

Avis Technique 3.1/16-906_V1

Annule et remplace l'Avis Technique 3/16-906

Edition corrigée du 19/12/2018

*Plancher surélevé en béton
Reinforced Concrete raised
floor*

MODULO

Titulaire : GEOPLAST S.P.A
Via Martiri della libertà
6/8 35010 GRANTORTO PD
ITALIE

Tél. : +39 049 949 0289
Fax : +39 049 949 4028
E-mail : geoplast@geoplast.it
Internet : www.geoplast.it

Groupe Spécialisé n° 3.1

Planchers et accessoires de plancher

Publié le 19 décembre 2018



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

Le Groupe Spécialisé n°3.1 « Planchers et accessoires de planchers » de la Commission chargée de formuler des Avis Technique a examiné le 30 janvier 2018 le procédé de plancher surélevé MODULO, présenté par la société GEOPLAST. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après qui annule et remplace l'Avis Technique 3/16-906. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé de coffrage perdu obtenu par assemblage de modules en polypropylène permettant la réalisation de plancher surélevé sur vide sanitaire accessible reposant sur des excroissances en béton armé.

1.2 Identification

Les modules de coffrage en polypropylène sont marqués du nom du procédé ainsi que d'une flèche indiquant le sens de l'assemblage.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le procédé vise à la réalisation de planchers surélevés désolidarisés des verticaux d'épaisseur totale allant de 7cm à 95cm ; dont une hauteur de chape allant de 5cm à 20cm et une hauteur d'élément de coffrage allant de 3cm à 70cm.

Les supports visés sont les planchers intérieurs réalisés en béton (de type dalles pleines, prédalles, dalles alvéolées, planchers à poutrelles avec table de compression, planchers à bacs collaborant), les dallages intérieurs armés et les radiers intérieurs.

Les supports exclus du domaine d'emploi sont les planchers sans dalle de compression, les dallages non armés et les plateformes. Le procédé peut être utilisé en réhabilitation ou pour des projets neufs sur des ouvrages dont les murs peuvent être en béton armé ou en maçonnerie.

Les planchers ainsi créés seront dimensionnés pour reprendre les charges à caractère statique.

Les utilisations sur des ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié sont visées.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

La stabilité du plancher surélevé est normalement assurée dans le domaine d'emploi accepté sous réserve d'appliquer les dispositions complémentaires données aux Prescriptions Techniques ci-après.

Sécurité en cas d'incendie

La présence du plancher surélevé ne modifie pas la résistance au feu de la dalle support. Il conviendra de tenir compte de la charge permanente apportée par le plancher surélevé dans le dimensionnement au feu de la dalle support.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

La mise en œuvre des éléments de coffrage MODULO est comparable à celle de tout insert manuable classiquement utilisé dans les ouvrages en béton, et n'a aucune influence spécifique sur la sécurité du personnel de chantier.

Pose en zones sismiques

Les éléments de coffrage MODULO peuvent être utilisés pour la réalisation de planchers surélevés sur des ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié. Le plancher surélevé MODULO désolidarisé du reste de la structure constitue une masse rapportée qui, lors d'un séisme, va générer un effort horizontal sur les éléments verticaux qui devront donc être dimensionnés pour être capables de transmettre cet effort aux éléments de contreventement.

Dans le cas d'un projet de réhabilitation où le ferrailage des éléments verticaux n'est pas compatible avec la reprise des efforts horizontaux mentionnés ci-avant, le BET Structures en charge du projet devra dimensionner une butée béton armé scellée dans le plancher existant qui aura pour rôle de transmettre les efforts horizontaux générés par l'accélération sismique du plancher surélevé au plancher existant.

Données environnementales

Le procédé « MODULO » 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.

2.2.2 Durabilité - Entretien

La durabilité du plancher ainsi créé est identique à celle d'un plancher en béton armé traditionnel et ne nécessite pas d'entretien particulier.

2.2.3 Fabrication et contrôle

Cet Avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification décrits dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur (DTED).

2.2.4 Mise en œuvre

La mise en œuvre est assurée par l'acheteur du produit.

Les modules polypropylène sont emboîtés les uns dans les autres en commençant par le coin haut droit de la surface à recouvrir. Les modules ne sont pas symétriques, il est donc nécessaire de vérifier le sens de la flèche gravée sur chaque module avant de le poser.

Une fois que le plancher est recouvert de modules, on pose le ferrailage (Généralement une nappe de treillis soudé en milieu de chape pour les épaisseurs ≤10cm et 2 nappes pour les épaisseurs >10cm).

Le béton utilisé pour le coulage doit satisfaire aux conditions suivantes :

- Classe de résistance à la compression minimum C20/25 ;
- Classe de consistance minimum S3 ;
- Granulat de diamètre maximum inférieur au diamètre minimum du pied MODULO divisé par 1.5.

2.3 Prescriptions Techniques

- Le plancher MODULO est conçu désolidarisé de la structure.
- Etat de préparation du support : Le support devra être surfacé au sens du DTU21, après ragréage éventuel.
- Les méthodes de justification présentées dans le DTED sont basées sur les règles NF EN 1990, 1991, 1992 et 1998.
- Pour la vérification au cisaillement, la redistribution transversale n'est pas à considérer.
- Le BET en charge du projet devra s'assurer que les conditions de déformation du support après prise en compte des surcharges permanentes (en prenant en compte le poids du plancher surélevé) sont les suivantes :
 - Pour les planchers réalisés en béton de type dalle pleine, prédalle, dalle alvéolée et plancher à poutrelles avec dalle de compression : flèche totale < 1/250ème de la portée
 - Pour les dallages : Conditions de déformation du DTU 13.3 Partie 1 et 2
- Lorsque la maîtrise de la fissuration est nécessaire (par exemple : revêtements fragiles, couche d'usure, etc.), le dimensionnement du plancher MODULO intégrera la vérification de l'ouverture de fissure en tenant compte de la déformation du support (rotation sur appui, flèche, etc.)
- Dans le cas de revêtements ou cloisons fragiles, le support doit respecter les conditions de flèche du FD P18-717 et les CPT spécifiques pour les procédés de planchers concernés.
- Le dimensionnement du plancher surélevé sera réalisé par le titulaire sur la base des surcharges permanentes et d'exploitations transmises par le BET Structures en charge du projet. Sur la base de son dimensionnement, le titulaire transmettra au BET Structures en charge du projet :
 - Le ferrailage du plancher surélevé ;
 - Les charges ponctuelles en pied à prendre en compte pour la vérification du plancher béton armé support.

- S'il est nécessaire de couper les modules en bout de plancher, le porte-à-faux en extrémité de plancher devra faire l'objet d'une vérification par le titulaire.
- Pour les réalisations pour lesquelles l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié impose l'application de prescriptions parasismiques, les porteurs verticaux neufs devront être vérifiés pour reprendre les sollicitations dues au plancher MODULO. Dans le cas des opérations de réhabilitation avec porteurs verticaux existant, en l'absence de justification de leur capacité de reprise de l'effort sismique dû au plancher MODULO, ce dernier sera repris par les butées en mobilisant uniquement les contraintes de cisaillement, les contraintes de flexion étant négligées.
- La dalle haute devra être armée au minimum de 0.25% dans les deux directions pour limiter les effets du retrait et la dalle devra être sciée tous les 8m.
- En situation sismique, il convient d'utiliser exclusivement des bandes de désolidarisation (à la périphérie du plancher surélevé) en matériaux incompressibles (film en polyéthylène).

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le groupe tient à attirer l'attention sur le fait que la maîtrise de la fissuration reste un point sensible à examiner sur chaque projet.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n°3.1*

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 Décembre 2019

*Pour le Groupe Spécialisé n°3.1
Le Président*

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Le PROCÉDÉ "MODULO" est composé des gammes MODULO, MULTIMODULO et SPIDER. Chaque gamme diffère de l'autre seulement par la géométrie uniquement, le principe constructif reste le même

Il s'agit d'un procédé de coffrage perdu en polypropylène recyclé composé de modules emboîtés entre eux de manière à former un fond de coffrage adapté à la création d'un élément monolithique en béton armé de type dalle surélevée avec appuis ponctuels sur un support rigide tel que décrit au §2.1 de la partie Avis.

L'hypothèse principale de la conception du procédé est que la dalle MODULO est désolidarisée et donc indépendante de la structure du bâtiment: elle est conçue pour résister aux surcharges verticales, alors que les actions horizontales doivent être reprises par des éléments structuraux comme voiles en b.a., butées, etc... En raison de cela le procédé MODULO peut être considéré comme un élément porteur, mais secondaire.

Plusieurs solutions sont utilisées pour désolidariser le plancher des verticaux : polyéthylène expansé ou film en polyéthylène.

Le BET structure en charge du projet a la responsabilité de vérifier la compatibilité du plancher de support avec le procédé.

2. Domaine d'emploi

Le procédé MODULO est utilisé pour recharger un support rigide en béton armé tel que décrit au §2.1 de la partie Avis.

Les vides qui sont créés au-dessous de cette dalle sont utilisables de multiples façons: vide technique pour le passage de réseaux, vide sanitaire, rattrapage de niveau, remblai allégé. La hauteur utile de passage des réseaux va de 2.1cm à 61cm.

Le procédé MODULO peut être utilisé dans tout genre de constructions et sans limitation géographique, y compris à titre d'exemple, locaux d'habitation, bureaux, établissements recevant du public, locaux industriels pouvant comporter plusieurs niveaux de sous-sol, parkings, en situation immergée ou non.

Possibilité d'emploi en zone sismique au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010.

3. Matériaux

3.11 Coffrage MODULO

Le coffrage MODULO est moulé par injection de plastique polypropylène copolymère régénéré, de numéro d'enregistrement CAS 9010-79-1.

3.12 Béton utilisé

Le bétonnage se fera avec un béton C25/30 minimum, de classe de consistance minimum S3 ; utilisant des granulats de diamètre maximum inférieur au diamètre minimum du pied MODULO utilisé divisé par 1.5.

3.13 Bandes de désolidarisation

3.131 Polyéthylène expansé

Bande de désolidarisation en polyéthylène expansé à cellules fermées, épaisseur minimale 3 mm, maximale 5 mm, densité 25 kg/m³, température d'emploi entre -20°C et +80°C, sollicitation à compression à 10% de déformation (NF EN 826) 13 kPa, Rigidité dynamique (NF EN 29052-1) 43 MN/m³.

3.132 Film polyéthylène

- Film de type sous-couche acoustique en polyéthylène d'épaisseur 2 à 3mm.
- Film en polyéthylène « incompressible » d'épaisseur inférieure à 1 mm.

4. Eléments

4.1 Modules de coffrage

Le coffrage MODULO est fabriqué dans une large gamme de hauteurs et largeurs pour pouvoir s'adapter au mieux aux différents besoins de chantier, la hauteur du fond de coffrage va de 3 cm à 70 cm.

La tolérance dimensionnelle donnée par le procès de fabrication est de 3%.

4.2 Accessoires

Le procédé MODULO dispose d'une gamme d'accessoires qui assurent la fonction d'arrêt de coulage : GEOBLOCK, FERMAGETTO et FERMAGETTO CARTONPLASTICO.

4.21 GEOBLOCK

GEOBLOCK est un arrêt de coulage vertical pour le bord du procédé MODULO. GEOBLOCK se présente sous la forme d'un tunnel fermé aux extrémités. La section verticale du GEOBLOCK correspond à la forme de l'arche du module MODULO.

GEOBLOCK est réglable dans sa position vis-à-vis de l'élément MODULO et s'adapte au vide entre l'élément MODULO et le bord de la dalle à couler.

Disponible pour :

- MODULO hauteur de 13, 15, 17, 20, 25, 27,30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 cm
- MULTIMODULO hauteur de 13, 15, 17, 20, 25, 27,30, 35, 40 cm



Figure 1 – Geoblock.

4.22 FERMAGETTO

Fermagetto est un arrêt de coulage vertical en bord du fond de coffrage MODULO qui vise à empêcher la pénétration de béton au-dessous du coffrage même. Fermagetto est clipsé au bord de l'élément MODULO, et est disponible en différentes hauteurs en fonction de la hauteur du procédé.

Disponible pour :

- MODULO hauteur de 13, 15, 17, 20, 25, 27, 30, 35, 40 cm



Figure 2 – Fermagetto.

4.23 FERMAGETTO CARTONPLASTICO

Fermagetto Cartonplastico est un élément plan flexible en forme de « L » qui a la fonction d'arrêt de coulage vertical pour le bord du procédé MODULO.

Disponible pour :

- MODULO hauteur de 45, 50, 55, 60, 65, 70 cm
- MULTIMODULO hauteur de 13, 15, 17, 20, 25, 27, 30, 35, 40 cm
- MODULO-S/SPIDER hauteur de 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 cm



Figure 3 – Fermagetto cartonplastico.

5. Fabrication - Contrôles

Le site de production GEOPLAST est situé au 6-8 Via Martiri della Libertà à Grantorto (Italie).

Le coffrage MODULO est moulé par injection. Le matériau utilisé pour sa production est du polypropylène recyclé. Le matériau brut est livré à l'usine de fabrication sous forme de granules.

Le process de fabrication et de contrôle est certifié ISO 9001.

6. Conception – Dimensionnement

6.1 Caractéristiques de l'ouvrage réalisé avec le procédé

Les éléments MODULO rapprochés et emboîtés entre eux forment un fond de coffrage sur lequel sera coulée une dalle en béton armé. Le résultat est une structure monolithique qui peut être assimilée à une plaque sur appuis désolidarisés du support. Le procédé MODULO permet de transférer les charges verticales agissant sur la dalle en béton armé à la structure rigide de support via les « pieds » d'appuis.

La dalle est toujours armée, avec *a minima* un seul lit d'armature à mi-hauteur constitué d'un treillis soudé type PAFC (ou équivalent).

L'armature est en règle générale dimensionnée avec la dalle vis-à-vis des charges appliquées et de la configuration géométrique.

Le ratio d'acier, l'enrobage et les dimensions de la dalle devront dans tous les cas respecter les prescriptions de l'Eurocode 2 et de ses Annexes Nationales, en prenant en compte comme section résistante en béton armé une dalle équivalente d'épaisseur égale à la distance entre le sommet de la voûte du MODULO et l'arase supérieure du coulage.

6.2 Joints

6.2.1 Joints de retrait

Dans le cas de réalisation d'une dalle de dimensions importantes il faut prévoir des joints sciés pour limiter les fissures liées au retrait. La méthode de réalisation et de dimensionnement des joints de retrait suit les règles et prescriptions usuelles pour les ouvrages en béton armé (norme NF P11-213-3 / DTU 13.3 de mars 2005 relatif aux dallages).

Les joints de retrait sciés dans le béton frais doivent être alignés avec le centre des « pieds » du procédé MODULO : de cette façon, même si l'armature de la dalle devait accidentellement être coupée, le procédé pourrait maintenir sa résistance à la flexion en forme de poutre en simple appui, situation prévue par ce dossier technique.

Pour assurer le respect de cette disposition un pré-repérage de la position des joints de retrait doit être fait avant le coulage, normalement avec des repères laissés par les ouvriers en périphérie de la dalle avec un marqueur. Une journée après coulage de la dalle, les ouvriers utiliseront ces repères pour tracer au cordeau traceur sur la dalle les axes des files de pieds MODULO. Ces axes seront ensuite utilisés comme référence pour scier les joints de retrait.

6.2.2 Joints de fractionnement ou de dilatation

Pour la réalisation de joints de fractionnement ou de dilatation il faut prévoir une bande d'arrêt de coulage entre deux zones coffrées avec les caissons MODULO. Éviter de découper les caissons, l'arrêt de coulage sera fait utilisant les éléments FERMAGETTO ou GEOBLOCK. L'armature sera interrompue par le joint.

Les joints de fractionnement ou de dilatation du plancher MODULO doivent être alignés sur les joints de retrait ou de construction du plancher support.

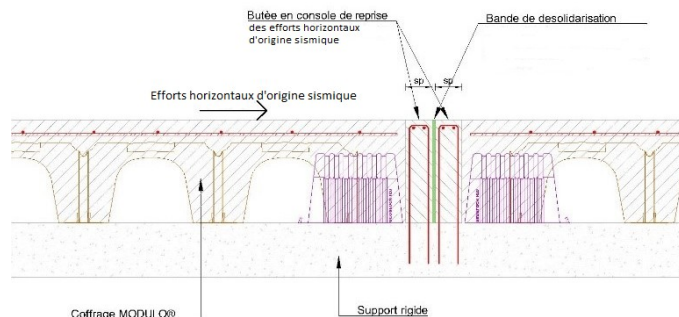


Figure 4 Joint de fractionnement avec butée pour la reprise des efforts horizontaux d'origine sismique

6.3 Dimensionnement de la dalle MODULO

6.3.1 Justification de la dalle à la flexion

Le plancher MODULO est modélisé par une poutre continue d'épaisseur égale à l'épaisseur de la chape, de largeur 1m et de portée égale à l'entraxe des modules. Le calcul du moment résistant est réalisé conformément à l'EC2. Il y a habituellement une seule nappe d'aciers située au milieu du plancher MODULO (une double nappe peut être utilisée pour les épaisseurs supérieures à 10cm).

Pour le calcul du moment sollicitant positif en travée, le schéma statique adopté est celui d'une poutre sur deux appuis simples. La portée de la poutre est prise égale à « l », l'entraxe entre deux pieds MODULO.

- Charge répartie $p_{ELU} : M_{Ed,rep,travée} = p_{ELU}l^2/8$

- Charge ponctuelle $P_{ELU} : M_{Ed,ponc,travée} = \frac{P_{ELU}l}{4}$

Si la plus grande dimension de l'empreinte de la charge est supérieure à la portée entre appuis, il convient de se rapporter au cas d'une charge répartie.

Pour le calcul du moment sollicitant négatif sur appui, le schéma statique adopté est celui d'une poutre continue à trois travées égales. La longueur de chaque travée est prise égale à « l », l'entraxe entre deux pieds MODULO. La formule utilisée est un cas enveloppe de la configuration la plus défavorable.

- Charge répartie $p_{ELU} : M_{Ed,rep,appui} = p_{ELU}l^2/8$

- Charge ponctuelle $P_{ELU} : M_{Ed,ponc,appui} = \frac{P_{ELU}l}{4}$

Si la plus grande dimension de l'empreinte de la charge est supérieure à la portée entre appuis, il convient de se rapporter au cas d'une charge répartie.

Le dimensionnement du plancher surélevé MODULO vis-à-vis de la flexion est effectué par GEOPLAST sur la base des charges prévues pour le projet.

6.3.2 Justification à l'effort tranchant de la dalle

L'effort tranchant résistant est calculé suivant les formules 6.2a et 6.2b du §6.2.2 « Elements pour lesquels aucune armature d'effort tranchant n'est requise » de l'Eurocode 2, Partie 1.1.

Pour le calcul de l'effort tranchant sollicitant, le schéma statique adopté est celui d'une poutre sur deux appuis simples, avec une charge répartie *p* et une charge ponctuelle *P* appliquées en travées. La portée de la poutre est prise égale à « l », l'entraxe entre deux pieds MODULO.

$$V_{Ed,ponc,travée} = P_{ELU} + \frac{P_{ELU} * l}{2}$$

Le dimensionnement du plancher surélevé MODULO vis-à-vis de l'effort tranchant est effectué par GEOPLAST sur la base des charges prévues pour le projet.

6.3.3 Justification au poinçonnement de la dalle

Les vérifications au poinçonnement qui doivent être menées sur le plancher MODULO sont les suivantes :

Poinçonnement dû à une charge concentrée appliquée au centre d'une voûte de la dalle MODULO, d'après les justifications prévues dans l'Eurocode 2. Le périmètre critique est calculé de façon traditionnelle, à partir de la dimension de l'empreinte de charge, de l'épaisseur minimale de la chape et de l'enrobage. La résistance de la section est celle d'un élément non armé. Le dimensionnement du plancher surélevé MODULO vis-à-vis du poinçonnement par une charge ponctuelle en travée est effectué par GEOPLAST sur la base des charges prévues pour le projet.

- Poinçonnement dû à la réaction du pied MODULO sur la dalle MODULO, d'après les justifications de l'Eurocode 2. Le périmètre critique peut être calculé de façon sécuritaire en prenant les dimensions minimales du pied, en négligeant l'élargissement de sa section en tête. La résistance de projet est celle d'un élément non armé, calculée en accord avec l'Eurocode 2. Le dimensionnement du plancher surélevé MODULO vis-à-vis du poinçonnement par les pieds MODULO est effectué par GEOPLAST sur la base des charges prévues pour le projet.

6.34 Justification du non-écrasement des pieds MODULO

- Le pied est une section en béton non armé, non confinée, soumise à une compression centrée, sa capacité portante doit être déduite des formulations de l'Eurocode 2 en cohérence avec ces hypothèses. L'effort de compression résistant est pris égal à : $f_{cd} * A_p$; où f_{cd} est la résistance à la compression de calcul et A_p la surface de l'excroissance MODULO en pied (section la plus petite).
- La justification de non-écrasement des pieds de la dalle MODULO doit être réalisée en comparant la résistance à compression du béton du pied avec la réaction d'appui appliquée par la dalle. La sollicitation sur le pied est prise égale à :

$$N_{Ed} = (P_{ELU} * l^2 + P_{ELU})$$

Où « l » est l'entraxe entre deux pieds MODULO.

- La vérification du non-écrasement des pieds MODULO est effectuée par GEOPLAST sur la base des charges prévues pour le projet.

6.35 Justification des porte-à-faux éventuels

Il n'est généralement pas nécessaire de couper les modules MODULO en bout de plancher grâce à l'accessoire GEOBLOCK qui s'adapte à l'espace entre le MODULO et le bord du plancher.

Cependant, dans le cas où l'accessoire GEOBLOCK ne serait pas utilisé et qu'une découpe de la dernière rangée de MODULO soit nécessaire ; une note de calcul de dimensionnement du porte-à-faux sera réalisée par GEOPLAST. Le schéma statique considéré est celui d'une poutre continue correspondant à une bande de 1m de plancher avec un porte à faux en dernière travée. La section d'armature au droit des appuis contigus aux joints peut nécessiter d'être augmentée pour satisfaire cette demande.

6.36 Vérification du support

6.361 Vis-à-vis des charges appliquées

Les supports devront être vérifiés par le BET Structure en charge du projet suivant les prescriptions de la réglementation afférente vis-à-vis des actions appliquées par la dalle MODULO.

GEOPLAST transmettra au BET Structures en charge du projet les charges ponctuelles en pied à prendre en compte pour la vérification du plancher BA support à la flexion et à l'effort tranchant sous les nouvelles charges prévues au projet.

Le non-poinçonnement du pied MODULO sur le support est également vérifié en suivant les normes ou documents techniques de référence qui régissent les vérifications du support selon sa nature (béton armé, structure mixte acier-béton, structure précontrainte, dallage, etc...). La vérification du support est effectuée par le BET Structure en charge du projet sur la base de la descente de charges du plancher MODULO transmise par GEOPLAST.

6.362 Résistance horizontale en butée : circulation et séisme

Du fait de la non-solidarisation du coffrage MODULO au support, les efforts horizontaux appliqués à la dalle MODULO doivent migrer aux éléments structuraux de contreventement via une reprise des efforts horizontaux en butée.

La dalle MODULO doit être coulée avec des éléments en butée directe sur un nombre assez élevé de côtés de sorte à garantir la transmission des efforts horizontaux provenant de toutes directions à la structure de support. Les butées sont réalisées sans solidarisation structurelle (joints secs).

L'effort de butée à prendre en compte dans le dimensionnement doit négliger la composante dissipée par une éventuelle friction entre les appuis de la dalle MODULO et le support, les déplacements relatifs étant empêchés par l'existence même des butées.

Du fait des joints secs entre dalle surélevée et les éléments en butée, la dalle reste monolithique et suit la déformation du support sans déformation complémentaire (absence de comportement en portique des appuis). Aucune dissipation d'énergie dans les nœuds appuis-dalle MODULO ne peut être prise en compte.

Dans le cas où la dalle soit soumise à des efforts horizontaux et doive être recoupée par des joints de dilatation, des éléments de butée peuvent être prévus dans chaque sous zone pour renvoyer les réactions aux sous-structures qui sont aptes à reprendre les efforts horizontaux, d'après les principes structurels choisis par le Concepteur.

Dans le cas où des éléments d'isolations thermique soient à prévoir sur un ou plusieurs côté de la dalle MODULO, les éléments de butée doivent être réalisés du côté intérieur de la dalle MODULO.

6.4 Résistance au feu

La performance réglementaire vis-à-vis du feu entre deux niveaux de l'ouvrage doit être assurée par le support seul.

Il est rappelé que, en dehors de l'application de plancher ventilé (type vide sanitaire notamment), il n'y a pas d'apport d'air dans les vides de construction.

6.5 Performance acoustique

La performance acoustique demandée entre deux niveaux du bâti doit être évaluée sur le support seul.

Dans des cas particuliers où le système couplé doit être analysé, le concepteur prendra bien en compte la non-solidarité des deux éléments (support et dalle MODULO).

6.6 Performance thermique

La dalle MODULO n'a pas vocation à apporter par elle-même une résistance thermique complémentaire au support. Son volume en béton armé peut être pris en compte dans le calcul thermique comme tout autre ouvrage en béton armé.

6.7 Durabilité

La durabilité du plancher surélevé MODULO n'est pas remise en cause par l'utilisation de modules en polypropylène.

7. Mise en œuvre

7.1 Pose des modules de coffrage MODULO

Les éléments de coffrage MODULO sont posés en files à partir de la droite vers la gauche, les éléments seront emboîtés les uns dans les autres pour créer un fond de coffrage autoportant. Les files suivantes seront posées de la même façon. Les éléments de coffrage MODULO ont une résistance à la compression suffisante pour garantir la sécurité des intervenants (possibilité de marcher à sec sur le fond de coffrage) et la faisabilité de la mise en œuvre (le fond de coffrage peut résister au coulage et vibration du béton).

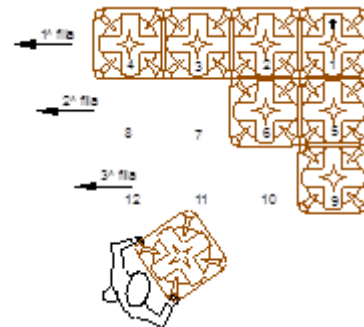


Figure 5 Pose des modules de coffrage MODULO

7.2 Pose des armatures

Le ferrailage du plancher MODULO est calculé au cas par cas.

En règle générale, un treillis soudé à minima type PAFC est requis.

Selon les hauteurs de dalle choisies et les charges appliquées, deux lits d'armatures peuvent être prévus. L'armature est de type traditionnel, ainsi que sa pose.

Les zones en béton qui constituent les appuis ponctuels du plancher ne sont pas armées dans la surépaisseur.

7.3 Coulage du béton

Le béton sera *a minima* de classe de résistance C20/25 et de classe de consistance minimum S3.

La hauteur de la bouche de tuyau de la pompe de béton ne doit pas dépasser les 20 cm de hauteur à partir du ras de la coupole de l'élément MODULO, afin d'éviter une pression d'impact excessive sur la surface du coffrage.

Le coulage doit suivre la séquence de coulage suivante :

- Pour éléments MODULO avec une hauteur de plus de 40 cm :
 - Remplir de béton la moitié de chaque pied
 - Continuer le coulage sur les coupoles pour créer une couche de béton
 - Terminer de remplir les pieds
 - Terminer le coulage de la dalle

- Pour éléments MODULO avec une hauteur de moins de 40 cm :
 - Couler les pieds jusqu'à les remplir
 - Continuer le coulage sur les coupes pour créer une couche de béton
 - Terminer le coulage de la dalle

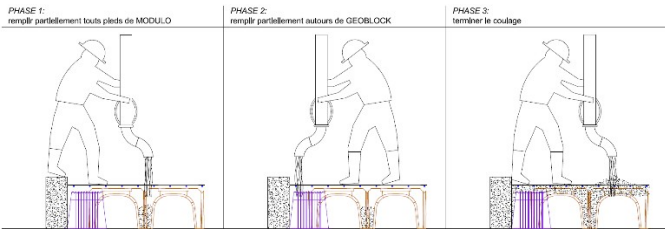


Figure 6 Coulage du plancher MODULO

Dans tous les cas, il convient de suivre scrupuleusement les prescriptions contenues dans la fiche des prescriptions de pose et utilisation du produit livré par le demandeur sur chantier avec les coffrages.

8. Assistance technique

Le dimensionnement du plancher surélevé est réalisé par GEOPLAST sur la base des surcharges permanentes et d'exploitations livrées par le BET Structures en charge du projet. Sur la base de son dimensionnement, GEOPLAST transmet au BET Structures en charge du projet :

- Le ferrailage du plancher surélevé ;
- Les charges ponctuelles en pied à prendre en compte pour la vérification du plancher BA support.

B. Résultats expérimentaux

Le procédé a fait l'objet des essais suivant :

- TECHNOPROVE : Certificat n°641/4/01 - Essais de poinçonnement avec poinçon diamètre 25cm – GEOPLAST – Module H27, Modulo H45, Multimodulo H25 (2004)
- RI.CERT. : Rapport n°22646 – Détermination de la résistance au poinçonnement – GEOPLAST – Module H65 (2010)

C. Références

Données environnementales

Le procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration (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.

Autres références

Plus de 100.000 m² de plancher ont été réalisés avec ce procédé en France.

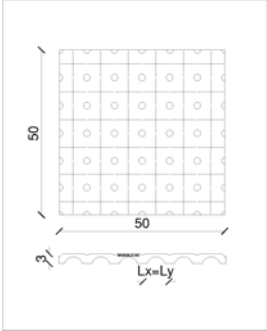
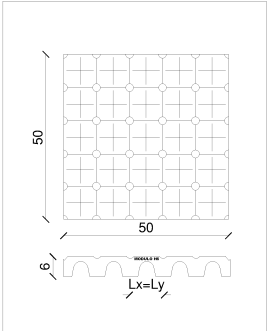
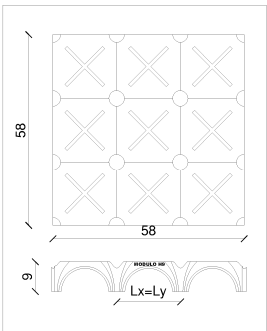
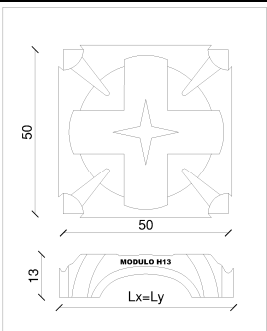
Parmi les principales réalisations, on peut citer :

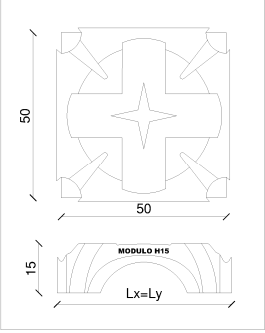
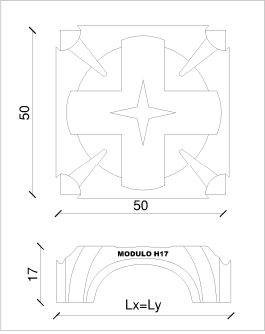
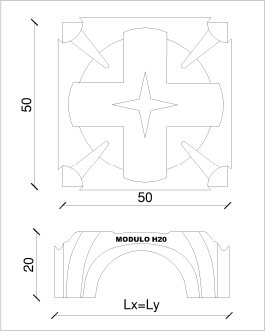
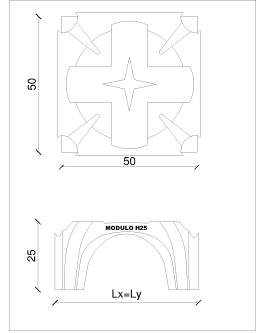
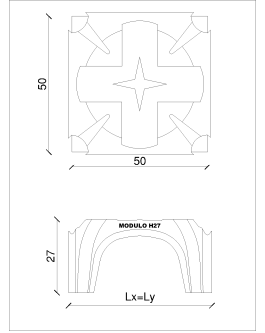
Réalisation	Site	An	Produit & m ²
EDF Lab, Paris Saclay	91400 Saclay	2015	MODULO et MULTIMODULO H variable, 700 m ²
192, Quai Bataille de Stalingrad	92130 Issy les Moulineaux, France	2014	MODULO et MODULO-S, H9 et H10, 5600 m ²
Centre Commercial l'Arche D1082	42480 La Fouillouse	2014	MODULO H55 et MULTIMODULO Multimodulo H35, Ca. 3000 m ²
Commissariat de Saint Chamond	42400 Saint Chamond France	2014	MODULO-S H25, 1050 m ²
Pôle municipal de santé et de médecine sportive	78190 Trappes-en-Yvelines France	2014	MODULO H30 et H6, 500 m ²
FORT & FILS	93370 Montfermeil	2011	MODULO H variable, 700 m ²
ECOLE MATERNELLE	06230 Villefranche-sur-Mer	2011	MODULO H variable, 800 m ²
DIGITEO LAB site POLYTECHNIQUE	75000 Paris	2011	MODULO-S H10, 15.000 m ²
MUSEE COCTEAU	06500 Menton	2010	MODULO H17, 1.000 m ²
LEON GROSSE	94200 Ivry-sur-Seine	2010	MODULO H6, 5.000m ²
GYMNASE ANGERS	49000 Angers	2009	MODULO H45, 1.120 m ²
IMMEUBLE D'HABITATION	93100 Montreuil	2009	MODULO H13, 2.100 m ²

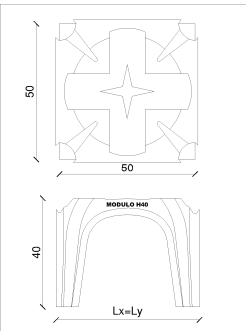
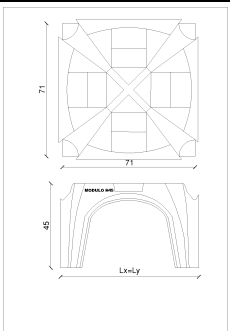
Tableaux et figures du Dossier Technique

Annexe 1 – Géométrie des éléments

Tableau A – Caractéristiques des éléments MODULO

MODULO (Les dimensions des schémas sont en cm)	NOM	Hauteur totale H	Diamètre maximal des granulats	Entraxe des pieds MODULO I	Consommation béton pour le remplissage des pieds	Poids Module
		[cm]	[mm]	[cm]	[m ³ /m ²]	[kg]
	H3	3	16	8.3	0.004	0.77
	H6	6	32	10.0	0.009	0.95
	H9	9	32	19.3	0.01	1.16
	H13	13	32	50.0	0.028	1.12

	H15	15	32	50.0	0.03	1.08
	H17	17	32	50.0	0.035	1.30
	H20	20	32	50.0	0.037	1.32
	H25	25	32	50.0	0.038	1.34
	H27	27	32	50.0	0.04	1.38

	H30	30	32	50.0	0.044	1.49
	H35	35	32	50.0	0.052	1.54
	H40	40	32	50.0	0.056	1.71
	H45	45	32	71.0	0.064	3.30
	H50	50	32	71.0	0.076	3.63

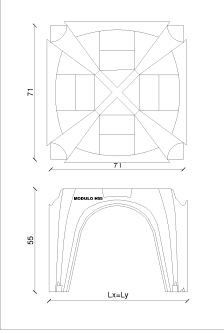
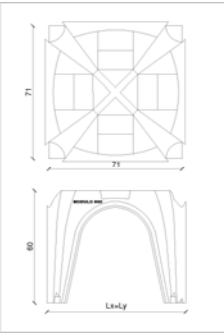
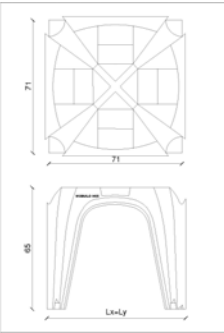
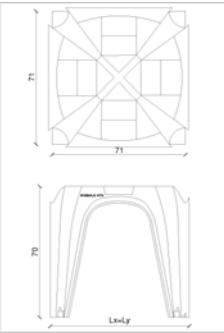
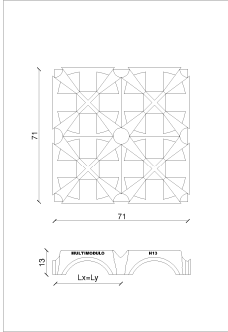
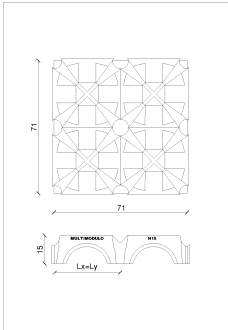
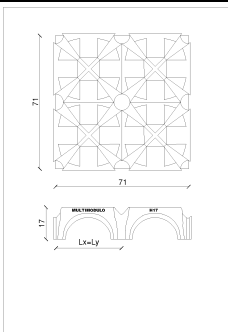
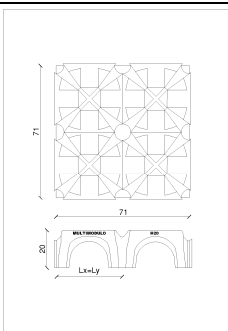
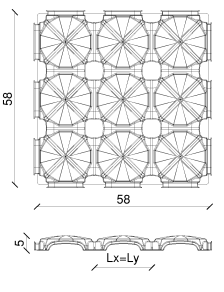
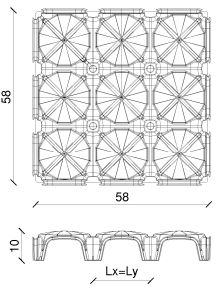
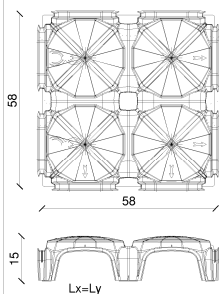
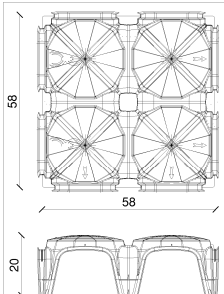
	H55	55	32	71.0	0.078	3.80
	H60	60	32	71.0	0.079	3.85
	H65	65	32	71.0	0.084	4.02
	H70	70	32	71.0	0.083	4.07

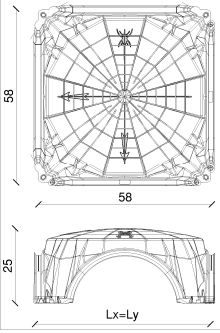
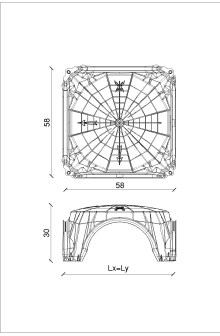
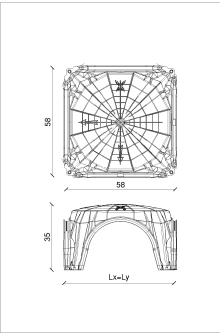
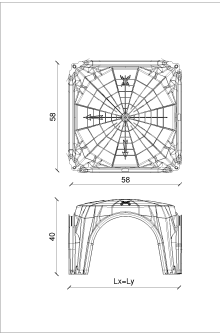
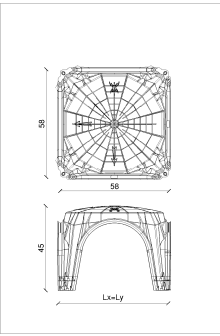
Tableau B Caractéristiques des éléments MULTIMODULO

MULTIMODULO (Les dimensions des schémas sont en cm)	NOM	Hauteur totale H	Diamètre maximal des granulats	Entraxe des pieds MODULO I	Consommation béton pour le remplissage des pieds	Poids Module
		[cm]	[mm]	[cm]	[m ³ /m ²]	[kg]
	H13	13	32	35.5	0.02	2.05
	H15	15	32	35.5	0.027	2.09
	H17	17	32	35.5	0.028	2.15
	H20	20	32	35.5	0.032	2.42

	H25	25	32	35.5	0.033	2.51
	H27	27	32	35.5	0.035	2.56
	H30	30	32	35.5	0.042	2.86
	H35	35	32	35.5	0.045	2.66
	H40	40	32	35.5	0.05	3.30

Tableau C Caractéristiques des éléments SPIDER

SPIDER (Les dimensions des schémas sont en cm)	NOM	Hauteur totale H	Diamètre maximal des granulats	Entraxe des pieds MODULO I	Consommation béton pour le remplissage des pieds	Poids Module
		[cm]	[mm]	[cm]	[m ³ /m ²]	[kg]
	H5	5	32	19.3	0.008	0.96
	H10	10	32	19.3	0.015	1.03
	H15	15	32	29.0	0.028	1.34
	H20	20	32	29.0	0.031	1.36

	H25	25	32	58.0	0.042	1.42
	H30	30	32	58.0	0.046	1.57
	H35	35	32	58.0	0.05	1.69
	H40	40	32	58.0	0.06	1.87
	H45	45	32	58.0	0.068	1.93

	H50	50	32	58.0	0.07	2.04
	H55	55	32	71.0	0.075	3.36
	H60	60	32	71.0	0.083	3.47
	H65	65	32	71.0	0.086	3.62
	H70	70	32	71.0	0.09	3.76

Annexe 2 – Figures

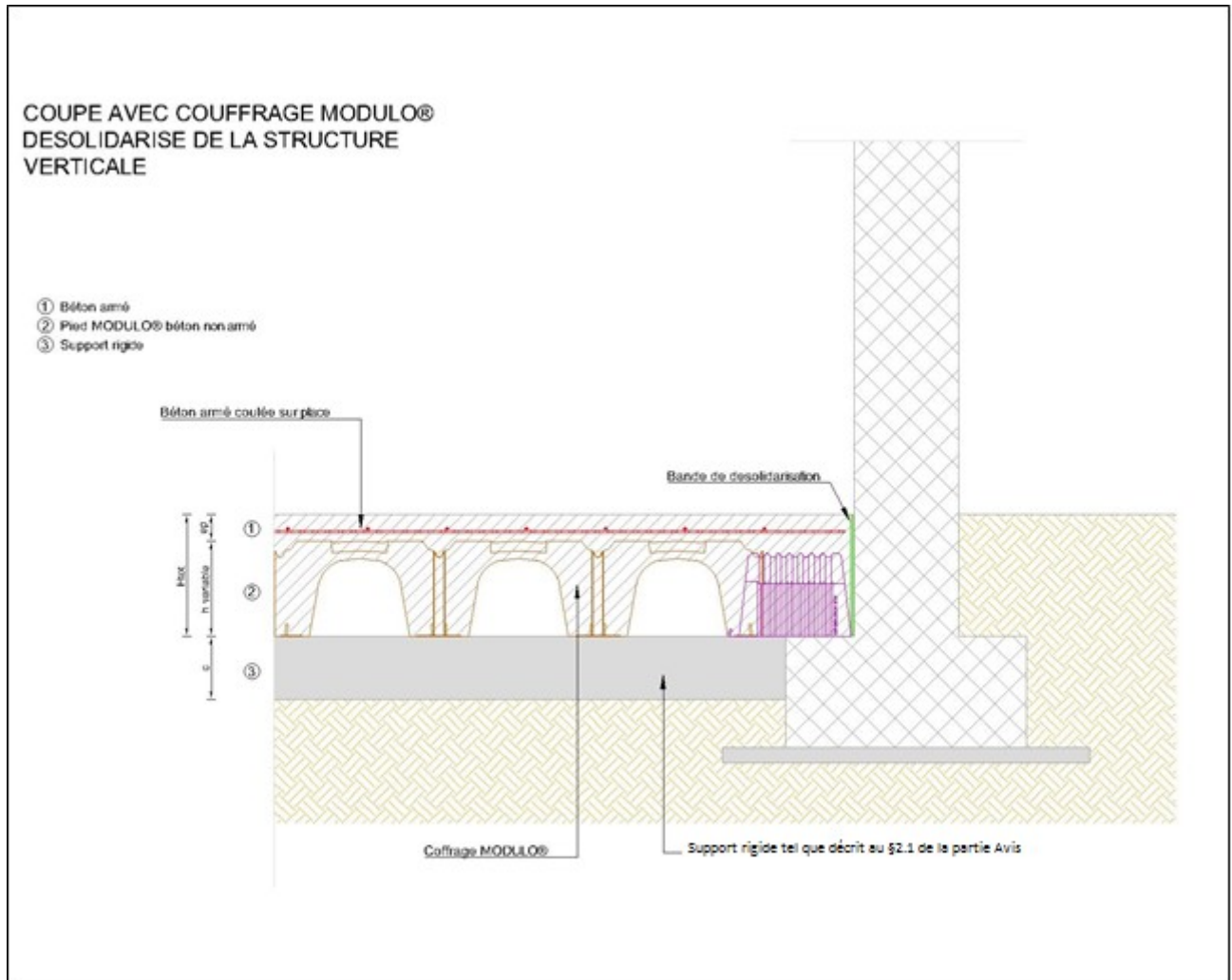


Figure 7 - Coupe-type avec circulation d'air.

RECHARG/REHAUSSE AVEC FINISSION INDUSTRIEL DESOLIDARISE DE LA STRUCTURE VERTICALE

- ① Béton armé
- ② Pied MODULO® béton non armé
- ③ Plancher

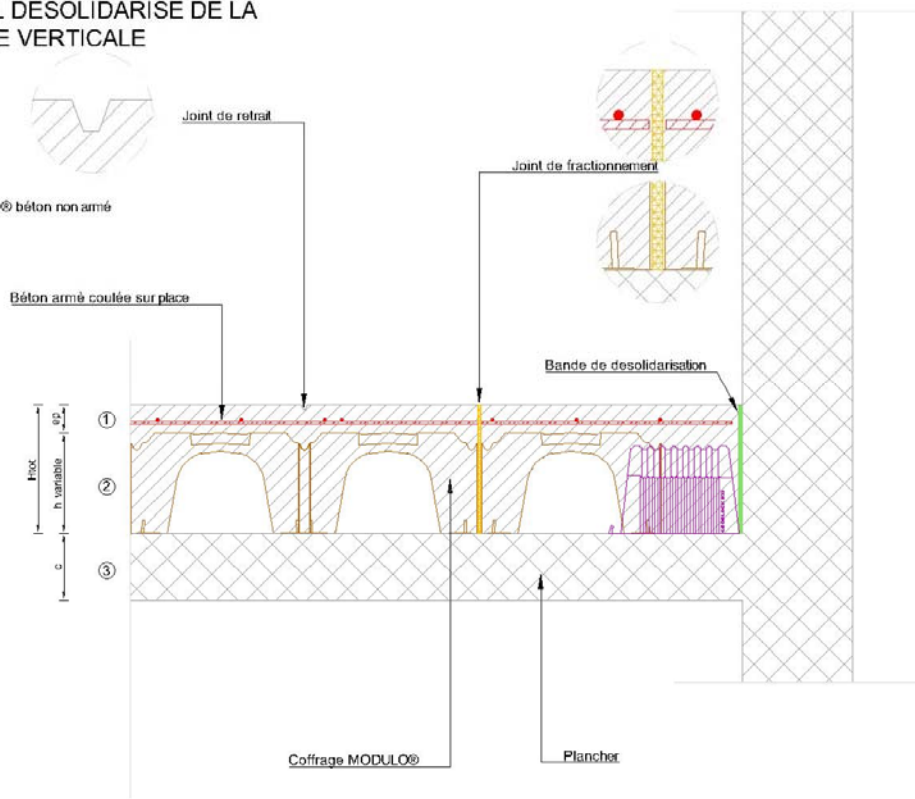


Figure 8 - Coupe-type avec joints de fractionnement et de dilatation.

**COUPE AVEC COUFRAGE MODULO®
DESOLIDARISE DE LA STRUCTURE
VERTICALE BUTEE PARASEISMIQUE SUR
MUR PARPAINGS/BRIQUES**

- ① Béton armé
- ② Pied MODULO® béton non armé
- ③ Support rigide

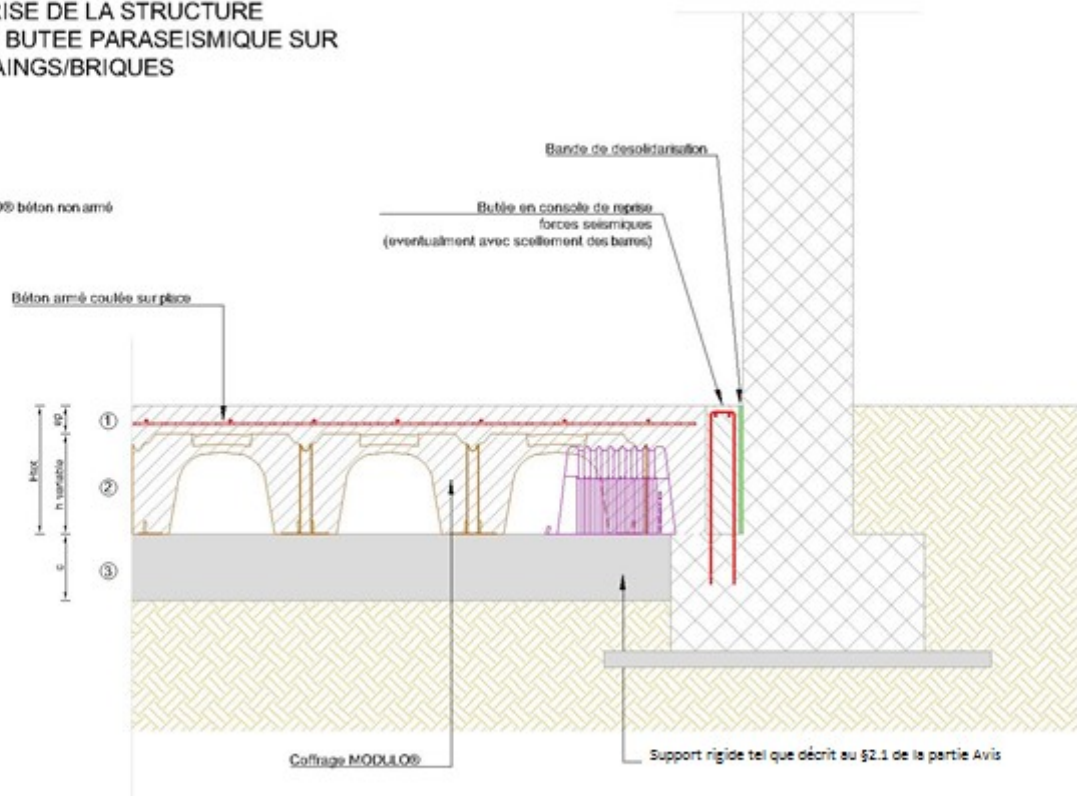


Figure 9 - Coupe-type avec circulation d'air – cas des zones sismiques.

RECHARG/REHAUSSE AVEC FINISSION INDUSTRIEL DESOLIDARISE DE LA STRUCTURE VERTICALE

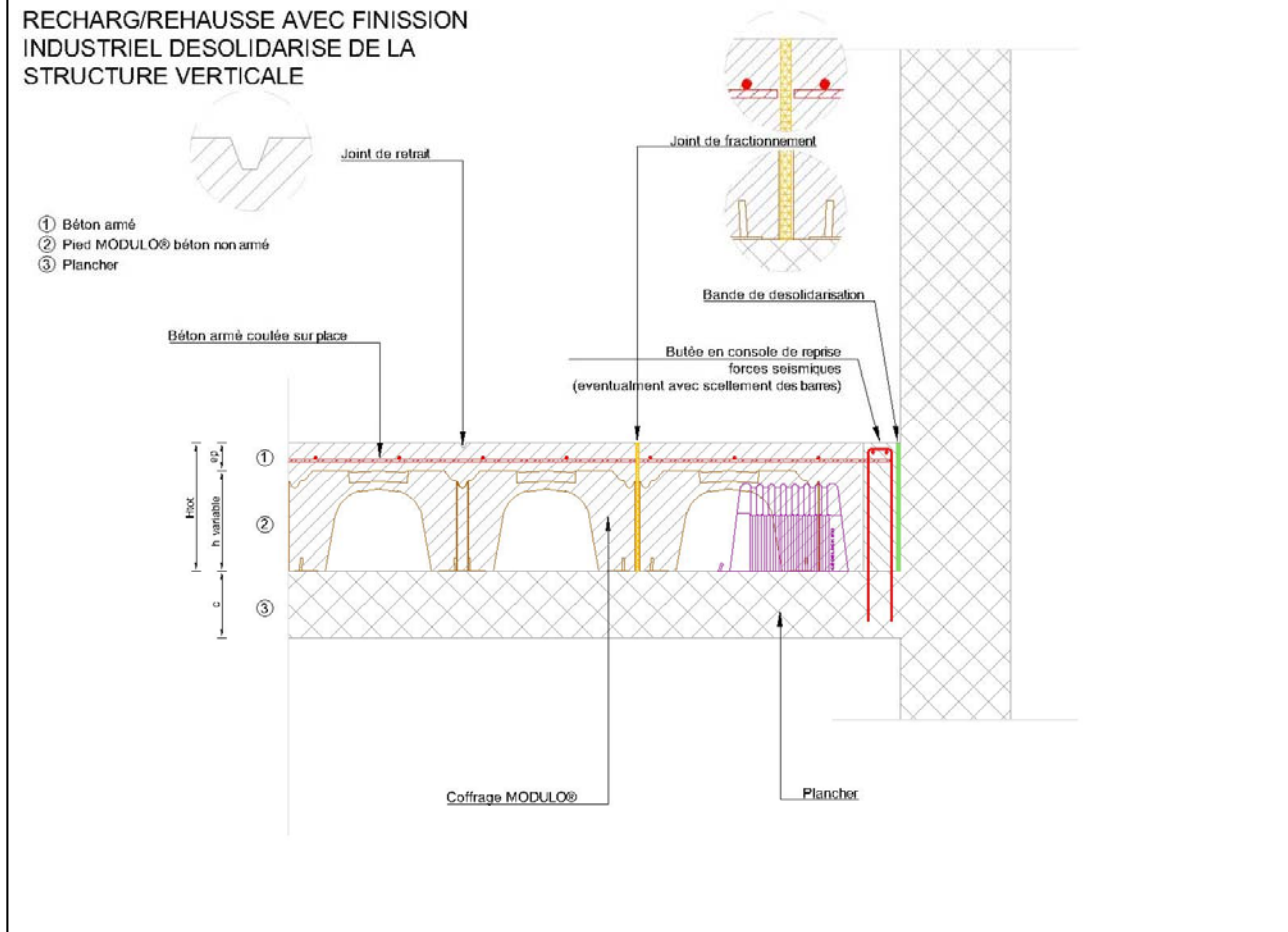


Figure 10 - Coupe-type avec joints de fractionnement et de dilatation – cas des zones sismiques.

**COUPE TYPE CHAMBRE FROIDE NEGATIVE
AVEC STSTEME MODULO®**

- ① Dallage en béton armé
- ② Couche étanche
- ③ Paquet de coibentation
- ④ Béton armé
- ⑤ Pied MODULO® béton non armé
- ⑥ Support rigide

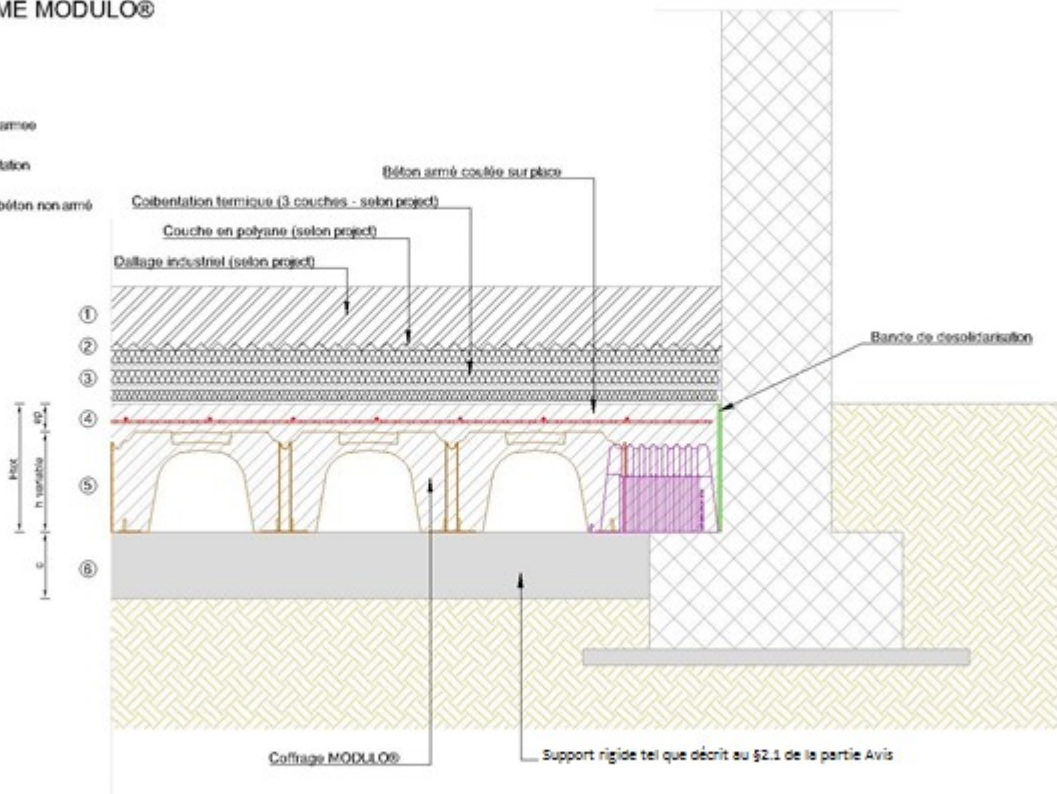


Figure 11 - Coupe-type – cas d'une chambre froide.

**COUPE INCLINEE AVEC COUFRAGE
MODULO® DESOLIDARISE DE LA STRUCTURE
VERTICALE**

- ① Béton armé
- ② Pied MODULO® béton non armé
- ③ Support rigide

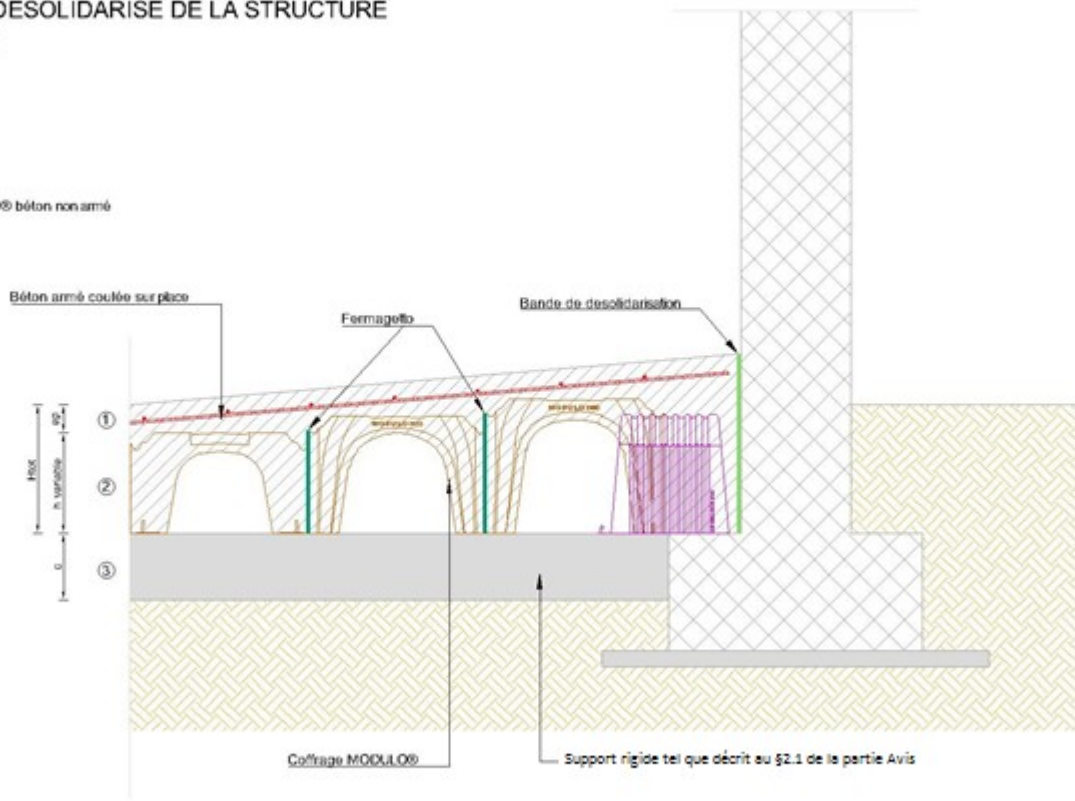


Figure 12 - Coupe-type – cas d'une coupe inclinée.