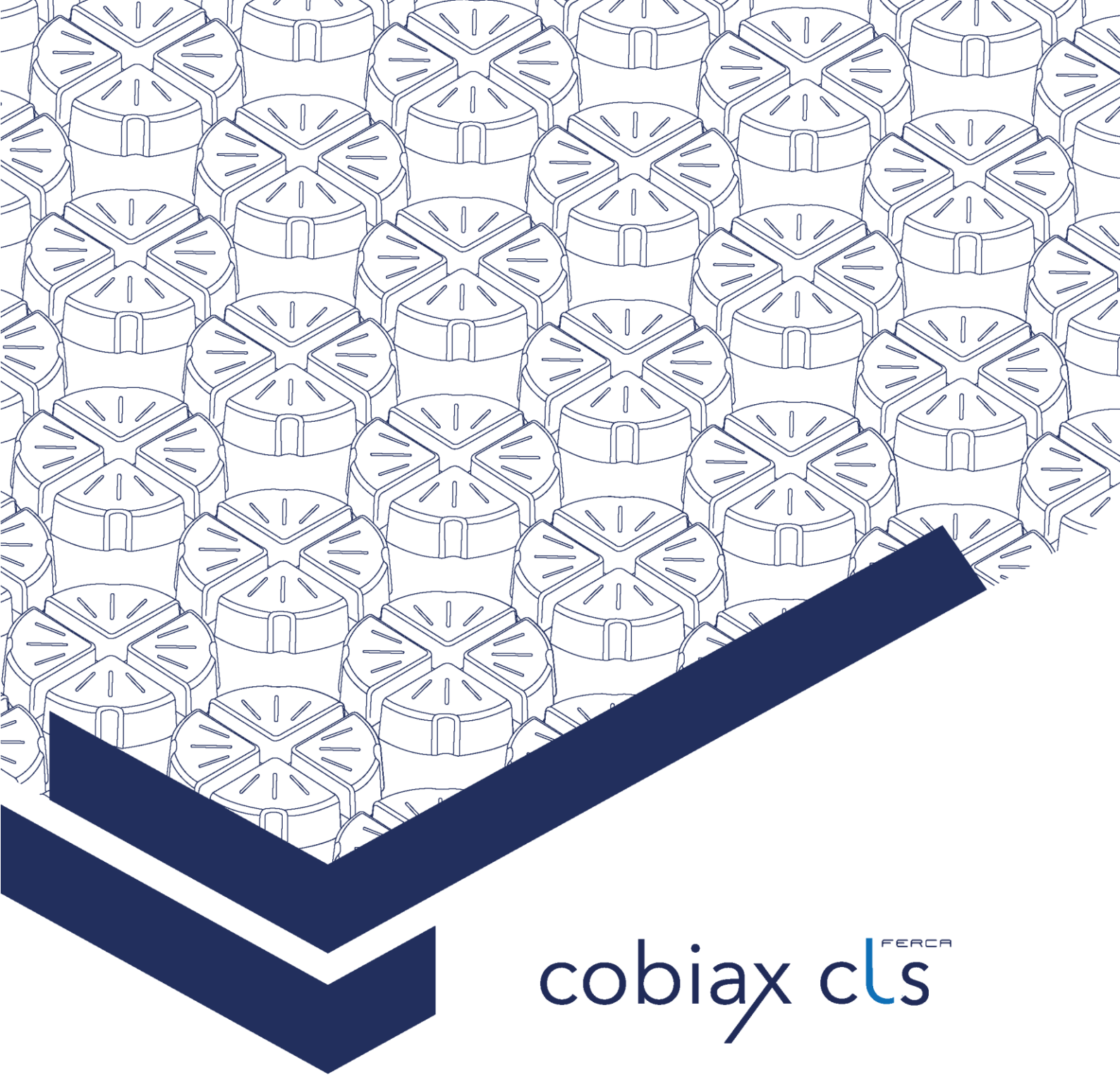


cobiax cls

FERCA

MANUEL TECHNIQUE

FERCA

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Manuel Technique – Système COBIAX CLS

Sommaire

INTRODUCTION AU SYSTÈME COBIAX CLS 4

POURQUOI UTILISER LE SYSTÈME COBIAX CLS 5

DALLE COBIAX CLS VERSUS DALLE PLEINE 5

DALLE COBIAX CLS VERSUS DALLE ALLÉGÉE 5

IMPACT ENVIRONNEMENTAL 5

SPÉCIFICITÉS DU SYSTÈME COBIAX CLS 6

CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME COBIAX CLS 7

PARAMÈTRES PRINCIPAUX DES DALLES COBIAX CLS 8

CONFIGURATION DE LA SECTION DE DALLE 10

CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES DU SYSTÈME COBIAX CLS 11

RÉSISTANCE À LA FLEXION 11

RIGIDITÉ 11

CISAILLEMENT 13

POINÇONNEMENT 14

CHARGES PONCTUELLES 15

JOINT DE REPRISE 15

EFFORTS HORIZONTAUX 16

PROTECTION CONTRE L'INCENDIE 17

ISOLATION ACOUSTIQUE 18

ISOLATION THERMIQUE 18

PRÉCONTRAINTE 18

DURABILITÉ 19

CAS D'ÉTUDE 19

PROCESSUS DE CALCUL D'UNE DALLE COBIAX CLS 21

ÉTAPE 1 - HYPOTHÈSES, DONNÉES INITIALES ET PARAMÈTRES COBIAX CLS 21

ÉTAPE 2 - MODÈLE DE CHARGE PERMANENTE SUPPLÉMENTAIRE 22

ÉTAPE 3 - MODIFICATION DE L'INERTIE DE LA DALLE 22

ÉTAPE 4 - CRITÈRE DE RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT ET IDENTIFICATION DE LA ZONE PLEINE 23

ÉTAPE 5 - AFFINEMENT DU CAS DE RÉDUCTION DE CHARGE 24

ÉTAPE 6 - VÉRIFICATION ET DÉTAILLAGE DE LA SECTION DE DALLE 25

DÉTAILLAGE 26

PLANS D'IMPLANTATION/GÉOMÉTRIE 26

INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES 27

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

MONTAGE D'UNE DALLE COBIAX CLS 28

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

INTRODUCTION AU SYSTÈME COBIAX CLS

Le système COBIAX CLS repose sur des principes de rationalisation économique et environnementale permettant la réalisation de dalles allégées bidirectionnelles au comportement similaire à une dalle pleine traditionnelle. Le module COBIAX CLS est un élément formateur de vide de géométrie approximativement carrée en plan, subdivisé intérieurement en formes courbes de type quarts de cercle. L'introduction de ce vide dans la zone où le béton n'est pas essentiel pour le comportement global de la dalle permet une optimisation de l'épaisseur de la dalle, une amélioration de son comportement et une utilisation plus efficiente des ressources.

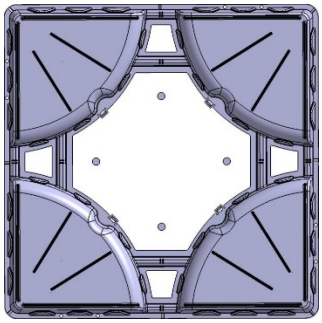


Figure 1 – Module COBIAX CLS

Dans un contexte où la durabilité des ressources naturelles prend une importance croissante, l'utilisation de matériaux recyclés pour la constitution des vides et la réduction des besoins en béton permettent au système COBIAX CLS de favoriser, par lui-même, une structure à moindre impact environnemental et une réduction significative des émissions de CO_2 inhérentes au processus constructif.
La technologie COBIAX CLS est d'origine suisse et constitue l'évolution du système COBIAX CBX déjà largement répandu. Ce système, fondé sur un programme rigoureux de tests et d'essais, a obtenu la « National Technical Approval » de l'Institut Allemand pour la Construction (DIBt) et est breveté à l'échelle internationale.
Le COBIAX CLS a été développé dans le but d'améliorer et de compléter le système précédent, en apportant des améliorations en termes de vitesse de montage, d'application directe sur la dalle et d'une grande variabilité de solutions pour les dalles de grandes épaisseurs.

La technologie de dalle COBIAX CLS détient le numéro d'enregistrement de la « National Technical Approval » Z-15.1-352, délivré par l'Institut Allemand de Technologie de la Construction (DIBt)

Deutsches Institut für Bautechnik DIBt

La technologie de dalle COBIAX CLS dispose d'une déclaration environnementale de produit

THIRD-PARTY VERIFIED EPD ISO 14025 and EN 15804 Institut Bauen und Umwelt e.V.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

POURQUOI UTILISER LE SYSTÈME COBIAX CLS

Le système COBIAX CLS se présente comme une solution réunissant les avantages d'une dalle allégée et d'une dalle pleine en permettant la réduction des consommations et les économies découlant de l'allégement, tout en maintenant pratiquement inchangées les caractéristiques et le comportement de la dalle par rapport à une dalle pleine.

DALLE COBIAX CLS VERSUS DALLE PLEINE

Par comparaison avec une dalle pleine, l'application du système donne lieu à une dalle COBIAX CLS présentant une réduction de poids propre dans la zone allégée pouvant atteindre 35% et une réduction de l'inertie de la dalle de seulement 5 à 19%, ce qui se traduit naturellement par une amélioration de son comportement en termes de déformabilité, une réduction des niveaux d'armature nécessaires et une réduction significative des effets de retrait, outre la réduction de masse conséquente impactant les éléments verticaux et les fondations.
Simultanément, la dalle COBIAX CLS permet de conserver les avantages d'un processus plus rapide analogue à l'exécution d'une dalle pleine, tout en maintenant les mêmes caractéristiques de résistance au feu, de comportement thermique et acoustique.

DALLE COBIAX CLS VERSUS DALLE ALLÉGÉE

Les dalles allégées conventionnelles recourent généralement à un système de nervures bidirectionnelles conférant une réduction significative du poids propre de la dalle par rapport à la dalle pleine nécessaire pour la même enveloppe, cependant la réduction d'inertie de ces dalles, due au fonctionnement par section en « T », est de l'ordre des 2/3, entraînant des dalles de plus grande épaisseur et des processus constructifs plus complexes, plus lents et plus onéreux.
En comparaison directe, la dalle COBIAX CLS permet la réduction des épaisseurs, l'amélioration du comportement, l'aspect final d'une dalle pleine et l'exécution selon des processus plus simples et plus rapides.

IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Les formes des vides étant constituées à 100% de matériaux recyclés et favorisant simultanément la réduction de la consommation de béton, le système COBIAX CLS contribue ainsi activement à une meilleure utilisation des ressources naturelles et à une réduction des émissions de CO_2 inhérentes au processus constructif.
En résumé, le système COBIAX CLS se présente comme une alternative aux systèmes conventionnels offrant des avantages qui doivent être dûment pris en compte en fonction des conditions spécifiques de chaque dalle, en tenant compte de l'impact sur la solution globale du bâtiment d'un point de vue technique et économique.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

SPÉCIFICITÉS DU SYSTÈME COBIAX CLS

Les dalles COBIAX CLS présentent essentiellement trois caractéristiques qui les distinguent des dalles pleines et qui doivent être prises en compte dans le processus de calcul et de détaillage.

- **Poids propre** réduit en raison de la présence des vides, entraînant des efforts moindres dans la dalle et dans les éléments verticaux. Dans la zone allégée, la réduction peut atteindre 35%.

- **Inertie** de la dalle diminuée d'environ 5 à 19%, en raison de la présence des vides, ce qui est largement compensé par la réduction de poids en termes de comportement de la dalle.

- **Résistance au cisaillement** réduite dans la zone allégée en raison de la présence des vides. Cette réduction se traduit par des valeurs de 45 à 35% de l'effort tranchant de la dalle pleine correspondante, selon l'épaisseur du COBIAX CLS.

En tenant compte de ces trois aspects dans la conception structurale de la solution, la dalle COBIAX CLS devra respecter les autres critères et détaillages d'une dalle pleine, avec l'inclusion de zones non allégées là où l'effort tranchant dépasse les niveaux admis précédemment.

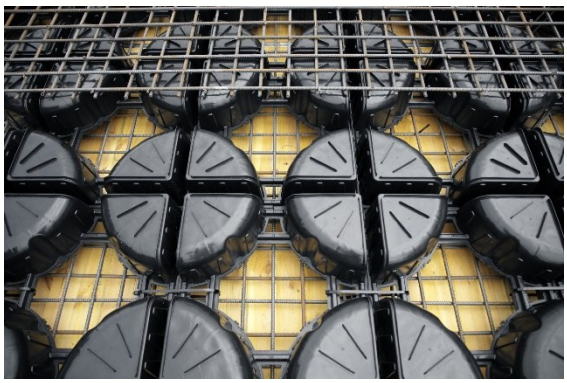


Figure 2 – Dalle COBIAX CLS

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME COBIAX CLS

La gamme de solutions COBIAX CLS est composée généralement d'une ligne désignée CLS-P, dans laquelle les vides sont composés de formes ellipsoïdales de différentes hauteurs, destinées à différentes épaisseurs de dalles.

Les modules de compartiment CLS de COBIAX CLS, désignés CLS-P-XXX, où XXX identifie la hauteur du vide en mm.



Figure 3 – Modules COBIAX CLS

Composé de vides de hauteur variable entre 80 mm et 560 mm pour des dalles d'épaisseurs de 200 mm à 800 mm

H = 0,20 m à 0,80 m

Les modules COBIAX CLS présentent une géométrie modulaire de configuration approximativement quadrangulaire en plan, avec des dimensions d'environ 0,60m×0,60m, conçue pour permettre leur répétition en maillage régulier à l'intérieur de la dalle. Chaque module est formé de volumes évidés à contour courbe, organisés selon des géométries semblables à des quarts de cercle, créant une composition interne arrondie et continue. Les modules servent simultanément de support aux armatures supérieures de la dalle.



Figure 4 – Module COBIAX CLS

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PARAMÈTRES PRINCIPAUX DES DALLES COBIAX CLS

Le tableau suivant incorpore toutes les données nécessaires à la correcte intégration des dalles COBIAX CLS aux fins de calcul, de détaillage et de quantification.

Épaisseur de la dalle (h)	[mm]	200	220	240	250	260	280	300	320	340	350	360	380	400
Module		CLS-P-110	CLS-P-130	CLS-P-150	CLS-P-150	CLS-P-170	CLS-P-170	CLS-P-190	CLS-P-210	CLS-P-230	CLS-P-230	CLS-P-250	CLS-P-270	CLS-P-290
Réduction de Charge	[kN/m²]	-1.14	-1.42	-1.71	-1.71	-1.99	-1.99	-2.27	-2.48	-2.70	-2.70	-2.92	-3.20	-3.41
Facteur de Correction de l'Inertie	[-]	0.95	0.94	0.92	0.93	0.91	0.93	0.91	0.89	0.88	0.89	0.88	0.85	0.85
Facteur de Réduction au Cisaillement	[-]	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41
Hauteur du Support (A)	[mm]	110	130	150	150	170	170	190	210	230	230	250	270	290
Hauteur du Vide (B)	[mm]	80	100	120	120	140	140	160	180	200	200	220	240	260
Nbre de Vides	[un/m²]	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
Volume du Vide	[m³/m²]	0.046	0.057	0.068	0.068	0.079	0.079	0.091	0.099	0.108	0.108	0.117	0.128	0.136
Réduction de CO_2	[ton/m²]	0.010	0.012	0.014	0.014	0.017	0.017	0.019	0.021	0.023	0.023	0.025	0.027	0.029
Espacement entre Modules (C)	[mm]	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600

Tableau 1 – Paramètres principaux pour le calcul et la quantification du système COBIAX CLS – Dalle de 0,20m à 0,40m.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Épaisseur de la dalle (h)	[mm]	440	450	460	480	500	520	550	560	600	620	650	700	760
Module		CLS-P-310	CLS-P-310	CLS-P-330	CLS-P-350	CLS-P-350	CLS-P-390	CLS-P-410	CLS-P-410	CLS-P-410	CLS-P-470	CLS-P-470	CLS-P-530	CLS-P-590
Réduction de Charge	[kN/m²]	-3.59	-3.59	-3.87	-4.13	-4.13	-4.38	-4.80	-4.80	-4.80	-5.47	-5.47	-5.98	-6.49
Facteur de Correction de l'Inertie	[-]	0.85	0.87	0.85	0.84	0.86	0.82	0.83	0.84	0.87	0.81	0.84	0.81	0.81
Facteur de Réduction au Cisaillement	[-]	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.36	0.35
Hauteur du Support (A)	[mm]	310	310	330	350	350	390	410	410	410	470	470	530	590
Hauteur du Vide (B)	[mm]	280	280	300	320	320	360	380	380	380	440	440	500	560
Nbre de Vides	[un/m²]	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
Volume du Vide	[m³/m²]	0.144	0.144	0.155	0.165	0.165	0.175	0.192	0.192	0.144	0.219	0.144	0.239	0.259
Réduction de CO_2	[ton/m²]	0.030	0.030	0.032	0.035	0.035	0.037	0.040	0.040	0.030	0.046	0.030	0.500	0.054
Espacement entre Modules (C)	[mm]	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600

Tableau 2 – Paramètres principaux pour le calcul et la quantification du système COBIAX CLS – Dalle de 0,44m à 0,76m.

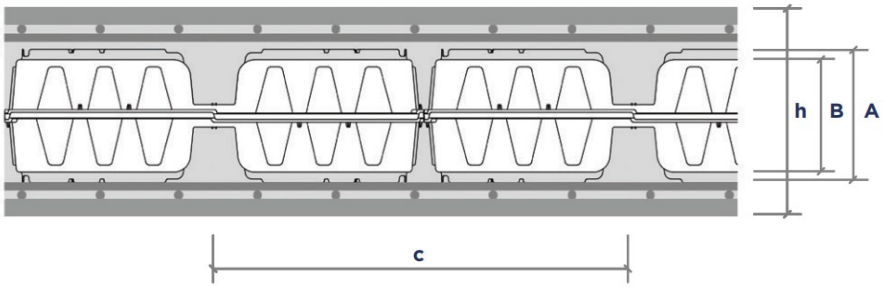


Figure 5 – Section type d'une dalle COBIAX CLS.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

CONFIGURATION DE LA SECTION DE DALLE

Le COBIAX CLS intègre dans sa constitution tous les espacements garantissant le maintien du volume de vide à distance des armatures, afin de respecter les enrobages sur la face interne du coffrage. Ainsi, le COBIAX CLS est directement posé sur l'armature inférieure et le coffrage lui-même sert d'appui aux armatures supérieures, sans aucune contrainte concernant l'ordre entre armature transversale et longitudinale.

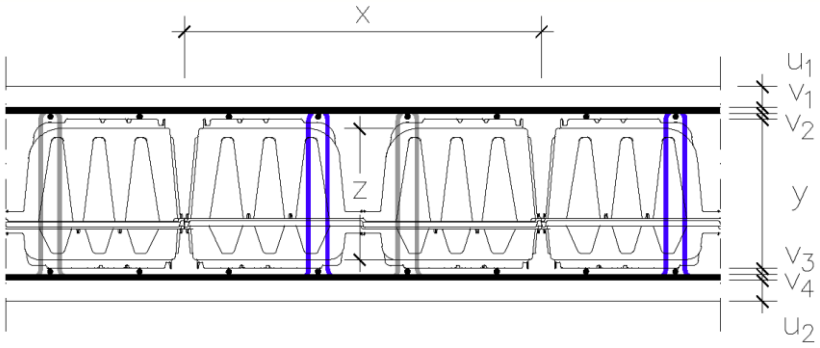


Figure 6 – Section type d'une dalle COBIAX CLS.

- z - Hauteur du volume de vide du COBIAX CLS ;
- y - Hauteur totale du coffrage
- x - Espacement entre vides
- v_1, v_2, v_3 et v_4 - diamètre des armatures ;
- u_1 et u_2 - Enrobage supérieur et inférieur

Une vérification importante à réaliser lors du processus de détaillage et de détail de la dalle COBIAX CLS concerne la composition et l'épaisseur finale de celle-ci, en tenant compte des enrobages définis, du diamètre des barres sélectionnées et de la dimension du vide COBIAX CLS en fonction de l'épaisseur définie au calcul (h).

$$t = u_1 + u_2 + v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + y + \text{tolérance de construction de 5-10 mm} < h$$

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES DU SYSTÈME COBIAX CLS

Le présent chapitre décrit les caractéristiques techniques associées au système COBIAX CLS et ses conditions en projet.

RÉSISTANCE À LA FLEXION

Le comportement en flexion des dalles COBIAX CLS est basé sur le même comportement que le COBIAX CBX, le comportement des systèmes d'allégement étant identique. Le COBIAX CBX a fait l'objet de recherches et de tests en laboratoire pour les différentes épaisseurs et configurations de dalles possibles, ce qui a permis de vérifier que ses performances sont, dans les situations courantes, identiques à celles d'une dalle pleine.
En pratique, le niveau des efforts dans une dalle est limité par des critères de déformabilité et le niveau des contraintes dans les différents codes et règlements, ce qui entraîne des positions de la ligne neutre au-dessus du vide COBIAX CLS, quelque part dans la lame de compression créée entre celui-ci et le bord de la dalle.
Ainsi, une dalle COBIAX CLS peut être conçue et dimensionnée comme une dalle pleine de même épaisseur après obtention des efforts correspondants selon le processus précédemment identifié, de sorte que le moment résistant d'une dalle COBIAX CLS est identique à celui d'une dalle pleine de même épaisseur.

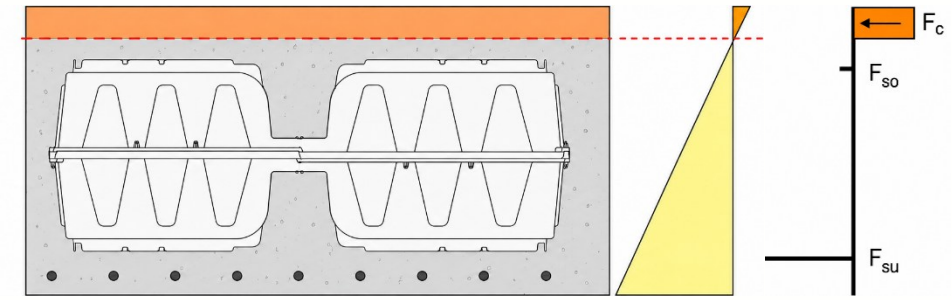


Figure 7 – Position de la ligne neutre au-dessus du vide dans la lame de compression.

Dans des cas spécifiques avec des charges élevées, il convient de déterminer la position de la ligne neutre ; cependant, la pratique démontre que les critères de déformabilité et les limitations sur la quantité d'armature empêchent que la ligne neutre se situe en dehors de la lame de compression.

RIGIDITÉ

L'une des caractéristiques de ce système est la réduction de l'inertie de la section par rapport à une dalle pleine de même épaisseur, résultant de la diminution de la section provoquée par l'introduction du vide.
L'introduction du système COBIAX CLS dans les dalles réduit, comme mentionné précédemment, l'inertie de la dalle à des niveaux variant entre 5 et 19% par rapport aux dalles pleines de même épaisseur, ce qui s'exprime par le facteur de correction respectif indiqué dans le Tableau 3 pour certaines configurations.
Les facteurs de correction de rigidité représentent les ratios du calcul tridimensionnel du moment d'inertie (I_{CB}) pour les dalles COBIAX CLS (tenant compte des vides et en supposant leur positionnement) et le moment d'inertie d'une dalle pleine (I), basant le calcul des valeurs sur la section non fissurée. Le tableau ci-dessous fournit les facteurs de correction d'inertie de (I_{CB} / I) pour différentes configurations de vides COBIAX CLS et épaisseurs de dalles, outre ceux indiqués précédemment dans le Tableau 3.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

COBIAX CLS		P-110	
Épaisseur de dalle [cm]	20	21	22
I_{CB} / I	0.95	0.96	0.97
COBIAX CLS		P-130	
Épaisseur de dalle [cm]	22	23	24
I_{CB} / I	0.94	0.95	0.95
COBIAX CLS		P-150	
Épaisseur de dalle [cm]	24	25	26
I_{CB} / I	0.92	0.93	0.93
COBIAX CLS		P-170	
Épaisseur de dalle [cm]	26	27	28
I_{CB} / I	0.91	0.91	0.93
COBIAX CLS		P-190	
Épaisseur de dalle [cm]	28	29	30
I_{CB} / I	0.89	0.90	0.91
COBIAX CLS		P-210	
Épaisseur de dalle [cm]	32	33	34
I_{CB} / I	0.89	0.90	0.91
COBIAX CLS		P-230	
Épaisseur de dalle [cm]	34	35	36
I_{CB} / I	0.88	0.89	0.91
COBIAX CLS		P-250	
Épaisseur de dalle [cm]	36	37	38
I_{CB} / I	0.88	0.88	0.88
COBIAX CLS		P-270	
Épaisseur de dalle [cm]	38	39	40
I_{CB} / I	0.85	0.88	0.88
COBIAX CLS		P-290	
Épaisseur de dalle [cm]	40	41	42
I_{CB} / I	0.85	0.85	0.88
COBIAX CLS		P-310	
Épaisseur de dalle [cm]	44	45	46
I_{CB} / I	0.85	0.87	0.88
COBIAX CLS		P-330	
Épaisseur de dalle [cm]	46	47	48
I_{CB} / I	0.85	0.85	0.87
COBIAX CLS		P-350	
Épaisseur de dalle [cm]	48	49	50
I_{CB} / I	0.84	0.85	0.96
COBIAX CLS		P-370	
Épaisseur de dalle [cm]	50	51	52
I_{CB} / I	0.84	0.84	0.85
COBIAX CLS		P-390	
Épaisseur de dalle [cm]	52	53	54
I_{CB} / I	0.82	0.84	0.84
COBIAX CLS		P-410	
Épaisseur de dalle [cm]	56	57	58
I_{CB} / I	0.84	0.84	0.85
COBIAX CLS		P-470	
Épaisseur de dalle [cm]	62	63	64
I_{CB} / I	0.81	0.82	0.84
COBIAX CLS		P-530	
Épaisseur de dalle [cm]	70	71	72
I_{CB} / I	0.81	0.81	0.84
COBIAX CLS		P-590	
Épaisseur de dalle [cm]	76	77	78
I_{CB} / I	0.81	0.81	0.81

Tableau 3 – Facteurs de correction de rigidité du système COBIAX CLS.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

CISAILLEMENT

La méthodologie de vérification à l'effort tranchant de la dalle COBIAX CLS est basée sur les mêmes principes développés et validés pour le système COBIAX CBX, approuvés par l'Institut Allemand de Technologie de la Construction (DIBt) sous l'enregistrement de l'Approbation Technique Nationale Z-15.1-307. Pour le système COBIAX CLS, cette approche a été réévaluée, testée et validée de manière analogue, donnant lieu à l'approbation DIBt Z-15.1-352, qui constitue la base normative spécifique du présent chapitre.
Le concept de base part du constat que, dans une dalle allégée, le calcul direct de l'effort tranchant sur la base de la plus petite largeur disponible de la section — critère classique des dalles allégées traditionnelles — serait excessivement conservateur. Cette largeur minimale n'intervient qu'en un point singulier (extrémité de la zone X pour le COBIAX CLS), augmentant rapidement dans toutes les directions à partir de ce point. Les essais en laboratoire conduits dans le cadre de l'approbation Z-15.1-307 ont démontré, pour le système COBIAX CBX, une résistance au cisaillement significativement supérieure à celle résultant de ce critère.
Il en résulte que la vérification à l'effort tranchant doit suivre la Clause 6.2.2 de l'EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale respective, avec le remplacement de l'équation (6.2.a) par l'expression suivante pour la résistance au cisaillement de la dalle COBIAX CLS sans armature spécifique d'effort tranchant :

$$V_{Rd,c,cobiax} = \boldsymbol{f} \cdot \left[\frac{0{,}15}{\gamma_c}\, \kappa \left(100\, \rho_l\, f_{ck}\right)^{1/3}\right] b\, d$$

Où :

- f — facteur de réduction tenant compte de la moindre résistance au cisaillement due aux vides :
  - f = 0,45 pour épaisseur h = 200 mm
  - f = 0,40 pour épaisseurs h ≥ 480 mm
  - Interpolation linéaire autorisée pour les valeurs intermédiaires.
  - Pour les appuis d'extrémité (appuis de dalles simplement appuyées ou appuis extrêmes de dalles continues) et pour les dalles de grande épaisseur, le facteur f doit être réduit linéairement de f = 0,40 (h = 480 mm) à f = 0,35 (h = 760 mm).

En raison de la variabilité de ce facteur selon son positionnement en plan, il est recommandé, par simplification, d'utiliser les valeurs les plus conservatives de ces deux conditions. Les valeurs de f dans le Tableau 1 et le Tableau 2 sont basées sur le type de coffrage utilisé, selon le critère de travée d'extrémité.
Outre la réduction de la résistance à l'effort tranchant, il convient de tenir compte de ce qui suit :

- Les équations (6.2.b) et (6.4) de l'EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale respective ne peuvent pas être utilisées dans cette vérification.
- La dalle COBIAX CLS a des exigences d'armature minimale d'effort tranchant obligatoire. Dans toutes les zones de vide, une armature minimale de cisaillement doit être installée, remplissant simultanément les fonctions d'armature de liaison et d'armature de robustesse de l'ensemble :
  - Au minimum, 4 ensembles d'armature transversale de Ø ≥ 8 mm (4 Ø 8) dans chaque zone intermédiaire (zone X) entre modules — voir Figure 8
  - Les ensembles doivent être dimensionnés, en termes de forme, comme armatures de cisaillement selon les Clauses 9.2.2 et 9.3.2 de l'EN 1992-1-1.
  - Ils doivent traverser toute la hauteur de la dalle allégée (en respectant l'enrobage) et être correctement ancrés dans les zones comprimées et tendues.
  - La disposition en plan des ensembles dans la zone X doit suivre la Figure 8 et la Figure 9.

Cette armature minimale est obligatoire en toutes circonstances, même lorsqu'une armature de liaison n'est pas mathématiquement nécessaire (c'est-à-dire même si le bétonnage est effectué sans interruption et qu'aucune vérification d'adhérence n'est requise).
L'armature minimale de cisaillement (ou de liaison) ne peut pas être comptabilisée mathématiquement dans la résistance au cisaillement, $V_{Rd,c,COBIAX}$ de la dalle COBIAX CLS.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

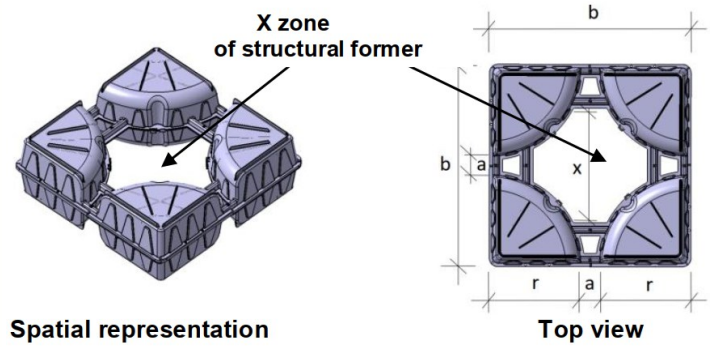


Figure 8 – Définition de la zone X

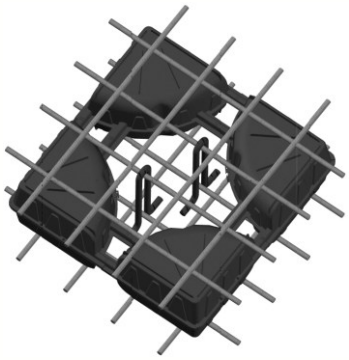


Figure 9 – Position des omégas à l'intérieur de la Zone X

POINÇONNEMENT

En raison des limitations en termes d'efforts tranchants, les zones à forte concentration de forces de cisaillement, comme par exemple autour des poteaux dans les dalles champignon, doivent être exécutées sans incorporation de vides COBIAX CLS, le périmètre critique de poinçonnement devant se situer dans la zone pleine de la dalle.
Les considérations sur le cisaillement et le poinçonnement dans ces zones sont identiques à celles prises en compte pour les dalles pleines courantes, et il est recommandé de vérifier catégoriquement que le périmètre de détermination pour le poinçonnement est situé dans la zone pleine, comme présenté dans le dessin ci-dessous.
Il convient de noter également que la réduction du poids propre inhérente à l'application du système COBIAX CLS réduit effectivement les conditions liées aux efforts de poinçonnement, permettant la réduction des armatures spécifiques à cet effet.

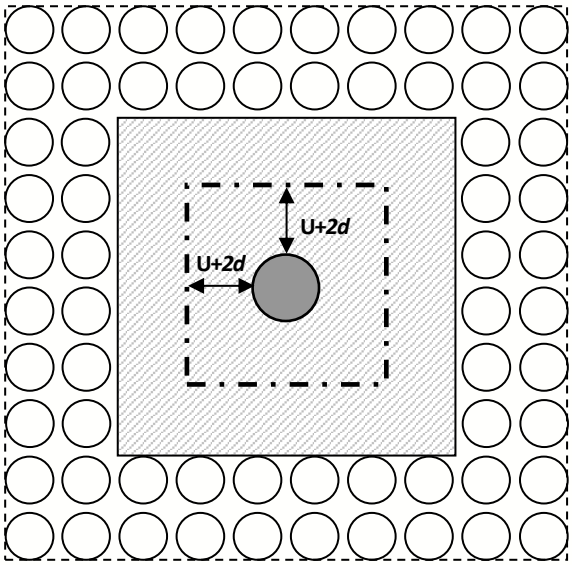


Figure 10 – Zone pleine pour le poinçonnement

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

CHARGES PONCTUELLES

Dans la zone des éléments allégés, la valeur caractéristique des charges ponctuelles ne peut pas dépasser 10 kN sur une surface minimale d'application de 100 mm × 100 mm. Les zones tendues de la dalle allégée affectées par celles-ci doivent être armées.
Pour les poteaux, charges ponctuelles et réactions d'appui concentrées dépassant 10 kN, l'EN 1992-1-1 s'applique conjointement avec l'EN 1992-1-1/NA, section 6.4.
Les zones de poinçonnement doivent être exécutées comme des zones pleines à section totale, sans éléments allégés. La dimension des zones pleines de poinçonnement est définie comme suit :

a) Définition des zones pleines par la vérification à l'effort tranchant, en tenant compte de la résistance à l'effort tranchant réduite de la dalle allégée , $V_{Rd,c,cobiax}$. conformément à la section Chapitre du Cisaillement.
b) Pour les dalles sans besoin d'armature de poinçonnement, la zone d'application de la charge , A_{load}. et la zone qui s'étend au minimum 2,0 *d* au-delà du périmètre de contrôle critique, ou la zone nécessaire jusqu'à atteindre la résistance à l'effort tranchant de la dalle allégée (la valeur la plus grande étant déterminante) doivent être dimensionnées en section pleine. Pour les dalles avec chapiteau, le périmètre de contrôle critique se situe en dehors du chapiteau.
c) Pour les dalles nécessitant une armature de poinçonnement, en complément de b), il doit être vérifié que la zone pleine s'étend 2,0 *d* au-delà de la rangée d'armature la plus extérieure. Dans le cas contraire, les zones pleines doivent être étendues en conséquence.

La valeur la plus grande parmi les points a), b) et c) mentionnés ci-dessus s'applique.

JOINT DE REPRISE

Avec le bétonnage en deux phases d'une dalle COBIAX CLS, une joint horizontale est créée et si l'intervalle de temps entre les deux phases de bétonnage est suffisant pour que la première couche ait entièrement durci, le bétonnage de la deuxième couche doit être considéré comme un joint froid de bétonnage ; cependant, les armatures ***Oméga/S*** (minimum 4 branches de Ø8) obligatoires dans la dalle COBIAX CLS fonctionnent comme ancrages et confèrent une armature de cisaillement suffisante pour la vérification du joint.

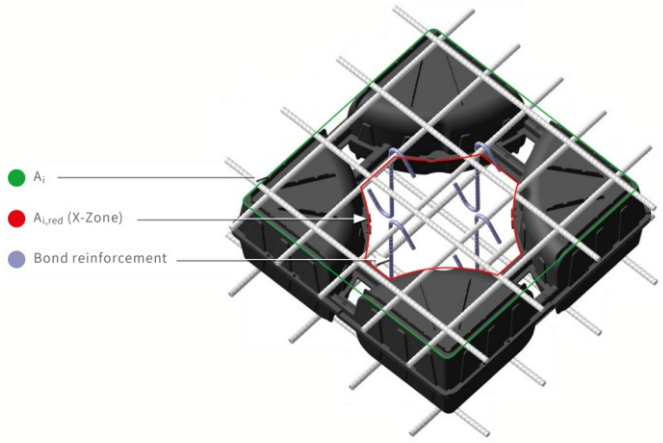


Figure 11 – Exemple de renforcement dans la zone X d'une dalle Cobiax CLS

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

EFFORTS HORIZONTAUX

Les propriétés dynamiques d'une construction et son comportement face à un séisme ou un autre type de charges horizontales doivent être évalués individuellement, projet par projet, avec les méthodes de vérification recommandées par les codes respectifs ; cependant, l'importance de la masse du bâtiment et en particulier des dalles est bien connue, notamment en amplifiant les effets de ce type d'actions, de sorte que la réduction de charge permanente apportée par la présence des vides à l'intérieur de la dalle a un effet bénéfique sur le comportement des structures.

Pour certaines exigences d'utilisation d'une structure, le comportement modal de la structure devient pertinent et important.

Dans une vaste investigation théorique, la fréquence naturelle d'une dalle allégée COBIAX CLS présente un comportement modal supérieur par rapport à une dalle pleine de même épaisseur, pouvant présenter une fréquence naturelle jusqu'à 12% supérieure à une dalle pleine conventionnelle.

En ce qui concerne la transmission des efforts normaux dans le plan de la dalle, la dalle COBIAX CLS, malgré la présence des vides, continue de fonctionner comme une plaque rigide capable de transférer les charges horizontales dues au vent, à l'inclinaison de la construction, aux séismes et aux variations de température vers les appuis.

Dans son dimensionnement, les lames de béton supérieure et inférieure de la dalle COBIAX CLS peuvent être considérées comme des sections rectangulaires équivalentes afin de simplifier et de les dimensionner pour les forces axiales. Pour des forces élevées, comme le cas de dalles post-contraintes dépassant la capacité de la section équivalente, il est recommandé de prévoir des bandes pleines sur ces alignements.

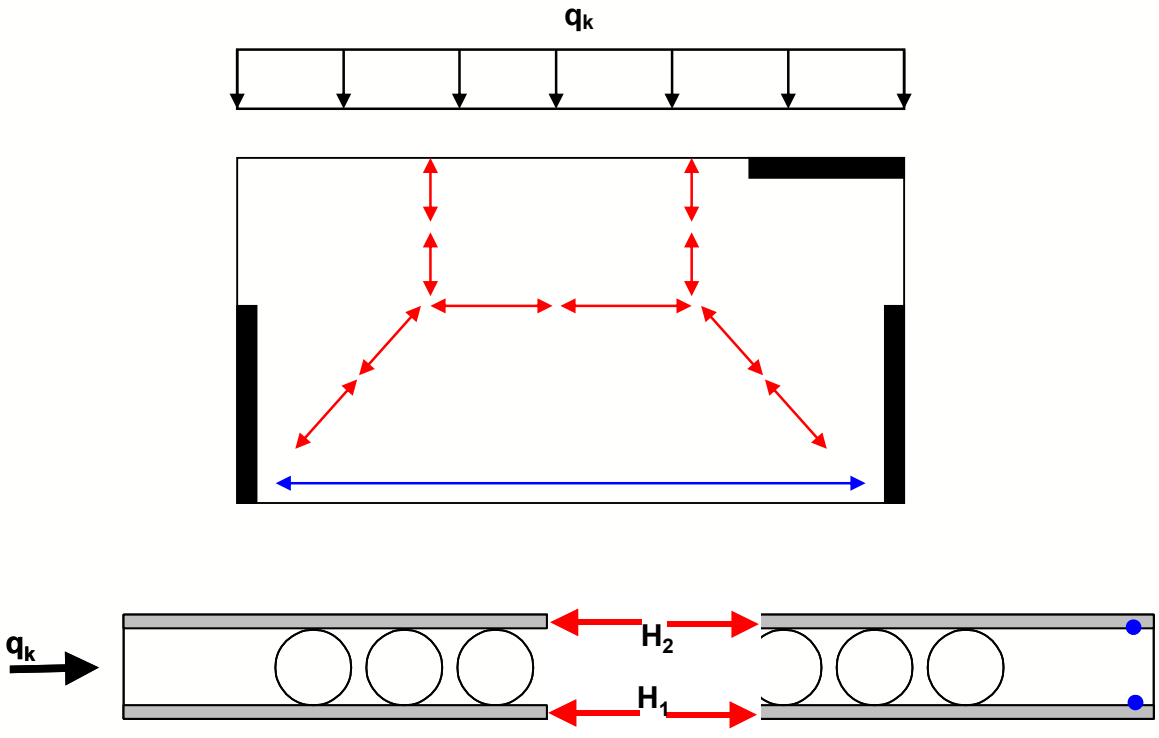


Figure 12 – Comportement Diaphragme de la Dalle Cobiax

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PROTECTION CONTRE L'INCENDIE

Quel que soit le code ou le règlement utilisé, le paramètre pertinent pour les critères de dimensionnement guidant la classification de résistance au feu des dalles en béton est l'enrobage de béton entre la surface exposée de la dalle et la première couche d'armature.
Des tests de résistance au feu en laboratoires spécialisés avec des échantillons de dalle ont démontré que le paramètre et le critère utilisés pour les dalles pleines doivent être utilisés sans aucune limitation pour les dalles COBIAX CLS et que celles-ci peuvent résister au feu de la même manière que les dalles pleines.
Il convient de souligner que la propagation de chaleur enregistrée lors des tests de résistance au feu des échantillons de dalle COBIAX CLS est identique à celle enregistrée dans les dalles pleines. Il a également été constaté que les vides existants dans une dalle COBIAX CLS ont un effet retardateur sur le processus de désintégration de la surface de béton exposée, car les vides absorbent la concentration de pression de vapeur interne (provenant de l'humidité du béton) qui se produit dans le béton, et qui autrement presserait immédiatement le béton dans l'enrobage de la dalle ; cependant, ce bénéfice n'est pas quantifiable.
S'ils sont exposés à un feu direct, les coffrages COBIAX CLS (fabriqués en HD-PE ou PP) se décomposeraient en H_2O et CO_2, qui ne sont pas nocifs.
Pour garantir la résistance au feu des dalles COBIAX CLS, l'espacement de l'armature de flexion doit être augmenté à partir de la face inférieure de la dalle (a_{HK}, Figure 13), de la même manière que pour les dalles pleines. Pour la vérification de la résistance au feu, la température de l'armature de flexion structurellement efficace est déterminée conformément à l'EN 1992-1-2, en tenant compte de la géométrie de la section transversale. Cette température ne doit pas être supérieure à la température résultant de l'EN 1992-1-2 pour l'acier d'armature d'une dalle pleine en béton armé avec la même durée de résistance au feu.
Il est possible de spécifier toute durée au feu, en fonction des résultats du calcul effectué conformément à l'EN 1992-1-2.
Indépendamment de la durée de résistance au feu, une valeur minimale de $d_{2,HK} \geq 7$ cm (voir Figure 13) doit être respectée pour la distance entre la surface du module de vide (sans la bande d'espacement du module de vide) et le bord inférieur de la dalle.

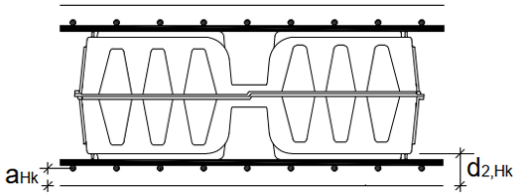


Figure 13 – Distances pertinentes pour la résistance au feu

Lorsque les éléments d'installation COBIAX CLS, CLS-P-110 à CLS-P-190 sont utilisés, outre les spécifications relatives aux épaisseurs minimales, les épaisseurs des dalles en béton armé ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées dans le Tableau 4.

Type COBIAX CLS	CLS-P-110	CLS-P-130	CLS-P-150	CLS-P-170	CLS-P-190
Épaisseur minimale de dalle h_{min} [cm]	21	23	25	27	29

Tableau 4 – Épaisseur minimale pour dalle CLS de CLS-P-110 à CLS-P-190

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

ISOLATION ACOUSTIQUE

Les deux principaux paramètres pour la classification de l'insonorisation des dalles sont :
- Isolation aux bruits aériens ;
- Isolation aux bruits d'impact.

Les tests de comportement acoustique réalisés sur des dalles COBIAX CBX, aussi bien sur des échantillons en laboratoires spécialisés que sur des constructions complètes dans le but de calculer leur comportement acoustique et de comparer les résultats avec le comportement des dalles pleines, ont permis de définir une méthode adéquate de classification de l'isolation.
L'interprétation des mesures réalisées montre que pour la dalle COBIAX CBX, les mêmes méthodes d'évaluation de l'insonorisation déjà utilisées pour les dalles pleines peuvent être appliquées.
Il en va de même pour la dalle COBIAX CLS.
Dans tous les cas, pour les bruits d'impact et les bruits aériens, l'élément principal pour évaluer le degré d'insonorisation fourni par les dalles en béton est la masse moyenne par mètre carré de la zone étudiée ; diverses publications fournissent ces données en fonction de l'épaisseur et de la masse respective.
L'évaluation de l'insonorisation d'une dalle COBIAX CLS peut ainsi être réalisée en recourant à une épaisseur de dalle équivalente.

ISOLATION THERMIQUE

Les vides créés par les modules COBIAX CLS influencent la conductivité thermique de la dalle. Théoriquement, ils ont un effet positif sur le transfert de chaleur à travers la dalle et par conséquent sur l'isolation thermique de celle-ci. Cependant, l'effet est insignifiant pour une application pratique du système, car seulement 5 à 10% d'amélioration pourrait être atteint (pour une dalle plate sans aucun isolant).
L'amélioration de l'isolation thermique devient encore plus faible lorsqu'elle est observée comme une dalle isolée, où le matériau d'isolation thermique fournit la majeure partie des performances.

PRÉCONTRAINTE

La combinaison de la précontrainte avec une dalle COBIAX CLS est l'un des principes possibles et, lorsque les deux effets sont combinés, il est possible d'obtenir des facteurs positifs en termes économiques et des solutions très efficientes.

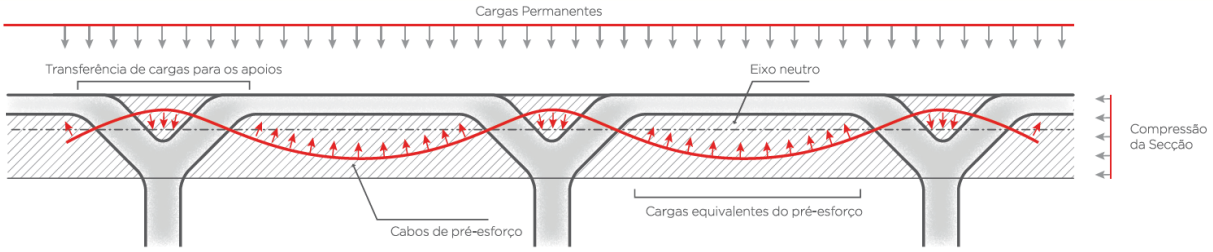


Figure 14 – Charges équivalentes de la précontrainte sur la dalle COBIAX CLS

La précontrainte par le contrôle du poids propre à travers les forces équivalentes imposées sur la dalle et l'avantage de la réduction de poids propre présente dans une dalle COBIAX CLS rendent cette solution particulièrement avantageuse par rapport aux solutions plus conventionnelles.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

DURABILITÉ

L'industrie de la construction civile est l'un des secteurs générant le plus fort impact direct sur l'environnement, la production de ciment étant l'une des principales sources d'émissions de CO_2.
Lors de la production d'une dalle en béton armé, la production de matériaux de construction entraîne des émissions de CO_2 liées aux matières premières et à l'énergie. La majeure partie des émissions de CO_2 dans la production de béton est due à la production de ciment, en raison de la forte consommation d'énergie (thermique et électrique) et des émissions de CO_2 résultant principalement de la décarbonatation du calcaire lors de la production du ciment.
Dans une étude menée par l'Institut Fraunhofer, il a été possible de montrer et de quantifier le potentiel de la technologie COBIAX dans la réduction des émissions de CO_2 lors de la fabrication des dalles.

CAS D'ÉTUDE

Dans l'analyse, une émission moyenne de CO_2 de 0,70 kg par kg de ciment a été considérée. Pour la production de ciment, un supplément de béton de 0,63 kg de CO_2 par m³ de dalle est supposé et pour la production d'acier de renforcement, une émission de CO_2 de 1,73 kg par kg d'acier a été considérée.
Pour une dalle pleine conventionnelle, les valeurs de consommation suivantes ont été obtenues :

Dalle pleine	Masse [kg/m³ de dalle]	Émissions de CO_2 [kg/kg émis]	Émissions de CO_2 [kg/m³ de dalle]
Ciment	300	0,70	210,00
Béton (hors ciment)	2,200	0,0003	0,63
Acier	145	1,73	250,85
		Total	461,48

Tableau 5 – Émissions de CO_2 lors de la production d'une dalle pleine conventionnelle par m³.

Dans une autre approche, une dalle allégée similaire avec la technologie du système COBIAX a été considérée. L'introduction des vides a permis d'économiser 17% de l'acier de renforcement nécessaire, selon un calcul comparatif. La consommation d'énergie dans la production d'un vide COBIAX avec 100% de matériaux recyclés est d'environ 0,04 kWh par pièce. En supposant une production de CO_2 de 0,70 kg par kWh, il y a une émission de CO_2 de 0,34 kg par m³ de dalle.
Pour une dalle COBIAX CLS similaire à la dalle pleine conventionnelle considérée, les valeurs de consommation suivantes ont été obtenues :

Dalle COBIAX CLS	Masse [kg/m³ de dalle]	Émissions de CO_2 [kg/kg émis]	Émissions de CO_2 [kg/m³ de dalle]
Ciment	210	0,70	147,00
Béton (hors ciment)	1,540	0,0003	0,44
Acier	120	1,73	207,60
Module COBIAX CLS	10	0,03	0,34
Treillis métalliques	8	1,73	13,84
		Total	369,22

Tableau 6 – Émissions de CO_2 lors de la production d'une dalle COBIAX CLS par m³.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Cela résulte en des émissions de CO_2 d'environ 369,22 kg pour une dalle avec la technologie COBIAX CLS.
Pour le bilan comparatif de la quantité d'émissions de CO_2 entre les deux types de dalles présentés, on a l'expression suivante :

$\Delta = 461,48 - 369,22 = 92,26 \text{ kg/m}^3$

En résumé, on obtient une économie de 92,26 kg de CO_2 par m³ de dalle en comparaison directe avec la dalle pleine conventionnelle, soit une réduction de l'ordre de 20%.
La durabilité des ressources naturelles prend une importance croissante de nos jours ; l'utilisation de matériaux recyclés pour la constitution des vides et la réduction des besoins en béton permettent au système COBIAX CLS de favoriser, par lui-même, une structure à moindre impact environnemental et une réduction significative des émissions de CO_2 inhérentes au processus constructif.

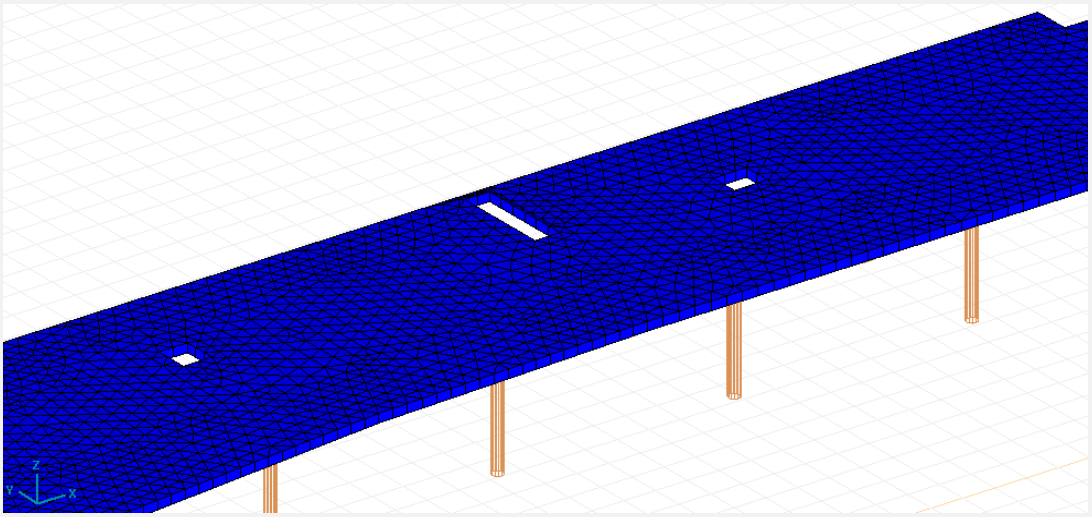
FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PROCESSUS DE CALCUL D'UNE DALLE COBIAX CLS

Ce chapitre décrit le processus de calcul d'une dalle COBIAX CLS à l'aide d'un logiciel d'éléments finis. Ce processus est fondé sur les méthodes couramment utilisées pour la conception structurale de dalles pleines et est compatible avec tout code ou règlement en vigueur.
L'exemple inclus est basé sur le logiciel EF « Axis VM9 », toutefois les principes sous-jacents sont applicables à tout logiciel d'éléments finis permettant le calcul de dalles pleines.

ÉTAPE 1 - HYPOTHÈSES, DONNÉES INITIALES ET PARAMÈTRES COBIAX CLS

Définissez les données initiales conformément aux hypothèses de la structure, telles que la géométrie de la dalle, les appuis, les charges et les matériaux, de la même manière que vous le feriez pour une dalle pleine, en assumant dès le départ l'épaisseur de dalle souhaitée. Sur la base de l'épaisseur de dalle définie, sélectionnez le vide COBIAX CLS que vous souhaitez utiliser en tenant compte de la réduction de charge et du facteur de correction de l'inertie conformément aux paramètres du Tableau 1 de ce manuel.



Modèle de calcul d'une dalle (visualisation 3D) contenant quelques ouvertures et supporté par des colonnes

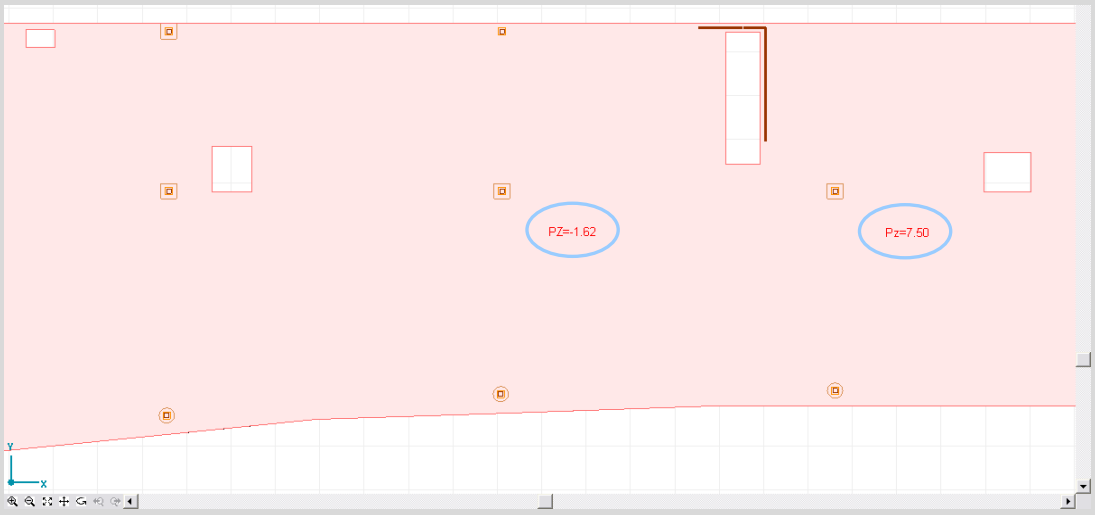
Paramètres génériques de calcul
E = 34000 N/mm²; δ = 25 kN/m³; enrobage = 25 mm; épaisseur h = 300 mm

Paramètres du système COBIAX CLS sélectionné P-190
Réduction de charge permanente - 2.27 kN/m²
Facteur de correction d'inertie - 0.91

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

ÉTAPE 2 - MODÈLE DE CHARGE PERMANENTE SUPPLÉMENTAIRE

En règle générale, observable dans un large ensemble d'essais, la zone allégée représente approximativement 70 à 80 % de la surface totale de la dalle. Toutefois, pour le pré-dimensionnement, il est recommandé d'utiliser une valeur ne dépassant pas 70 % pour la réduction de la charge permanente lors de la première phase du calcul.
Nous proposons donc de créer un cas de charge permanente supplémentaire représentant la réduction de charge provenant des vides COBIAX CLS à installer, conformément à la sélection effectuée au point précédent. Cette charge devra être de sens inverse au poids propre de la dalle pris en compte automatiquement.



Poids propre de la dalle pleine: 0,3 m x 25 kN/m^3 = 7,50 kN/m^2
Réduction de charge permanente: 0.70 x -2,27 kN/m^2 = -1,59 kN/m^2

ÉTAPE 3 - MODIFICATION DE L'INERTIE DE LA DALLE

Pour tenir compte de la réduction d'inertie de la dalle due à l'introduction du système COBIAX CLS, vous devrez, selon les possibilités offertes par votre logiciel, effectuer l'une des opérations suivantes :
- Modifiez le module d'élasticité du béton de la dalle en l'affectant du coefficient constant du Tableau 1 ;
- Modifiez l'inertie des éléments de dalle en les affectant du facteur de correction indiqué dans le Tableau 1 ;
Calculez la déformation résultante en incorporant dans le modèle le schéma de réduction de charge permanente et l'inertie modifiée. Vérifiez si vos critères sont respectés ; si ce n'est pas le cas, augmentez l'épaisseur de votre dalle.

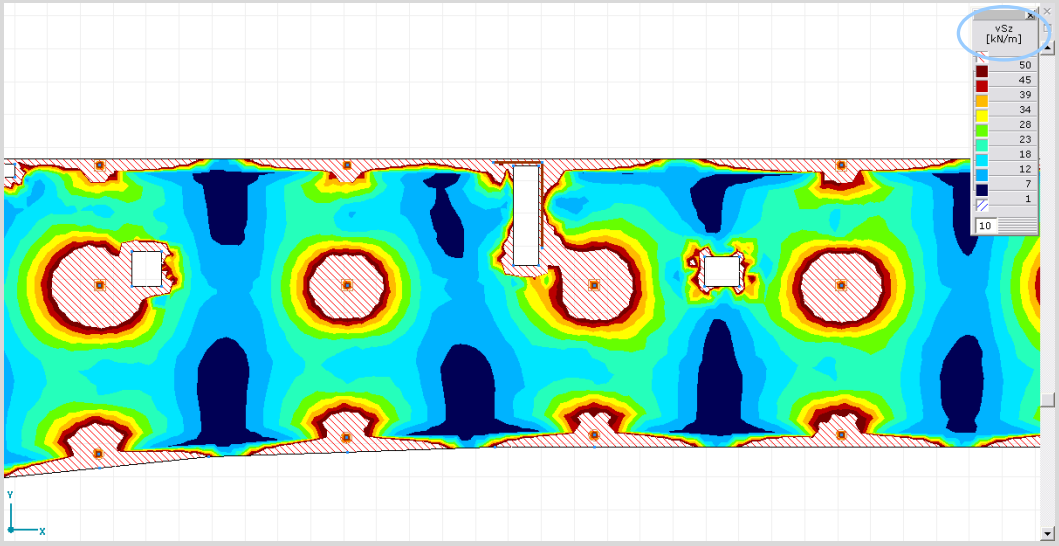
Modification de E: 0,91 x 34000 N/mm² = 30940 N/mm²
Modification du facteur de rigidité global de 1 à 0,91
Selon le logiciel utilisé, celui-ci présente le calcul de la déformation linéaire (État I, élastique) ou non linéaire et permet de calculer la déformation à long terme (État II). Pour le cas linéaire, les valeurs de déformation élastique obtenues à partir du calcul sont traitées de la même manière que pour les dalles pleines en ce qui concerne l'évaluation de la déformation à long terme.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

ÉTAPE 4 - CRITÈRE DE RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT ET IDENTIFICATION DE LA ZONE PLEINE

Calculez manuellement la résistance au cisaillement maximale admissible V_{cd} pour une dalle pleine de même épaisseur et multipliez cette valeur par le facteur de correction au cisaillement indiqué dans le Tableau 1 afin d'obtenir la résistance au cisaillement de la dalle dans la zone allégée.
Visualisez la distribution des efforts tranchants dans votre modèle et identifiez les zones de la dalle dans lesquelles cette valeur dépasse la capacité de résistance au cisaillement de la zone allégée ; naturellement, les modules COBIAX CLS ne devront pas être placés dans ces zones.

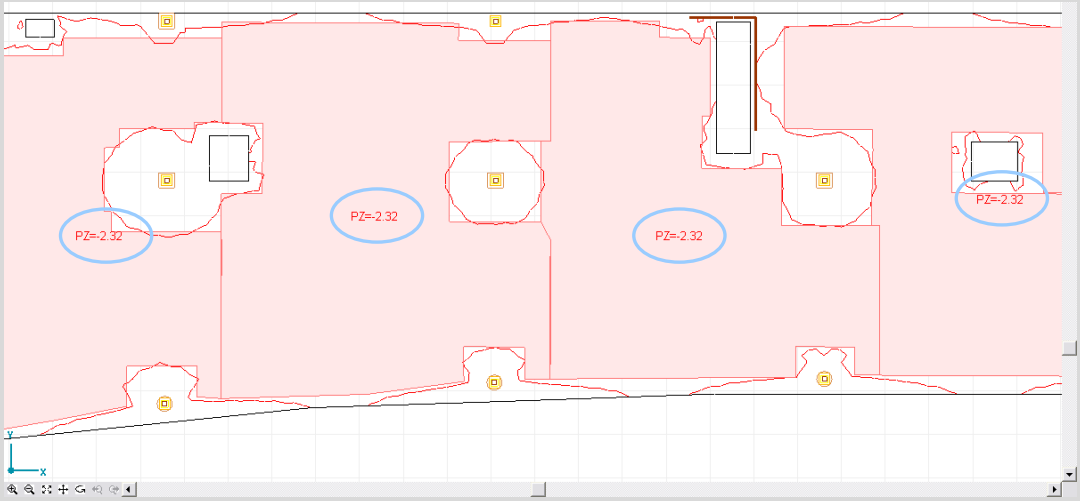
On suppose que pour l'exemple, V_{cd} = 100 kN/m
Facteur de réduction au cisaillement pour le COBIAX CLS P-190: 0.43
Dans la zone de dalle allégée : $V_{cd,COBIAX\ CLS}$ = 0.43 x 100 kN/m = 43 kN/m
La distribution des efforts tranchants dans la dalle calculée en maintenant le cas de réduction de charge permet d'identifier les zones où ces valeurs dépassent la force de cisaillement maximale admissible $V_{cd,COBIAX\ CLS}$.



FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

ÉTAPE 5 - AFFINEMENT DU CAS DE RÉDUCTION DE CHARGE

Cette étape n'est requise que si vous souhaitez un plus grand raffinement et une plus grande précision des valeurs d'efforts, notamment dans les éléments verticaux et les fondations, étant donné que leur redistribution dans la dalle entraînera une réduction tant des efforts que des déformations.
En utilisant les contours des zones pleines identifiées précédemment, redéfinissez le cas de réduction de charge permanente en appliquant 100 % de la valeur de réduction indiquée dans le Tableau 1 aux zones allégées et en retirant cette charge des zones pleines.

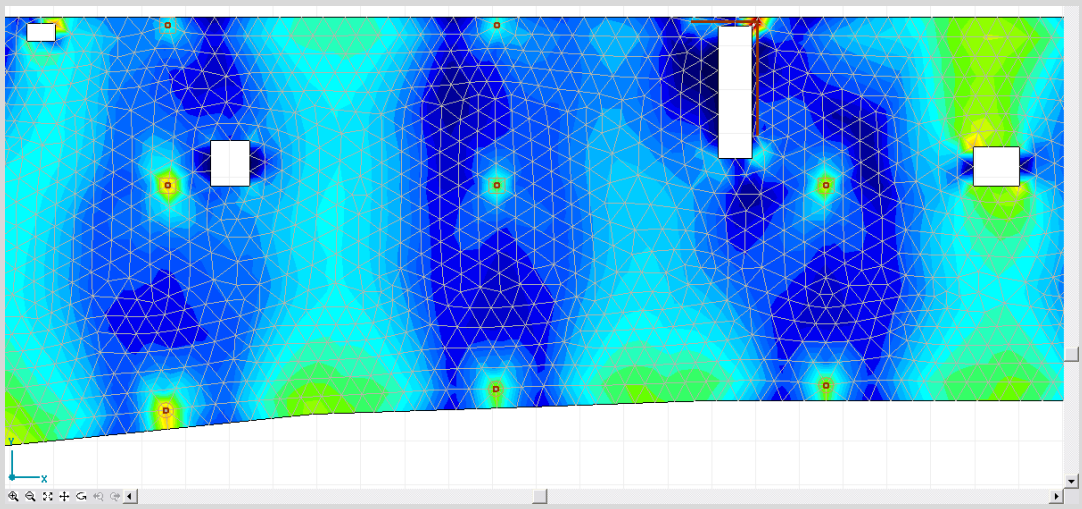


Le schéma de réduction de charge permanente de l'étape 2 est supprimé et un nouveau schéma, avec une charge de sens inverse au poids propre égale à 100 % de la valeur du Tableau 1, est appliqué uniquement dans les zones allégées:
1.00 x -2.27 kN/m² = -2.27 kN/m²

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

ÉTAPE 6 - VÉRIFICATION ET DÉTAILLAGE DE LA SECTION DE DALLE

À partir de l'analyse des efforts et du dimensionnement des armatures et des enrobages nécessaires, il est important de vérifier la conformité de la section préconisée, notamment en constatant sa faisabilité.
La somme des enrobages, des diamètres des barres et de la hauteur du COBIAX CLS devra être inférieure ou égale à l'épaisseur de dalle définie. Dans le cas contraire, vous devrez redéfinir les barres à utiliser ou augmenter l'épaisseur de la dalle. Si elle est inférieure, cette différence peut être compensée par des cales placées à cet effet.



Distribution des efforts aux états limites ultimes

Vérification de section après sélection de l'armature
Enrobage : 25 mm
Diamètre des barres de l'armature inférieure : 12 et 16 mm (directions x et y dans la zone allégée)
Diamètre des barres de l'armature supérieure : 12 mm (directions x et y dans la zone allégée)
Hauteur du module P-190 : 190 mm

→ Σ 25mm + 25mm + 12mm + 16mm + 12mm + 12mm + 190 mm = 292 mm
→ 292 mm ≤ 300 mm

La section est correctement dimensionnée avec une tolérance de construction de 8 mm.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

DÉTAILLAGE

PLANS D'IMPLANTATION/GÉOMÉTRIE

Pour un montage correct des modules COBIAX CLS sur le chantier, des plans géométriques doivent être produits, incluant la caractérisation, la quantité, l'orientation et les cotes d'implantation des vides, de sorte que, conjointement avec les plans géométriques du coffrage et le détaillage des armatures, ils permettent l'exécution des travaux de la dalle.

- Les plans d'implantation du système doivent contenir les éléments suivants :
- Cotes relatives aux axes ou à la limite de la structure pour l'implantation des vides ;
- Section caractéristique de la dalle identifiant les hauteurs du Module COBIAX CLS et des lames ;
- Dimensions des oméga
- Notes générales sur l'utilisation, la manipulation et le montage d'une dalle COBIAX CLS.

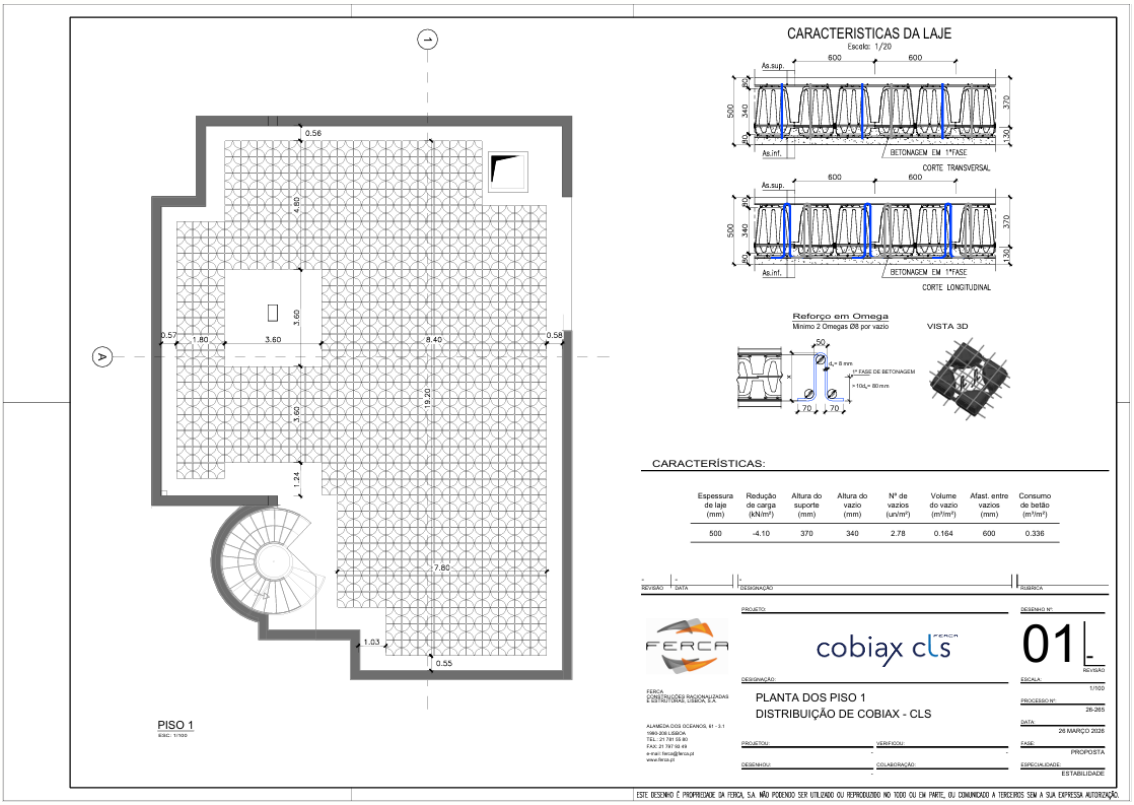


Figure 15 – Plan de distribution COBIAX CLS

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Lors de la distribution du système COBIAX CLS, les principes suivants doivent être respectés:

- La distribution du système COBIAX CLS doit respecter les zones où l'effort tranchant dépasse la capacité de la dalle en laissant ces zones pleines, voir Figure 10,
- L'espacement entre axes des vides COBIAX CLS doit respecter les dimensions mentionnées dans le Tableau 1 de ce document, sauf indication spécifique contraire,
- Le long du bord de la dalle et des ouvertures, il est recommandé de laisser une bande pleine d'environ 0,30 m même si l'effort tranchant de la dalle n'est pas dépassé, afin d'éviter l'interférence des modules COBIAX CLS avec d'éventuelles armatures de renfort des bords.

INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES

Le système COBIAX CLS étant un système modulaire, la compatibilité avec diverses installations à réaliser dans la dalle est possible. Les implications sur la disposition des modules COBIAX CLS doivent être prévues à l'avance et indiquées dans les plans de distribution. Les vides peuvent être retirés individuellement pour le passage de tubes ou en lignes pour le passage d'installations diverses, par exemple l'application de post-contrainte dans la dalle.



Figure 16 - Exemples d'installations diverses et systèmes de post-contrainte dans une dalle COBIAX CLS

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

MONTAGE D'UNE DALLE COBIAX CLS

Le montage d'une dalle COBIAX CLS se compose de diverses procédures, depuis les facteurs logistiques et le transport du matériel jusqu'au processus d'assemblage du produit et aux procédures lors de son exécution sur le chantier. Consulter le Manuel de Procédures du système.

L'exécution d'une dalle COBIAX CLS respecte intégralement les mêmes principes et procédures que le montage d'une dalle pleine. Les modules sont placés directement sur l'armature inférieure ; il convient de mentionner la particularité qu'ils servent de support aux armatures supérieures, évitant ainsi les habituelles « chaises » des dalles pleines.
La séquence d'images suivante illustre et exemplifie les étapes à suivre





1- Assemblage des modules COBIAX CLS (de préférence à proximité de leur zone d'implantation en plan)
2- Fermeture du COBIAX CLS avec un « clic » sur les 4 arêtes des modules

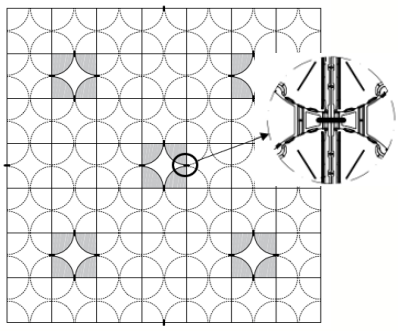


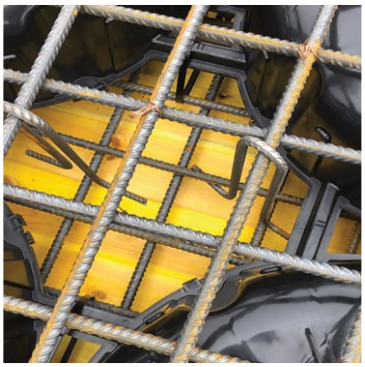


3- Après la pose de l'armature inférieure, les modules sont transportés jusqu'à la zone où ils seront appliqués en plan conformément au projet de stabilité
4- Les modules sont placés en chaîne toujours jointifs, sans aucun intervalle entre les modules COBIAX CLS

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

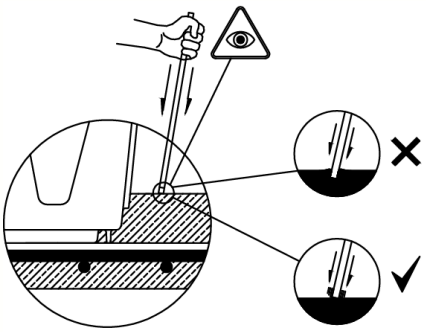






5- Après la mise en place des modules COBIAX CLS, ceux-ci doivent être fixés avec un « Zip Cable » pour garantir leur immobilisation lors de la phase de bétonnage.
6- Ensuite, l'armature supérieure est mise en place et, après l'achèvement de cette étape, les omégas sont positionnés pour assurer la liaison entre les joints de bétonnage.





7- À la fin du montage des armatures, la première phase de bétonnage est réalisée jusqu'à la cote spécifiée du détail, en ancrant les omégas dans la première couche.
8- Vérification de la première phase de bétonnage



9- Deuxième phase de bétonnage

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

