Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3.1/17-933_V1**

Plancher à bacs acier collaborants

INCO 70.4 F

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

Titulaire : Société INCOPERFIL
Carrer Noun n°16-27 – Pol. Industrial Mas des Polio
46469 Beniparell- Valence
Tél. : +34 96 121 1778
Fax : +34 96 121 1504
Internet : www.incoperfil.com

Vu pour enregistrement :

0 2 MARS 2018

Charles BALOCHE

Groupe Spécialisé n° 3.1

Planchers et accessoires de plancher

Publié le

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 2018

Le Groupe spécialisé n° 3.1 « Planchers et accessoires de plancher » a examiné, le 19 septembre 2017, le procédé de plancher INCO70.4 F, fabriqué et exploité par la société INCOPERFIL. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Plancher à bacs métalliques collaborants réalisé avec du béton de granulats courants coulé sur des tôles nervurées galvanisées, d'épaisseur totale comprise entre 11 cm et 21 cm. L'épaisseur nominale de la tôle galvanisée est de 0,8 mm, 1,00 mm, 1,20 mm, la hauteur des nervures des bacs étant de 70 mm. Le profil comporte des bossages (plis inclinés et têtons) sur les flancs des nervures.

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 INCO 70.4 F 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. L'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.

Le domaine d'emploi accepté du plancher INCO 70.4F 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 etc...

L'utilisation des planchers en vide sanitaire n'est pas visée par le présent Avis.

Pour les planchers extérieurs et les planchers intérieurs non protégés de la pluie, une étanchéité devra systématiquement être réalisée et l'épaisseur du béton au-dessus de la tôle devra être supérieure ou égale à 50 mm. 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.

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 : ces utilisations nécessitent des études au cas par cas. 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.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Aptitude à l'emploi

Stabilité

La stabilité est normalement assurée en plancher collaborant tôle-béton tant que la contrainte de cisaillement longitudinal entre la tôle et le béton reste limitée dans les conditions indiquées aux Prescriptions Techniques.

Dans le cas de sollicitation de cisaillement plus élevée, le fonctionnement en plancher collaborant peut être assuré par l'adjonction d'aciers de renfort à haute adhérence, dans les conditions indiquées dans les Prescriptions Techniques.

L'utilisation du procédé de plancher INCO 70.4 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, sous réserve de respecter les prescriptions du paragraphe 1.4 du CPT 3730_V2 et les des dispositions prescrites aux Prescriptions Techniques (§ 2.31 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 Ministère 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 CPT 3730_V2 et du présent Avis Technique sont respectées.

b) L'isolation thermique après différentes durées d'exposition à l'incendie conventionnel de (30 min. à 240 min.) est estimée en fonction d'une épaisseur moyenne de la dalle de béton (voir §1.5 du *Cahier du CSTB 3730_V2*)

c) La résistance mécanique est jugée satisfaisante (sans vérification supplémentaire) pour une durée d'exposition à l'incendie conventionnel de 30 minutes. Pour des durées supérieures, à défaut de procès-verbal de classement ou de méthode de calcul agréée fixant une épaisseur de béton pour simuler l'effet de la tôle, la stabilité mécanique peut être estimée conformément aux règles de la NF EN 1994-1-2 et aux prescriptions complémentaires du §1.5.2 du CPT 3730_V2 (voir l'Annexe 4 de la partie Avis).

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 si les tôles sont fixées sur leurs appuis au fur et à mesure de leur pose conformément aux prescriptions des §1.1.5 et 3 du CPT 3730_V2.

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

Les indices d'affaiblissement acoustiques suivant ont été déterminés par essais dans le rapport n° CSTB AC-15-26058643 :

Epaisseur totale [mm]	R_w (C ;C_{tr}) [dB]	R_w + C [dB]	Rw + C_{tr} [dB]
150 mm	47 (-1 ;-5)	46	42
150 mm + laine de verre d'épaisseur 100 mm en sous face (densité de 14,7kg/m³, conductivité thermique de 0,038 (W/m.K))	52 (-2 ;-7)	50	45
150 mm + moquette (masse surfacique 4,4 kg/m²) + laine de verre d'épaisseur 100 mm en sous face (densité de 14,7kg/m³, conductivité thermique de 0,038 (W/m.K))	≥ 58 (-3 ;-10)	≥ 55	≥48

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 INCO 70.4 F avec une dalle en béton d'épaisseur minimale de 50 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

Le procédé « INCO 70.4 F » ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

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

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.

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 DTED, 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.

2.3 Prescriptions Techniques

Ce plancher doit être fabriqué, calculé, mis en œuvre et utilisé conformément au CPT 3730_V2 et aux prescriptions particulières 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.

Les prescriptions de conception et de calcul sont données dans le CPT 3730_V2 aux articles: 1.1.2 pour les vérifications en phase provisoire ; 1.1.3.1 et 1.2 pour la vérification des moments fléchissants; 1.1.3.2, 1.1.3.3, 1.1.3.4 et 1.1.4.1 pour la vérification des efforts tranchants; 1.1.4.2 pour la vérification des déformations. 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.
L'application de la méthode de dimensionnement et de justification du plancher, donnée dans le Cahier 3730_V2, doit être effectuée en utilisant les caractéristiques de calcul (valeurs d'utilisation) données dans les Annexes n° 1, 2 et 3 du présent Avis.

Dans le cas d'une utilisation du procédé de plancher collaborant sur ossature mixte, il convient de vérifier la compatibilité entre les matériaux métalliques en contact (tôle, connecteurs, profilé support) afin d'éviter la formation d'un couple électrochimique.

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 INCO 70.4 F 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 à l'interface entre le bac et le béton rapporté,
- 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 INCO 70.4 F en situation sismique :

- Cas des appuis béton et maçonnés : 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: 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 § 7 du Dossier Technique.

2.33 Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre du plancher INCO 70.4 F doit être réalisée conformément aux prescriptions 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 § 8 du Dossier Technique doivent être fournis par INCOPERFIL.

Les conditions d'appuis et de fixation des tôles sont données aux §3.1 et 3.4 du CPT 3730_V2..

La largeur des appuis intermédiaires des tôles doit être comprise entre 60 et 200 mm.

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} ; M(R)) données à l'Annexe 2 du présent Avis.

L'épaisseur minimale de béton au-dessus des tôles hc est de 40 mm. Conformément au cahier 3730_V2, les épaisseurs hc inférieures à 50 mm sans être inférieures à 40 mm sont acceptables à condition de respecter les dispositions ci-dessous :

- Plancher intégralement dimensionné en isostatique (absence de poutres maîtresses parallèles aux nervures)
- Absence de revêtement adhérent ou de couche d'usure
- La fissuration du plancher est certaine et doit être admise dans les DPM.

Dans ce cas, la mise en place d'un treillis soudé n'est pas obligatoire et le plancher ne peut pas jouer le rôle de diaphragme pour la reprise des sollicitations horizontales (vent, etc...), qui doit être assuré par ailleurs par des dispositions constructives dédiées.

La pose des tôles sur la semelle inférieure des poutres métalliques support sans continuité de la dalle béton au-dessus des poutres support est acceptable à condition de dimensionner le plancher intégralement en isostatique et d'exclure les revêtements adhérents ou les couches d'usure.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

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

Pour le Groupe Spécialisé n°3.1
Le Président

Roselyne LARRICQ

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Cet Avis a été formulé sur la base du suivi de fabrication indiqué dans le Dossier Technique, et selon les prescriptions de la version révisée du CPT 3730_V2.

Le groupe attire l'attention du responsable de la construction (entreprise générale, maitre d'œuvre, etc., selon les cas) sur la nécessite 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 GS 3.1 attire l'attention sur l'épaisseur minimale de la dalle de béton au-dessus de la tôle qui peut être conditionnée par l'enrobage des armatures situées dans la dalle qui doit respecter les prescriptions de la section 4 de la NF EN 1992-1-1 et son AN.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 3.1

David HENRIQUES

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 et de vérification prescrite dans le CPT 3730_V2.

Annexe 1 : Caractéristiques des profils INCO 70.4 F

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
Z275	Nue					Elastique (mm)
0,8	0,76	9,29	1190	4,3	1076	40,69
1,00	0,96	11,61	1488	4,3	1394	40,77
1,20	1,16	13,93	1785	4,3	1708	40,84

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 de calcul suivantes :

Epaisseurs de tôle (mm)		Inertie efficace I_{eff} (en cm⁴/m)
Z275	Nue	
0,8	0,76	90,14
1,00	0,96	103,86
1,20	1,16	131,63

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

Epaisseur de tôle *t* (en mm)	$M_{c,Rd,t}$ (en kN.m/m)
0,80	4,99
1,00	7,55
1,20	10,65

Vérifications sur appui intermédiaire

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

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

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 3 : Caractéristiques sur appui intermédiaire de 60 mm, dans le domaine élastique

Epaisseur de tôle *t* (en mm)	M_{Rmax} (en kN.m/m)	R_{max} (en kN/m)	M_{Rmin} (en kN.m/m)	R_{min} (en kN/m)	M0 (en kN.m/m)	α
0,8	4,47	25,21	3,08	11,9	5,72	-0,10
1,00	6,76	39,12	5,44	18,02	7,88	-0,06
1,20	9,05	53,04	6,64	24,11	11,06	-0,08

Les valeurs de calcul données ci-dessus pour une largeur d'appui de 60 mm sont utilisables pour des largeurs comprises entre 60 et 200 mm.

Les vérifications dans le domaine post-élastique ne sont pas admises.

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 4 : Caractéristiques sur appui d'extrémité dans le domaine élastique

Epaisseur de tôle *t* (en mm)	$V_{Rd,u}$ (en kN/m)
0,8	6,78
1,00	10,28
1,20	14,46

Annexe 3 : Vérification de la collaboration tôle/béton selon la méthode *m* et *k*

Vérification de la collaboration tôle/béton à l'ELU :

Conformément aux prescriptions du §1.1.3.4 du CPT 3730_V2, on doit vérifier que $V_{E,d\ (ELU)} \leq V_{1,Rd}$
La résistance au cisaillement de calcul $V_{1,Rd}$ doit être déterminée conformément aux prescriptions du §1.1.3.4 à partir des valeurs de calcul m et k données ci-dessous :
-m=114,61 N/mm² et k=-0,0578 N/mm²

Vérification du glissement tôle/béton à l'ELS :

Conformément aux prescriptions du §1.1.4.1 du CPT 3730_V2, on doit vérifier que $V_{E,ser} \leq V_g$
La résistance au glissement de calcul V_g doit être déterminée conformément aux prescriptions du §1.1.4.1 à partir des valeurs de calcul m_g et k_g données ci-dessous :

-m_g=35,74 N/mm² et k_g=0,0631 N/mm²

NOTA : Lorsque le plancher est susceptible de supporter des charges dynamiques peu importantes (bâtiments industriels, parcs de stationnement) les valeurs de m_g et de k_g à utiliser dans la formule de calcul de V_g sont à diviser par 1,25. Il est précisé qu'il s'agit uniquement de charges ne pouvant donner lieu à aucun phénomène de fatigue ni à des chocs répétés.

Annexe 4 : Détermination de l'isolation thermique vis-à-vis de la résistance au feu des planchers

La résistance au feu des planchers INCO 70.4 F est déterminée suivant les prescriptions de l'Annexe D de la NF EN 1994-1-2 et son Annexe Nationale à partir des valeurs de calcul suivantes.

Tableau 5 : Hauteur de dalle en fonction de la durée d'isolation au feu

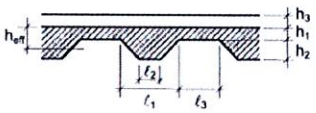
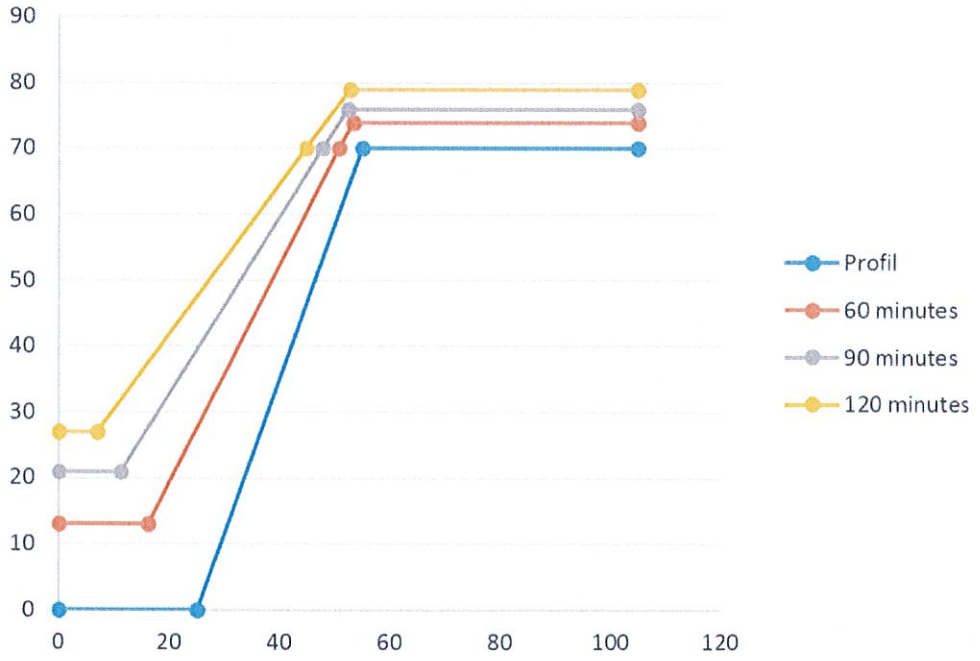
Détermination de l'épaisseur équivalente « h_{eff} »	Durée de résistance au feu (en min)	Epaisseur minimale « h_{eff} »	Epaisseur minimale « h1 »	Limites d'application
$h_{eff} = h_1 + 0{,}5h_2\left(\frac{l_1 + l_2}{l_1 + l_3}\right)$ 	30	60	50	$h_2/h_1 \leq 1{,}5$ h1 > 50 mm
	60	80	54	
	90	100	74	
	120	120	94	
	180	150	124	
	240	175	149	

Tableau 6 : Position des point I, II, III, A et IX en fonction du temps de résistance au feu

Temps (en min)	x_I	y_I	x_{II}	y_{II}	x_{III}	Y_{III}	x_{IV}	y_{IV}
	0	0	25	0	55	70	105	70
60	0	13	16,3	13	51	70	105	74
90	0	21	11,3	21	48	70	105	76
120	0	27	7,1	27	45	70	105	79

Graphique 1 : Isotherme dans le béton en fonction du degré de résistance au feu



La température *T* des armatures est déterminée en fonction de l'enrobage *u* réel, selon la relation suivante :

$$T = T_0 \cdot (1 - \frac{u}{u_0})$$

avec T_0 et u_0 donnés dans le tableau ci-dessous, ainsi que les valeurs courantes des enrobages minimaux.

Tableau 7 : Paramètres t0 et u0 nécessaire à la détermination de la température dans les armatures en fonction de l'enrobage

Temps (en min)	T_0 (°C)	u_0 (mm)
60	729,46	204,25
90	895,09	244,75
120	985,94	289,98

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Classe du système

Plancher en béton de granulats courants coulé sur des tôles métalliques nervurées pré-percées ou non pré-percées, d'épaisseur totale 11 à 21 cm.

2. Identification des bacs

Les bacs sont identifiés par une étiquette sur chaque colisage de bacs, portant la dénomination commerciale INCO 70.4 F et le nom de fabricant INCOPERFIL.

3. Définitions des matériaux

3.1 Caractéristique de la tôle

Tôle en acier doux laminé à froid, de nuance S 320 GD selon NF EN 10346 « Produits plats en acier à bas carbone revêtus en continu par immersion à chaud ».

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 avec revêtement de désignation Z255, 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 », avec 275 g/m² de zinc, soit 0,04 mm.

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 à 70 g/m² pour la face recevant le béton.

3.2 Aciers complémentaires

Treillis soudé et aciers ronds à haute adhérence de classe B500 A et B500B, de diamètre nominaux standard (Φ 5/6/8/10/12 mm).

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

3.3 Béton

Bétons de sable et de granulats de classe de résistance au moins égale à C25/30 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/CN.

4. Description des éléments

Tôles raidies longitudinalement par des nervures trapézoïdales dont les faces supérieures comportent un raidisseur longitudinal obtenu par pliage de la tôle en forme de V ouvert (cf. Figure 1)

Les bacs existent en trois épaisseurs nominales différentes de tôle : 0,80 -1,00 - 1,20 mm.

Les faces latérales des nervures comportent chacune des bossages pour assurer la collaboration avec le béton, en forme de plis et de tétons de profondeur :

- 2,8 mm (pli) et 3,8 mm (téton) pour la tôle d'épaisseur 0,80 mm
- 2,9 mm (pli) et 3,9 mm (téton) pour la tôle d'épaisseur 1,00 mm
- 3,0 mm (pli) et 4,0 mm (téton) pour la tôle d'épaisseur 1,20 mm

La plage supérieure comporte des tétons de profondeur :

- 1,6 mm pour la tôle d'épaisseur 0,80 mm
- 1,8 mm pour la tôle d'épaisseur 1,00 mm
- 2,0 mm pour la tôle d'épaisseur 1,20 mm

La longueur maximale de livraison est de 14 m. le foisonnement à l'empilage est d'environ 12 mm. Les rives latérales des bacs permettent l'emboîtement lors de la pose.

Les bacs INCO 70.4 F sont profilés à froid par des machines à galets dans l'usine d'INCOPERFIL à Beniparrell (Valence, Espagne).

5. Description de la mise en œuvre

Le plancher INCO 70.4 F peut être posé sur ossature métallique ou ossature en béton armé.

Les dispositions du *Cahier du CSTB 3730_V2* « Cahier des prescriptions techniques communes aux procédés de planchers collaborant » s'appliquent.

5.1 Pose sur ossature métallique

Il est nécessaire d'assurer, pour la bonne tenue des bacs pendant le coulage du béton, une largeur minimale d'appui de 5 cm en rive et sur appuis intermédiaires.

Les éléments 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 ; Φ 4,5 pour les vis et Φ 15 pour les rondelles).

Les tôles sont fixées :

- au minimum par deux points de fixations par bac à chaque appui d'extrémité,
- au minimum par trois fixations sur les appuis d'extrémité au recouvrement de deux bacs. Le recouvrement minimal entre deux bacs est de 40 mm.

Le nombre de fixations peut être augmenté si les sollicitations l'exigent.

Par mesure de sécurité, les tôles sont fixées au fur et à mesure de la pose.

Les tôles sont fixées :

- seulement à leurs extrémités, (et non pas sur les appuis intermédiaires dans le cas de la continuité de la tôle) en zone non sismique,
- sur tous les appuis intermédiaires en zones sismiques, conformément au CPT 3730_V2. Lorsque le montage prévoit l'utilisation de connecteurs sur appuis métalliques, ceux-ci doivent être dimensionnés selon le § 1.441 du CPT 3730_V2, et peuvent remplacer les fixations sur appuis intermédiaires.

5.2 Pose sur ossature en béton

Il est nécessaire d'assurer aux extrémités, pour la bonne tenue des bacs pendant le coulage du béton, une largeur minimale d'appui de 50 mm en rive et sur appuis intermédiaires.

Il est possible d'utiliser soit des platines métalliques ou des cornières scellées dans le béton, soit des inserts métalliques noyés dans le béton.

En absence de tels dispositifs, c'est-à-dire lorsque les tôles sont posées et fixées directement sur la surface béton convenablement aplanie et nettoyée, la tôle peut être clouée à condition de réaliser correctement un avant trou permettant le guide du clou et évitant l'éclatement du béton en surface.

On pourra utiliser des vis auto-taraudeuses (par exemple Φ 5,5 ou 6,3), des boulons (par exemple Φ 5,5 ou 6,3) ou des clous (par exemple Hilti enp2 h 21 L 15 ; Φ 4,5 pour les vis et Φ 15 pour les rondelles).

Les tôles sont fixées :

- au minimum par deux points de fixations par bac à chaque appui d'extrémité,
- au minimum par trois fixations sur les appuis d'extrémité au recouvrement de deux bacs. Le recouvrement minimal entre deux bacs est de 40 mm.

Le nombre de fixations peut être augmenté si les sollicitations l'exigent.

Par mesure de sécurité, les tôles sont fixées au fur et à mesure de la pose.

Les tôles sont fixées :

- seulement à leurs extrémités, (et non pas sur les appuis intermédiaires dans le cas de la continuité de la tôle) en zone non sismique

- sur tous les appuis intermédiaires en zones sismiques, conformément au CPT 3730_V2. Lorsque le montage prévoit l'utilisation de connecteurs sur appuis métalliques, ceux-ci doivent être dimensionnées selon le § 1.441 du CPT 3730_V2, et peuvent remplacer les fixations sur appuis intermédiaires.

5.3 Couture des recouvrements longitudinaux entre bacs voisins

Les bacs adjacents sont liés par des vis auto perceuses Ø 6,3 à pointe réduite ou par des rivets Ø 4,8 x 12, à raison d'une fixation tous les 100 cm. La première de ces fixations se situe à 125 cm de la fixation sur appui.

5.4 Etaiement

L'étaiement, lorsqu'il est imposé par les conditions d'exécution de l'ouvrage, est réalisé avec des étais traditionnels pour dalle en béton armé. Cependant, il faut s'assurer, dans le cas d'étais métalliques, du non-poinçonnement de la tôle, en utilisant des protections (planches ou poutres de bois offrant une largeur minimale d'appui de 8 cm). Les étais, de préférence posés et réglés avant la mise en œuvre des bacs, doivent rester en place au moins 8 jours après coulage. Des contreflèches artificielles ne sont pas autorisées.

5.5 Coffrages de rives

5.51 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 certaines configurations il est possible d'utiliser des closoirs en Z (cf. Figure 10, Figure 13 et Figure 21), afin de faciliter la mise en œuvre.

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.

5.52 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 26). Une bande métallique de rappel doit être prévue.

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

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.

5.53 Coffrage à distance de la costière et rives en porte-à-faux

Les dispositions mentionnées au § 5.72 quant à l'épaisseur, la fixation et le débord de la costière pour un accostage direct s'appliquent.

Néanmoins, du fait que le coffrage ne touche pas la costière, un bouchon d'étanchéité est obligatoire sous les nervures.

5.54 Changement de sens de portée du coffrage

Lorsque, pour des raisons de conception notamment, le sens de portée du coffrage change, un closoir noyé en Z, de même épaisseur que le coffrage, peut être fixé sur la semelle pour obturer les nervures du bac. Ce closoir présente 2 retours horizontaux de 50 mm minimum.

5.6 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 4).

Des armatures de chapeau doivent être prévues au-dessus des appuis (cf. Figure 5).

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 5).

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).

Dans tous les cas, le calage des armatures est réalisé de façon à respecter les enrobages des armatures.

5.7 Garnissage aux joints entre bacs et rives

Les nervures en extrémité des bacs sont obturées par des bouchons de mousse cellulaire souple pour éviter les coulures du béton de chaînage.

Dans le cas d'un recouvrement des bacs en bout, l'obturation est assurée par le recouvrement.

Lorsque les tôles sont posées bout-à-bout sur un appui, l'obturation des nervures peut être réalisée par l'utilisation d'une bande adhésive.

5.8 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.

5.9 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 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 nivaux traditionnels ou laser.

6. Caractéristiques des planchers finis

6.1 Poids propre

Le poids spécifique du béton mis en œuvre est considéré égal à 2500 daN/m3 pour le béton à granulats courants.

Dans le calcul du poids propre, on tient compte :

- de la flèche f_g du bac au moment du coulage du béton ;
- du volume du béton à déduire dû à la présence des nervures (valeur équivalente à 4,3 cm de béton réparti uniformément)
- du poids propre du bac acier.

Le poids du béton se calcule selon la formule suivante :

$g = [(h - 4,3) + 0,7\ f_g] \times 2500/100$ 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 - 4,3 cm.

6.2 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.

6.3 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 inférieure ou égale à 50 x 50 cm et percée avant coulage, le renforcement est effectué en fixant des cornières sur quatre nervures de part et d'autre de l'ouverture (cf. Figure 14).

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).

6.4 Réalisation des plafonds

Tous les types de plafonds peuvent être associés aux planchers INCO 70.4 F.

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.

6.5 Plancher chauffant

Le plancher INCO 70.4 F 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)

6.6 Utilisation du plancher INCO 70.4 F en ossature mixte

Dans le cas où la dalle collaborante INCO 70.4 F est considérée comme participante à la résistance de la poutre mixte, la liaison mécanique dalle-poutre est assurée par des connecteurs appropriés (goujons soudables à travers la tôle ou goujons soudés directement sur poutres acier). Ceci permet une économie sensible du poids total des poutres.

Les goujons peuvent être soudés à travers la tôle sur le chantier.

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.

L'ossature mixte doit être dimensionnée conformément aux prescriptions de la NF EN 1994-1-1 et son AN.

6.7 Cas des Parkings Aériens Métalliques Largement Ventilés

Le plancher INCO 70.4 F 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.

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

Dans le cas où la dalle est directement exposée aux intempéries, une protection doit être mise en place en surface.

Par ailleurs, en lien avec son environnement, le revêtement métallique du profil doit être choisi afin d'éviter tout risque de corrosion, notamment en sous face (exemple : passerelles, parkings aériens largement ventilé...) conformément au § 1.3.1 du CPT 3730-V2.

6.9 Accessoires de planchers

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

7. Fabrication et contrôles

7.1 Fabrication

Les bacs INCO 70.4 F sont profilés à froid par des machines à galets dans l'usine d'INCOPERFIL située à Beniparrell (Valence, Espagne).

7.2 Contrôles

7.21 Contrôle de la résistance de la tôle

Les contrôles sur les bobines (limite d'élasticité et épaisseur) sont réalisés conformément aux prescriptions du référentiel de certification QB « Plaques profilées pour planchers collaborants acier-béton » QB03/02.

La limite d'élasticité déterminée suivant les prescriptions du référentiel QB doit être, dans 95 % des cas, au moins égale à :

- 320 MPa pour la nuance d'acier S 320 GD.

L'épaisseur de la tôle est vérifiée pour chaque bobine suivant le tableau 2 de la norme NF EN 10143, en considérant les valeurs des colonnes « tolérances spéciales » des tableaux 1 et 2 § 6 de la norme précitée (largueur nominale de la bobine de 1250 mm):

- 0,80 mm (±0,05 mm)
- 1,00 mm (±0,06 mm)
- 1,20 mm (±0,07 mm)

7.22 Contrôle dimensionnel après profilage

Ce contrôle, réalisé sur un produit par jour porte sur les dimensions suivantes :

- Profondeur des bossages des âmes :

	Epaisseur de tôle (mm)		
	0,8	1,00	1,2
Profondeur Pli (mm)	2,0 (+ 0,4/- 0,2 mm)	2,15 (+ 0,4/- 0,2 mm)	2,3 (+ 0,4/- 0,2 mm)
Profondeur téton (mm)	2,8 (+ 0,4/- 0,2 mm)	3,0 (+ 0,4/- 0,2 mm)	3,2 (+ 0,4/- 0,2 mm)

La profondeur des bossages des âmes doit être mesurée à une distance de 200 mm de chaque extrémité de la tôle sur deux bossages adjacents : chacune des quatre mesures doit se situer dans la tolérance spécifiée ci-dessus.

- Hauteur des ondes : valeur nominale de 70 mm avec une tolérance de + 1,5 mm/- 1,5 mm. La hauteur des ondes doit être mesurée à une distance de 200 mm de chaque extrémité de la tôle sur deux ondes et une troisième mesure doit être effectuée dans l'axe de la tôle sur deux ondes : chacune des six mesures doit se situer dans la tolérance spécifiée ci-dessus.
- Largeur du bac : valeur nominale de 840 mm avec une tolérance de + 7 mm et - 7 mm conformément au référentiel de certification QB. Les mesures sont réalisées conformément aux prescriptions du référentiel QB 03.

7.23 Marquage

Les bacs sont marqués avec le logo QB suivi du numéro de l'Avis Technique, apposé sur chaque produit et éventuellement sur chaque colis.

7.24 Suivi de l'autocontrôle par le CSTB

Le suivi de l'autocontrôle et le suivi des performances font l'objet d'un suivi dans le cadre du marquage QB (Référentiel de certification QB RT03), à raison de deux visites par an.

8. Dimensionnement

L'étude du dimensionnement, dans le cadre du présent Avis Technique, de la dalle collaborante seule, peut être demandée auprès de l'assistance technique d'INCOPERFIL.

En 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, en chapeaux, en lit inférieur et en renforts feu, telles que définies au point « Armatures complémentaires » - § 5.6 du présent dossier.

En zones sismiques, il convient de respecter le §1.4 du CPT 3730_V2.

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

INCOPERFIL fournit, avec sa note de calcul, la coupe en partie courante et la coupe sur appui en zone courante.

Pour les autres plans et détails d'exécution, il appartient au bureau d'études de les réaliser.

B. Résultats expérimentaux

Rapport du Laboratoire d'élasticité et de résistance des matériaux de l'Université Polytechnique de Catalogne (LERMA) en date du 25 avril 2016 – Rapport d'essai sur appui intermédiaire pour la tôle INCO 70.4 COLLABORANT de la société INCOPERFIL avec les épaisseurs nominales de 0,75 mm et 1,20 mm)

Rapport du Laboratoire d'élasticité et de résistance des matériaux de l'Université Polytechnique de Catalogne (LERMA) en date du 26 mars 2007 – Détermination expérimentale des caractéristiques mécaniques de la tôle INCO 70.4 COLLABORANT de la société INCOPERFIL avec les épaisseurs nominales 0,75 mm et 1,20 mm.

Rapport du Laboratoire d'élasticité et de résistance des matériaux de l'Université Polytechnique de Catalogne (LERMA) en date du 18 mai 2006 – Rapport d'essai de dalles mixtes avec le profil INCO 70.4 COLLABORANT de la société INCOPERFIL avec l'épaisseur nominale de 0,8 mm.

C. Références

C1. Données environnementales et sanitaires

Ce procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

C2 Autres références

Jusqu'à ce jour environ 560 000m² de plancher ont été réalisés avec le procédé INCO 70.4.

Référence	Surface (m^2)	Adresse	Date
Renouvement integral Ramirez de Prado	5000	c/ Ramirez de Prado 5, Madrid -España	01/09/2016
Bureaux d'Anitin	1000	Carlet, Valencia. España	04/08/2015
KFC Restaurant	500	Alzira, Valencia. España	08/06/2015
Renovation Zara	4500	Espagne	24/04/2014
Ampliation usine FORD	8800	Almussafes, Valencia	26/09/2013
Batiment M20	1600	Torrente, Valencia	04/08/2013
Plateforme logisitique Mercadona	7800	Ciempozuelos, Madrid	16/07/2005
Nouvelle terminal aeroport Alicante	4000	Alicante- Espagne	24/11/2009
Bureau Television Coupe America	250	Valencia	25/01/2007
Plateforme logisitique Mercadona	8500	Canarias	05/05/2014

Tableaux et figures du Dossier Technique

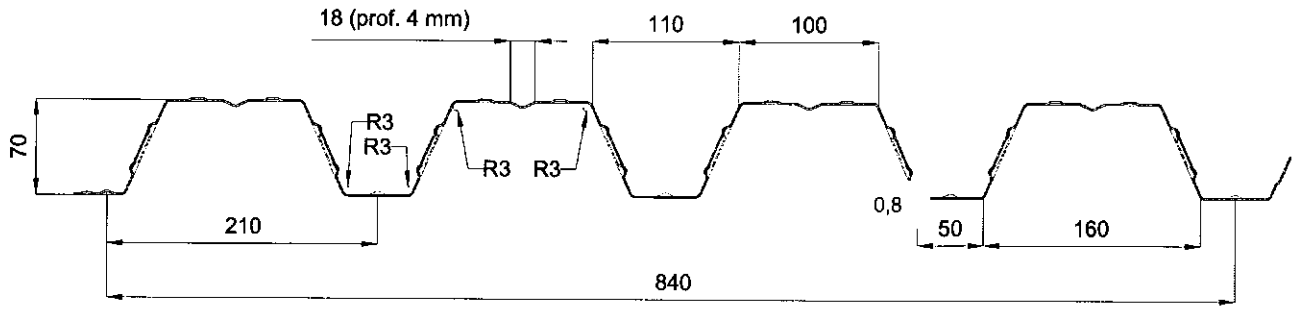
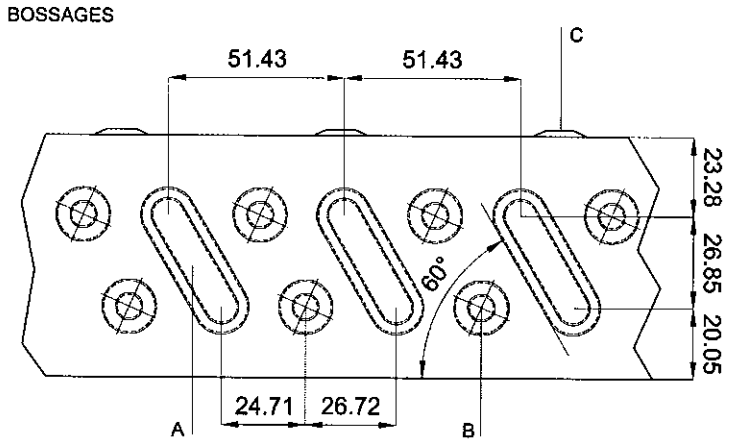


Figure 1 : Coupe transversale



PROFONDEUR BOSSAGES (mm)

e	A	B	C
0,80	2,00	2,80	1,60
1,00	2,15	3,00	1,80
1,20	2,30	3,20	2,00

cotes en *mm.*

Figure 2 : détail du crantage

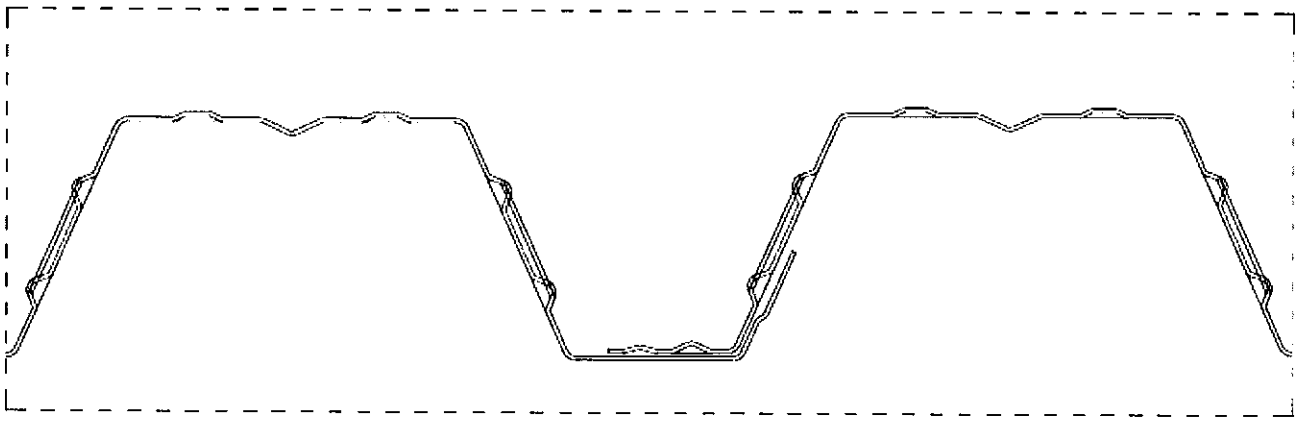
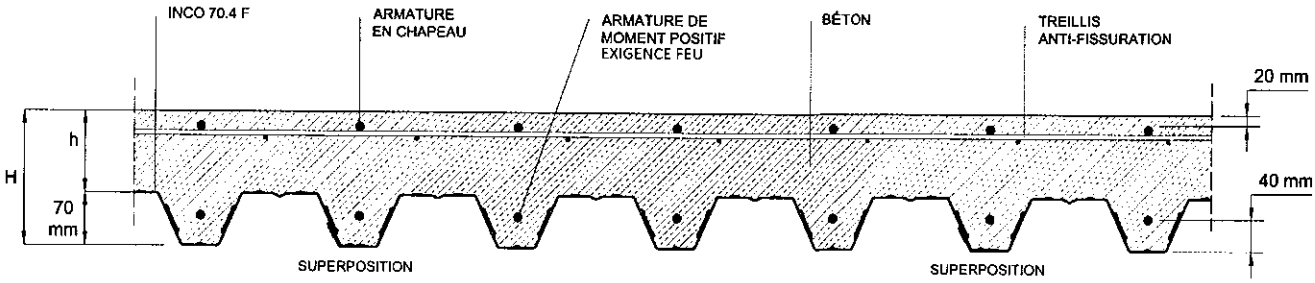


Figure 3 : détails sur emboitement latéral entre bacs



Note: La valeur d'enrobage de 20mm peut varier selon les exigences applicables.

Les valeurs d'enrobage de 20 mm et 40 mm peuvent varier selon les exigences applicables.

Figure 4 : Coupe sur plancher en partie courante – exigence feu

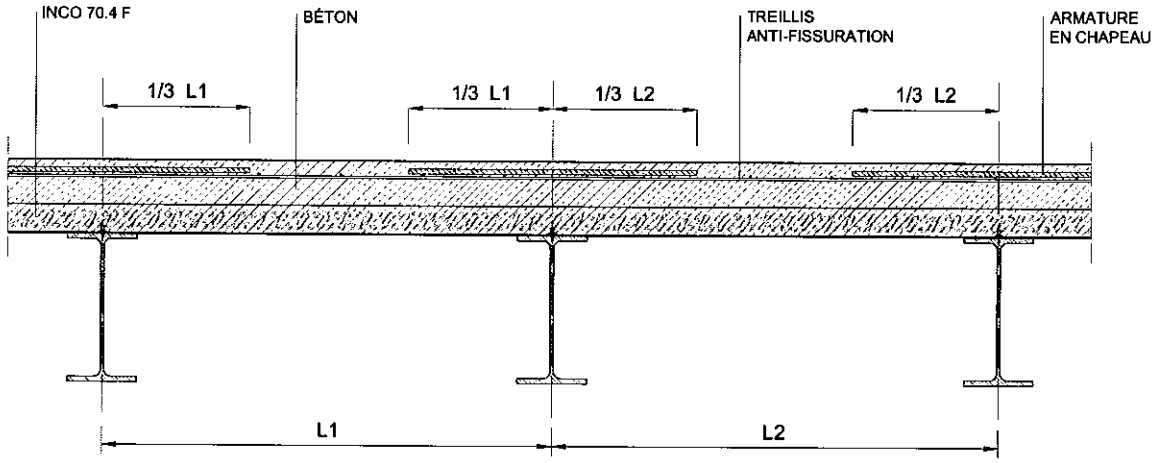


Figure 5 : Coupe sur appui

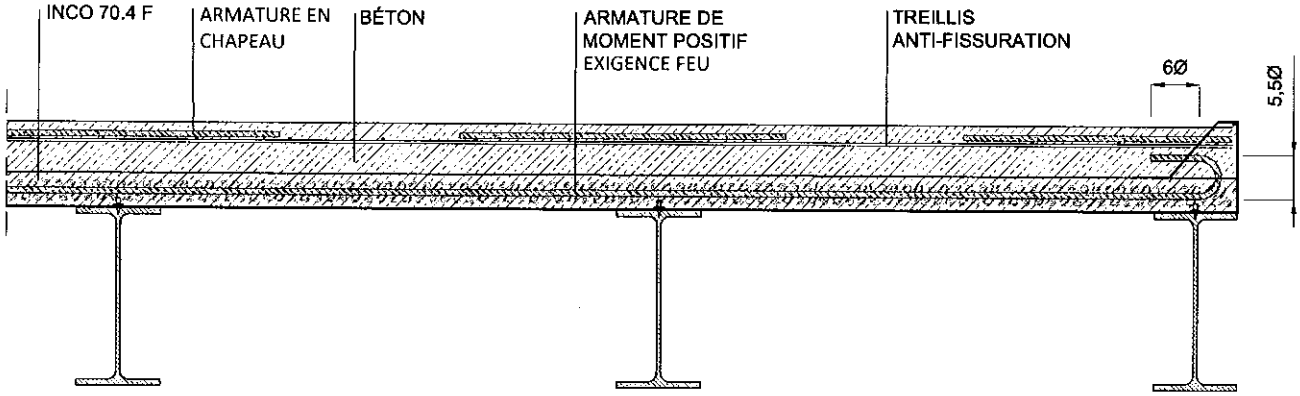


Figure 6a : Mise en œuvre sur appui intermédiaire avec armature en chapeau – exigences feu – coupe parallèle aux nervures

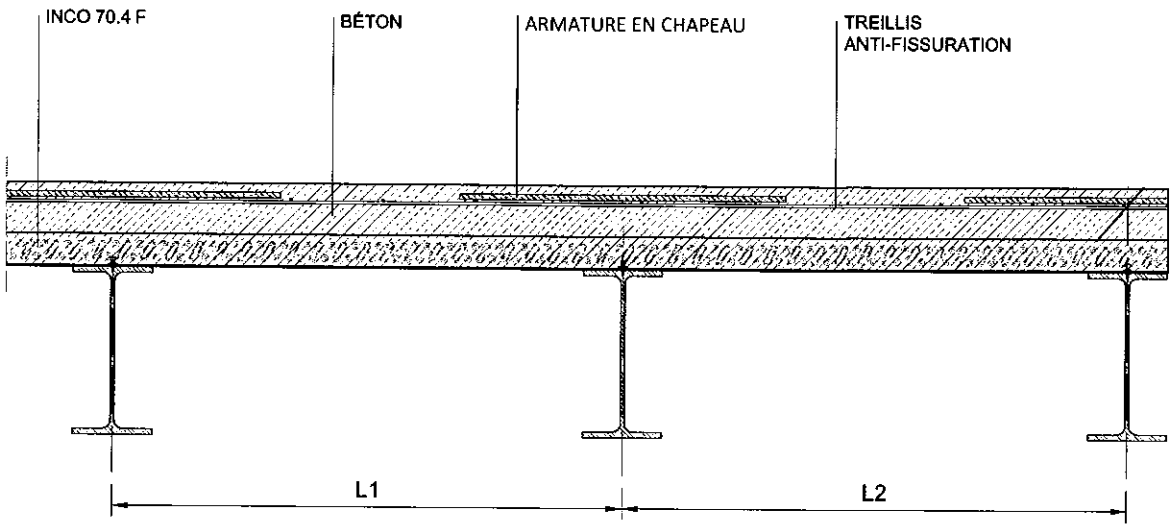
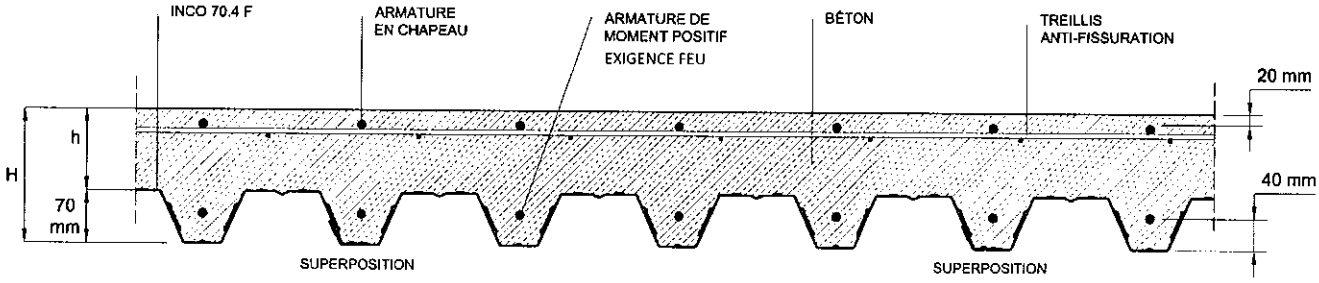


Figure 6b : Mise en œuvre sur appui intermédiaire avec armature en chapeau – sans exigence feu – coupe parallèle aux nervures



Note: La valeur d'enrobage de 20mm peut varier selon les exigences applicables.

Les valeurs d'enrobage de 20 mm et 40 mm peuvent varier selon les exigences applicables.

Figure 6c : Mise en œuvre sur appui intermédiaire avec armature en chapeau –exigences feu – coupe perpendiculaire aux nervures

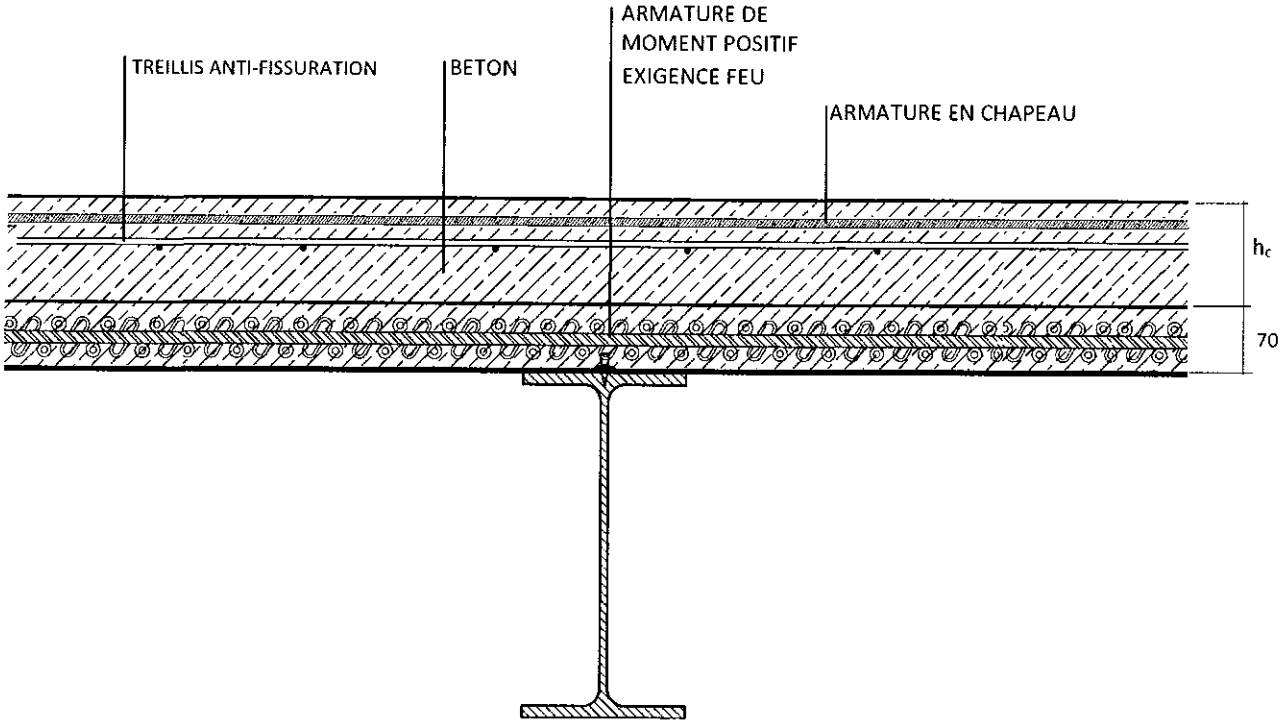


Figure 6d : Mise en œuvre sur appui intermédiaire avec armature en chapeau –exigences feu – détail sur appui

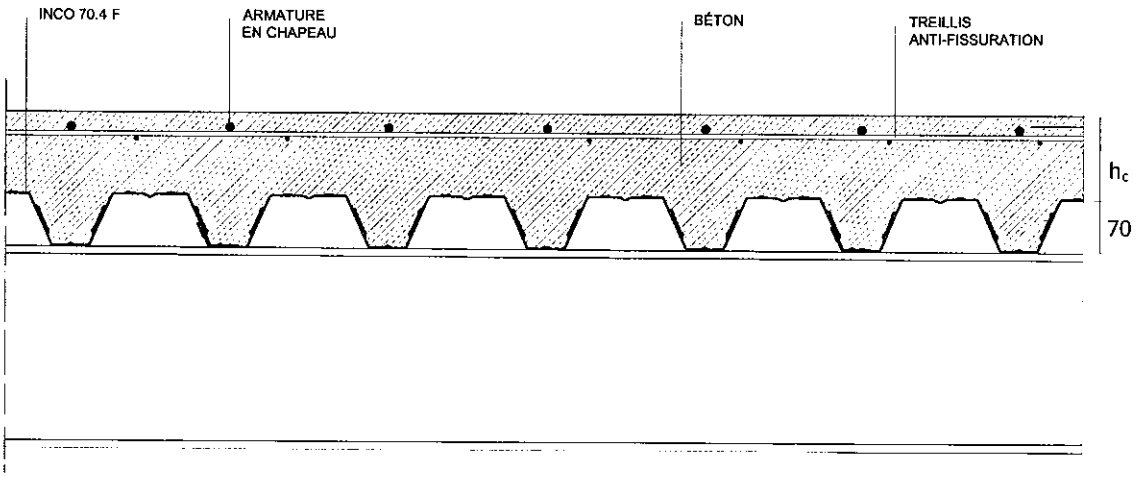
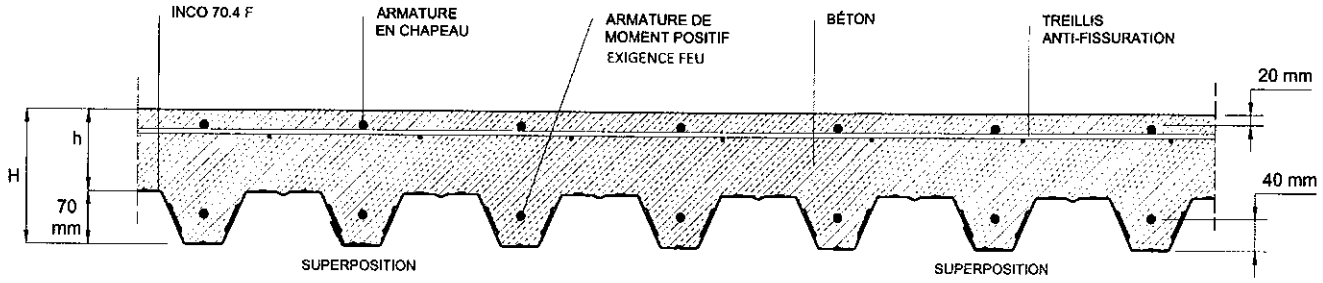


Figure 6e : Mise en œuvre sur appui intermédiaire avec armature en chapeau –sans exigence feu – coupe perpendiculaire aux nervures

Figures 6 : Mise en œuvre sur appui intermédiaire avec armature en chapeau



Note: La valeur d'enrobage de 20mm peut varier selon les exigences applicables.

Les valeurs d'enrobage de 20 mm et 40 mm peuvent varier selon les exigences applicables.

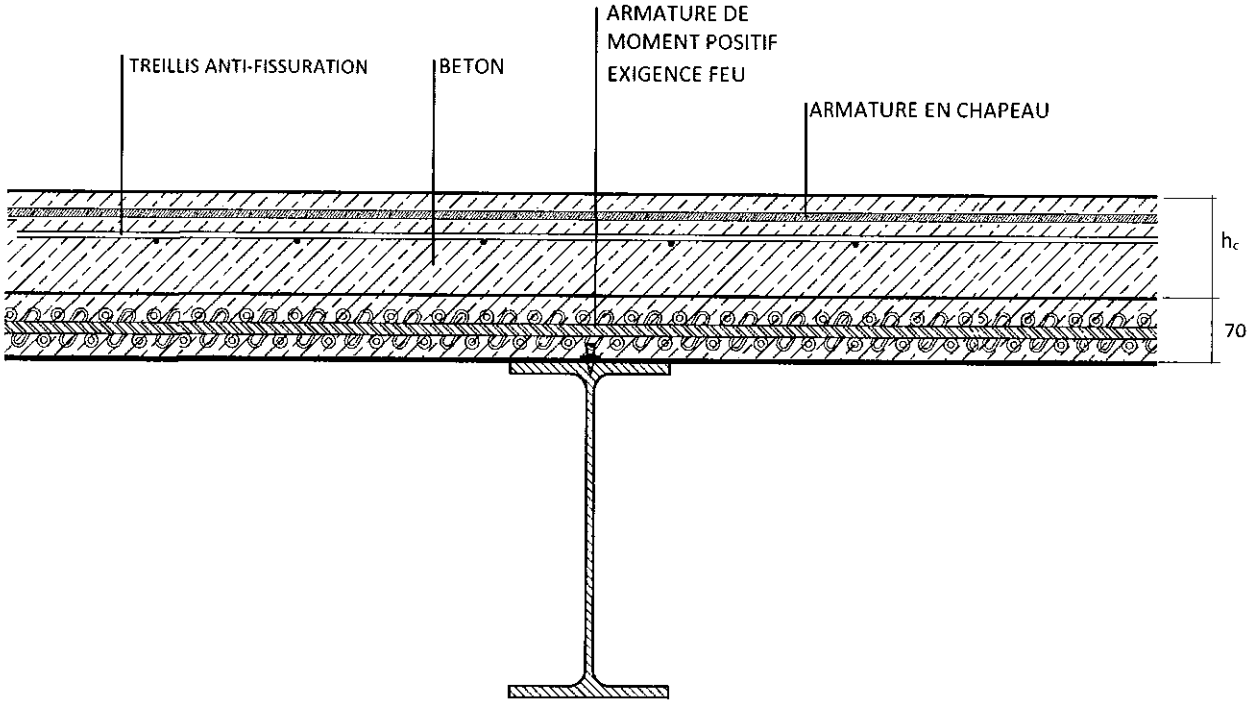


Figure 7 : Mise en œuvre sur appui acier – appui intermédiaire avec armature de moment en chapeau et armatures de renforcement vis-à-vis du feu

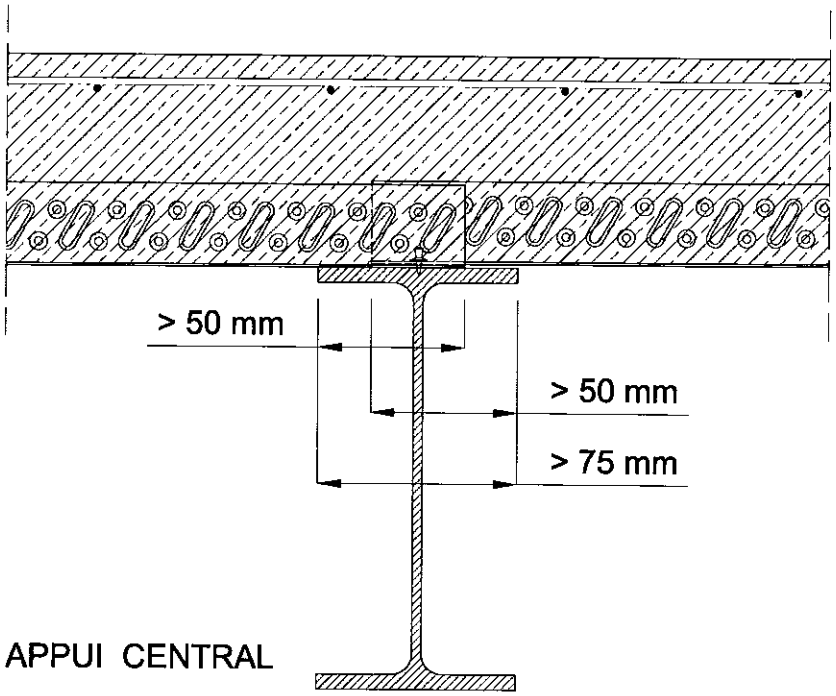


Figure 8 : Mise en œuvre sur appui acier – appui intermédiaire avec recouvrement

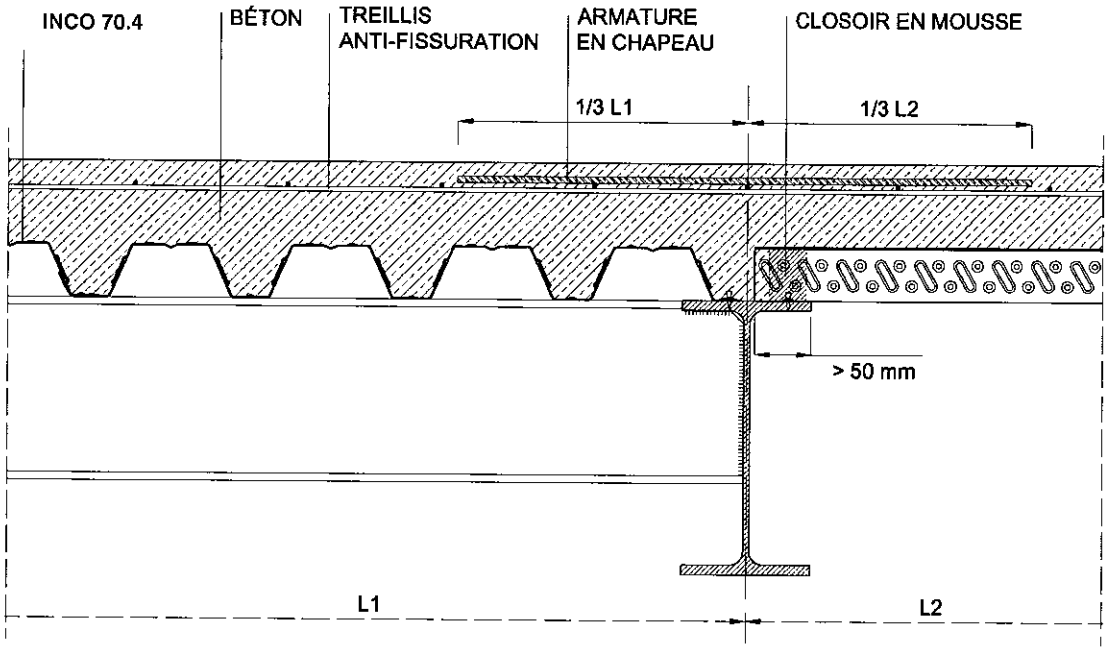


Figure 9 : Changement de direction du bac

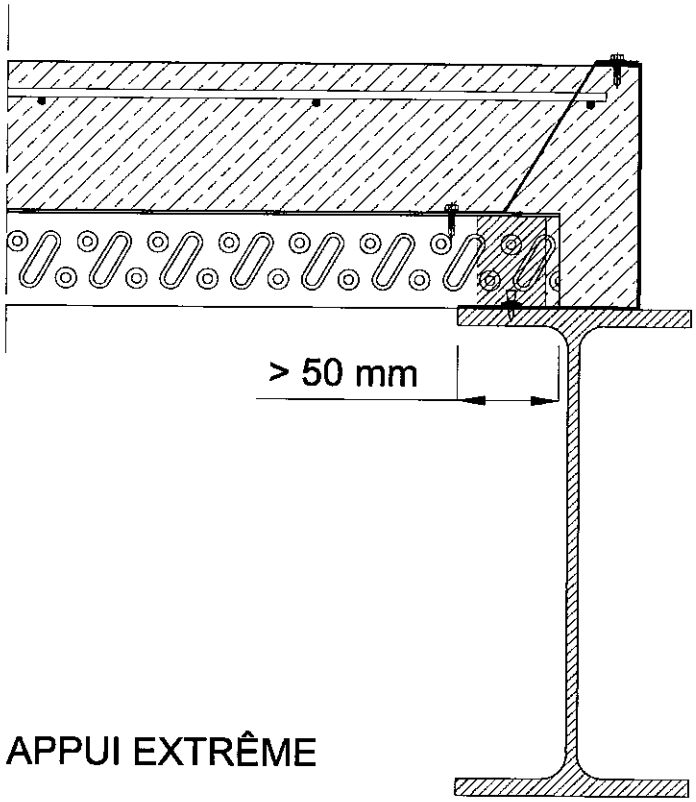


Figure 10 : Mise en œuvre sur appui acier - appui d'extrémité

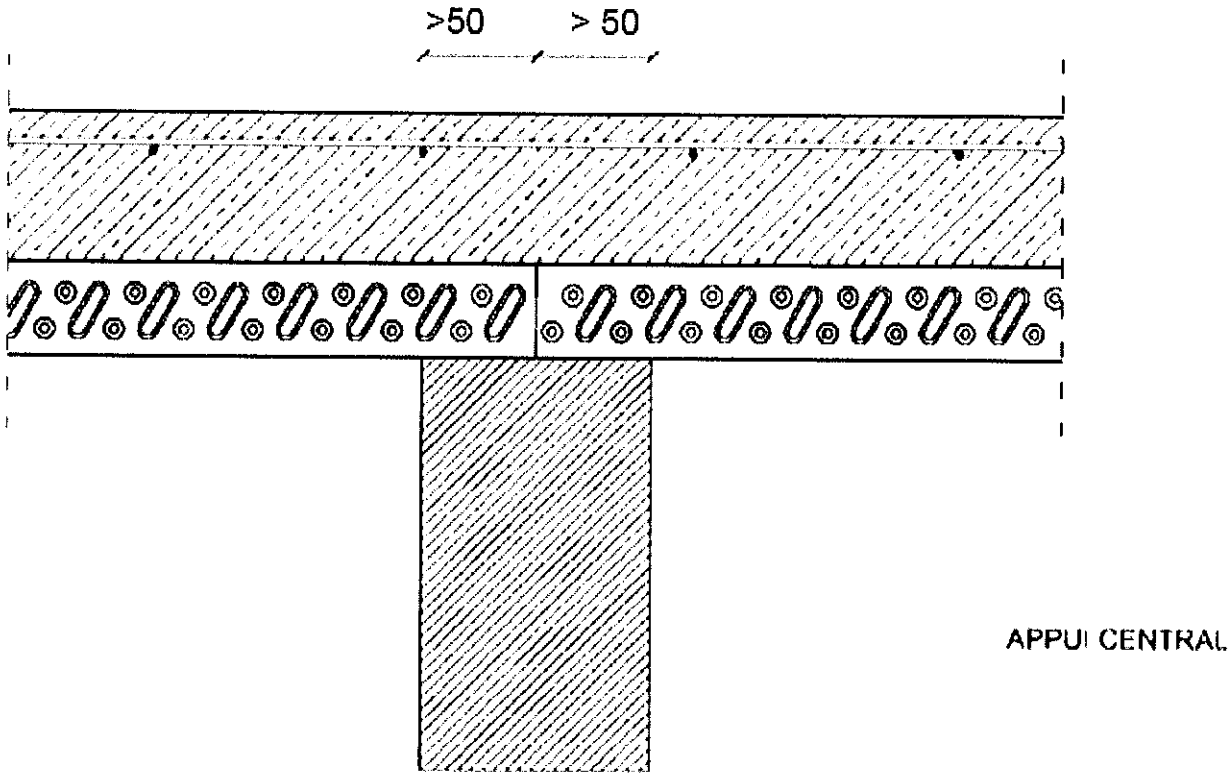


Figure 11 : Mise en œuvre sur appui béton – appui intermédiaire avec recouvrement

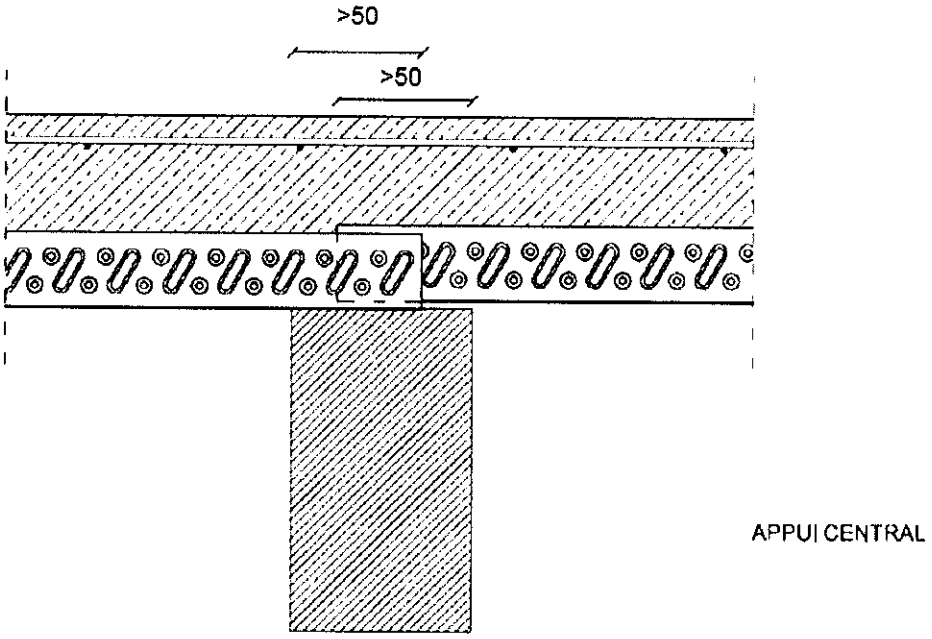


Figure 12 : Mise en œuvre sur appui béton

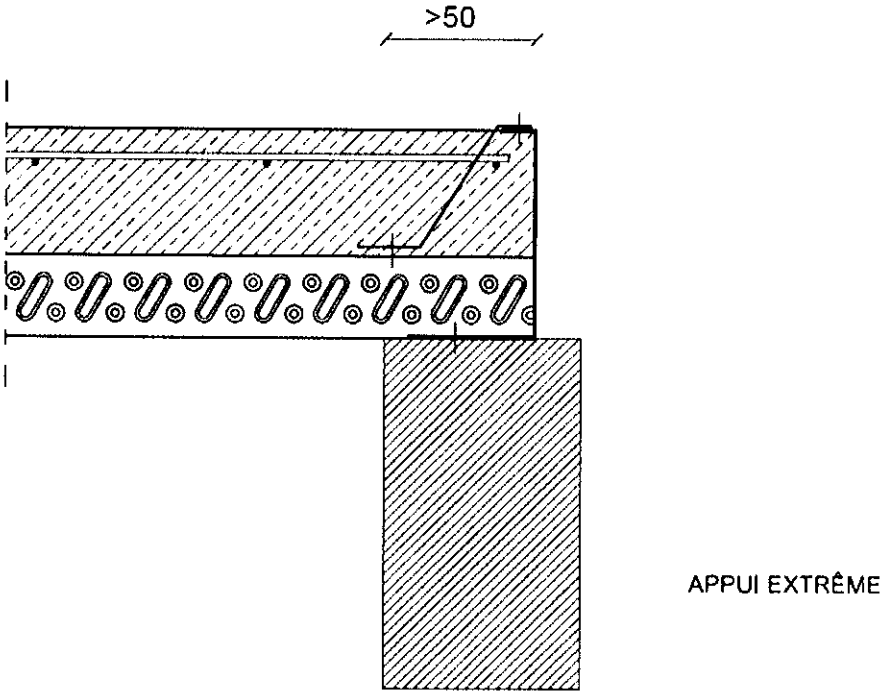


Figure 13 : Mise en œuvre sur appui béton

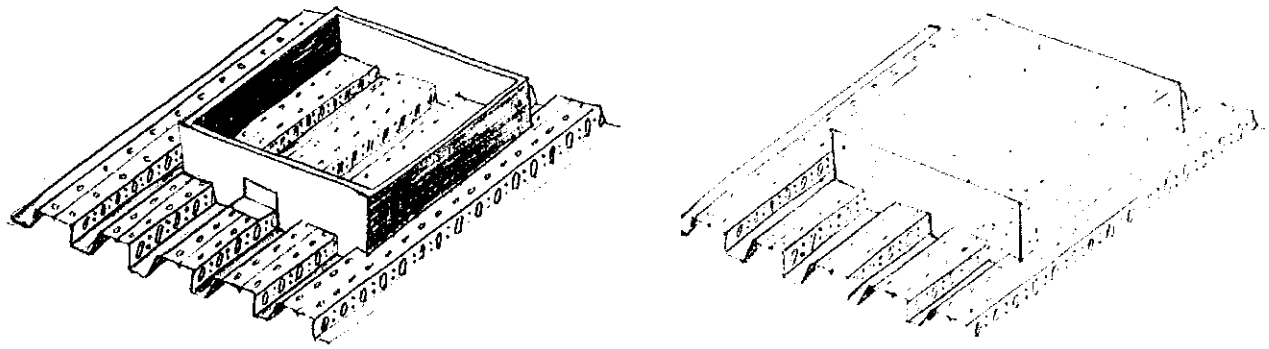


Figure 14 : réalisation des petites ouvertures

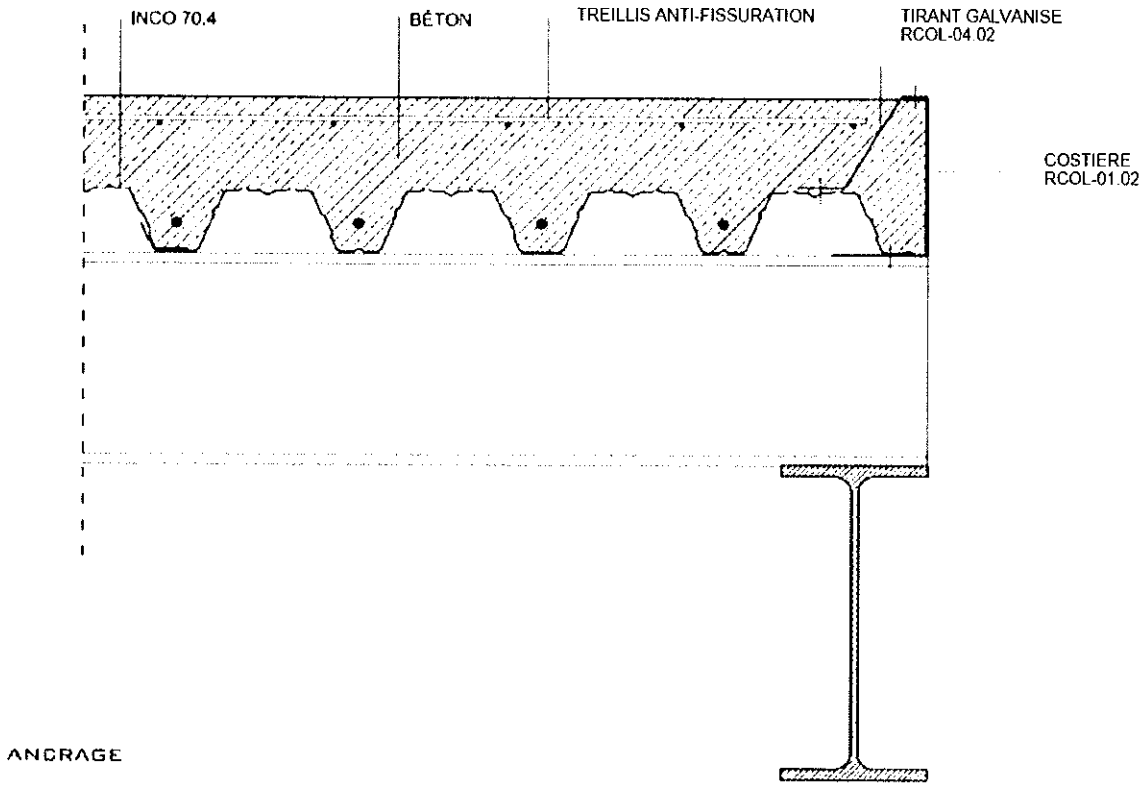


Figure 15 : rivet de bord de coffrage – tirant de fixation galvanisée

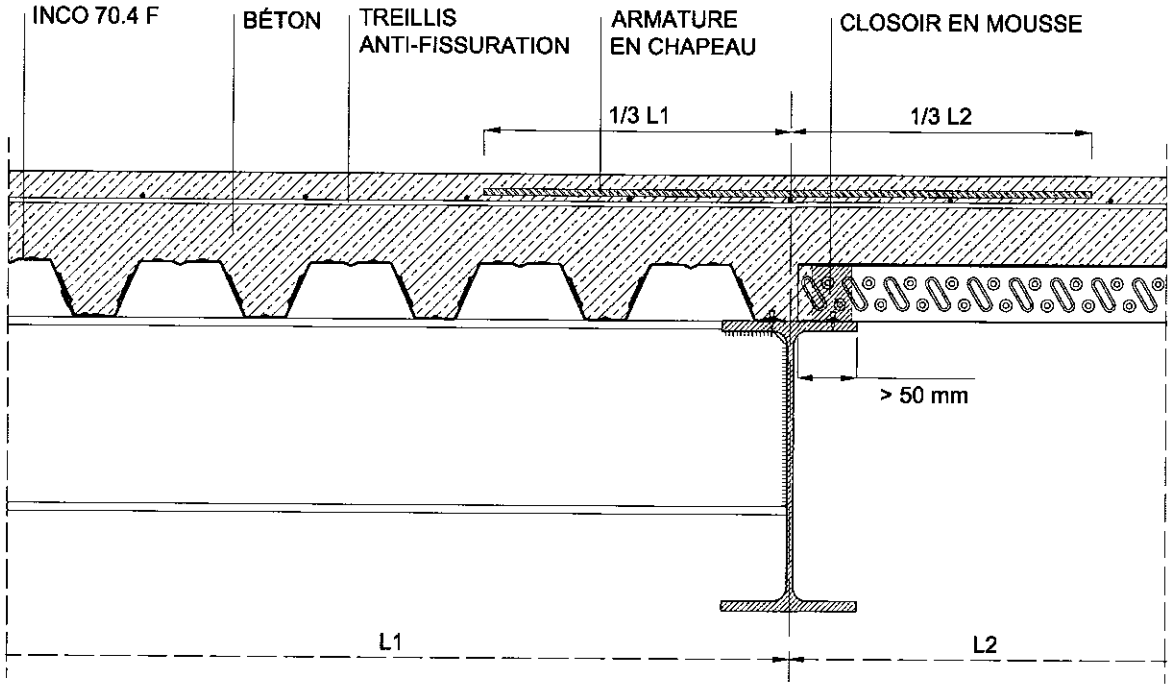


Figure 16 : changement de sens du plancher collaborant

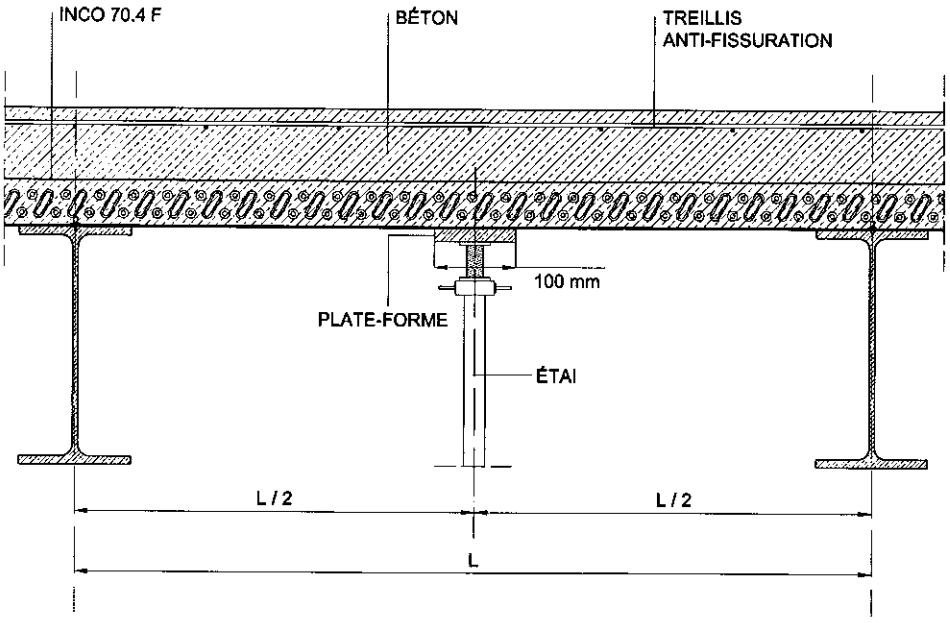
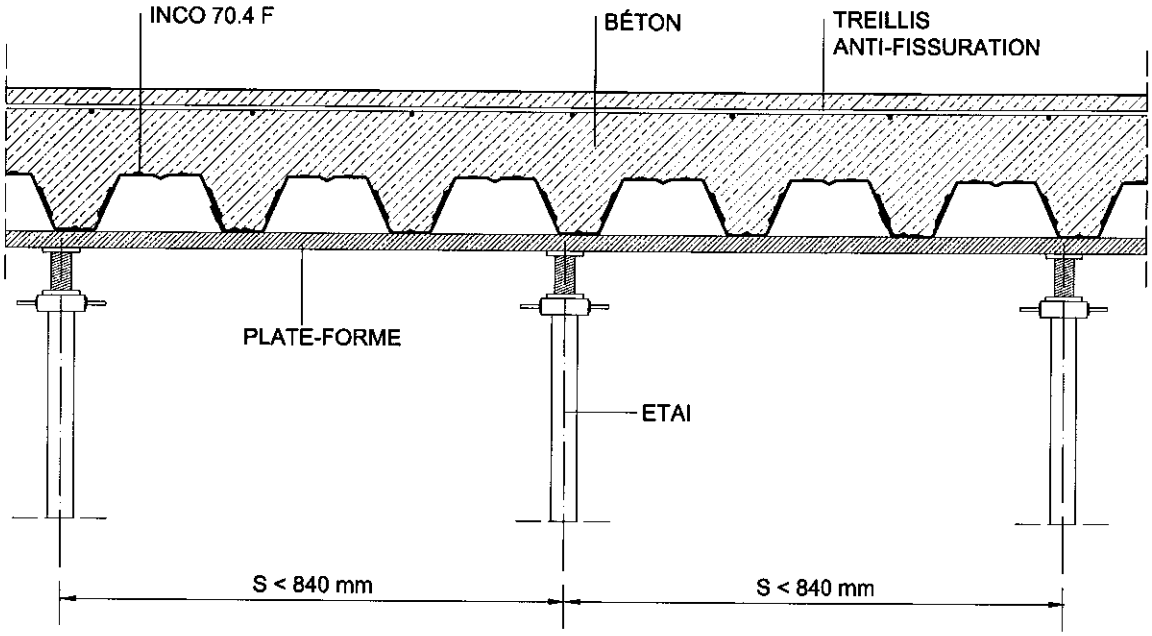


Figure 17 : Etaiement (un étai par travée)



S = SEPARATION ENTRE ETAIS

cotes en *mm.*

Figure 18 : Etaiement (un étai par travée)

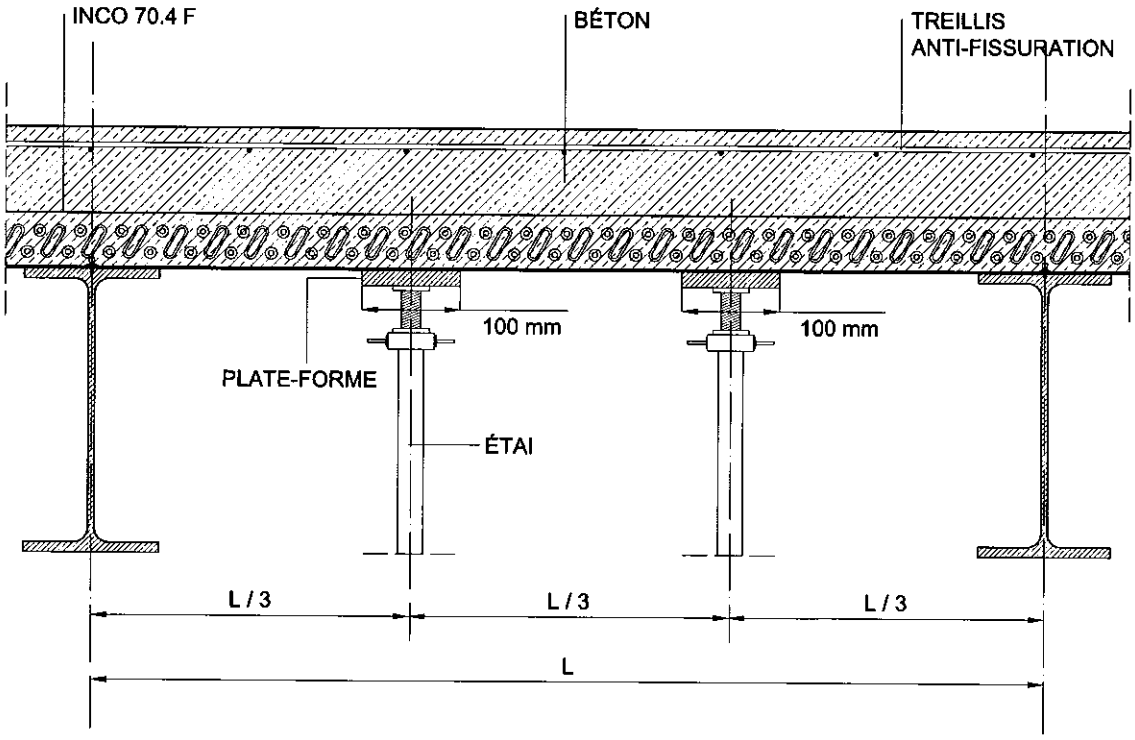
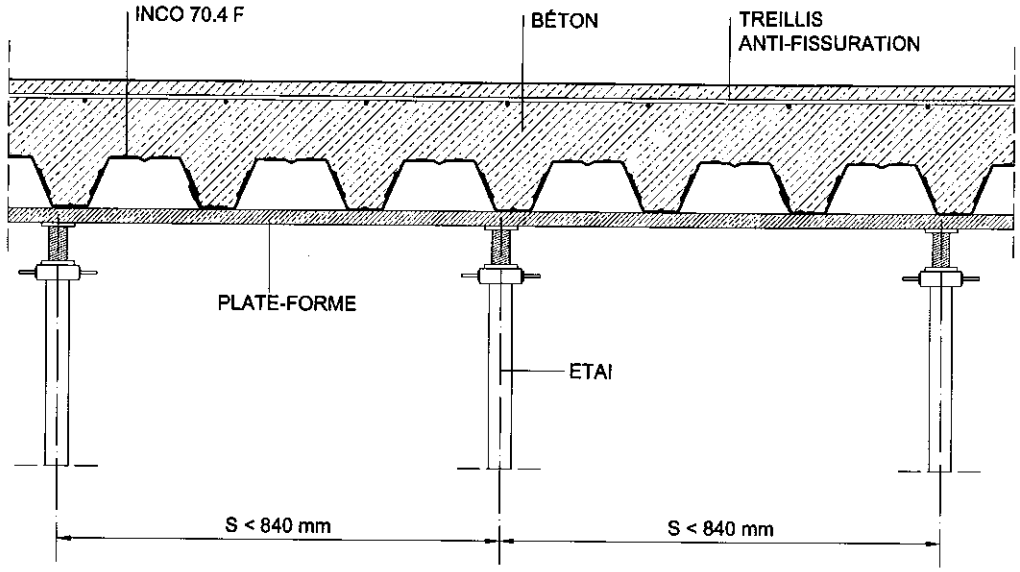


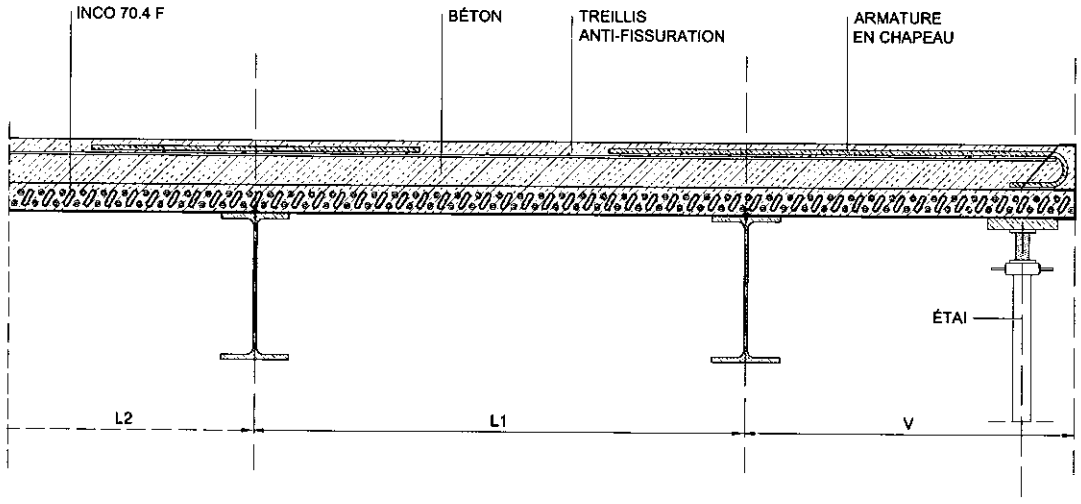
Figure 19 : Etaiement (deux étais par travée)



S = SEPARATION ENTRE ETAIS

cotes en *mm.*

Figure 20 : Etaiement (deux étais par travée)



V = PORT-À-FAUX >500mm - ÉTAIEMENT

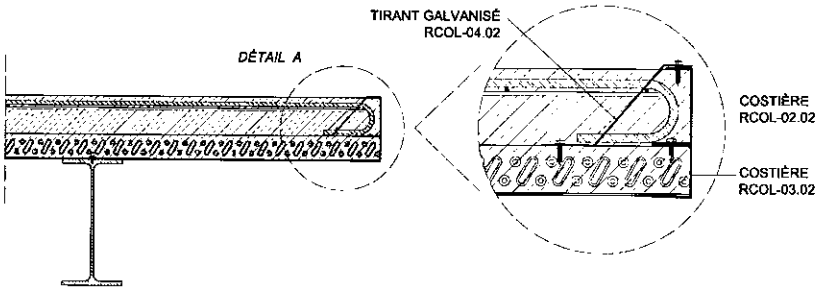


Figure 21 : Plancher en porte-à-faux

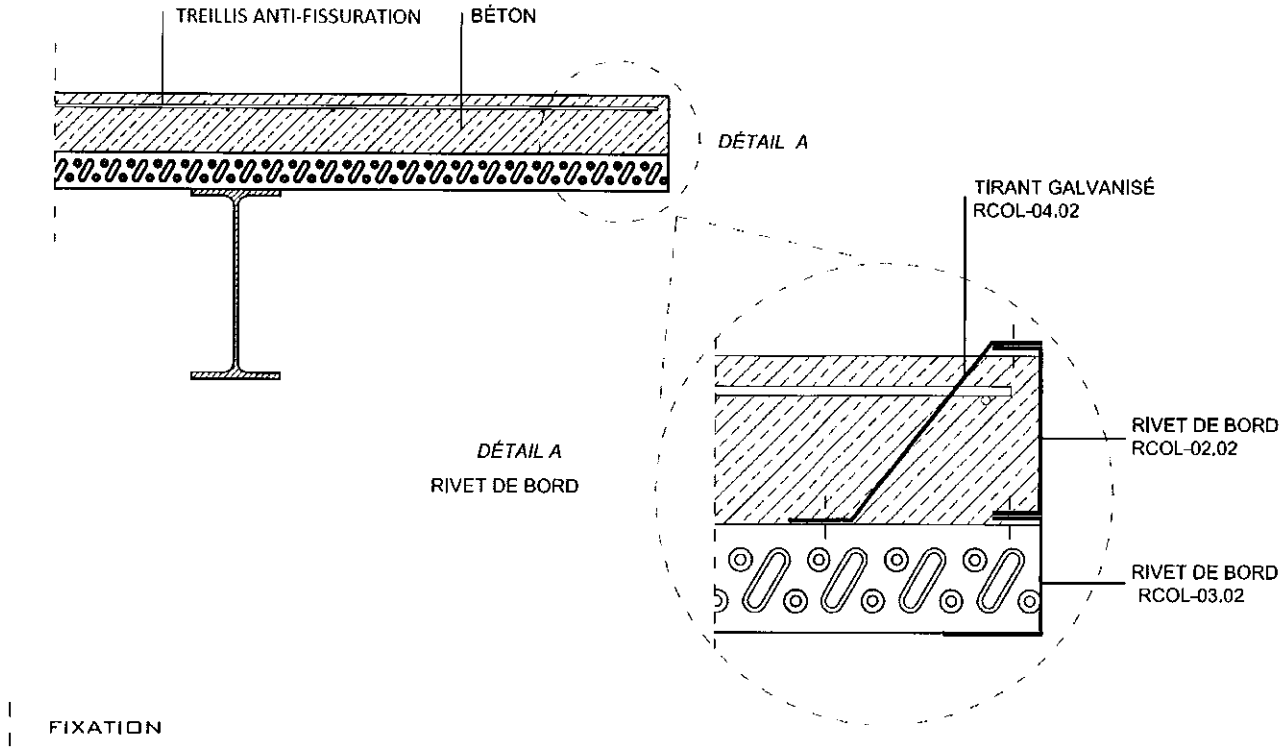


Figure 22 : Plancher en porte-à-faux – coffrage de rive – tirant en acier galvanisé

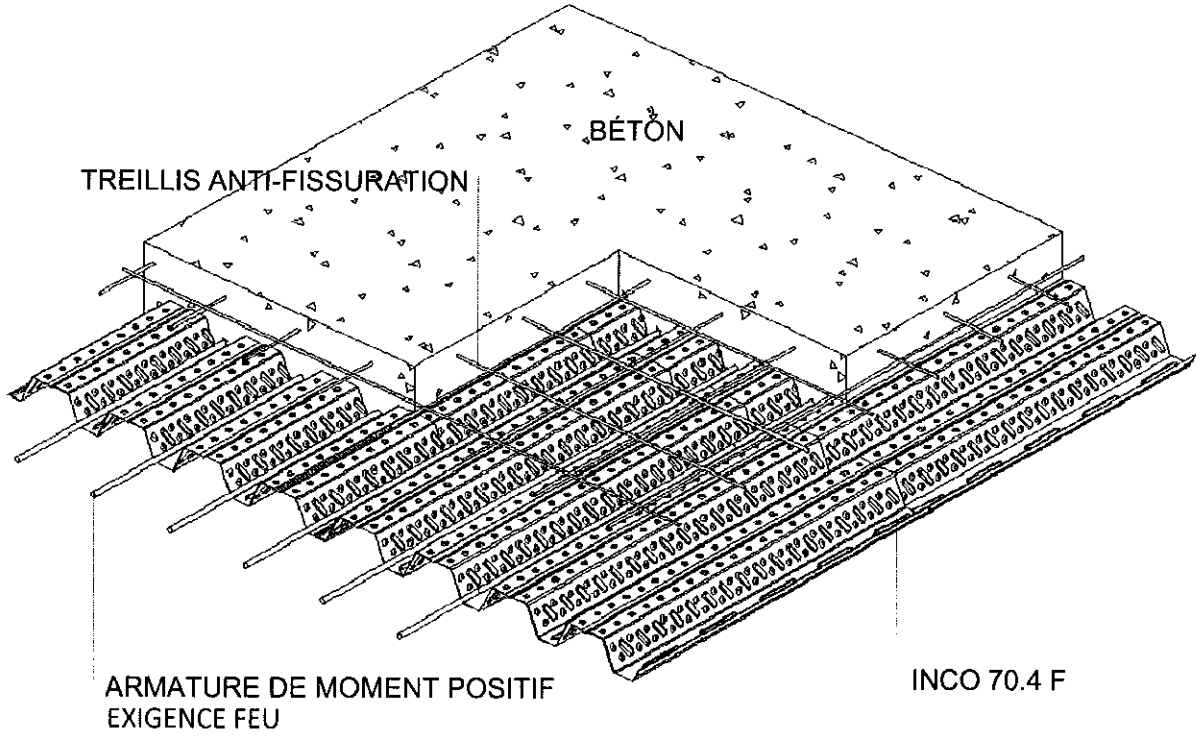


Figure 23 : Plancher avec armature de moment positif

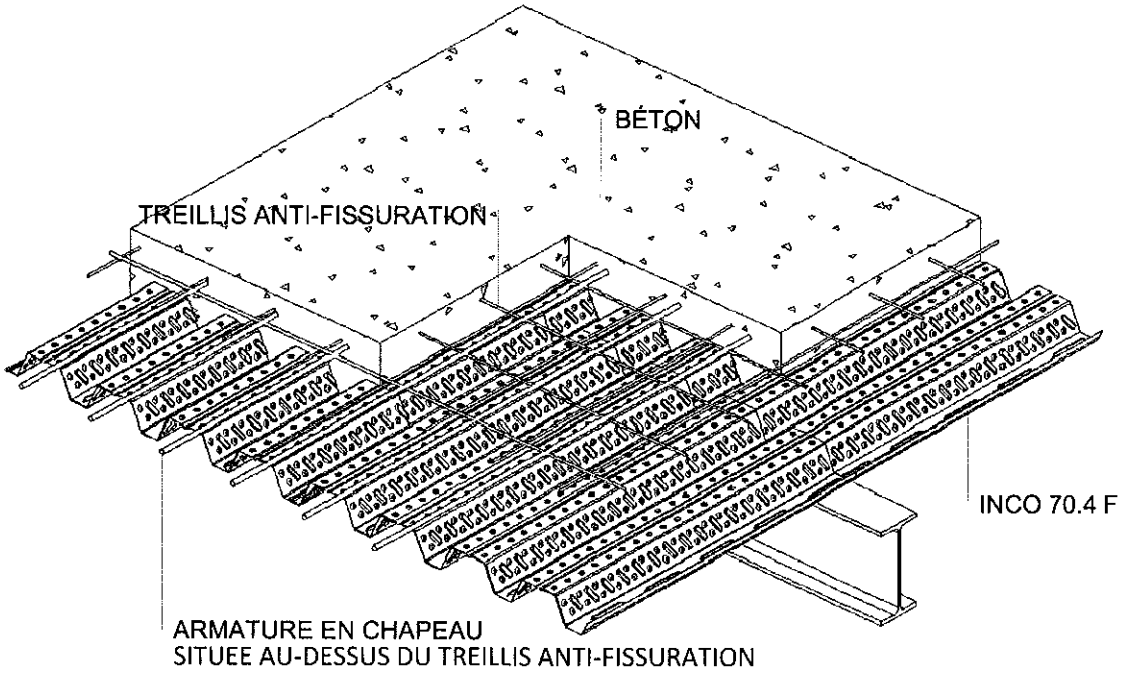


Figure 24 : Plancher avec armature de moment négatif

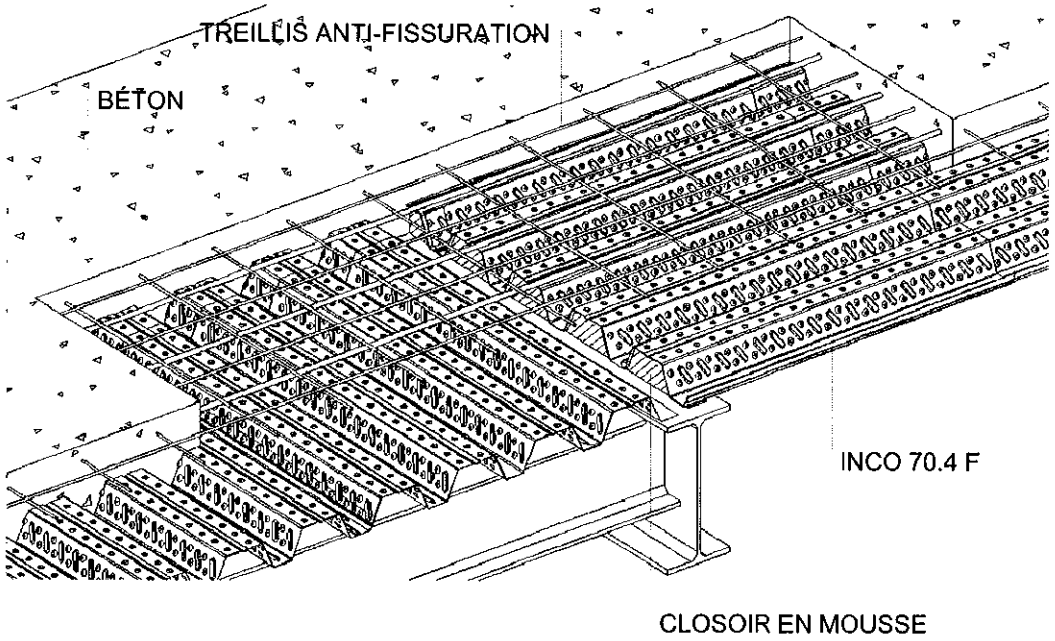


Figure 25 : Changement de direction du plancher

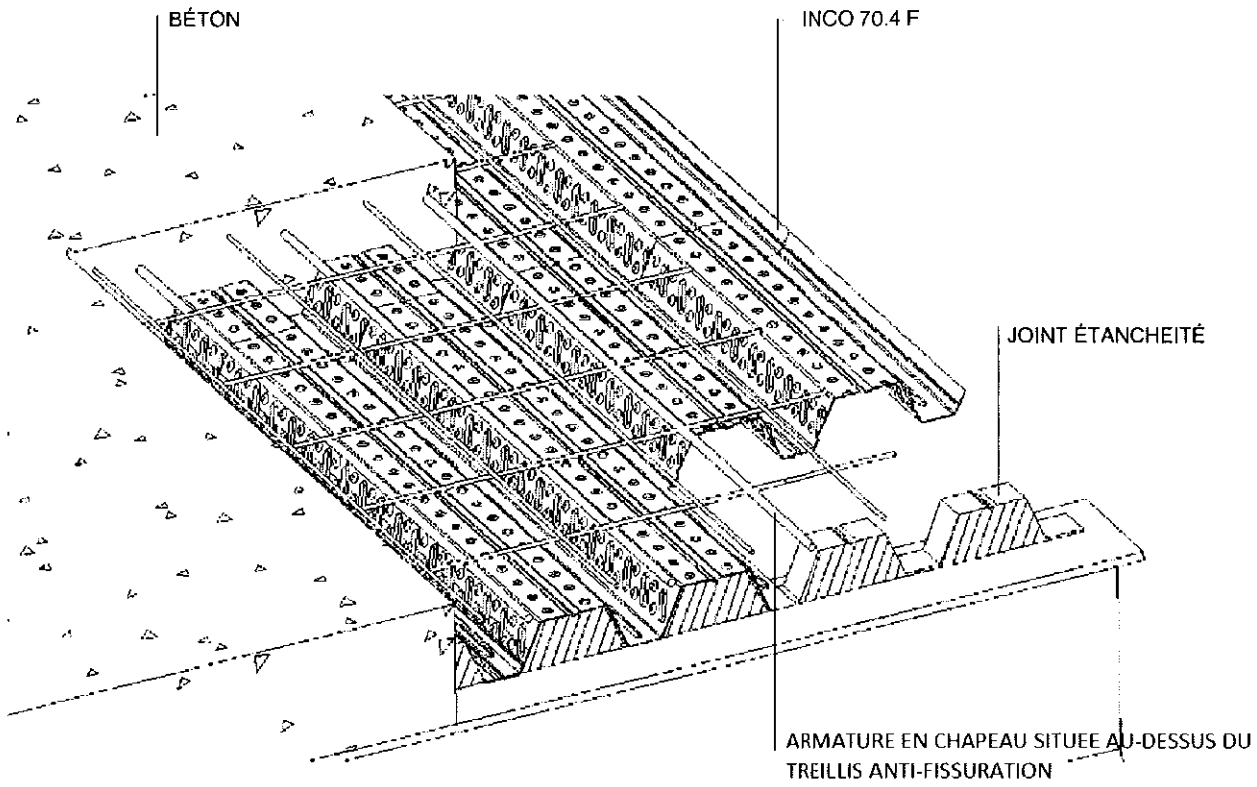


Figure 26 : Etanchéité des vides du profil

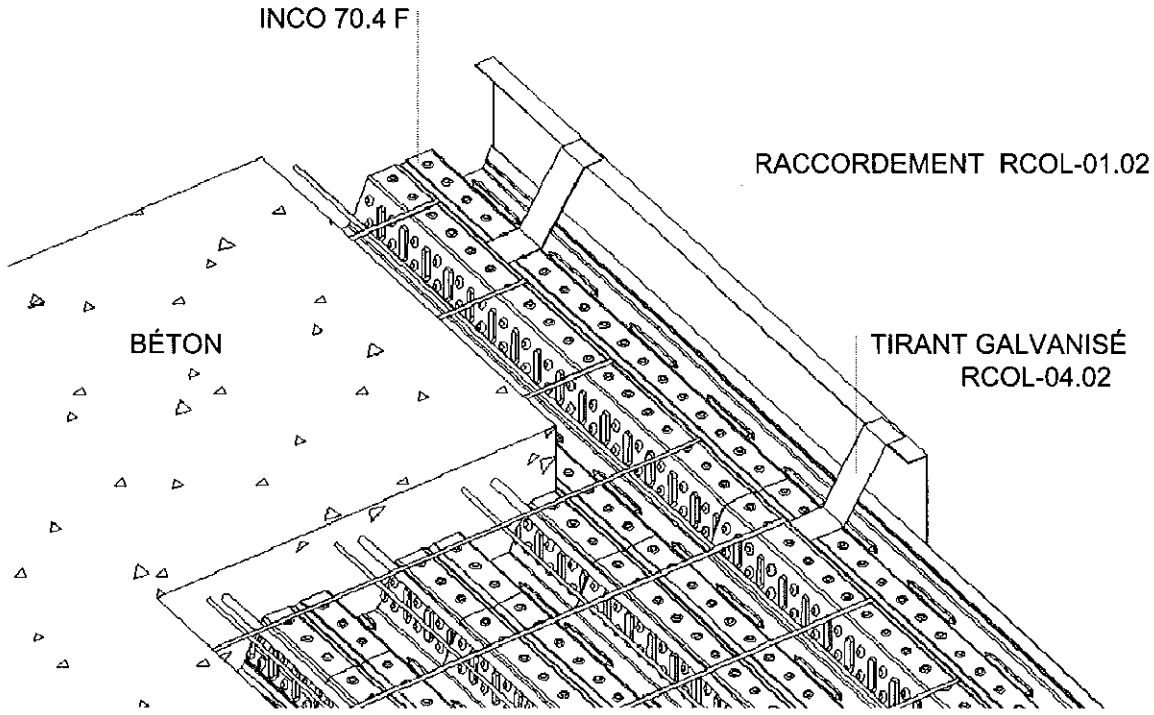


Figure 27 : coffrage de rive

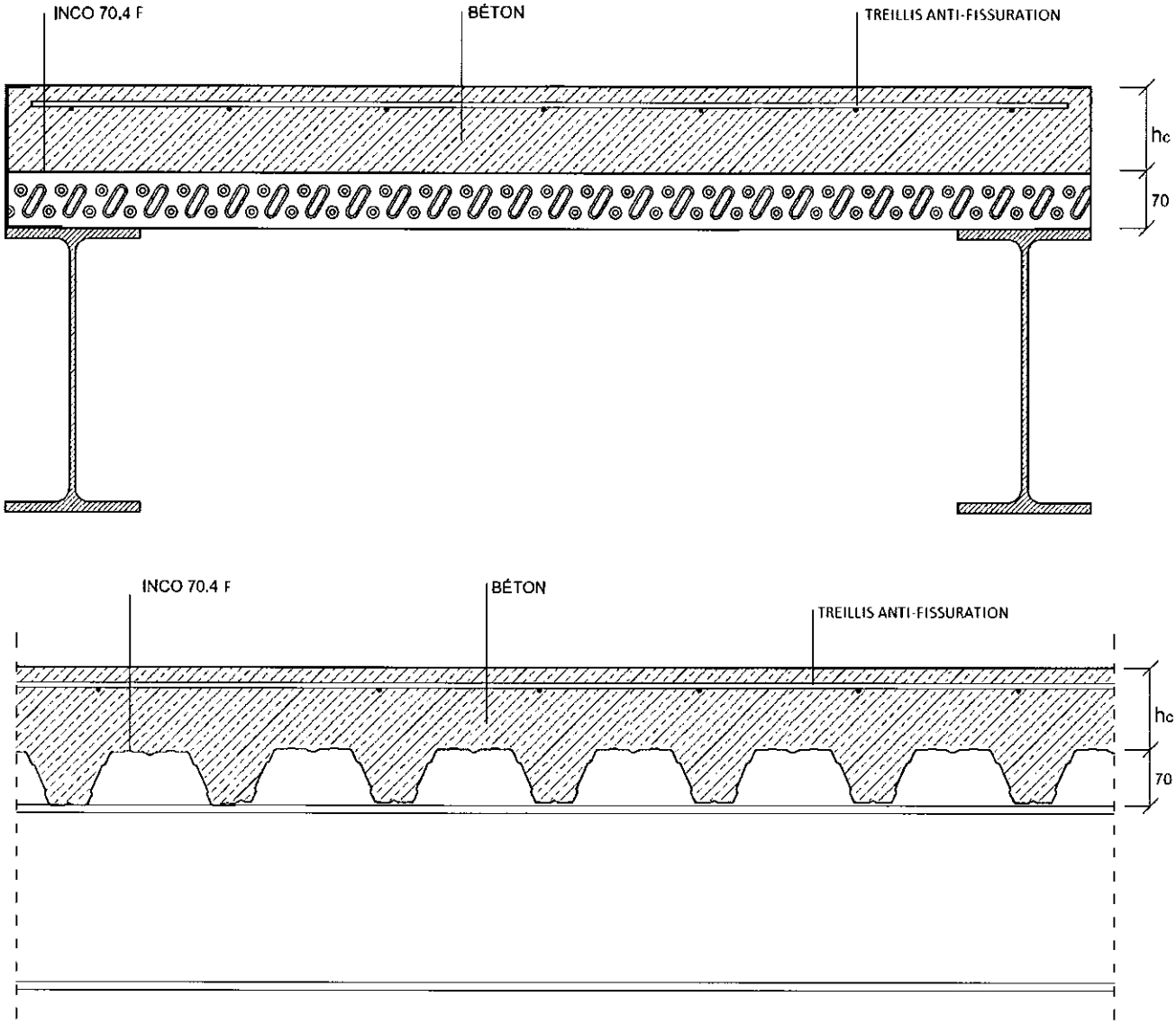


Figure 28 : plancher bi-appuyé sans armatures de renforcement en fond de nervure

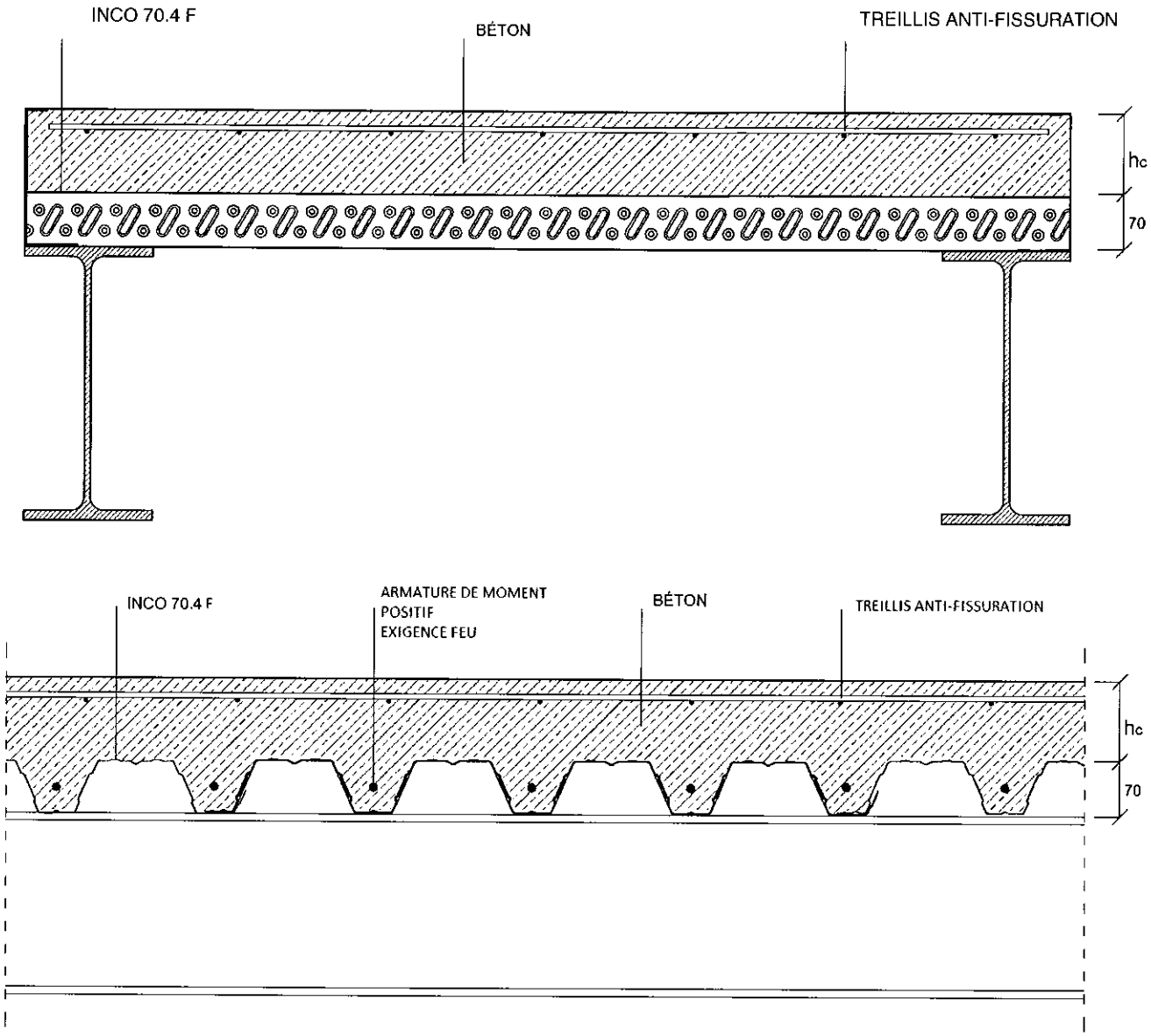


Figure 29 :plancher bi-appuyé avec armatures de renforcement en fond de nervure

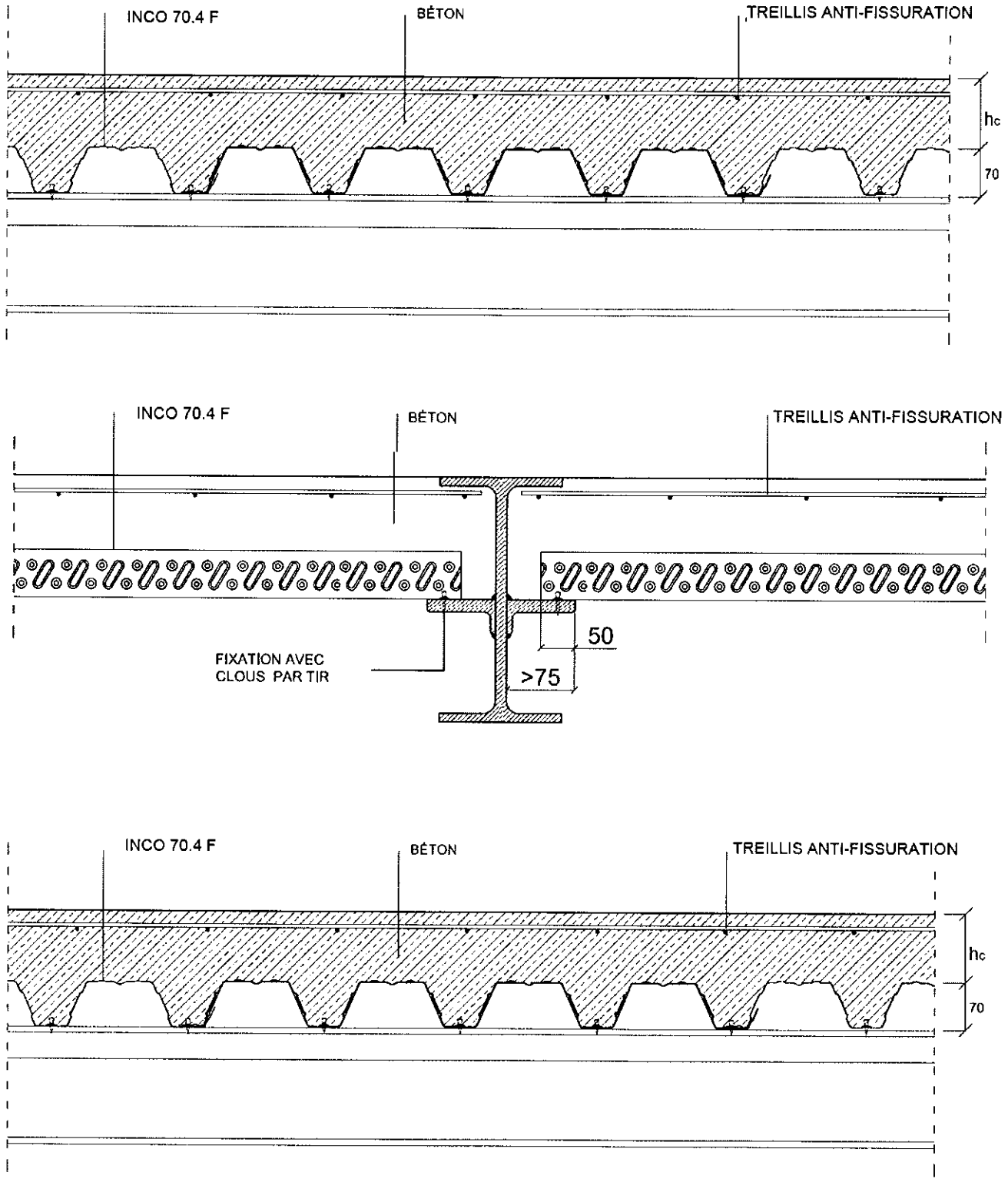


Figure 30 : plancher sur appui métallique avec bac posé sur la semelle inférieur de la poutre métallique

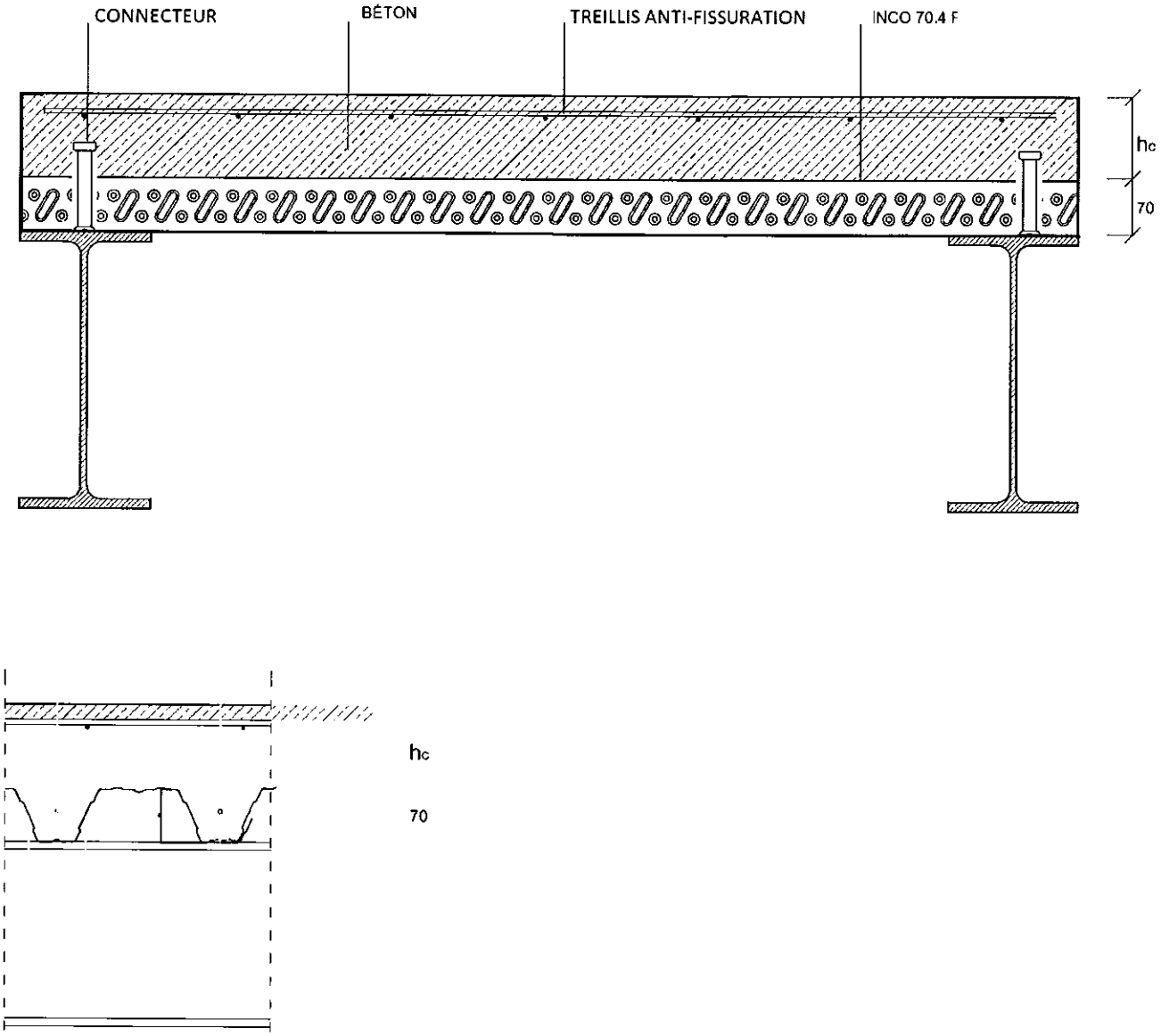


Figure 31 : plancher bi-appuyé avec connecteur sur ossature mixte

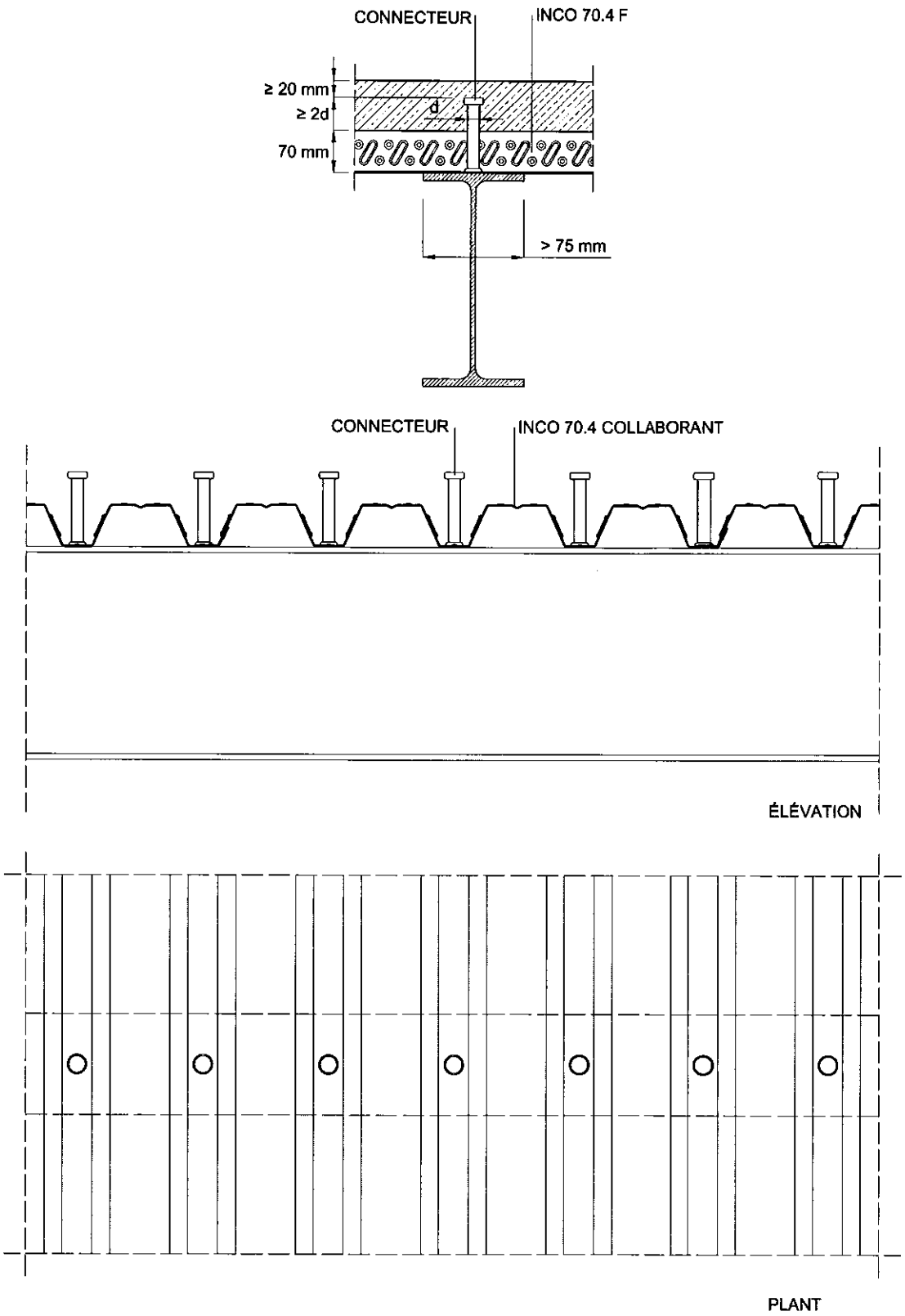


Figure 32 : coupe sur appui intermédiaire avec recouvrement et avec connecteur sur ossature mixte (1 connecteur par onde)

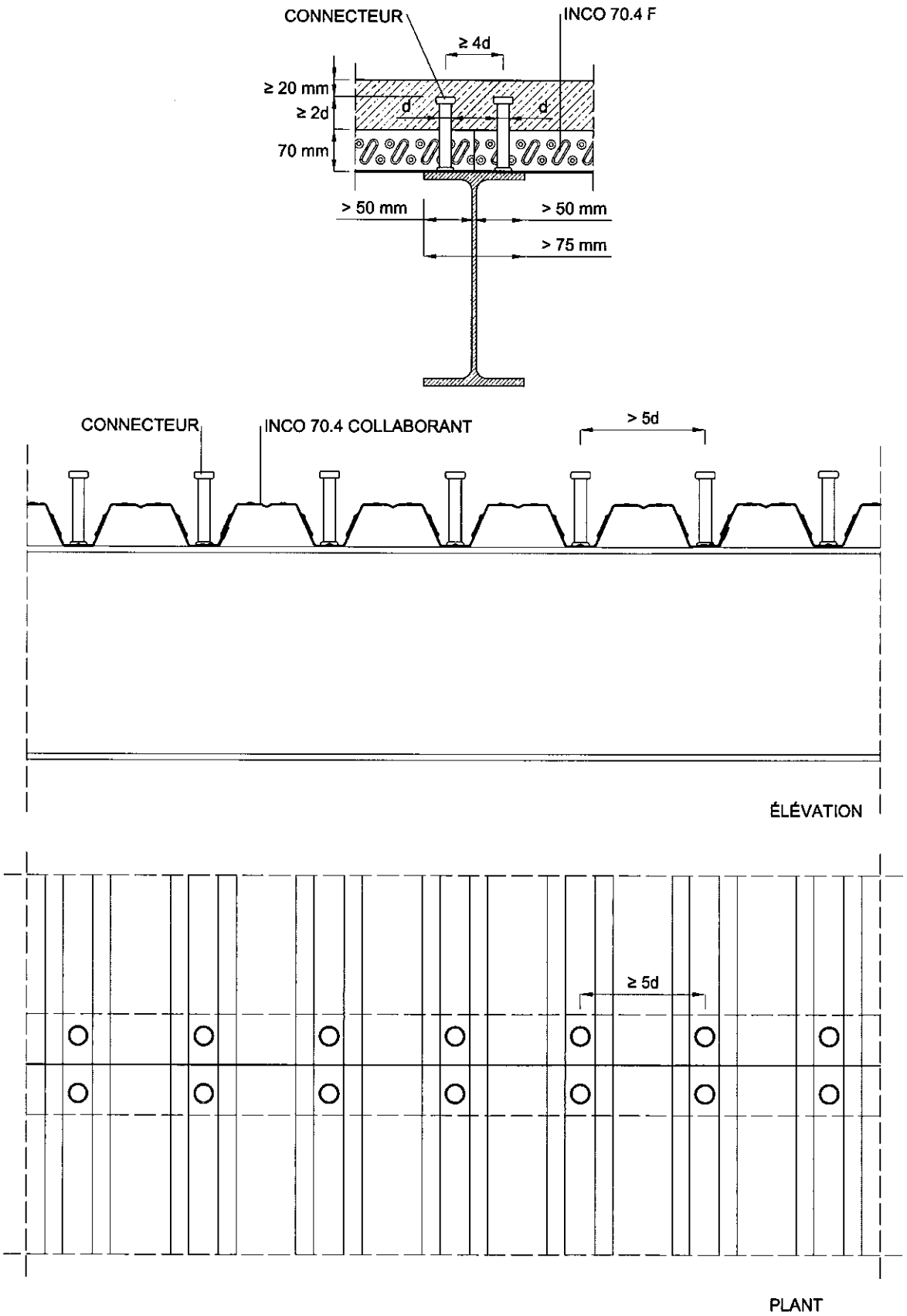
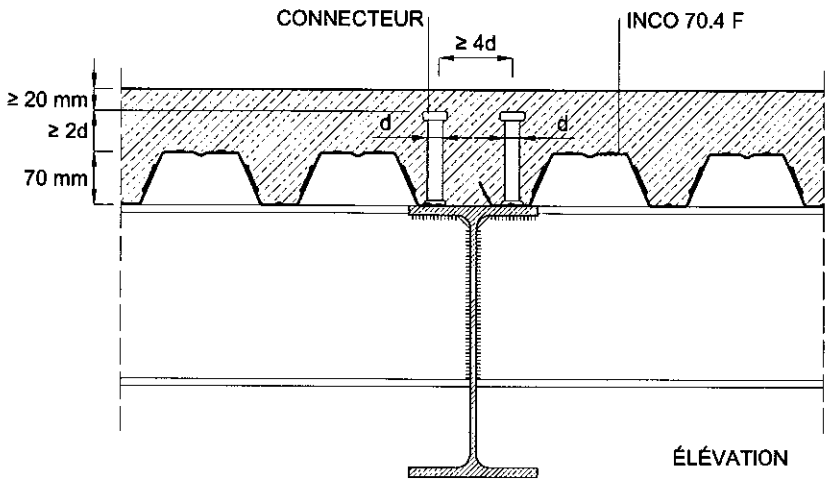


Figure 33 : coupe sur appui intermédiaire avec recouvrement et avec connecteur sur ossature mixte (2 connecteurs par onde)



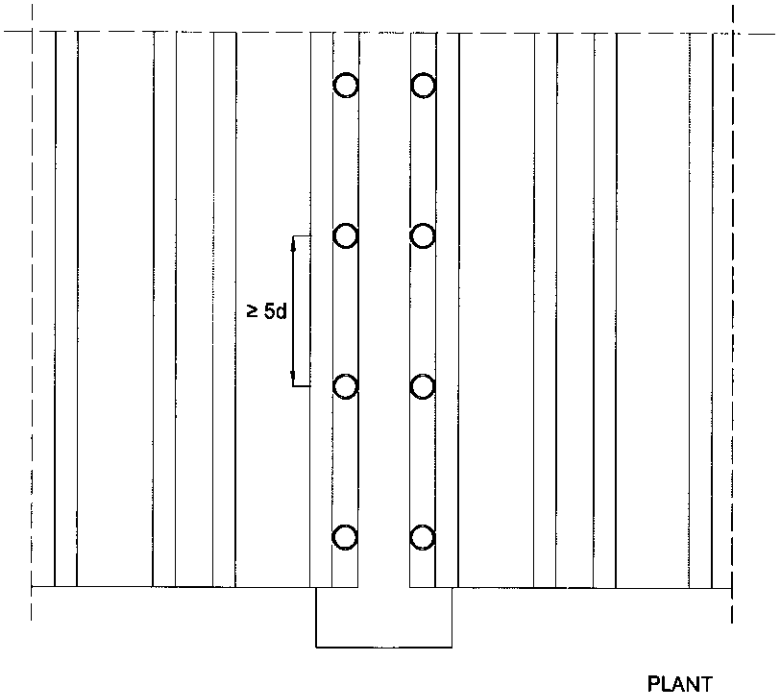


Figure 34 : coupe sur appui intermédiaire avec recouvrement et avec connecteur sur ossature mixte – bac parallèle à la poutre