Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3.1/17-927_V2**

Annule et remplace l'Avis Technique 3.1/17-927_V1

Plancher à bacs aciers collaborants

Steel-concrete composite floor slabs

COFRAPLUS 220

Relevant de la norme	**NF EN 1090-1**

Titulaire : Société ArcelorMittal Construction France
Zone Industrielle – Site 1
FR-55800 CONTRISSON

Tél. : 03 29 79 85 85
Fax : 03 29 79 84 10

Internet : http://ds.arcelormittal.com/construction/france

Groupe Spécialisé n°3.1

Planchers et accessoires de plancher

Publié le 12 juin 2019

Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

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

© CSTB 2019

Le Groupe spécialisé n° 3.1 « Planchers et accessoires de plancher » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné, le 21 juin 2018, le procédé de plancher COFRAPLUS 220, présenté par la société Arcelor Mittal Construction France. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine et dans les DROM.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Plancher en béton de granulats courants coulé sur des tôles métalliques nervurées, d'épaisseur totale 30 à 42 cm, soit une dalle de béton de 8 à 20 cm au-dessus des plages du profil. Les profils métalliques reposent :

1. soit sur des étriers appelés Wing 0 ou Wing 20, fixés aux poutres du plancher par soudage (poutre acier) ou boulonnage (poutre acier, bois ou béton).
2. soit sur la semelle inférieure d'une poutre acier ou sur une poutre béton ou bois, avec interposition des closoirs d'appuis appelés Slimfloor.

L'épaisseur nominale de la tôle galvanisée est de 1,13 mm ou 1,25 mm, la hauteur des nervures des bacs étant de 220 mm.

La portée maximale visée est de 9 m.

Selon les exigences, on peut associer des plafonds suspendus à ce type de plancher.

1.2 Identification des composants

L'identification des composants se fait par des étiquettes, comme indiqué dans le Dossier Technique établi par le demandeur.

1.3 Mise sur le marché

Le bac COFRAPLUS 220 fait l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF-EN-1090-1. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

2. AVIS

L'Avis porte uniquement sur le procédé tel qu'il est décrit dans le Dossier Technique joint, dans les conditions indiquées dans les prescriptions techniques (§ 2.3).

2.1 Domaine d'emploi accepté

L'avis est formulé pour la France Européenne et les DROM.

Le domaine d'emploi accepté du plancher COFRAPLUS 220 est celui défini au paragraphe « Domaine d'application » du CPT 3730_V2 : planchers intérieurs et extérieurs utilisés en étages courants et terrasses des bâtiments d'habitation, des bureaux, des bâtiments industriels, des Etablissements recevant du public et des parkings.

L'utilisation du bac COFRAPLUS 220 en vide sanitaire est visée uniquement en tant que coffrage perdu ne contribuant pas à la durabilité et à la résistance du plancher.

Pour les planchers directement exposés aux intempéries, une étanchéité devra systématiquement être réalisée au sens du DTU 43-1 et l'épaisseur du béton au-dessus de la tôle devra être supérieure ou égale à 80 mm.

Pour le cas des planchers intermédiaires des parkings aériens largement ventilés, les dispositions du § 5.8 du DTED s'appliquent.

Le domaine d'emploi accepté couvre le cas de charges roulantes occasionnelles de faible intensité, c'est-à-dire les véhicules dont la charge maximale par essieu ne dépasse pas 30 kN (véhicule de catégorie F selon NF EN 1991-1-1 §6.3.3, tableau 6.7). On admet que pour les éléments COFRAPLUS 220 les seules charges roulantes autorisées sont celles des parkings pour véhicules légers (moins de 30 kN par essieu et pour des vitesses inférieures à 20 km/h).

Les utilisations en planchers soumis à des sollicitations dynamiques importantes (comme ce peut être le cas en locaux industriels) ou à des charges répétitives entretenues pouvant donner lieu à des phénomènes de fatigue (machines tournantes, passage intensifs et répétés de camions, …) ne sont pas visées par le présent Avis. Toutefois, en raison du caractère exceptionnel de leurs interventions, les véhicules de pompier, les véhicules transportant l'enrobé bitumeux et les efforts générés lors du compactage des enrobés sont admis sur ces planchers dans les conditions précisées aux Prescriptions Techniques ci-après.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Aptitude à l'emploi

Stabilité

La stabilité est normalement assurée en plancher avec des résistances additives de la section en béton armée et de la section du bac en acier tant que les conditions indiquées au paragraphe Prescriptions Techniques sont respectées.

L'utilisation du procédé de plancher COFRAPLUS 220 en zones sismiques 1 à 5 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, sous réserve de respecter les prescriptions du paragraphe 1.4 du CPT 3730_V2 et les des dispositions prescrites au § 2.31 Prescriptions Techniques ci-après.

Résistance au feu

La résistance au feu du plancher (sans protection particulière) conformément aux critères énoncés dans l'arrêté du 22 mars 2004 du Minis-tère de l'Intérieur, peut être évaluée comme suit :

a) L'étanchéité aux flammes et aux gaz chauds ou inflammables est satisfaisante lorsque les conditions de mise en œuvre du présent Avis Technique sont respectées.

b) L'isolation thermique et la stabilité mécanique peuvent être estimées conformément aux prescriptions de l'Appréciation de laboratoire n°EFR-17-002508 EFECTIS dont fait l'objet le procédé et qui indique :

- Les épaisseurs minimales de béton pour répondre aux critères d'isolation thermique après une durée d'exposition de 60, 90, 120 et 180 minutes.
- Les champs de température dans la tôle pour des durées d'exposition de 60, 90, 120 et 180 minutes.
- Les champs de température dans les nervures béton en fonction de la distance par rapport à la sous-face pour des durées d'exposition de 60, 90, 120 et 180 minutes.
- Les champs de température dans la table en béton et en fonction de la distance à la face supérieure et de l'épaisseur de béton pour des durées d'exposition de 60, 90, 120 et 180 minutes.

La stabilité mécanique du plancher est déterminée à partir des champs de température de l'appréciation de laboratoire n° EFR-17-002508 EFFECTIS par application des règles de la NF EN 1994-1-2 et son Annexe Nationale.

Pour les planchers bénéficiant d'une protection thermique par plafond suspendu ou par projection de matériau isolant, le degré de résistance au feu doit être établi par un laboratoire agréé (procès-verbal en cours de validité). Sauf indications contraires du P.V. la mise en œuvre de ces protections thermiques doit en outre être conforme aux DTU en vigueur (ex. : additif n° 2 du DTU 58.1 pour les plafonds suspendus). Il est à noter que les classements de résistance au feu ne préjugent pas de la durabilité dans le temps de ces protections.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

Pour le procédé proprement dit, elle peut être normalement assurée dans la mesure où les portées délimitées par les appuis et éventuellement les étais n'excèdent pas les valeurs limites résultant de l'application du §1.1.2 du CPT 3730_V2 et des valeurs résistantes affichées en Annexe de la partie Avis (Tableau 3) et si les tôles sont fixées sur leurs appuis au fur et à mesure de leur pose conformément aux prescriptions du §4 du DTED.

Isolation thermique

Le coefficient U_{bat} moyen de déperdition par transmission à travers les parois déperditives séparant le volume chauffé du bâtiment, de l'extérieur, du sol et des locaux non chauffés est calculé selon les règles Th-U. Ce plancher étant par lui-même peu isolant il peut être nécessaire de compléter son isolation thermique.

Isolation acoustique

Ouvrages pour lesquels il n'existe pas d'exigences règlementaires : domaine d'emploi normalement accepté.

Autre ouvrages : le respect des exigences règlementaires devra être justifié par une évaluation acoustique du système.

Finitions - Aspect

Plafonds

Le procédé permet d'appliquer par projection une protection en sous-face des bacs. Il permet également de suspendre des plafonds rapportés.

Sols

Sous réserve du respect des prescriptions des DTU concernés, tout type de revêtement de sol peut être posé sur la table de compression en béton.

Utilisation en plancher support d'étanchéité

Le plancher COFRAPLUS 220 avec une dalle en béton d'épaisseur minimale de 80 mm au-dessus des ondes peut être utilisé en support d'étanchéité en satisfaisant aux conditions définies par la norme NF P 10-203-1 (référence DTU 20.12).

Les prescriptions relevant des DTU de la série 43 et notamment les pentes devront être respectées en fonction de la nature de l'ossature porteuse.

Données environnementales

Il existe une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) pour ce procédé, mentionnée au paragraphe C1 du DTED. Il est rappelé que cette FDES n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

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

2.22 Durabilité - Entretien

Pour les emplois indiqués en 2.1, la durabilité du plancher brut (c'est-à-dire plafond exclu) est équivalente à celle des planchers traditionnels utilisés dans des conditions comparables, sauf pour des utilisations sur locaux humides ou à atmosphère agressive, à moins que la sous-face du plancher ne soit entretenue et comporte une protection complémentaire obturant les joints.

L'entretien doit être apprécié en fonction des protections complémentaires éventuelles.

Pour l'utilisation des bacs en extérieur, la protection vis-à-vis de la corrosion des appuis d'extrémité et de leur fixation devra être réalisée par galvanisation à chaud en usine.

La protection des soudures des wings avec une peinture zinc n'est acceptable que pour les utilisations en conditions d'exposition XC1.

2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des tôles est effectuée en usine. Elle doit faire l'objet d'un autocontrôle systématique du fabricant et de vérifications réalisés selon les modalités décrites dans le Dossier technique établi par le demandeur.

Cet avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérification décrits dans le Dossier Technique sont effectifs.

2.24 Mise en œuvre

Effectuée par des entreprises autres que le titulaire et les usines productrices des éléments, elle ne présente pas de difficultés particulières.

Le recouvrement entre deux bacs dans le sens de la portée du bac n'est pas visé.

2.3 Prescriptions Techniques

Ce plancher doit être fabriqué conformément à la norme NF EN 1090-1, calculé et mis en œuvre et utilisé conformément aux prescriptions techniques complémentaires suivantes.

2.31 Conditions de conception et de calcul

La conception et le dimensionnement du procédé doivent être réalisés par le titulaire de l'Avis Technique à l'exception du dimensionnement des fixations de Wings boulonnés et des Wings soudés, qui est réalisé par le bureau d'étude en charge du support (charpente).

Pour les vérifications en phase provisoire :

- les prescriptions de conception et de calcul sont données dans le CPT 3730_V2 à l'article 1.1.2.
- les portées maximales d'utilisation sans étaiement indiquées au tableau 3 en Annexe devront être respectées.
- le fléchissement de la tôle est calculé en tenant compte des inerties réduites indiquées dans le tableau 3.

Pour la vérification en phase mixte :

- la vérification de la résistance au cisaillement du plancher est effectuée en considérant uniquement la contribution de la section en béton armée, conformément à la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale (§ 6.2.2 de la NF EN 1992-1-1/NA) ;
- les vérifications sur appuis sont données aux § 7.323 du Dossier Technique établi par le demandeur ;
- la vérification des moments fléchissant est donnée au § 7.321 du dossier technique établi par le demandeur ;
- la vérification de la déformation du plancher doit être réalisée suivant la NF EN 1992-1-1 et son AN en considérant la section en béton armé seule et en retenant un moment sollicitant réduit correspondant à la part reprise par la section en béton armé.
- Cette dernière est déterminée au prorata des raideurs de la section béton non fissurée R_c (module différé $E_{c,eff}$ et homogénéisation des aciers avec n=15) et de la tôle d'acier R_s, soit R_c / (R_c+R_s).
- les vérifications de maîtrise de la fissuration doivent être réalisées suivant la NF EN 1992-1-1 et son AN en considérant la section en béton armé seule et en retenant un moment sollicitant réduit correspondant à la part reprise par la section en béton armé. Cette dernière est déterminée au prorata des raideurs de la section béton non fissurée R_c (module différé $E_{c,eff}$ et homogénéisation des aciers avec n=15) et de la tôle d'acier R_s, soit R_c / (R_c+R_s).

Les conditions d'enrobage du ferraillage de la dalle de répartition coulée sur les tôles sont données à l'article 1.3.2 du CPT 3730_V2.

Les distances entre joints de dilatation sont celles définies à l'article 2.3.3 de la NF EN 1992-1-1/NA.

L'application de la méthode de dimensionnement et de justification du plancher, donnée dans le Dossier Technique établi par le demandeur doit être effectuée en utilisant les caractéristiques de calcul (valeurs d'utilisation) données dans les Annexes n° 1 et n° 2 du présent Avis.

Dimensionnement vis-à-vis des charges roulantes exceptionnelles :

Les véhicules de pompier, les véhicules transportant l'enrobé bitumeux et les efforts générés lors du compactage des enrobés sont admis sur les plancher COFRAPLUS 220 sous réserve de respecter les prescriptions suivantes :

- les rives du plancher doivent être supportées,
- majoration de 33 % des charges des roues dans les vérifications de cisaillement,
- charge à l'essieu limitée à 90 kN.

Utilisation en situation sismique :

La conception du plancher doit respecter les prescriptions du §1.4 du CPT 3730_V2 en tenant compte des amendements définis ci-après.

Fonction liaison du plancher COFRAPLUS 220 en situation sismique :

- Cas des appuis béton : dans les deux directions, le plancher doit présenter en toute section transversale une capacité de résistance ultime à la traction correspondant à la valeur maximale entre 15 kN/ml et celle issue du calcul sismique d'ensemble effectué sur le projet.
- Cas des appuis métalliques et en bois : dans les deux directions, le plancher doit présenter en toute section transversale une capacité de résistance ultime en traction correspondant à la valeur issue du calcul sismique d'ensemble du bâtiment.

2.32 Conditions de fabrication

L'autocontrôle du fabricant doit porter d'une part sur la résistance de la tôle, d'autre part sur les caractéristiques dimensionnelles des bacs, conformément aux prescriptions du § 6 du Dossier Technique.

2.33 Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre du plancher COFRAPLUS 220 doit être réalisée conformément aux prescriptions du § 4 du Dossier Technique établi par le demandeur et du § 3 du CPT 3730_V2.

Les documents d'exécution précisés au §3.1 du CPT 3730_V2 doivent être fournis par le bureau d'études. Les documents d'exécution précisés au § 7.1 du Dossier Technique doivent être fournis par Arcelor Mittal.

Les conditions d'appuis et de fixation des tôles sont données aux §3.2 et 4 du Dossier Technique établi par le demandeur.

Les valeurs des portées de mise en œuvre maximales à la pose des bacs doivent être déterminées conformément au §1.1.2 du CPT 3730_V2 à partir des valeurs résistantes ($M_{t,Rd}$; $V_{Rd,u}$; $I_{eff,réduit}$; M(R)) données à l'Annexe 2 du présent Avis.

Les portées maximales de coulage sans étayage sont indiquées dans le tableau 3.

L'épaisseur minimale de béton au-dessus des tôles hc est de 80 mm.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe § 2.1) est appréciée favorablement

Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 30 Juin 2020.

Pour le Groupe Spécialisé n°3.1
Le Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Cet Avis a été formulé sur la base du suivi de fabrication indiqué dans le Dossier Technique.

Le Groupe Spécialisé n° 3.1 attire l'attention sur l'épaisseur minimale de la dalle au-dessus de la tôle qui peut être conditionnée par l'enrobage des armatures situées dans la dalle qui doivent respecter les prescriptions de la section 4 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale.

Le groupe attire l'attention du responsable de la construction (entreprise générale, maitre d'œuvre, etc., selon les cas) sur la nécessité de faire vérifier, au niveau des études, la compatibilité de la mise en œuvre de divers éléments, des armatures et équipements et de faire assurer la coordination dans les cas où la construction est composée de plusieurs fournitures d'éléments préfabriqués. Cette compatibilité s'exprime à travers des plans d'exécution.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 3.1

ANNEXE : VALEURS D'UTILISATION

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

Sont données ci-après les valeurs caractéristiques utiles à l'application de la méthode de dimensionnement décrite dans le Dossier Technique établi par le demandeur.

Annexe 1 : Caractéristiques des profils COFRAPLUS 220

Tableau 1 : Caractéristiques des profils

Epaisseurs (mm)			Poids (daN/m²)	Section A_p (mm²/m)	Volume des vides V (cm)	Section efficace A_{pe} (mm²/m)	Axe neutre
Galvanisé Z275	Optigal AMC ZM175	Nue					Elastique (mm)
1,13	1,11	1,09	15.14	1817	18.3	1681	159.9
1,25	1,23	1,21	16.75	2017	18.3	1866	159.9

Les valeurs du tableau ci-dessus sont données pour 1 m de largeur de bac.

Annexe 2 : Vérifications en phase construction – valeurs résistantes

1) Vérification du fléchissement des tôles

Le fléchissement des tôles en phase provisoire doit être vérifié conformément aux prescriptions du §1.1.2.1 du CPT 3730_V2 à partir des valeurs d'inertie réduites indiquées ci-dessous (Tableau 3) :

Tableau 2 : Inertie efficace des profils

Epaisseurs (mm)			Inertie efficace I_{eff} (en cm⁴)
Z275	Optigal AMC ZM175	Nue	
1,13	1,11	1,09	926
1,25	1,23	1,21	1063

Tableau 3 : Inerties réduites à prendre en compte en fonction des portées au coulage (en mm4)

Epaisseur 1,13 mm											
Dalle (cm)	**Portée (m)**										
	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
8	815	815	790	785	780	749					
9	815	789	784	779	775						
10	789	784	779	774				Etayage			
11	784	779	748								
12	779	774									
13	775										
14	745										

Epaisseur 1,25 mm															
Dalle (cm)	**Portée (m)**														
	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9
8	918	918	918	918	918	918	883	878	873	868					
9	918	918	918	918	887	882	877	872	867						
10	918	918	918	887	882	876	871	866							
11	918	918	887	881	876	871	865								
12	918	887	881	876	871	865									
13	887	882	876	871	865										
14	883	877	871	866	831						Etayage				
15	878	872	867	832											
16	874	868	833												
17	869	835													
18	865	831													
19	832														
20															

2) Vérifications de résistance dans le domaine élastique

Vérification du moment positif en travée

Conformément aux prescriptions du §1.1.2.2.2 du CPT 3730_V2, on doit vérifier que $M_{E,d\ (ELU)} \leq M_{t,Rd}$

Cette vérification doit être réalisée conformément aux prescriptions du §1.1.2.2.2 du CPT 3730_V2 à partir des valeurs de calcul $M_{t,Rd}$ suivantes :

Tableau 4 : Caractéristiques en travée : moment positif résistant de calcul $M_{t,Rd}$ du profil.

Epaisseur nominale de la tôle en mm	**$M_{t,Rd}$ (en kN.m/m)**
1,13	26,6
1,25	30,61

Vérifications sur appui intermédiaire (coulage avec étais) :

Conformément aux prescriptions du §1.1.2.2.1 du CPT 3730_V2, on doit vérifier les 3 critères suivants :

-$M_{E,d\ (ELU)} \leq M_{max}$

-$R_{E,d\ (ELU)} \leq R_{max}$

-$M_{E,d\ (ELU)} \leq M_o - a.R_{E,d(ELU)}$

Ces vérifications doivent être réalisées conformément aux prescriptions du §1.1.2.2.1 du CPT 3730_V2 à partir des valeurs de calcul (M_{max}, R_{max}, M_o et α) suivantes :

-Relations entre le moment négatif M et la réaction d'appuis R :

Tableau 5 : Caractéristiques sur appui intermédiaire (coulage avec étai)

Epaisseur nominale de la tôle en mm	M_{max} (en kN.m/m)	R_{max} (en kN/m)	M_{min} (en kN.m/m)	R_{min} (en kN/m)	M_0 (en kN.m/m)	α
1,13	17,53	51,09	17,53	51,09	17,53	0
1,25	22,25	59,67	22,25	59,67	22,25	0

Vérification de l'appui d'extrémité :

Conformément aux prescriptions du §1.1.2.2.3 du CPT 3730_V2, on doit vérifier que $V_{E,d\ (ELU)} \leq V_{Rd,u}$

Cette vérification doit être réalisée conformément aux prescriptions du §1.1.2.2.3 du CPT 3730_V2 à partir des valeurs de calcul $V_{Rd,u}$ suivantes :

Tableau 6 : Caractéristiques sur appui d'extrémité dans le domaine élastique

Epaisseur nominale de la tôle en mm	$V_{Rd,u}$ (en kN/m)
1,13	39,93
1,25	47,25

Moment maximum permettant d'éviter un marquage du bac par le dispositif d'étaiement (u étant la profondeur du marquage):

Tableau 7 : Marquage sur étais

Epaisseur nominale de la tôle en mm	Marquage non visible (u<0.4mm) (en kN/m)	Marquage visible (u<1mm) (en kN/m)
1,13	18,3	31,1
1,25	22,8	34,2

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Principe et domaine d'emploi

1.1 Principe

Plancher en béton de granulats courants coulé sur des tôles métalliques nervurées, d'épaisseur totale 30 à 42 cm, soit une dalle de béton de 8 à 20 cm au-dessus des plages du profil. Les profils métalliques reposent :

1. soit sur des étriers appelés Wing 0 ou Wing 20, fixés aux poutres du plancher par soudage ou boulonnage.
2. soit sur la semelle inférieure d'une poutre acier ou sur une poutre béton ou bois, avec interposition des closoirs d'appuis appelés Slimfloor.

1.2 Domaine d'emploi

Planchers intérieurs et extérieurs utilisés en étages courants et terrasses des bâtiments d'habitation, des bureaux, des bâtiments industriels, des établissements recevant du public et des parkings aériens. Ces bâtiments peuvent être situés en France Européenne et dans les DROM.

Dans le cadre d'une utilisation en vide sanitaire, le profil Cofraplus 220 est considéré comme un coffrage perdu et n'intervient donc plus durant la vie du plancher béton, ni dans son dimensionnement en phase d'exploitation.

1.3 Identification des bacs

Les bacs sont identifiés par une étiquette sur chaque colisage de bacs, portant la dénomination commerciale COFRAPLUS 220 et le nom de fabricant ARCELORMITTAL Construction. Un marquage CE suivant la norme européenne NF EN 1090-1 est également apposé sur chaque colis.

2. Définitions des matériaux

2.1 Caractéristique de la tôle

Tôle en acier doux laminé à froid, de nuance S 350 GD selon NF EN 10346 « Produits plats en acier à bas carbone revêtus en continu par immersion à chaud ». La tôle est d'épaisseur 1,13 mm ou 1,25 mm.

La tôle est fabriquée à partir d'une bobine de largeur nominale w = 1250 mm (tolérances spéciales conformes à la norme NF EN 10143 « Tôles et bandes en acier revêtues en continu par immersion à chaud : Tolérances sur les dimensions et sur la forme »).

La tôle est galvanisée en continu suivant le procédé :

- SENDZIMIR avec revêtement de désignation Z275, selon les normes P34-310 « Tôles et bandes en acier de constructions galvanisées à chaud en continu destinées au bâtiment » et NF EN 10346 « Produits plats en acier à bas carbone revêtus en continu par immersion à chaud »
- ZM Evolution ® ZM175 selon ETPM
- galvanisée prélaquée selon les normes XP 34-301 « Tôles et bandes en acier prélaquées ou revêtues d'un film organique contrecollé ou colaminé destinées au bâtiment » et NF EN 10169 « Produits plats en acier prélaqués ».

Dans le cas de la mise en œuvre de zinc différencié on prévoit 137,5 g/m² pour la face exposée à l'air, et 50 g/m² pour la face recevant le béton.

2.2 Aciers complémentaires

Treillis soudé et aciers ronds à haute adhérence de classe B500A et B500B.

Les aciers des treillis soudés doivent être espacés de 25 cm maximum.

A la date de rédaction du document, les treillis soudés standardisés, certifiés ADETS, convenant à l'utilisation avec le Cofraplus 220 sont :

- Treillis soudés de surface : PAF C®, PAF V®, PAF 10®
- Treillis soudés de structure: ST 15C®, ST 25C®, ST 25CS®, ST 40C®, ST 50C®, ST 60®, ST 65C®.

2.3 Béton

Bétons de sable et de granulats de classe de résistance au moins égale à C25/30, et de classe de consistance S3 ou S4 au sens de la norme NF EN 206/CN.

Pour les planchers sans pente, un béton de consistance maximale S4 est autorisé au sens de la norme NF EN 206.

2.4 Appuis

2.41 Wings soudés

Tôle d'acier d'épaisseur 3 mm de nuance S235JR ou S355JR selon NF EN 10025, galvanisée à chaud par trempage après soudure sur la poutre.

Dans le cas où certaines wings seraient directement soudées sur chantier, il convient de les protéger, ainsi que la soudure avec des peintures riches en zinc. Il convient alors de se reporter à la fiche technique de la peinture mise en œuvre.

2.42 Wings boulonnés

Tôle d'acier d'épaisseur 4 mm de nuance S355JR selon NF EN 10025, galvanisée à chaud par trempage

Elles sont fixées au minimum par deux boulons selon la note de calcul du charpentier.

2.43 Closoirs Slimfloor

Closoirs non renforcés :

Tôle d'acier de nuance S350 GD selon NF EN 10346, galvanisé Z275 d'épaisseur 1,5, 2,0 ou 2,5 mm.

Closoirs renforcés :

Tôle d'acier de nuance S350GD selon NF EN 10346, galvanisé Z 275, d'épaisseur 1,2 mm en tolérance spéciale selon NF EN 10143, renforcé par des tubes carrés de dimension 35x35x2mm, de longueur 217mm selon NF EN 10219, en acier noir S235JRH.

2.5 Accessoires métalliques

Tôle d'acier, d'épaisseur minimum 0,63 mm, de nuance minimum S320 GD selon NF EN 10326, galvanisé en continu suivant le procédé :

- SENDZIMIR avec revêtement zinc de désignation Z 275, selon normes P 34-310 et NF EN 10346,
- ZM Evolution ® ZM175 selon ETPM,

ou galvanisé prélaqué, selon les normes NF P 34-301 et NF EN 10169.

2.6 Fixations

Fixations des bacs sur Wings et closoirs Slimfloor :

Fixations des bacs sur les systèmes d'appui : vis autoperceuses type Vis TH de Faynot ou Goldovis d'Etanco, de diamètre 6,3 ou 5,5 mm.

Fixations des Wings sur supports (voir §3.22) :

- boulons M12 classe 8,8 minimum sur support acier
- chevilles M12 ou M16 sur support béton
- tiges filetées traversantes diamètre 12 ou 16 selon calculs ou chevilles M12 ou M16 sur support bois

Fixations des closoirs Slimfloor sur supports (voir §3.23) :

Sur support métal ou béton : clous en acier mis en place à l'aide de pistolets et de cartouches adéquats, vis auto-taraudeuses (par exemple Φ 5,5 ou 6,3), boulons (par exemple Φ 5,5 ou 6,3) ou par clous (par exemple Hilti enp2 h 21 L 15 ; Φ 4,5).

Sur support bois : tirefonds (par exemple tirefonds Φ 8 x 60).

3. Description des éléments

3.1 Profil Cofraplus 220

Tôles raidies longitudinalement par des nervures trapézoïdales dont les faces supérieures comportent un raidisseur longitudinal obtenu par profilage de la tôle (cf. figure 3). Les bacs présentent une hauteur de nervure de 220 mm, et un espacement entre nervures de 750 mm (1 nervure pas bac de 750 mm de largeur utile (cf. Tableau 8).

Les faces supérieures sont raidies transversalement par des bossages d'une hauteur nominale de 5 mm.

Les bacs existent en deux épaisseurs nominales différentes de la tôle : 1,13 - 1,25 mm.

Les rives latérales des bacs permettent l'emboitement lors de la pose.

Les bacs COFRAPLUS 220 sont profilés à froid par des machines à galets dans l'usine d'ARCELORMITTAL Construction France à Contrisson.

Tableau 8 : caractéristiques des bacs

Hauteur des nervures (mm)	Nbre de nervures par bac	Largeur utile (mm)
220	1	750

3.2 Appuis

Le type d'appui (Wings ou slimfloor) est défini par le concepteur en fonction des contraintes du projet en lien avec le type de support. Pour un appui en tête de mur porteur ou sur un support béton ou sur une poutre acier asymétrique (voir figure 9), le principe « slimfloor » sera privilégié. Sur une poutre acier, les wings soudés ou boulonnés seront préférés (selon la méthode choisie de l'entreprise de pose). Enfin, sur une poutre bois, des wings boulonnés auront la préférence de l'entreprise de pose.

Les appuis sont des éléments structuraux en tôles pliées régis par la norme NF EN 1090-2.

3.21 Wings soudées

Les Wings soudées sont réalisées par pliage. Elles existent en deux versions :

- La première appelée « Wing 0 soudée » (cf. Figure 7b) permet d'avoir la plage du profil Cofraplus 220 au nu supérieur de la semelle de la poutre. Dans ce cas, une étanchéité est à assurer entre le profil Cofraplus 220 et la poutre.
- La seconde appelée « Wing 20 soudée » (cf. Figures 8b) permet d'avoir la plage du profil Cofraplus 220 vingt millimètres au-dessus du nu de la semelle supérieure. Dans ce cas, il faut utiliser un petit closoir en forme de Zed pour éviter que le béton ne passe entre la semelle et le profil lors du coulage.

3.22 Wings boulonnées

Les Wings boulonnées sont réalisées par pliage. Leur forme est similaire à celle des Wings soudées. La différence réside dans le fait que ces Wings boulonnées comportent deux oreilles percées afin de pouvoir les fixer par boulonnage sur les poutres. Comme pour les Wings soudées, il existe :

- une « Wing 0 boulonnée » qui permet d'avoir la plage du profil Cofraplus 220 au nu de la semelle supérieure de la poutre (Figure 7c). Dans ce cas, une étanchéité est à assurer entre le profil Cofraplus 220 et la poutre.
- une « Wing 20 boulonnée » qui permet d'avoir la plage du profil Cofraplus 220 vingt millimètres au-dessus du nu de la semelle supérieure. Dans ce cas, il faut utiliser un petit closoir en forme de Z pour éviter que le béton ne passe entre la semelle et le profil lors du coulage (Figure 8c).

Les Wings sont fixés à l'aide de :

- boulons M12 classe 8,8 minimum sur support acier
- chevilles M12 ou M16 sur support béton
- tiges filetées traversantes diamètre 12 ou 16 selon calculs ou chevilles M12 ou M16 sur support bois

3.23 Closoirs Slimfloor

Lorsque l'on cherche à diminuer l'emprise de la hauteur de l'ensemble poutre principale plus dalle béton, la solution Slimfloor est utilisée.

A ce titre, deux types de closoirs existent en fonction des efforts à reprendre :

- Un closoir simple en épaisseur 1.5, 2 ou 2.5 mm (cf. Figure 9 et 13),
- Un closoir renforcé par des tubes en cas de forte charge (cf. Figure 11, 12 et 14).

Sur support métal ou béton, les closoirs sont posés et fixés sur les poutres porteuses de la structure par des clous en acier mis en place à l'aide de pistolets et de cartouches adéquats, ou par des vis auto-taraudeuses (par exemple Φ 5,5 ou 6,3) ou par des boulons (par exemple Φ 5,5 ou 6,3) ou par clous (par exemple Hilti enp2 h 21 L 15)).

Sur support bois les closoirs Slimfloor sont fixées par tirefonds (par exemple tirefonds Φ 8 x 60).

4. Description de la mise en œuvre

Le plancher COFRAPLUS 220 peut être posé sur ossature support avec une largeur d'appui minimum de 60 mm sur les wings ou 50 mm sur les appuis Slimfloor.

4.1 Pose sur ossature métallique

Il est nécessaire d'assurer, pour la bonne tenue des bacs pendant le coulage du béton, largeur d'appui minimum de 60 mm sur les wings ou 50 mm sur les appuis Slimfloor.

<u>Pose sur Wings</u>

Les profils Cofraplus 220 sont posés et fixés sur les Wings par des vis autoperceuses type Vis TH de Faynot ou Goldovis d'Etanco, de diamètre 6,3 ou 5,5 mm..

1. Nombre : trois points de fixation au minimum par bac sur chaque appui wings
2. Position : une en fond de nervure sur le recouvrement et une sur chaque âme de la nervure (traits d'axe Figure 4: coupe sur plancher en partie courante)

<u>Pose sur semelle inférieure avec Closoir</u>

Les profils Cofraplus 220 sont posés sur la semelle inférieure de la poutre métallique.

Ils sont fixés aux closoirs à l'aide de vis autoperceuses type Vis TH de Faynot ou Goldovis d'Etanco, de diamètre 6,3 ou 5,5 mm..

1. Nombre :3 par profil
2. Position : une en creux de nervure au recouvrement, deux sur la plage (repère 5 figure 10)

4.2 Pose sur ossature en béton

La fixation est réalisée de la même façon que pour les ossatures métalliques (wings boulonnées ou chevillées, ou closoirs Slimfloor), cf. figure 18. Le dimensionnement des chevilles adaptées au support béton est à réaliser par le bureau d'études de l'entreprise en charge du plancher ou de l'ossature béton.

4.3 Pose sur ossature bois

Pour cette mise en œuvre, la fixation est réalisée de la même façon que pour les ossatures métalliques (wings boulonnées ou closoirs Slimfloor). Voir figures 19 et 20.

Le dimensionnement des boulons est à réaliser par le bureau d'études de l'entreprise en charge du plancher ou de l'ossature bois.

4.4 Couture des recouvrements longitudinaux entre bacs voisins

Les bacs adjacents sont couturés à l'avancement par des vis autoperceuses Ø 5,5 mm mini à pointe réduite ou par des rivets Ø 4,8 x 12, à raison d'une fixation tous les 0,65 m.

La première de ces fixations se situe à 65 cm de la fixation sur appui.

4.5 Etaiement

L'étaiement, lorsqu'il est imposé par les conditions d'exécution de l'ouvrage, est réalisé avec des étais non traditionnels comme explicité dans les plans en Annexe (cf. Figure et Figure 16).

Les portées maximales sans étaiement sont définies au tableau 3.

Il faut s'assurer du non-poinçonnement de la tôle, en respectant les données des tableaux 3 et 5 de l'annexe 1.

Les étais, posés et réglés avant la mise en œuvre des bacs, doivent rester en place jusqu'à ce que le béton atteigne la résistance requise et mentionnée dans le plan de pose. A défaut d'informations, les étais doivent rester en place au moins 28 jours.

Des contreflèches artificielles ne sont pas autorisées.

Le dispositif d'étaiement non traditionnel est fourni par le titulaire.

4.6 Coffrages de rives

4.61 Généralités

Dans le cas d'une ossature métallique, on place des cornières en tôle d'acier galvanisé glissées sous les bacs en rives longitudinales et transversales de plancher. Elles sont clouées, soit avant, soit en même temps que les tôles.

Dans le cas d'une ossature en béton, les rives sont coffrées soit par les cornières précédemment mentionnées, soit par des coffrages classiques en bois, ou par les éléments d'ossatures eux-mêmes selon les dispositions définies par le bureau d'étude.

4.62 Accostage direct du coffrage contre la costière et rive en porte-à-faux

La costière se présente sous la forme d'une équerre coffrant le nez de plancher et obturant les nervures. Le bac acier peut venir toucher la costière (cf. Figure 5).

Des indications sur l'épaisseur de la costière sont données dans le Tableau 9. Cette épaisseur est fonction de l'épaisseur du plancher et du débord en porte-à-faux mesuré entre le relevé de costière et l'arrête de la semelle.

Le débord maximal du nez de plancher (sans étais) est de 200 mm.

Lorsque l'épaisseur de la costière ne correspond pas aux indications du Tableau 12, une bande métallique de rappel doit être prévue.

Il est toutefois possible de riveter la costière sur une équerre posée et fixée en sommet de nervure. Si cette disposition est retenue, l'épaisseur de métal de la costière est celle correspondant à un débord nul.

4.7 Armatures complémentaires

Il est nécessaire de prévoir un treillis soudé de section minimale 0,8 cm² dans les deux sens sur toute la surface de la dalle (cf. Figure 17).

Des armatures en chapeau sont nécessaires, comme dans toute dalle de béton armé traditionnel, sur appuis intermédiaires pour la reprise des moments négatifs. Ces armatures réalisées de préférence par des treillis soudés, couvrent au minimum une zone égale à 0,3 fois la portée, de part et d'autre de l'appui. La réalisation de ces renforts par des barres HA est également tolérée (cf. Figure 6 et Figure 9).

Des armatures supplémentaires peuvent être prévues également en lit inférieur ou dans les creux d'ondes :

- lorsque la dalle doit présenter une durée de résistance au feu supérieure à 30 minutes. Ces armatures peuvent être soit un treillis soudé adapté au profil, soit des barres HA situées dans l'axe des nervures
- pour répartir des charges ponctuelles ou linéaires statiques, ou mobiles (treillis soudés situé en lit inférieur).

Des armatures d'ancrage doivent être prévues au niveau de la wing ou de la poutre slimfloor (cf. Figure 6 et Figure 9).

Dans le cas particulier où la fixation serait faite sur poutre secondaire avec interaction d'une poutre principale, une armature forfaitaire sera mise en place, type ST25C, afin d'avoir une section minimale de 5cm²/ml sur 2m tel que prévu au paragraphe 1.2 du CPT 3730 V2.

Dans tous les cas, le calage des armatures est réalisé de façon à respecter les enrobages après coulage du béton. Pour rappel, le calage des armatures se fera au moyen de cales d'armatures type étoile, clip, etc. (ex : sociétés SNAAM, Plaka…).

Dans certains cas, des armatures de reprise d'efforts tranchants sont nécessaires. Celles-ci sont obtenues à partir de treillis soudés pliés dimensionnés selon la note de calculs ou des étriers, en fonction de la longueur nécessaire.

4.8 Garnissage aux joints entre bacs et rives

Afin d'éviter des coulées de béton en phase de coulage de la dalle, les fixations mentionnées ci-avant peuvent être complétées par des Z cloués associés à un joint mousse type compriband ou équivalent. La solution la plus adaptées reste cependant l'utilisation de bande d'étanchéité autoadhésive à haute résistance à la déchirure, type soprasolin ou équivalent.

4.9 Cloisons lourdes sur appuis et parallèles aux nervures du coffrage

Lorsque des cloisons lourdes, parallèles aux nervures du coffrage, sont situées au droit de poutres, il est recommandé d'interrompre le coffrage sur la semelle :

- si le coffrage est interrompu en fond de nervure, celui-ci est directement fixé sur la semelle ;
- si le coffrage est interrompu en sommet de nervure, il est cloué sur un closoir en Z de dimension 50 x 58 x 50 mm de même épaisseur d'acier. Ce closoir est également cloué sur la semelle.

4.10 Bétonnage

Le coulage du béton se fait par des méthodes traditionnelles (pompe ou benne à béton). Dans la mesure du possible, le déchargement du béton par benne doit s'effectuer sur les éléments porteurs de la structure. Le bétonnage commence par remplir les nervures du profil Cofraplus 220, puis les plages. Le remplissage correct des nervures au droit des appuis suppose une vibration correcte du béton ou l'utilisation d'un béton auto plaçant.

Le béton doit être vibré modérément, car les éléments métalliques transmettent mieux les vibrations que les éléments de coffrage traditionnels. De ce fait, des vibrations exagérées conduiraient à une ségrégation trop importante du béton.

Le béton est immédiatement arasé à l'épaisseur voulue au moyen de piges d'épaisseur. L'usage de niveau ou de laser est à proscrire.

4.11 Documents d'exécution

Les documents d'exécution nécessaires à la mise en œuvre du procédé sont mentionnés au §3.1 du CPT 3730-V2.

ArcelorMittal Construction France fournit la note de calcul du plancher collaborant qui comprend :

- Les hypothèses de calculs.
- La référence chantier.
- Une vue en coupe du plancher en partie courante (avec les enrobages des différentes armatures).
- Une vue schématique de côté du plancher (pour la position des files d'étais, les longueurs des armatures en chapeaux de chaque côté de l'appui intermédiaire).
- Le tableau des justifications techniques.

ArcelorMittal Construction France met aussi à la disposition de ses clients un guide de mise en œuvre.

4.12 Dispositifs de protection collective

Il convient de se référer au guide OPPBTP de la sécurité pour travaux de couverture afin de déterminer les dispositifs de protection collective adéquats.

Ces dispositifs de protection collective doivent répondre à l'impératif d'efficacité aussi bien lors de leur mise en place (pose et dépose n'exposant pas le personnel qui les installe à un risque de chute) qu'en cours d'utilisation (emplacement, dimensions, résistance et stabilité devant permettre d'empêcher ou d'arrêter la chute du personnel dans de bonnes conditions de sécurité).

Les dispositifs de protection collective contre les risques de chute à l'extérieur du bâtiment (rives de plancher) peuvent être :

- Des garde-corps solidement fixés sur tout le périmètre du plancher et constitués d'éléments jointifs ou écartés de façon telle qu'il ne puissent pas permettre le passage d'un corps humain,
- Des plates-formes de travail en encorbellement placées sous la rive du plancher et fixées à la structure par l'intermédiaire d'attaches volantes,
- Des échafaudages constitués de consoles métalliques, planchers garde-corps assemblés au sol avant levage et fixée sur des ancrages ou assemblés et fixés en hauteur sur des ancrages.

Les dispositifs de protection collective contre les risques de chute à l'intérieur du bâtiment (i.e. trémies) peuvent être des filets placés au plus près de la sous-face du plancher.

5. Caractéristiques des planchers finis

5.1 Poids propre

Le poids spécifique du béton mis en œuvre est considéré égal à 2400 daN/m3 pour le béton à granulats courants.

Dans le calcul du poids propre, on tient compte :

- de la flèche fg du bac au moment du coulage du béton ;
- du volume du béton à déduire dû à la présence des nervures (valeur équivalente à 18,3 cm de béton réparti uniformément)
- du poids propre du bac acier.

Le poids du béton se calcule selon la formule suivante :

$g = [(h - 18,3) + 0,7\ f_g] \times 2400/100$ pour le béton à granulats courants

avec :

- g : poids du béton du plancher en daN/m²
- h : hauteur totale du plancher en cm
- fg : flèche à mi-portée en cm sous l'effet du poids du béton, calculée conformément aux indications du Cahier du CSTB 3730_V2 en prenant une épaisseur du béton constante égale à h - 18,3 cm.

5.2 Réalisation des sols

On peut poser n'importe quel revêtement de sol sur la forme en béton, selon les prescriptions du CPT et des DTU concernés.

5.3 Réalisation des trémies

La réservation des trémies, quand elle est préparée avant le coulage du béton, peut être réalisée par bloc de mousse ou tout autre système adéquat. Dans ce cas, la tôle n'est découpée qu'après durcissement du béton.

Dans le cas de trémies de petites dimensions (50 x 50 cm) percée après coulage, le renforcement peut être apporté par un complément d'armatures.

Dans le cas de trémies de plus grandes dimensions, ou lorsque l'épaisseur de dalle ne permet pas la mise en œuvre des renforts, il est nécessaire de prévoir des éléments de structures complémentaires (chevêtres).

5.4 Réalisation des plafonds

Tous les types de plafonds peuvent être associés aux planchers COFRAPLUS 220.

Avant le coulage du béton, tout système de fixation des suspentes, traversant la tôle en fond d'onde est possible.

Les plaques sont en général posées sur des profilés métalliques légers du commerce. Ces profilés sont encastrés dans les rainures sur le chant des plaques. Les profilés sont soutenus par des suspentes fixés à intervalles réguliers, par pistage dans la dalle ou accrochage dans les ossatures métalliques du plancher supérieur.

Les plafonds disposant d'un Procès-verbal de résistance au feu en cours de validité peuvent participer au degré coupe-feu, si cette fonction n'est pas remplie par la dalle en elle-même au moyen d'armatures de résistance au feu).

Des chevilles de diamètre maximum 8 mm peuvent être utilisées en fond de nervure ; L'espacement des points d'attache ne doit pas être inférieur à 600 mm (dans les deux directions). Les charges ponctuelles suspendues ne doivent pas dépasser 0.50 KN par point de fixation et 1KN/m².

5.5 Plancher chauffant

Le plancher COFRAPLUS 220 admet les systèmes de chauffage à basse température, incorporés dans la dalle.

La mise en œuvre respecte les prescriptions de la norme NF P 52-370 (DTU 65.14)

5.6 Utilisation du plancher COFRAPLUS 220 en ossature mixte

Dans le cas où la dalle COFRAPLUS 220 est considérée comme participante à la résistance de la poutre mixte, la liaison mécanique dalle-poutre est assurée par des connecteurs appropriés. Ceci permet une économie sensible du poids total des poutres.

Lorsque la poutre connectée est parallèle aux nervures du coffrage, il est recommandé de centrer la nervure reposant sur la semelle. Si ce centrage ne peut être assuré, il est préférable d'interrompre le coffrage et de raccorder les nervures à la semelle de part et d'autre des lignes de connecteurs.

5.7 Cas des dalles exposées aux intempéries et/ou aux atmosphères extérieures

Pour les planchers dont la dalle béton est directement exposée aux intempéries, une étanchéité devra systématiquement être réalisée au sens du DTU 43-1 et l'épaisseur du béton au-dessus de la tôle devra être supérieure ou égale à 80 mm.

Pour le cas des planchers intermédiaires des parkings aériens largement ventilés, les dispositions du § 5.8 s'appliquent.

S'agissant des atmosphères extérieures, le revêtement du profil (sous-face exposée du plancher), sera établi suivant les NF P 34-310 et NF P 34-301, conformément au § 2.1.

5.8 Cas des parkings aériens largement ventilés

5.81 Conception de la structure

Le plancher COFRAPLUS 220 peut être utilisé pour la réalisation de Parkings Aériens Métalliques largement ventilés.

Le concepteur devra s'assurer du respect de la règlementation en vigueur sur ce type d'ouvrage, tant au niveau conceptuel qu'au niveau du dimensionnement. La stabilité au feu de tels ouvrages doit faire l'objet d'un avis sur étude remis par un laboratoire agréé.

5.82 Évacuation des eaux

Les pentes de la dalle, des noues et des cunettes devront être supérieures ou égale à 1,5% et un revêtement de sol adapté à la destination sera prévu. Ces dispositions permettront l'écoulement naturel des éventuelles eaux de pluie en évitant toute stagnation et permettront de s'affranchir de la mise en place d'une étanchéité au sens du DTU 43.1.

A défaut de ces dispositions, un revêtement d'étanchéité au sens du DTU 43.1 sera prévu.

Pour le cas particulier des rampes d'accès de parkings, directement exposées aux intempéries, un revêtement d'étanchéité suivant DTU 43.1 sera prévu.

5.9 Accessoires de planchers

- boites de sol pour viabilité électrique et téléphonique ;
- costières (coffrage des chaînages en béton) ;
- closoirs ; slimfloor, wings
- bouchons (obturateurs de nervures).

6. Fabrication et contrôles

6.1 Fabrication

Les bacs COFRAPLUS 220 sont profilés à froid par des machines à galets dans l'usine d'Arcelor Mittal Construction France située à CONTRISSON.

6.2 Contrôles

6.21 Contrôle de la résistance de la tôle

Toutes les bobines font l'objet d'un certificat 3.1 qui permet de justifier la conformité en épaisseur, caractéristiques mécaniques via la nuance d'acier (fy, Rm et A%), masse de revêtement métallique et, le cas échéant, le type et l'épaisseur du revêtement organique.

6.22 Contrôle dimensionnel après profilage

Ce contrôle, réalisé sur un produit par jour porte sur les dimensions définies à la figure 22.

6.23 Suivi de marquage CE

Le suivi de l'autocontrôle fait l'objet d'un suivi de niveau 2+ dans le cadre du marquage CE selon NF EN 1090-1.

7. Dimensionnement

7.1 Prise en charge du dimensionnement

Le dimensionnement est réalisé suivant les normes NF EN 1993-1-3, NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-1-2 par l'assistance technique d'ArcelorMittal Construction France. Les coefficients de sécurité utilisés sont ceux définis dans ces Eurocodes.

Dans ce cas, le calcul porte sur la détermination des constituants suivants du plancher :

- épaisseur hors-tout de la dalle,
- épaisseur du profil,
- nature des armatures anti-fissuration, en chapeaux, en lit inférieur et en renforts feu, telles que définies au point « Armatures complémentaires » - paragraphe 2 du présent dossier, armature de renfort de cisaillement, type d'appui à mettre en place et épaisseur de closoir, ArcelorMittal Construction France fournit, avec sa note de calcul, la coupe longitudinale en partie courante et la coupe transversale sur appui en zone courante, ainsi que le descriptif des conditions d'étaiement.

Pour rappel, le type de boulon, de chevilles et les longueurs de soudures pour les Wings sont dimensionnées par le bureau d'étude de l'entreprise en charge du plancher ou de la structure.

Pour les autres plans et détails d'exécution, il appartient à l'entreprise contractante de les réaliser ou de les faire réaliser.

7.2 Vérification en phase montage

Le dimensionnement en phase montage est réalisé conformément aux § 1.1.1.2.1 et § 1.1.2 du CPT 3070_V2, avec les valeurs indiquées en Annexe de l'Avis Technique.

Le tableau 3 donne les portées maximales de coulage sans étaiement en fonction de l'épaisseur de la dalle béton, ainsi que les inerties à considérer du fait de la déformation transversale.

Le Tableau 7 donne les valeurs maximales de moment sollicitant permettant d'éviter un marquage du bac par les étais.

7.3 Phase définitive

7.31 Principe

En phase d'exploitation, le profil COFRAPLUS 220 et la dalle en béton armé ont un comportement additif et non collaborant. C'est-à-dire qu'il n'y a pas de transmission des efforts par adhérence, la partie profil en acier et la partie dalle en béton se déforment simultanément, jusqu'à la plastification de chaque élément (profilé + dalle en béton armée), ce qui permet d'additionner la résistance maximale de chaque élément, les efforts sont alors répartis entre le bac et le béton (comportement additif).

7.32 Vérifications à l'ELU

7.321 Moment résistant en travée

Le moment résistant du plancher est déterminé en considérant :

- La résistance de la section en béton armée, calculée conformément à la NF EN 1992-1-1, et
- la résistance de la section en acier du profil COFRAPLUS 220, déterminée selon le Tableau 4.

La section maximale d'armatures est de 3,14 cm² par nervure pour le dimensionnement à froid.

7.322 Moment sur appui

Le moment négatif sur appui est repris uniquement par la dalle béton et son ferraillage, calculé selon la norme NF EN 1992-1-1.

7.323 Résistance au cisaillement entre la table et les nervures

La vérification de la jonction table-nervure est réalisée selon le Cahier du CSTB 3730_V2 §1.1.3.2.

7.324 Résistance à l'effort tranchant

L'effort tranchant résistant du plancher est déterminé en considérant la résistance de la section en béton armée, calculée conformément à la NF EN 1992-1-1 :

- pour les planchers comportant des armatures d'effort tranchant spécifiques d'effort tranchant, la résistance est vérifiée selon la méthode du § 6.2.3 de l'EN 1992-1-1.
- pour les plancher ne comportant pas d'armature d'effort tranchant spécifiques, la résistance au cisaillement du plancher est vérifiée sur la base de la formulation donnée au § 6.2.2 de l'Annexe nationale de l'EN 1992-1-1.

7.325 Vérification sur appuis

Wings soudés

Il convient de vérifier que la totalité de l'effort tranchant est transmis par l'étrier d'appuis. La valeur de calcul de l'effort dépend de l'épaisseur de tôle de la wing, de l'épaisseur de la soudure d'angle a, de la distance entre l'âme du support (IPE) et le milieu du débord de la wing L_{eff} , de la gamme d'acier et de la longueur du joint de soudure l_{eff}. Les valeurs caractéristiques des wings sont résumées dans le tableau suivant :

Etrier	Nd (KN/étrier d'appui)			
	t_{wing} ≥3,00 mm A ≥3,0 mm L_{eff} = 135 mm		t_{wing} ≥3,00 mm A ≥3,0 mm L_{eff} = 192,5 mm	
	S 235	S 355	S 235	S 355
« wing 0 » l_{eff} ≥ 180 mm par âme	61,3	86,8	43,0	60,7
« wing 20 » l_{eff} ≥ 155 mm par äme	45,4	64,4	31,9	45,2

La soudure est à dimensionner par le charpentier.

Wings boulonnés

Il conviendra de vérifier que la totalité de l'effort tranchant est repris par ces wings à l'appui.

Ces Wings sont boulonnées sur la structure par l'intermédiaire de

- boulons M12, de classe minimum 8.8.
- chevilles M12, bénéficiant d'un ETE sous ETAG 001.

La résistance de ces wings est limitée par la résistance au cisaillement des oreilles et des boulons, ainsi que la résistance en traction des boulons et de leur résistance au poinçonnement (selon NF EN 1993-1-8 pour les boulons). Le tableau ci-après ne donne que la résistance au cisaillement et à la pression diamétrale des wings, celle des boulons étant fonction de la classe des boulons.

Résistance au cisaillement F_{Rd}	Résistance à la pression diamétrale $F_{b,Rd}$
110 kN	79 kN

Le dimensionnement des boulons/chevilles est à faire par le bureau d'étude de l'entreprise en charge du plancher ou de la structure.

Closoirs d'appui (slimfloor)

Compte tenu de la particularité du closoir Slimfloor (Profil Cofraplus 220 en appui sur la semelle inférieure de la poutre), il conviendra de considérer :

- qu'en phase coulage, la totalité de l'effort tranchant est repris par le closoir,
- qu'en phase mixte, ce closoir ne reprend que la partie d'effort tranchant reprise par le profil (effort calculé au prorata de la résistance du profil par rapport à la dalle en béton armé). La partie liée à la dalle béton étant reprise par la semelle inférieure de la poutre, via les bielles d'about.

Les résistances des closoirs Slimfloor sont données par le tableau suivant :

Type de closoir	Cofraplus 220 ep 1.13 mm	Cofraplus 220 ep 1.25 mm
Closoir en épaisseur 1.5 mm	21,75 kN	25,42 kN
Closoir en épaisseur 2.0 mm	26,09 kN	29,64 kN
Closoir en épaisseur 2.5 mm	28,76 kN	33,86 kN
Closoir en épaisseur 1.2 mm, renforcé par des tubes carrés	108,4 kN	108,4 kN

Le dimensionnement des closoirs est effectué par ArcelorMittal Construction France.

Ancrage des armatures sur appuis

L'effort de traction à ancrer sur appui est déterminé à l'abscisse correspondant à la rive d'appui (bords des ailes des poutres métalliques en cas de support avec closoir ou bords des wings dans les autres cas). L'effort équilibré sur la longueur d'armature ancrée est évalué en considérant une contrainte d'adhérence égale à f_{bd} conformément au §8.4.2 de la NF EN 1992-1-1 et son AN et une longueur droite équivalente égale à (l_b /α) *ou* l_b est la longueur d'ancrage de référence, mesurée le long de l'axe de l'armature et α = α1.α2.α3.α4.α5 tels que definis au paragraphe 8.4.4 (Tableau 8.2) de la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale NF EN 1992-1-1. NA.

L'ancrage correct des armatures sur appuis est assuré suivant les prescriptions de la section 8 de l'EN-1992-1-1.

7.33 Vérifications à l'ELS

7.331 Calcul de la flèche

La vérification de la flèche est réalisée en considérant les inerties réduites du bac compte-tenu de la déformation transversale au coulage, indiquées dans le tableau 3.

7.332 Maitrise de la fissuration

La vérification des ouvertures des fissures conformément au § 7.3.4 de la NF EN 1992-1-1 est réalisée sur appuis.

Le critère d'ouverture maximale de fissure est de 0,4 mm.

En fonction du revêtement visé, ce critère d'ouverture de fissure peut être ramené à 0,2 ou 0,3 mm.

7.34 Dispositions parasismiques

En zones sismiques ou dans le cas où le plancher contribue au contreventement seule la partie en béton peut reprendre les efforts horizontaux. La retransmission des efforts horizontaux doit être vérifiée.

Les dispositions du § 1.5 du Cahier du CSTB 3037_V2 s'appliquent.

7.35 Dimensionnement en situation d'incendie

La vérification du plancher se fait vis à vis de la résistance et de l'isolation.

Pour la résistance, on vérifie le moment en travée, sur appui et la résistance au cisaillement selon l'EN 1994-1-2 conformément aux prescriptions de l'appréciation de laboratoire n°EFR-17-002508 EFFECTIS.

B. Résultats expérimentaux

Essais mécaniques en phase montage :

Rapport essais 2010 – 2075 de la Fachhochschule München, Labor für Stahl- und Leichtmetallbau, du 28/09/2012

Rapport essais 2009 – 2010 de la Fachhochschule München, Labor für Stahl- und Leichtmetallbau, du 21/10/2009

Rapport d'essais Socotec n° HAD6441 du 23/04/2015

Rapport de calcul éléments finis du Centre de Recherche de la Métallurgie du 01/06/2016

Rapport expertise 1122/11-2 de l'Ingenieurbüro für Leichtbau du 21/06/2012

Essais mécanique en phase définitive

Rapport d'essais Nr .049.01.09 de la Technische Universität Darmstadt du 28/08/2009

Rapport d'expertise 1122/11 de l'Ingenieurbüro für Leichtbau du 07/10/2011

Rapport d'expertise Z-0912 de l'IS-Engineering du 19/09/2012

Assemblage Wings et Slimfloor

Rapport d'essai SOKOL consultant du 04/10/2011 sur le connecteur renforcé

Rapport d'essais et d'analyse MSO5004R du Centre de Recherche de la Métallurgie sur les connecteurs Slimfloor du 20/09/2016

Durabilité

Evaluation Technique Préalable de Matériaux en date du 11 décembre 2012 : Optigal™ AMC

Rapport AMCF du 2 décembre 2013 : Etude sur le comportement du ZM Evolution au contact des bétons. Utilisation en plancher collaborant.

Comportement au feu

Rapport d'expertise de l'université de Liège du 17/05/2011déterminant les isothermes à considérer via le logiciel SAFIR

Rapport d'analyse du laboratoire Efectis du 27/01/2014 validant les modélisations de l'université de Liège.

Acoustique

Rapport d'études CSTB n°AC 15-26054708

C. Références

C1. Données environnementales et sanitaires

Ce procédé fait l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES)

Cette FDES a été établie en juillet 2011 par le SNPPA elle a fait l'objet d'une vérification par tierce partie selon le programme de déclaration environnementale et sanitaires INIES par AIMCC en 2011 et est déposée sur la site www.déclaration-environnementale.gouv.fr.

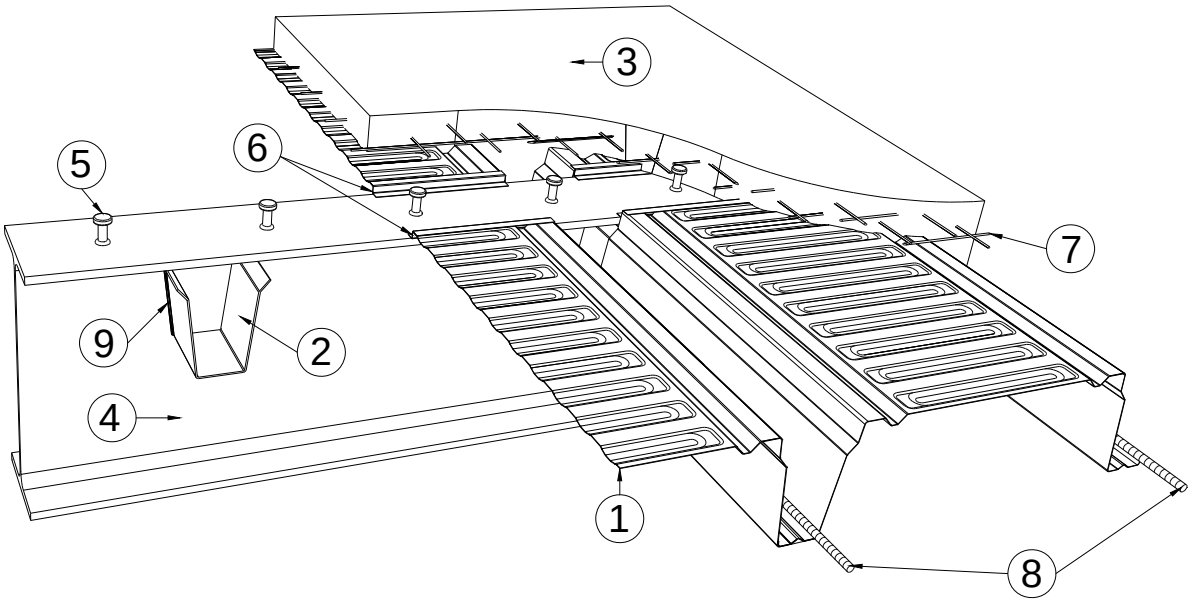
Les données issues de cette FDES ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels le procédé visé est susceptible d'être intégré.

C2. Autres références

Jusqu'à ce jour environ 84 000 m² de plancher ont été réalisés avec le procédé COFRAPLUS 220

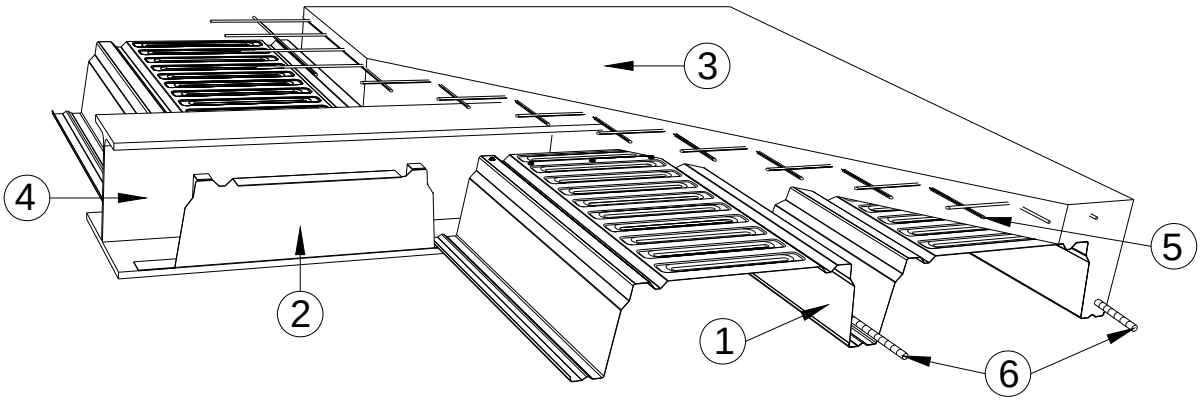
Pays	Ville	Projet	Type d'ouvrage	Portée moyenne [m]	Epaisseur de béton [cm]	Etayé	Epaisseur de tôle [mm]	Feu	Appui	surface [sqm]
Pays-bas	Mill	Fitland	Parking	7,27	5 and 6	oui	1,25	REI60	closoir	4 800
	Utrech	Stadskantoor	Bâtiment de bureaux	5		oui / non	1,13		closoir	4 200
	Haarlem /Amsterdam	Apple-I-Store	Commercial	6,55	6	oui	1,25	REI30	closoir	500
	Utrech	Breman Genemuidensi	Commercial	5	6	oui / non	1		closoir	250
Portugal	Lisbonne	Edificio de Habitação	Bâtiment d'habitation	3,70/6,2	8	oui / non	1,00/1,25		wings	5 000
Croatie	Zagreb	Bricostore	Commercial center; DIY-store	5,96	80	non	1,25	REI30	wings	8 300
République tchèque	Zlín	KKVC Zlin Regional culture house (BAŤA region)	Reconstruction of historical building, education	6,15	13	oui	1,25	REI60	closoir	1 420
Luxembourg	Esch-sur-Alzette	Parking ENOVOS	car Parking	5	80	non	1,25	REI30	wings	8 200
Total										**32 670**

Tableaux et figures du Dossier Technique
ANNEXE : DESSINS COFRAPLUS 220



1. *bac nervuré Cofraplus 220*
2. *appui de bac nervuré "wing"*
3. *béton*
4. *poutrelle acier*
5. *goujon poutre mixte*
6. *profil z de recouvrement*
7. *treillis soudé selon note de calcul*
8. *armature en fond de nervure*
9. *joint de soudure d'angle*

Figure 1: vue éclatée du procédé Cofraplus 220 dans sa version "wing"



1. *bac nervuré Cofraplus 220*
2. *appui de bac nervuré "closoir"*
3. *béton*
4. *poutrelle acier asymétrique slim floor*
5. *treillis soudé selon note de calcul*
6. *armature en fond de nervure*

Figure 2: vue éclatée du procédé Cofraplus 220 dans sa version "slim floor"

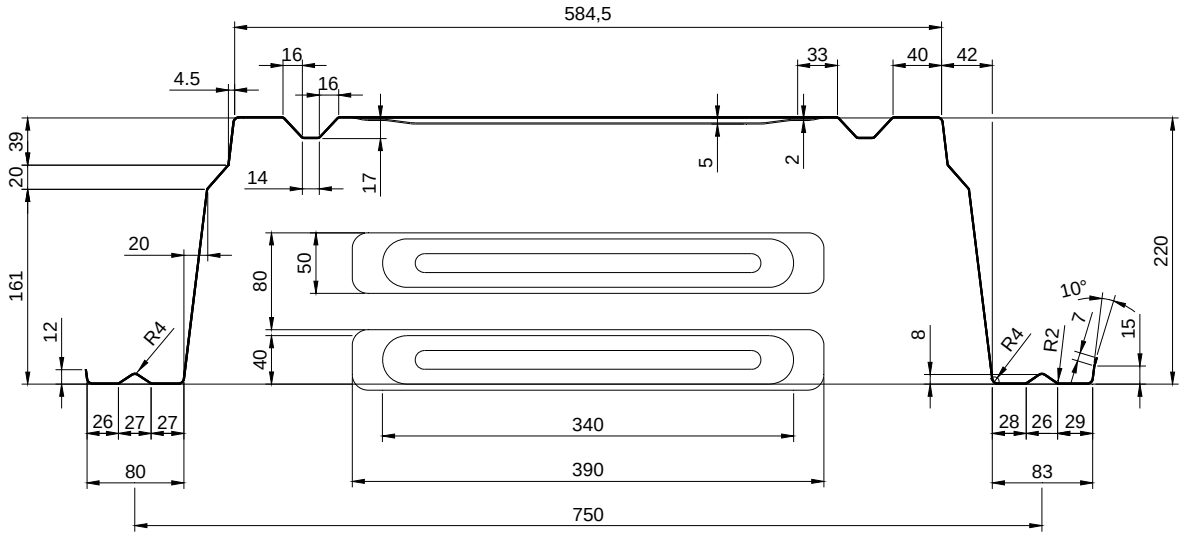
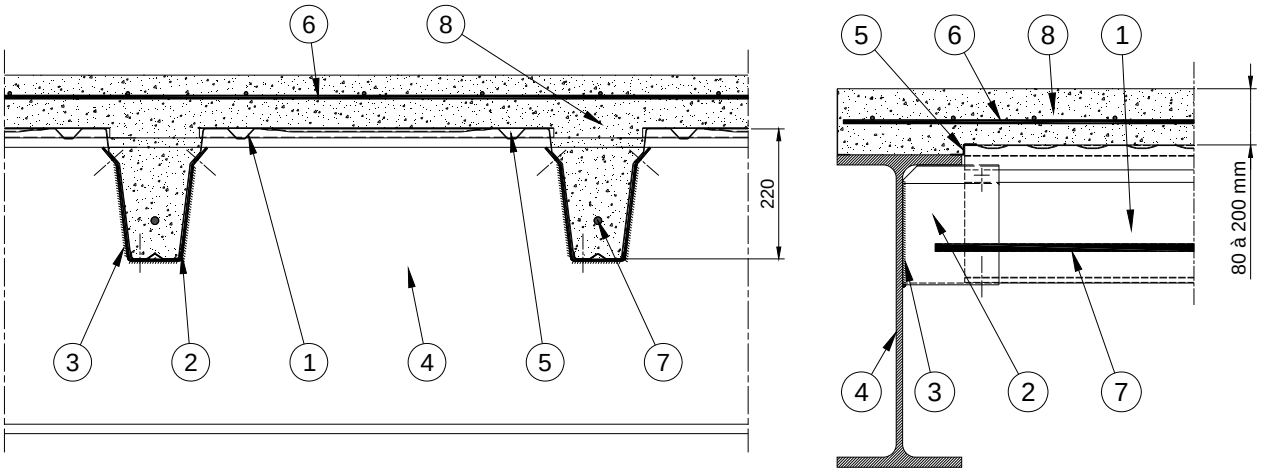
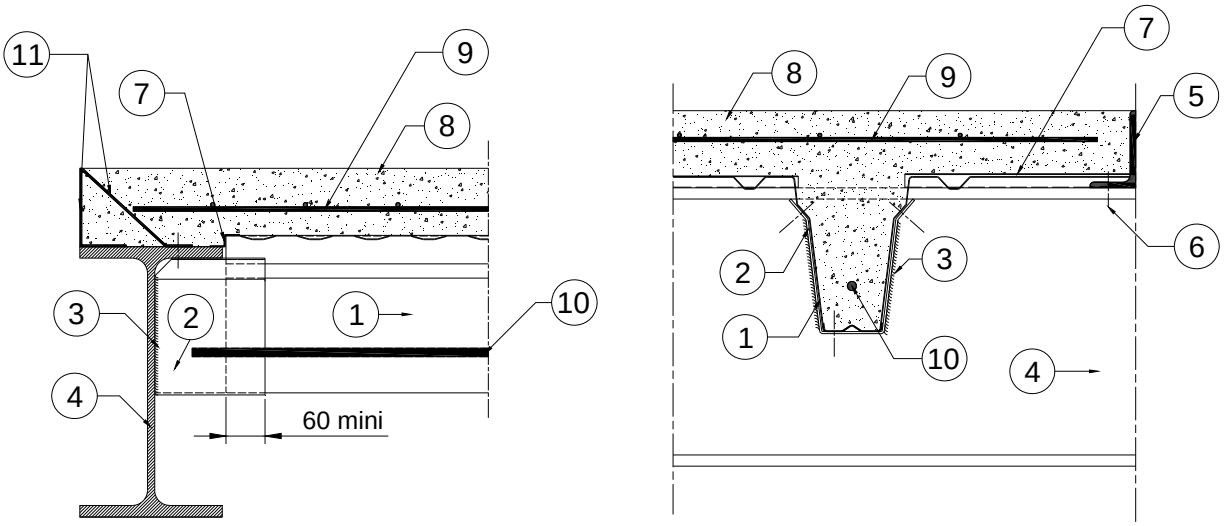


Figure 3: détail du profil et du raidisseur transversal



1. *bac nervuré Cofraplus 220*
2. *appui de bac nervuré "wing"*
3. *joint de soudure d'angle*
4. *poutrelle acier*
5. *profil z de recouvrement ou adhésif résistant à la traction type soprasolin*
6. *treillis soudé selon note de calcul*
7. *armature en fond de nervure*
8. *béton*

Figure 4: coupe sur plancher en partie courante

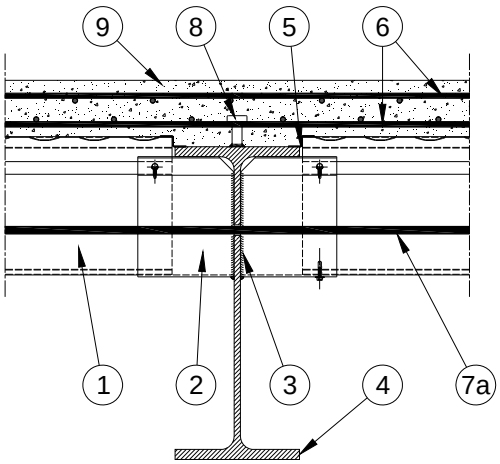


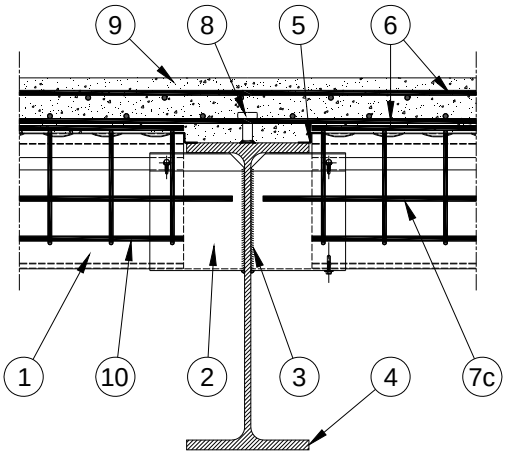
1. *bac nervuré Cofraplus 220*
2. *appui de bac nervuré "wing"*
3. *joint de soudure d'angle*
4. *poutrelle acier*
5. *cornière en acier*
6. *vis auto foreuse*
7. *profil z de recouvrement ou adhésif résistant à la traction type soprasolin*
8. *béton*
9. *treillis soudé selon note de calcul*
10. *armature en fond de nervure*
11. *cornière maintenue*

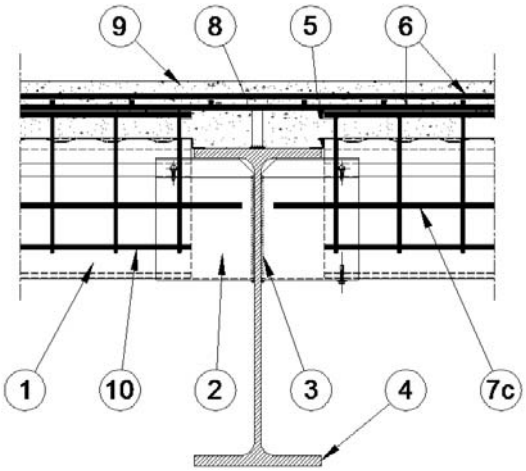
Figure 5: coupe sur plancher sur appui de rive

Tableau 9: Epaisseur de métal galvanisé pour les costières

	Epaisseur de métal galvanisé pour les costières (mm)												
	Débord en porte-à-faux : f (mm)												
Epaisseur *h* (mm)	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
100	0,88	0,88	1	1	1,2	1,2	1,5	2	2,5	2,50	3	3	3
110	0,88	0,88	1	1,2	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,50	3	3	3
120	0,88	0,88	1	1,2	1,5	1,5	2	2	2,5	2,50	3	3	3
130	0,88	1	1,2	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	2,50	3	3	
140	1	1,2	1,2	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	2,50	3	3	
150	1,2	1,2	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	2,5	3,00	3	3	
160	1,2	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3,00	3		
180	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3,00	3	3		
200	2	2	2,5	2,5	2,5	3,0	3	3	3				
225	2	2,5	2,5	2,5	3	3							
250	2,5	2,5	3	3									
275	2,5	3	3										
300	3	3											







1. *bac nervuré Cofraplus 220*
2. *appui de bac nervuré "wing"*
3. *joint de soudure d'angle*
4. *poutrelle acier*
5. *profil z de recouvrement ou adhésif résistant à la traction type soprasolin*
6. *treillis soudé selon note de calcul*
7. *armature en fond de nervure*

a. tranversant l'appui

b. passant au-dessus de l'appui

c. entre appuis

8. *connecteur*
9. *béton*
10. *armature de cisaillement selon §4.7 :*

NOTA : Pour être prises en compte dans le dimensionnement, les armatures de cisaillement « 10 » doivent être prolongées dans l'épaisseur de la table (reprise de la couture table/nervure ; jonction entre membrure comprimée et membrure tendue) comme illustré sur la figure ci-dessus.

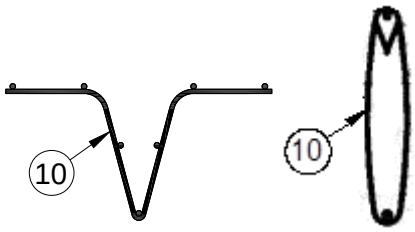
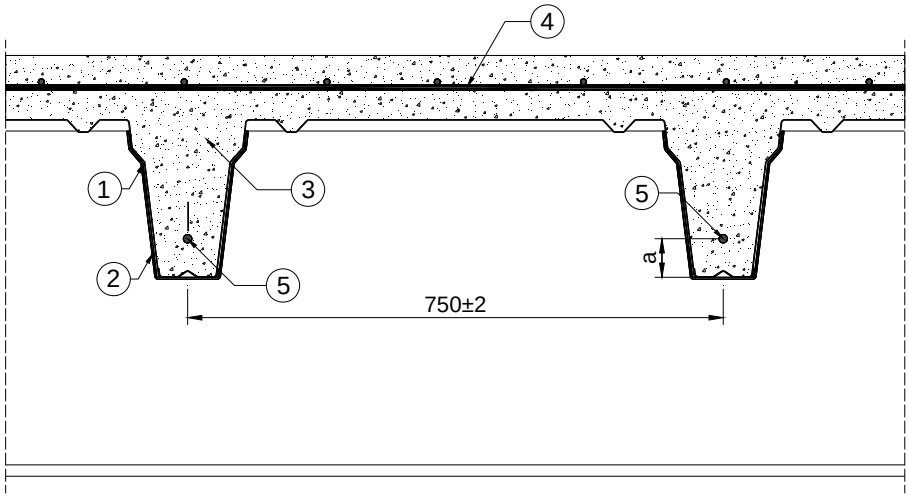
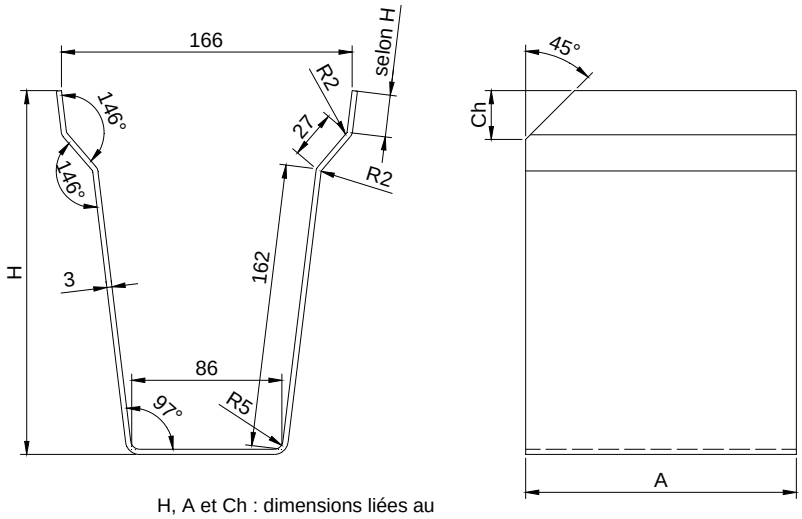


Figure 6: appui "wing"



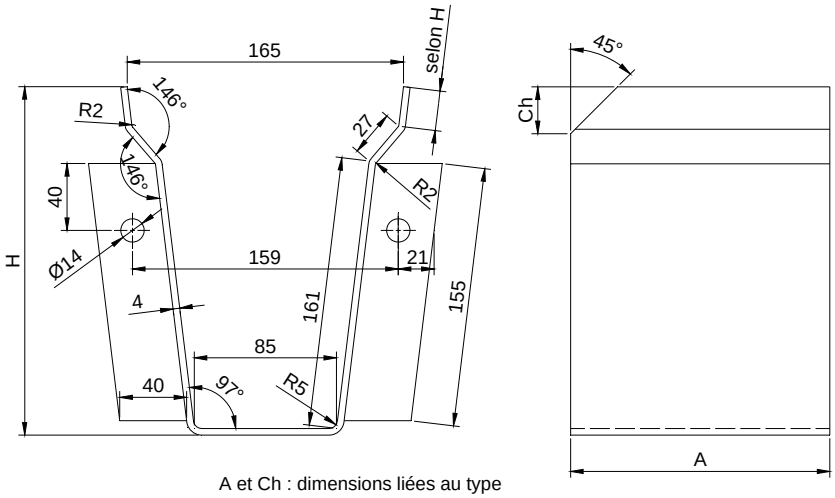
1. *fixation*
2. *appui de bac nervuré "wing 0"*
3. *béton*
4. *treillis soudé selon note de calcul*
5. *armature en fond de nervure*

Figure 7a:wing 0



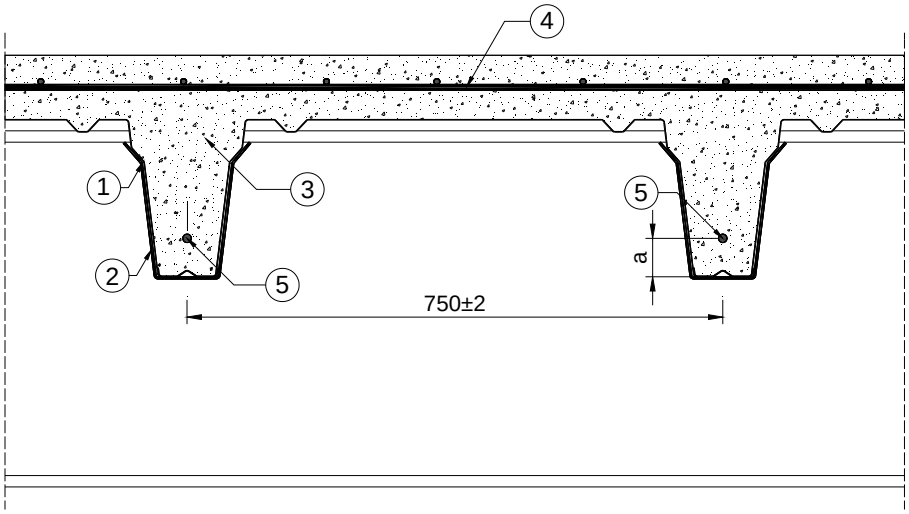
H, A et Ch : dimensions liées au type de poutrelle utilisée

Figure 7b:wing 0 soudé



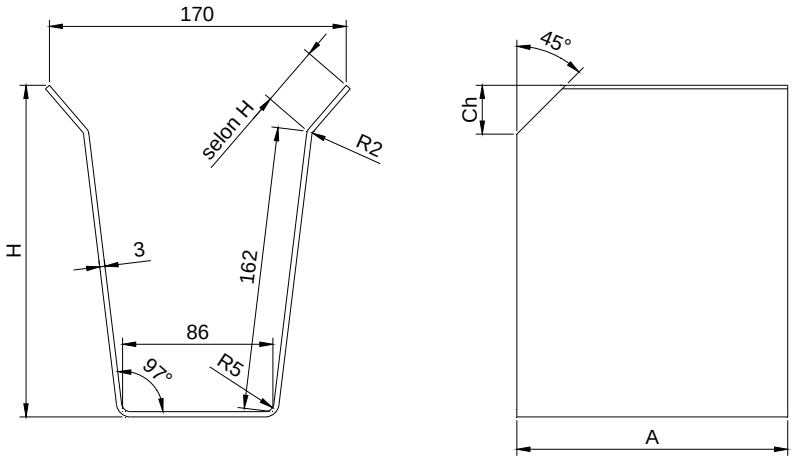
A et Ch : dimensions liées au type de poutrelle utilisée

Figure 7c:wing 0 boulonné



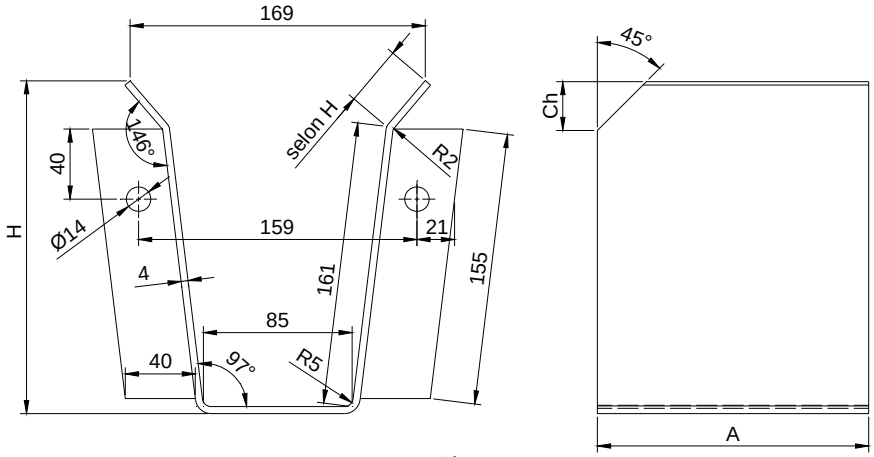
1. *fixation*
2. *appui de bac nervuré "wing 20"*
3. *béton*
4. *treillis soudé selon note de calcul*
5. *armature en fond de nervure*

Figure 8a : wing 20



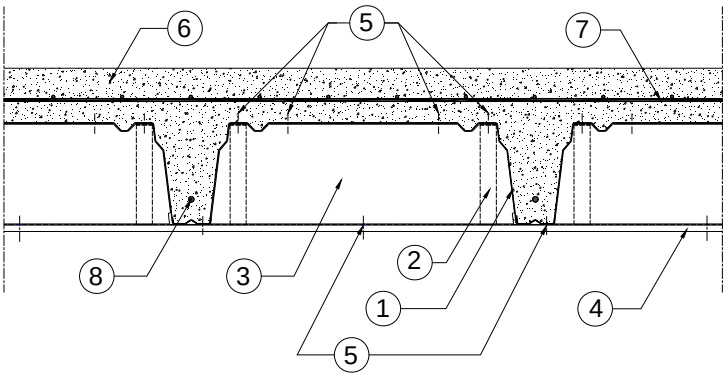
H, A et Ch : dimensions liées au type de poutrelle utilisée

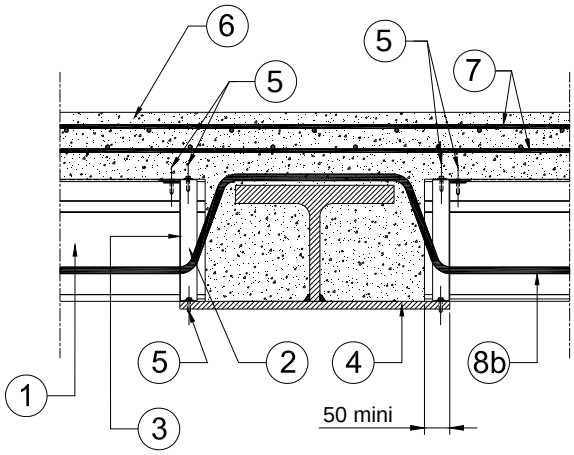
Figure 8b:wing 20 soudé

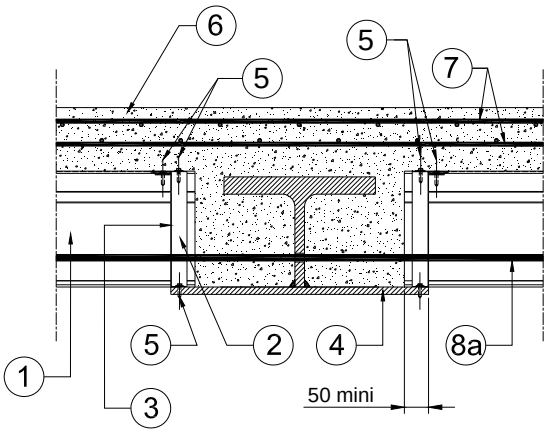


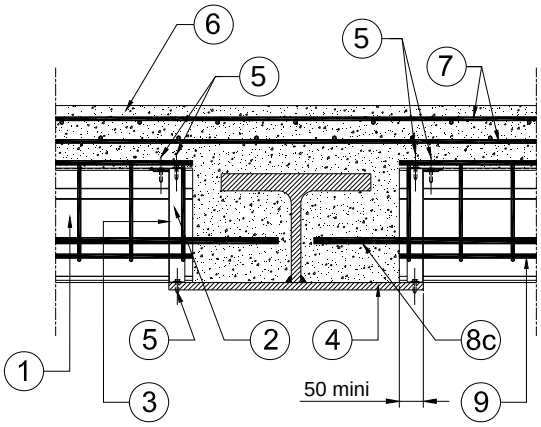
H, A et Ch : dimensions liées au type de poutrelle utilisée

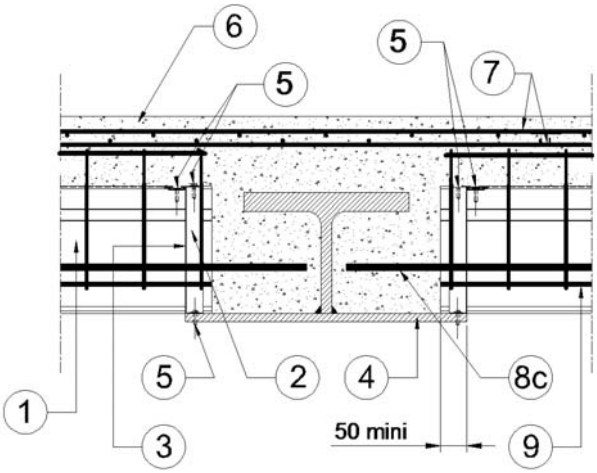
Figure 8c : wing 20 boulonné











1. *bac nervuré Cofraplus 220*
2. *tube coté béton / appui*
3. *closoir*
4. *poutrelle acier asymétrique slim floor*
5. *fixation*
6. *béton*
7. *treillis soudé selon note de calcul*
8. *armature en fond de nervure*
    a. tranversant l'appui
    b. passant au-dessus de l'appui
    c. entre appuis
9. *armature de cisaillement selon §4.7*

NOTA : Pour être prises en compte dans le dimensionnement, les armatures de cisaillement « 9 » doivent être prolongées dans l'épaisseur de la table (reprise de la couture table/nervure ; jonction entre membrure comprimée et membrure tendue) comme illustré sur la figure ci-dessus.

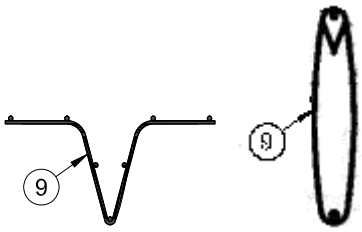
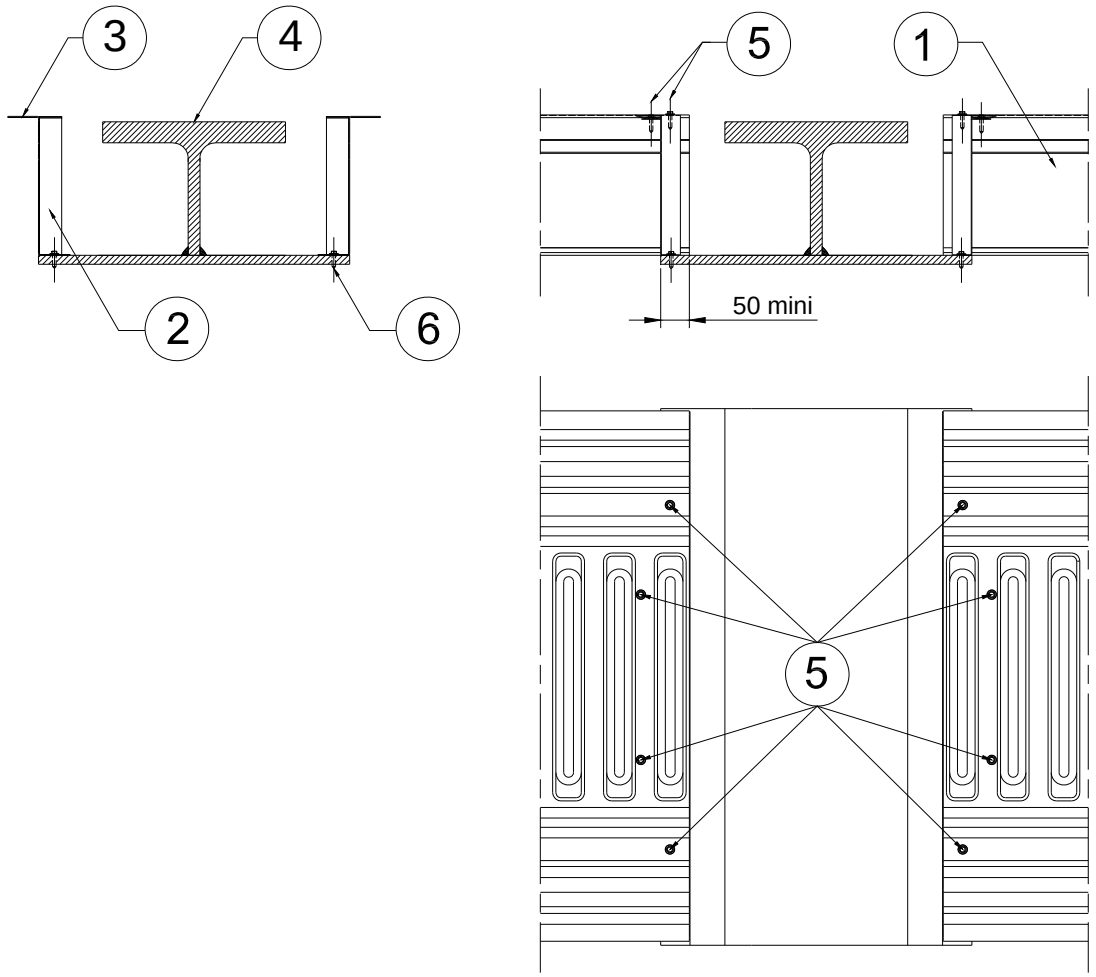


Figure 9 : appui "slim floor avec closoir"



1. *bac nervuré Cofraplus 220*
2. *tube*
3. *closoir*
4. *poutrelle acier asymétrique slim floor*
5. *fixation*
6. *fixation du closoir*

Figure 10 : fixation closoir"

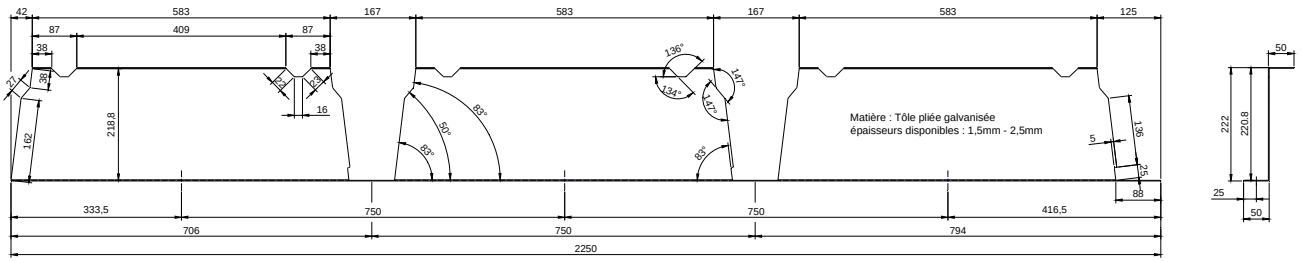


Figure 11 : détail closoir

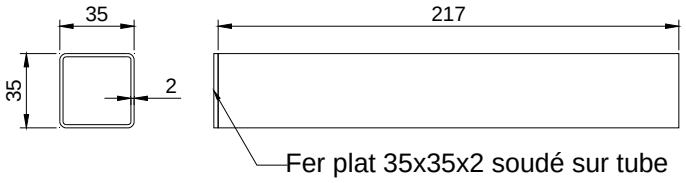


Figure 12: détail tube

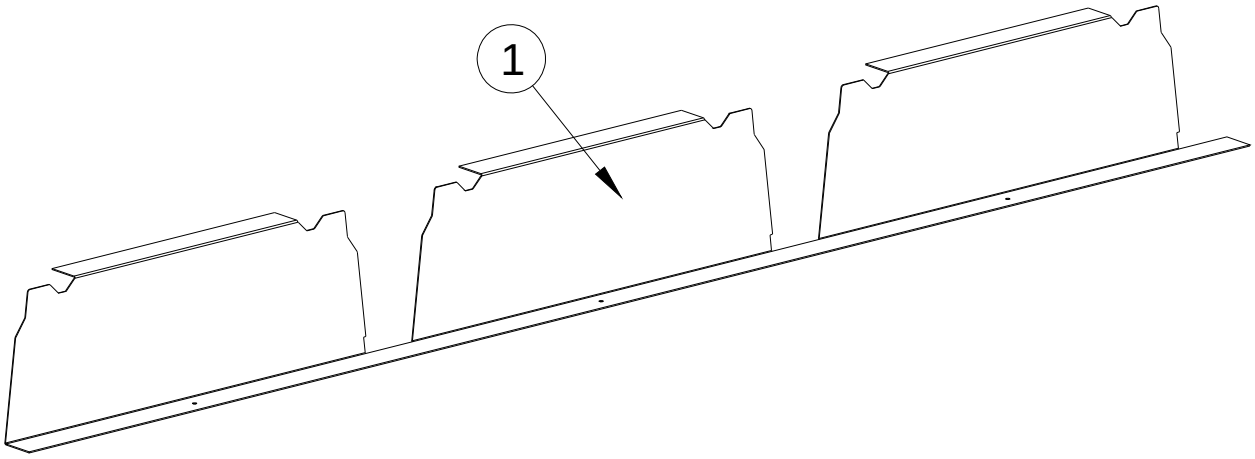
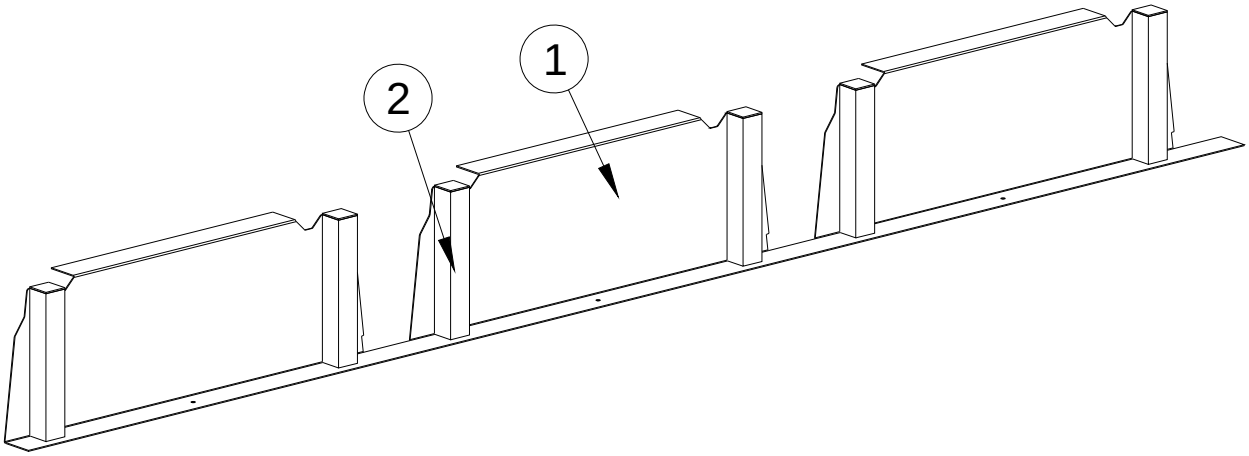
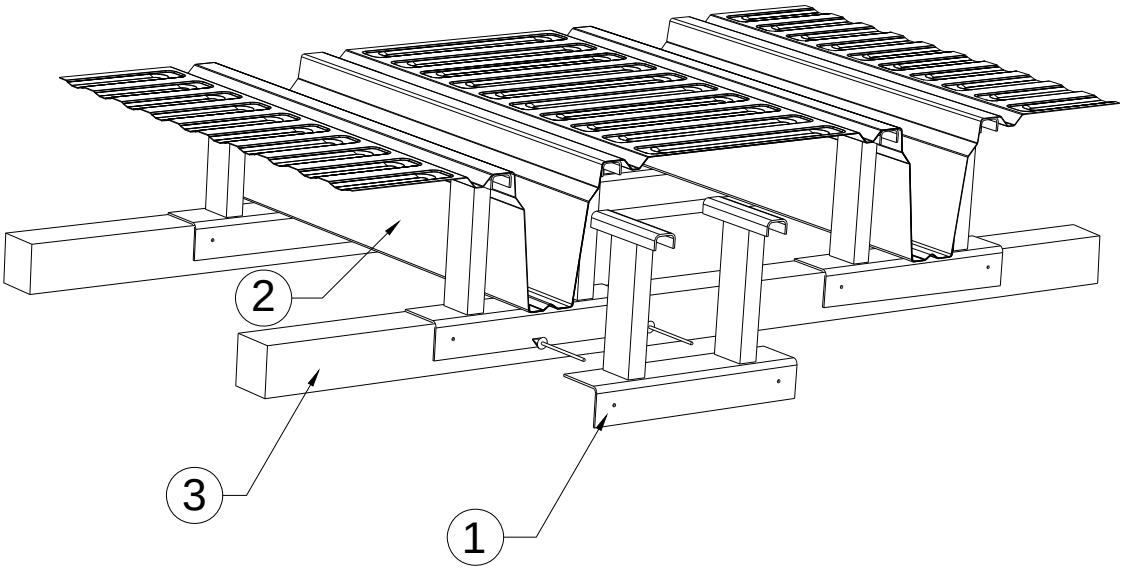


Figure 13: closoir sans renfort tube



1. *closoir*
2. *tube*

Figure 14: closoir avec renforts tube



1. *structure auxiliaire pour étais*
2. *bac nervuré Cofraplus 220*
3. *supports posés sur étais*

Figure 15 : étaiement intermédiaire en phase provisoire

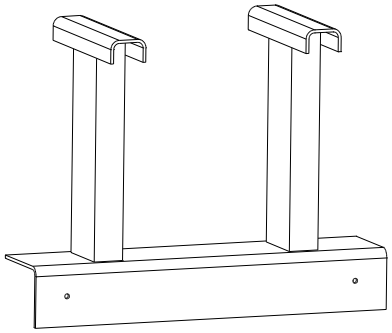
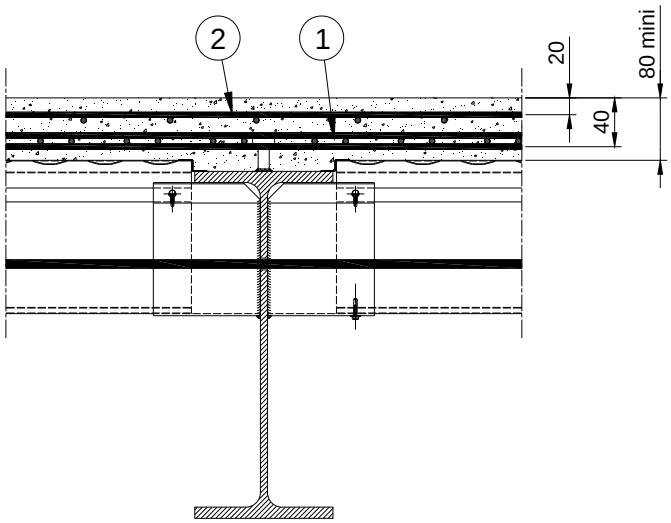
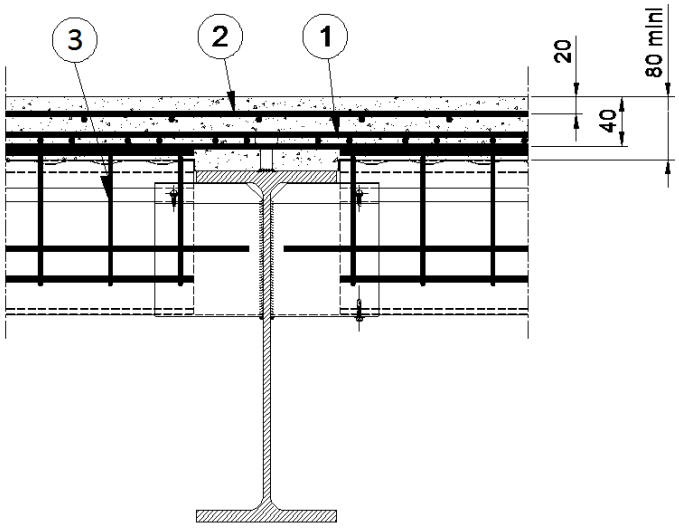
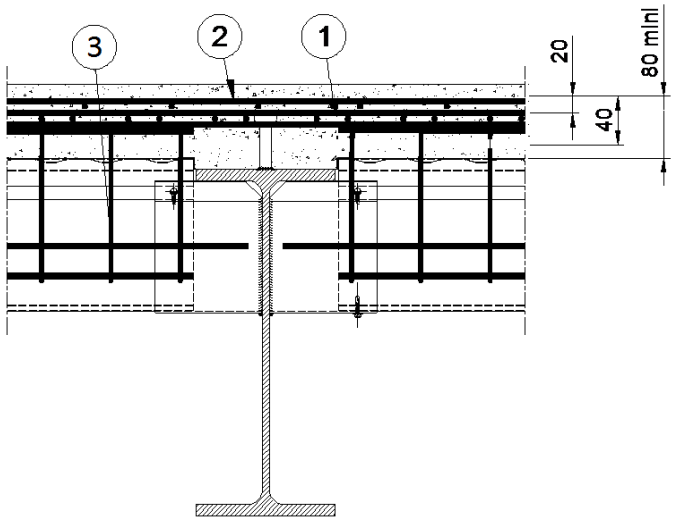


Figure 16 : détail de la structure auxiliaire pour étais





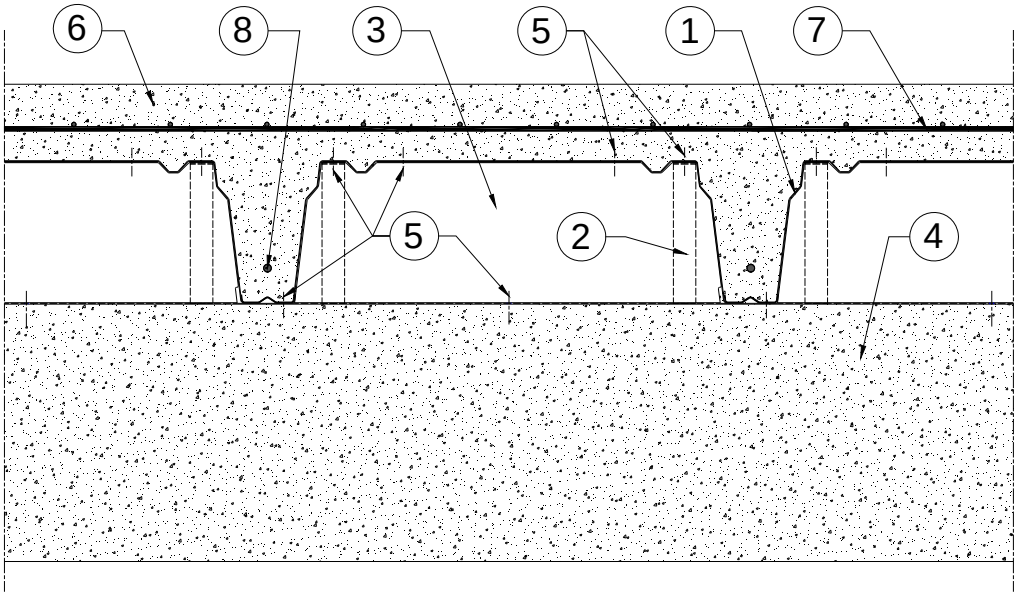
1. *treillis soudé anti-fissuration*
2. *chapeau*
3. *armature de cisaillement*

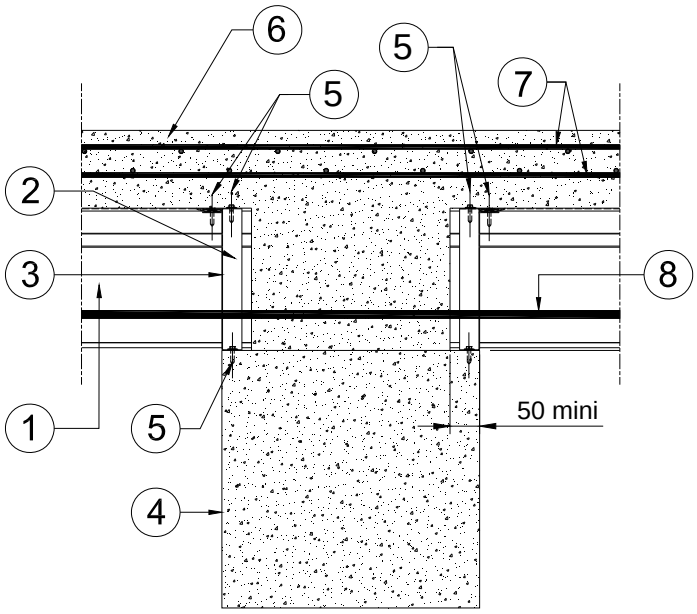


1. *treillis soudé anti-fissuration*
2. *chapeau*
3. *armature de cisaillement*

NOTA : Pour être prises en compte dans le dimensionnement, les armatures de cisaillement « 3 » doivent être prolongées dans l'épaisseur de la table (reprise de la couture table/nervure ; jonction entre membrure comprimée et membrure tendue) comme illustré sur la figure ci-dessus.

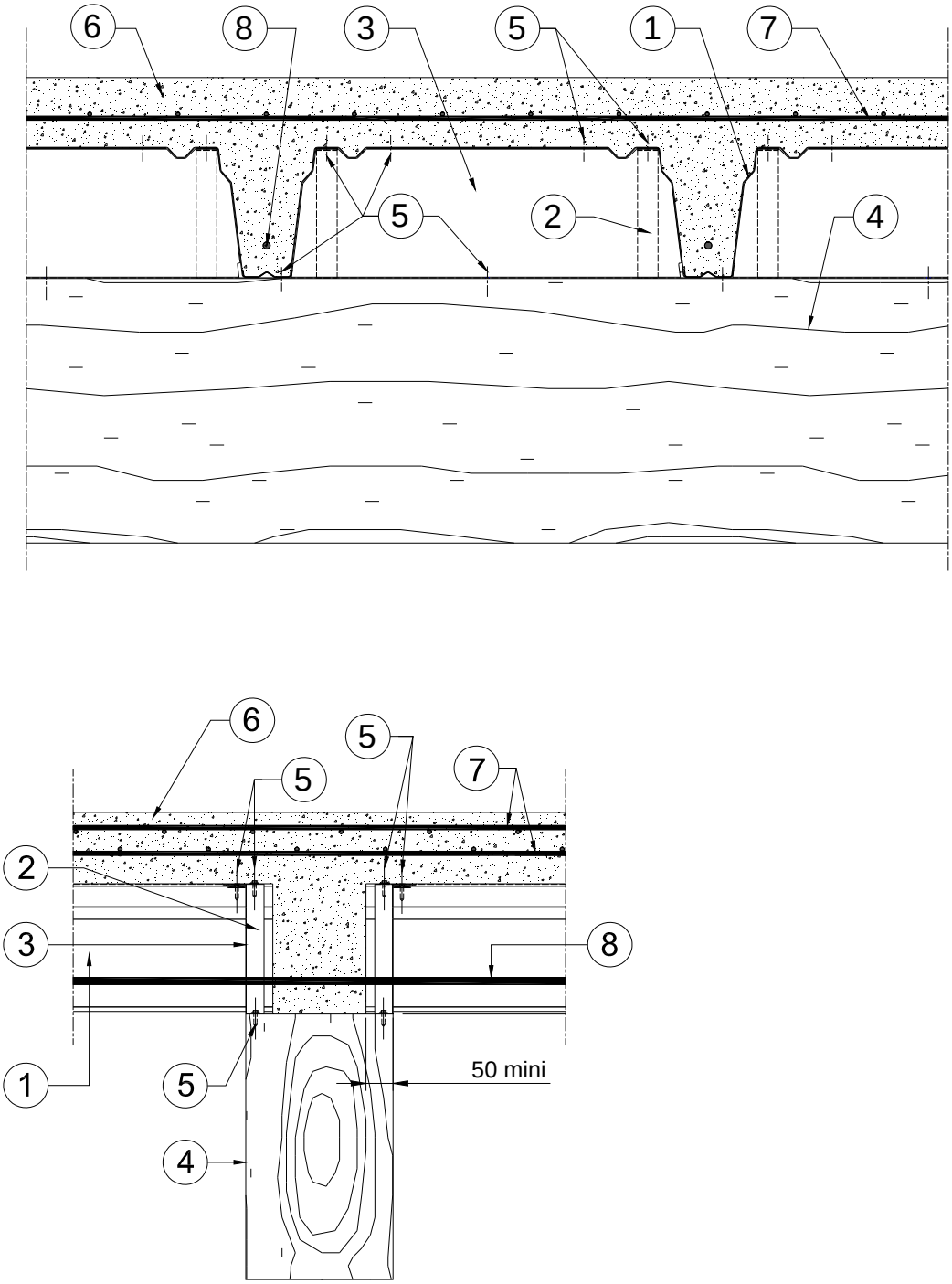
Figure 17: recouvrement de treillis sur appui





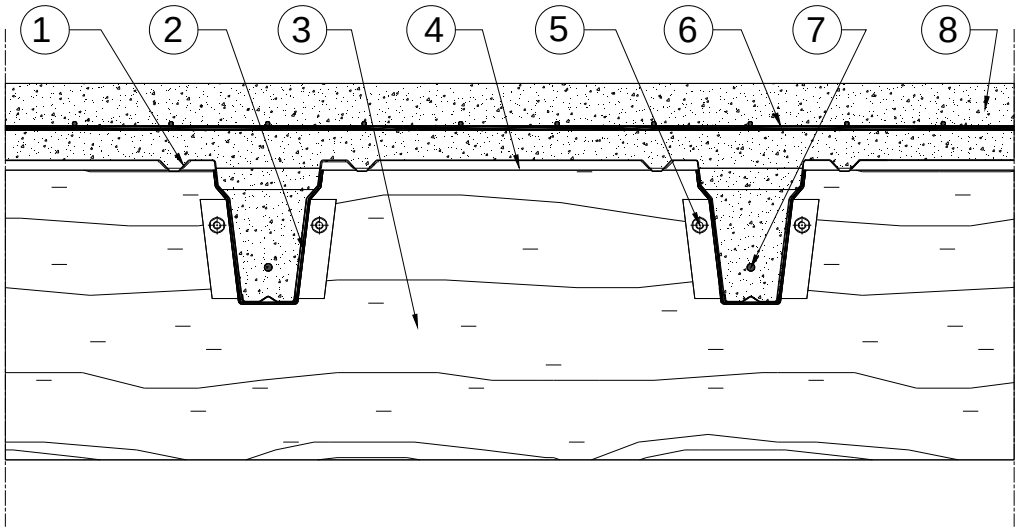
1. *bac nervuré Cofraplus 220*
2. *tube coté béton / appui*
3. *closoir*
4. *poutre béton*
5. *fixation*
6. *béton*
7. *treillis soudé selon note de calcul*
8. *armature en fond de nervure*

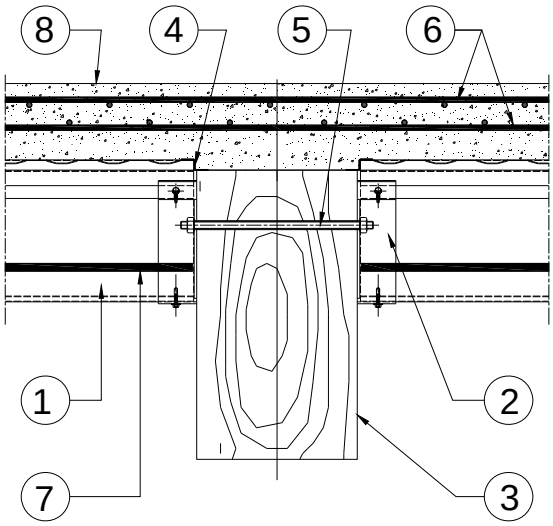
Figure 18 : appui sur poutre béton avec closoir



1. *bac nervuré Cofraplus 220*
2. *tube coté béton / appui*
3. *closoir*
4. *poutre bois*
5. *fixation*
6. *béton*
7. *treillis soudé selon note de calcul*
8. *armature en fond de nervure*

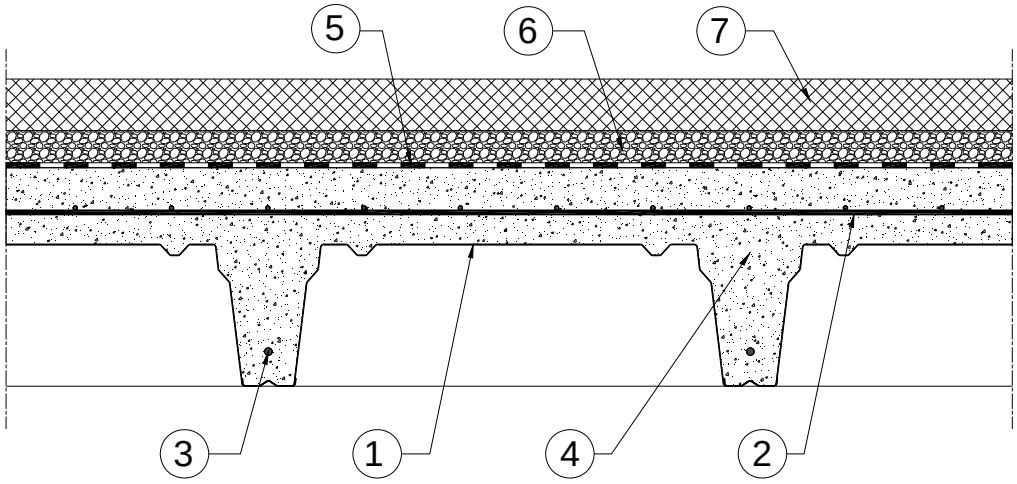
Figure 19 : appui sur poutre bois avec closoir





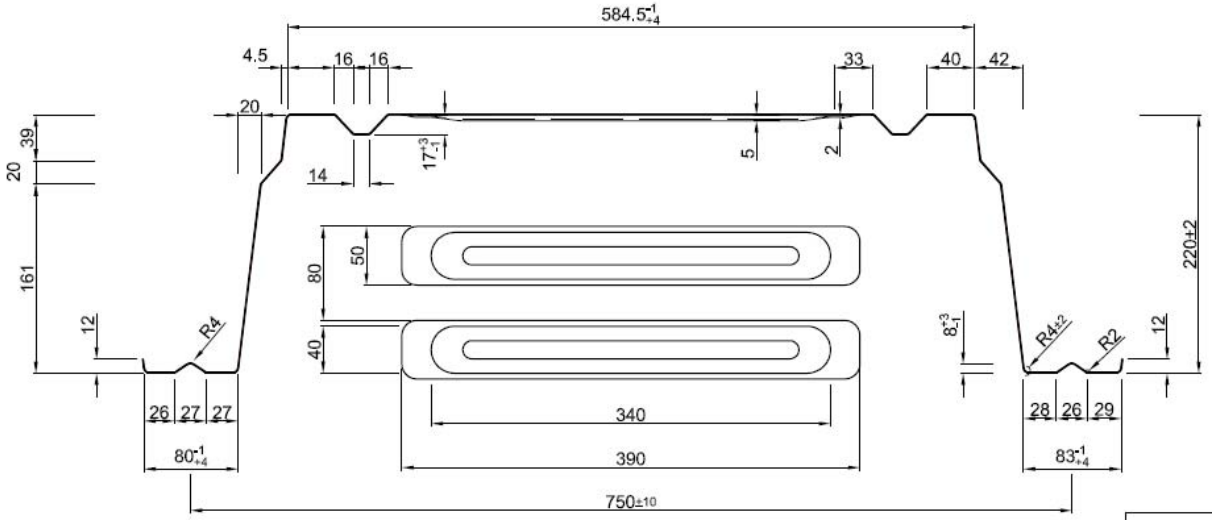
1. *bac nervuré Cofraplus 220*
2. *appui de bac nervuré "wing"*
3. *poutre bois*
4. *profil z de recouvrement ou adhésif résistant à la traction type soprasolin*
5. *fixations*
6. *treillis soudé selon note de calcul*
7. *armature en fond de nervure*
8. *béton*

Figure 20 : appui wings sur poutre bois



1. *bac nervuré Cofraplus 220*
2. *treillis soudé selon note de calcul*
3. *armature en fond de nervure*
4. *béton*
5. *membrane pare-vapeur*
6. *sable et/ou gravillon*
7. *asphalte*

Figure 21 : Pose avec Asphalte



	Symbol	Nominal	Tolérance
Largeur utile	W	750	+/-10 mm
Hauteur du profil	h	220	+2 /-2 mm
Epaisseur des raidisseurs	hr1	17	1/+3 mm
	hr2	8	-1 / +3
Largeur de plage supérieur et inférieur	bo	584,5	-1/+4
	bu1	83	-1/+4
	bu2	80	-1/+4
Rayon de profilage	r4	4	-2/+2

Figure 22 : Dimensions et tolérances