

**Dalles alvéolées en béton  
armé et en béton  
précontraint**

**Document Technique  
N° 384-01**

Document Technique N°384-01 Rev02  
08/07/2022

Etablissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce cinq activités clés : recherche et expertise, évaluation, certification, essais et diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document technique, faite sans l'autorisation du CSTB, est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (article L. 122-5 du Code de la propriété intellectuelle). Le présent document a été rédigé sur l'initiative et sous la direction du CSTB qui a recueilli le point de vue de l'ensemble des parties intéressées

© CSTB

## HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

<b>N° de révision</b>	<b>Date application</b>	<b>Modifications</b>
00	13/04/2018	<b>Création du Document Technique N°384-01</b>
01	29/04/2020	<b>§2.1 DIMENSIONS ET TOLERANCES :</b> modification des tolérances sur la longueur de dépassement des torons.
02	08/07/2022	<b>§2.4 Contrôles et essais sur le produit fini :</b> définition du mot « profil » <b>§3.2 Modalités de détermination et de suivi des valeurs de CMU des inserts de levage intégrés :</b> modification des modalités d'interprétation des résultats sur les inserts de levage

## Table des matières

<b>1</b>	<b>MATERIAUX.....</b>	<b>6</b>
1.1	Béton .....	6
1.2	Positionnement des armatures.....	7
<b>2</b>	<b>PRODUITS FINIS .....</b>	<b>9</b>
2.1	Dimensions et tolérances .....	9
2.2	Bouchons d'extrémité et trous d'évacuation.....	11
2.3	Relachement des armatures .....	11
2.4	Contrôles et essais sur le produit fini .....	12
<b>3</b>	<b>INSERTS DE LEVAGE INTEGRES .....</b>	<b>14</b>
3.1	Généralités .....	14
3.2	Modalités de détermination et de suivi des valeurs de CMU des inserts de levage intégrés.....	15
3.2.1	Essais initiaux (pour mémoire) .....	15
3.2.2	Suivi de production.....	15
3.2.2.1	Période de démarrage .....	16
3.2.2.2	Période Courante :.....	17
3.2.2.3	Les logigrammes .....	18

# 1 MATERIAUX

## 1.1 Béton

La résistance  $f_{cm,p}$  du béton sur cylindre lors du transfert de la précontrainte doit être déterminée en fonction de la contrainte maximale de traction calculée en fibre supérieure de la dalle alvéolée sous la seule action de la précontrainte supposée totalement ancrée et notée  $\sigma_{sup,p}$ .

$$f_{cm,p} \geq 4.3 * \sigma_{sup,p}^{(3/2)}.$$

La contrainte  $\sigma_{sup,p}$  doit être calculée au moment de la mise en précontrainte en considérant une perte forfaitaire de 8 % par rapport à la tension initiale.

### Résistance du béton au moment de la première manutention de la dalle par les inserts de levage intégrés

Dans le cas des dalles avec inserts de levage, il est nécessaire de garantir la résistance minimale à la première manutention telle que définie dans l'Avis Technique du procédé de levage. Dans le cas d'utilisation d'un béton d'ancrage spécifique pour les inserts, les contrôles devront porter à la fois sur le béton de la dalle et le béton de remplissage qui sert à l'ancrage des inserts. Dans le cas où la résistance minimale du béton  $f_{cm,p}$  contrôlée au moment du transfert de la précontrainte est supérieure ou égale à la résistance requise, le suivi de la résistance à la livraison du béton de la dalle n'est pas nécessaire. Le suivi du béton de la dalle et du béton de remplissage est réalisé suivant les modalités définies ci-dessous.

Le fabricant confectionne au moins 3 éprouvettes par jour et par type de béton. Le béton est prélevé dans les dernières gâchées. Le béton subit le même traitement thermique que les produits. Le mode de vibration des éprouvettes est représentatif des conditions de fabrication des dalles alvéolées.

Ces éprouvettes sont de préférence des cubes 100 x 100 mm. Elles sont pesées avant écrasement. L'essai est réalisé à la date correspondant au délai minimum de livraison déclaré des produits.

D'autres types d'éprouvettes sont admis dont la correspondance avec les cubes est donnée dans le tableau ci-dessous :

	<b>Rapport résistance cylindre/cube</b>
	<b>à la manutention</b>
Cubes (mm) 100x100	0,83
Cubes (mm) 141x141	0,87
Cubes (mm) 150x150	0,875
Cubes (mm) 158x158	0,88
Cubes (mm) 200x200	0,90
	<b>Rapport résistance cylindre/cylindre</b>
	<b>à la manutention</b>
Cylindres (mm) 110x220	1,02
Cylindres (mm) 150x300	1,00
Cylindres (mm) 160x320	1,00

Les résistances obtenues sur chaque éprouvette sont appelées  $f_{ci}$  en MPa.

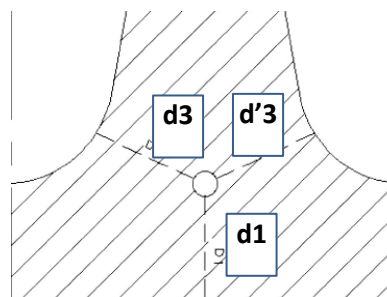
La moyenne des résistances notée  $f_{cm}$  obtenue sur les 3 cubes individuelles 100 x 100 mm ne peut en aucun cas être inférieure à la résistance du béton à la livraison, déclarée dans l'Avis Technique dont relève le procédé.

Pour chaque éprouvette, la valeur individuelle de résistance  $f_{ci}$  à la compression au jeune âge sur cube 100 x 100 mm ne doit pas être inférieure à 0,9 fois la résistance du béton à la livraison du produit.

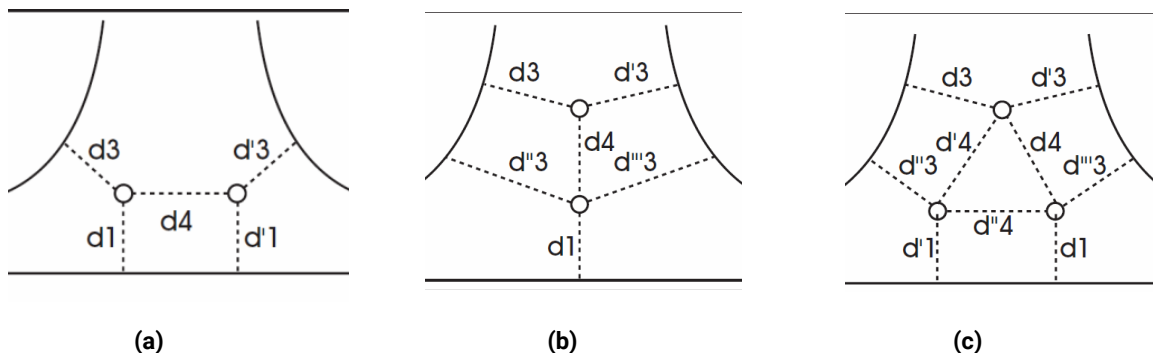
## 1.2 Positionnement des armatures

La longueur des chemins de fendages devra respecter les prescriptions qui suivent. Le contrôle de production est basé sur la méthode présentée ci-dessous.

Les prescriptions qui suivent sont liées aux phénomènes d'établissement de la précontrainte. Ces prescriptions portent sur les distances effectives d'enrobage, c'est-à-dire toutes tolérances épuisées,  $d_1$ ,  $d'_1$ ,  $d_3$ ,  $d'_3$ ,  $d_4$ , ... figurées sur les schémas qui suivent (coupes sur partie basse des nervures).



Cas d'une armature par nervure



Cas de plusieurs armatures par nervure

### Prescription générale

Les cotes théoriques d'enrobage (figurant notamment sur les dessins de description) doivent être au moins égales aux distances effectives minimales prescrites augmentées des tolérances.

Les distances effectives minimales sont prescrites dans le tableau ci-dessous.

### Prescriptions sur les distances effectives minimales

#### Cas d'une armature par nervure

Les prescriptions portent d'une part sur chacune des distances  $d_1$ ,  $d_3$  et  $d'_3$ , et d'autre part sur la longueur des « chemins » possibles de fendage.

$$\Sigma d = d1 + d3 \text{ ou } d1 + d'3 \text{ ou } d3 + d'3$$

Les valeurs minimales prescrites sont données par les tableaux ci-après, en fonction des unités d'armatures utilisées ci-après :

#### Cas des monofils

Monofil	d1 et d'1 (mm)	d3, d'3, d''3 et d'''3 (mm)	$\Sigma d$ (mm) minimale pour chacune des armatures
Ø 4	15	15	30
Ø 5	15	15	30
Ø 6	16	15	31
Ø 7	17	15	35

#### Cas des torons

Torons	d1 et d'1 (mm)	d3, d'3, d''3 et d'''3 (mm)	$\Sigma d$ (mm) minimale pour chacune des armatures
T5,2	15	15	30
T6,85	17	15	35
T9,3	21	18	40
T9,3Cr	23	20	45
T12,5	25	22	55
T12,5Cr	28	24	60
T12,9	28	24	60
T15,2	35	30	75
T15,7	38	33	80

Cr = Cranté

Les valeurs minimales des tableaux sont données pour une tension à l'origine maximale des armatures  $P_{o,max}$ , c'est-à-dire :

$$P_{o,max} : \min 0,85 \cdot f_{pk} \text{ et } 0,95 \cdot f_{p0,1k}$$

**Nota :** on désigne par  $f_{pk}$  la résistance ultime à la traction et  $f_{p0,1k}$  la limite conventionnelle d'élasticité en traction à 0,1%.

Si la tension à l'origine  $P_o$  des armatures est inférieure à leur  $P_{o,max}$ , les valeurs minimales des tableaux sont réduites dans la proportion  $P_o/P_{o,max}$ .

#### Cas de plusieurs armatures (éventuellement différentes) par nervure

Les prescriptions portent :

- sur les distances individuelles  $d1$ ,  $d'1$ ,  $d3$ ,  $d'3$ ,  $d''3$ ,  $d'''3$  : mêmes valeurs minimales que précédemment (cas d'une armature) ;
- sur les distances entre armatures :  
 $d4$ ,  $d'4$  et  $d''4$  : 15 mm,



valeur réduite à 10 mm pour la distance entre armatures situées sur une même verticale (cas b) de diamètre nominal  $D_n$  inférieur ou égal à T 9,3 ;

- sur les longueurs des « chemins » possibles de fendage :

Dans le cas de figure (a), il y a un « chemin » possible passant par une seule armature et l'on retrouve la condition sur :

$$\Sigma d = d_1 + d_3 \text{ ou } d'_1 + d'_3.$$

Les mêmes « chemins » sont à considérer pour chaque armature prise isolément, dans les cas de figures (b) et (c).

Dans les trois cas de figure, on vérifie les « chemins » possibles passant par deux armatures (i) et (j). La longueur de ces chemins est ainsi définie :

$$\Sigma \Sigma d = d_3 + d_4 + d'_3 \text{ sur le schéma (a)}$$

$$d_1 + d_4 + d_3 \text{ ou } d'_3 \text{ sur le schéma (b)}$$

$$d_1 + d_4 + d_3 \text{ sur le schéma (c)}$$

$$d'_1 + d'_4 + d'_3 \text{ sur le schéma (c)}$$

$$d''_3 + d''_4 + d'''_3 \text{ sur le schéma (c)}$$

**Prescription :**

$\Sigma \Sigma d = \Sigma d(i) + \Sigma d(j)$ , c'est-à-dire que la valeur minimale pour  $\Sigma \Sigma d$  est la somme des valeurs minimales prescrites dans les tableaux précédents (cas d'une armature) pour chacune des armatures (i) et (j).

Cette somme est réduite de 20 % si la distance nominale  $d_4$  (ou  $d'_4$ , ou  $d''_4$ ) entre les deux armatures (i) et (j) est supérieure ou égale à  $1,1 (D_{ni} + D_{nj})$ ,  $D_{ni}$  et  $D_{nj}$  étant les diamètres de ces armatures.

## 2 PRODUITS FINIS

### 2.1 Dimensions et tolérances

Les spécifications complémentaires requises par la présente application de la marque NF sont indiquées ci-après.

Toutes les dimensions et tolérances sont en mm.

NF 384



Hauteur de dalle <sup>1</sup>	+h/40 ou 5, -5
Largeur minimale des nervures	- Valeur mini : Max(h/10 ; 20 ; dg+5) - Tolérances : Individuelles : -10 Somme des largeurs : -20
Epaisseurs minimales des membrures	- Valeurs mini : Membrure inférieure : Max( $\sqrt{2h}$ ; 17 ; dg+5) Membrure supérieure : Max( $\sqrt{2h}$ ; 17 ; dg+5 ; 0,25bc) - Tolérance : +15/-10
Longueur de dépassement des torons	-10 %/+20 % <b>Cas particulier des torons non dépassants :</b> <i>Sauf dispositions particulières prévues par le plan de fabrication ou le CPU, la tolérance sur le dépassement des torons est fixée à +20 mm.</i>
Longueur de la dalle <sup>2</sup>	± 20
Largeur de la dalle en partie inférieure <sup>3</sup>	Dalles courantes : ± 5 Dalles sciées et démodulées : ± 25
Largeur de la dalle en partie supérieure <sup>4</sup>	Dalles courantes : ± 10 Dalles sciées et démodulées : ± 25
Hauteur du crantage latéral	± 10 % ou 5
Longueur du crantage latéral	± 10 % ou 5
Espacement du crantage latéral	± 10 % ou 5
Positions verticales des armatures	h≤200 : ± 10 h≥250 : ± 15

	<p>200&lt;h&lt;250 : une interpolation linéaire peut être appliquée</p> <p>Barycentre : <math>\pm h/40</math> avec un maximum de 7</p> <p>Moyenne : <math>\pm 7</math></p>
<b>Position des inserts garde-corps</b>	Respect des tolérances mentionnées dans le CPU
<b>Profondeur minimale du crantage sismique sur les faces latérales <sup>5</sup></b>	8

*h = hauteur de la dalle alvéolée*

<sup>1</sup> Réaliser 6 mesures sur un about de l'élément (3 dans l'axe des alvéoles et 3 dans l'axe des nervures)

<sup>2</sup> Réaliser 2 mesures sur la partie inférieure (sur les bords de l'élément) et 2 mesures sur la partie supérieure (dans l'axe des nervures intermédiaires)

<sup>3</sup> et <sup>4</sup> Réaliser 2 mesures sur les 2 abouts de l'élément – Tolérances sur valeurs individuelles

<sup>5</sup> Dalles marquées avec une lettre "S" : ouvrage destiné à être utilisé en situation sismique.

## 2.2 Bouchons d'extrémité et trous d'évacuation

Les alvéoles de tous les éléments doivent être obturées en usine aux extrémités de ceux-ci suivant les spécifications du Bureau d'Etudes. Pour des éléments sans dépassement de torons, les bouchons doivent être disposés à environ 4 cm des extrémités.

Pour permettre l'évacuation de l'eau ayant pu pénétrer dans les alvéoles, des trous doivent être ménagés en usine dans la partie inférieure des éléments, à raison de :

- pour les dalles en béton précontraint : deux trous par alvéole, situés non loin des extrémités, à au moins une vingtaine de centimètres des bouchons d'alvéoles pour qu'ils ne puissent pas être obturés par la laitance au coulage des chaînages ;
- pour les dalles en béton armé : un trou par alvéole au milieu de la dalle.

Les trous doivent être apparents en sous face de la dalle lors du montage et débouchés avant la pose sur chantier le cas échéant.

## 2.3 Relachement des armatures

Le relâchement doit être effectué simultanément et progressivement. Les consignes de sécurité requises (notamment les prescriptions de l'OPPBTP) sont rappelées ou référencées.

En variante à la détension progressive et simultanée des armatures actives, il peut être procédé à la coupe au chalumeau des armatures actives sans utilisation des vérins de détension sous réserves des dispositions suivantes. A chaque extrémité de la piste est fabriquée une dalle tampon de longueur au moins égale à 2 m (dalle qui est destinée au rebut), de sorte que la première dalle ne subisse aucune détérioration lors de la coupe des torons. Après durcissement du béton, lorsque celui-ci a atteint la valeur de détension, la coupe est réalisée toron par toron de manière simultanée à chaque extrémité de piste en alternant pour couper symétriquement par rapport à l'axe de la dalle.

## 2.4 Contrôles et essais sur le produit fini

Élément du procédé	Contrôles / essais	Méthode	Fréquence minimale
Longueur totale	Conformité aux dimensions visées et aux tolérances	Réaliser 2 mesures sur la partie inférieure (sur les bords de l'élément) et 2 mesures sur la partie supérieure (dans l'axe des nervures intermédiaires)	1 élément par Piste pour le béton précontraint et 3 éléments par jour pour le béton armé
Autres tolérances géométriques		§ 4.3.1 de la norme NF EN 1168+A3 : 2012	Au moins 1 fois par semaine

Élément du procédé	Contrôles / essais	Méthode	Fréquence minimale
Aspect de surface	Conformité aux exigences de rugosité	Vérifier visuellement l'état de surface de la dalle brute de fabrication avec un échantillon témoin par exemple selon les critères définis en partie 2.2.4.2 du référentiel de certification NF 384.	Sur tous les éléments
Position et enrobage des armatures	Conformité aux dimensions visées et aux tolérances	Mesure sur coupe pour tous les torons du profil <sup>7</sup>	1 par profil <sup>7</sup> par mois
Enrobage minimal garanti	Conformité aux dimensions visées et aux tolérances	Mesure sur coupe pour tous les torons du profil <sup>7</sup>	1 fois par profil <sup>7</sup> par jour
Zones de préhension	Conformité aux dimensions visées et aux tolérances	Mesure en bout de dalle	Tous les produits manutentionnés par palonnier
Essai en vraie grandeur	Essai de résistance à l'effort tranchant <sup>1</sup>	Essais selon l'annexe J de la norme NF EN 1168+A3 : 2012	Sur chaque modèle <sup>2</sup> de dalle alvéolée : après lancement de la première fabrication ou en cas de modification d'un produit et/ou nouvelle machine <sup>3</sup>
Etiquette	Vérification du marquage	Contrôle visuel	Un par élément
Inserts de levage intégrés dans les dalles alvéolées	Essai d'arrachement <sup>4</sup>	Essais selon le protocole « Essai arrachement défini par le CSTB »  disponible sur le site de la CCFAT et Annexe A du fascicule de documentation FD CEN/TR 15728	<u>Période de démarrage</u>  2 essais tous les 5 jours de production pour chaque couple insert/type de dalle, sur une période de 6 mois minimum et obtention de 30 essais.
			<u>Période courante</u>  Contrôle Normal <sup>5</sup> : 2 essais tous les 10 jours de production pour chaque couple insert/type de dalle.  Contrôle renforcé <sup>5</sup> : 2 essais tous les 5 jours de production pour chaque couple insert/type de dalle.

Élément du procédé	Contrôles / essais	Méthode	Fréquence minimale
Béton d'ancrage <sup>6</sup>	Essai de résistance mécanique sur béton à livraison	Essai de résistance à la compression sur éprouvettes conservées dans les conditions de fabrication	1 fois par jour par type de béton à l'âge de livraison

<sup>1</sup> Lors des audits de suivi, il peut être demandé la preuve de la réalisation de ces essais.

<sup>2</sup> Les caractéristiques nécessaires à l'identification d'un modèle sont définies dans la norme NF EN 1168+A3 : 2012 au paragraphe 6.2.1.

<sup>3</sup> Modification du produit (géométrie, nombre d'armatures de précontrainte, position des torons, classe de béton ou d'armature) et/ou nouvelle machine (cas d'une extension - cf. référentiel NF 384).

<sup>4</sup> Les modalités de détermination et de suivi des valeurs de CMU des inserts de levage intégrés sont présentées au paragraphe 3.2 du présent document technique.

<sup>4</sup> La chaîne de mesure utilisée pour les essais d'arrachement doit faire l'objet d'un étalonnage et d'une vérification annuelle (1 fois par an) par un organisme accrédité COFRAC ou équivalent.

<sup>5</sup> Les fréquences de contrôle peuvent être réduites ou renforcées en application du tableau D.5 de la norme NF EN 13369 : 2013.

<sup>6</sup> Il s'agit du béton d'ancrage complémentaire utilisé pour les inserts de levage.

<sup>7</sup> Profil : le profil se définit par sa géométrie et le positionnement de ses armatures. Pour une géométrie, il faudra définir la configuration la plus critique. Les contrôles seront réalisés sur les configurations les plus critiques. A défaut de fabrication, ils seront réalisés sur d'autre configuration.

## 3 INSERTS DE LEVAGE INTEGRES

### 3.1 Généralités

Dans le cadre de la présente marque NF, les inserts de levage intégrés doivent obligatoirement bénéficier d'un Avis Technique en cours de validité.

Le certificat NF mentionnera que ces produits sont visés par le droit d'usage de la marque NF.

Il indiquera également les valeurs de CMU (Charges Maximales d'Utilisation). Le premier certificat indiquera les valeurs de CMU qui auront été validées au moment de la formulation de l'Avis Technique, les certificats émis après la période de contrôle renforcé indiqueront les valeurs de CMU calculées comme dans les logigrammes du § 3.2.

Lors des audits de suivi de la marque NF associée, les registres faisant état des contrôles internes seront vérifiés et prélevés.

Après chaque audit de suivi, les registres de contrôle interne sur les valeurs résistantes des inserts de levage devront être transmis à l'organisme certificateur afin de calculer les valeurs de CMU après la période de contrôle renforcé comme indiqué dans les logigrammes du § 3.2.2.3.

Lors de l'intégration dans la production d'inserts de levage ne faisant pas l'objet d'un Avis Technique, le titulaire devra prévenir par courrier l'organisme mandaté de cette modification et il disposera de 6

mois pour déposer une demande recevable auprès du CSTB. La preuve de cette demande devra être fournie lors de l'audit de suivi de la marque NF. Si l'information d'utilisation des inserts de levage auprès de l'organisme mandaté n'est pas réalisée, la marque NF sera retirée.

Dans le cadre de l'audit suivant, si le titulaire ne peut apporter la preuve de l'instruction en cours ou finalisée de son dossier d'Avis Technique, le droit d'usage de la marque NF des produits concernés sera retiré.

Le titulaire a l'obligation de déposer une demande de révision de l'Avis Technique dans un délai supérieur ou égal à 6 mois avant sa date limite de validité. La certification NF est maintenue pendant une période maximale de 6 mois après la date de validité de l'Avis Technique, sous réserve qu'une demande de révision recevable ait été déposée auprès du CSTB.

Dans le cas où le Groupe Spécialisé n° 3.1 aurait donné un avis défavorable sur l'aptitude à l'emploi des inserts de levage lors d'une première demande ou d'une révision, celui-ci préviendrait le responsable de l'application NF afin que ces produits ne bénéficient plus du droit d'usage de la marque NF.

Dans le cas où le Groupe Spécialisé n° 3.1 n'aurait pas formulé l'Avis Technique du fait d'une demande de complément d'instruction, celui-ci préviendrait l'organisme mandaté quant à la possibilité de poursuivre ou non le droit d'usage de la marque NF sur ces produits au vu des compléments de dossier demandés ou des risques encourus.

## 3.2 Modalités de détermination et de suivi des valeurs de CMU des inserts de levage intégrés

**On définit :**

- $R_k$  la valeur caractéristique retenue (la valeur mentionnée dans l'Avis Technique) ;
- $R_{ksi}$  la valeur garantie justifiée dans le cadre du suivi pour une usine « i » ;
- $R_{ksi,min}$  la valeur minimale garantie pour l'ensemble des usines « i »
- $R_{ind}$  la valeur d'essai individuelle ;
- $R_{moy}$  la valeur moyenne des deux essais réalisés lors d'un prélèvement ;
- $R_{moy2}$  la valeur moyenne sur deux prélèvements successifs ;

Pour chaque type de dalle fabriqué (éventuellement sur différents sites) avec la même appellation commerciale et pour chaque type d'insert, les principes d'exploitation des résultats d'essais sont les suivants :

### 3.2.1 Essais initiaux (pour mémoire)

Ces essais permettent de déterminer la valeur caractéristique  $R_k$  retenue dans les Avis Techniques des inserts de levage intégrés aux dalles alvéolées.

Les essais sont réalisés suivant le protocole d'essais d'arrachement des éléments de levage validé par le Groupe Spécialisé n°3.1 disponible sur le site de la CCFAT.

### 3.2.2 Suivi de production

Le suivi de production inclut les deux périodes suivantes :

- La période de démarrage : 2 essais tous les 5 jours de production pour chaque couple insert/type de dalle, sur une période de 6 mois minimum et obtention de 30 essais. Cette

période de démarrage consécutive aux essais initiaux peut également intervenir à la suite de modification de paramètres de production.

- La période courante : 2 essais tous les 10 jours de production pour chaque couple insert/type de dalle (contrôle normal) sur une période de 6 mois minimum et obtention de 30 essais.

### 3.2.2.1 Période de démarrage

Les écarts type et les valeurs caractéristiques des résultats d'essais d'arrachement des éléments de levage doivent être calculés à l'avancement à chaque essai. L'écart type et la valeur caractéristique  $R_{ksi}$  sont calculés selon la même méthode que l'essai initial :

La résistance caractéristique  $R_{ksi}$  est calculée selon l'article D 7.2 de la NF EN 1990 Eurocodes Structuraux avec les paramètres suivants :

- Un fractile de 5 % des charges de rupture mesurées dans chaque série d'essais,
- Un niveau de confiance de 75 %,
- Une distribution supposée normale,
- Un écart-type de la population inconnue.

$$R_{ksi}(n) = R_m - k_n S_{pr}$$

Avec :

- $R_{ksi}(n)$  charge de rupture caractéristique pour un échantillon de taille  $n$ ,
- $R_m$  moyenne des charges de rupture de  $n$  échantillons,
- $k_n$  facteur de fractile caractéristique (cf. tableau ci-dessous)

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20
$k_n$	/	/	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76

- $S_{pr}$  écart type des charges de rupture de  $n$  échantillons (estimation de l'écart type de la population).

À la suite de chaque essai, les vérifications suivantes doivent être réalisées :

- On compare chaque résultat individuel ( $R_{ind}$ ) à la valeur caractéristique retenue  $R_k$  : on doit avoir  $R_{ind} \geq R_k$  ;
- On compare les valeurs  $R_{ksi}$  (valeur caractéristique sur l'ensemble de l'échantillon) à  $3xCMU$  ;

**A la fin de la période de démarrage** et afin de vérifier la pertinence de la valeur caractéristique retenue  $R_k$ , on calcule une Limite Acceptable LA et une Limite de Refus LR de la façon suivante :

$$L_A = R_k + \left(k \frac{1,64}{\sqrt{2}}\right) S_{pr}$$

$$L_R = R_k + \left(k \frac{1,96}{\sqrt{2}}\right) S_{pr}$$

Où  $k$  est un coefficient dépendant du nombre  $N$  d'inserts de levage testés sur la période et correspondant au fractile 5 % (l'écart type étant connu et le coefficient de confiance pour la moyenne étant de 0,75) et  $S_{pr}$  est l'écart type des résultats obtenus sur la période :

N	14	16	18	20	24	30	36
$k$	1,83	1,81	1,80	1,79	1,78	1,77	1,76



Les moyennes de chaque paire d'insert de levage prélevé  $R_{moy}$  durant la période de démarrage sont comparées a posteriori à  $L_A$  et  $L_R$  pour vérifier la pertinence de la valeur visée  $R_k$ .

L'étude statistique est représentée sous forme d'une carte de contrôle.

**Nota :** Cette phase de vérification doit permettre à l'industriel d'ajuster ses paramètres de fabrication lors du suivi périodique (par rapport aux résultats des essais initiaux).

A la fin de la période de démarrage, les résultats sont interprétés comme suit (voir les logigrammes du paragraphe 3.2.2.3) :

- **Cas avec une seule usine :**

Dans le cas où  $R_{ksi} < 3 \times CMU$  :

- Si  $R_{ind} \geq R_k$  et  $R_m \geq 1,10 \times R_k$ , alors  $CMU = R_k / 3$
- Si  $R_{ind} < R_k$  ou  $R_m < 1,10 \times R_k$ , les valeurs de CMU doivent être recalculées à partir de la valeur caractéristique  $R_{ksi}$  :  $CMU = R_{ksi} / 3$

Il conviendra également de procéder à la révision de l'Avis Technique du procédé de dalles avec système de levage intégré afin de mettre à jour les valeurs de  $R_k$ .

- **Cas avec plusieurs usines :**

Dans le cas où  $R_{ksi} < 3 \times CMU$  :

- Si  $R_{ind} \geq R_k$  et  $R_m \geq 1,10 \times R_k$ , alors  $CMU = R_k / 3$  ;
- Si  $R_{ind} < R_k$  ou  $R_m < 1,10 \times R_k$ , les valeurs de CMU doivent être recalculées à partir de la plus petite valeur caractéristique  $R_{ksi \min}$  obtenue pour l'ensemble des usines de la façon suivante :  $CMU = R_{ksi, \min} / 3$

Il conviendra également de procéder à la révision de l'Avis Technique du procédé de dalles avec système de levage intégré afin de mettre à jour les valeurs de  $R_k$ .

- Dans le cas où  $R_{ksi} \geq R_k$ , les valeurs de CMU peuvent être recalculées en adoptant un coefficient de sécurité de 3 au lieu de 3,5.

### 3.2.2.2 Période Courante :

L'étude statistique des résultats doit être représentée sous forme d'une carte de contrôle et les résultats sont interprétés comme suit :

- Les valeurs individuelles sont comparées à la valeur caractéristique  $R_k$  et à une borne inférieure (voir ci-dessous).
- Les moyennes de chaque paire d'insert de levage  $R_{moy}$  sont comparées aux valeurs  $L_A$  et  $L_R$  établies comme indiqué ci-avant sur la période précédente (période de démarrage ou 6 mois précédents en période courante avec un minimum de 30 essais).
  - Si  $R_{ind} < R_k$  ou si  $R_{moy} < L_A$  examen des causes de dérives possibles
  - Si  $R_{ind} < 0,9 R_k$  ou si  $R_{moy} < L_R$  ou si  $R_{moy2} < L_A$  (essais sur deux prélèvements de suite), après analyse des causes, une décision d'acceptation ou refus de la production doit être prise. Le cas

échéant, l'organisme certificateur et les chantiers concernés sont informés. La documentation du CPU doit définir les modalités de contrôle et les critères pour l'acceptation ou le refus de la production.

Pour la période courante, la valeur caractéristique  $R_{ksi}$  est estimée à partir des coefficients  $k$  suivants (la variance étant connue et le coefficient de confiance pour la moyenne étant de 0,75) :

N	14	16	18	20	24	30	36
k	1,83	1,81	1,80	1,79	1,78	1,77	1,76

**Nota :** Les valeurs d'essais individuelles supérieures de plus de  $2 \times s_{Pr}$  à la valeur moyenne de la période concernée ( $s_{Pr}$  étant calculé sur la période précédente) doivent faire l'objet d'une analyse des causes permettant de ne pas les intégrer dans l'analyse statistique des résultats. Ces résultats doivent être consignés dans les registres de contrôle et disponible le jour de l'audit.

- **Cas avec une seule usine :**

Dans le cas où  $R_{ksi} < 3 \times \text{CMU}$  :

- Si  $R_{ind} \geq R_k$  et  $R_m \geq 1,10 \times R_k$ , alors  $\text{CMU} = R_k / 3$
- Si  $R_{ind} < R_k$  ou  $R_m < 1,10 \times R_k$ , les valeurs de CMU doivent être recalculées à partir de la valeur caractéristique  $R_{ksi}$  :  $\text{CMU} = R_{ksi} / 3$

Il conviendra également de procéder à la révision de l'Avis Technique du procédé de dalles avec système de levage intégré afin de mettre à jour les valeurs de  $R_k$

- **Cas avec plusieurs usines :**

Dans le cas où  $R_{ksi} < 3 \times \text{CMU}$  :

- Si  $R_{ind} \geq R_k$  et  $R_m \geq 1,10 \times R_k$ , alors  $\text{CMU} = R_k / 3$  ;
- Si  $R_{ind} < R_k$  ou  $R_m < 1,10 \times R_k$ , les valeurs de CMU doivent être recalculées à partir de la plus petite valeur caractéristique  $R_{ksi \text{ min}}$  obtenue pour l'ensemble des usines de la façon suivante :  $\text{CMU} = R_{ksi, \text{min}} / 3$

Il conviendra également de procéder à la révision de l'Avis Technique du procédé de dalles avec système de levage intégré afin de mettre à jour les valeurs de  $R_k$

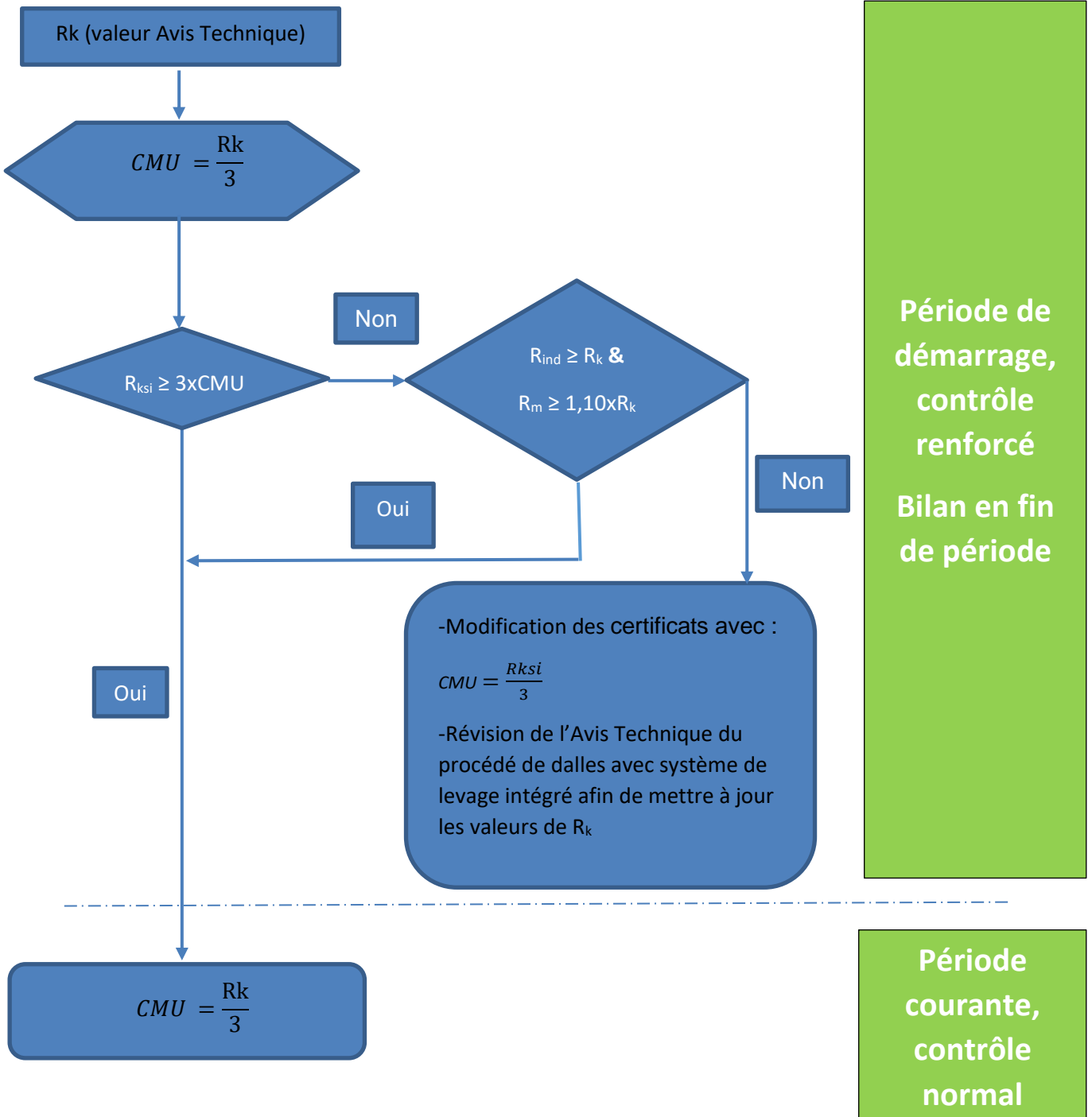
Dans le cas où  $R_{ksi} \geq R_k$ , les valeurs de CMU peuvent être recalculées en adoptant un coefficient de sécurité de 3 au lieu de 3,5.

### 3.2.2.3 Les logigrammes

Les logigrammes ci-dessous illustrent les conditions de détermination des valeurs de charges maximales d'utilisation CMU des inserts de levage à partir des résultats d'essais initiaux et des vérifications à effectuer à la fin de la période de démarrage.

Ces logigrammes sont attachés à une appellation commerciale donnée. Lorsqu'il existe plusieurs appellations commerciales différentes, le logigramme s'applique à chacune d'entre elles.

**Cas avec une seule usine :**



**Cas avec plusieurs usines :**

