Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3.1/15-805_V1**

Annule et remplace l'Avis Technique 3/15-805

Planchers à bacs acier collaborants

Steel-concrete composite floor slabs

PCB 20

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

Titulaire : BACACIER SAS
Route de Chaptuzat
FR- 63260 AIGUEPERSE

Tél. : +33(0)4 73 64 59 59
Fax : +33(0)4 73 64 59 50
www.bacacier.com

Groupe Spécialisé n° 3.1

Planchers et accessoires de plancher

Publié le 13 mai 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 des Avis Techniques a examiné, le 21 juin 2018, le procédé de plancher PCB 20, présenté par la société BACACIER. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après, qui annule et remplace l'Avis Technique 3/15-805. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

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 ou galvanisées prélaquées, d'épaisseur totale comprise entre 6 cm et 14cm. L'épaisseur nominale de la tôle nue est de 0,46 ou 0.66 mm, la hauteur des nervures des bacs étant de 22 mm. Le profil comporte des bossages rectangulaires sur les flancs des nervures.

Tous les plafonds du commerce peuvent être associés à ce type de-plancher : selon les exigences, on peut réaliser des plafonds suspendus esthétiques.

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 PCB 20 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 les utilisations en France européenne.

Le domaine d'emploi accepté du plancher PCB 20 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 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 50 mm.

Pour le cas des planchers intermédiaires des parkings aériens largement ventilés, les dispositions du § 7.5 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. On admet que pour les éléments PCB 20 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 par les 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 les sollicitations de cisaillement restent limitées par rapport à la résistance au glissement longitudinal entre la tôle et le béton dans les conditions des Prescriptions Techniques.

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

L'utilisation du procédé de plancher PCB 20 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 CTP 3730_V2 et les des dispositions des 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 §1.5.4 du CPT 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 P.V. 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 1992-1-2 et son Annexe Nationale, en prenant en compte les armatures noyées dans le béton mais en négligeant la résistance mécanique de la tôle d'acier. Les températures sont alors évaluées avec la méthode de distribution de température de la NF EN 1992-1-2.

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.

Dans le cas de l'utilisation des tôles PCB 20, visée au paragraphe 5.9 du dossier technique, comme élément de coffrage porteur, la justification de la tenue au feu du plancher nécessite la mise en place d'une protection faisant l'objet d'un PV de résistance au feu réalisé par un laboratoire agréé.

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 se calcule 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.

Autres 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 PCB 20 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 et sanitaires

Il existe une FDES pour ce procédé (FDES de Juillet 2011 du SNPPA). Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspect sanitaire

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. Cet Avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérification, décrits dans le dossier techniques établi par le demandeur 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.

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 PCB20 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 PCB 20 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 et en bois : dans les deux directions, le plancher doit présenter en toute section transversale une capacité de résistance ultime à la traction correspondant à la valeur issue du calcul sismique d'ensemble effectué sur le projet.

Cas des planchers à coffrage PCB 20 porteurs :

L'utilisation des tôles PCB 20, visée au paragraphe 5.9 du dossier technique, comme élément de coffrage porteur sans faire intervenir la collaboration avec le béton et la résistance de la dalle béton coulé en place, est acceptable à conditions de respecter les dispositions suivantes :

- les bacs PCB 20 doivent être conçus et dimensionnés conformément aux prescriptions de la NF EN 1993-1-3 et son Annexe Nationale (flexion, effort tranchant, réaction d'appui, déformation, …) afin de justifier leur capacité à assurer la portance du plancher et la reprise des charges appliquées.
- Absence de revêtement adhérent ou de couche d'usure
- La fissuration du plancher est certaine et doit être admise dans les DPM.
- La portée des bacs n'excède pas 60 cm

Dans ce cas, la mise en place d'un treillis soudé n'est pas obligatoire, l'utilisation d'un béton à granulats léger conforme à la NF EN 206/CN est possible et le plancher ne peut alors pas jouer le rôle de diaphragme pour la reprise des sollicitations horizontales (vent, séisme, ...), qui doit être assuré par ailleurs par des dispositions constructives dédiées.

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 PCB 20 doit être réalisée conformément aux prescriptions du paragraphe 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 et par BACACIER pour les documents précisés au paragraphe 5.11 du Dossier Technique.

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

La largeur des appuis intermédiaires des tôles doit être comprise entre 80 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 ($M_{t,Rd}$; M_{reag} (θ) ; $V_{Rd,u}$; I_{eff} ; M(R)) données à l'Annexe 2 du présent Avis.
L'épaisseur minimale de béton au-dessus des tôles hc est de 38 mm. Les épaisseurs hc inférieures à 50mm sans être inférieures à 38 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.

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 Avril 2022.

Pour le Groupe Spécialisé n°3.1
Le Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Cet Avis a été formulé selon les prescriptions de la version révisée du CPT 3730_V2.

Le groupe attire l'attention au 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 GS3.1 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 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 utiles à l'application de la méthode de dimensionnement et de vérification prescrite dans le CPT 3730_V2.

ANNEXE 1 : Caractéristiques des profils PCB 20

Epaisseur nominale de la tôle (mm)		Section (cm^2)	Poids tôle galvanisée (daN/m^2)*	Volume des vides v (m^3/m^2)
Galvanisée	Nue			
0,50	0,46	6.32	5.30	0.01
0,70	0,66	9.07	7.40	0.01

Les valeurs du tableau ci-dessus sont données pour 1 m de largeur de bac.
*Les poids correspondent aux tôles galvanisées et tiennent compte des recouvrements.

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 (moment d'inertie efficace I_{eff}) suivantes :

Caractéristique	Epaisseur de la tôle (mm)	Valeurs (cm^4)
Moment d'inertie efficace I_{eff} des bacs PCB 20	0.50	4.78
	0.70	7.15

2) Vérifications de résistance dans le domaine élastique :

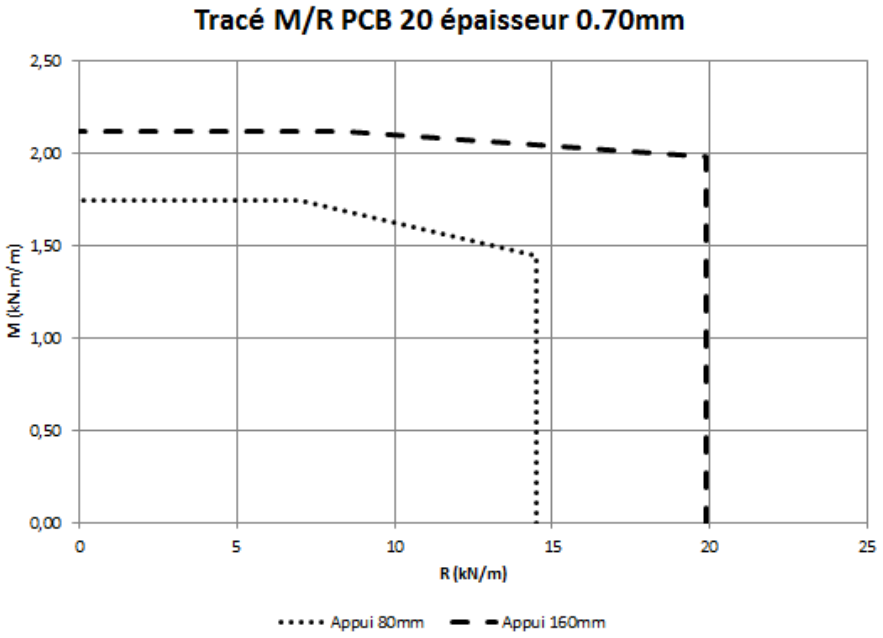
-Vérifications sur appui intermédiaire :

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 :

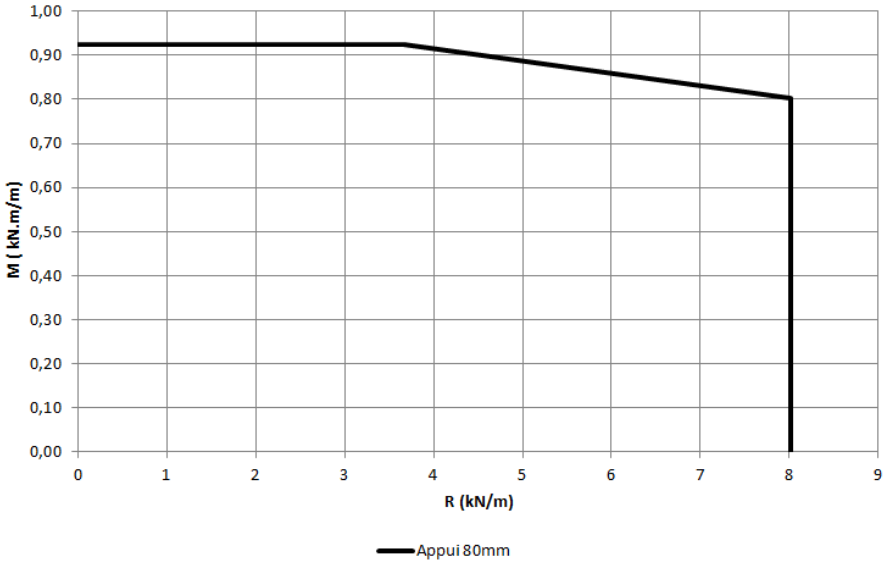
-Relations entre le moment négatif M et la réaction d'appuis R :

PCB 20 – Epaisseur 0.70 mm			
Largeur d'appui	Caractéristiques	Unités	Valeurs
80 mm	M_{max}	kN.m/m	1.75
	R_{min}	kN/m	6.97
	M_{min}	kN.m/m	1.45
	R_{max}	kN/m	14.5
	Mo1	kN.m/m	2.03
	α1	m/m	-0.039
160 mm	M_{max}	kN.m/m	2.12
	R_{min}	kN/m	8.44
	M_{min}	kN.m/m	1.99
	R_{max}	kN/m	19.87
	Mo1	kN.m/m	2.218
	α1	m/m	-0.0115



PCB 20 – Epaisseur 0.50 mm			
Largeur d'appui	Caractéristiques	Unités	Valeurs
80 mm	M_{max}	kN.m/m	0.924
	R_{min}	kN/m	3.67
	M_{min}	kN.m/m	0.8
	R_{max}	kN/m	8.02
	Mo	kN.m/m	1.025
	α	m/m	-0.0278

Tracé M/R PCB 20 épaisseur 0.5mm



Cas des bacs PCB 20 d'épaisseur 0.70 mm :

Pour des largeurs d'appui comprises entre 80 et 160 mm, il est procédé à une interpolation linéaire des valeurs données ci-dessus pour en déduire les valeurs de calcul à utiliser pour la largeur considérée.

Les valeurs de calcul données ci-dessus pour une largeur d'appui de 160 mm sont utilisables pour des largeurs comprises entre 160 et 200 mm.

Cas des bacs PCB 20 d'épaisseur 0.50 mm :

Les valeurs de calcul données ci-dessus pour une largeur d'appui de 80 mm sont utilisables pour des largeurs comprises entre 80 et 200 mm.

-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 :

Caractéristique	Epaisseur de la tôle (mm)	Valeurs (kN.m/m)
Moment résistant en travée $M_{t,Rd}$ pour les bacs PCB 20	0.50	1.28
	0.70	1.97

-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 :

Caractéristique	Epaisseur de la tôle (mm)	Valeurs (kN/m)
Effort tranchant résistant $V_{Rd,u}$ pour la réaction d'appui d'extrémité des bacs PCB 20	0.50	10.13
	0.70	19.8

3) Vérifications de résistance dans le domaine post-élastique :

Les vérifications dans le domaine post-élastique détaillées ci-dessous sont uniquement possibles avec les bacs PCB20 d'épaisseur 0.70 mm.

-Vérifications sur appui définitifs :

Conformément aux prescriptions du §1.1.2.3 du CPT 3730_V2, on doit dans un premier temps vérifier les 3 critères suivants :
-$M_{E,SER\ (ELS)} \leq M_{max}$
-$R_{E,SER\ (ELS)} \leq R_{max}$
-$M_{E,SER\ (ELS)} \leq M_o - \alpha.R_{E,SER(ELS)}$

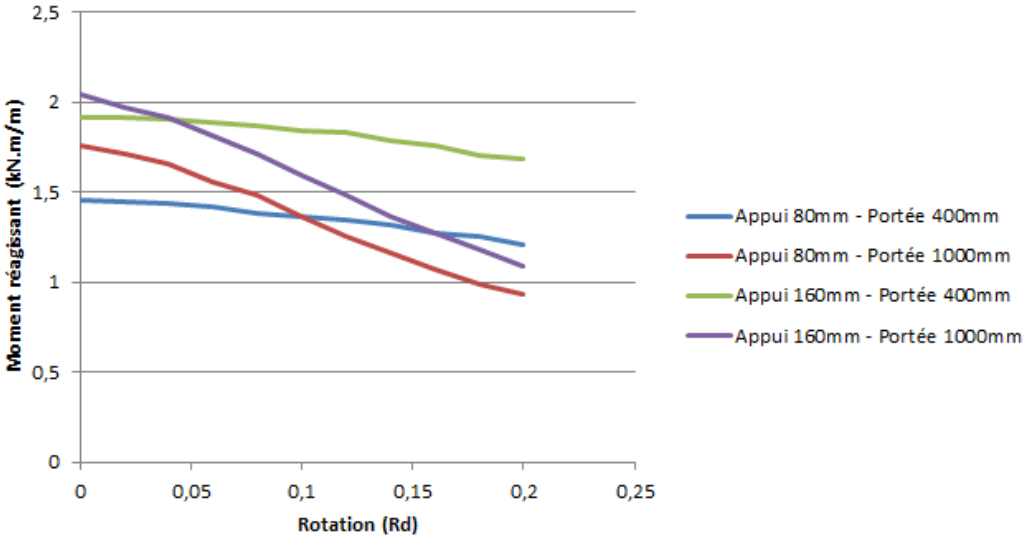
Ces vérifications doivent être réalisées conformément aux prescriptions du §1.1.2.3 du CPT 3730_V2 à partir des valeurs de calcul (M_{max}, R_{max}, M_o et α) indiquées au paragraphe 2 ci-dessus.

Si les trois critères sont satisfaits, une justification à l'ELU est admise dans le domaine post-élastique avec une déformation plastique localisée sur appui intermédiaire à l'ELU. Cette justification est à réaliser conformément aux prescriptions du §1.1.2.3 du CPT 3730_V2 à partir des valeurs suivantes :

-Evaluation du moment réagissant $M_{réag}(\theta)$ sur appui du fait de la formation d'une rotule plastique :

Les tableaux $M_{reag}(\theta)$ suivants donnent les valeurs du moment réagissant de calcul développé sur appui par la tôle pour certaines valeurs de la déformation θ :

	PCB 20– Epaisseur 0.70 mm			
	Largeur d'appui : 80 mm		Largeur d'appui : 160 mm	
	Portées L des travées		Portées L des travées	
	L=1m Rapport M/R=0.10m	L=2.5m Rapport M/R=0.25m	L=1m Rapport M/R=0.10m	L=2.5m Rapport M/R=0.25m
Angle θ (en radians)	**$M_{réag}$ (kN.m/m)**		**$M_{réag}$ (kN.m/m)**	
0	1,458	1,759	1,918	2,045
0.02	1,451	1,710	1,915	1,971
0.04	1,440	1,655	1,908	1,914
0.06	1,422	1,563	1,891	1,816
0.08	1,386	1,483	1,873	1,715
0.1	1,370	1,367	1,846	1,591
0.12	1,346	1,259	1,832	1,486
0.14	1,317	1,167	1,789	1,364
0.16	1,275	1,076	1,761	1,276
0.18	1,255	0,992	1,708	1,183
0.2	1,214	0,933	1,686	1,095



Pour des valeurs d'angle θ différentes de celles affichées dans les tableaux ci-dessus, il est possible de réaliser une interpolation linéaire.

Pour des largeurs d'appui comprises entre 80 et 160 mm, il est procédé à une interpolation linéaire des valeurs données ci-dessus pour en déduire les valeurs de calcul à utiliser pour la largeur considérée.

Pour des valeurs du rapport M/R comprises entre 0.10 et 0.25, il est procédé à une interpolation linéaire des valeurs données ci-dessus pour en déduire les valeurs de calcul à utiliser pour le rapport M/R considéré.

-Justification de la résistance en travée:

Conformément aux prescriptions du §1.1.2.3.3 du CPT 3730_V2, on doit vérifier que $M_{t,Ed\ (ELU)} \leq M_{t,Rd}$ (où $M_{t,Ed\ (ELU)}$ correspond à la partie positive du moment agissant à l'ELU ; les valeurs de $M_{t,Rd}$ sont indiquées dans le tableau du § 2)) et que la rotation θ calculée ne doit pas dépasser la valeur de rotation correspondant au moment $M_{réag}(\theta)$ (les valeurs de $M_{réag}(\theta)$ sont indiquées dans les tableaux ci-dessus).

-Vérification de la résistance sur appui d'extrémité :

Conformément aux prescriptions du §1.1.2.3.4 du CPT 3730_V2, on doit vérifier que $V_{Ed\ (ELU)} \leq V_{Rd,u}$ (où $V_{Ed\ (ELU)}$ est la réaction d'appui d'extrémité sous la combinaison ELU en tenant compte du moment réagissant $M_{réag}(\theta)$ sur l'appui intermédiaire de la travée d'extrémité). Les valeurs de,$V_{Rd,u}$ sont indiquées dans le tableau du § 2) ci-dessus et les valeurs de $M_{réag}(\theta)$ sont indiquées dans les tableaux ci-dessus.

ANNEXE 3 : Vérifications 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 :

PCB 20 d'épaisseur 0.7 mm :

-m=86 N/mm² et k=0.185 N/mm²

PCB 20 d'épaisseur 0.5 mm :

-m= 16.04 N/mm² et k= 0.300 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 :

PCB 20 d'épaisseur 0.7 mm :

-m_g=-25.15N/mm² et k_g=0.55 N/mm²

PCB 20 d'épaisseur 0.5 mm :

-m_g= 16.21 N/mm² et k_g= 0.432 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.

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Classe du système

Planchers à bacs métalliques collaborants réalisés avec du béton coulé sur des tôles nervurées galvanisées ou galvanisées prélaquées. Le profil comporte des bossages rectangulaires sur les flancs des nervures assurant la collaboration entre la tôle d'acier et la dalle béton. L'épaisseur totale du plancher PCB 20 est comprise entre 6 et 14 cm.

2. Identification des bacs

Les bacs sont identifiés par une étiquette attachée sur chaque colisage de bacs, portant la dénomination commerciale PCB 20 et le nom de fabricant BACACIER.

3. Définitions des matériaux

3.1 Caractéristique de la tôle

Tôle en acier de nuance S 320 GD selon la norme NF EN 10346, galvanisé en continu suivant le procédé SENDZIMIR avec un revêtement de zinc de 275 g/m² (Z275) pour l'ensemble des deux faces, selon la classification de la norme NF P 34-310 et galvanisé prélaqué conformément aux normes NF P 34-401 et NF EN 10169. Dans le cas de mise en œuvre de zinc différenciée 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 nuance B500A ou B500B.

3.3 Béton

-Béton de sable et de granulats courants de classe de résistance au moins égale à C25/30 et présentant des caractéristiques de durabilité identiques à celles exigées pour le béton de chantier (NF EN 206/CN).

-Cas des planchers à coffrage porteur décrits au paragraphe 5.9 du dossier technique : Béton de granulats léger présentant des caractéristiques de résistance mécanique et de durabilité identiques à celles exigées pour le béton de chantier (NF EN 206/CN).

4. Description des éléments

Tôles raidies longitudinalement par des nervures trapézoïdales comportant des raidisseurs longitudinaux (en forme de V sur les faces inférieures et plats sur les faces supérieures) obtenus par profilage de la tôle. Les faces latérales des nervures comportent chacune des bossages pour assurer la collaboration tôle-béton. Les bossages ont une hauteur nominale de 2,2mm.

Les bacs sont livrables en épaisseur nominale galvanisée 0,5 mm et 0,7 mm. La longueur maximale de livraison est de 8m. L'écartement (dut à la présence des bossages) entre 2 bacs empilés est d'environ 12,7 mm. Les bossages situés à 25 mm du bord de la tôle sont embouties afin de permettre le recouvrement transversal des bacs. Le recouvrement longitudinal des bacs s'effectue en partie basse des nervures de rive.

La largeur utile des bacs PCB 20 est de 728 mm.

5. Description de la mise en œuvre

Le plancher PCB 20 peut être posé sur ossature métallique, en bois, en béton armé ou sur maçonneries porteuses.

Les conditions d'appuis et de fixation sont réalisées conformément aux prescriptions du §3 du CPT 3730_V2.

La largeur des appuis intermédiaires des bacs est d'au moins 80 mm.

5.1 Pose sur ossature métallique.

Les tôles sont posées et fixées sur les éléments porteurs de la structure par des clous en acier mis en place à l'aide de pistolets et de cartouches adéquats (par exemple : clou Φ4.5), par des vis auto taraudeuses (par exemple : vis autoperceuse Φ6.3), ou par des boulons (par exemple : boulon M6). Les tôles doivent reposer sur une largeur d'au moins 5cm pour la bonne tenue des bacs pendant le coulage du béton. Par mesure de sécurité, les tôles sont fixées au fur et à mesure de la pose.

Les tôles sont fixées seulement à leurs extrémités (2 fixations minimums par bacs et par appui concerné, plus une fixation au recouvrement des deux bacs sur les appuis d'extrémité). La fixation sur appui intermédiaire est admise si nécessaire.

Dans les zones sismiques, les bacs doivent être fixés sur les appuis intermédiaires.

5.2 Pose sur ossature en béton ou arases de maçonneries

Il est nécessaire d'assurer aux extrémités, pour la bonne tenue des bacs pendant le coulage du béton, une largeur minimale d'appui de 5cm. Comme dans le cas des ossatures métalliques, les tôles sont fixées sur les appuis au fur et à mesure de la pose par l'intermédiaire de chevilles à frapper Φ4.5. Sur des platines métalliques scellées dans le béton, on utilise des clous en acier mis en place à l'aide de pistolets et de cartouches adéquats, des vis auto taraudeuses ou des boulons. On peut également réaliser la fixation des tôles par vis Φ6.3 sur des inserts métalliques en forme de U scellés dans le béton d'arase.

La tôle peut être clouée, en l'absence des dispositifs décrits ci-dessus, directement sur la surface de béton à condition que celle-ci soit aplanie et nettoyée et à condition de réaliser un pré-percement permettant de guider le clou et d'éviter l'éclatement du béton en surface.

5.3 Pose sur ossature bois

Dans ce cas, la fixation à l'ossature se fait par des tirefonds Φ8 également sur les appuis d'extrémité et au fur et à mesure de la pose.

Il est nécessaire d'assurer, pour la bonne tenue des bacs pendant le coulage du béton, une largeur minimale de repos de 7cm.

5.4 Recouvrement transversal des bacs

Les embossages se situant à une extrémité du profil sur une profondeur de 25mm sont écrasés à la fabrication afin d'éviter la perte de laitance dans le recouvrement. La tôle avec embossages écrasés est située sous la tôle en continuité. Par conséquent un recouvrement transversal ne dépassant pas 25mm se fait sans foisonnement.

Pour des raisons d'étanchéité, un ruban adhésif peut être apposé au recouvrement.

5.5 Couture des recouvrements longitudinaux entre bacs voisins

Les recouvrements de fonds de nervures de bacs voisins sont couturés au niveau des fixations sur appuis et pour les portées de plus de 60cm à mi-travée de façon à plaquer les fonds de nervures l'un contre l'autre. On peut utiliser des rivets de diamètre 4,8mm x 12 ou autres vis dites de coutures (par exemple : vis auto perceuse de diamètre 6,3 mm à pointe réduite) espacés d'au maximum 60cm (espacement maximal entre fixation sur appui et couture, et entre deux coutures).

5.6 Etaiement

L'étaiement, s'il est à prévoir, est mentionné sur le plan de pose. Il est réalisé avec des étais traditionnels pour dalle en béton armé. Il faut assurer à la tôle un appui sur la file d'étais d'une largeur minimale de 80mm. Les étais doivent rester en place au moins 8 jours après coulage.

5.7 Coffrage des rives

Dans le cas d'ossature métallique, on place des costières en tôle d'acier galvanisé glissées sous les bacs en rives longitudinales et transversales de plancher et fixées en même temps que les tôles.

La costière est une équerre coffrant le nez de plancher et obturant les nervures du profil. Le bac PCB 20 peut venir toucher la costière.

L'épaisseur de métal recommandée pour la confection des costières, donnée dans le tableau 1 en annexe, est fonction de celle du plancher et du débord en porte-à-faux mesuré entre le relevé de costière et l'arrête de la semelle de la poutre support.

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

Pour les épaisseurs de costières inférieures ou égales à 1,5mm, il est recommandé de confectionner une costière avec un retour supérieur (oblique ou droit) d'au moins 12mm.

Lorsque l'épaisseur de la costière s'écarte des recommandations du tableau 1 en Annexe du Dossier Technique, une bande métallique de rappel doit être prévue.

Une autre possibilité consiste à fixer, par vis ou par rivets, la costière sur une équerre posée et fixée en sommet de nervure. L'épaisseur de métal de la costière étant, dans ce cas-là, déterminée en considérant un débord nul.

Dans le cas d'ossature en béton, les rives sont coffrées soit par les costières précédemment mentionnées, soit par des coffrages classiques en bois.

Les figures 7 à 11 en annexe traitent des différents coffrages de rives.

5.8 Changement de sens de portée du coffrage

Quand le sens de portée du coffrage change, on obture les nervures du bac par un closoir métallique noyé en Z, présentant 2 retours horizontaux de 50mm minimum, fixé sur le support (type de fixation identique à celui des bacs) et de même épaisseur que le coffrage (cf figure 12).

5.9 Armatures complémentaires

Planchers à coffrage porteur :

Lorsque la résistance mécanique du coffrage PCB 20 suffit à assurer à elle seule la portance du plancher et des charges qu'il reçoit, aucune armature n'est nécessaire dans la dalle béton si la fissuration est admise dans les DPM et en l'absence de revêtement adhérent ou de couche d'usure. Dans ce cas, en alternative au béton de densité normale, il peut être envisagé pour un plancher à coffrage porteur d'utiliser un béton à granulats légers de faible densité (voir le §3.3 du dossier technique).

Planchers PCB 20 collaborant :

Il est nécessaire de prévoir sur toute la surface des dalles un treillis soudé de section minimale 0,8cm²/m dans les deux directions qui sert à reprendre des efforts éventuels dus au séchage du béton et donc à limiter la fissuration. Des armatures en chapeau sont nécessaires sur appuis intermédiaires, comme dans toute dalle en béton armé traditionnelle, pour la reprise des moments négatifs, lorsque la continuité est prise en compte et/ou lorsqu'un revêtement de sol fragile est prévu. Il conviendra de mettre en place des armatures sur les appuis intermédiaires afin d'équilibrer un moment de 0.3 Mo (moment calculé sur la portée des bacs), y compris pour les planchers calculés en isostatique.

Ces armatures doivent se prolonger sur 0,3 fois la portée de part et d'autre de l'appui. Des armatures supplémentaires en barres ou en treillis soudé peuvent être prévues également en lit inférieur selon le cas pour améliorer le comportement du plancher en situation d'incendie ou pour répartir les charges localisées.

Les armatures en chapeaux ainsi que les armatures supplémentaires en lit inférieur sont dimensionnées par calcul.

Le pourcentage d'armatures à mettre en place dans la dalle et sur les appuis (appuis intermédiaires et appuis parallèles aux nervures) et leur longueur devront être déterminées conformément aux prescriptions du §1.2 du CPT 3730_V2.

Les enrobages des armatures dans la dalle béton sont réalisées en conformité avec le § 1.3.2 du CPT (Cahier 3730 –V2).

5.10 Bétonnage

Le coulage du béton se fait par des méthodes traditionnelles (pompe ou benne à béton). Dans la mesure du possible, la distribution du béton est faite à l'avancement de manière à couvrir progressivement la globalité de la surface d'une tôle après l'autre. Le déchargement par benne du béton doit s'effectuer sur les éléments porteurs des tôles afin d'éviter une surcharge temporaire due à l'accumulation intempestive de béton liquide entre les lignes d'appui des tôles. Sauf justification particulière, les arrêts de coulage doivent correspondre avec les extrémités des tôles. Le béton doit être vibré modérément, car les éléments métalliques transmettent mieux les vibrations que les éléments de coffrage traditionnel. De ce fait, des vibrations exagérées conduiraient à une ségrégation trop importante du béton.

5.11 Documents d'exécution

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

BACACIER 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.

5.12 Protections collectives contre les risques de chute lors de la mise en œuvre

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

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.

Des protections collectives contre les chutes de hauteur sont nécessaires lors de la mise en œuvre des bacs. Les éléments de protection collective doivent être fixés au préalable sur les structures porteuses (et en aucun cas sur les bacs collaborants). Les filets de sécurité, lorsqu'ils sont prévus, doivent être mis en œuvre avant la pose des bacs collaborants.

6. Fabrication

Les bacs PCB 20 sont profilés à froid par des machines à galets dans l'usine BACACIER située à AIGUEPERSE (63).

Le contrôle de la fabrication des bacs est effectué suivant les prescriptions du référentiel technique de certification CSTBat RT03/02.

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 CSTBat « Plaques profilées pour planchers collaborants acier-béton » RT03/02.

La limite d'élasticité déterminée suivant les prescriptions du référentiel CSTBat doit être, dans 95 % des cas, au moins égale à 320 MPa.

L'épaisseur de la tôle est vérifiée pour chaque bobine, conformément à la NF EN 10143, en considérant les valeurs des colonnes « tolérances spéciales » des tableaux 1 et 2 paragraphe 6 de la norme précitée :

Epaisseur de la tôle (bobine)	0.50mm (±0.040mm)
	0.70mm (±0.045mm)

Contrôle dimensionnel après profilage

Ce contrôle, qui doit être réalisé sur un produit par jour et une fois pour chaque commande, porte sur les dimensions suivantes :

- Profondeur des bossages des âmes : la valeur nominale de cette dernière est de 2.2 mm avec une tolérance de +0,4 mm et -0,2 mm. La profondeur des bossages des âmes est 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 : la valeur nominale de cette dernière est de 22 mm avec une tolérance de + 2 mm et –1 mm. La hauteur des ondes est mesurée à une distance de 200 mm de chaque extrémité de la tôle sur deux ondes et une troisième mesure est effectuée dans l'axe de la tôle sur deux ondes : chacune des six mesures doit se situer dans la tolérance spécifiée ci-dessus.
- Largeur utile du bac : la valeur nominale de cette dernière est de 728 mm avec une tolérance de + 5 mm et – 5 mm conformément aux prescriptions du référentiel CSTBat. Les mesures sont réalisées conformément aux prescriptions du référentiel CSTBat RT03/02.

Marquage :

Les bacs sont marqués avec le logo CSTBat suivi du numéro de l'Avis Technique, apposé sur la totalité des produits et éventuellement sur chaque colis.

Suivi de l'autocontrôle par le CSTB

Le suivi de l'autocontrôle est assuré par les agents du CSTB conformément aux "Règles générales des Certificats CSTBat" et au référentiel technique de certification CSTBat RT03/02 à raison de deux visites par an.

7. Caractéristiques des planchers finis

7.1 Réalisation des sols

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

7.2 Réalisation des trémies

La réservation de trémies, quand elle est préparée avant coulage du béton, peut être réalisée par blocs 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), le renforcement est effectué en fixant des cornières de 50 x 50 x 5 mm sur les nervures perpendiculairement à leur direction de part et d'autre de l'ouverture.

Dans le cas de trémies de plus grandes dimensions, il est nécessaire de prévoir à leur niveau des éléments de structure complémentaires (chevêtres). Ces chevêtres sont en eux-mêmes une poutraison indépendante reprise sur les poutres formant les appuis du bac (perpendiculairement).

7.3 Réalisation des plafonds

Avant coulage du béton, tout système de fixation par suspentes traversant la tôle en fond d'onde est possible. Après coulage du béton, il est possible d'implanter des chevilles de diamètre maximum 8mm, espacées d'au moins 300mm et positionnées à proximité de l'axe des nervures.

7.4 Plancher chauffant

Les planchers chauffants doivent être installés dans des dalles rapportées conformément aux prescriptions du DTU 65.14.

- FDES pour « Plancher collaborant acier/béton » réalisée par le SNPPA (Juillet 2011).

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

Dans le cas où la dalle est directement exposée aux intempéries (toiture, dernier niveau de parking aérien…), une étanchéité au sens du DTU 43.1 doit être mise en place.

Pour les niveaux intermédiaires de parkings aériens largement ventilés, l'application d'un revêtement de sol adapté (résine époxydique, …), ainsi qu'une pente suffisante permettant l'écoulement naturel des éventuelles eaux de pluies et évitant toute stagnation, permettront de s'affranchir de la mise en place d'une étanchéité au sens du DTU 43.1. Les dalles et les cunettes auront une pente au moins égale à 1,5%.

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.

B. Résultats expérimentaux

Essais mécaniques et FDES

- EEM 10 26028000/B Essais de chargement sur planchers collaborants PCB 20 en phase mixte (CSTB – Juillet 2011)
- Rapport d'essai n°18032014 A : essais d'appui intermédiaire en phase coulage sur profil PCB 20 – BACACIER (Mars 2014) avec audit du CSTB.

C. Références

A ce jour 35 000 m² de planchers collaborants PCB 20 ont été réalisés, dont les derniers projets représentatifs suivants :

Chantier	Lieu	Année	Surface (m²)
Salle polyvalente	VALERGUES	06/2014	405
Palais des festivals	CANNES	07/2014	1000

Tableaux et figures du Dossier Technique

1 Caractéristiques géométriques du bac

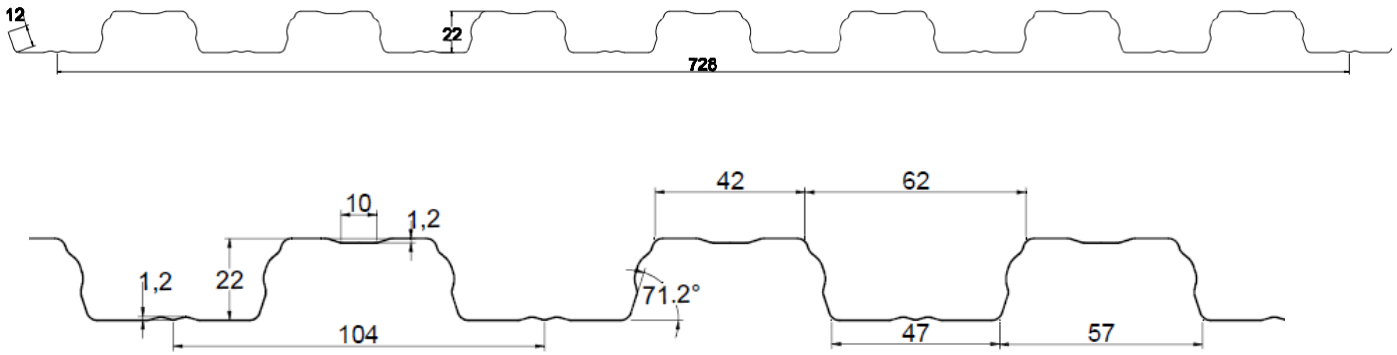


Figure 1 : Vue en coupe de la tôle PCB 20

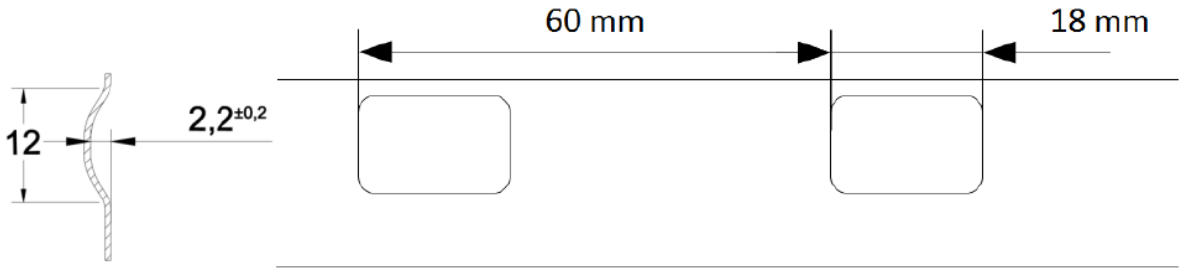


Figure 2 : Détail des embossages

2 Conditions de ferraillage de la dalle en béton

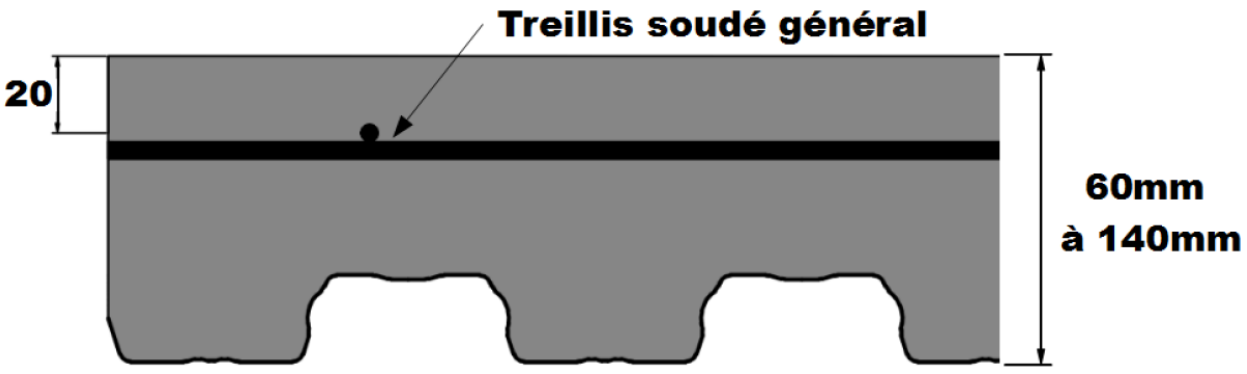


Figure 3 : Position du treillis soudé en partie courante

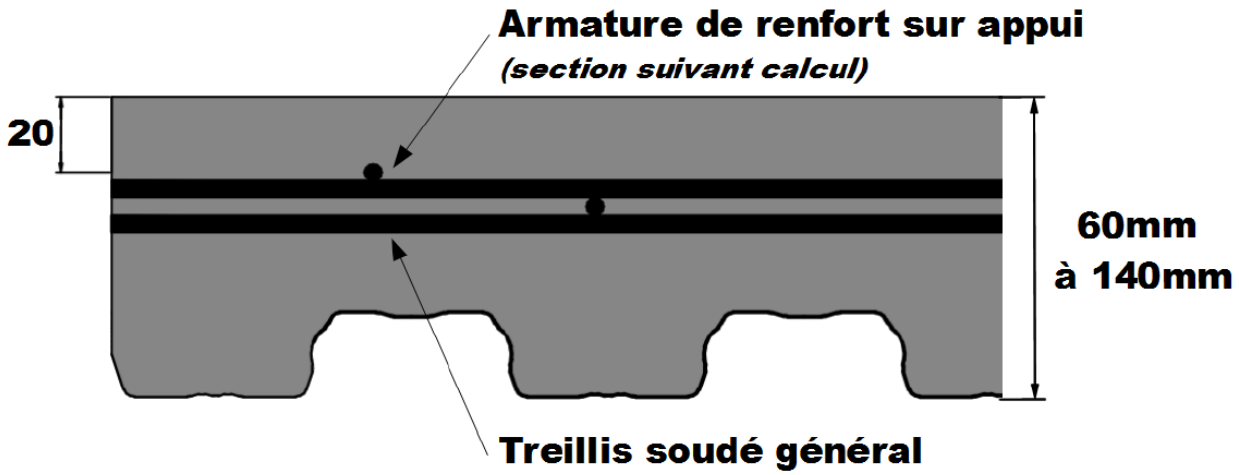


Figure 4 : Position des armatures de renfort sur appui

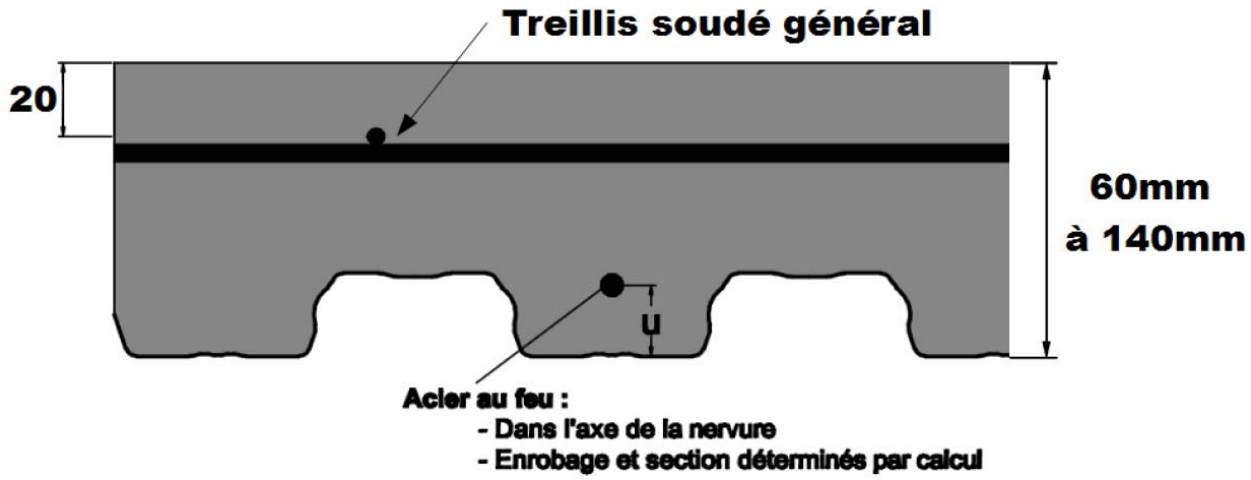


Figure 5 : Position des armatures destinées à la résistance au feu du plancher

Vue en coupe :

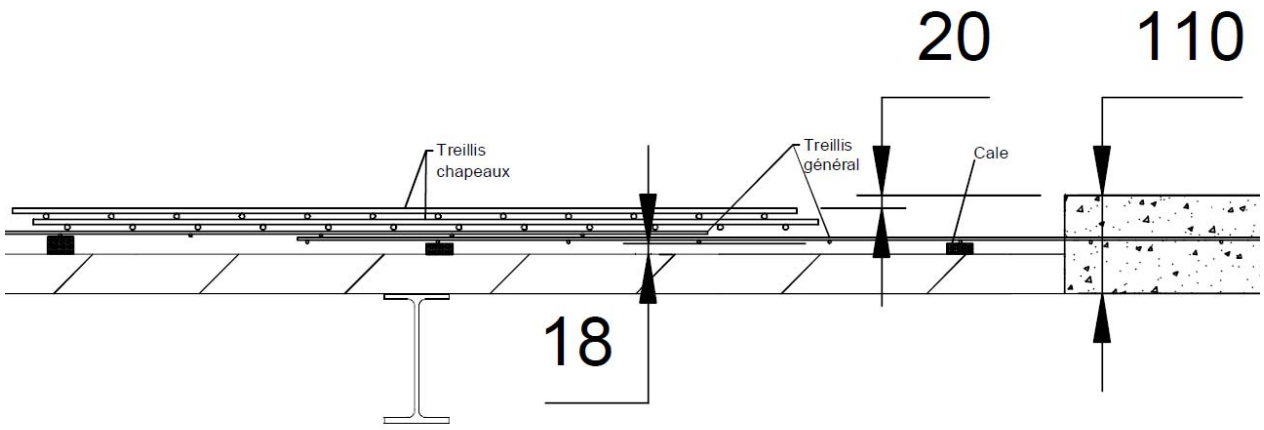


Figure 6 : exemple de recouvrement des treillis PAF-C sur appuis avec treillis ST50C en chapeaux sur appuis-dalle d'épaisseur minimale de 11 cm

3 Traitement du coffrage des rives et recouvrement transversal

EPAISSEUR DE METAL GALVANISE POUR LES COSTIERES (mm)													
Epaisseur h (mm)	Débord en porte à faux : f (mm)												
	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
60 à 100	0.88	0.88	1	1	1.2	1.2	1.5	2	2.5	2.5	3	3	3
110	0.88	0.88	1	1.2	1.2	1.5	1.5	2	2.5	2.5	3	3	3
120	0.88	0.88	1	1.2	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5	3	3	3
130	0.88	1	1.2	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3	
140	1	1.2	1.2	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3	

Légende

0.88	1	1.2	1.5	Costière avec retour oblique de 12mm minimum
2	2.5	3		Costière sans retour oblique

Tableau 1 : Epaisseur de métal galvanisé pour les costières

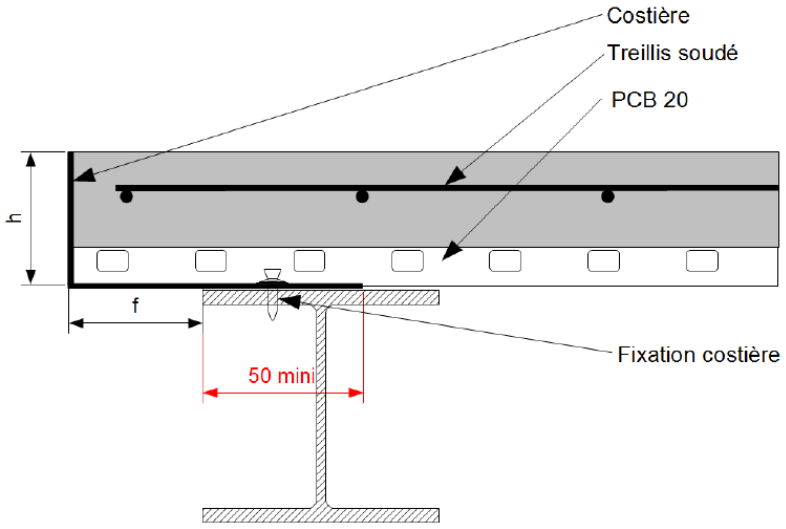


Figure 7 : Arrêt de coffrage contre costière droite

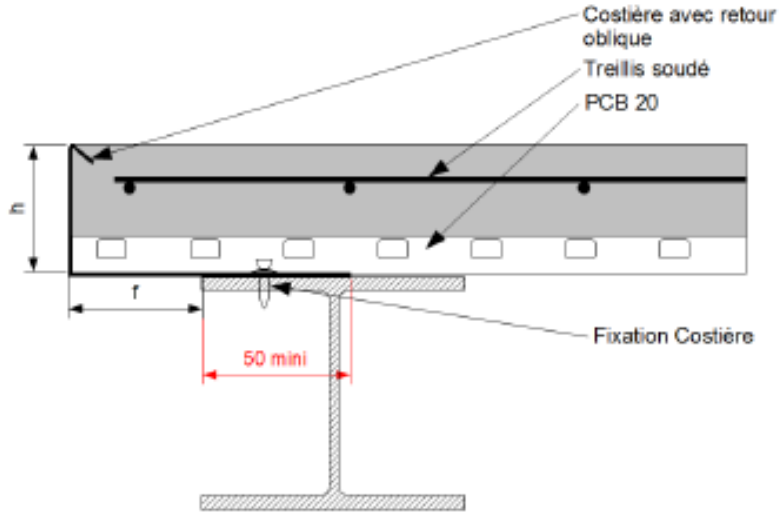


Figure 8 : Arrêt de coffrage contre costière avec retour oblique

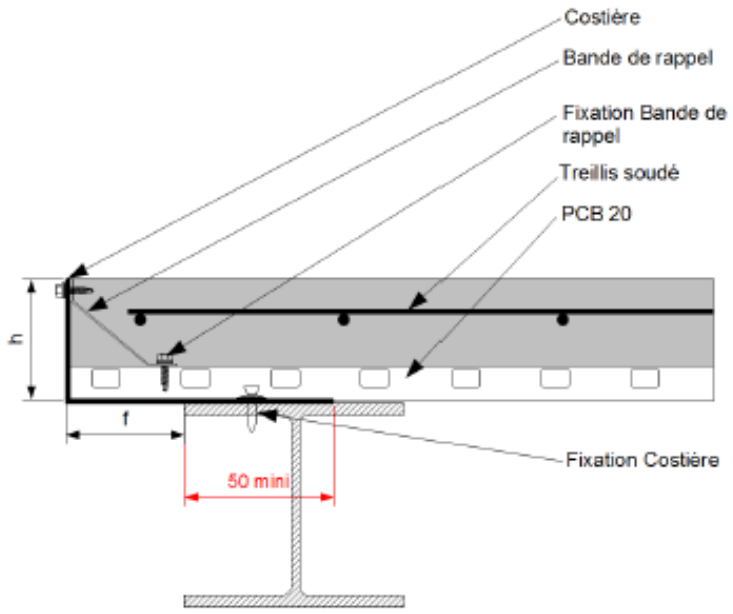


Figure 9 : Arrêt de coffrage contre costière avec bande de rappel

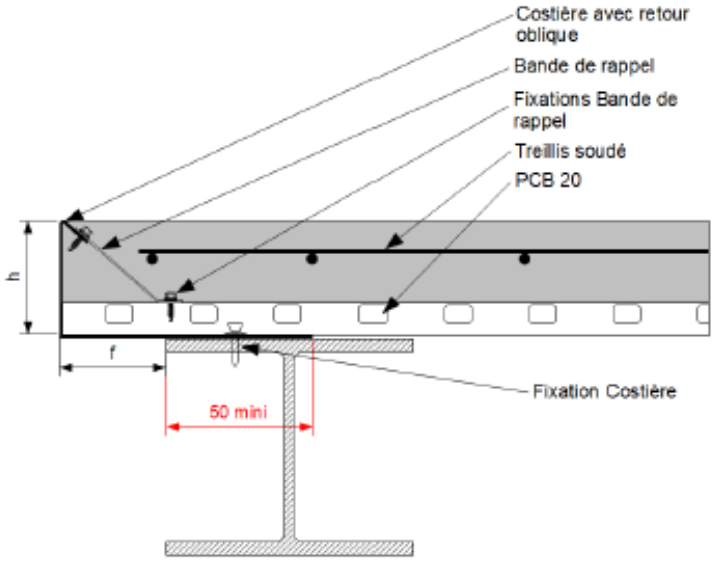


Figure 10 : Arrêt de coffrage contre costière avec retour oblique et bande de rappel

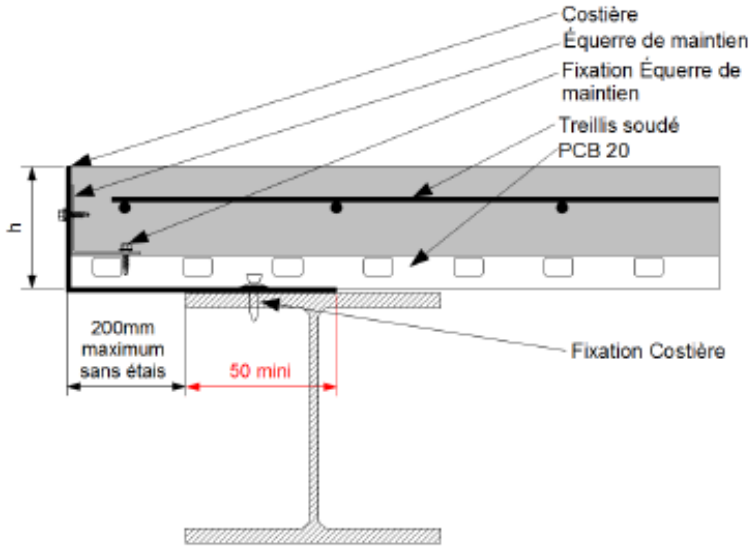


Figure 11 : Arrêt de coffrage contre costière avec équerre de maintien

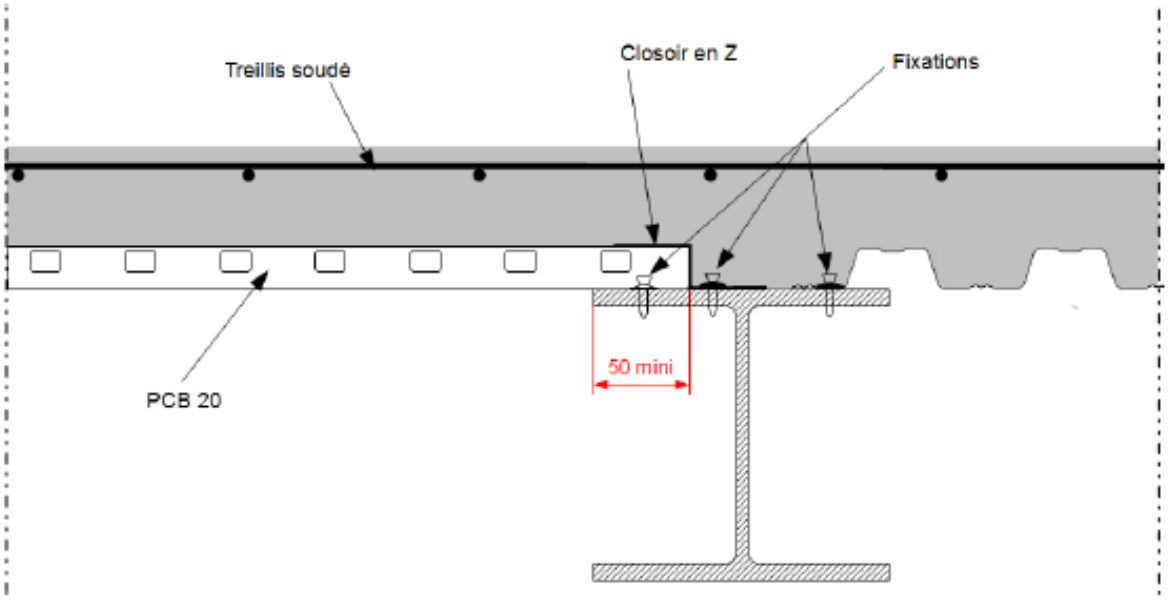


Figure 12 : Traitement d'un changement de sens de portée des bacs

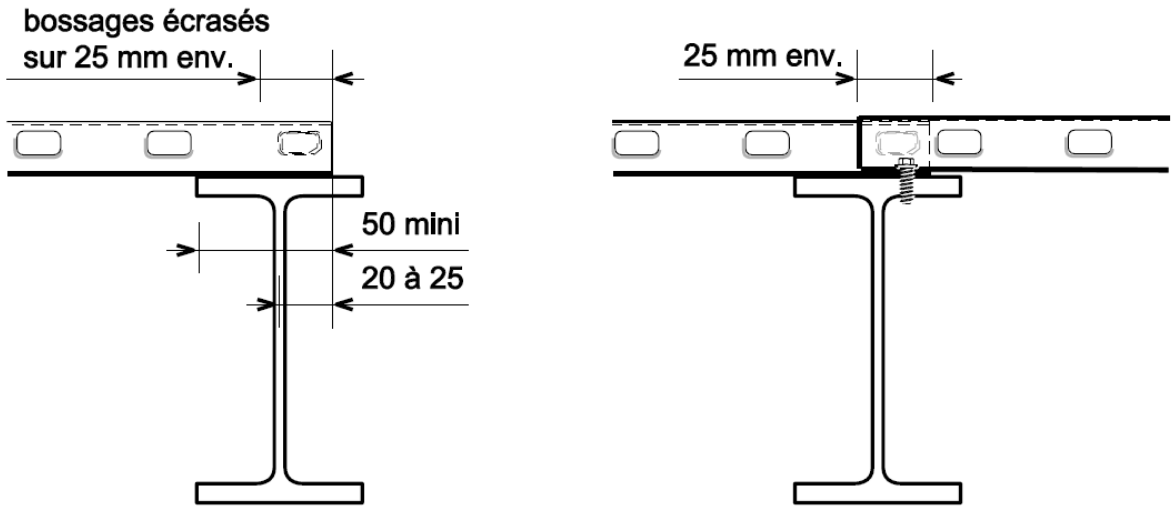


Figure 13 : Recouvrement transversal des bacs PCB 20