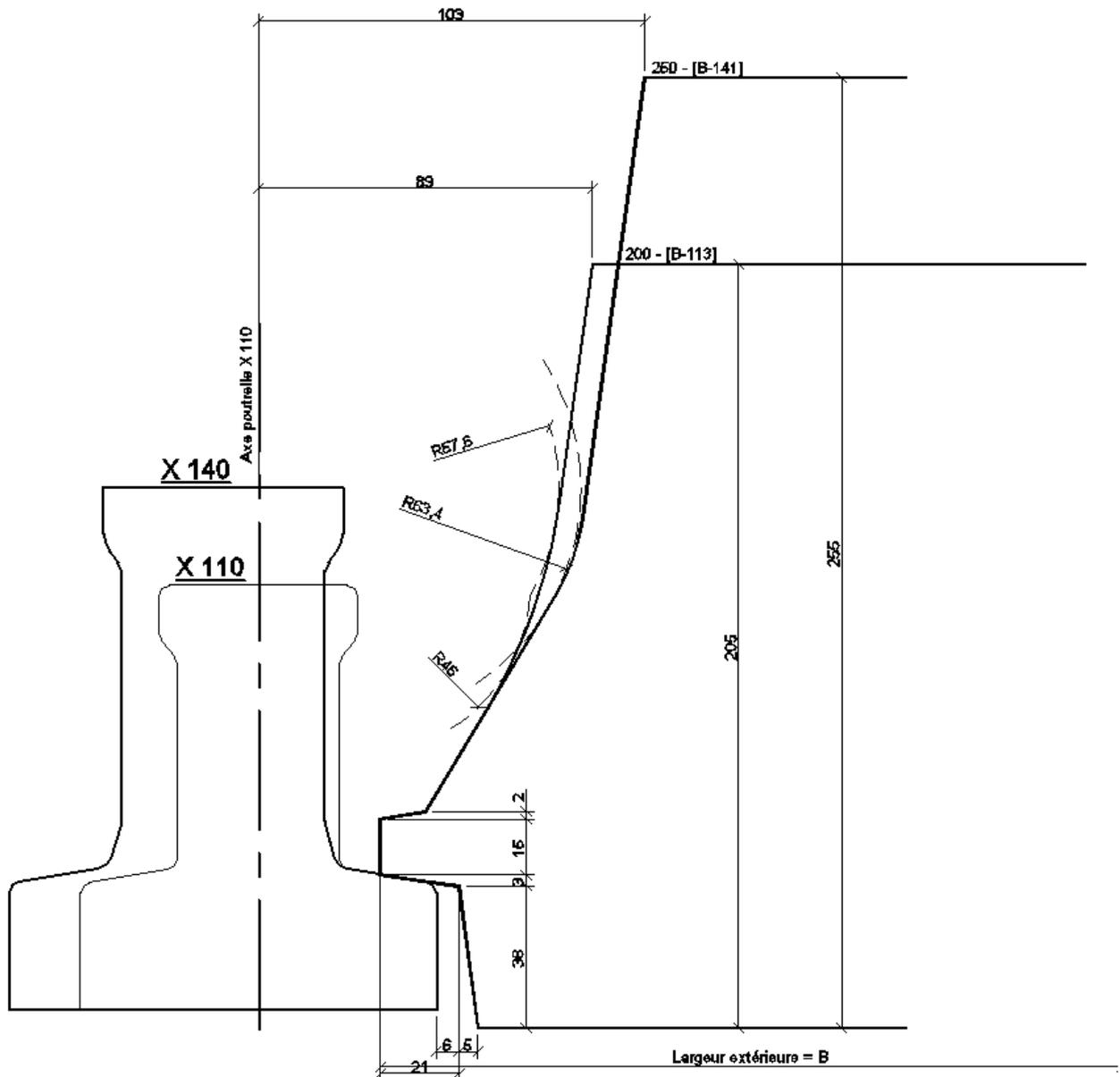
PRESCRIPTION DE FORME POUR DEROGATION COUTURE
CAS DES ENTREVOUS RESISTANTS H120 - H130 POUR POUTRELLES X90



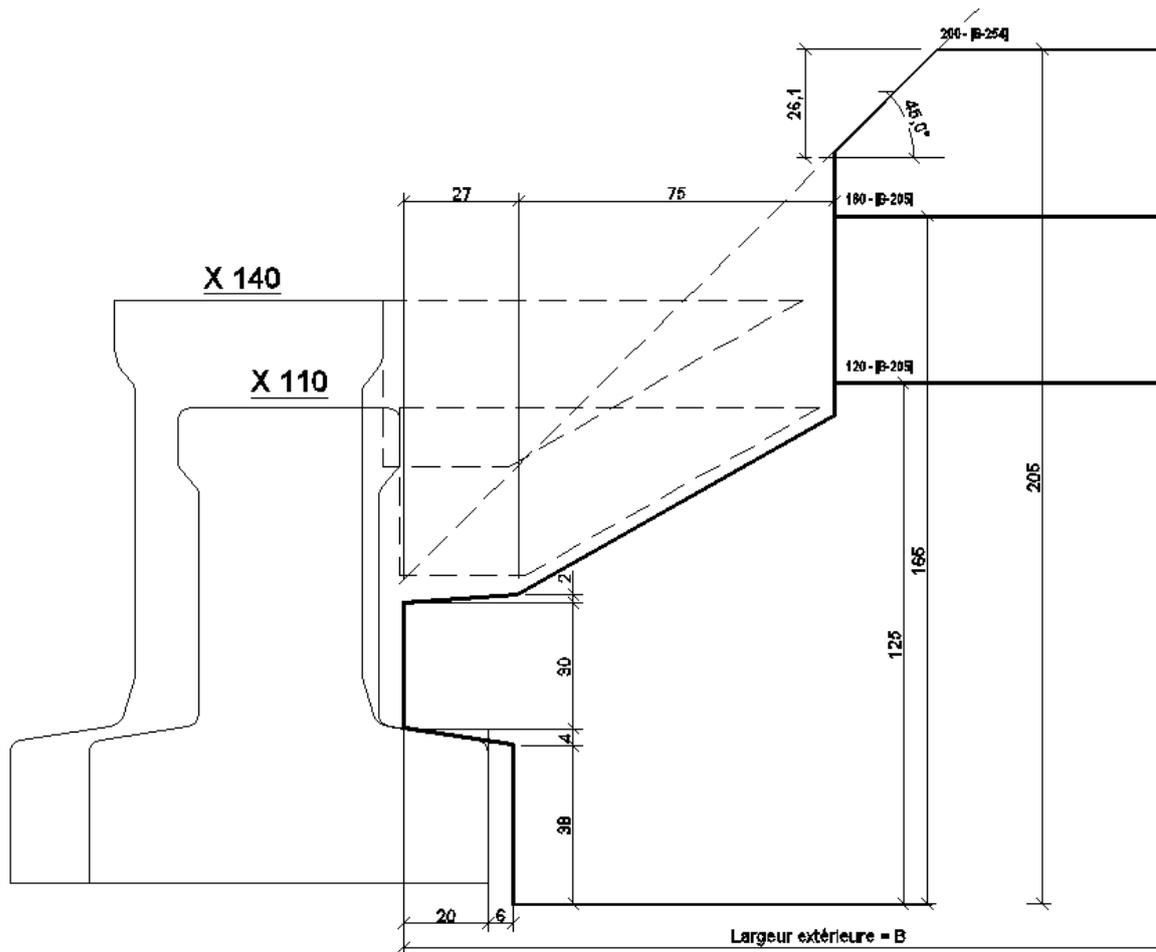
PRESCRIPTION DE FORME POUR DEROGATION COUTURE
CAS DES ENTREVOUS RESISTANTS H160 POUR POUTRELLES X90



PRESCRIPTION DE FORME POUR DEROGATION COUTURE
CAS DES ENTREVOUS RESISTANTS H120 - H130 ET H160
POUR POUTRELLES X110 ET X140

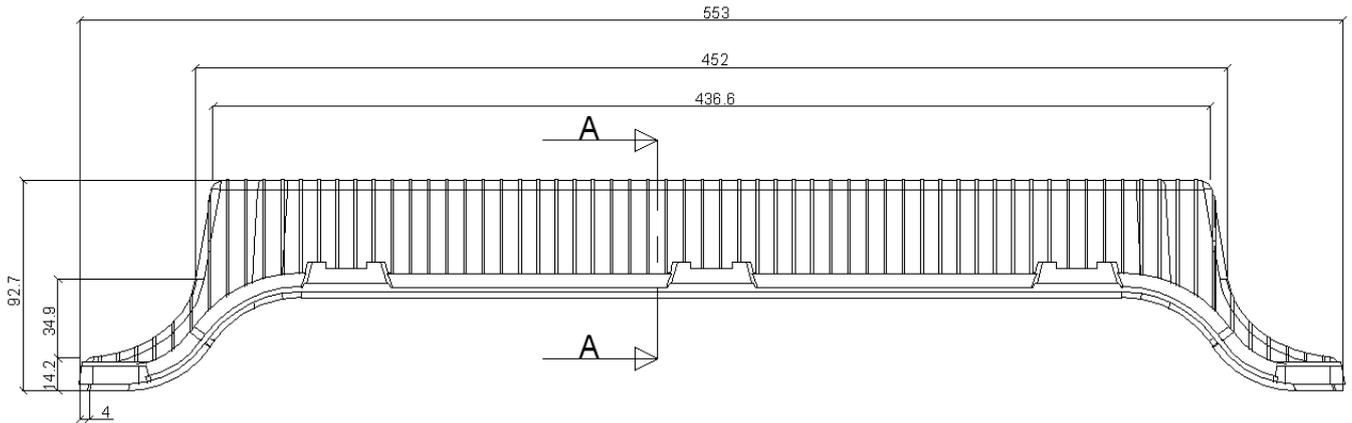


PRESCRIPTION DE FORME POUR DEROGATION COUTURE
CAS DES ENTREVOUS RESISTANTS H200 ET H250
POUR POUTRELLES X110 ET X140

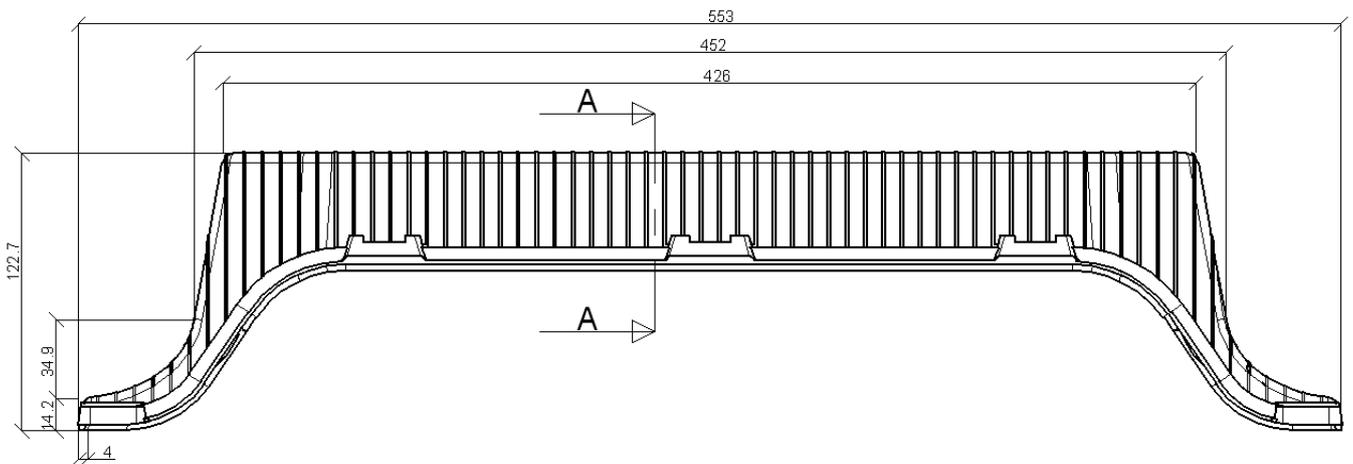


PRESCRIPTION DE FORME DES ENTREVOUS DE COFFRAGE SIMPLE
DEROGATION COUTURE H120 - H160 - H200 POUR POUTRELLE X110 ET X140

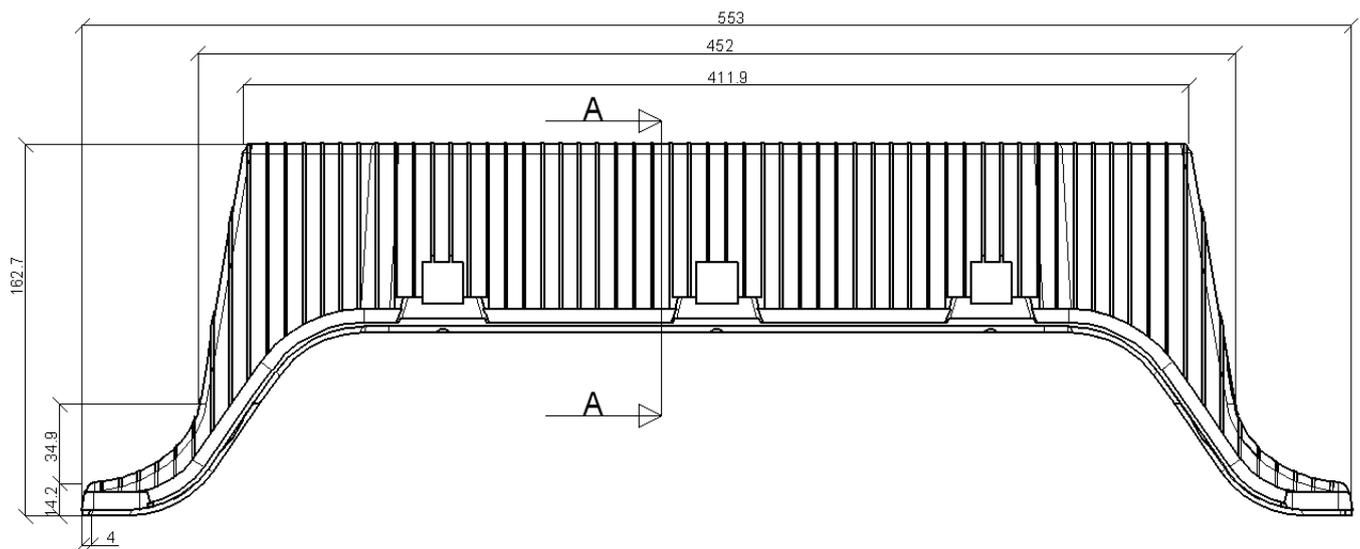
Entrevous Leader EMX 13x55x120 (vue de face)



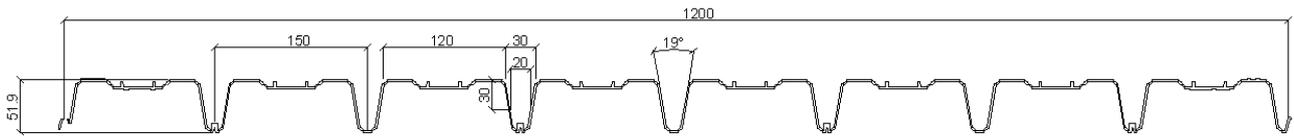
Entrevous Leader EMX 16x55x120 (vue de face)



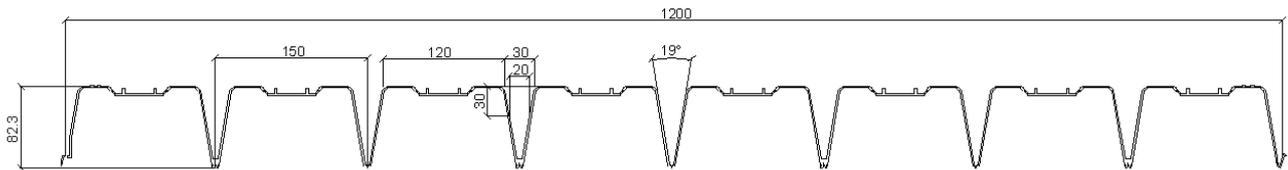
Entrevous Leader EMX 20x55x120 (vue de face)



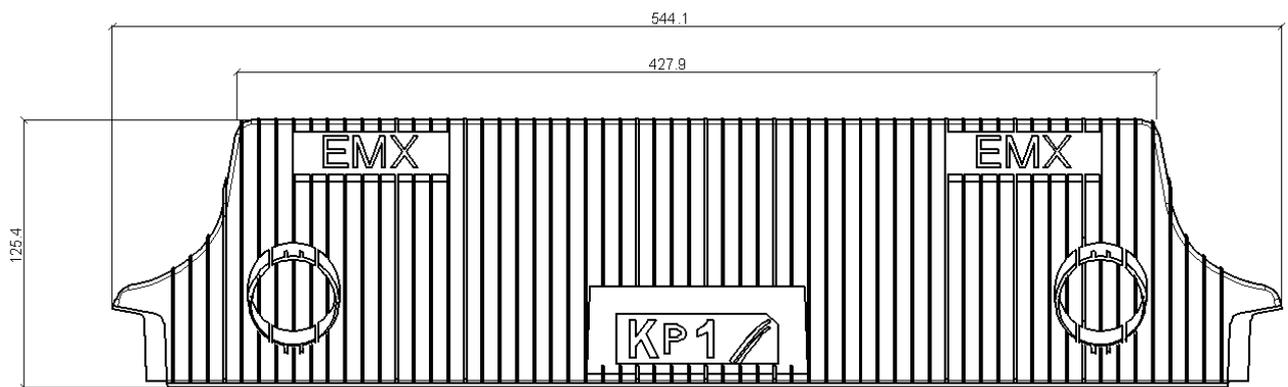
Entrevous Leader EMX 13 et 16 (coupe AA)



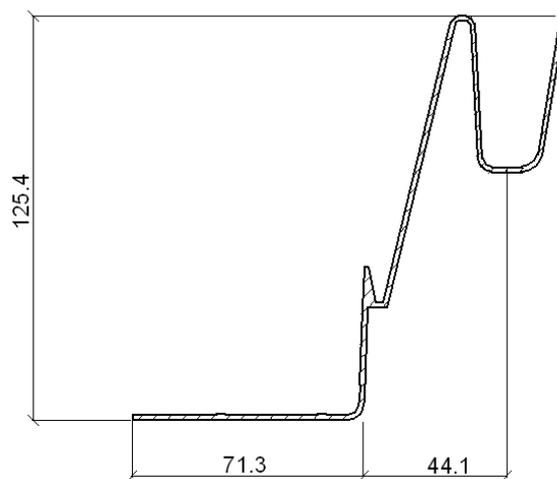
Entrevous Leader EMX 20 (coupe AA)



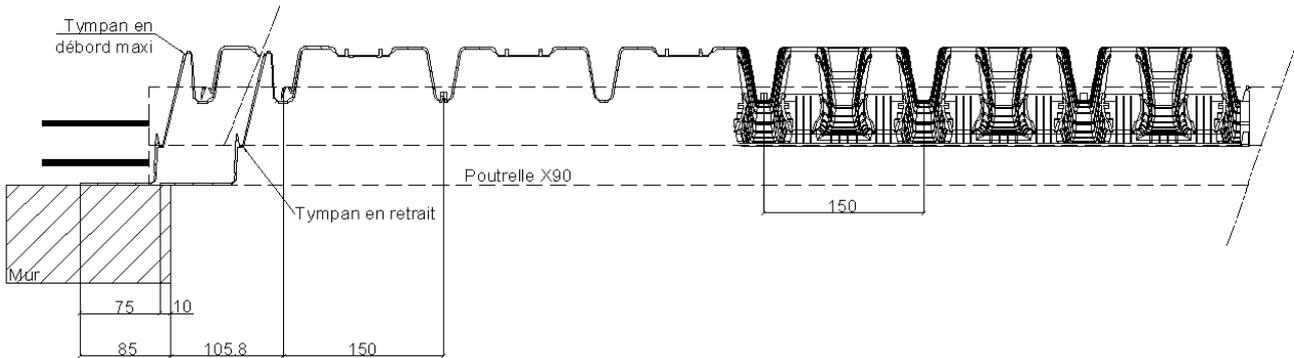
Tympan Leader EMX (vue de face)



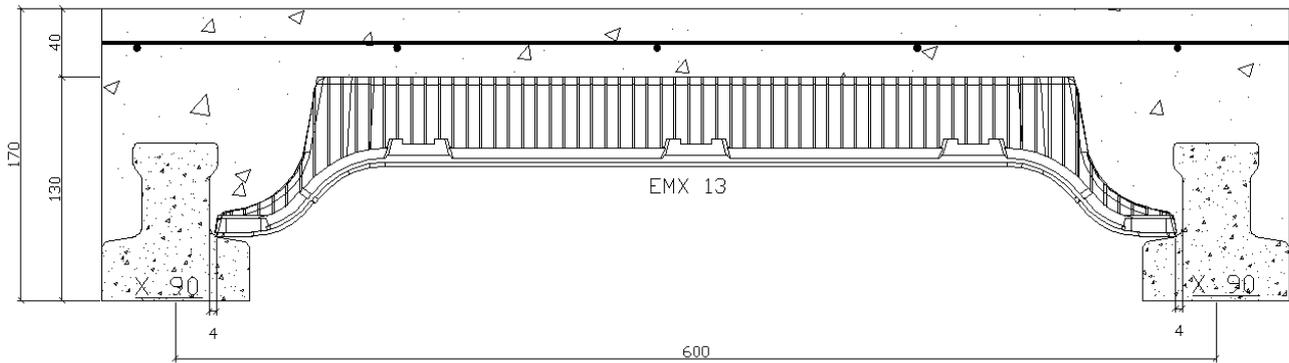
Tympan Leader EMX (coupe)



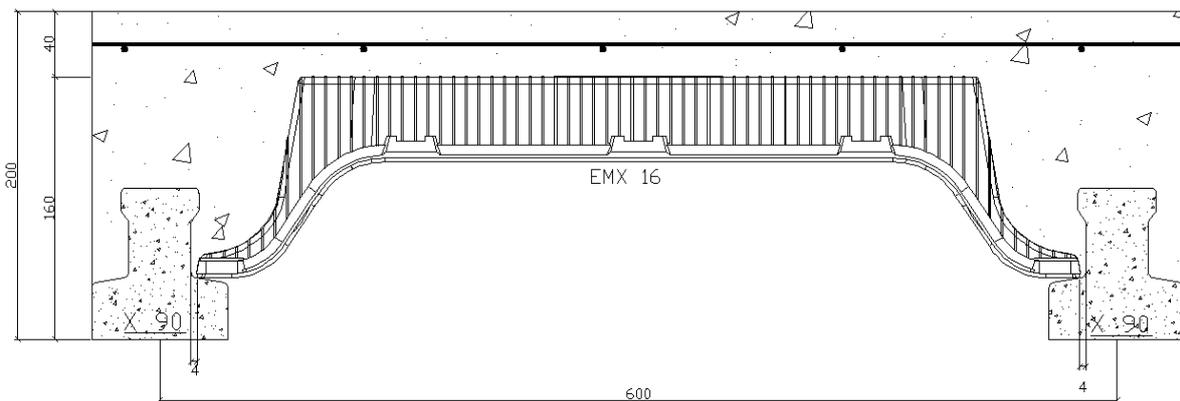
Disposition constructive sur appui (liaison tympan-entrevous)



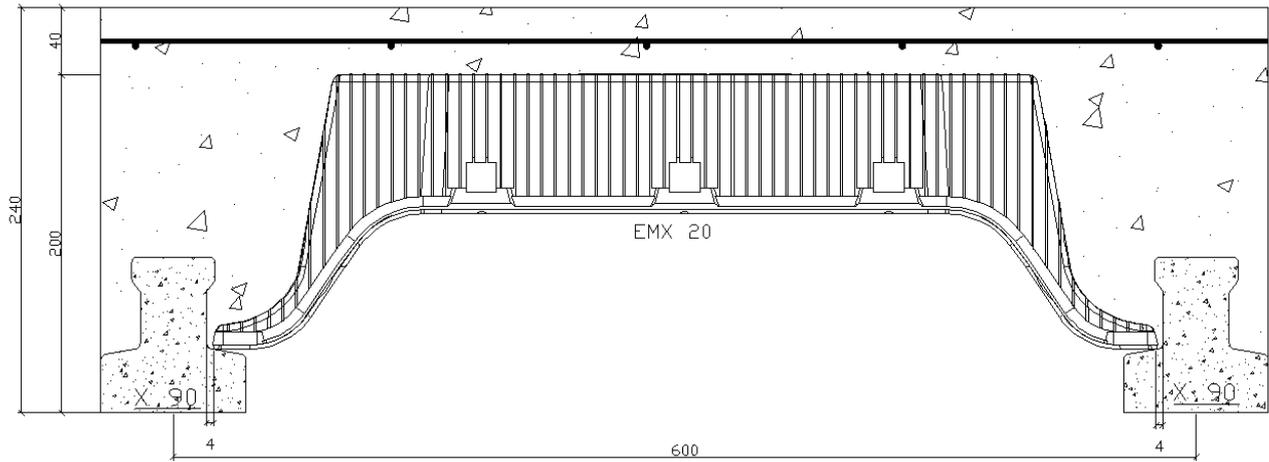
Coupe type de plancher réalisé avec entrevous Leader EMX 13x55x120



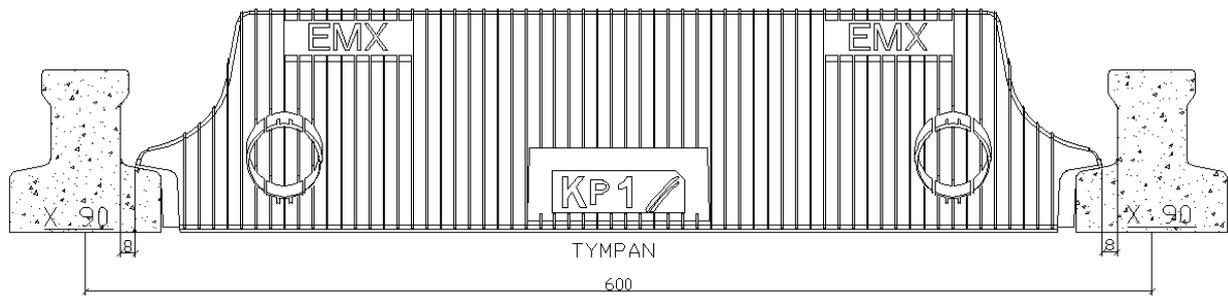
Coupe type de plancher réalisé avec entrevous Leader EMX 16x55x120



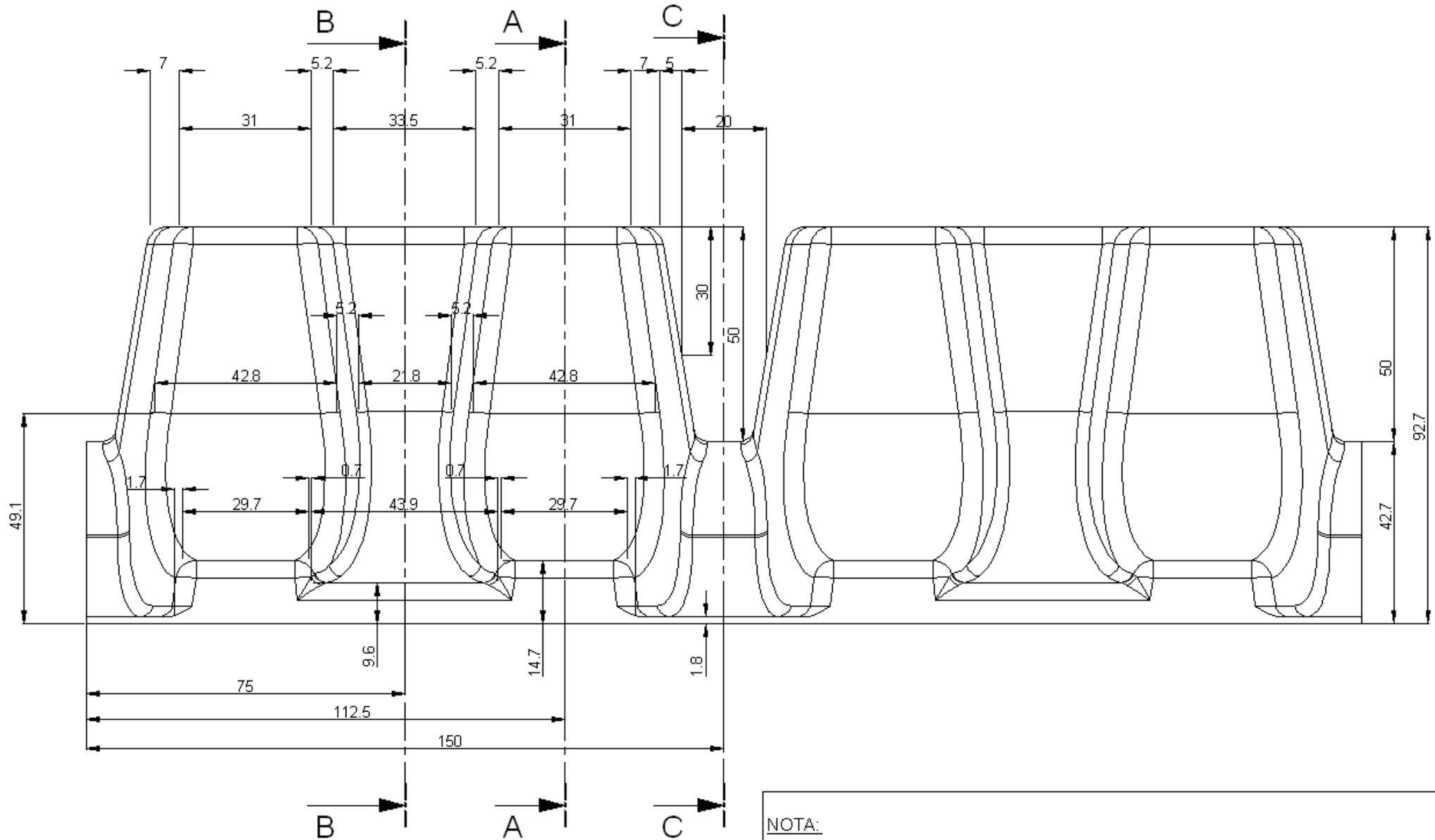
Coupe type de plancher réalisé avec entrevous Leader EMX 20x55x120



Détail d'appui du tympan Leader EMX



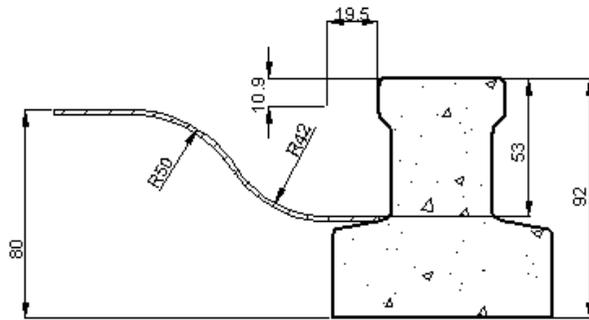
Vue longitudinale de l'entrevous EMX 13



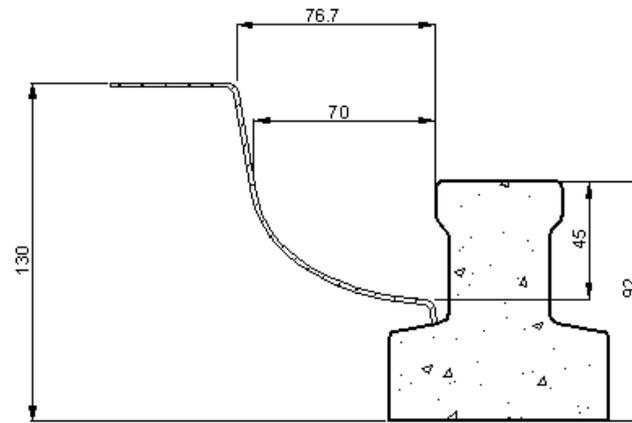
NOTA:

La cotation est faite à l'intersection des tangentes
Rayon de raccordement = 5mm.

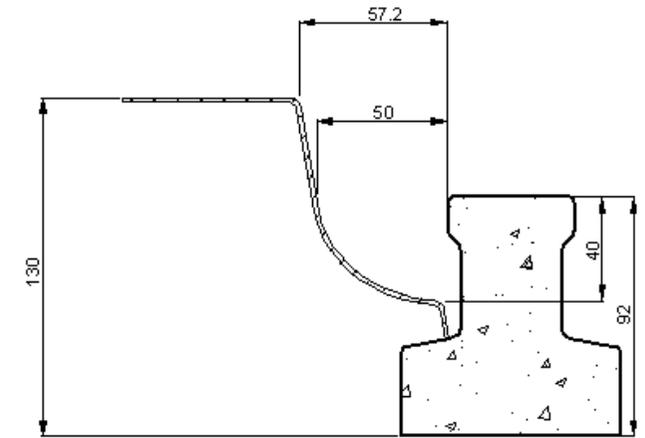
Section transversale EMX 13 sur poutrelle X90



COUPE C-C



COUPE B-B

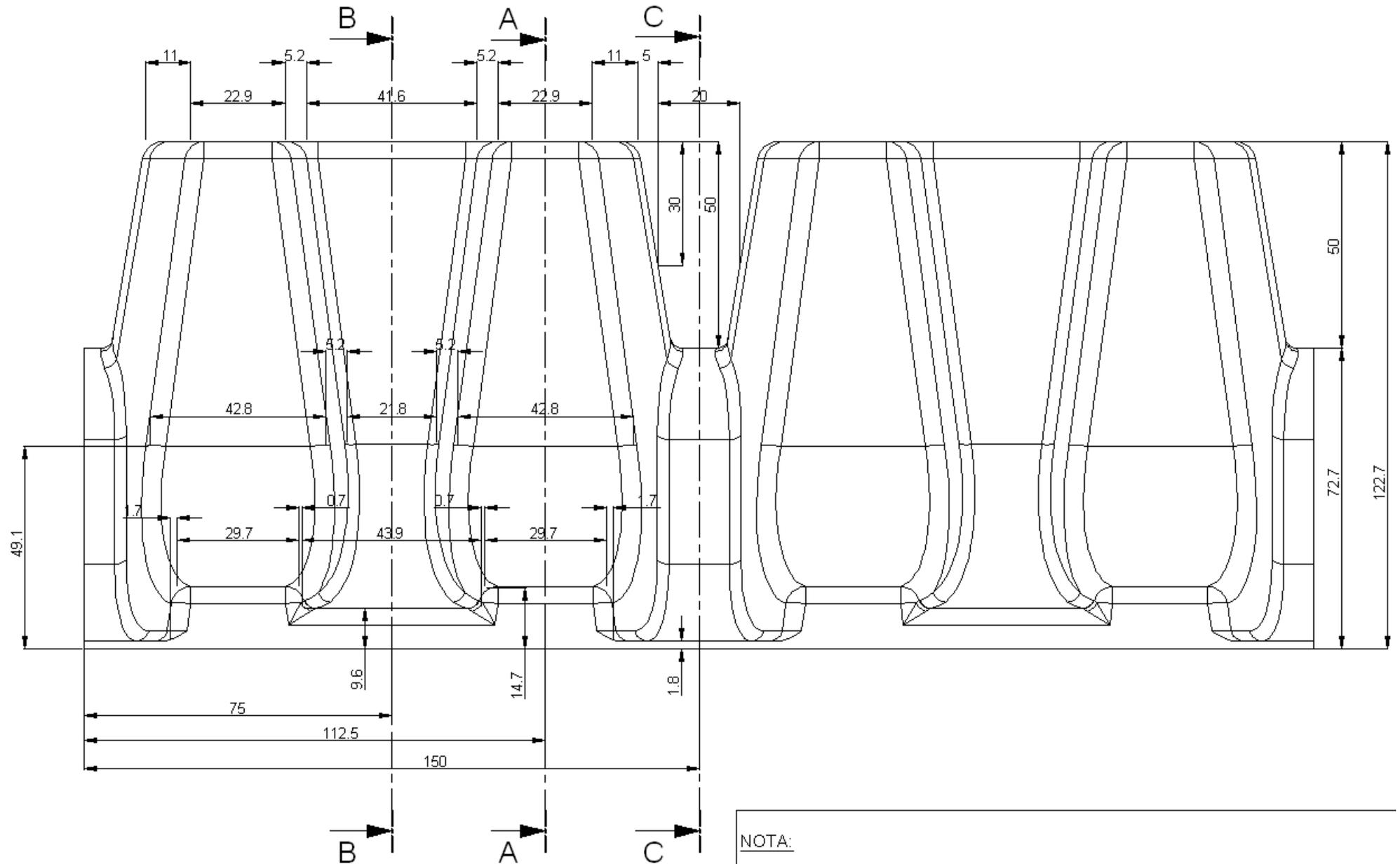


COUPE A-A

NOTA:

La cotation est faite à l'intersection des tangentes
Rayon de raccordement = 5mm.

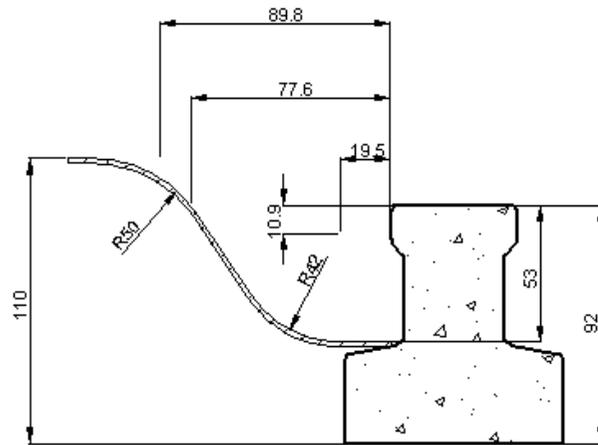
Vue longitudinale de l'entrevous EMX 16



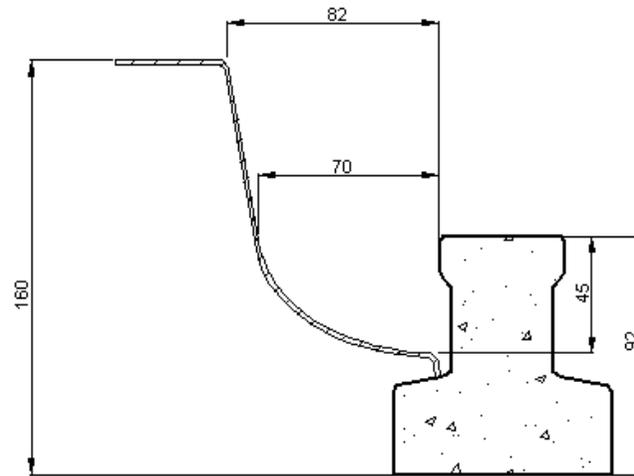
NOTA:

La cotation est faite à l'intersection des tangentes
Rayon de raccordement = 5mm.

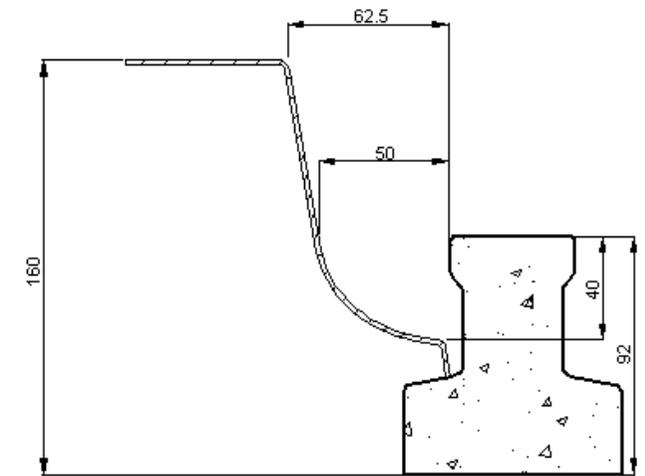
Section transversale EMX 16 sur poutrelle X90



COUPE C-C



COUPE B-B

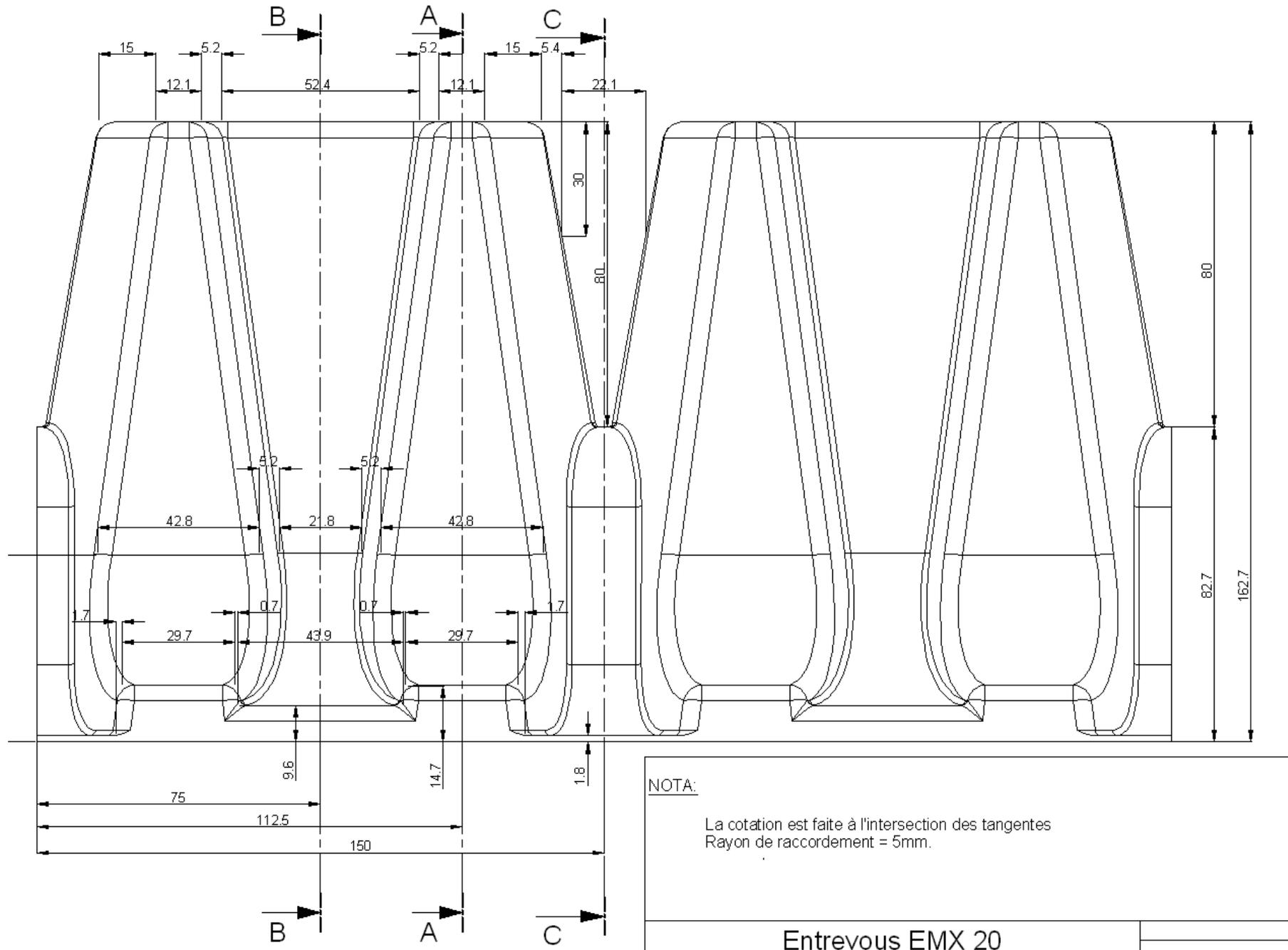


COUPE A-A

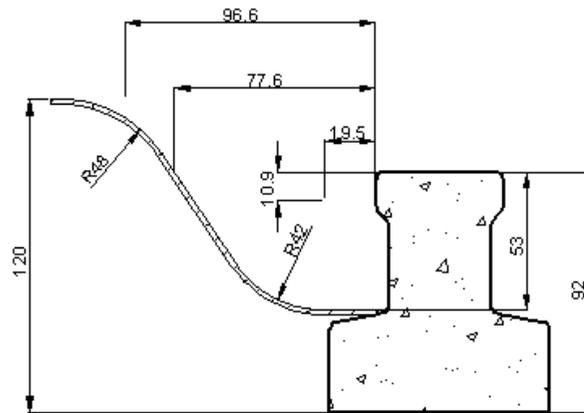
NOTA:

La cotation est faite à l'intersection des tangentes
Rayon de raccordement = 5mm.

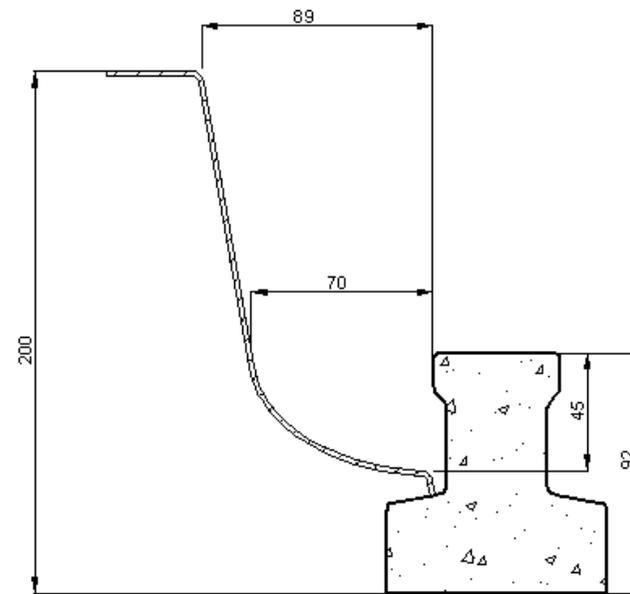
Vue longitudinale de l'entrevous EMX 20



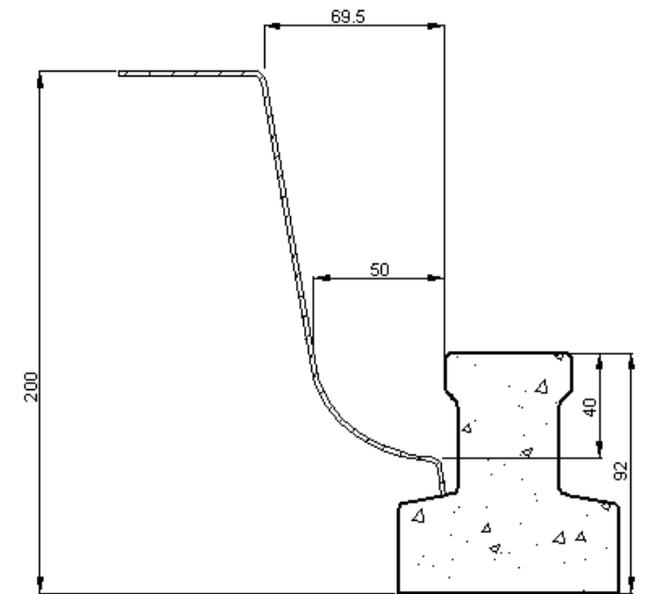
Section transversale EMX 20 sur poutrelle X90



COUPE C-C



COUPE B-B

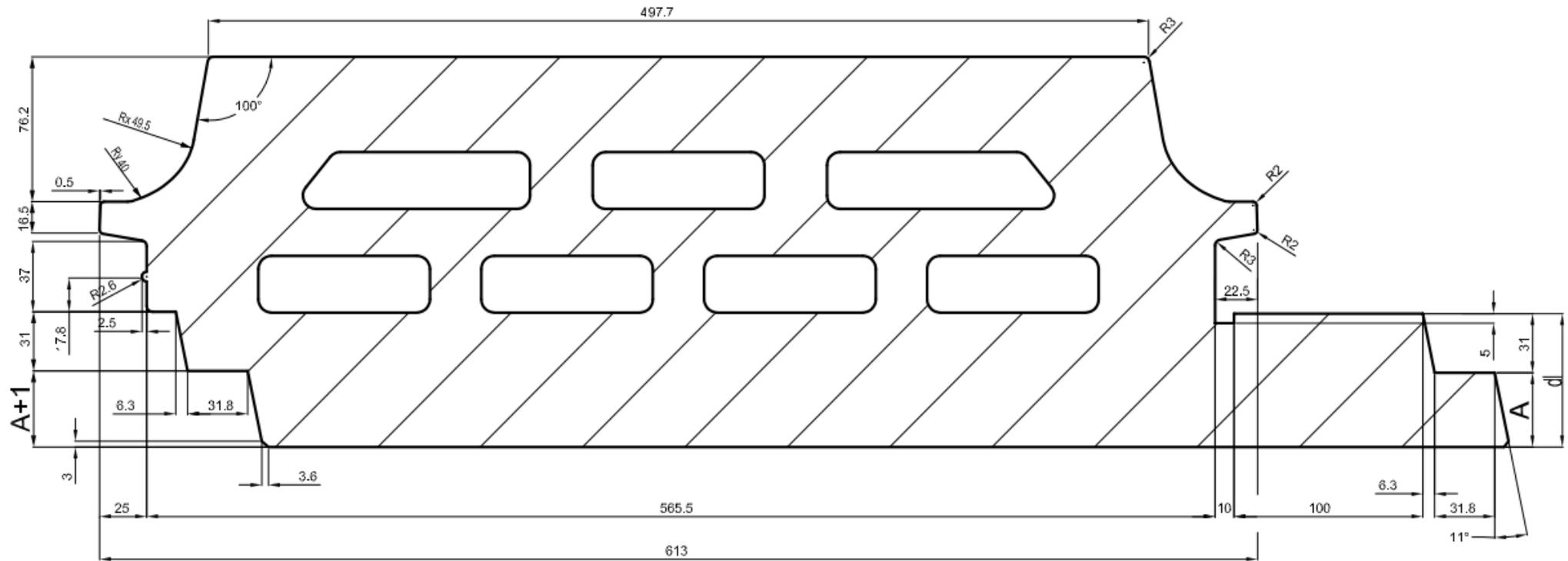


COUPE A-A

NOTA:

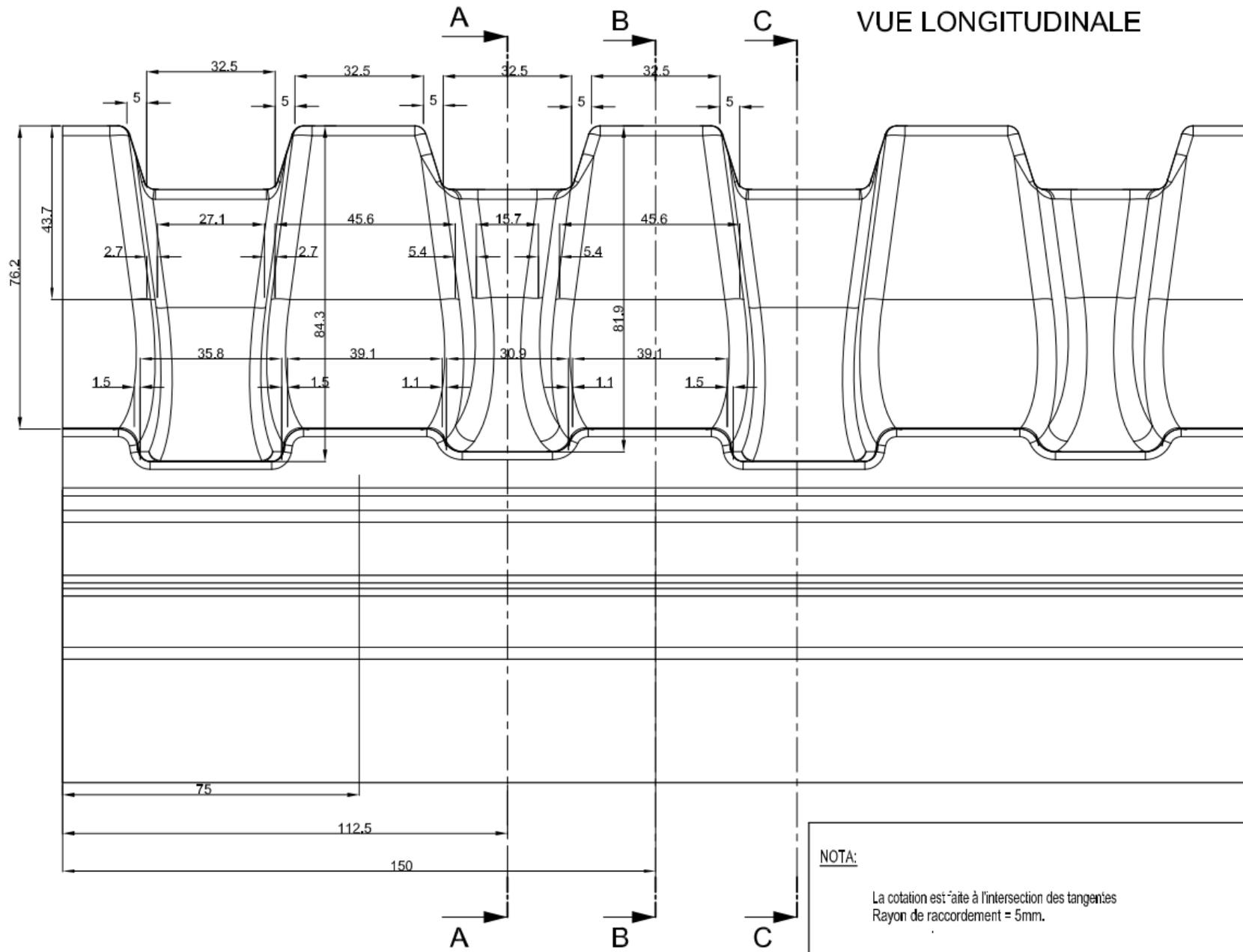
La cotation est faite à l'intersection des tangentes
Rayon de raccordement = 5 mm.

Isoleader SPX igni et décor igni Coupe A-A



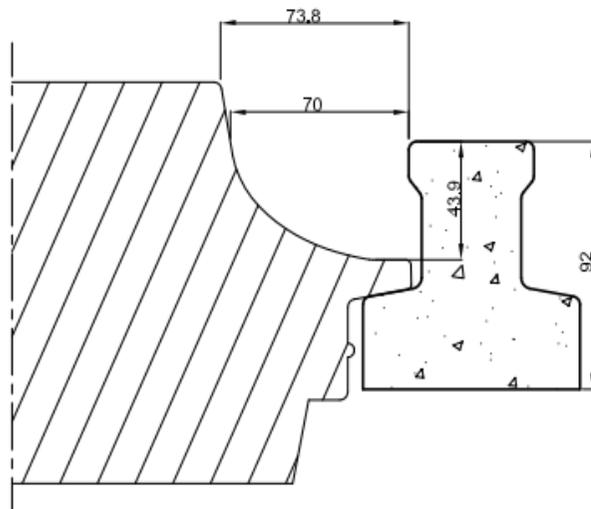
Désignation entrevous	Epaisseur languette dl (mm)	A (variable mm)
SPX 39 igni	30	0
SPX 27 igni	70	39
SPX décor 27 igni	73,5	42,5
SPX 23 igni	90	59
SPX décor 23 décor	93,5	62,5
SPX 18 igni	140	109
SPX décor 18 décor	143,5	112,5

Vue longitudinale Isoleader SPX

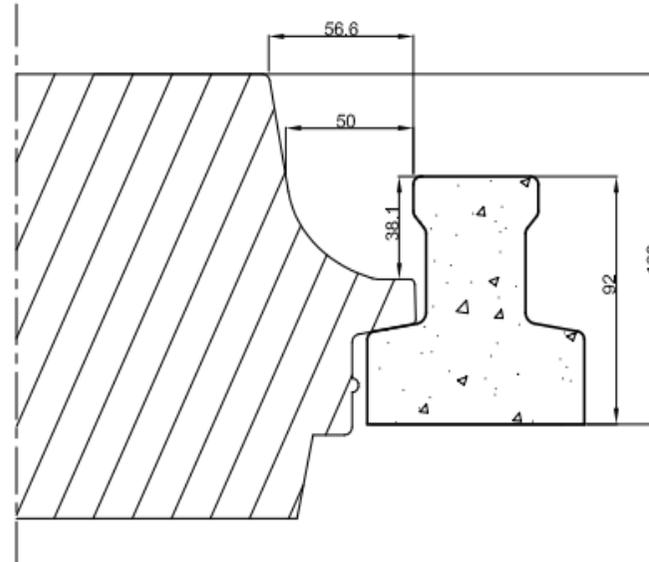


Coupe Isoleader SPX sur poutrelle X90

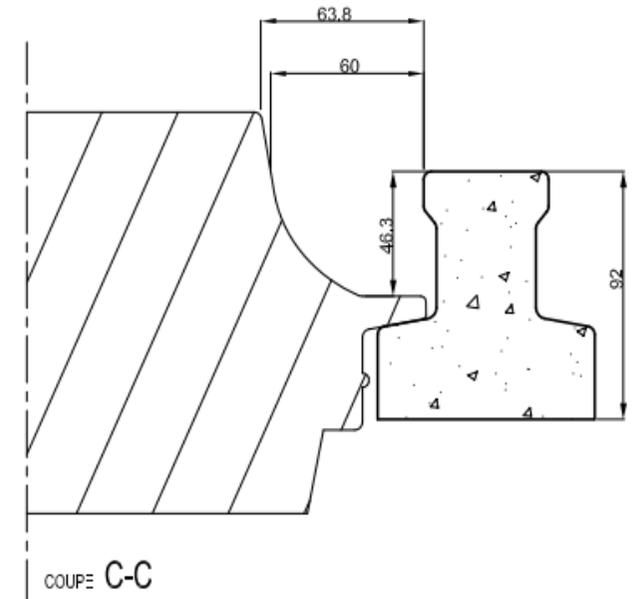
SECTION TRANSVERSALE



COUPE A-A



COUPE B-B

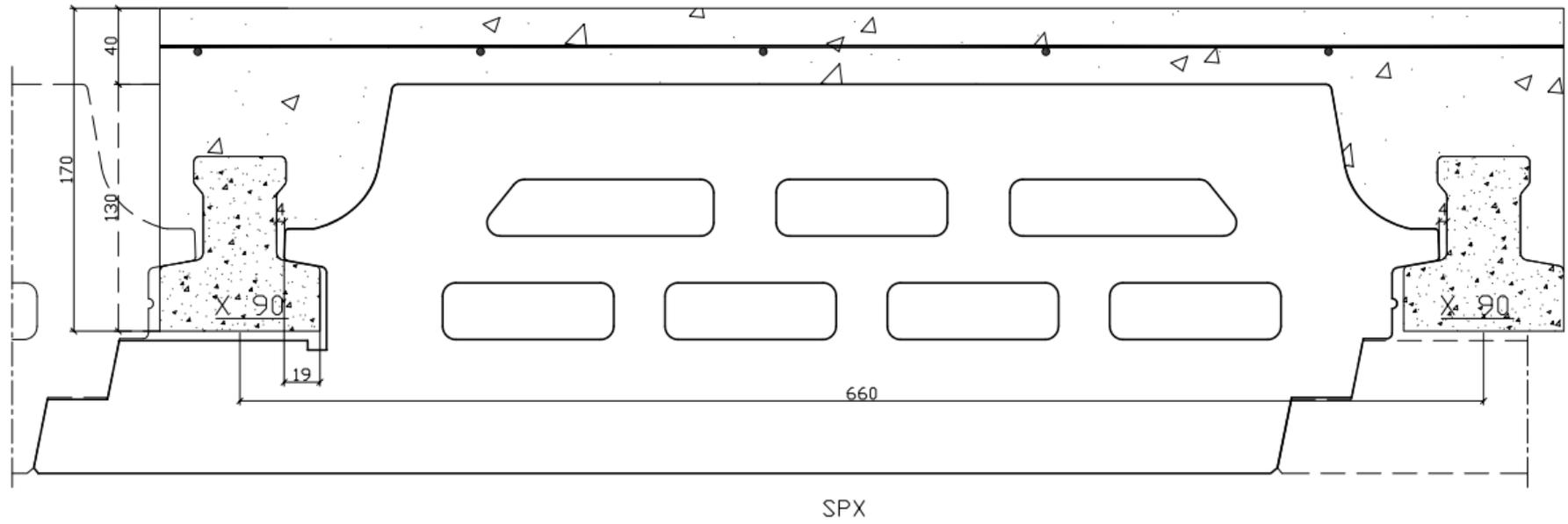


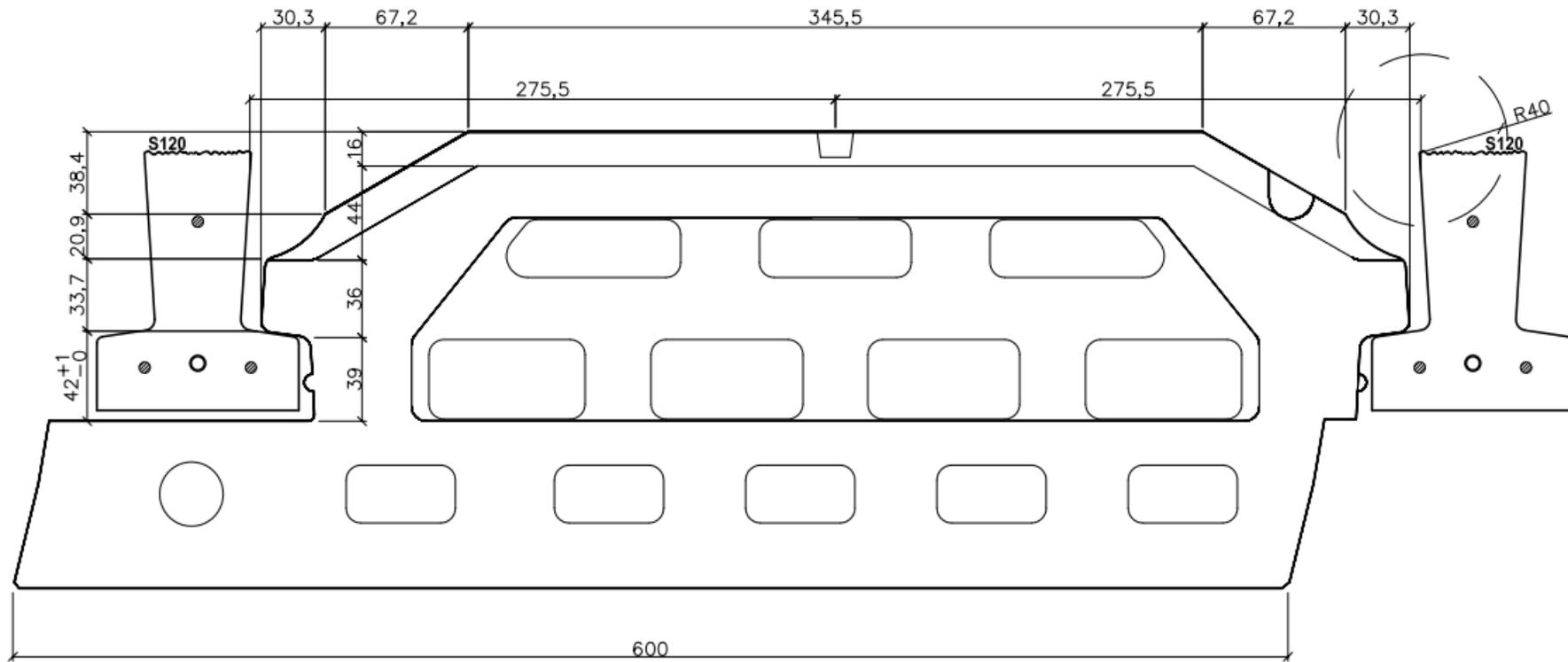
COUPE C-C

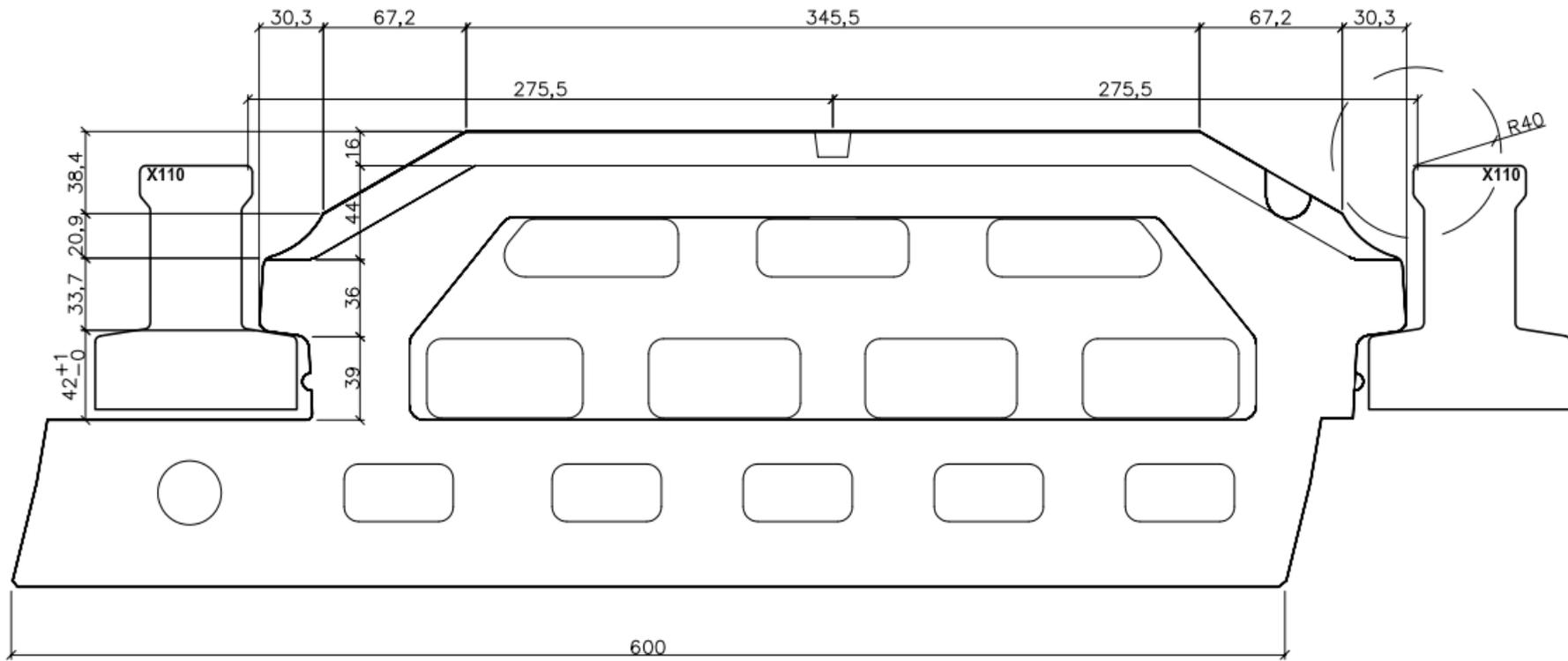
NOTA:

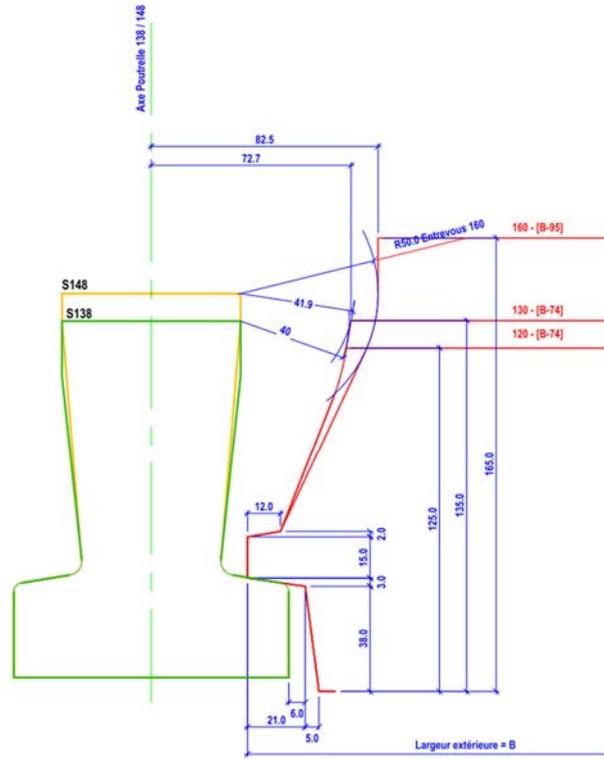
La colation est faite à l'intersection des tangentes
Rayon de raccordement: = 5mm.

Coupe type sur Plancher Isoleader SPX

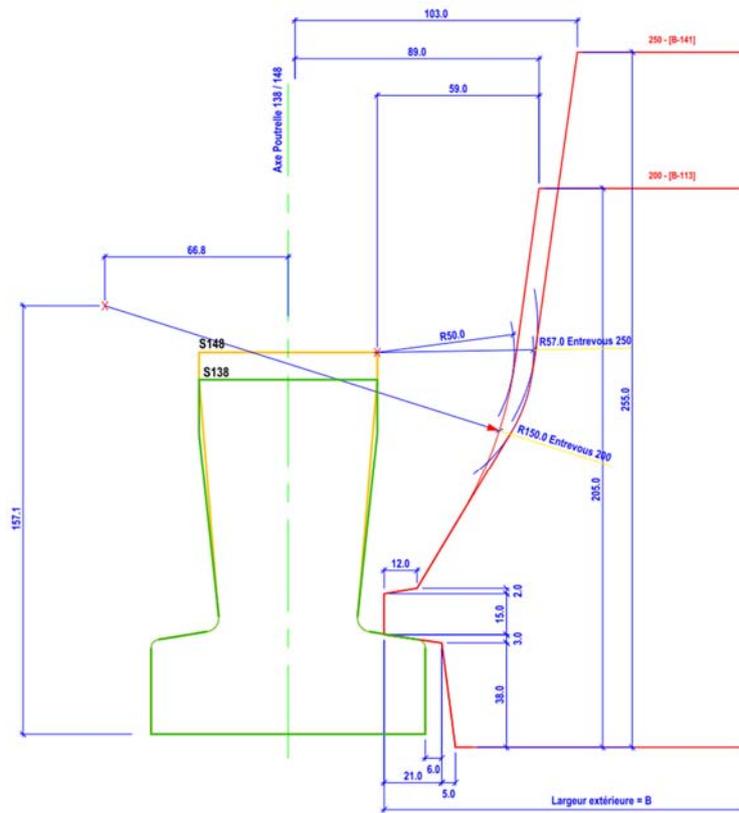


Isoleader*Coupes transversales type*

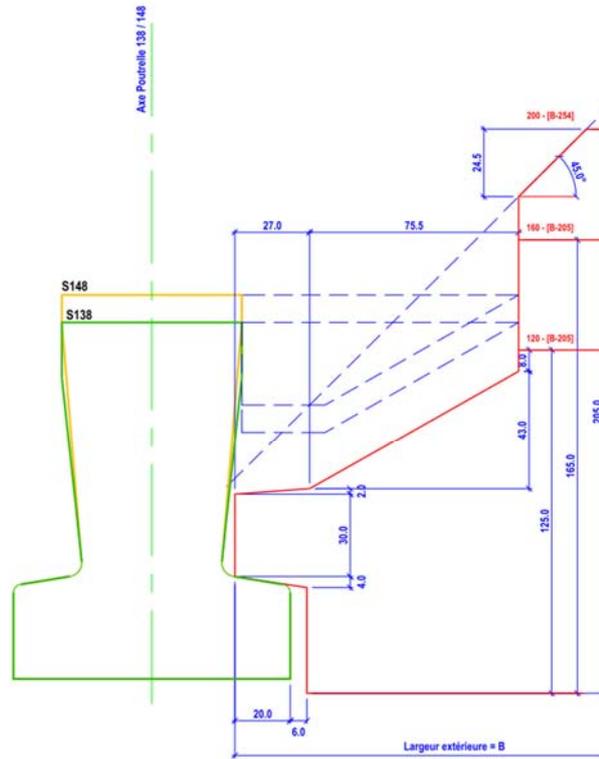




PRESCRIPTIONS DE FORME POUR ENTREVOUS RESISTANTS
DEROGATION COUTURE H120
 H130
 H160

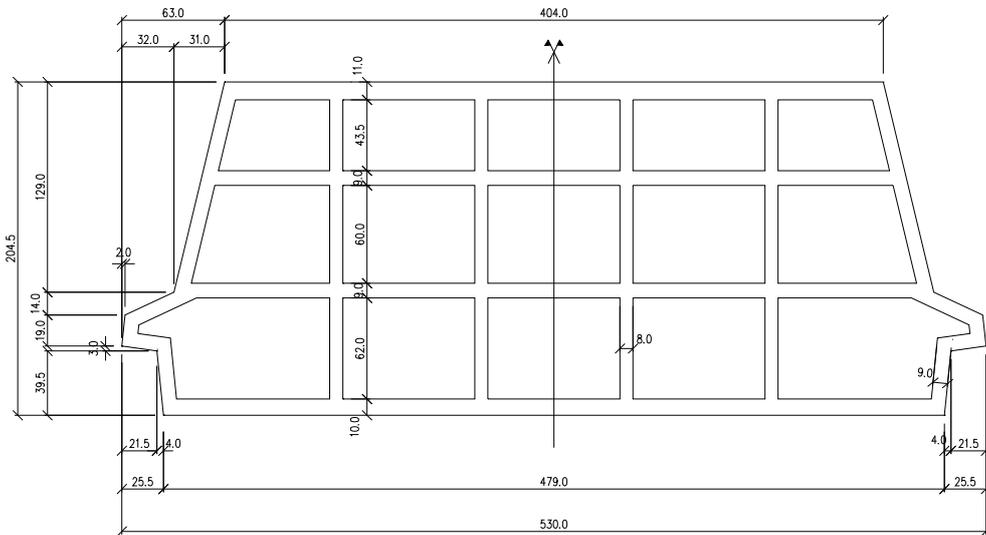
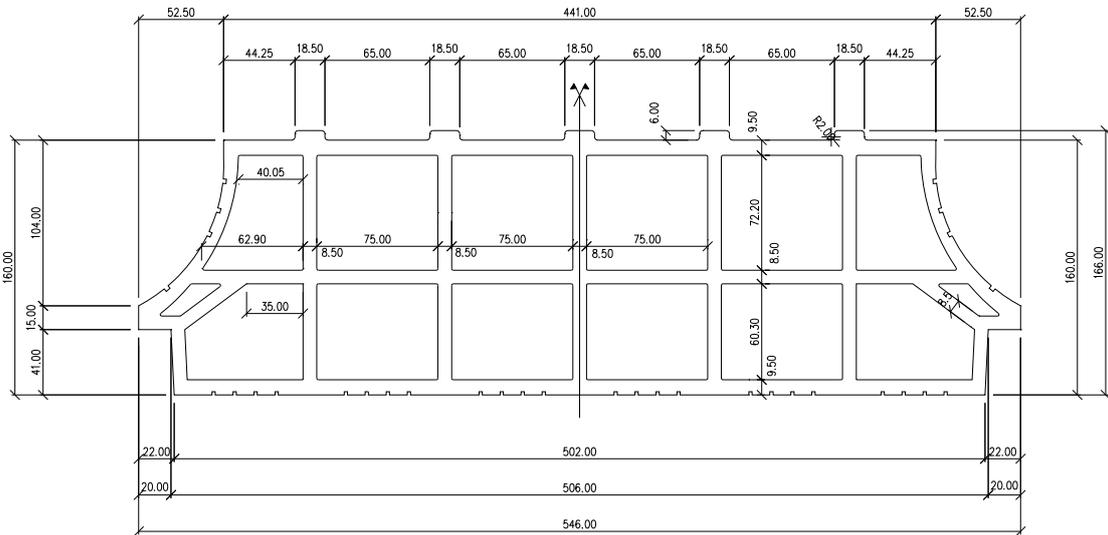
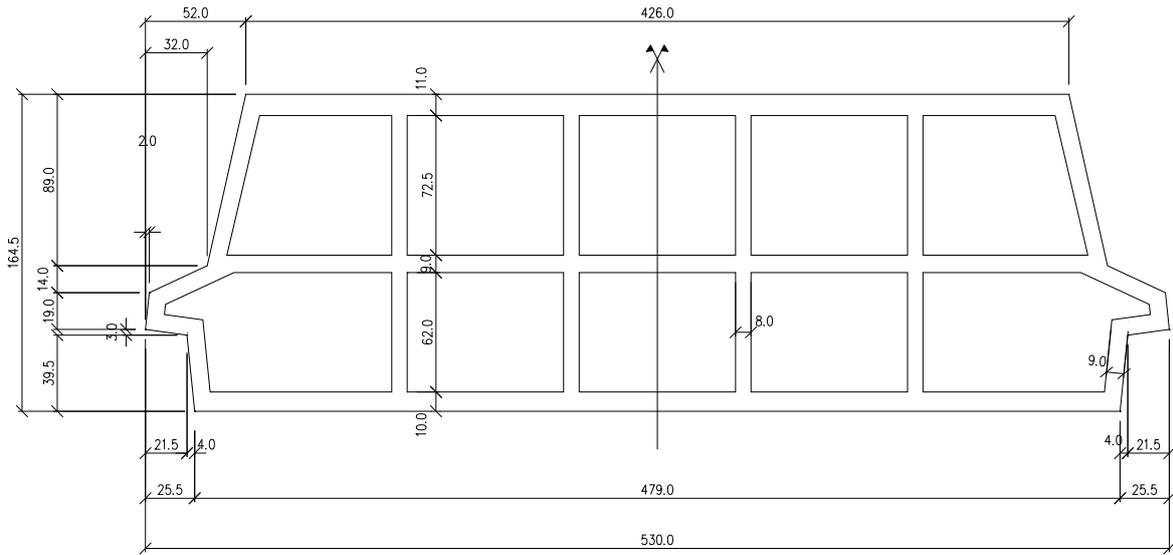


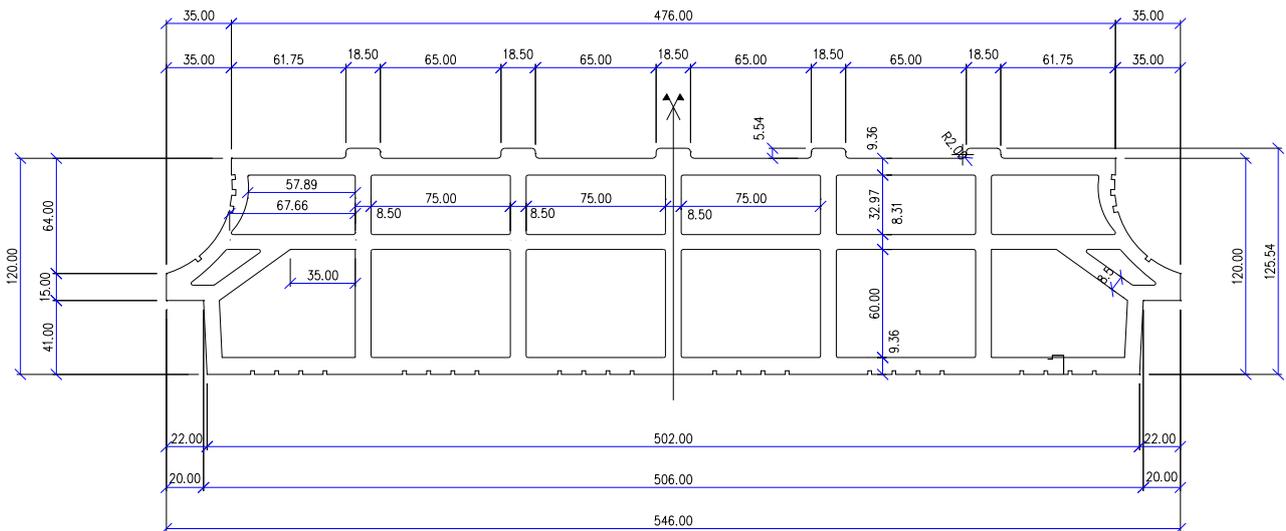
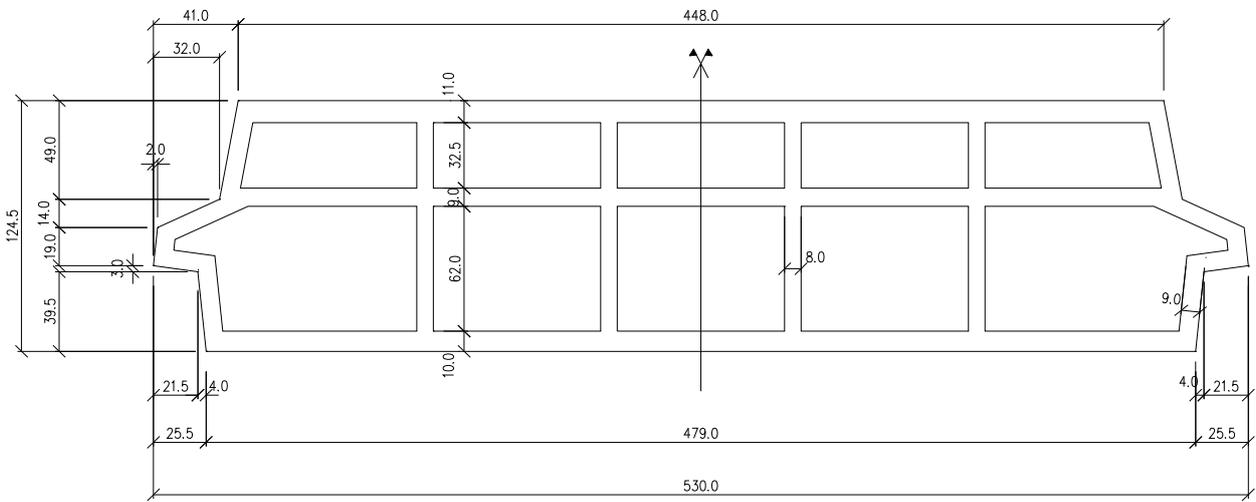
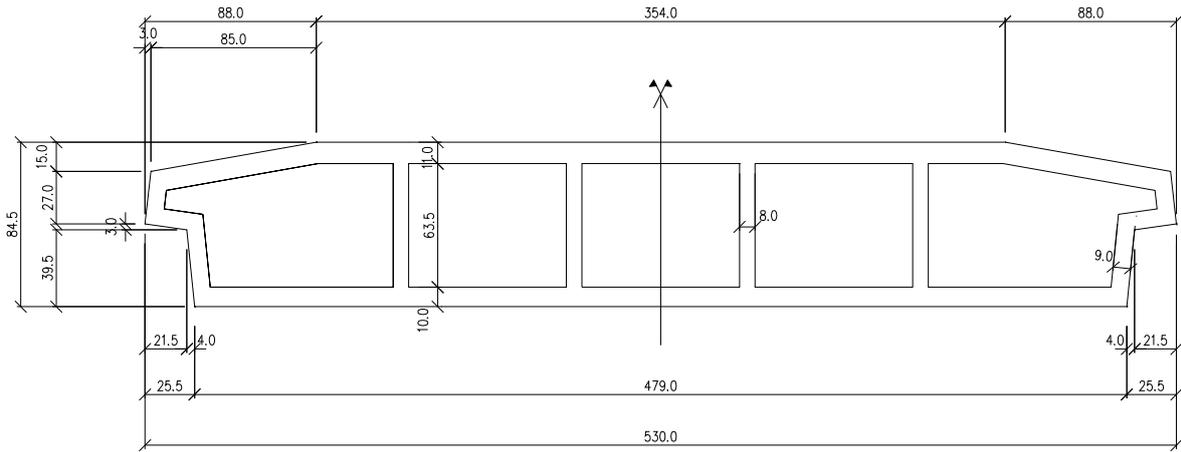
PRESCRIPTIONS DE FORME POUR ENTREVOUS RESISTANTS
DEROGATION COUTURE H200
 H250



PRESCRIPTIONS DE FORME DES ENTREVOUS DE COFFRAGE SIMPLE
DEROGATION COUTURE H120
H160
H200

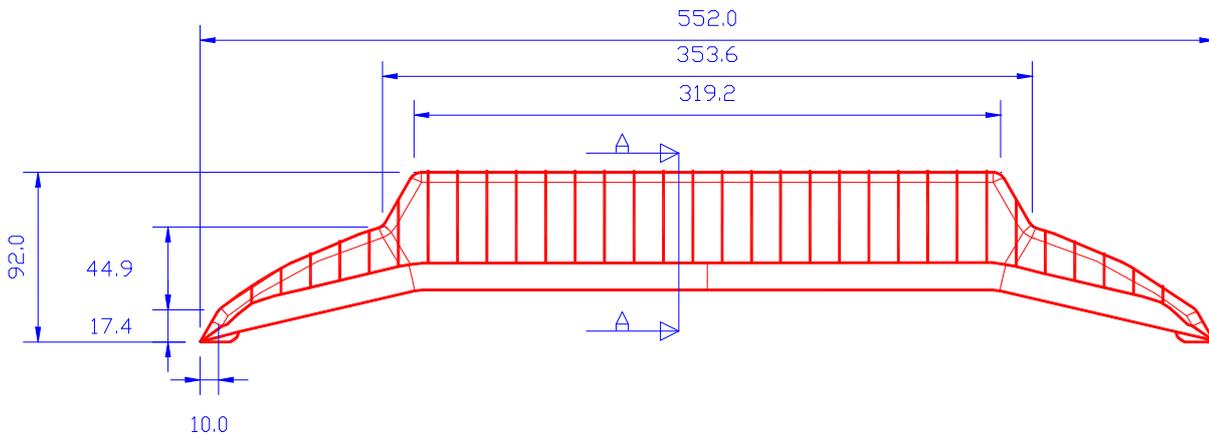
Entreevus longitudinaux de coffrage résistant :



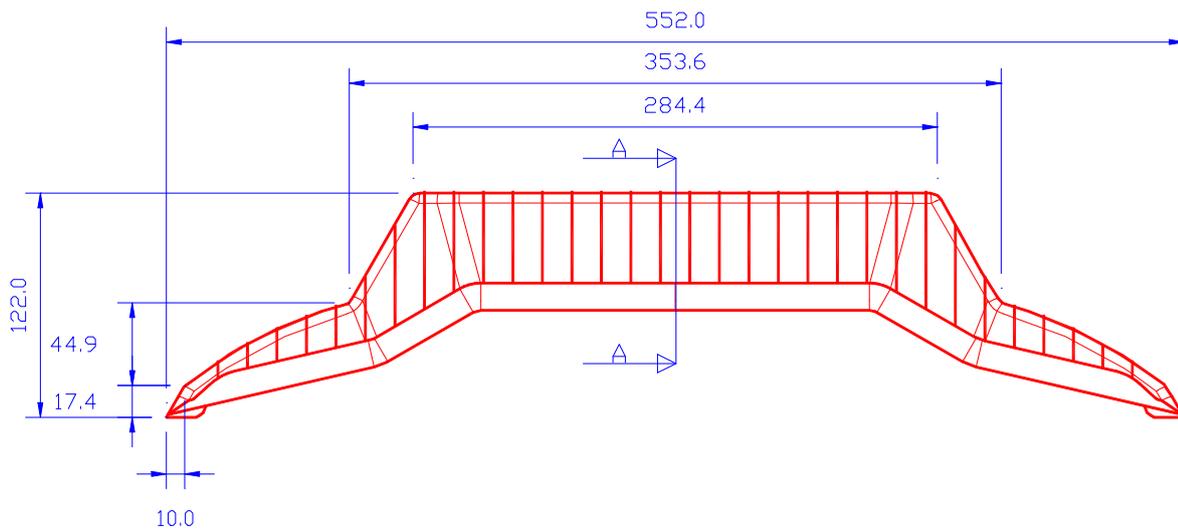


Entrevous de coffrage simple – Leader EMS

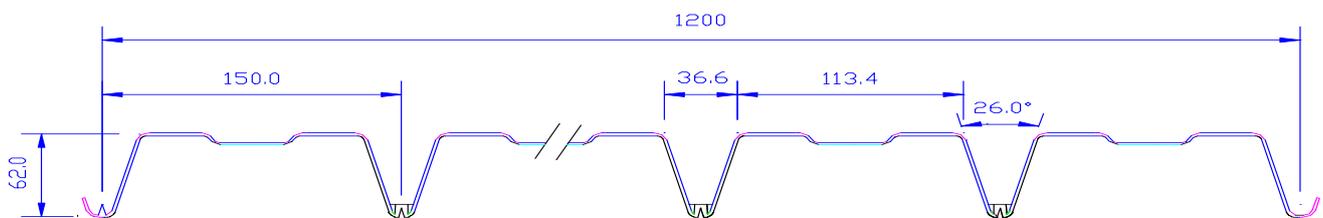
Entrevous Leader EMS 13x55x120 (vue de face)



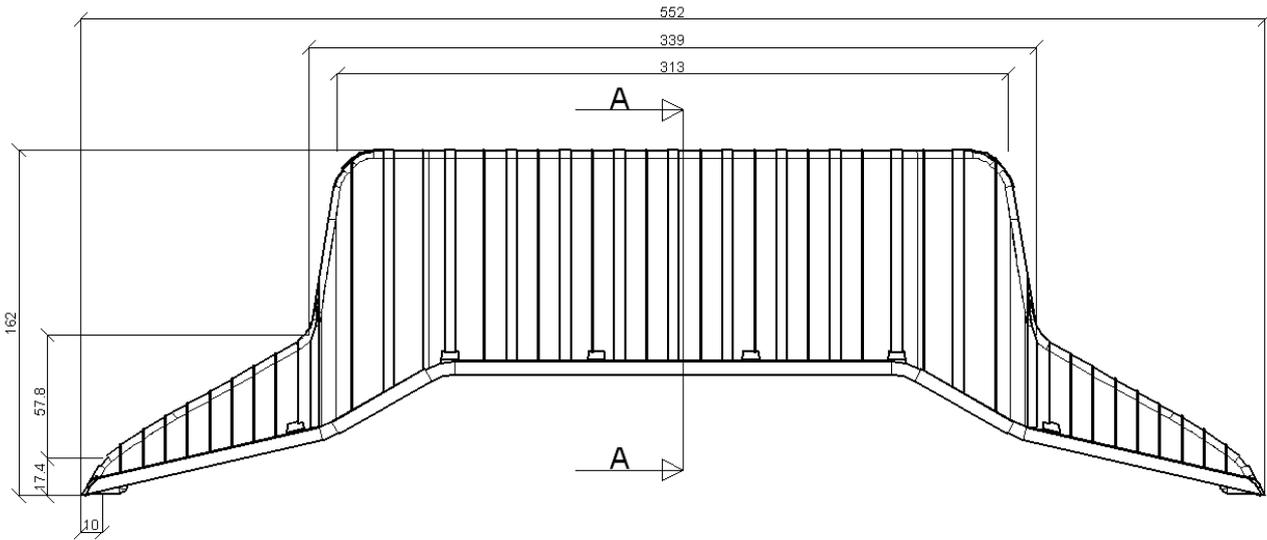
Entrevous Leader EMS 16x55x120 (vue de face)



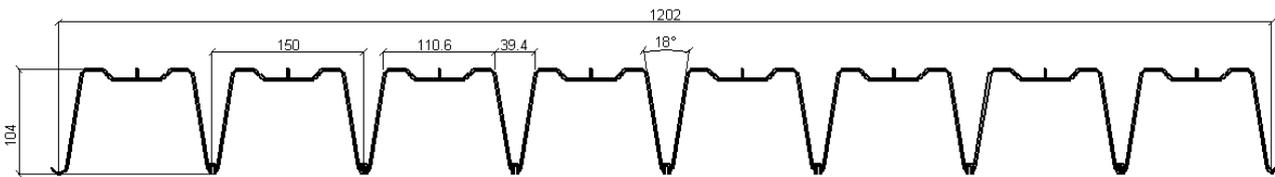
Entrevous Leader EMS (coupe AA)



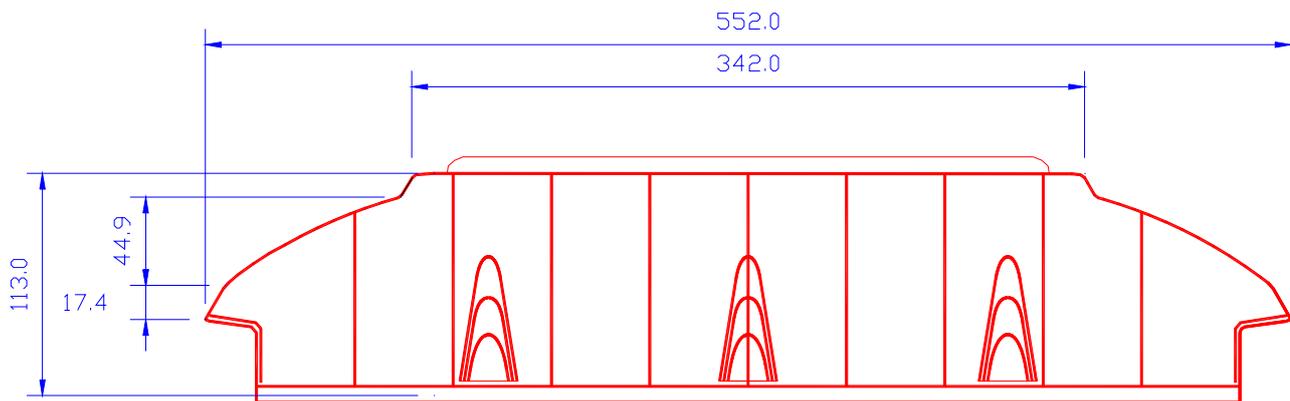
Entrevous Leader EMS 20x55x120 (vue de face)



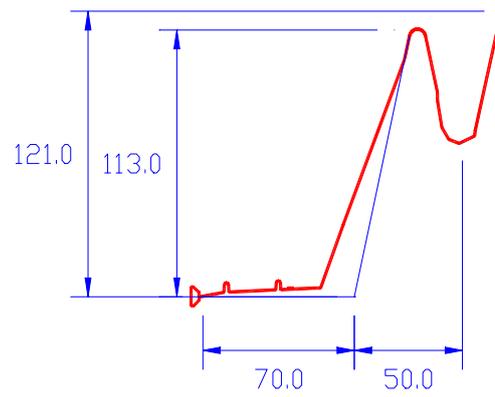
Entrevous Leader EMS 20 (coupe AA)



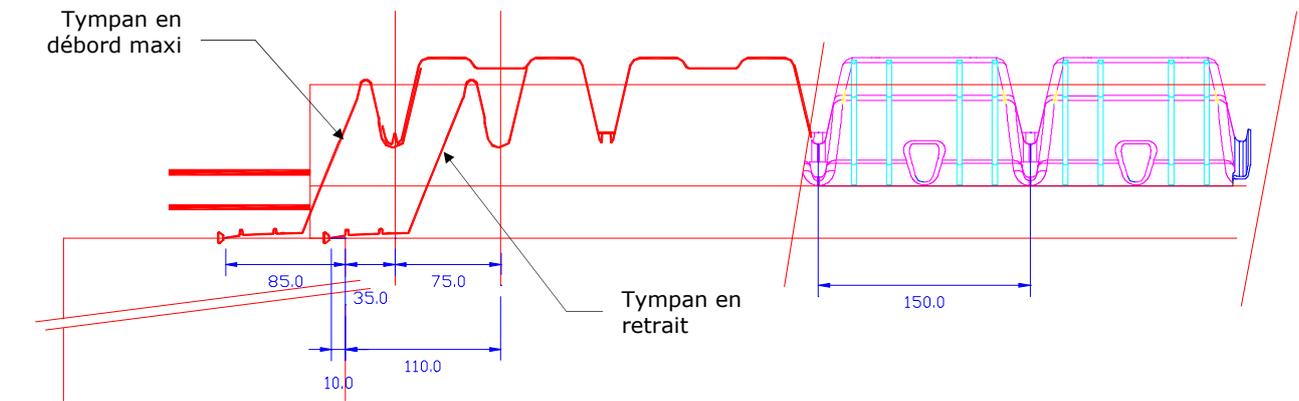
Tympan Leader EMS (vue de face)

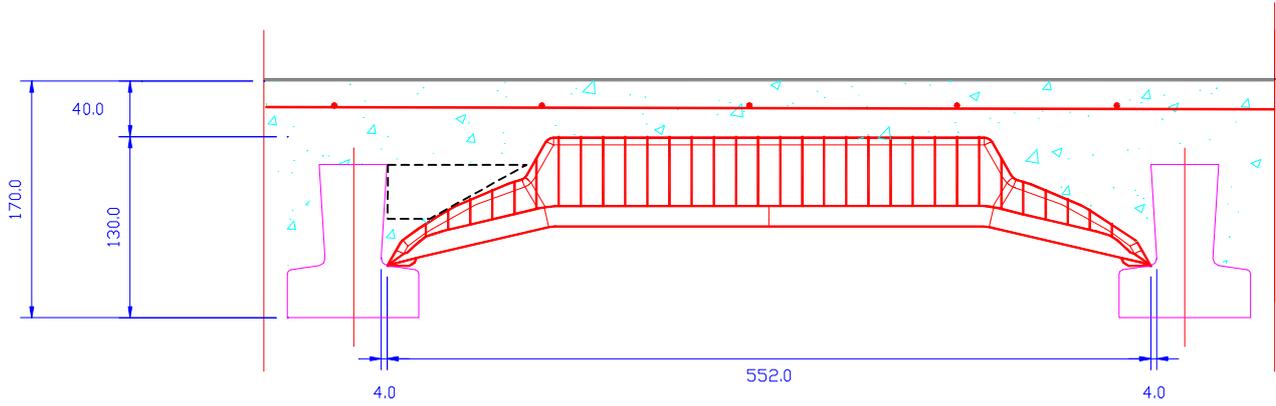


Tympan Leader EMS (coupe)

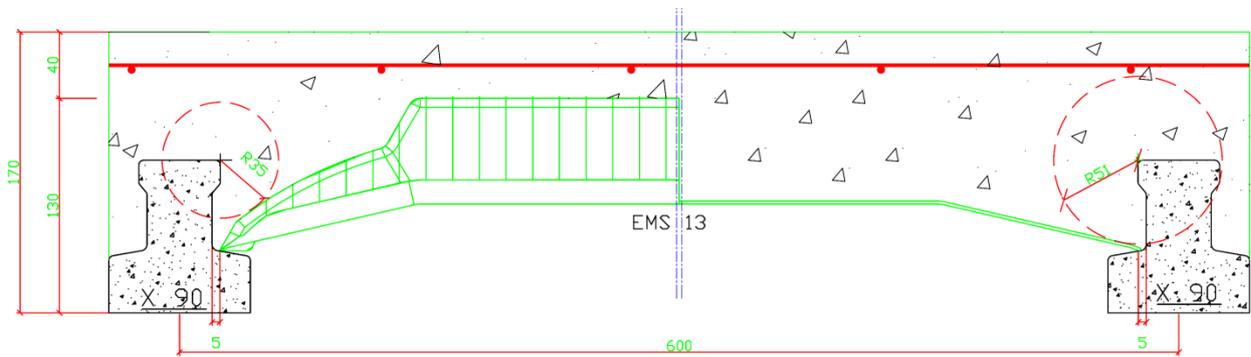


Disposition constructive sur appui (liaison tympan-entrevous)

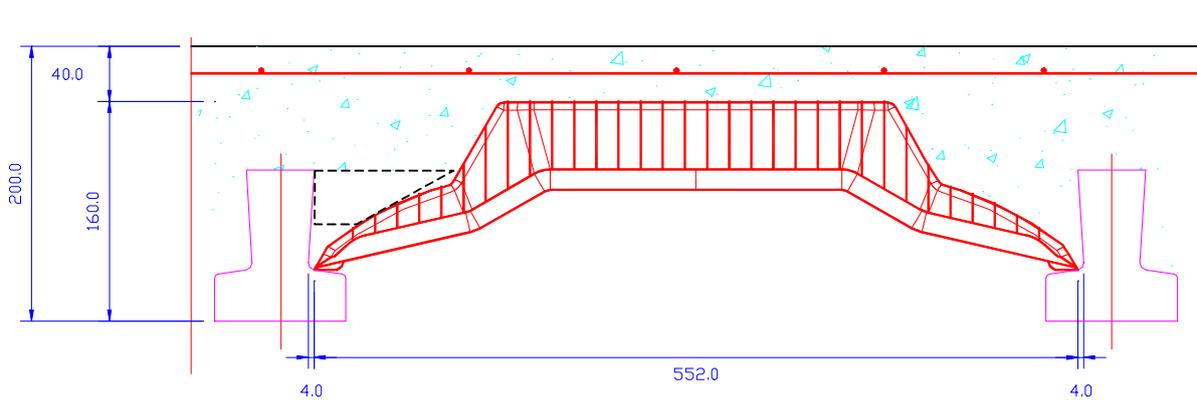




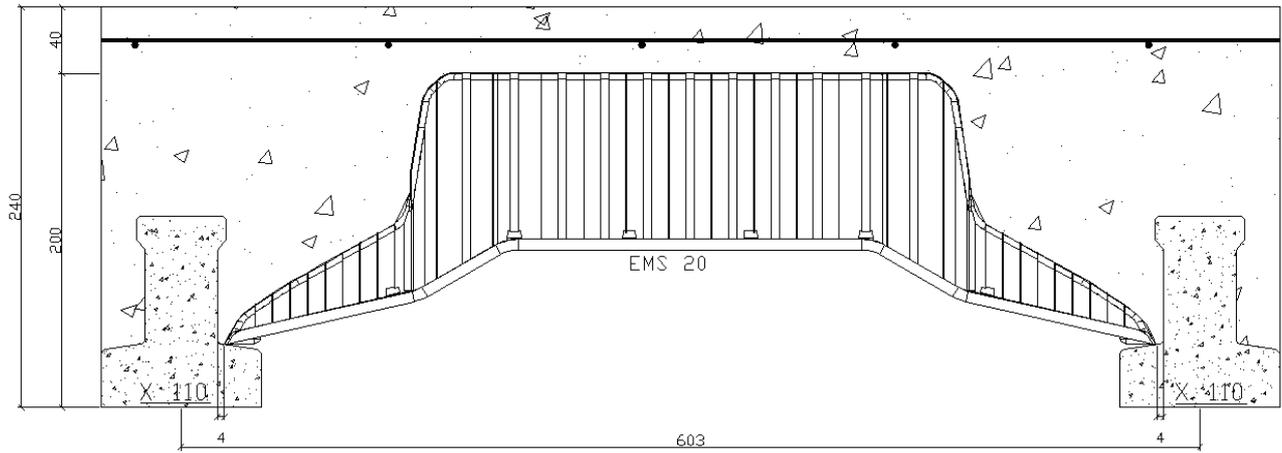
Coupe type de plancher réalisé avec entrevous Leader EMS 13x55x120 (sommet de l'onde à gauche et creux de l'onde à droit)



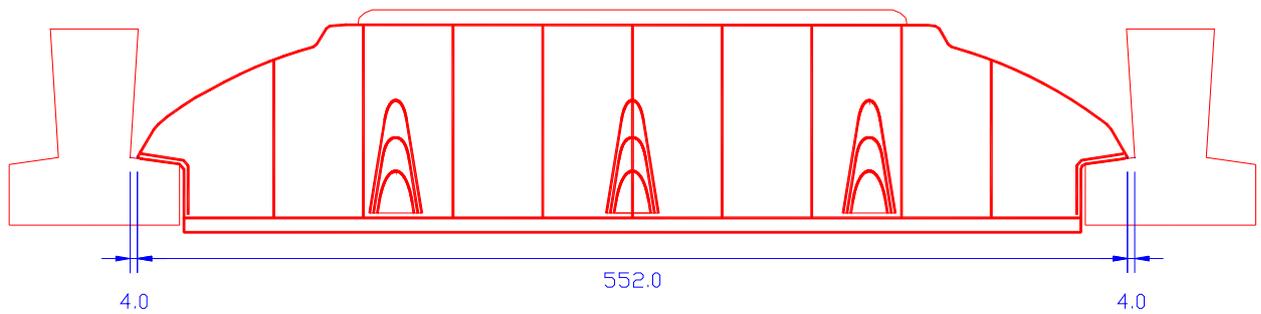
Coupe type de plancher réalisé avec entrevous Leader EMS 16x55x120



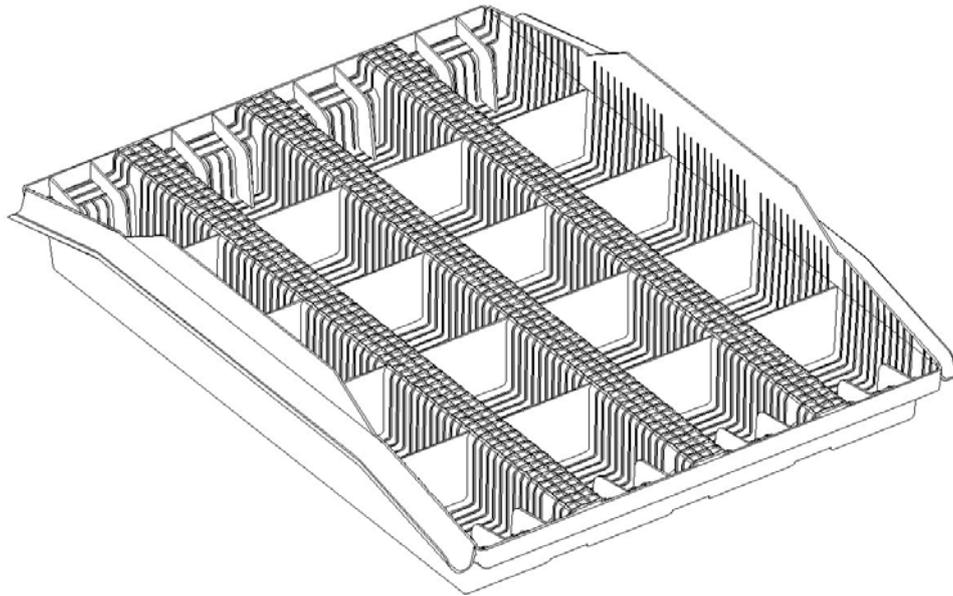
Coupe type de plancher réalisé avec entrevous Leader EMS 20x55x120



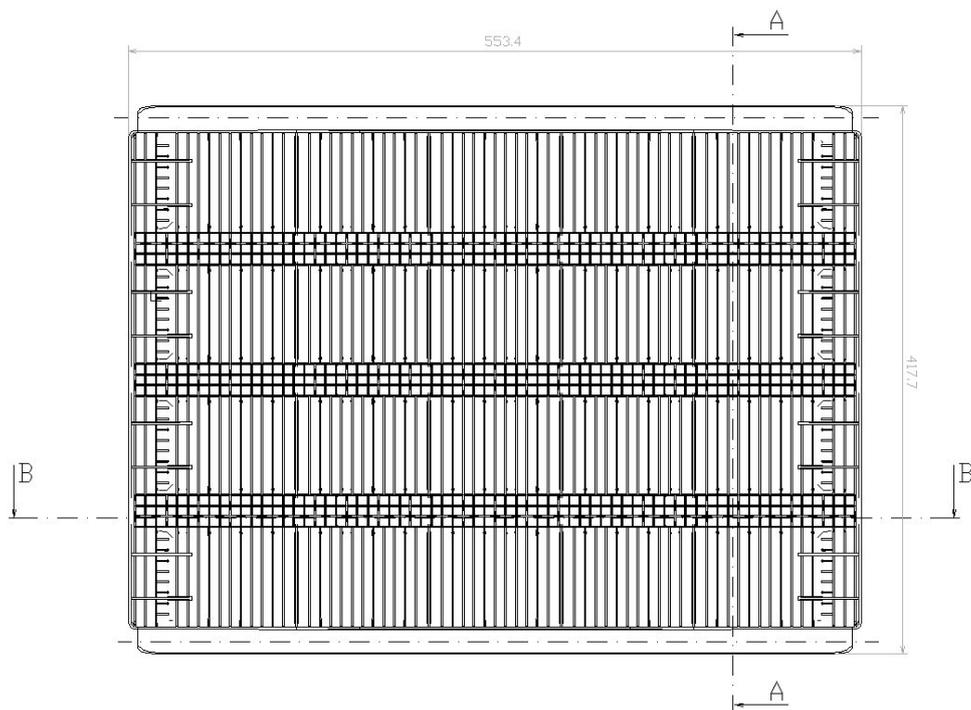
Détail d'appui du tympan Leader EMS



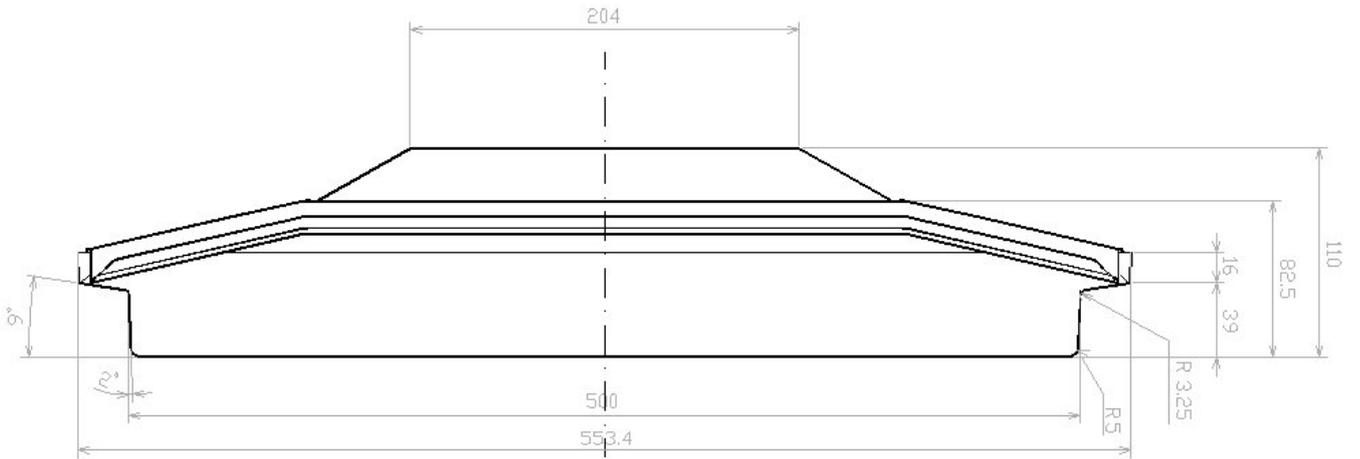
Tympan Leader Biaisi - Perspective



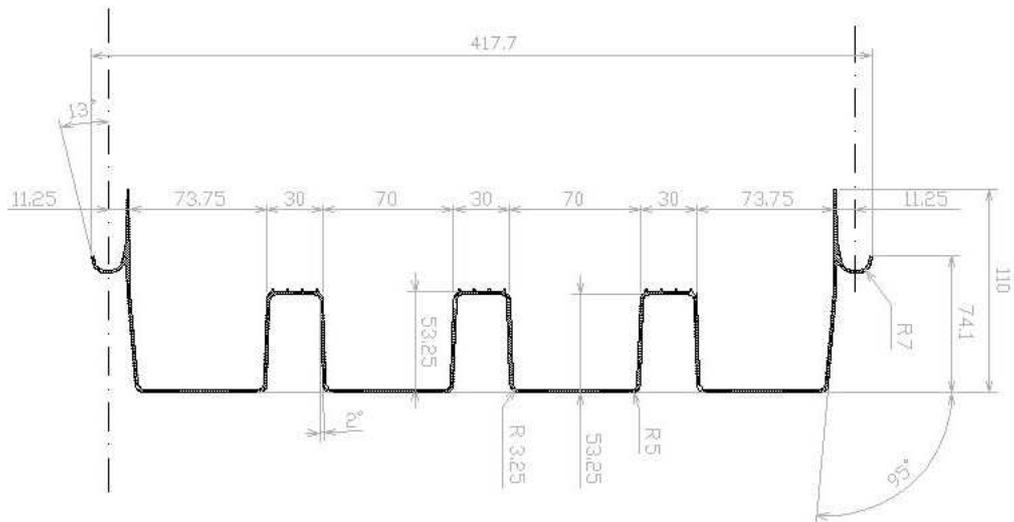
Tympan Leader Biaisi - Vue de dessus



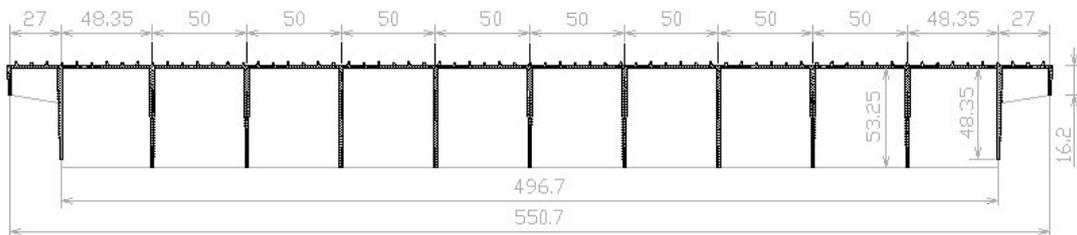
Tympan Leader Biais - Vue de côté



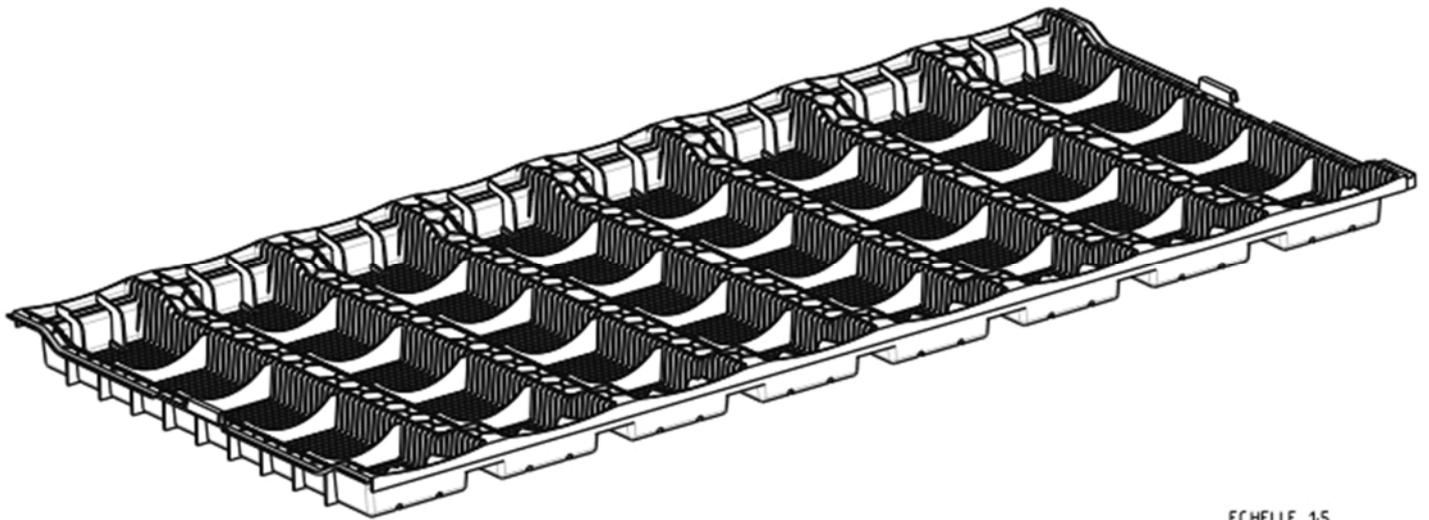
Tympan Leader Biais - Section A-A



Tympan Leader Biais - Section B-B

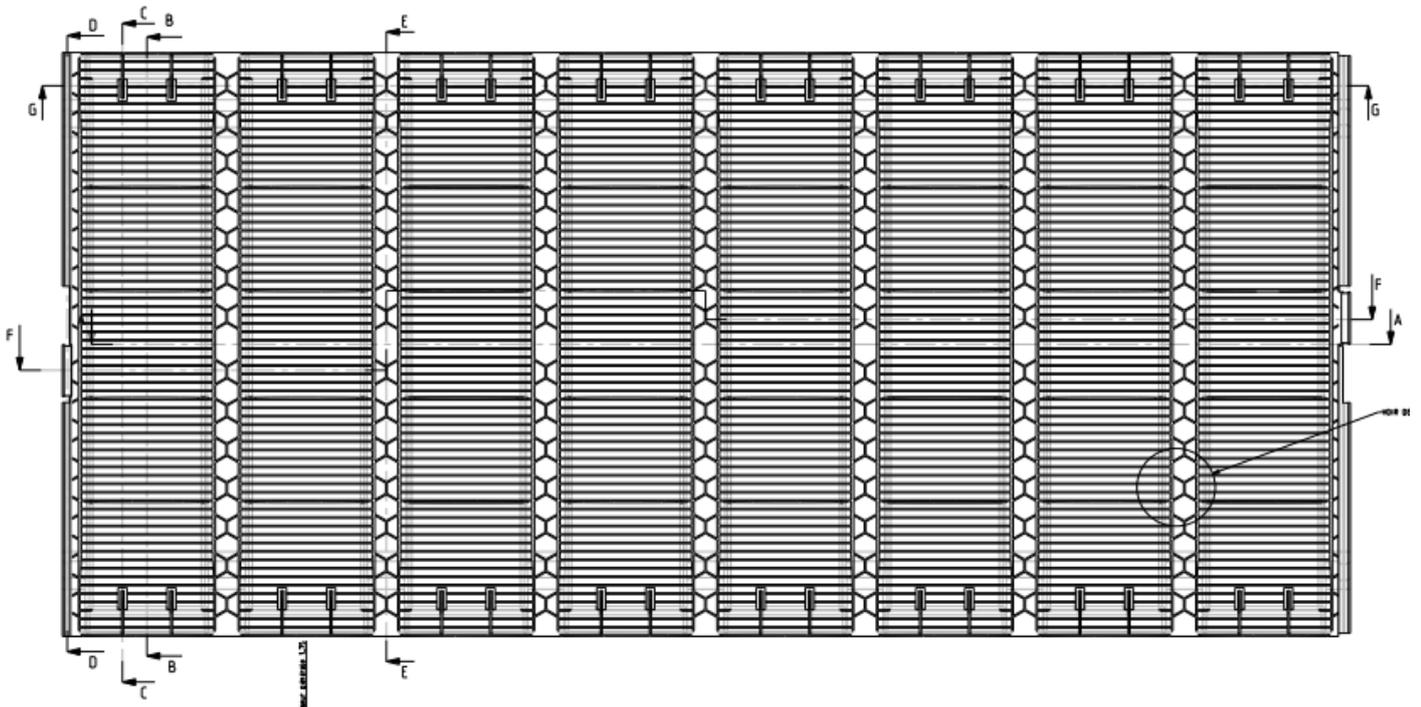


Modulo EMX - Perspective



ECHELLE 1:5

Modulo EMX - Vue de dessus



Modulo EMX - Vue de dessous

