

مذكرة تقديمية لدفتر المواصفات المشتركة 35 22 . 18  
المطبق على أشغال البناء بالخرسانة

1- حوافز إعداد هذا الدفتر:

تعتبر مراجعة دفتر الشروط المشتركة CPC المطبق على أشغال البناء بالخرسانة جزءاً من عملية تحديث المكتسب التنظيمي والمعياري لمديرية التجهيزات العامة. وهي تمثل مؤشراً هاماً وأساسياً يندرج ضمن ميدان عمل واختصاص المديرية.

تمركزت مراجعة دفتر الشروط المذكور أعلاه على محورين أساسيين هما:

- مواكبة المستجدات التي عرفتها مختلف معايير البناء وخاصة المعيار NM 10.1.008 المتعلق بمواصفات وجودة وإنتاج ومطابقة الخرسانة،
- تكييف ممارسات مراقبة الجودة وتتبع الأشغال لمختلف التطورات التي حصلت على مستوى طرق وتقنيات البناء.

2- القيمة المضافة ل "دفتر الشروط المشتركة":

جاء مشروع مراجعة دفتر الشروط المشتركة بسلسلة من المستجدات والتحسينات مقارنةً بنسخة 29 شتنبر 1995 والتي تجسد في النقاط التالية:  
جعل أحكام دفتر الشروط المشتركة متوافقة مع المعايير المعمول بها حالياً،  
وضع منهجية واضحة للتعبير عن بيانات ومتطلبات وكذا الشروط العامة لتنفيذ المشاريع،

وضع إجراءات دقيقة لاختيار مواد البناء وكيفية استعمالها ومراقبتها،  
وضع منهجية للتقليل من حالات الخلاف وذلك من خلال اعتماد نظام قائم على التحليل والترقب القبلي للمخاطر من جهة، ومن جهة أخرى على تبادل رسمي للمعلومات والوثائق وذلك في إطار عملية محددة سلفاً لإدارة الجودة.

3- محتويات هذا الدفتر:

يتطرق دفتر الشروط المشتركة إلى جميع الجوانب المتعلقة بمواصفات إنتاج واستخدام الخرسانة من جهة والتحكم في الإنتاج والتنفيذ وكذلك التحقق من المطابقة للمعايير من جهة أخرى. ويتطرق أيضاً إلى تحديد الترتيبات والإجراءات

- الفصل الأول: يحدد الأحكام العامة
- الفصل الثاني: يحدد جودة وطبيعة المواد المستعملة
- الفصل الثالث: يبين طريقة تنفيذ الأشغال
- الملحق الأول: يعطي قائمة المعايير المعمول بها
- الملحق الثاني: يعطي قائمة من بعض حالات عدم المطابقة أو خلل في الأعمال المنجزة والمخاطر الناجمة عنها

#### 4- مجال التطبيق:

يسري تطبيق هذا الدفتر الجديد على صفقات البناء التي تشرف عليها وزارة التجهيز والنقل واللوجستيك والماء.

وزير التجهيز والنقل واللوجستيك والماء  
عبد القادر اعمارة

lx



18 ، 3522

قرار وزير التجهيز والنقل واللوجستيك والماء رقم ..... صادر  
في..... بالمصادقة على دفتر الشروط المشتركة المطبقة على أشغال البناء  
بالخرسانة.



المملكة المغربية  
وزارة التجهيز والنقل  
واللوجستيك والماء

وزير التجهيز والنقل واللوجستيك والماء،

بناء على المرسوم رقم 2.12.349 الصادر في 8 جمادى الأولى 1434 (20 مارس 2013) المتعلق  
بالصفقات العمومية؛

وبعد الاطلاع على قرار وزير الأشغال العمومية رقم 95-2436 الصادر في 3 جمادى الأولى  
1416 (29 شتنبر 1995) بالمصادقة على دفتر الشروط المشتركة المتعلقة بتنفيذ أشغال البناء  
بالخرسانة.

قرر ما يلي:

تأشير

الأمين العام للحكومة

المادة الأولى: يصادق على دفتر الشروط المشتركة المطبقة على صفقات أشغال البناء بالخرسانة  
المبرمة لحساب الدولة من لدن وزارة التجهيز والنقل واللوجستيك والماء كما هو ملحق بأصل هذا  
القرار.

المادة الثانية: يجب على المصالح التابعة لوزارة التجهيز والنقل واللوجستيك والماء أن تحيل  
صراحة في دفاتر الشروط الخاصة المتعلقة بصفقات أشغال البناء، على دفتر الشروط المشتركة  
المشار إليه في المادة الأولى أعلاه.

كما يجب عليها أن تبين في دفاتر الشروط الخاصة المتعلقة بالصفقات المذكورة أعلاه الاستثناءات  
المحتملة لبنود دفتر الشروط المشتركة وكذا الشروط الواجب اعتمادها عندما ينص هذا الدفتر على  
إمكانيات للملاءمة.

المادة الثالثة: يجب على المصالح التابعة لوزارة التجهيز والنقل واللوجستيك والماء أن تضع تحت  
تصرف الأشخاص المعنيين الذين يطلبون ذلك دفتر الشروط المشتركة المشار إليه في المادة الأولى  
أعلاه.

المادة الرابعة: يدخل هذا القرار، الذي ينشر بالجريدة الرسمية، حيز التنفيذ بعد ثلاثة أشهر من  
تاريخ نشره.

غير أن الصفقات التي تمت الاستشارة بشأنها قبل التاريخ المذكور في الفقرة أعلاه تظل خاضعة  
للأحكام السابقة.

وحرر بالرباط في.....

وزير التجهيز والنقل واللوجستيك والماء

وزير التجهيز والنقل واللوجستيك والماء

عبد القادر اعمارة

**ROYAUME DU MAROC**  
**Ministère de l'Équipement, du Transport, de la**  
**Logistique et de l'Eau**



**DIRECTION DES EQUIPEMENTS  
PUBLICS**

---

**CPC**

---

*CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES APPLICABLES A  
L'EXECUTION DES TRAVAUX EN BETON*

EDITION 2018

# SOMMAIRE

<b>AVANT-PROPOS .....</b>	<b>2</b>
<b>CONTEXTE D'UTILISATION DU CPC.....</b>	<b>3</b>
<b>TITRE I : DISPOSITIONS GENERALES .....</b>	<b>4</b>
CHAPITRE 1 : OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION.....	4
CHAPITRE 2 : RÉFÉRENCES NORMATIVES .....	4
CHAPITRE 3 : DONNÉES DU PROJET .....	4
CHAPITRE 4 : MANAGEMENT DE LA QUALITÉ.....	8
CHAPITRE 5 : DISPOSITIONS GÉNÉRALES POUR LE RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT .....	13
<b>TITRE II : QUALITE ET NATURE DES MATERIAUX .....</b>	<b>15</b>
CHAPITRE 1 : PROPRIÉTÉS ET SPÉCIFICATIONS DES BÉTONS .....	15
CHAPITRE 2 : MATÉRIAUX POUR MORTIERS ET BÉTONS .....	20
CHAPITRE 3 : ARMATURES POUR BÉTON ARMÉ.....	22
CHAPITRE 4 : UNITÉS DE PRÉCONTRAINTÉ.....	23
CHAPITRE 5 : PRODUITS PRÉFABRIQUÉS EN BÉTON.....	23
<b>TITRE III : MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX.....</b>	<b>26</b>
CHAPITRE 1 : DISPOSITIONS GÉNÉRALES .....	26
CHAPITRE 2 : DOCUMENTS D'EXÉCUTION.....	26
CHAPITRE 3 : TRAVAUX DE COFFRAGES ET ÉTAIEMENTS .....	32
CHAPITRE 4 : SURFACES ET PAREMENTS.....	34
CHAPITRE 5 : MISE EN ŒUVRE DES ARMATURES .....	37
CHAPITRE 6 : FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE DU BÉTON .....	40
CHAPITRE 7 : CONTRÔLE DES BÉTONS.....	50
CHAPITRE 8 : MISE EN ŒUVRE DES ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS.....	61
CHAPITRE 9 : TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES .....	63
CHAPITRE 10 : ACTIONS EN CAS DE NON-CONFORMITÉ.....	67
ANNEXE A : LISTE DES NORMES APPLICABLES .....	71
ANNEXE B : LISTE DES RISQUES DE NON-CONFORMITÉ OU DE DÉFAUT DES OUVRAGES RÉALISÉS ..	81

## AVANT-PROPOS

Le présent Cahier des Prescriptions Communes (CPC) applicable aux travaux de construction en béton est l'un des documents de référence de tous les marchés passés pour le compte du Ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau. Il constitue également une référence pour d'autres départements et collectivités territoriales qui peuvent éventuellement l'adopter pour leurs projets de construction.

Il a pour objectif d'uniformiser les conditions, les prérequis et les pratiques qui sont liés aux travaux de construction en béton et ce, en vue de :

- définir la qualité requise ; par une expression claire des données et exigences des projets, des spécifications, des prescriptions et des conditions générales d'exécution ;
- instaurer des démarches rigoureuses pour le choix des matériaux, leur confection, leur mise en œuvre et leur contrôle ;
- améliorer le déroulement des projets et réduire au minimum les situations de conflit, en instaurant un système basé sur l'analyse et l'anticipation des risques, sur l'échange formalisé d'informations et des documents entre les intervenants des projets et sur un processus préétabli pour la gestion de la qualité (système de contrôle, identification et traitement des non conformités, etc ).

Bien entendu, le contenu du présent document est à caractère général. Les Cahiers des Prescriptions Spéciales (CPS) peuvent, en cas de besoin et selon les conditions particulières de chaque projet, redéfinir les spécifications, les modifier ou les compléter ;

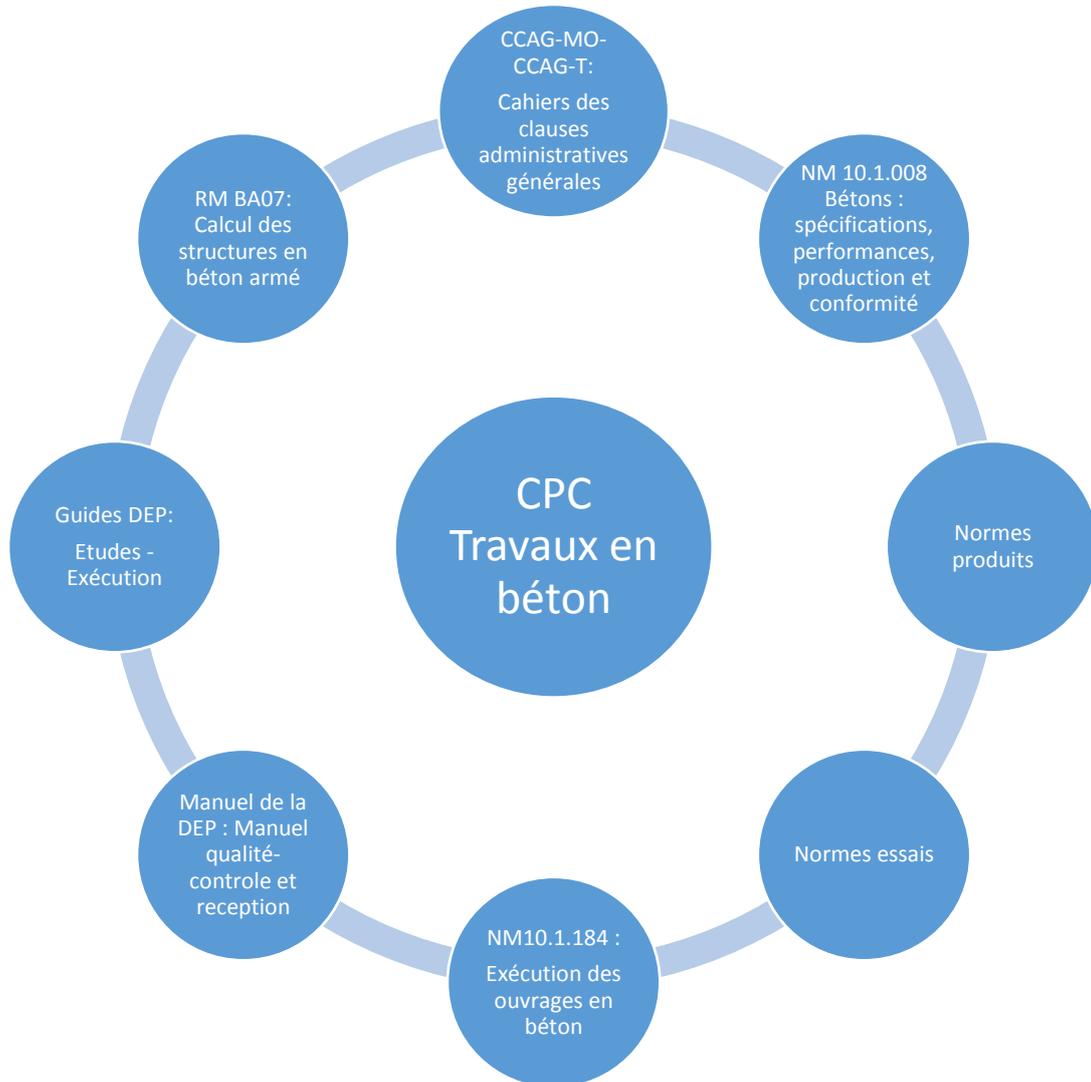
La présente version du CPC est une refonte de la version qui a fait l'objet de l'arrêté du Ministre des Travaux Publics n°2436-95 du 3 Joumada 1er 1416 (29 septembre 1995). Les principales modifications apportées par rapport à la version précédente consistent en :

- modification substantielle du contenu du CPC antérieur à travers une mise en conformité aux normes et documents de référence et la consolidation de l'expérience nationale en matière de construction ;
- instauration de la nécessité pour chaque projet, d'énoncer clairement dans le CPS, un certain nombre de données de base ; nécessaires pour permettre aux auteurs du projet de mieux aborder leurs missions respectives : choix des matériaux ; étude de formulation des bétons, définir les dispositions de mise en œuvre, etc. Il s'agit de données comme la durée de vie des ouvrages, la classe d'exposition, la complexité de chantier, etc;
- introduction de la démarche qualité comme outil de gestion de la qualité ; tout en adoptant sa consistance à l'envergure et aux spécificités des projets,
- étaler le champ des exigences pour couvrir des aspects non ou très peu traités dans la version précédente du CPC : utilisation des bétons prêts à l'emploi et des produits préfabriqués, contrôle de production de béton ; exigences sur les parements et les tolérances géométriques, démarches à prévoir en cas de non-conformité, etc.

## CONTEXTE D'UTILISATION DU CPC

Le présent CPC fait partie d'un ensemble de documents de référence dont l'application est en vigueur pour les projets relevant des services de la Direction des Equipements Publics. De ce fait, il ne peut être utilisé convenablement, qu'en association avec les documents en question.

La position du CPC par rapport aux différents documents est illustrée sur le schéma suivant :



# **TITRE I : DISPOSITIONS GENERALES**

## **Chapitre 1 : Objet et domaine d'application**

Le présent Cahier des Prescriptions Communes (C.P.C) a pour objet de fixer les clauses techniques communes relatives à la spécification, production, exécution et contrôle des travaux en béton.

Les constructions couvertes par le CPC, sont celles réalisées à base de béton hydraulique : béton non armé, béton armé ou béton précontraint. Le béton peut être fabriqué sur chantier, livré prêt à l'emploi ou constituant des produits préfabriqués.

Le CPC est applicable aux marchés de construction de bâtiment, passés pour le compte du Ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau. Il constitue également une référence pour les départements et collectivités territoriales qui peuvent éventuellement y avoir recours dans leurs projets de construction.

Les dispositions du (CPC) sont applicables dès que le Cahier des Prescriptions Spéciales (CPS) y fait référence. Toutefois, le (CPS) peut prévoir d'autres clauses techniques complétant ou modifiant celles énoncées dans le (CPC).

## **Chapitre 2 : Références normatives**

Les normes de référence pour les spécifications, les prescriptions de mise en œuvre et les essais sur les matériaux et produits destinés aux constructions en béton, font l'objet de l'annexe A du présent CPC. Cette liste est indicative et non limitative.

Les normes marocaines d'utilisation obligatoire s'appliquent de fait ; même si elles ne sont pas indiquées dans les CPS.

Ces normes sont applicables sous réserve des modifications, des dérogations ou des compléments qui peuvent être apportés par le CPS. Ce dernier peut en effet, compléter la liste de l'annexe pour tenir compte des normes applicables à la date du lancement des projets d'une part et des besoins spécifiques pour chaque projet, d'autre part.

Les dispositions des normes qui sont reprises partiellement ou intégralement dans le présent CPC, correspondent à la date où le CPC a été établi. Si une de ces dispositions fait l'objet d'une modification dans la norme correspondante suite à une révision de celle-ci, la disposition de la version récente de la norme s'applique.

En cas d'absence de normes marocaines pour un produit, un matériau, une mise en œuvre ou un essai de contrôle, il fera appel à des normes internationales et, le cas échéant, à un avis technique pour ceux qui ne sont pas couverts par une norme.

## **Chapitre 3 : Données du projet**

Pour chaque projet, le CPS doit définir un ensemble de données ; nécessaire pour permettre aux auteurs du projet de mieux aborder leurs missions respectives. En particulier, ces données permettent de :

- Spécifier et réaliser les études nécessaires sur les bétons à utiliser ;
- Etablir le plan de contrôle à mettre en œuvre ;
- Définir les conditions générales et les difficultés d'exécution.

## Article 131. Durée de vie de la construction

Pour chaque projet, le CPS doit définir la durée de vie escomptée de la construction.

Certaines dispositions de la norme NM 10.1.008 « béton : spécification, production, performance et conformité » concernant le dosage des constituants en fonction des classes d'exposition (voir article 213.1) sont conçues pour une durée de référence de projet de 50 ans.

Si le marché prévoit une durée d'utilisation du béton supérieure, des dispositions complémentaires ou modificatives peuvent être prévues au CPS. Le maître d'ouvrage exigera une étude spécifique du béton ; menée par un laboratoire en collaboration avec le Bureau d'Etude chargé du dimensionnement de la structure.

## Article 132. Classes d'exposition

La classe d'exposition caractérise l'agressivité de l'environnement du site d'implantation de la construction, vis-à-vis des ouvrages en béton. Elle est définie par rapport à la nature des dégradations susceptibles de se produire sur les ouvrages ; à savoir :

- Corrosion des armatures par carbonatation ;
- Corrosion des armatures par attaque des ions chlorures ;
- Dégradation du béton par le phénomène de gel/dégel ;
- Dégradation du béton et des aciers par attaques chimiques (les sols et les eaux agressifs).

Pour chaque projet, le CPS doit définir la classe d'exposition à considérer pour la construction et éventuellement, pour chacune de ses parties. La définition de la classe d'exposition relève du Bureau d'étude chargé du dimensionnement de la structure du projet.

Ci-après le tableau définissant les classes d'exposition, extrait de la norme NM 10.1.008 :

Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
<b>1. Aucun risque de corrosion ni d'attaque</b>		
<b>X0</b>	Béton non armé et sans pièces métalliques noyées : toutes les expositions sauf en cas de gel/dégel, d'abrasion et d'attaques chimiques.	Béton massif non-armé, Béton cyclopéen, béton de remplissage etc.
	Pour le béton armé ou avec des pièces métalliques noyées : Très sec.	Béton à l'intérieur de bâtiment où le taux d'humidité de l'air ambiant est très faible.
NOTE : Pour un béton précontraint, en classe d'exposition X0, on appliquera les exigences de la classe d'exposition XCA1.		
<b>2. Corrosion induite par carbonatation</b>		
Lorsque le béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées est exposé à l'air et à l'humidité, les différentes classes d'exposition sont classifiées ci-après.		
NOTE : On entend par condition d'humidité celle du béton recouvrant les armatures ou les pièces métalliques noyées, mais dans de nombreux cas, cette humidité peut être considérée comme le reflet de l'humidité ambiante. Dans ces cas-là, une classification fondée sur les différents milieux ambiants peut être appropriée ; il peut ne pas en être de même s'il existe une barrière entre le béton et son environnement.		
<b>XCA1</b>	Sec ou humide en permanence ou	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est faible

	Humide, rarement sec	( $\leq 40\%$ d'humidité relative). Béton submergé en permanence dans de l'eau. Surfaces de béton soumises au contact long terme de l'eau. Un grand nombre de fondations
<b>XCA2</b>	Humidité modérée ou Alternance d'humidité et de séchage	Béton à l'intérieur de bâtiment où le taux d'humidité de l'air ambiant est moyen (comprise entre 40% et 70% d'humidité relative), ou élevé ( $\geq 70\%$ ). Béton extérieur non abrité de pluie. Surfaces soumises au contact de l'eau, mais n'entrant pas dans la classe d'exposition XCA1.
<b>3. Corrosion induite par les chlorures, ayant une origine autre que marine</b>		
Lorsque le béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées est soumis au contact d'une eau ayant une origine autre que marine, contenant des chlorures, y compris des sels de déverglaçage, les différentes classes d'exposition sont classées comme suit :		
NOTE : A propos des conditions d'humidité, voir aussi la section 2 de ce tableau.		
<b>XCL</b>	Humidité modérée Humide, rarement sec	Surfaces de bétons exposées à des chlorures transportés par voie aérienne. Piscines. Béton exposé à des eaux industrielles contenant des chlorures.
<b>4. Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer</b>		
Lorsque le béton contenant une armature ou des pièces métalliques noyées est soumis au contact des chlorures présents dans l'eau de mer ou à l'action de l'air véhiculant du sel marin, les différentes classes d'exposition sont :		
<b>XM1</b>	Exposé à l'air véhiculant du sel marin, mais pas en contact direct avec l'eau de mer	Structures sur ou à proximité d'une côte.
<b>XM2</b>	Immergé en permanence. Zones de marnage, zones soumises à des projections ou à des embruns	Eléments de structures marines.
NOTE En l'absence de spécification particulière, la classe d'exposition XM1 est à utiliser pour les structures situées à moins de 1 km de la côte.		
<b>5. Attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage</b>		
<b>XG1</b>	Saturation modérée en eau avec ou sans agent de déverglaçage	Surfaces verticales de bétons exposées à la pluie et au gel.
<b>XG2</b>	Forte saturation en eau, sans agents de déverglaçage Forte saturation en eau, avec agents de déverglaçage	Surfaces horizontales de bétons exposées à la pluie et au gel.
<b>6. Attaque chimique</b>		
Lorsque le béton est exposé aux attaques chimiques, se produisant dans les sols naturels, les eaux de surface, les eaux souterraines, comme indiqué au Tableau 2 ; les classes d'exposition doivent être		

données ci-après. La classification de l'eau de mer dépend de la localisation géographique, par conséquent la classification valide sur le lieu d'utilisation du béton s'applique.

NOTE : Une étude particulière peut être nécessaire pour déterminer la classe d'exposition adéquate dans les environnements

tels que :

- N'entrant pas dans les limites du Tableau 2 ;
- Contenant d'autres substances chimiques agressives ;
- Sol ou eau polluée chimiquement ;
- Présentant une vitesse d'écoulement de l'eau élevée, en combinaison avec certaines substances chimiques du Tableau 2

XA1	Environnement à faible agressivité chimique, selon le Tableau 2	Selon les résultats des analyses chimiques donnés au Tableau 2
XA2	Environnement d'agressivité chimique modérée, selon le Tableau 2	
XA3	Environnement à forte agressivité chimique, selon le Tableau 2	

*Tableau 1: Classes d'expositions des constructions et chacune de leurs parties*

Les environnements chimiques classés ci-dessous sont fondées sur des sols et eaux souterraines naturels à une température eau/sol comprise entre 5 °C et 25 °C et où la vitesse d'écoulement de l'eau est suffisamment faible pour être assimilée à des conditions statiques.

Le choix de la classe se fait par rapport à la caractérisation chimique à l'agression la plus élevée. Lorsqu'au moins deux caractéristiques agressives conduisant à une même classe dans la classe immédiatement supérieure, sauf si une étude spécifique démontre que ce n'est pas nécessaire.

Caractéristiques chimiques	Méthode d'essai de référence	XA1	XA2	XA3
<b>Eaux de surfaces et souterraines</b>				
$SO_4^{2-}$ en mg/l	NM10.1.005	$\geq 200$ et $\leq 600$	$>600$ et $\leq 3000$	$>3000$ et $\leq 6000$
$p^H$	NM 03.5.523	$< 6,5$ et $\geq 5,5$	$< 5,5$ et $\geq 4,5$	$< 4,5$ et $\geq 4,0$
$CO_2$ en mg/l	NM 03.7.248	$\geq 15$ et $\leq 40$	$> 40$ et $\leq 100$	100 jusqu'à saturation
$NH_4^+$ en mg/l	NM .03.7.012 OU NM 03.7.205	$\geq 15$ et $\leq 30$	$> 30$ et $\leq 60$	$> 60$ ET $\leq 100$
$Mg^{2+}$ en mg/l	NM 03.7.249	$\geq 300$ et $\leq 1000$	$>1000$ et $\leq 3000$	$> 3 000$ jusqu'à saturation
<b>Sol</b>				
$SO_4^{2-}$ mg/Kg *	NM 10.1.005 **	$\geq 2000$ et $\leq$	$> 3000$ *** et $\leq$	$> 12 000$ et $\leq 24$

totale		3 000 ***	12 000	000
Acidité ml/kg	NM10.1.121	>200 Baumann Gully	N'est pas rencontré dans la pratique	
<p>* les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à <math>10^{-5}</math> m/s, peuvent être classés dans une classe inférieure.</p> <p>** La méthode d'essai prescrit l'extraction du <math>SO_4^{2-}</math> à l'acide chlorhydrique.</p> <p>*** La limite doit être de 3 000 mg/kg à 2 000 mg/kg, en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton due à l'alternance des périodes sèches et des périodes humides, ou par remontée capillaire.</p>				

*Tableau 2: Valeurs limites pour les classes d'expositions correspondantes aux attaques chimiques des sols naturels et eaux souterraines*

### Article 133. Niveau de développement du Plan d'Assurance Qualité

Le CPS doit définir le niveau du plan d'Assurance Qualité à adopter pour le projet (voir chapitre 4 ci-après).

Il doit définir également :

- les types de contrôles à prévoir (voir article 145 ci-après) ;
- l'obligation éventuelle de l'établissement du PAQ par les entreprises soumissionnaires en phase de consultation.

### Article 134. Classes des parements

Pour les bétons à garder brutes de décoffrage et vus par le public, le maître d'ouvrage définit la teinte et le type de parement parmi les classes définies ci-après :

- les parements simples ;
- les parements fins ;
- les parements ouvragés.

En l'absence de précision dans le marché, les parements sont réputés de type simple.

## Chapitre 4 : Management de la qualité

### Article 141. Principes généraux

Le management de la qualité a pour finalité la maîtrise de la qualité requise pour les matériaux et produits, ainsi que pour les ouvrages exécutés. Cette maîtrise implique des activités de la part de l'Entrepreneur et également, de la part du Maître d'ouvrage.

### Article 142 : Cadre documentaire

L'entrepreneur est appelé à établir des documents qui déclinent son système de management de la qualité. Ces documents définissent et formalisent, les dispositions et actions que l'entrepreneur compte adopter sur le plan de l'organisation du chantier, de l'exécution des travaux, du contrôle de l'exécution, de la correction éventuelle des défauts et de la maîtrise des enregistrements. Une fois établis et validés par le maître d'ouvrage, les dispositions formalisées doivent être respectées et leur application effective contrôlée par ce dernier.

Le Plan d'Assurance Qualité (PAQ) constitue le cadre général pour l'établissement et le recueil des documents en question. Le PAQ est un document établi par l'entrepreneur qui spécifie l'organisation, les procédures d'exécution et de contrôle et les ressources associées, que l'entrepreneur s'engage à mettre en œuvre pour l'obtention de la qualité requise. Il est composé de trois principaux documents :

- Note d'organisation générale : elle définit tous les éléments d'organisation qui impactent la qualité des travaux ;
- Procédures d'exécution : elles sont établies par nature des travaux, par phase ou pour l'ensemble du chantier. Elles définissent les moyens, matériaux, modes opératoires et conditions d'exécution du contrôle, relatifs à l'exécution des opérations concernées ;
- Documents de suivi d'exécution : ils permettant de recueillir et de conserver les informations pertinentes sur les conditions réelles d'exécution et d'apporter la preuve de la réalisation effective du contrôle.

### **Article 143 : Choix et niveaux de développement du PAQ**

Le Plan d'Assurance Qualité à appliquer pour un projet donné, dépend essentiellement de :

- l'importance du projet à réaliser ;
- la complexité d'exécution ;
- l'incidence d'éventuelles non-conformités ;
- les moyens à mettre en œuvre, que l'on peut raisonnablement demander à l'Entrepreneur pour effectuer le contrôle.

Ainsi, on distingue trois niveaux de développement du PAQ ; donnés par ordre croissant de complexité :

- Plan d'Assurance Qualité de niveau 1 ;
- Plan d'Assurance Qualité de niveau 2 ;
- Plan d'Assurance Qualité de niveau 3.

Le CPS précise le niveau du PAQ retenu en fonction du projet.

La consistance du PAQ est définie pour chaque niveau, au chapitre N°3 : partie relative au mode d'exécution des travaux.

### **Article 144 : Phases d'établissement du PAQ**

Les documents constituant le PAQ, sont établis par l'entreprise et approuvés par le Maître d'ouvrage, lors de l'une des phases suivantes :

- phase de préparation du chantier ;
- phase d'exécution ;
- phase de fin d'exécution.

Pour le cas d'un PAQ de niveau 3, le CPS peut prévoir en phase consultation des entreprises, la remise d'un cadre du PAQ par les entreprises soumissionnaires.

### **Article 145 : Contrôles**

#### **145.1 : Organisation du contrôle**

Le management de la qualité s'attache à définir l'organisation du contrôle, les rôles respectifs de l'entrepreneur et du maître d'ouvrage dans l'exercice de ce contrôle, ainsi que les dispositions prévues pour le traitement des éventuels écarts entre exigences et réalisations.

Le contrôle est organisé en :

- contrôle interne réalisé par l'entreprise suivant des méthodes et des fréquences décrites dans son PAQ ;
- contrôle externe réalisé soit par une entité de l'entreprise indépendante de l'exécution des travaux, soit par un organisme extérieur agissant pour le compte de l'entreprise ;
- contrôle extérieur réalisé par le Maître d'ouvrage ou un organisme indépendant agissant pour son compte.

#### **145.2 Contrôle interne**

L'entrepreneur doit assurer la maîtrise des ressources et des moyens mis en œuvre pour respecter les exigences du marché.

Le contrôle interne englobe l'ensemble des opérations de surveillance, de vérification et d'essais exercés sous l'autorité du responsable de l'entreprise chargé de la fabrication des bétons et produits ou de l'exécution des travaux, dans les conditions définies par le PAQ.

Ce contrôle concerne toutes les opérations et dispositions qui présentent un risque de non-conformité ou pouvant entraîner des défauts des ouvrages réalisés (à titre d'indication sur les risques, voir Annexe B). Il s'applique en particulier :

- aux méthodes et processus de production au cas où le béton est produit sur site ;
- aux commandes et réception des bétons prêts à l'emploi ;
- aux matériaux et composants mis en œuvre sur le chantier (acier, éléments préfabriqué, coffrage...etc) ;
- aux méthodes et processus d'exécution ;
- au produit final.

Les résultats du contrôle interne sont reportés sur les documents de contrôle mis à la disposition du maître d'ouvrage sur le chantier jusqu'à la fin des travaux ou lui sont adressés, s'il le demande, au fur et à mesure qu'ils sont obtenus.

#### **145.3 Contrôle externe**

Le contrôle externe englobe les opérations de surveillance, de vérification et d'essais exercées sous l'autorité ou à la demande d'un responsable de l'entreprise, indépendant de la chaîne de production et de l'exécution. Il peut être assuré par un organisme extérieur agissant pour le compte de l'entreprise.

Ce contrôle a pour objet de s'assurer que le contrôle interne est effectivement et correctement mis en œuvre et d'apporter une assistance et conseils aux unités de production et d'exécution.

#### **145.4 Contrôle extérieur**

Ce contrôle est réalisé par le Maître d'ouvrage ou réalisé sous son autorité.

L'entrepreneur donne toutes facilités utiles pour l'exercice du contrôle propre au maître d'ouvrage. Ce contrôle comporte :

- la surveillance de l'application des dispositions objets du PAQ ;
- la vérification des résultats du contrôle interne à l'entreprise s'il y a lieu ;
- le contrôle des bétons et des fournitures à la réception sur chantier ;
- la levée des points d'arrêts, matérialisés sur les documents de contrôle ou de suivi sur chantier ;

- les opérations de réception des ouvrages.

### 145.5 Contrôle de conformité

Le contrôle de conformité aux spécifications s'effectue dans les conditions suivantes :

#### a- Contrôle de l'Entrepreneur

- PAQ de niveaux 1 et 2 : aucun contrôle de conformité n'est à la charge de l'Entrepreneur.
- PAQ de niveau 3, l'Entrepreneur effectue les contrôles de conformité mis à sa charge par le marché. Il émet des fiches de non-conformité dans le cas où les spécifications ne sont pas respectées.

#### b- Contrôle du Maître d'ouvrage

- PAQ de niveaux 1 et 2 : le Maître d'ouvrage réalise tous les contrôles visuels, essais et mesures prévus par le marché pour s'assurer de la conformité des ouvrages aux spécifications. Si les résultats sont conformes aux spécifications, il lève le point d'arrêt.
- PAQ de niveaux 3 : le Maître d'ouvrage effectue des contrôles inopinés pour la validation des résultats des contrôles effectués par le contrôle externe, auxquels s'ajoutent les contrôles de conformité mis à sa charge par les dispositions contractuelles.

Le contrôle du Maître d'ouvrage peut être réalisé suivant le manuel établi par la Direction des Equipements Publics (DEP) intitulé : « Manuel qualité-contrôle et réception »

Dans tous les cas, le maître d'ouvrage informe l'Entrepreneur des résultats des contrôles effectués et l'invite, à ouvrir des fiches de non-conformités lorsque les spécifications ne sont pas respectées. Toute non-conformité décelée, fait immédiatement l'objet d'un traitement adapté conformément aux dispositions du PAQ de l'Entrepreneur. Un suivi mensuel du traitement des non conformités ouvertes est assuré par le Maître d'Ouvrage jusqu'à leur fermeture.

### Article 146 : Enregistrements relatifs à la qualité

Pour chacune des activités, le système de l'assurance qualité devra prévoir des enregistrements destinés à assurer la traçabilité du système en fonction du niveau du PAQ retenu. Les tableaux qui suivent synthétisent les principaux enregistrements prévus ; sauf dispositions contraires dans le CPS.

#### 146.1 : Enregistrements dans le cadre d'un PAQ de niveau 1

Activités	Enregistrements Entrepreneur	Enregistrements Maître d'ouvrage
I-Consultation des entreprises	Sans objet	Sans objet
II-Planification (Période de préparation)	Mémoire technique incluant : -Projet des installations de chantier -Programme général des travaux -Organigramme de chantier -Moyens humains et matériels	- Visa du mémoire - Plan de contrôle
III-Exécution des travaux		
Approvisionnement	Provenance et qualité des matériaux	- Agrément de la provenance et qualité des matériaux - Réception des fournitures et matériaux
Production sur site	Epreuves préalables (si requises)	Acceptation des matériels et ateliers

		de production
IV-Contrôles	Demande de levée de point d'arrêt	- Levée de point d'arrêt - Contrôle de conformité - Audit (si requis)
V-Achèvement des travaux	Demande de réception	Opérations préalables à la réception provisoire
Réception des ouvrages		Procès-verbal de réception provisoire

#### 146.2 : Activités dans le cadre d'un PAQ de niveau 2

Activités	Enregistrements Entrepreneur	Enregistrements Maître d'ouvrage
I-Consultation des entreprises	Cadre du PAQ si requis lors de la consultation des entreprises	Niveau PAQ prescrit par le Maître d'ouvrage
II-Planification (Période de préparation)	- Mémoire technique (décrit ci haut) - Planning de réalisation des travaux - Projet des Installations de chantier	- Visa du mémoire de l'Entrepreneur - Visa du Planning - Plan de contrôle
III-Exécution des travaux		
Approvisionnement	Provenance et qualité des fournitures et matériaux	- Agrément provenance et qualité des matériaux - Réception des fournitures et matériaux
Production	- Epreuves préalables (si requises) - Procédures d'exécution (si requises)	- Acceptation des matériels et ateliers de production - Visa des procédures d'exécution
IV-Contrôles	- Fiche de suivi de la production - Demande de levée de point d'arrêt et PV du contrôle interne - Fiches de non-conformité	- Validation du contrôle interne - Levée de point d'arrêt - Contrôle de conformité - Approbation et suivi des actions curatives et correctives
V-Achèvement des travaux	Demande de réception	Opérations préalables à la réception provisoire Procès-verbal de réception provisoire

#### 146.3 : Activités dans le cadre d'un PAQ de niveau C

Activités	Enregistrements Entrepreneur	Enregistrements Maître d'ouvrage
I-Consultation des entreprises	Cadre du PAQ si requis lors de la consultation des entreprises	Niveau PAQ prescrit par le Maître d'ouvrage
II-Planification (Période de préparation)	- Mémoire technique (décrit ci haut) - Planning de réalisation des travaux - Projet des Installations de chantier	- Visa du mémoire de l'Entrepreneur - Visa du Planning - Plan de contrôle

III-Exécution des travaux		
Approvisionnements	Provenance et qualité des fournitures et matériaux	- Agrément provenance et qualité des matériaux - Réception des fournitures et matériaux (Contrôle inopiné)
Production	- Epreuves préalables (si requises) - Demande de réception - Procédures d'exécution	- Acceptation des matériels et ateliers de production - Visa des procédures d'exécution
IV-Contrôles	- Fiche de suivi de la production - Demande de levée de point d'arrêt et PV du contrôle interne et externe - Fiche de non-conformité	- Validation du contrôle interne - Levée de point d'arrêt - Contrôle de conformité à la charge du Maître d'Ouvrage - Validation du contrôle externe (inopiné) - Approbation et suivi des actions curatives et correctives - Audit système, processus et produit (si requis)
V-Achèvement des travaux	Demande de réception	- Opérations préalables à la réception provisoire - Procès-verbal de réception provisoire

## Chapitre 5 : Dispositions générales pour le respect de l'environnement

### 151. Protection de l'environnement et gestion des déchets

L'entreprise est tenue de prendre des dispositions relatives à la gestion des déchets dont le suivi et la traçabilité de l'élimination des déchets du chantier, en conformité avec les dispositions des articles 30 et 31 du CCAG-T approuvé par le décret 2-14-394 du 13 mai 2016.

### 152. Dispositions et documents relatifs au respect de l'environnement

Pour des projets particuliers où l'impact sur l'environnement est jugé important, le CPS prévoit des dispositions à adopter pour la protection et le respect de l'environnement. En particulier, l'établissement d'une Notice de Respect de l'Environnement (NRE) par le Maître d'ouvrage et d'un Plan de Respect de l'Environnement (PRE) par l'entreprise.

#### 152.1 Notice de Respect de l'Environnement

Le Maître d'ouvrage réalise des diagnostics préalables, et précise les objectifs et les contraintes imposées en matière environnementale, dans une Notice de Respect de l'Environnement (NRE). Cette notice est jointe au CPS du projet en phase de consultation des entreprises.

Les contraintes environnementales, formulées sous forme de données qualitatives et quantitatives, peuvent concerner tout ou partie des domaines suivants :

- Contexte réglementaire de l'ouvrage,
- Prévention et résorption de la pollution des sols,
- Prévention de la pollution et des ressources en eaux superficielles et souterraines,
- Préservation de la biodiversité et des zones naturelles protégées,
- Préservation des activités, des ouvrages existants et du patrimoine,
- Préservation de la qualité de l'air, dont réduction des émanations, poussières et fumées,

- Limitation des nuisances sonores et des vibrations pour les personnels et les riverains,
- Propreté des voiries empruntées par les véhicules de chantier,
- Limitation des déplacements, consommations d'énergie et émissions de gaz à effet de serre,
- Limitation de la dangerosité des matériaux et produits utilisés,
- Gestion, valorisation et élimination des déchets de chantier,
- Impacts sur les fonctionnalités de la ville au voisinage immédiat du chantier (en cas de travaux en zone urbaine).

### **152.2 Plan de Respect de l'Environnement**

L'entreprise établira un Plan de Respect de l'Environnement (PRE) qui énonce de manière concrète, les moyens et les procédures qu'elle s'engage à mettre en œuvre pour respecter les prescriptions environnementales fixées par le Maître d'ouvrage dans la Notice de Respect de l'Environnement (NRE). Le PRE comprend :

- Une note d'organisation générale associée aux dispositions prises en matière de respect de l'environnement (cf 152.3),
- La liste des procédures environnementales,
- L'articulation entre les dispositions du PRE (incluant la gestion des déchets), le projet des installations de chantier, et la procédure d'urgence et de capacité à réagir,
- La description des moyens d'information à l'attention du personnel de l'entreprise, des sous-traitants et fournisseurs, sur les dispositions prévues au PRE,
- Les cadres de documents de surveillance et de contrôles en matière environnementale.

Le Plan de Respect de l'Environnement est établi par l'entreprise en phase de préparation et est soumis au visa du maître d'ouvrage. Ce PRE est mis à jour au fur et à mesure de l'exécution.

### **152.3. Note d'organisation générale Environnement**

La note d'organisation générale Environnement comprend :

- Une analyse préalable du contexte environnemental et des contraintes à prendre en compte, en conformité avec les exigences définies par le Maître d'œuvre dans la notice NRE (ou autre document à caractère réglementaire et législatif valable en lieu du projet) ;
- La nature et la situation des travaux et des tâches d'exécution concernés par les dispositions spécifiques relatives à l'environnement, avec mention des nuisances et risques potentiels au regard de l'environnement en lien avec ces tâches ;
- Les modalités de surveillance et contrôle de ces travaux et tâches ;
- Les éventuelles propositions pour le réemploi et le recyclage des matériaux ;
- Les modalités de gestion des déchets (cf 151) ;
- L'organisation mise en place, avec mention des missions et responsabilités des personnes en charge de l'application du PRE.

# TITRE II : QUALITE ET NATURE DES MATERIAUX

## Chapitre 1 : Propriétés et spécifications des bétons

### Article 211 : Propriétés du béton frais

#### 211.1. Classe de consistance

La consistance du béton frais est spécifiée par référence à la norme NM10.1.008. Elle doit être mesurée selon le cas, par les essais suivants :

- L'essai d'affaissement : NM10.1.061 ;
- L'essai Vébée : NM 10.1.062 ;
- L'indice de serrage : NM 10.1.063 ;
- L'essai d'étalement sur table : NM 10.1.064.

Sauf disposition contraire dans le CPS, la consistance est spécifiée par classe d'affaissement comme indiqué dans le tableau extrait de la norme NM.10.1.008 suivant :

Classe	Affaissement en mm	Propriété du béton frais	Utilisations
S1	10 – 40	Ferme	Escalier, accès en pente, béton de voirie
S2	50 – 90	Plastique	Dalles pleines
S3	100 – 150	Très plastique	Dalles, fondations, poteaux et poutres avec ferrailage normales
S4	160 – 210	Fluide	Dalles, fondations, voiles, poteaux et poutres avec ferrailage dense
S5	≥ 220	Très fluide	Dalles, fondations, poteaux, poutres et voiles (absence de système de vibration)

*Tableau 3: Classes d'affaissement des bétons*

La consistance spécifiée du béton frais, s'applique au moment de l'utilisation du béton ou à l'instant de la livraison dans le cas du béton prêt à l'emploi.

### Article 212 : Propriétés du béton durci

#### 212.1. Classes de résistance

La résistance à la compression du béton durci est spécifiée par référence aux classes de résistance définies par la norme NM10.1.008.

Pour les bétons courants (1) et les bétons lourds (2), les classes de résistance sont définies par rapport à la résistance caractéristique minimale mesurée sur cylindre ou bien sur cubes comme donné dans le tableau suivant :

Classe de résistance à la compression	Résistance caractéristique minimale sur cylindre fck-cyl (MPa)	Résistance caractéristique minimale sur cube fck-cube (MPa)
B10	10	13
B15	15	19
B20	20	25
B25	25	30
B30	30	37
B35	35	45

B40	40	50
B45	45	55
B50	50	60
B55	55	67
B60	60	75
B70	70	85
B80	80	95
B90	90	105
B100	100	115

*Tableau 4: Classes de résistance à la compression pour les bétons courants et les bétons lourds*

Pour les bétons légers (3), les classes de résistance sont données dans le tableau suivant :

<b>Classe de résistance à la compression</b>	<b>Résistance caractéristique (4) minimale sur cylindre fck-cyl (MPa)</b>	<b>Résistance caractéristique minimale sur cube fck-cube (MPa)</b>
Blg 8	8	9
Blg 12	12	13
Blg 16	16	18
Blg 20	20	22
Blg 25	25	28
Blg 30	30	33
Blg 35	35	38
Blg 40	40	44
Blg 45	45	50
Blg 50	50	55
Blg 55	55	60
Blg 60	60	66
Blg 70	70	77
Blg 80	80	88

*Tableau 5: Classes de résistance à la compression pour les bétons légers*

Note :

- (1) **Béton courant** : béton dont la masse volumique après séchage à l'étuve est supérieur à 2 000 kg/m<sup>3</sup> mais inférieure ou égale à 2 600 kg/m<sup>3</sup>.
- (2) **Béton lourd** : béton dont la masse volumique après séchage à l'étuve est supérieur à 2 600 kg/m<sup>3</sup>.
- (3) **Béton léger** : béton dont la masse volumique après séchage à l'étuve est supérieure ou égale à 800 kg/m<sup>3</sup> mais inférieure ou égale à 2 000 kg/m<sup>3</sup>. Il est produit entièrement ou partiellement à partir de granulats légers.
- (4) **Résistance caractéristique** : valeur de résistance en dessous de laquelle peuvent se situer 10 % de la population de tous les résultats des mesures de résistance possibles effectués pour le volume de béton considéré.

## 212.2. Classe de masse volumique pour béton léger

La masse volumique du béton léger est spécifiée soit, en référence aux classes de masse volumique ou par valeur cible et ce, conformément à la norme NM10.1.008. Les classes de masse volumique sont données dans le tableau suivant :

Classe de masse volumique	D 1,0	D1,2	D 1,4	D 1,6	D 1,80	D 2,0
Plage de masse volumique en kg/m <sup>3</sup>	≥ 800 et ≤ 1000	> 1000 et ≤ 1200	> 1200 et ≤ 1400	> 1400 et ≤ 1600	> 1600 et ≤ 1800	> 1800 et ≤ 2000

*Tableau 6: Classe de masse volumique pour béton léger*

## Article 213 : Exigences sur la composition de béton

### 213.1 Dosage des constituants

Le dosage des constituants du béton dépend de la classe de résistance du béton requise et des classes d'expositions. Ci-après, les valeurs limites données dans l'annexe C de la norme NM 10.1.008 pour la composition et les propriétés du béton en fonction de la classe d'exposition :

	Classes d'exposition										
	Aucun risque de corrosion ou d'attaque	Corrosion induite par carbonatation		Corrosion induite par les chlorures			Attaque gel/dégel		Environnement chimiquement agressifs		
		X0	XCA1	XCA2	Eau de mer		Chlorures autres que l'eau de mer	XG1	XG2	XA1	XA2
	XM1				XM2	XCL					
Rapport maximal Eef/ciment	---	0,65	0,60	0,50	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe de résistance minimale	---	B20	B25	B30	B35	B30	B25	B30	B30	B35	B40
Teneur minimale en ciment (kg/m <sup>3</sup> )	200	290	310	340	350	330	320	340	325	350	385
Teneur minimale en air (%)	---	---	---	---	---	---	---	4	---	---	---
Nature ciment	---	---	---	---	PM	---	---	--- (a)	--(b)	--(b)	---(b)

(a) En cas d'utilisation de sels de déverglaçage dont la teneur en sulfate soluble est supérieur ou égale à 3%, utiliser un ciment PM (Prise Mer) ou un ciment ES (ciment pour travaux en eaux à haute teneur en sulfates).

(b) Lorsque la classe d'agressivité résulte de présence de sulfates, pour la classe XA1, utiliser un ciment PM et pour les classes XA2 et XA3, utiliser un ciment ES.

*Tableau 7: Composition et propriétés du béton en fonction de la classe d'exposition*

## 213.2 Compatibilité des différents constituants

Les constituants du béton doivent être compatibles entre eux et ne pas altérer les armatures.

En particulier :

- La quantité maximale d'ions-chlore ( $Cl^-$ ), rapportée à la masse de ciment, doit être conforme aux dispositions de l'article 5.2.6 de la NM10.1.008. à savoir :

Utilisation du béton	Classe de chlorures	Teneur maximale en $Cl^-$ rapportée à la masse de ciment
Contenant des armatures de précontrainte en acier	CI 0,20	0,20 %
Contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées	CI 0,40	0,40 %
Contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées et formulés exclusivement avec des ciments CHF (Ciment de Haut Fourneau) ou CLK (Ciment de laitier au clinker)	CI 0,65	0,65 %
Ne contenant ni armature en acier ni pièces métalliques noyées (à l'exception des pièces de levage résistant à la corrosion)	CI 1,00	1,00 %

*Tableau 8 : Teneur maximale en  $Cl^-$  rapportée à la masse de ciment*

- Les constituants présentant un risque avéré de réaction alcali-silice sont interdits.

## Article 214 Spécification des bétons

### 214.1. Bases de spécification des bétons

La classe de résistance à spécifier pour le béton est la classe la plus élevée qui est obtenue à partir des considérations simultanées suivantes :

- 1- La destination du béton dans la structure qui permet de définir les propriétés mécaniques requises. Le tableau suivant donne la classe de résistance minimale du béton pour les emplois et utilisations courants :

Classe de résistance à la compression	Résistance caractéristique minimale sur cylindres $f_{ck-cyl}$ N/mm <sup>2</sup> (MPa)	Résistance caractéristique minimale sur cubes $f_{ck-cube}$ N/mm <sup>2</sup> (MPa)	Emploi
B10	10	13	Béton de propreté
B15	15	19	Gros béton
B20	20	25	Béton de forme
B25	25	30	Béton armé
B30	30	37	Béton armé ou béton précontraint
B35	35	45	Béton précontraint

*Tableau 9: Résistance du béton en fonction de son utilisation*

- 2- La classe d'exposition de la construction ou de la partie de la construction concernée. Le tableau suivant définit la classe de résistance minimale du béton en fonction de la classe d'exposition retenue :

	Classes d'exposition										
	Aucun risque de corrosion ou d'attaque	Corrosion induite par carbonatation		Corrosion induite par les chlorures			Attaque gel/dégel		Environnement chimiquement agressifs		
				Eau de mer		Chlorures autres que l'eau de mer					
	X0	XCA1	XCA2	XM1	XM2	XCL	XG1	XG2	XA1	XA2	XA3
Classe de résistance minimale	---	B20	B25	B30	B35	B30	B25	B30	B30	B35	B40

*Tableau 10: classe de résistance minimale du béton en fonction de la classe d'exposition*

En outre, le béton doit respecter les données de base et les données complémentaires comme indiqué ci-après :

#### 214.2. Propriétés à spécifier

Dans le cas des bétons à propriétés spécifiées. Les données de base sont :

- Exigence de la conformité à la norme NM10.1.008 ;
- Classe de résistance à la compression ;
- Classe d'exposition ;
- Dimension maximale des granulats ;
- Classe de teneur en chlorure ;
- Classe de consistance.

En plus pour les bétons légers :

- Classe de masse volumique ou valeur cible de la masse volumique.

Pour les bétons lourds :

- Masse volumique cible.

#### 214.3. Cas de béton à composition prescrite

Dans le cas particulier où le CPS spécifie une composition de béton, celle-ci doit respecter les données de base suivantes :

- Exigence de la conformité à la norme NM10.1.008 ;
- Dosage en ciment ;
- Type de ciment et sa classe de résistance ;
- Rapport eau/ciment ou classe de consistance ou valeur cible de la consistance ;
- Type, catégorie et teneur maximale en chlorures de granulats. En cas de béton léger ou de béton lourd, il y a lieu d'ajouter la masse volumique maximale ou minimale des granulats selon le cas ;
- Dimension maximale nominale des granulats, et toute limitation de leurs fuseaux granulaires ;
- Type, origine et quantité des adjuvants ou additions, le cas échéant.

#### **214.4. Données complémentaires**

En plus des données de base citées ci-avant, le béton doit respecter les données complémentaires qui sont définies par l'entrepreneur et transmises au producteur du béton. Ces données tiennent compte des conditions réelles d'exécution (Voir article 361.2)

#### **214.5. Cas de béton à composition prescrite dans une norme produit**

Dans le cas particulier des bétons à composition prescrite dans une norme de produit (produits préfabriqués en béton), les bétons doivent respecter :

- la norme de référence du béton donnant les exigences pertinentes ;
- la désignation du béton selon cette norme.

L'utilisation de ces bétons est limitée aux :

- bétons de masse volumique normale pour des structures armées ou non ;
- classes de résistances pour le calcul inférieur à B15, sauf si une classe B20 est autorisée ;
- classes d'exposition X0 et XCA1, sauf si les dispositions du béton en permettent d'autres classes.

## **Chapitre 2 : Matériaux pour mortiers et bétons**

### **Article 221 : Généralités**

La nature, la provenance, le dosage et les conditions d'emploi des constituants sont soumis à l'approbation du Maître d'ouvrage.

Lorsque ce n'est pas précisé dans la spécification du marché, le producteur du béton, doit sélectionner les types et les classes de constituants adaptées aux conditions d'environnement spécifiées.

### **Article 222 : Granulats**

#### **222.1. Caractéristiques générales des granulats.**

Les granulats constituent l'ensemble de grains de dimensions comprises entre 0 mm et 63 mm. Ils sont dits :

- naturels lorsqu'ils sont issus de roches meubles ou massives et qu'ils ne subissent aucun traitement autre que mécanique ;
- artificiels lorsqu'ils proviennent de la transformation à la fois thermique et mécanique de roches ou de minerais ;
- recyclés lorsqu'ils proviennent de la démolition d'ouvrages ou lorsqu'ils sont réutilisés ;
- courants lorsque leur masse volumique réelle MVR (NM 10.1.146, NM 10.1.149) est supérieure ou égale à  $2000 \text{ kg/m}^3$  ;
- légers lorsque leur masse volumique réelle MVR est inférieure à  $2000 \text{ kg/m}^3$ .

Les granulats doivent être conformes à la norme NM 10.1.271. Ils peuvent être d'une origine unique ou résultant d'un mélange et sont classés en fonction de leur granularité (distribution dimensionnelle des grains) déterminée par analyse granulométrique à l'aide de tamis. Ce classement donne lieu aux familles suivantes :

- sables 0/D où  $D \leq 5\text{mm}$  ;
- graves 0/D où  $D > 5\text{mm}$  ;

- gravillons d/D où  $d \geq 1$  mm et  $D < 63$  mm.

Ils doivent être exempts de matières terreuses, gypseuses, schisteuses, marneuses et d'autres produits ou matériaux susceptibles d'altérer les propriétés du béton et sa durabilité.

### 222.2. Choix des granulats

Les granulats doivent être choisis en tenant compte des exigences générales citées à l'article 222.1. Plus particulièrement, ils doivent être adaptés à l'utilisation finale du béton. Les granulats les plus indiqués sont donnés comme suit :

Nature de bétons	Nature des granulats
Bétons courants pour chantiers ou usines de préfabrication	Tous granulats roulés ou concassés avec préférence pour les siliceux, les calcaires et les silico-calcaires
Bétons apparents, architectoniques	Les mêmes que ci-dessus et les porphyres, basaltes, granites, diorites, qui offrent large palette d'aspects et de teintes
Bétons légers pour structures	Argile ou schiste expansé, laitier expansé
Bétons légers isolant	Vermiculite, liège, bois, 300 à 800 kg/m <sup>3</sup> polystyrène expansé, verre expansé

*Tableau 11: Choix des granulats en fonction de l'utilisation du béton*

### 222.3. Granulats récupérés

Les granulats récupérés de concassage de béton durci, des eaux de lavage ou du béton frais peuvent être utilisés pour la confection des bétons sous réserve d'une justification basée sur une étude spécifique.

### 222.4. Granulats pour bétons particuliers

Pour les bétons à hautes performances (BHP) et les bétons autoplaçants (BAP), les granulats doivent présenter un coefficient d'absorption d'eau inférieur à 2,5% à moins qu'il ait pu être démontré que le maintien de rhéologie du béton dans les conditions réelles de transport (pompage en particulier) et de mise en œuvre, était assuré.

Pour les bétons apparents ou devant subir une mise en peinture à l'état brut de décoffrage, la présence de pyrite (ou autres sulfures métalliques) sous forme de grains de dimensions supérieures à 2 mm est interdite.

## Article 223 : Les Ciments

### 223.1 Caractéristiques générales

Les ciments pour mortiers et bétons seront conformes aux prescriptions de la norme marocaine NM10.01.004.

Pour des utilisations dans des environnements agressifs vis-à-vis des bétons (environnements marins, milieux sulfatés, etc), les ciments doivent en outre, être conformes aux normes particulières en vigueur ; à savoir :

- NM 10.1.156 : ciment pour travaux en eaux à haute teneur en sulfates (ES) ;
- NM 10.1.157 : ciment pour travaux à la mer (PM) ;
- NM 10.1.158 : ciment à faible chaleur d'hydratation initiale et à teneur en sulfures limités (CP).

## 223.2 Choix des ciments

Pour la réalisation d'ouvrages en béton de structure, le liant utilisé sera du ciment Portland artificiel, avec ou sans ajouts (CPA ou CPJ) de classe minimum 45.

Le ciment doit être adapté aux éléments suivants :

- les conditions d'exposition et d'environnement (voir article 132) ;
- les dimensions de la structure (des précautions particulières sont à prendre en cas d'ouvrages massifs pour éviter une élévation de température excessive) ;
- les exigences sur l'aspect esthétique des parements (le ciment doit éviter des variations de teinte trop marquées) ;
- les conditions de cure (par exemple chauffage) ;
- la réactivité potentielle des granulats aux alcalins des constituants.

## Article 224 : Eau de gâchage

### 224.1 Caractéristiques physiques et chimiques

L'eau de gâchage doit satisfaire aux prescriptions de la norme **NM 10-1-353**.

En particulier :

- la teneur en chlorure ne doit pas dépasser 500 mg/l pour un béton précontraint ou coulis, 1000 mg/l pour un béton armé ou avec insert et 4500 mg/l pour un béton non armé et sans insert ;
- La teneur en sulfates exprimée en  $SO_4^{2-}$  ne doit pas dépasser 2000 mg/l ;
- En cas de risque d'alcali-réaction, la teneur des alcalins en équivalent de  $Na_2O$  ne doit pas dépasser 1500 mg/l.

L'eau provenant d'un réseau public d'eau potable est réputée conforme à la norme.

L'emploi d'eau de mer est interdit sauf après dessalement.

## Article 225 Adjuvants

### 225.1 Caractéristiques générales

Les adjuvants doivent être conformes aux normes **NM 10-1-109**, **NM 10-1-110** à **NM 10-1-118** et bénéficient d'une certification de conformité émanant d'un organisme certificateur officiel.

### 225.2 Compatibilité des adjuvants

La compatibilité des différents adjuvants entre eux, ainsi qu'avec les liants et additions, telles que les fumées de silice, doit être vérifiée par des essais de laboratoire.

## Article 226 : Ajouts

Des ajouts peuvent être incorporés au béton pour améliorer certaines de ses propriétés ou pour lui conférer des propriétés particulières. Leur nocivité vis-à-vis du béton et des armatures doit être justifiée.

## Chapitre 3 : Armatures pour béton armé

### Article 231 : Armatures à haute adhérence

Les armatures à haute adhérence seront exclusivement de nuance Fe E 500 telle que définie par la norme **NM 01.4.097**.

### **Article 232 : Armatures ronds lisses**

Les armatures rondes et lisses seront exclusivement de **nuance FeE-235** telle que définie par la norme **NM 01.4.095**.

L'utilisation des armatures rondes lisses est limitée à :

- armatures de frettage ;
- barres de montage ;
- armatures en attente, de diamètre inférieur ou égal à seize (16) millimètres exposées à un pliage suivi d'un dépliage.

Il est interdit d'utiliser dans une même construction des ronds lisses de même diamètre et de nuances différents.

### **Article 233 : Treillis soudés**

Les treillis soudés et leurs éléments constitutifs seront conformes à la norme **NM 01.4.226** ; de nuance FeE500 pour les barres et FLE500 pour les fils tréfilés.

## **Chapitre 4 : Unités de précontrainte**

En cas de mise en œuvre de la précontrainte sur chantier, le Maître d'ouvrage exigera une procédure spécifique à cette opération établie par l'entrepreneur dans le cadre de son PAQ. Cette procédure définit au moins les éléments suivants :

- une description du procédé de précontrainte utilisé ;
- les propriétés garanties des fournitures (armatures, torons, gaines, accessoires pour la mise en tension et les injections etc) ;
- les propriétés et les études de formulation du coulis d'injection,
- le descriptif des moyens matériels et humains à la mise en tension, les injections et le contrôle des opérations.

## **Chapitre 5 : Produits préfabriqués en béton**

### **Article 251. Dispositions générales**

La réalisation des éléments préfabriqués sur chantier ou sur un emplacement forain doit répondre aux mêmes exigences que celles applicables aux parties d'ouvrages réalisées en béton coulé sur place.

### **Article 252. Qualité des matériaux**

En matière de composition du béton, de type de ciment, d'utilisation des granulats, des ajouts et des adjuvants, de même qu'en matière de résistance aux réactions alcali-silice, de teneur en chlorure et de température du béton, la norme NM 10.1.008 s'applique.

Les armatures pour produits préfabriqués en béton armé doivent être conformes au chapitre 3 du titre II.

Si l'acier utilisé pour des besoins structuraux est redressé ou soudé en usine, il doit rester conforme aux normes en vigueur après ce traitement.

### **Article 253. Classe minimale de résistance de béton**

Pour les produits préfabriqués en béton armé ou en béton précontraint, la classe minimale du béton doit être égale à :

- B25 dans le cas des produits en béton armé ;
- B30 dans le cas des produits en béton précontraint.

#### Article 254. Produits certifiés

Dans le cas où leur production est soumise à une certification reconnue, les produits et leurs constituants doivent satisfaire aux dispositions associées à cette certification.

#### Article 255. Qualité des produits finis

Les produits préfabriqués doivent satisfaire un ensemble d'exigences, en particulier sur :

- La résistance mécanique y compris vis-à-vis des actions transitoires (pendant le levage, la manutention, le transport et la mise en place) ;
- La géométrie des éléments : tolérances de fabrication et dimensions minimales ;
- L'aspect de surface ;
- La durabilité : Les constituants et la formulation du béton doivent prendre en compte la classe d'exposition du lieu d'utilisation des produits.

En outre et si il y a lieu, les produits préfabriqués doivent également satisfaire aux exigences suivantes :

- Résistance et réaction au feu ;
- Propriétés acoustiques ;
- Propriétés thermiques.

#### 255.1. Tolérances géométriques de fabrication

Sauf disposition contraire dans la norme du produit, les valeurs de tolérances relatives aux dimensions qui affectent la capacité portante de l'élément en service, ne doivent pas dépasser les valeurs ci-dessous (1) :

Pour les dimensions transversales L, la tolérance autorisée est  $\Delta L$ , et pour la position des armatures de béton armé, ou de béton précontraint ainsi que pour l'enrobage prévu au projet c, l'écart autorisé est  $\Delta c$ .

Dimension transversale du projet dans la direction à vérifier	$\Delta L$ (mm)	$\Delta c$ (mm)
L inf à 150mm	+10 -5	± 5
L = 400 mm	± 15	+15 -10
L sup à 2500mm	± 30	+30 -10

*Tableau 12: Tolérances géométriques de fabrication*

Il y a lieu de procéder à une interpolation linéaire pour des valeurs intermédiaires.

Pour les dimensions principales autres que les dimensions transversales :

$\Delta L = \pm (10 + L / 1\ 000) \leq \pm 40$  mm, Où : L est la valeur prévue de la mesure linéaire exprimée en millimètres.

*Note (1) : ces valeurs sont indiquées dans la norme NM EN 13369 : Règles communes pour les produits préfabriqués en béton.*

## Article 256. Marquage

Chaque produit doit être marqué ou étiqueté pour faire apparaître :

- L'identification du fabricant ;
- L'identification du lieu de fabrication ;
- Le numéro d'identification de l'élément (si nécessaire) ;
- Le marquage NM si le produit est certifié ;
- La date de moulage ;
- La masse du produit (quand il dépasse 800 kg) ;
- Les autres informations éventuellement demandées pour la mise en œuvre (par exemple le sens de pose) ;

Pour certains types de produits (par exemple les éléments en série), le marquage ci-dessus peut être simplifié ou remplacé par un étiquetage d'ensemble concernant des lots d'éléments.

En plus des données ci-dessus, les produits doivent être accompagnés des documents contenant les informations suivantes :

- Nom du fabricant ;
- Adresse de l'usine ;
- Référence de la norme du produit ;
- Référence de la documentation technique (s'il y a lieu) ;
- Justification des vérifications de la résistance mécanique et de la prise en compte des Hypothèses de l'étude visée par le bureau d'étude chargé du dimensionnement du projet ;
- Résultats des essais de contrôle des constituants.

## Article 257. Réservations

La fabrication des produits préfabriqués et leurs plans de pose doivent tenir compte des réservations prévues.

Les ouvertures doivent être compatibles avec les exigences mécaniques et esthétiques de l'ouvrage final.

Toute adaptation géométrique des réservations ou des produits préfabriqués sur chantier, doit faire l'objet d'un accord préalable du Maître d'ouvrage.

## **TITRE III : MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX**

### **Chapitre 1 : Dispositions générales**

L'entrepreneur est responsable vis-à-vis du Maître d'ouvrage, de la qualité des matériaux et produits, de leur mise en œuvre, ainsi que de la qualité des ouvrages finaux.

Il est tenu de prendre toutes les mesures et mettre en œuvre les moyens nécessaires pour observer et garantir cette qualité.

Si la provenance, la nature et la qualité des matériaux et des composants des bétons ne sont pas ou sont insuffisamment fixées par le marché, celles-ci seront proposées par l'entrepreneur et soumises à l'approbation du Maître d'ouvrage.

L'entrepreneur est dans l'obligation, à la demande du Maître d'ouvrage, de justifier l'origine, la convenance et la conformité des matériaux et produits aux normes en vigueur et aux dispositions particulières du marché.

Si au cours des travaux, l'entrepreneur demande à modifier la provenance de certains matériaux ou produits, le maître d'ouvrage peut lui en donner l'autorisation à condition que la qualité des matériaux ou produits de la nouvelle provenance soit au moins égale à celle initialement prévue.

L'autorisation précise si, la substitution proposée, donne lieu à l'application de nouveaux prix qui seront fixés conformément à l'article 56 du CCAG-T.

Dans tous les cas, l'indication de la provenance ne désengage pas l'entrepreneur de sa responsabilité en ce qui concerne la conformité aux normes et à la qualité prévue par le CPC et complétée éventuellement par le CPS.

### **Chapitre 2 : Documents d'exécution**

#### **Article 321 : Généralités**

Ce sont les documents à établir par l'entrepreneur et qui sont nécessaires à l'exécution des travaux, à assurer la traçabilité et à prononcer la réception des ouvrages.

Il s'agit des documents suivants :

- En phase de consultation des entreprises :
  - Le cadre du plan d'assurance qualité (PAQ) ; si le CPS le prévoit.
- En phase de préparation :
  - Le Plan d'Assurance Qualité (PAQ) du niveau prévu dans le CPS.
  - Le Plan de Respect de l'Environnement (PRE) si prévu dans le CPS.
- En phase d'exécution :
  - Etudes et plans d'exécution des coffrages, ferrailages et étaitements ;
  - Modifications éventuelles des plans sur le chantier ;
  - Dossier d'étude et de suivi des bétons ;
  - Procédures spécifiques ;
  - Documents de suivi de l'exécution ;
  - Comptes rendus des réunions de chantier.
- En phase de fin d'exécution :
  - Dossier des constructions exécutées ;
  - Dossier de fin d'exécution, relatif au management de la qualité.

Ces documents sont définis dans les articles qui suivent.

## Article 322. Documents à fournir en phase de consultation des entreprises

### 322.1. Cadre du plan d'assurance qualité

Le cadre du PAQ énonce les principales dispositions d'organisation et de contrôles que l'entrepreneur s'engage à mettre en œuvre et à développer, en phase travaux, dans son PAQ, si son offre est retenue. Le cadre du PAQ traite les principales dispositions concernant :

- l'organisation générale de l'entreprise (moyens et organigramme non nominatif du chantier, etc) ;
- la liste des procédures à prévoir ;
- les principaux fournisseurs ou sous-traitants ;
- les conditions générales d'établissement et de circulation des documents

## Article 323. Documents à fournir en phase de préparation

### 323.1. Plan Assurance Qualité

Le PAQ comprend un ensemble de documents dont la portée et consistance sont définies selon le niveau retenu pour le projet.

- **PAQ de niveau 1** : L'entrepreneur apporte la preuve qu'il est en mesure de réaliser les ouvrages tel que cela est prévu par le CPS. A cet effet, il présente un PAQ simplifié décrivant :
  - l'organisation générale du chantier dont le contenu est précisé dans l'article 323.2 ;
  - la provenance des matériaux et produits qu'il compte employer ;
  - le programme de réalisation des travaux incluant le programme de bétonnage.Le Maître d'ouvrage assure, sous sa responsabilité, le contrôle de conformité des matériaux, produits et ouvrages livrés, aux stipulations du CPS.
- **PAQ de niveau 2** : Outre ce qui est décrit dans le PAQ de niveau 1, le PAQ de niveau 2 prévoit un contrôle interne de la chaîne de production de l'entreprise. De plus, l'Entrepreneur établit une procédure générale d'exécution. Ainsi, Le PAQ de niveau 2 comprend en plus des documents décrits pour le PAQ de niveau 1 :
  - une procédure d'exécution couvrant l'ensemble des travaux. Le contenu d'une procédure est décrit dans l'article n°324.3 ;
  - les documents de suivi d'exécution.

Le maître d'ouvrage assure sous sa responsabilité, le contrôle de conformité des matériaux, produits et ouvrages livrés, aux stipulations du CPS.

- **PAQ de niveau 3** : le PAQ de niveau 3 prévoit un contrôle interne de la chaîne de production et un contrôle externe de la qualité ; effectués par l'Entrepreneur. Le contrôle externe est réalisé indépendamment de la chaîne de production et ayant pour objectif de contrôler la conformité des matériaux, produits et ouvrages livrés. Ainsi, Le PAQ de niveau 3 comprend, en plus des documents décrits pour le PAQ de niveau 1 :
  - les procédures d'exécution établies par nature des travaux ou par partie d'ouvrage ;
  - les documents de suivi d'exécution des différentes tâches comprenant les fiches de contrôle et les fiches de non-conformité et tout document de synthèse.

Le Maître d'ouvrage s'assure du bon fonctionnement du contrôle externe en effectuant des contrôles inopinés et réalise les contrôles de conformité qui sont contractuellement à sa charge.

### 323.2 Note d'organisation générale

Elle définit tous les éléments d'organisation concourant à l'obtention de la qualité :

- Désignation des intervenants concernés par le projet : Maître d'ouvrage, Entreprises, Architecte, Bureau d'Etudes, Laboratoire, etc. ;
- Références des articles du CPS traitant de l'organisation de la qualité ;
- Affectation des tâches et interfaces entre les intervenants :
  - Entreprise responsable de la direction du chantier ;
  - Sous-traitants ;
  - Principaux fournisseurs (matériaux, produits préfabriqués, béton prêt à l'emploi) ;
  - Bureau d'Etudes ;
  - Bureau de Contrôle et Laboratoire.
- Moyens en personnel des entreprises et sous-traitants avec références de l'encadrement ;
- Moyens généraux en matériel ;
- Gestion des documents d'exécution :
  - Liste et objet des plans d'exécution ;
  - Liste et objet des procédures d'exécution (pour les PAQ de niveau 2 et 3) ;
  - Conditions d'établissement, de circulation, d'approbation, de mise à jour et d'archivage des documents.
- Conditions générales d'exercice du contrôle :
  - Liste des documents de suivi d'exécution et principe de gestion des non-conformités (pour les PAQ de niveau 2 et 3) ;
  - Désignation du responsable du chantier affecté au contrôle ;
  - Liste des situations pouvant constituer des points critiques et des points d'arrêt (dans le cas d'un PAQ de niveau 2 et 3).

### 323.3. Calendrier d'exécution des travaux

Le calendrier prévisionnel des travaux est présenté, en intégrant les contraintes environnementales éventuelles, de telle sorte qu'apparaissent :

- l'enchaînement des phases d'exécution, leurs durées et, s'il y a lieu, les délais à respecter entre celles-ci ;
- les délais de fourniture et d'acceptation par le maître d'ouvrage des matériaux, des études de formulation et des éprouves de conformance ;
- les tâches et événements critiques, et leur enchaînement, ainsi que les délais d'obtention des visas pour les tâches critiques ;
- les phases de bétonnage obligatoirement ininterrompues, les volumes correspondants, les cadences à respecter et les modalités de mise en place ;
- la performance requise du béton éventuellement, (par exemple sa résistance pour les opérations de décoffrage et de mise en tension) ;

- en cas d'emploi d'éléments préfabriqués, les moyens généraux de fabrication et les engins de manutention, les cadences de fabrication et les délais de mise en œuvre, ainsi que les conditions du stockage, de la manutention, de la pose, de la stabilisation en phases transitoires et de l'assemblage (y compris l'ordre des opérations) des éléments préfabriqués.

Ce calendrier est mis à jour périodiquement en phase d'exécution.

Sa version finale constitue le calendrier d'exécution réalisé : il est intégré aux éléments du dossier des travaux exécutés (DTE) à fournir par l'entrepreneur après réception.

### **323.4. Liste des procédures d'exécution**

L'entrepreneur est tenu d'établir une liste des procédures d'exécution qu'il doit établir et soumettre à l'acceptation du Maître d'ouvrage en phase d'exécution.

La consistance d'une procédure d'exécution fait l'objet de l'article 324.3.

### **323.5. Programme de bétonnage**

Le programme de bétonnage est décrit en détails dans l'article 362.2.

### **323.6. Cadres de documents de suivi de l'exécution**

L'entrepreneur fournira les modèles des documents de suivi de l'exécution suivants :

- fiches de contrôle interne ;
- fiches de non-conformité.

L'entrepreneur précise également les conditions et délais dans lesquels ces documents sont renseignés (identifiés, enregistrés), validés, exploités, archivés et mis à disposition du maître d'ouvrage.

#### **323.6.1 Fiches de contrôle interne**

Les fiches de contrôle constituent la trace de la réalité des contrôles effectués par l'entité de l'entreprise, chargée de la mise en œuvre. Ces fiches doivent comporter impérativement les signatures des contrôleurs. Elles peuvent être une simple check-list des points à contrôler ou une pièce documentée par les informations recueillies et les mesures effectuées lors du contrôle.

Elles peuvent être établies :

- soit par taches (par exemple : étaielement - coffrage - ferrailage - bétonnage) ;
- soit par partie d'ouvrage (par exemple : fondations – planchers-poteaux...).

#### **323.6.2 Fiches de non-conformité**

Les fiches de non-conformité traitent les conditions de remise en conformité. Les non conformités mineures traitables localement sur le chantier par des actions immédiates peuvent ne donner lieu qu'à des observations portées sur les autres documents de suivi. Les niveaux de non-conformité, ainsi que les actions à prendre sont donnés au chapitre 11 du titre 3.

## **Article 324. Documents à fournir en phase d'exécution**

### **324.1. Etude et plans d'exécution des coffrages et étaielements**

#### **324.1.1 Généralité**

Le projet des étaielements et coffrages comprend tous les documents nécessaires à leur définition, sous forme de dessins d'exécution, notices, phasages opératoires et consignes ; assortis de justifications correspondantes.

Le projet des étaielements et coffrages, tient compte des données imposées par la construction définitive et son environnement. En particulier les déformations des étaielements et coffrages ne doivent causer aucun dommage aux constructions définitives, en cours de prise ou de durcissement.

Les plans d'étaielements et échafaudages doivent être visés par une entité de contrôle en collaboration avec le BET du projet et soumis à l'acceptation du Maître d'ouvrage avant le démarrage de l'opération de l'étaielement et du coffrage.

Un jeu complet de ces documents signés est tenu en permanence sur le chantier, à la disposition du maître d'ouvrage, jusqu'à la réception des constructions définitives.

### **324.1.2 Justifications des étaielements et coffrages**

Sous réserve de leur spécificité, les étaielements, échafaudages et coffrages sont justifiés conformément aux règlements en vigueur (il s'agit des règlements relatifs aux structures métalliques et structures en bois.).

Les justifications des étaielements et coffrages portent sur les éléments suivants :

- les dispositions prises pour assurer la stabilité et la protection des fondations, faisant apparaître les zones de remblai récents, la présence de fouilles ou de canalisations, les zones de ruissellement et les dispositions prises pour éviter les affouillements ;
- les dispositions prises pour limiter les tassements du sol, par exemple par des semelles de répartition de dimensions suffisantes ;
- la résistance et stabilité du coffrage et étaielements vis-à-vis du vent, du poids et de la poussée du béton frais, tenant compte de la nature du béton, du mode et de la vitesse de montée du béton dans le coffrage ;
- la nature des assemblages ;
- les conditions d'appui des éléments porteurs, qui doivent être compatibles avec leur stabilité propre et celle de leurs supports ;
- les dispositions assurant le contreventement, qui doit être assuré dans les trois dimensions de l'espace ;
- les dispositions à respecter pour la manutention et pour toutes les opérations de réglage, décalage, décintrement, décoffrage et démontage ;
- les contreflèches et les tolérances d'exécution ;
- les dispositions permettant d'assurer d'une part la mise en place et le serrage du béton, et d'autre part la liberté de déformation du béton sous les effets du retrait et de la mise en précontrainte ;
- les dispositifs de contrôle des déformations et des tassements en fonction du processus de mise en charge.

### **324.2. Modifications des plans sur le chantier**

Des modifications, en principe mineures, peuvent être apportées à certains plans sur le chantier pour tenir compte des contraintes d'exécution. Elles doivent être assorties de toutes signatures autorisées ; en particulier celles du BET du projet, Bureau de Contrôle Technique agréée auprès des assurances et reportées ensuite sur les originaux dans les meilleurs délais ou tout du moins avant la remise du dossier des constructions exécutées.

Ces modifications enregistrées doivent servir à l'établissement du dossier de récolement.

### **324.3. Procédures spécifiques**

Les procédures spécifiques concernent toutes les opérations critiques nécessitant des techniques d'exécution particulières (réalisation des fondations profondes, précontrainte sur chantier, etc)

Une procédure doit préciser au moins les points suivants :

- les travaux couverts par la procédure ;
- les documents de référence ;
- les ressources en personnel ;
- les moyens matériels spécifiques utilisés et leurs instructions d'emploi constituées par les notices techniques ;
- les matériaux, produits et composants (caractéristiques, certifications, origines, marques et modèles exacts) ;
- les méthodes, modalités, modes opératoires de mise en œuvre des travaux pour assurer le respect final des exigences ;
- Les interactions avec d'autres procédures éventuelles.

Les procédures d'exécution doivent être soumises à l'acceptation du Maître d'ouvrage avant le démarrage de l'opération concernée.

L'entrepreneur doit tenir compte des délais nécessaires à l'examen et la validation des documents par le Maître d'ouvrage.

### **324.4 Documents de suivi de l'exécution**

Au fur et à mesure de leur production, l'entrepreneur fournira les fiches de contrôle et les fiches de non-conformités éventuelles. Ces fiches sont :

- soit tenues à la disposition du maître d'ouvrage sur le chantier jusqu'à la fin des travaux ;
- soit adressées au maître d'ouvrage, au fur et à mesure de leur obtention.

### **324.5. Comptes rendus des réunions de chantier**

Pour assurer une traçabilité du chantier, les réunions de chantier font l'objet d'un compte rendu signé par les intervenants présents.

Le recueil des comptes rendus doit être tenu à la disposition du maître d'ouvrage sur le chantier au moins jusqu'à la réception provisoire.

### **324.6. Dossier d'étude et de suivi des bétons**

Pour chaque type de béton utilisé, l'entrepreneur est tenu d'établir un dossier spécifique dont la consistance est définie à l'article 361.3.

## **Article 325. Documents à fournir en fin d'exécution**

### **325.1. Dossier des constructions exécutées**

Le dossier des constructions exécutées remis au maître d'ouvrage comprend les documents suivants :

- les plans et notes de calculs mis à jour et validés conformes à l'exécution ;
- le programme et le calendrier réel d'exécution des travaux ;
- les propositions d'adaptations techniques et leurs réponses ;

- le dossier photographique du chantier, si le marché l'exige ;
- le recueil des comptes rendus et PV de chantier ;
- le dossier de fin d'exécution relatif au management de la qualité (cf. 325.2).

### **325.2. Dossier de fin d'exécution relatif au management de la qualité**

En fin d'exécution, l'entrepreneur fournit un ou plusieurs documents relatifs au management de la qualité (à l'exception des éléments déjà transmis au cours de l'exécution des travaux) incluant :

- Les comptes rendus des épreuves de convenance ;
- Les fiches et les épreuves du contrôle interne à l'entreprise ;
- Les procédures d'exécution à jour et visées par la maîtrise d'ouvrage avec synthèse des modifications apportées au cours du chantier ;
- L'origine des matériaux et équipements, les rapports d'essai des matériaux et équipements, ou les déclarations de performances des produits de construction ;
- Les fiches et les épreuves du contrôle extérieur ;
- Les fiches de non-conformités.

## **Chapitre 3 : Travaux de coffrages et étaielements**

### **Article 331 : Généralités**

Les coffrages avec leurs étaielements doivent être aptes à assurer :

- la réalisation des formes prévues, sans aucune déformation due aux différentes actions exercées : circulation du personnel, pose et fixation du ferrailage, déversement, poids propre et poussées horizontales et d'Archimède du béton frais, transfert de sollicitations lors de la mise en précontrainte, effets thermiques, intempéries, etc ;
- le respect des caractéristiques d'aspect spécifiées, grâce à la nature, au niveau de réemploi, à la propreté des peaux coffrantes d'une part et à l'étanchéité aux droits des joints d'autre part;
- la possibilité de mise en œuvre soignée des armatures et du béton.

L'entrepreneur doit s'assurer de la résistance et de la rigidité de la structure coffrante (ossature des coffrages) et des étaielements, en respectant les plans et les dispositions des études relevant des ouvrages en question.

L'entrepreneur doit assurer l'assemblage entre les différents éléments pour éviter toute ouverture des joints.

Le nombre de réemplois des éléments de coffrage et étaielement est fixé par l'entrepreneur sous sa responsabilité.

Les matériaux ou matériels dégradés sont rebutés ou bien réparés en atelier sous le contrôle de l'entrepreneur.

L'entrepreneur doit assurer l'entretien régulier des étaielements et échafaudages.

### **Article 332 : Mise en œuvre des coffrages et étaielements**

#### **332.1 Etanchéité des joints**

Les joints entre parois de coffrage doivent être étanches à la laitance. Pour les coffrages de parements, l'étanchéité est souvent assurée :

- pour les planches de bois, par rainure, languette ou aboutage des rives rabotées à joint vif compressé ;
- pour les panneaux, par remplissage par un mastic adhérent dans l'épaisseur du joint ou feuillure à mi-bois et paume grasse.

### 332.2 Propriétés des coffrages

Les coffrages doivent être propres. En particulier :

- avant humidification ou enduction d'un démoulant, les coffrages sont débarrassés de toute souillure susceptible de tacher la surface du béton, la finition du nettoyage étant assurée à l'air comprimé ;
- les coffrages métalliques subissent un décapage avant la première utilisation ;
- en cas de réemploi, les panneaux de coffrages sont nettoyés, remis en état et protégés des intempéries ;
- aucun élément de fixation (tête de clou etc.) ne doit rester en saillie sur les coffrages.

### 332.3 Démoulant

Si les peaux coffrantes sont en bois, ces dernières doivent être suffisamment saturées en eau pour ne pas absorber l'eau du béton. Ainsi, il sera procédé avant bétonnage à un arrosage prolongé, effectué en plusieurs phases échelonnées en fonction des conditions climatiques et en évacuant l'eau en excès.

Dans les autres cas, on enduit les peaux coffrantes avec un produit de démoulage.

Le démoulant doit être compatible avec la nature de la peau coffrante, le béton, l'aspect des parements (absence de taches ou de farinage) et les traitements de surface ultérieurs. Il est appliqué sur surface propre, en couche mince et uniforme, avant la mise en place des armatures. Lors de la mise en place du béton, des précautions sont prises pour éviter que celui-ci entraîne le produit.

Le démoulant doit présenter les caractéristiques suivantes :

- temps de séchage rapide ;
- inhibition du bullage, des variations de teinte et autres défauts de surface ;
- inhibition de la rouille et de la moisissure ;
- non-miscibilité avec l'eau.

### 332.4 Fixations et autres dispositifs intégrés dans le béton

Les dispositifs utilisés pour la fixation des coffrages ou des armatures ne doivent nuire ni à la résistance des constructions, ni à la durabilité du béton armé.

Les dispositifs de fixation noyés dans le béton et y restant sont conçus de façon que, après décoffrage, aucun élément métallique ne se trouve à une distance de la surface inférieure à l'enrobage minimal prescrit pour les armatures de béton armé. En particulier, l'emploi de tiges ou de fils coupés au voisinage immédiat de la surface est interdit.

Les armatures destinées à rester en attente pendant plus d'un mois sont protégées de manière à éviter toutes coulures de rouille sur les parements.

### **332.5 Réservations**

Les trous et vides à aménager sont réservés par la mise en place de coffrages appropriés, agencés de manière à pouvoir être aisément retirés en totalité au décoffrage. Cependant, certains éléments de coffrage peuvent être noyés dans le béton (par exemple pour obtenir des élargissements) ; dans ce dernier cas, ils sont fixés de façon à conserver leur position durant le bétonnage, et des drainages sont aménagés en tant que de besoin pour évacuer les eaux (de ressuage ou d'infiltration) susceptibles de se concentrer à leur niveau.

## **Chapitre 4 : Surfaces et parements**

### **Article 341 : Dispositions particulières**

Les surfaces de béton sont classées en trois catégories :

- surfaces non coffrées qui peuvent être soumises ou non à des exigences d'aspect et de texture (article 342 après) ;
- parois : surfaces coffrées, qui ne sont soumises qu'à des exigences de texture et de précision dimensionnelle (article 343 après) ;
- parements : surfaces coffrées de béton qui sont laissées brutes de décoffrage et vues par le public ou destinées à ne recevoir qu'une lasure transparente et qui sont soumises à des exigences portant sur l'aspect (article 344 après).

### **Article 342 : Surfaces non coffrées**

Les surfaces non coffrées sont horizontales ou faiblement inclinées. Il s'agit le plus souvent d'extrados des dalles. Elles sont appelées à recevoir une couche d'étanchéité ou des revêtements.

Elles doivent être exemptes de défauts susceptibles d'engager la durabilité du béton armé : nids de cailloux, fractures, écornures, fissures importantes.

Pour les surfaces destinées à recevoir une couche d'étanchéité ou un revêtement, le support doit être dégagé de toutes matières sans cohésion et compatible avec le complexe d'étanchéité ou le revêtement prévu, notamment en termes de planéité, de rugosité et/ou de résistance en traction de la peau du béton. Dans tous les cas, les produits de cure appliqués sur ces surfaces doivent être éliminés avant l'application du complexe d'étanchéité ou du revêtement.

Le réglage et la finition des surfaces non coffrées s'effectuent sans apport de mortier. Sauf disposition différente du marché, les parements non coffrés doivent présenter un uni qui s'apparente à celui des parements adjacents.

### **Article 343 : Parois**

Les parois ne sont pas destinées à être vues par le public. Elles peuvent rester brutes de décoffrage ou recevoir un revêtement opaque, peinture, élément panneau rapporté ou autres. Ils ne font l'objet d'aucune spécification d'aspect ni de planéité.

Les peaux coffrantes constituées, soit de planches de bois sciées et simplement juxtaposées, soit de panneaux convenablement jointifs, sont admises. L'écartement maximal dans les joints est de 2 mm et leur désaffleurement toléré est de 3 mm. Cependant, pour les coffrages d'arrêt, d'autres dispositions peuvent être prévues, telles que des grillages métalliques ou en composite.

Les parois sont exemptes des défauts dont l'importance est susceptible d'engager la durabilité du béton armé (nids de cailloux, fractures, épaufrures, écornures et fissures).

Une limitation du bullage de surface peut être spécifiée au marché dans le cas d'application de peinture, mais le bullage ne fait pas l'objet de spécification dans les autres cas.

## Article 344 : Parements

### 344.1 Classification

Les parements sont classés en trois classes définies ci-après :

- les parements simples, dont l'aspect ne fait l'objet que d'une exigence de régularité générale ;
- les parements fins, laissés bruts de décoffrage et dont l'aspect fait l'objet d'une exigence de régularité générale, et d'exigences particulières relatives à la texture, la teinte et les formes géométriques ;
- les parements ouvragés, préfabriqués ou coulés en place, qui doivent satisfaire à des exigences d'ordre décoratif définies par le marché.

### 344.2 Parements simples

À l'échelle d'un panneau de coffrage et à l'échelle d'un même élément de structure, la teinte paraît uniforme sans taches ni marbrures. Elle présente une unité à l'échelle de la construction telle qu'il ne soit pas possible de déceler de différences sensibles entre éléments semblables voisins, ni de différences importantes entre éléments éloignés.

Ces panneaux sont également exemptes des défauts de texture suivants :

- bullage moyen réparti sur l'ensemble de la surface considérée ;
- zones de bullage concentré ;
- ségrégation de surface (nids de cailloux, ressuage, écaillage et fuites de laitance) ;
- microfissuration étendue ;
- tassures et faiençage.

La distribution des joints apparents de coffrage est régulière.

Les tolérances de forme correspondent au niveau P2 de planéité en référence aux critères de la norme **NM 10.1.268 paragraphe 5.1**, sont fixées par référence à un gabarit reproduisant les formes théoriques. La différence entre les écarts minimal et maximal par rapport au gabarit ne doit pas excéder les valeurs suivantes :

- gabarit de 2 m : 8 mm ;
- gabarit de 0,2 m : 3 mm.

### 344.3 Parements fins

La teinte et la texture sont définies par le marché, ou à défaut proposées par l'entrepreneur, soit par référence à une surface étalon, à un parement existant, une échelle colorée, soit à défaut, en définissant les propriétés des constituants du béton (ciment, granulats, pigment éventuel) et en définissant la nature des parois de coffrage.

Les prescriptions de l'article 344.2 sont complétées par les prescriptions suivantes :

- Le réemploi des peaux coffrantes doit être organisé de façon à assurer la régularité requise de la teinte, de la texture et de la forme géométrique spécifiée pour ces parements fins ;
- Les joints de coffrage constitués par simple contact entre arêtes régulières avec bandes adhésives sont interdits ;
- Le procédé de vibration des bétons ne doit pas entraîner de fortes inégalités de l'intensité et de la durée de vibration ;
- Pour chaque partie de la construction, le ciment provient d'un même lot d'approvisionnement.

Les tolérances de forme sont fixées par référence à un gabarit reproduisant les formes théoriques. La différence entre les écarts minimal et maximal par rapport au gabarit ne doit pas excéder les valeurs suivantes :

- gabarit de 2 m : 5 mm ;
- gabarit de 0,2 m : 2 mm.

Une épreuve de convenance préalable avec exécution d'un élément témoin est obligatoire. Elle doit être effectuée dans les conditions exactes de l'exécution quant à la composition et la mise en œuvre des bétons, à la nature des peaux coffrantes, du démoulant et du type de cure, à une échelle représentative pour qu'il soit possible de s'y référer après caractérisation des résultats.

Les conditions de réalisation et d'interprétation de cette épreuve de convenance sont soumises au visa du maître d'ouvrage.

#### **344.4 Parements ouvragés**

Les exigences des parements ouvragés sont définies par le marché sur la base des spécifications applicables aux parements fins.

Les parements peuvent être soit laissés bruts de décoffrage et présenter des modèles ou des formes particulières, soit travaillés par enlèvement de matière, soit revêtus. Ces dispositions sont définies par le marché, et à défaut proposées par l'entrepreneur.

Dans le cas des parements ouvragés avec modèle, la forme de ce dernier doit permettre d'assurer l'enrobage prescrit des armatures. Les modèles présentent une dépouille appropriée devant permettre un décoffrage sans épaufrures.

Les traitements de surface, applicables aux parements ouvragés, peuvent être réalisés par des procédés mécaniques (bouchardage, sablage, gommage, polissage, grésage, ...), chimiques (acidage, désactivation, ...) ou thermiques (flamage, ...). Parmi ces procédés, le bouchardage et le flamage sont interdits sur les éléments en béton précontraint ou fortement armés et fortement sollicités.

Une épreuve de convenance préalable avec exécution d'un élément témoin est obligatoire. Elle doit être effectuée dans les conditions exactes de l'exécution quant à la composition et la mise en œuvre des bétons, à la nature des peaux coffrantes, du démoulant et du type de cure, à une échelle représentative pour qu'il soit possible de s'y référer après caractérisation des résultats. Les conditions de réalisation et d'interprétation de cette épreuve de convenance sont soumises au visa du maître d'ouvrage.

## Chapitre 5 : Mise en œuvre des armatures

### Article 351 : Transports, manutentions

D'une façon générale, les transports et manutentions sont organisés et effectués de manière que les armatures ne subissent pas d'altérations (déformations permanentes accidentelles, blessures, souillures, ruptures d'assemblages).

### Article 352 : Stockage des armatures

Les aciers et les armatures sont stockés dans un parc spécial soit sur le chantier, soit à l'atelier de fabrication d'éléments assemblés s'il est distinct du chantier. Ils sont classés par catégories, nuances et diamètres. Le parc de stockage est organisé de manière à éviter toute altération préjudiciable aux armatures (Déformation de barres et couverture de coudrons, graisses, peintures ou terres) ou confusion.

En cas d'altération, les armatures concernées ne peuvent être utilisées qu'après mise au propre.

### Article 353 : façonnage des armatures

Les barres après façonnage doivent être exemptes de fissures ou autres dommages. Les exigences suivantes s'appliquent :

- le façonnage doit être effectué en une seule opération. Lorsqu'on utilise une machine de façonnage automatique, le façonnage peut être continu ou successif ;
- le façonnage d'armatures à des températures inférieures à  $-5\text{ °C}$  est interdit, sauf disposition contraire du CPS ;
- le chauffage des armatures en vue de faciliter leur façonnage est interdit, sauf autorisation explicite figurant dans le CPS.

Le façonnage dans les coffrages n'est admis que pour la fermeture des cadres et étriers compte tenu des risques de non-conformité aux dessins d'exécution et de blessures aux parois de coffrage. Il est limité aux ronds lisses de diamètre au plus égale à 12 mm et aux fils à haute adhérence de diamètre au plus égale à 8 mm.

Le redressement, même partiel, d'une armature cintrée est interdit, sauf justification sur la base d'essais de qualification probants. Toute armature qu'un cintrage excessif rendrait incompatible avec sa fonction est d'utilisation interdite.

### Article 354 : Soudage des armatures

Le soudage des armatures sur chantier doit demeurer exceptionnel. Lorsque le soudage des armatures est envisagé, il sera limité :

- aux aciers d'armature classés comme soudables ;
- aux armatures dont l'assemblage ne transmet pas les efforts. Dans ce cas, l'entrepreneur soumettra les dispositions à prendre à l'acceptation du Maître d'ouvrage.

### Article 355 : Pose des armatures

#### 355.1 Prescriptions générales

Aucun bétonnage ne peut être effectué par l'entrepreneur avant que la pose des armatures n'a fait d'objet de contrôle par le Maître d'ouvrage formulé sur la base de l'avis du BET du projet. L'autorisation de bétonnage est donnée si la pose a fait l'objet d'un contrôle concluant.

Les vérifications des armatures posées doivent être effectuées à partir des plans d'exécution visés par le maître d'ouvrage sur avis du BET du projet.

### **355.2 Assemblage**

Les armatures sont assemblées par des ligatures ou éventuellement par soudage, de façon à assurer leur maintien en place dans toutes les phases d'exécution.

Les assemblages peuvent également être réalisés à l'aide de dispositifs de raboutage qui assurent la continuité des armatures (cf. 355.2.2).

Les ligatures sont en métal (acier doux recuit, cuivre...), fortement serrées, de manière à éviter que les extrémités du fil empiètent sur la zone d'enrobage. Toutes les chutes de fils d'acier sont éliminées avant le bétonnage.

#### **355.2.1 Continuité des armatures**

La continuité mécanique des armatures (jonctions) peut être obtenue par recouvrements, par manchons ou éventuellement par soudures. Le nombre des jonctions est à réduire au minimum.

#### **355.2.2 Jonctions par manchons**

Les dispositifs de raboutage sont mis en œuvre selon les fiches techniques produits.

Lorsque c'est possible, pour une même nappe d'armatures, il convient d'éviter de positionner tous les manchons dans une même section.

Les règles générales d'enrobage doivent tenir compte des encombrements de ces dispositifs.

### **355.3 Calage**

L'enrobage spécifié des armatures doit être obtenu à l'aide de cales ou de chaises, sans altération de la qualité esthétique du parement.

Le calage est obligatoire. Il est interdit de disposer les armatures inférieures au contact du coffrage et de les soulever pendant le bétonnage pour assurer leur enrobage.

Les cales en béton ou mortier présentent des propriétés comparables à celles du béton de la structure.

Les cales en matière plastique ne sont admises que si elles présentent une résistance suffisante, de petites surfaces de contact avec les coffrages (quelques millimètres de dimension) et une teinte compatible avec les spécifications relatives aux parements.

Lorsque la position des armatures supérieures ne résulte pas de leur arrimage dans un ensemble d'armatures, il convient de prévoir des chaises métalliques aux dimensions précises ou tout autre dispositif jouant ce rôle.

### **355.4 Armatures en attente**

Les armatures laissées en attente entre deux phases de bétonnage sont protégées contre les pliages accidentels par des balisages appropriés et des tubes oranges.

Si les armatures ont néanmoins été pliées accidentellement, elles ne peuvent être redressées que :

- avec l'accord du maître d'ouvrage ;
- si l'acier est apte au redressage après pliage (cette aptitude doit être attestée) ;
- à l'aide de moyens appropriés.

Le pliage et le redressage des armatures en attente ne sont pas admis, une seule fois, que pour les armatures constituées d'acier possédant cette aptitude.

Les armatures en attente sont façonnées ou équipées de manière à éliminer les risques graves pour la sécurité des personnes. Les dispositions adoptées sont portées sur les dessins d'exécution soumis pour avis au BET chargé du dimensionnement du projet.

### 355.5 Propreté des coffrages

Avant bétonnage, il y a lieu d'éliminer des coffrages, les chutes diverses liées à la mise en œuvre des armatures.

### Article 356 : Contrôle et acceptation des lots d'armatures

Le contrôle des aciers et des armatures peut se limiter à leur identification à la livraison et à la vérification du bon de livraison.

Chaque produit doit être clairement identifiable.

La surface des armatures doit être exempte de rouille non adhérente et de substances délétères susceptibles d'affecter les propriétés de l'acier, du béton, ou de l'adhérence acier-béton ; une oxydation superficielle est acceptable.

L'acceptation des aciers pour armature livrés en couronnes doit être subordonnée à l'emploi d'un matériel spécifique et au respect des procédures de dressage qui sont conformes aux consignes du fabricant. Les barres déroulées et dressées doivent satisfaire, après dressage, aux exigences définies pour les armatures dans les normes appropriées.

A la livraison du lot d'armatures, ce dernier fera l'objet d'un contrôle minimal figurant dans le tableau suivant :

	<b>Réception des aciers à façonner, et des armatures façonnées et/ou assemblées.</b>	<b>Armature façonnées et assemblées mise en place avant fermeture du coffrage.</b>
Inspection/ essais	Examen du bon de livraison  Examen visuel de la livraison avec mesure des diamètres d'un échantillon  Essais de laboratoire (1)	Cas général : inspection visuelle  Cas particulier (2) : inspection visuelle confirmée par quelques mesures de contrôle (3)
Objectif	S'assurer que la livraison est conforme à la commande	Conformité au plan  Bon arrimage et tolérances, en particulier enrobage
Fréquence	A chaque livraison	Avant chaque coulage par sondage
(1) Dans les cas de doute sur la qualité des armatures, les essais suivant peuvent être effectuée : Essai de traction, détermination de la nuance, Essai de fluage uniaxial en traction. (2) il s'agit par exemple des zones de ferrailage complexes où la position et la forme des armatures jouent un rôle déterminant, ou d'acier de porte à faux de dalle. (3) Les mesures de contrôle portent sur : les espacements et les enrobages		

*Tableau 13: contrôle minimal des lots d'armatures*

Les résultats de ce contrôle doivent être communiqués au maître d'ouvrage. Par ailleurs, le maître d'ouvrage se réserve également le droit de faire réaliser, par des laboratoires agréés, d'autres essais complémentaires tels que :

- Analyse chimique de l'acier ;
- Test de pliage ;

- Test de soudabilité.

Dans ce cas, le prélèvement des échantillons dans le lot est effectué par le maître d'ouvrage en présence de l'entrepreneur.

## **Chapitre 6 : Fabrication et mise en œuvre du béton**

### **Article 361. Fabrication des bétons**

#### **361.1 Lieu de fabrication des bétons**

En phase préparatoire, l'entrepreneur doit mentionner et soumettre à l'acceptation du maître d'ouvrage pour chaque type de béton, la provenance du béton en précisant s'il s'agit d'un béton prêt à l'emploi ou de béton fabriqué sur chantier.

Dans tous les cas, la qualité du béton relève de la seule responsabilité de l'entrepreneur, même s'il en confie la fabrication à un producteur tiers.

#### **361.2 : Commande de béton prêt à l'emploi**

En cas d'utilisation de béton prêt à l'emploi, l'entrepreneur doit reconduire dans sa commande au producteur du béton, les différentes exigences et spécifications du marché. En particulier :

- la conformité à la norme NM 10.1.008 ;
- toutes les exigences requises pour le béton frais et durci, indiquées dans le CPS du projet.

En outre, l'entrepreneur doit préciser dans sa commande au fabricant de béton, les données complémentaires traduisant les conditions de mise en œuvre ayant un impact sur la qualité de béton. Il s'agit en particulier de :

- la température du béton frais à la livraison ;
- les conditions particulières du transport sur chantier en particulier le temps maximal de transport, en tenant compte du temps d'attente et du délai nécessaire pour la manutention et la mise en œuvre du béton (T<sub>m</sub>) ;
- les méthodes de mise en œuvre spéciales (coffrage glissant etc) ;
- les conditions climatiques particulières de mise en œuvre ;
- la courbe de l'évolution de la résistance du béton pour le décoffrage précoce et la précontrainte.

#### **361.3 : Dossier d'étude et de suivi des bétons**

##### **361.3.1. Contenu du dossier**

Ce dossier comprend :

- un dossier initial que l'entrepreneur doit fournir avant le début des travaux de bétonnage ;
- un dossier de suivi que l'entrepreneur doit constituer au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

##### **361.3.2. Dossier initial**

Ce dossier comporte, pour chaque béton utilisé :

- le lieu de fabrication du béton ;
- les exigences de base et les éventuelles exigences complémentaires telles que définies dans la norme NM 10.1.008 et dans le CPS du projet ;
- les éléments justifiant le respect de ces exigences qui peuvent, soit être établis à l'occasion du chantier concerné (épreuves d'étude et épreuves de convenance), soit provenir de l'usine

de béton prêt à l'emploi retenue, soit provenir en tout ou partie de chantiers antérieurs comparables (les essais de contrôle). Il est néanmoins précisé que seuls sont admis les éléments datant de moins d'un an ;

- la description des moyens de confection en cas de fabrication sur chantier (utilisation de centrale à béton ou de bétonnière) ;
- la description des moyens et des conditions de mise en place du béton.

### **361.3.3. Dossier de suivi des bétons**

Ce dossier constitué au fur et à mesure des travaux comprend :

- Pour les bétons prêts à l'emploi :
  - les éléments techniques des bons de commande de l'entrepreneur adressés au producteur du béton prêt à l'emploi ;
  - les éléments techniques des bons de livraison ;
  - Les éléments justifiant la conformité du béton aux exigences du marché (résultats des contrôles de production en usine).
- Pour les bétons fabriqués sur chantier :
  - Les éléments justifiant la conformité des constituants aux exigences du marché et des normes (voir titre II).
- Pour tous types de béton :
  - les éléments de contrôle du béton destiné à l'ouvrage, obtenus au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

## **361.4 : Fabrication et transport des bétons sur site**

### **361.4.1 Personnel**

Les connaissances, la formation et l'expérience du personnel impliqué dans la production et le contrôle de production sont nécessaires.

Des documents appropriés relatifs à la formation et à l'expérience du personnel impliqué dans la production et le contrôle de production doivent être tenus à jour et mis à disposition du Maître d'ouvrage.

### **361.4.2 Origine des matériaux**

L'entrepreneur doit préciser dans son PAQ l'origine des matériaux et produits utilisés pour la confection des bétons. Les dispositions relatives à l'origine des matériaux sont celles définies dans le chapitre 1 du titre III du présent CPC.

### **361.4.3 Stockage des matériaux**

Les constituants doivent être stockés et manipulés de façon à ce que leurs propriétés ne changent pas de façon significative, en raison du climat par exemple, ou de leur mélange ou encore d'une contamination, et de façon à ce que leur conformité à leurs normes respectives soit maintenue.

Les compartiments de stockage doivent être clairement identifiés de façon à éviter des erreurs sur les constituants à utiliser.

En particulier, les granulats de catégories différentes ou de classes granulaires distinctes sont stockés par lots séparés de manière à ne pouvoir se mélanger. Les aires de stockage sont drainées et aménagées pour assurer le maintien des conditions de propreté prescrites.

Les liants seront conservés dans des locaux ventilés secs et non exposés à l'humidité du sol. Les sacs de ciments ne doivent pas être déposés à même le sol. Une hauteur d'au moins 20 cm doit être laissée entre le sol et le support de stockage.

Les moyens nécessaires au prélèvement d'échantillons représentatifs sur les tas, silos ou trémies doivent exister.

#### 361.4.4 Dosage des constituants

Pour tout béton à fabriquer par ses propres moyens, l'entrepreneur doit disposer de dispositifs pour contrôler le dosage des constituants. Une procédure de dosage documentée doit être disponible sur les lieux de fabrication du béton.

La tolérance sur le dosage des constituants ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 21 de la NM 10.1.008, repris ci-après, et ce, pour toute quantité de béton de 1 m<sup>3</sup> ou plus. Lorsque plusieurs gâchées sont mélangées ou remélangées dans une bétonnière portée, les mêmes tolérances du Tableau 21 s'appliquent à la charge.

Consistants	Tolérances
Ciment Eau Ensemble des granulats Additions utilisées en quantité > 5 % de la masse de ciment	± 3 % de la qualité requise
Adjuvants utilisées en quantités = 5 % de la masse de ciment	± 5 % de la qualité requise
Ces tolérances s'appliquent pour 90 % des mesures de dosage. Pour les 10 % restants, la valeur limite de la tolérance de dosage est de ± 5 % pour tous les constituants (aucune valeur individuelle de mesure ne doit s'écarter de plus de 5 % de la valeur cible).	
NOTE : La tolérance est la différence entre la valeur cible et la valeur mesurée.	

*Tableau 14: Tolérance sur le dosage des constituants du béton*

L'eau de gâchage, les granulats légers et les adjuvants peuvent être dosés en masse ou en volume.

#### 361.4.5 Malaxage du béton

Le malaxage des constituants doit être effectué dans des malaxeurs fixes capables d'assurer un mélange homogène des constituants et une consistance homogène du béton pour un temps de malaxage et une capacité de malaxage donnés.

Les malaxeurs ne doivent pas être chargés au-delà de leur capacité nominale de malaxage.

Lorsque l'on ajoute des adjuvants, ils doivent être ajoutés pendant le processus de malaxage principal sauf pour les adjuvants réducteurs d'eau qui peuvent être ajoutés après le malaxage principal. Dans ce cas, le béton doit être malaxé à nouveau jusqu'à dispersion complète de l'adjuvant dans la gâchée, et jusqu'à ce qu'il ait pleinement agi.

Dans un camion malaxeur, il convient que la durée du re-malaxage après ajout de l'adjuvant soit supérieure 1 min/m<sup>3</sup> avec un minimum de 5 min.

Pour le béton léger préparé avec des granulats non complètement saturés en eau, la période entre le malaxage principal et la fin du malaxage final (par exemple re-malaxage dans un camion malaxeur) doit être prolongée jusqu'à ce que l'absorption d'eau par les granulats et l'évacuation quasi complète de l'air inclus dans les granulats légers n'aient plus d'action néfaste significative sur les propriétés du béton durci.

#### **361.4.6 Bétonnière sur site**

Pour des petites quantités de béton et dans le cas où aucun autre moyen de fabrication ne peut être utilisé sur chantier, et sous réserve de l'acceptation du Maître d'ouvrage, la fabrication en bétonnière pourra être envisagée. Dans ces conditions, l'entrepreneur doit respecter scrupuleusement les exigences du cahier des prescriptions spéciales (CPS). En particulier :

- L'entrepreneur doit utiliser une formule de béton robuste (formule pour laquelle une faible variation des dosages des constituants n'entraîne pas de variation importante des propriétés à l'état frais et durci du béton) ;
- Une présence permanente du Maître d'ouvrage durant l'opération de fabrication et de bétonnage est requise.

#### **361.4.7 Transport et manutention.**

Les conditions de transport et de manutention du béton sont soumises à l'acceptation du Maître d'ouvrage.

Le béton est transporté dans des conditions qui ne donnent lieu ni à la ségrégation ni au commencement de la prise avant mise en œuvre. Toutes les précautions sont prises pour éviter, en cours de transport, une évaporation excessive et l'intrusion de matières étrangères.

##### **361.4.7.1 Transport.**

Lorsque l'emplacement de la centrale de malaxage oblige à transporter le béton par camion (cas notamment où la centrale n'est pas située sur le site du chantier), le béton est transporté par bétonnière portée, équipée d'un tambour comportant au moins deux vitesses de rotation, l'une pour l'agitation (de l'ordre de 2 à 3 tours par minute), l'autre pour le brassage (de l'ordre de 12 à 15 tours par minute).

Avant chargement du béton, l'entrepreneur s'assure, en faisant tourner la bétonnière à grande vitesse de déchargement, que la cuve est bien vidée et ne contient plus d'eau.

##### **361.4.7.2 Manutention.**

Lorsque l'entrepreneur emploie des pompes à béton, des transporteurs pneumatiques ou des bandes, les canalisations ou les bandes sont nettoyées après chaque arrêt. Les canalisations exposées au soleil doivent être convenablement protégées.

En cas d'utilisation d'autres modes de manutention, l'entrepreneur doit prendre toutes les dispositions pour éviter la contamination du béton et la détérioration de ses caractéristiques.

##### **361.4.7.3 Précautions spéciales.**

Sauf prescriptions différentes du CPS, le temps maximal ( $T_m$ ) entre la fin de la fabrication du béton et la fin de sa mise en place est soumis par l'entrepreneur à l'acceptation du Maître d'ouvrage. Ce temps doit être défini avant le 1<sup>er</sup> bétonnage ; il tient compte en particulier du type du ciment et d'adjuvant utilisés dans le béton.

Il est interdit d'ajouter de l'eau en cours de transport. A l'arrivée du camion sur le chantier ou pendant le déchargement du béton, aucun ajout d'eau ne doit avoir lieu autre que celui, préalablement prévu et éventuellement accepté par le Maître d'ouvrage.

## Article 362. Mise en œuvre des bétons

### 362.1 : Généralités

Les procédés de la mise en place du béton doivent conserver au béton son homogénéité, ne pas provoquer de déplacement d'armatures ni de déformation des conduits de précontrainte, ni de bouchons dans ces mêmes conduits. Ils doivent éviter toute déformation anormale des coffrages et assurer la conformité des parements aux exigences les concernant.

Le bétonnage ne peut commencer qu'après accord du maître d'ouvrage ; basé sur les résultats de l'épreuve de convenance (si celle-ci est prévue) et sur le programme de bétonnage fourni par l'entrepreneur.

Tout béton qui aurait commencé à faire prise avant mise dans les coffrages, est rejeté.

### 362.2. Programme de bétonnage

Le programme de bétonnage précise :

- les modalités de réalisation des essais initiaux et des essais de convenance de béton ;
- la définition des lots à adopter pour chaque type de béton ;
- les essais (type et fréquence) de contrôle de consistance du béton à la réception ;
- les épreuves éventuelles d'information à effectuer pour vérifier que la résistance du béton est compatible avec les modalités de construction (décoffrage, décintrement, circulation d'engins de chantier, mise en précontrainte) ;
- la méthode de mise en œuvre, incluant les dispositions visant à limiter la hauteur de chute et la ségrégation du béton ;
- le matériel employé (nature, répartition et caractéristiques) pour la manutention et la mise en place, les moyens en réserve et les dispositions destinées à pallier les défaillances éventuelles à tous les stades, depuis la fabrication jusqu'au serrage (nécessité d'une centrale de secours le cas échéant) ;
- les types de coffrage utilisé ;
- les méthodes de vibration ;
- l'ordre de réalisation du bétonnage tenant compte de la déformation des étalements et coffrages ;
- la position et le mode de traitement des reprises de bétonnage prévues aux dessins de coffrage et les reprises inopinées ;
- les moyens de réglage et de finition des surfaces non coffrées ;
- les dispositions à prendre pour lutter contre la fissuration du béton jeune ;
- les dispositions à prendre par temps froid ou par temps chaud ;
- les dispositions à prendre en cas de reprise de bétonnage accidentelle suite à une rupture d'approvisionnement qui doivent non seulement assurer la résistance de la structure mais également préserver l'aspect du parement ;
- les dispositions relatives aux bétons fluidifiés sur chantier ;

- les dispositions relatives aux traitements thermiques s'il y a lieu.

### **362.3 Vibration du béton**

Les bétons pour béton armé ou précontraint sont mis en œuvre par vibration, sauf dans le cas d'emploi de béton autoplaçant ou de béton de fondations profondes. Les modalités de vibration sont fixées dans le programme de bétonnage et vérifiées par l'épreuve de convenance éventuelle. Les procédés utilisés doivent assurer le remplissage des coffrages ainsi que l'homogénéité et la compacité du béton en place.

L'épaisseur des couches serrées par vibration superficielle est limitée à 20 cm pour les bétons non ou faiblement armés et à 15 cm pour les bétons fortement armés ou précontraints.

La vibration des armatures est interdite.

### **362.4 Reprise de bétonnage**

A chaque reprise sur béton durci, la surface de l'ancien béton est débarrassée de sa laitance et nettoyée par un traitement approprié défini dans le programme de bétonnage.

Le nettoyage de la surface d'un béton âgé d'au moins deux jours peut utilement être effectué par un jet d'eau à haute pression. Les traitements mécaniques tels que le bouchardage sont contre-indiqués.

En l'absence de dispositions particulières prévues par le marché, les conditions minimales à respecter sont la propreté de la surface de reprise et l'absence d'eau libre sur celle-ci.

Pour des surfaces verticales ou fortement inclinées, la surface de reprise est généralement matérialisée par un grillage (ou du métal déployé) fixé à un cadre incorporé au coffrage ou sur ce dernier si la surface de reprise est coffrée.

### **362.5 Mise en place des bétons particuliers**

#### **362.5.1 Béton de granulats légers ou lourds**

La mise en place et le serrage doivent être adaptés de façon à éviter les phénomènes de ségrégation des granulats. L'épreuve de convenance doit valider l'absence de ségrégation et le programme de bétonnage doit préciser les dispositions de mise en place et de serrage.

#### **362.5.2 Béton autoplaçant**

Lors de la livraison, un brassage du béton à grande vitesse est effectué pendant une minute au moins avant début du déchargement.

Il est réalisé une inspection visuelle à chaque charge livrée et une mesure d'étalement au minimum sur la première charge de la journée de bétonnage et systématiquement en cas de doute.

Quelle que soit la méthode retenue pour mettre en place le béton frais et en l'absence de références probantes au-delà de cette valeur, il convient de limiter à une longueur maximale de 10 m le cheminement horizontal dans les coffrages.

De même, la hauteur de chute libre est limitée à 1.5 m, sous réserve le cas échéant de soumettre une méthodologie validée par le BET et le laboratoire du projet.

#### **362.5.3 Béton de masse**

En cas de bétonnage en grande masse, les spécifications d'exécution doivent intégrer :

- la cohérence entre la consistance du béton et les moyens de mise en place et de serrage (distribution des points de bétonnage, choix d'un béton autoplaçant ou bétonnage par couches ou en escalier, distribution et dimensionnement des points de vibration, ...)

- la prévention de la fissuration d'origine thermique et des risques de réaction sulfatique interne (choix du liant, programme de bétonnage, propriété thermique des coffrages, séquence de décoffrage, utilisation éventuelle de circuits de refroidissement, ...). La mise au point des dispositions correspondantes peut s'appuyer sur l'utilisation de modèles numériques thermomécaniques au jeune âge.

Ces contraintes doivent être intégrées dès l'épreuve d'étude du béton et validées lors de l'épreuve de convenance.

#### **362.5.4 Béton coulé à pleine fouille**

Au cas où le terrain présenterait lors du coulage des risques d'éboulements partiels, des précautions particulières devront être prises pour éviter le mélange de la terre au béton.

La protection pourra être soit abandonnée après coulage, soit retirée avant mise en œuvre du béton.

#### **362.5.5 Béton pour coffrages glissants**

Lorsqu'un coffrage glissant est utilisé, il convient de valider sur un élément témoin l'adéquation de la formule de béton et de sa vitesse de durcissement par rapport à la vitesse prévue pour le déplacement du coffrage. Les dispositions permettant de satisfaire les spécifications, notamment celles concernant le parement, doivent être prévues pour tenir compte des aléas climatiques possibles pendant la période d'exécution. Ces dispositions doivent être décrites dans le programme de bétonnage.

#### **362.5.6 Bétonnage de parois ou poteaux de grande hauteur**

Les coffrages devront être aménagés de façon à pouvoir maîtriser le bétonnage.

Le béton devra être descendu par des tubes formant goulottes verticales arrivant jusqu'au niveau du béton frais et en aucun cas, la hauteur de chute libre ne devra dépasser 1,5 mètres.

Le ferrailage devra être conçu de façon à permettre la mise en place des tubes de coulage et leur relevage progressif.

### **362.6 Bétonnage dans des conditions de température particulières**

Lorsque la température mesurée sur chantier est inférieure à 5 °C ou susceptible de dépasser 32 °C, des dispositions particulières, préalablement définies, sont adoptées.

#### **362.6.1 Bétonnage par temps froid**

Lorsque la température mesurée sur chantier est inférieure à - 5 °C, la mise en place du béton n'est pas autorisée, sauf disposition contraire du marché (sites soumis à des gels prolongés).

Lorsque cette température est comprise entre - 5 °C et + 5 °C, la mise en place du béton n'est autorisée que sous réserve de l'emploi de moyens efficaces pour prévenir les effets dommageables du froid (utilisation de traitement thermique passif). Le programme de bétonnage, précise alors les dispositions (béton chaud, bâchage, chauffage, ...) à prendre en tenant compte de la géométrie de la partie d'ouvrage, de la nature des coffrages, des prévisions météorologiques dans les heures suivant le bétonnage et de la nature du béton.

Après interruption de bétonnage due au froid, le béton éventuellement endommagé est démolé et il est opéré comme dans le cas des reprises accidentelles.

### **362.6.2 Bétonnage par temps chaud**

Pour les périodes où la température ambiante, mesurée sur le chantier, est durablement supérieure à 35 °C, l'entrepreneur soumet au maître d'ouvrage, dans son programme de bétonnage, les dispositions qu'il propose de prendre pour limiter la température maximale du béton frais et ce, en complément de celles qui résultent de l'article 362.7 ci-dessous, relatif à la cure du béton et de celles de l'article 362.5.3 relatif aux bétons de masse.

Parmi les dispositions complémentaires, on peut citer :

- l'utilisation de ciments à faible chaleur d'hydratation ;
- une formulation du béton adaptée permettant de minimiser le dégagement de chaleur ;
- l'utilisation d'eau refroidie ;
- l'emploi de circuits de refroidissement dans la masse du béton
- la réduction du délai entre la fabrication du béton et sa mise en place ;
- le recours au travail de nuit.

L'efficacité des dispositions adoptées doit être contrôlée au moyen d'enregistrement de la température au sein du béton.

En l'absence de telles dispositions, la température du béton au moment de sa mise en œuvre doit être inférieure à 32 °C et à la valeur limite nécessaire à la prévention de la réaction sulfatique interne déterminée par le Laboratoire du projet.

### **362.7 Cure et protection des bétons au jeune âge**

#### **362.7.1 Cure**

Le béton au jeune âge doit faire l'objet d'une cure et d'une protection, afin :

- de minimiser le retrait plastique ;
- d'assurer une résistance convenable en surface ;
- d'assurer une durabilité convenable de la zone superficielle ;
- de le protéger contre des conditions météorologiques dommageables ;
- de le protéger contre le gel ;
- de le protéger contre les vibrations préjudiciables, les chocs et tout effet dommageable.

La cure doit être appliquée le plus tôt possible après la mise en œuvre du béton. Elle peut faire appel, successivement ou de manière séparée, aux méthodes suivantes :

- maintien du coffrage en place ;
- application sur le béton d'une bâche hermétique et étanche à la vapeur ;
- mise en place sur la surface du béton de couvertures mouillées et maintien de leur surface humide ;
- apport d'eau en quantité appropriée pour maintenir la surface du béton visiblement humide ;
- application sur la surface de béton d'un produit de cure.

Les procédés de cure par humidification, arrosage ou immersion ne peuvent pas être employés par temps de gel.

La mise en place de bâches étanches maintenues en permanence doit laisser un vide d'air continu dans le cas des parements.

L'application des produits de cure doit être compatible avec les revêtements définitifs éventuels. Les produits de cure teintés ne doivent pas être utilisés pour les parements, sauf essai de convenance favorable.

Dans tous les cas, la méthode et les produits de cure utilisés doivent faire l'objet d'un accord préalable du Maître d'ouvrage.

### 362.7.2 Début et durée de la cure

La cure commence à partir de la fin de la mise en œuvre du béton. Pour les conditions de mise en œuvre courantes, sa durée minimale est donnée dans le tableau suivant (1) :

Température à la surface du béton (t) en °C	Délai minimal de cure		
	Développement de la résistance $r = \frac{Rm_{2j}}{Rm_{28j}}$		
	j : jours	$Rm_{2j}$ : résistance moyenne à 2 jours	
	h : heures	$Rm_{28j}$ : résistance moyenne à 28 jours	
	Rapide $r \geq 0,50$	Moyen $0,50 > r \geq 0,30$	Lent $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	1 j	1,5 j	2,5 j
$25 > t \geq 15$	1 j	2,5 j	5 j
$15 > t \geq 10$	1,5 j	4 j	8 j
$10 > t \geq 5$	2 j	5 j	11 j

*Tableau 15: Durée minimale de la cure*

La durée de cure ne comporte pas la durée où la température de la surface du béton est inférieure à 5°C.

Les durées indiquées dans le précédent tableau peuvent cependant être prolongées en cas de nécessité par le biais d'une étude spécifique.

*Note (1) : à défaut d'une norme marocaine équivalente, le tableau est tiré de la norme NF EN 13760.*

### 362.8 Traitements thermiques.

Si le CPS en prévoit la possibilité, L'entrepreneure peut, pour accélérer le durcissement du béton, proposer des traitements thermiques, à condition que ceux-ci n'aient pas d'effet préjudiciable sur le comportement du béton à moyen et à long terme.

Tout traitement thermique doit faire l'objet d'une notice justificative, avec références et prescriptions à observer pour obtenir les résultats annoncés.

Dans tous les cas, le programme de bétonnage précise le procédé, le matériel et les moyens de contrôle prévus.

### 362.9 Précautions particulières pendant la prise et le durcissement

L'amplitude des vibrations auxquelles le béton est soumis pendant la prise peut être nuisible à sa qualité. Il convient de prendre des précautions particulières (éviter le bétonnage pendant les périodes à fortes vibrations) à proximité de travaux de minage, de vibrofonçage, de battage, voies de circulation intense, etc.

### 362.10 Décoffrage, décentrement

Les coffrages et étalements ne peuvent être enlevés que lorsque le béton a atteint une résistance suffisante pour :

- Résister aux arrachements de surface lors du décoffrage ;
- Résister aux efforts appliqués à ce stade ;
- Eviter des flèches excessives, dépassant les valeurs spécifiées ;
- Eviter les détériorations de surface dues aux conditions climatiques.

Le temps de décoffrage doit être prévu au préalable au programme de bétonnage et déterminé sur la base de :

- La résistance  $f_{ck}(j)$ , désignant la résistance caractéristique à la date prévue qui peut être déterminée par des épreuves d'information ou par la technique maturométrique de laboratoire ;
- Justification par calcul des contraintes et des déformations effectives supportées par l'élément à décoffrer au moment prévu.

Dans tous les cas, aucun décoffrage ne doit être effectué avant les délais indiqués dans le tableau suivant :

Développement de la résistance $r = \frac{Rm_{2j}}{Rm_{28j}}$ $Rm_{2j}$ : résistance moyenne à 2 jours $Rm_{28j}$ : résistance moyenne à 28 jours			Eléments de coffrage considérés
Rapide $r \geq 0,50$	Moyenne $0,50 > r \geq 0,30$	Lente $r < 0,30$	
2 jours	2 jours	4 jours	Coffrages verticaux : colonnes, piles, parois, faces latérales de poutres
4 jours	5 jours	8 jours	Coffrages horizontaux avec maintien des étais
9 jours	10 jours	14 jours	Tous type de coffrage, à condition que la seule charge s'appliquant soit le poids propre de l'élément décoffré

*Tableau 16: Délais de décoffrage pour température moyenne  $T$  du béton  $> 20$  °C*

Pour les températures des bétons inférieures à  $20$  °C, les délais de décoffrage doivent être prolongés en fonction de la maturité du béton comme indiqué dans le tableau suivant :

Température moyenne du béton [°C]	Coefficient k de maturité (*)
$\geq 20$	1
15	0.8
10	0.6
5	0.45
0	0.3
-5	0.15

(\*) Avec interpolation linéaire de k pour les températures intermédiaires.

*Tableau 17: Coefficient de maturité en fonction de la température moyenne du béton sur 24 h*

En cas de gel pendant la durée de prise et de durcissement, les opérations sont retardées sur proposition de l'entrepreneur et accord du maître d'ouvrage.

Les opérations sont conduites progressivement et sans chocs avec une séquence assurant la stabilité et la résistance des autres éléments de l'étalement.

Lorsque la protection du béton est assurée par le coffrage et éventuellement complétée par une isolation thermique, cette protection doit être poursuivie immédiatement après le décoffrage tant que c'est nécessaire.

## **Chapitre 7 : Contrôle des bétons**

Le contrôle des bétons, porte sur les points suivants :

- Moyens de fabrication, de transport et de mise en œuvre des bétons ;
- Etudes des bétons ;
- Epreuves de convenance ;
- Modalités du contrôle de fabrication ;
- Epreuves de contrôle à la livraison ;
- Epreuves éventuelles d'information ;
- Epreuves de contrôle de conformité.

### **Article 371 : Epreuves avant bétonnage**

#### **371.1. Epreuves d'étude des bétons.**

L'épreuve d'étude, exécutée en laboratoire pour le compte de l'entrepreneur et sous sa responsabilité, consiste à vérifier :

- les performances de la formule nominale ;
- la robustesse de la formule proposée.

Les épreuves d'étude des bétons peuvent ne pas avoir lieu si le béton dispose de références d'utilisation convaincantes. Les éléments justificatifs devront être soumis à l'acceptation de la maîtrise d'œuvre technique et du Maître d'ouvrage (voir article ci-après).

##### **371.1.1 Gâchée nominale**

Il convient dans un premier temps, de fabriquer une gâchée répondant à la formule nominale qui donne lieu à l'exécution d'un essai de consistance et à la confection de trois éprouvettes pour essai de résistance à la compression à 28 jours, ainsi qu'à la confection des éprouvettes nécessaires le cas échéant, à la mesure des grandeurs associées à la durabilité. Ces grandeurs sont :

- Porosité à l'eau à 28 jours ;
- Absorption d'eau à 28 jours.

##### **371.2 Epreuve de convenance**

L'épreuve de convenance, effectuée par l'entrepreneur et sous sa responsabilité, a pour but de vérifier a priori que le béton défini par sa formule nominale et fabriqué, transporté et mis en œuvre dans les conditions du chantier satisfera aux exigences du marché.

Pour les bétons autoplaçants, l'épreuve de convenance consiste en la fabrication de trois gâchées pour lesquelles on fait varier la teneur en eau dans les limites admissibles prévues à l'étude (gâchée nominale et deux dérivées) afin de parcourir l'étendue de la fourchette d'étalement admissible à la réception.

Les dispositions à prendre pour exécuter les épreuves de convenance sont définies dans le programme de bétonnage et proposées à l'acceptation du Maître d'ouvrage.

### 371.3 Béton témoin

Lorsque la partie de la construction concernée présente des difficultés de mise en place du béton pouvant faire redouter des défauts structuraux ou d'aspect ou pour les parements fins ou ouvragés, un béton témoin est à réaliser.

## Article 372 : Contrôle des bétons

### 372.1 Contrôle de production

Les bétons doivent être soumis au contrôle de production sous la responsabilité du producteur (il s'agit du fournisseur du béton prêt à l'emploi ou de l'entrepreneur fabricant le béton sur site par ses propres moyens).

Le contrôle de production comprend toutes les mesures nécessaires pour maintenir le béton conforme aux exigences spécifiées. Il porte sur :

- les matériaux et la composition du béton ;
- le matériel et les équipements de production ;
- la qualification du personnel ;
- les conditions de stockage des matériaux ;
- les moyens de contrôle des dosages ;
- les essais et évaluation de la conformité.

Les modalités des critères de conformité et du contrôle de production sont ceux figurants aux articles 8 et 9 de la norme NM 10.1.008.

#### 372.1.1 : Plan d'échantillonnage pour le contrôle de conformité

Pour les bétons à propriétés spécifiées, la fréquence minimale d'échantillonnage et d'essais du béton doit être, conforme au tableau ci-après (tableau 13 de la norme NM 10.1.008) :

Production	Fréquence minimale d'échantillonnage	
	50 premiers m3 de la production	Au-delà des 50 premiers m3 de production (a)
Initiale (jusqu'à ce que 35 résultats d'essai au moins aient été obtenus)	3 échantillons	1 échantillon tous les 200 m3 avec un minimum d'1 échantillon par jour de production
Continue (b) (une fois que 35 résultats au moins ont été obtenus)		1 échantillon tous les 400 m3 avec un minimum d'1 échantillon tous les 2 jours de production

(a) l'échantillonnage doit être réparti sur l'ensemble de la production et ne doit normalement pas comporter plus d'un échantillon pour 25 m3.

(b) lorsque l'écart-type calculé pour les 15 derniers résultats d'essai est supérieur à  $1,37\sigma$ , la fréquence d'échantillonnage doit être portée à la fréquence requise pour la production initiale pour les 35 résultats d'essai suivants.

*Tableau 18: Fréquence minimale d'échantillonnage des bétons à propriétés spécifiées*

### 372.1.2 Critères de conformités de la résistance à la compression

La conformité est confirmée si les critères donnés au Tableau 14 et 15 de la norme NM 10.1.008 (tableaux ci-après) pour la production initiale ou continue sont satisfaits.

Production	Nombre " n " de résultats d'essai de résistance dans le groupe	Critère 1	Critère 2
		Moyenne de n résultats (fcm) N/mm <sup>2</sup>	Chaque résultat individuel d'essai (f ci) N/mm <sup>2</sup>
Initiale	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Continue	$\geq 15$	$\geq f_{ck} + 1,12 \sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

*Tableau 19: Critères de conformités de la résistance à la compression*

Pour confirmer que chaque formulation appartient à la famille, la moyenne de tous les résultats d'essais bruts, fcm, pour une formulation unique sera évaluée avec le critère 3 donné au Tableau 20 ci-après (Tableau 15 de la NM 10.1.008). Tout béton ne satisfaisant pas à ce critère doit être écarté de la famille et sa conformité est évaluée individuellement.

Nombre " n " de résultats d'essai de résistance pour un béton particulier	Critère 3
	Moyenne de tous les résultats d'essais bruts (fcm) pour un béton particulier N/mm <sup>2</sup>
2	$\geq f_{ck} - 1$
3	$\geq f_{ck} + 1$
4	$\geq f_{ck} + 2$
5	$\geq f_{ck} + 2,5$
6	$\geq f_{ck} + 3,0$

*Tableau 20 : critère de confirmation pour les formules individuelles*

### 372.1.3 Critères de conformités pour les propriétés autres que la résistance

Pour les critères de conformités autres que la résistance, les tableaux suivants s'appliquent : (Tableau 17 et 18 de la norme NM 10.1.008).

Propriété	Méthode d'essai ou de méthode de détermination	Nombre minimal d'échantillons ou de déterminations	Critères d'acceptation	Ecart maximal admissible des résultats d'essai individuels par rapport aux limites de la classe spécifiée ou aux valeurs limites ou aux tolérances de la valeur cible spécifiée	
				Valeur inférieure	Valeur supérieure
Masse volumique du béton lourd	NM10.1.072	Comme au tableau 18 pour la résistance à la	Voir Tableau 19a ci-après	-30 kg/m <sup>3</sup>	Pas de limite (a)

		compression (article 372.1.1)			
Masse volumique du béton léger	NM10.1.072	Comme au tableau 18 pour la résistance à la compression (article 372.1.1)	Voir Tableau 19a (ci-après)	-30 kg/m <sup>3</sup>	+ 30 kg/m <sup>3</sup>
Rapport eau/ciment	Voir 5.4.2 de la NM 10.1.008	1 détermination par jour	Voir Tableau 19a (ci-après)	Pas de limite (a)	+0,03
Teneur en ciment	Voir 5.4.2 NM 10.1.008	1 détermination par jour	Voir Tableau 19a (ci-après)	-10 kg/m <sup>3</sup>	Pas de limite (a)
Teneur en air d'un béton frais contenant de l'air entraîné	NM10.1.066 pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds ; NM10.1.122 pour les bétons légers	1 échantillon par jour de production après stabilisation	Voir Tableau 19a (ci-après)	-0,5 % en valeur absolue	+ 1,0 % en valeur absolue
Teneur en chlorure du béton	Voir 5.2.6 de la NM 10.1.008 et article 213.2	La détermination doit se faire pour chaque composition de béton et doit être réitérée en cas d'augmentation de la teneur en chlorure de l'un des constituants	0	Pas de limite (a)	Aucune valeur supérieure n'est autorisée
(a) sauf si des limites sont spécifiées.					

*Tableau 21: Critères de conformités pour les propriétés autres que la résistance*

Méthode d'essai		Nombre minimal d'échantillons ou de déterminations	Critère d'application	Ecart maximal admissible des résultats d'essai individuels par rapport aux limites de la classe spécifiée ou aux tolérances de la valeur cible spécifiée (a)	
				Valeur inférieure	Valeur supérieure
Affaissement	NM10.1.061	i) fréquence comme au tableau de l'article 372.1.1 pour la résistance à la compression;	Voir tableau 19b	-10 mm	+20 mm
				-20 mm (b)	+30 mm (b)
Vébé	NM10.1.062		Voir tableau 19b	- 2 s	+ 4 s
				-4 s (b)	+ 6 s (b)

Degré de compactabilité	NM10.1.063	ii) lors du contrôle de la teneur en air; iii) en cas de doute suite aux inspections visuelles	Voir tableau 19b	-0,03	+0,05
				-0,05 (b)	+0,07 (b)
Etalement	NM10.1.064		Voir tableau 19b	-20 mm	+ 30 mm
				-30 mm (b)	+40 mm (b)
<p>(a) En absence de limite supérieure ou inférieure dans les classes de consistance concernées, ces écarts ne sont pas applicables.</p> <p>(b) Ne s'applique que pour l'essai de consistance et effectué sur le déchargement initial du camion malaxeur</p>					

*Tableau 22: critères de conformité applicables à la consistance*

Tableau 19a NQA (Niveau de la qualité acceptable) = 4 %	
Nombre de résultats d'essai	Nombre acceptable de résultats
1 à 12	0
13 à 19	1
20 à 31	2
32 à 39	3
40 à 49	4
50 à 64	5
65 à 79	6
80 à 94	7
95 à 100	8

Pour un nombre de résultats d'essais > 100, les nombres acceptables de résultats peuvent être repris du Tableau 2-A de l'ISO 2859-1 :1989.

Tableau 19b NQA (Niveau de la qualité acceptable) = 15 %	
Nombre de résultats d'essai	Nombre acceptable de résultats
1 à 2	0
3 à 4	1
5 à 7	2
8 à 12	3
13 à 19	5
20 à 31	7
32 à 49	10
50 à 79	14
80 à 100	21

Tableau 23 (Tableau 19a et 19 b de la norme NM 10.1.008) : nombre acceptable de résultats en dehors des limites spécifiées pour les critères de conformité applicables aux propriétés autres que la résistance

### 372.1.4 Contrôle des matériaux et constituants

Dans le cadre du contrôle de production, les constituants de béton doivent faire l'objet de contrôle de conformité dont la consistance minimale est donnée dans le tableau suivant (Tableau 22 de la NM 10.1.008) :

Matériau constituant	Contrôle/Essai	Objectif	Fréquence minimale
Ciments (a)	Vérification du bon de livraison (d) avant déchargement	S'assurer de la conformité à la commande et de l'origine	A chaque livraison
Granulats	Vérification du bon de livraison (b) (d), avant déchargement	S'assurer de la conformité à la commande et de l'origine	A chaque livraison
	Vérification du granulats avant déchargement	Comparer la granulométrie, la forme et les impuretés avec l'aspect habituel	A chaque livraison. Lorsque la livraison est sur bande transporteuse, périodiquement en fonction des conditions locales ou de livraison.
	Essai par tamisage conformément à la NM 00.1.004	Evaluer la conformité avec une granulométrie normalisée ou à toute autre granulométrie convenue	A la première livraison provenant d'une nouvelle origine, lorsque cette information du fournisseur n'est pas disponible.  En cas de doute après examen visuel. Périodiquement en fonction des conditions locales ou de livraison. (e)
	Essai de recherche d'impuretés	Evaluer la présence et la quantité d'impuretés	A la première livraison provenant d'une nouvelle origine lorsque cette information du fournisseur n'est pas disponible. En cas de doute après examen visuel. Périodiquement en fonction des conditions locales ou de livraison. (e)
	Essai d'absorption d'eau selon la NM 10.1.273	Evaluer la teneur en eau efficace du béton, voir 5.4.2. de la NM 10.1.008	A la première livraison provenant d'une nouvelle origine lorsque cette information du fournisseur n'est pas disponible.  En cas de doute après examen visuel
Contrôle supplémentaire des granulats légers ou lourds	Essai conformément à la NM 10.1.707	Mesurer la masse volumique en vrac	A la première livraison provenant d'une nouvelle origine lorsque l'information du fournisseur n'est pas

			disponible. En cas de doute après examen visuel. Périodiquement en fonction des conditions locales ou de livraison. (e)
Adjudants (c)	Vérification du bon de livraison et de l'étiquette apposée au conteneur (d) avant déchargement	S'assurer de la conformité de l'expédition avec la commande et de son identification correcte	A chaque livraison
	Essais d'identification conformément à la NM10.1.109, par exemple masse volumique, infrarouge, etc.	Pour comparaison avec les informations fournies du fabricant	En cas de doute
Eau	Essai conformément à la NM 10.1.353	S'assurer que l'eau est exempte de constituant nocif	A la première utilisation d'une eau non potable de provenance nouvelle. En cas de doute

(a) pour effectuer des essais en cas de doute, il est exigé de prélever, par type de ciment, un échantillon par semaine et de le conserver.

(b) Le bon de livraison ou la fiche technique du produit doit indiquer également des informations sur la teneur maximale en chlorures et il convient que les données relatives à l'alcali-réaction soient identifiées en accord avec les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton.

(c) Il est exigé de prélever des échantillons à chaque livraison et de les conserver.

(d) Le bon de livraison doit contenir ou être accompagné d'une déclaration ou d'un certificat de conformité conformément à ce qui est demandé dans la norme ou les spécifications correspondantes.

(e) Ceci n'est pas nécessaire quand le contrôle de production des granulats est certifié.

*Tableau 24: Contrôle des matériaux et constituants*

### 372.1.5 Données enregistrées relatives au contrôle de production

Toutes les données se rapportant au contrôle de production doivent être enregistrées et mises à la disposition du Maître d'ouvrage.

Les données minimales à enregistrer sont les suivantes (Tableau 20 de la NM 10.1.008) :

Points concernés	Données à enregistrer et autres documents
Exigences spécifiées	Cahier des charges du contrat ou résumé des exigences
Ciments, granulats, adjuvants	Nom des fournisseurs et origines
Essais sur eau de gâchage (non exigés pour l'eau potable)	Date et lieu d'échantillonnage Résultats d'essai
Essais sur les constituants	Date et résultats d'essai
Composition du béton	Description du béton Enregistrement des masses des constituants pour une gâchée ou une charge (par exemple teneur en ciment)

	Rapport eau/ciment Teneur en chlorures Code de membre de famille
Essai sur béton frais	Date et lieu d'échantillonnage Destination dans l'ouvrage, si connue Consistance (méthode utilisée et résultats) Masse volumique, lorsque spécifiée Température du béton, lorsque spécifiée Teneur en air lorsque spécifiée Volume de béton de la gâchée ou de la charge testée Nombre et codes des éprouvettes pour essai Rapport eau/ciment, lorsque spécifié
Essai sur béton durci	Date des essais Code et âge des éprouvettes Résultats des essais de masse volumique et de résistance Remarques particulières (par exemple profil de rupture inhabituel)
Evaluation de la conformité	Conformité / non-conformité aux spécifications
En complément, pour le béton prêt à l'emploi	Nom de l'acheteur Identification du chantier, par exemple, lieu de construction Numéro et date des bons de livraison correspondants aux essais Bons de livraison
En complément, pour les éléments préfabriqués	Des données supplémentaires ou différentes peuvent être requises par la norme du produit concerné

*Tableau 25: Données enregistrées relatives au contrôle de production*

## **372.2 : Contrôle des bétons à la mise en œuvre**

### **372.2.1 : Épreuves de contrôle.**

Les épreuves de contrôle ont pour but d'établir la conformité ou non du béton d'un lot livré sur chantier aux définitions, aux spécifications et aux prescriptions complémentaires éventuelles du marché. Elles supposent :

- l'exécution préalable des contrôles prévus à toutes les phases de la production ;
- la vérification du respect des prescriptions de fabrication, de transport et de mise en œuvre.

Ces épreuves sont effectuées à la livraison du béton sur chantier. Elles comprennent :

- une vérification du bon de livraison pour béton prêt à l'emploi pour vérifier que le béton livré correspond à la commande ;
- un examen visuel et des essais sur le béton frais ;
- des prélèvements pour les essais au laboratoire sur béton durci.

### **372.2.2 Définition des Lots.**

Le programme de bétonnage indique la définition des lots à adopter pour chaque type de béton.

Un lot correspond à un volume de béton particulier, obéissant aux conditions suivantes :

- Même constituants et même composition du béton ;
- Fabriqué dans le même site ;
- Mis en œuvre dans les mêmes conditions avec les mêmes moyens ;
- Utilisé dans des ouvrages similaires ou ceux dans les conditions et le mode de mise en œuvre sont similaires.

A titre d'exemple ; un lot peut être défini comme :

- Une gâchée ou une charge ;
- Un volume de béton fourni pour un ensemble d'éléments de même nature (fondations, poutres, dalles, poteaux /voiles d'un étage d'un bâtiment) ;
- Le béton livré sur chantier pendant une semaine (cas de grande quantité de béton).

### **372.2.3. Échantillonnage et essais.**

L'épreuve de contrôle comprend les prélèvements pour l'exécution d'essais de consistance, de résistance à la compression et, le cas échéant, de teneur en air occlus.

Les prélèvements destinés aux essais sont effectués sur le chantier immédiatement avant la mise en place du béton. Ces prélèvements serviront à :

- la mesure de la consistance du béton frais (essai au cône d'Abrams) ;
- la mesure de la résistance à la compression à vingt-huit jours et à des âges différents si spécifiés (7 jours, 14 jours ou 90 jours) ;
- s'il y a lieu, les essais complémentaires fixés par le CPS (la teneur en air pour les bétons formulés avec entraîneur d'air ou grandeurs associées à la durabilité avec au minimum une mesure et une fréquence trimestrielle).

Pour le contrôle de la résistance à la compression, chaque lot fait l'objet d'un ou de plusieurs prélèvements. Chaque prélèvement comporte au moins six éprouvettes. Trois de ces éprouvettes sont écrasées à 7 jours et les trois autres sont écrasées à 28 jours.

Les résultats de résistance à 7 jours servent à évaluer la présomption du respect des exigences et à prendre les mesures préventives qui s'imposent en cas de doute sur le respect de ces exigences. Dans ce cas, le bétonnage peut être suspendu en attente de lever le doute.

Dans le cas des bétons à propriétés spécifiées, l'entrepreneur pourra limiter les contrôles de la résistance du béton destiné à l'ouvrage à un prélèvement par type de béton au démarrage de chantier, ensuite à un prélèvement par lot, chaque lot ne comportant qu'une formulation de béton et son volume n'excédant pas :

- 500 m<sup>3</sup> pour les bétons titulaires d'une certification NM ou reconnue équivalente,
- 200 m<sup>3</sup> pour les autres bétons, ou un volume n'excédant pas celui mis en œuvre dans une semaine de production (1).

Dans le cas des bétons à composition prescrite, pour les niveaux de PAQ 2 et 3, il sera effectué au moins un prélèvement par lot. Chaque lot ne comporte qu'une formulation de béton et son volume n'excédant pas 100 m<sup>3</sup>, ou un volume n'excédant pas celui mis en œuvre dans une semaine de production.

Si pour une unité de production, la production moyenne journalière d'un béton ou d'une famille de bétons est inférieure à  $50 \text{ m}^3$ , alors la fréquence de contrôle pour ce béton ou pour cette famille de bétons peut être réduite à :

- 3 échantillons par mois pour une unité de production avec certification du contrôle de la production ;
- 1 échantillon par semaine pour une unité de production sans certification du contrôle de production.

Les contrôles des bétons des ouvrages particuliers (2) sont définis, soit par avance dans le CPS du marché ou sur proposition de l'entrepreneur, soit avant tout début de réalisation par accord entre les parties. La fréquence de ces contrôles ne peut être inférieure aux fréquences définies ci-avant.

Un prélèvement supplémentaire peut être effectué sur toute autre gâchée (ou charge) appartenant au même lot si la qualité du béton suscite le doute (par exemple du fait de l'aspect du béton ou d'anomalies constatées à la fabrication ou au transport).

Il est aussi possible d'augmenter l'effectif de l'échantillon (pour un lot) au début du chantier et pendant la période de réglage éventuelle.

*Note (1) : La semaine de production est une période de 7 journées consécutives comprenant au moins 5 jours de production ou une période plus long pour arriver à 5 jours de production.*

*Un jour de production pour béton ou une famille de bétons est un jour au cours duquel a été réalisé une production d'au moins  $50 \text{ m}^3$  pour ce béton ou cette famille de bétons. Si la production journalière est inférieure à  $50 \text{ m}^3$ , le jour de production est conventionnellement égal à l'ensemble des journées entières consécutives où l'on a atteint une production cumulée de  $50 \text{ m}^3$ .*

*Note (2) : les ouvrages particuliers sont des ouvrages qui ont au moins une des particularités suivantes : porte-à-faux importants, planchers de reprise fortement sollicités, poteaux élancés, planchers de grande portée, ouvrages nécessitant des techniques d'application délicate ou ouvrage dont la résistance caractéristique de calcul requise pour le béton est au moins égale à 35 MPa à 28 jours.*

#### **372.2.4 Critères de conformité**

##### **372.2.4.1. Consistance du béton frais**

Un lot est réputé conforme à la spécification fixée par le CPS, si tous les résultats se trouvent dans la fourchette requise. Les classes de consistance sont données à l'article 211.1.

Si le résultat d'un essai est extérieur à cette fourchette, la gâchée ou charge correspondante peut être rebutée et la gâchée ou charge suivante fait l'objet d'un nouvel essai.

Si le résultat de cet essai est encore à l'extérieur de la fourchette, la gâchée ou charge correspondante est rebutée et le bétonnage est arrêté jusqu'à détection des causes de l'anomalie et modification du réglage.

La première gâchée fabriquée à partir de ce nouveau réglage fait l'objet d'un essai qui doit se situer dans la fourchette requise.

##### **372.2.4.2. Résistance à la compression à vingt-huit jours.**

La conformité des résultats des résistances du béton d'un lot sera évaluée selon les critères figurant à l'article B3 à l'annexe B de la norme NM 10.1.008.

Les résultats d'essais doivent être issus de la moyenne de 3 ou de plusieurs éprouvettes réalisées à partir d'un même échantillon essayées au même âge.

Lorsque l'écart maximal des résultats d'essai, obtenus sur au moins deux éprouvettes confectionnées à partir d'un même échantillon, est supérieur à 15 % de la moyenne, ces résultats d'essais ne doivent pas être pris en considération, sauf si un examen plus approfondi permet de trouver une raison valable de ne pas tenir compte d'une des valeurs individuelles d'essai.

Sauf dispositions contraires du marché, le critère d'acceptation du béton est défini par le tableau suivant (tableau de l'article B3 de l'annexe B de la norme NM 10.1.008) :

Nombre de prélèvements pour un lot de béton	Résultats individuels d'essai (fci en MPa)	Moyenne des résultats bruts (fcm en MPa)
n=2	$fci \geq fck - 4,0$	$fcm \geq fck - 1,0$
n=3	$fci \geq fck - 4,0$	$fcm \geq fck + 1,0$
n=4	$fci \geq fck - 4,0$	$fcm \geq fck + 2,0$
n=5	$fci \geq fck - 4,0$	$fcm \geq fck + 2,5$
n=6	$fci \geq fck - 4,0$	$fcm \geq fck + 3,0$
n=9	$fci \geq fck - 4,0$	$fcm \geq fck + 3,0$
n=12	$fci \geq fck - 4,0$	$fcm \geq fck + 3,0$
n≥15	$fci \geq fck - 4,0$	$fcm \geq fck + 1,12 \sigma$

*Tableau 26: critère d'acceptation du béton*

Avec :

- fck : résistance caractéristique spécifiée ;
- fci : résistance individuelle d'essai ;
- fcm : moyenne des résistances individuelles ;
- $\sigma$  : écart type de l'échantillon.

### **372.2.4.3. Résistance à la compression à 7 jours.**

Les résultats de résistance à 7 jours servent à déclencher l'alerte et à prendre les mesures préventives qui s'imposent en cas de doute sur le respect d'un lot aux exigences du marché. Dans ce cas, le bétonnage peut être suspendu en attente de lever le doute.

Des mesures préventives doivent être prises dès lors que la résistance à la compression à 7 jours ne dépasse pas 69% de la résistance spécifiée à 28 jours.

Dans ce cas, une analyse des causes probables doit être effectuée. Ces causes peuvent provenir des situations suivantes :

- une anomalie mettant en cause la représentativité du résultat,
- une anomalie de confection et/ou de conservation d'éprouvettes (entre la fabrication et l'écrasement),
- un incident ou condition anormale au cours du transport de la centrale à l'aire de réception,
- non-conformité à la norme NM 10.1.008 mise en évidence par les informations du producteur du béton.

Si le bétonnage est poursuivi avant de lever le doute, l'entreprise assume la responsabilité en cas de non-conformité du béton à 28 jours.

### **372.3. Épreuves d'information pour les essais de résistance au jeune âge**

Ces essais ont pour but de déterminer la résistance in situ du béton au jeune âge  $f_{ck}(j)$  et sont réalisés sur des éprouvettes d'information confectionnées et conservées dans des conditions étudiées pour représenter au mieux les conditions de mise en place et de maturation du béton dans la partie concernée de la construction.

Les résultats obtenus sont enregistrés et comparés aux critères correspondants pour autoriser ou non les opérations de construction imposant un niveau minimal de résistance mécanique (décoffrage précoce, mise en précontrainte,...).

Si les contraintes extérieures appliquées au béton à la suite du décintrement paraissent devoir dépasser  $0,4.f_{ck}(j)$ , des épreuves d'information sont nécessaires.

## **Chapitre 8 : Mise en œuvre des éléments préfabriqués.**

### **Article 381. Réception des composants sur chantier**

La réception des éléments préfabriqués en béton, comprend leur identification et la vérification qu'ils n'ont subi aucun dommage depuis leur sortie d'usine jusqu'à la livraison sur chantier.

Ne sont admis que les éléments :

- livrés avec un bulletin de livraison comportant la déclaration de leur conformité aux spécifications de la commande. Ce livret reproduit également, le lieu de fabrication et les indications du marquage et la date de livraison ;
- exemptes de défaut pouvant nuire à leurs utilisations et à leurs fonctions dans la construction.

### **Article 382. Manutention, stockage sur chantier**

Les opérations de manutention, de stockage et de transport sont conduites de façon à :

- assurer la sécurité des personnes, en évitant notamment tout risque d'instabilité des éléments eux-mêmes, des dispositifs et des engins de levage et de bardage ;
- éviter tout effort imprévu et toute déformation excessive ;
- éliminer tout risque de détérioration susceptible de nuire à l'aspect et à la durabilité des éléments (Les effets dynamiques et les chocs en cours de transport et de manutention, l'influence de conditions atmosphériques défavorables (gel ou fort ensoleillement), les risques de coulures et salissures).

Dans le cas d'emploi d'épingles de manutention, l'effort sollicitant une épingle doit toujours être dans le plan de celle-ci et parallèle à ses branches.

### **Article 383. Mise en œuvre**

#### **383.1 Mise en place**

Les plans de pose et les notices techniques annexées définissent les opérations de mise en place et de montage qui précisent notamment l'ordre de pose et les contreflèches.

Les éléments préfabriqués ne sont mis en place qu'après vérification de leur état au moment où ils sont présentés. Ils ne sont posés qu'après vérification des surfaces d'appui.

Dès leur pose, ils sont maintenus en position de façon à assurer :

- leur stabilité vis-à-vis des efforts appliqués (connus ou prévisibles), y compris les efforts du vent ;
- la géométrie de l'ensemble, compte tenu des tolérances prescrites ;
- le durcissement sans désorganisation des matériaux d'assemblage.

### **383.2 Assemblage**

Les prescriptions suivantes sont applicables aux principaux types d'assemblage :

- les assemblages collés d'éléments en béton ne sont utilisés que dans le cas de joints conjugués ;
- les assemblages bétonnés présentent des dimensions adaptées à une mise en place correcte du béton de la qualité spécifiée ;
- les assemblages par matage ou injection de mortier sont exécutés par un personnel compétent. Dans le cas de mortier maté, les faces en regard sont propres, humidifiées et permettent le passage aisé du matoir ;
- les assemblages par bain de mortier (voisins de l'horizontale) sont obtenus en posant l'élément sur le mortier frais. L'élément est calé à niveau, tout en assurant le remplissage homogène du volume sous-jacent par le matériau de pose ;
- les liaisons par pièces métalliques autres que les armatures de béton armé sont protégées contre la corrosion et exécutées conformément aux règles de l'Art.

## **Article 384. Contrôle de la mise en œuvre**

### **384.1. Contrôle en usine**

L'entrepreneur doit imposer au pré fabricant, l'obligation de donner toutes facilités au maître d'ouvrage pour l'exercice de son contrôle.

### **384.2. Contrôle de réception**

Pour les produits préfabriqués ayant un rôle structurel ou esthétique, l'entrepreneur prévoit au moins :

- une réception en usine pour les premiers éléments représentatifs d'une série ;
- une réception sur le chantier pour tous les éléments (cf. article 381).

### **384.3. Contrôle des opérations de mise en œuvre**

Le contrôle des opérations de mise en œuvre comporte :

- le respect des instructions de pose du fabricant ;
- la position des éléments préfabriqués (emplacement, planéité et rectitude...) ;
- la précision dimensionnelle des supports ;
- l'état des joints et reprises ;
- les dispositions d'ensemble de la structure ;
- les assemblages : le clavage, boulonnage, injections ... ;
- les réservations et inserts ;
- les armatures en attente ... .

## Chapitre 9 : Tolérances géométriques

### Article 391 : Généralités

La structure terminée doit respecter les écarts maximaux admissibles pour éviter tout effet dommageable vis-à-vis de :

- la résistance mécanique et la stabilité en phase provisoire et en service ;
- la performance d'utilisation pendant la durée des travaux de construction ;
- la compatibilité géométrique pour la réalisation de la structure et la mise en place des éléments non structuraux.

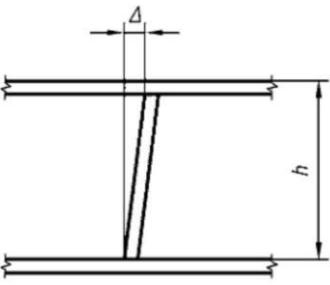
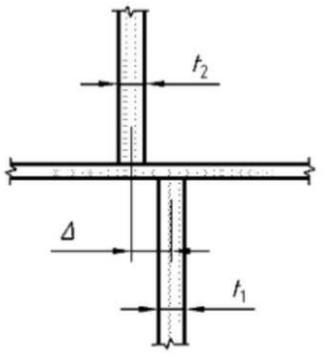
Les écarts par rapport à la plage de tolérance spécifiée, doivent être gérés en conformité avec le titre 3 du chapitre 10. Les petits écarts peuvent être négligés s'ils n'ont aucune influence significative sur le comportement de la structure après son achèvement.

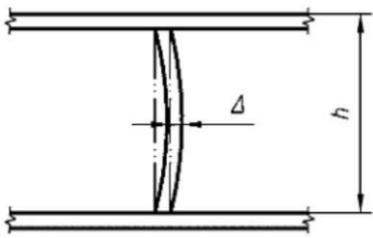
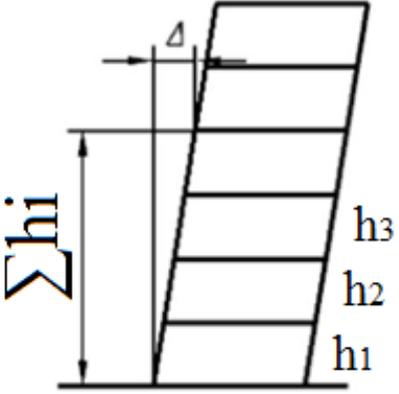
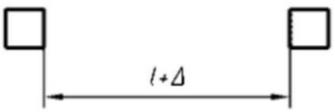
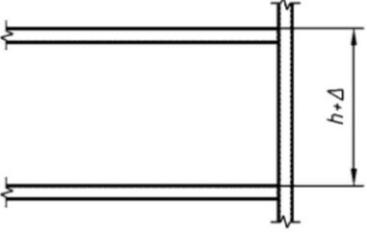
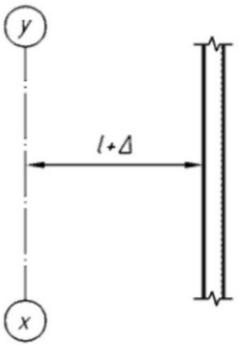
### Article 392 Tolérances géométriques

Sauf spécifications différentes du marché, les tolérances géométriques admissibles en termes de performance en service et compatibilité de mise en œuvre sont données à l'article 7 de la norme NM 10.1.184. Ces tolérances sont reprises ci-après :

#### 392.1 Poteaux et murs

Les valeurs des écarts admissibles pour les poteaux et les murs sont données ci-après :

	Type d'écart	Description	Écart admissible
a		Inclinaison d'un poteau ou d'un mur à tout niveau dans un bâtiment d'un ou de plusieurs étages	La plus grande des deux valeurs : h/300 ou 15 mm
b	 <p><math>t = (t_1 + t_2) / 2</math></p>	Écart entre axes	La plus grande des deux valeurs : t/30 ou 15 mm

c		<p>Flèche d'un poteau entre deux niveaux consécutifs</p>	<p>La plus grande des deux valeurs :</p> <p><math>h/300</math></p> <p>ou</p> <p>15 mm</p>
d		<p>Position de l'axe d'un poteau ou d'un mur à tout niveau par rapport à la verticale de son centre théorique au niveau bas d'une structure à plusieurs étages</p> <p>n, nombre de niveaux avec :</p> <p><math>n &gt; 1</math></p>	<p>La plus grande des deux valeurs :</p> <p>50 mm</p> <p>ou</p> <p><math>\sum h_i / (200 n^{1/2})</math></p>
e		<p>Distance entre axes</p>	<p>La plus grande des deux valeurs :</p> <p><math>\pm 20</math> mm</p> <p>Ou <math>L/600</math></p>
f		<p>Distance entre deux niveaux d'étages consécutifs au droit des appuis</p>	<p><math>\pm 20</math> mm</p>
g		<p>Position en plan d'un mur par rapport à l'axe secondaire</p>	<p><math>\pm 25</math> mm</p>

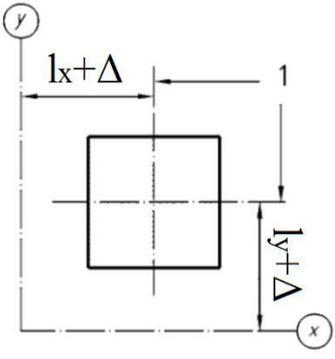
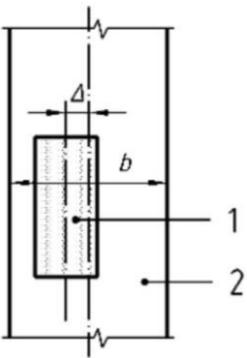
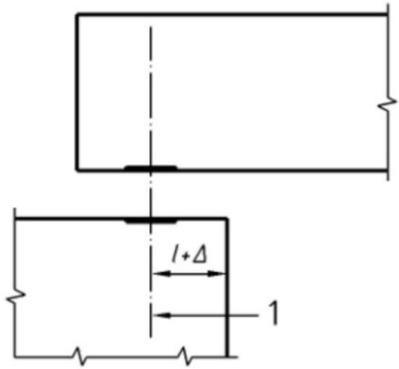
h	 <p>Légende :  1 Axes du poteau (coupe horizontale)  y Axe secondaire dans la direction y  x Axe secondaire dans la direction x</p>	Position en plan d'un poteau par rapport aux axes secondaires	± 25 mm
---	--	---	---------

Tableau 27: Tolérances géométriques des poteaux et murs

### 392.2 Poutres et dalles

Les valeurs des écarts admissibles pour les poutres et dalles sont données ci-après :

	Type d'écart	Description	Écart admissible
a	 <p>Légende  1 Poutre (coupe transversale)  2 Poteau (élévation)</p>	Position d'une liaison poutre-poteau repérée par rapport au poteau  b = dimension du poteau suivant la même direction que Δ	La plus grande des deux valeurs : ± b/30 ou ± 20 mm
b	 <p>Légende  1 Axe réel de l'appui</p>	Position de l'axe d'un appui par rapport à l'arête du support, lorsque des appuis structuraux sont utilisés  l = Distance théorique à l'arête	La plus grande des deux valeurs : ± l/20 ou ± 15 mm

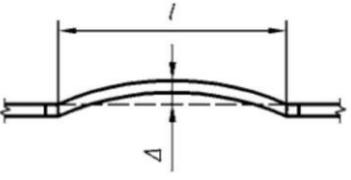
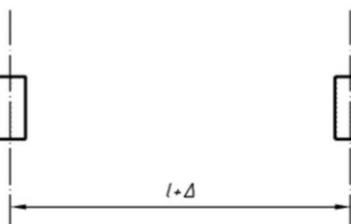
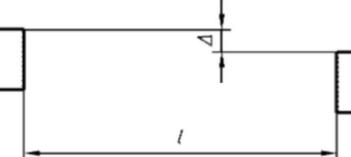
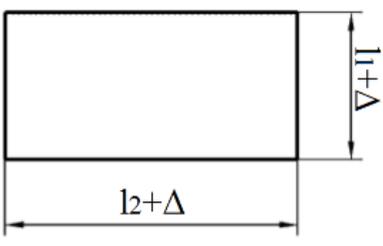
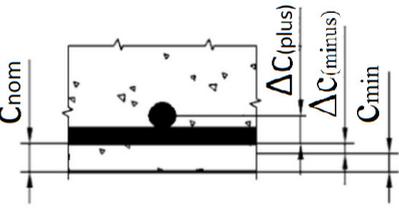
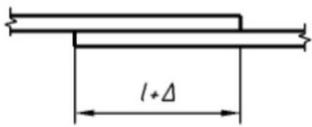
c		Rectitude horizontale des poutres	La plus grande des deux valeurs $\pm 20 \text{ mm}$ ou $l/600$
d		Distance entre poutres voisines, mesurée entre points homologues	La plus grande des deux valeurs : $\pm 20 \text{ mm}$ ou $\pm l/600$ limité à $40 \text{ mm}$
e		Dénivellation entre poutres voisines mesurée en des points homologues	$\pm (10 + l/500) \text{ mm}$

Tableau 28: Tolérances géométriques des poutres et dalles

### 392.3 Sections

Les valeurs des écarts admissibles pour les sections des éléments porteurs et des armatures sont données comme suit :

	Type d'écart	Description	Écart admissible
a	 Légende Li : Longueur d'une dimension transversale	Dimensions transversales des sections applicables aux poutres, dalles et poteaux Pour $l_i \leq 150 \text{ mm}$ $l_i = 400 \text{ mm}$ $l_i = 2\,500 \text{ mm}$ avec interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires	$\pm 10 \text{ mm}$ $\pm 15 \text{ mm}$ $\pm 30 \text{ mm}$
b	 $C_{\text{min}}$ = enrobage minimum requis $C_{\text{nom}}$ = enrobage nominal = $C_{\text{min}} +  \Delta(\text{moins}) $ c = enrobage réel $\Delta$ = écart admissible à partir de $C_{\text{nom}}$ h = hauteur de la section	Pour toute valeur de h : $ \Delta(\text{moins}) $ $h \leq 150 \text{ mm}, \Delta(\text{plus})$ $h = 400 \text{ mm}, \Delta(\text{plus})$ $h \geq 2\,500 \text{ mm}, \Delta(\text{plus})$ avec interprétation linéaire pour les valeurs intermédiaires.	$10 \text{ mm}$ $\pm 10 \text{ mm}$ $\pm 15 \text{ mm}$ $\pm 20 \text{ mm}$

	Exigence : $C_{nom} + \Delta(\text{plus}) \geq C \geq C_{nom} +  \Delta(\text{moins}) $		
c		Recouvrements l = Longueur de recouvrement	$\pm 0,06 \times l$

*Tableau 29: Tolérances géométriques sur les sections*

## Article 393 Etat de surface

### 393.1 Parements, parois latérales et sous-faces

Les caractéristiques de planéité des parements sont regroupées dans le tableau ci-après :

Parement (1)	Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2m	Planéité locale – hors joint – rapportée à un régle de 0.20 m (creux maximal sous ce régle)
Elémentaire	Pas de spécification particulière	Pas de spécification particulière
Ordinaire	15 mm	6 mm
Courant	7 mm	2 mm
soigné	5 mm	2 mm

(1) les caractéristiques de l'épiderme et tolérances d'aspect sont définies dans la NM 10.1.268

*Tableau 30: tolérance géométrique sur Parements, parois latérales et sous-faces*

### 393.2 Etat de surface des dalles et des planchers

Les spécifications concernant l'état de surface des dalles et des planchers sont données ci-après :

Etat de surface	Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2m	Planéité locale – hors joint – rapportée à un régle de 0.20 m (creux maximal sous ce régle)
Brut de règle	15 mm	Pas de spécification particulière
Surfacé	10 mm	3 mm
lissé	7 mm	2 mm

*Tableau 31: Planéité des dalles et des planchers*

## Chapitre 10 : Actions en cas de non-conformité

### Article 3101 Niveaux de non-conformité

Quatre niveaux de non-conformité sont définis :

- Niveau 1 : Non-conformité mineure traitable immédiatement dans le cadre du procédé utilisé, dans le respect des procédures et dessins d'exécution. Le traitement de cette non-conformité peut éventuellement ne donner lieu qu'à de simples observations sur la fiche de contrôle correspondante. A titre d'exemple :
  - Cage d'armatures recalée après constatation d'un mauvais centrage ;
  - Armature manquante ajoutée avant bétonnage ;

- Réglage et calage d'un coffrage mal ajusté ;
  - Réglage de conduits de précontrainte mal implantés.
- **Niveau 2** : Non-conformité traitable avec une procédure de réparation existante. L'identification et le traitement de cette non-conformité doivent être documentés, soit sur les documents de suivi s'ils le permettent, soit sur une fiche de non-conformité ouverte à cet effet. La remise en conformité est réglée a priori localement et les dessins d'exécution si nécessaire sont mis à jour. A titre d'exemple :
- Attentes manquantes ;
  - Acier mal façonné nécessitant une modification du ferrailage ;
  - Petits nids de cailloux constatés après décoffrage dans une zone peu sollicitée ;
  - Défaut d'adhérence de la chape d'étanchéité.
- **Niveau 3** : Non-conformité pour laquelle aucune procédure de réparation n'existe, mais dont le traitement permettra de reconstituer une qualité équivalente et si possible identique à celle de la conception initiale.  
La procédure de réparation est établie et soumise à l'acceptation du maître d'ouvrage, dans le délai fixé au marché.  
L'entrepreneur, le bureau d'études, le laboratoire et l'architecte du projet sont concernés par la proposition de réparation et dans le contrôle de son exécution. A titre d'exemple : Fissures réparables par injection.
- **Niveau 4** : Non-conformité mettant en cause l'aptitude de la structure à satisfaire la sécurité et la qualité d'usage.  
L'entrepreneur adresse ses propositions de traitement au maître d'ouvrage qui prend sa décision. A titre d'exemple :
- Résistance caractéristique du béton insuffisante qui affecte la charge portante ;
  - Défaut d'implantation ;
  - Parement non conforme.

L'entrepreneur, le bureau d'études, le laboratoire et l'architecte du projet sont impliqués dans l'analyse et la proposition de la solution de traitement.

#### **Article 3102 Analyse de la non-conformité**

En cas de non-conformité de niveau 3 et 4, les aspects suivants doivent être analysés dans l'ordre :

- incidences de la non-conformité sur l'aptitude des ouvrages concernés à remplir leurs fonctions requises et sur la construction dans sa globalité ;
- incidences de la non-conformité sur l'exécution ultérieure ;
- les mesures nécessaires pour rendre acceptables les ouvrages concernés ;
- la nécessité de rejeter et de remplacer les ouvrages s'ils ne sont pas réparables.

#### **Article 3103 Défauts de nature à porter atteinte à la qualité structurale**

Lorsqu'il s'agit de défauts susceptibles de compromettre la sécurité, la durabilité ou le comportement de la construction, les mesures à prendre par l'entrepreneur sont notamment :

- la mise en place des dispositifs éventuellement nécessaires pour assurer provisoirement la sécurité des personnes et la stabilité des ouvrages (étalement provisoire par exemple) ;
- le relevé détaillé des défauts et la délimitation des zones et parties d'ouvrage concernées par le défaut ;
- la recherche des causes en s'appuyant (en tant que de besoin) sur des essais, investigations ou calculs complémentaires (voir article 3106) ;
- l'évaluation des conséquences possibles à long terme ;
- la mise au point d'un dossier de réparation, éventuellement de confortement, assorti de toutes les justifications nécessaires (description de la solution, justifications de calcul, plans de détail, etc).

Sur la base de ces études communiquées au maître d'ouvrage, il appartient à celui-ci :

- soit d'accorder son visa au projet de réparation et remise en conformité, avec ses observations éventuelles ;
- soit de prescrire la démolition de tout ou partie de la construction.

Dans tous les cas, les dessins et notes de calculs sont complétés ou refaits de façon à être rendus conformes à l'exécution définitive.

#### **Article 3104 Défauts portant atteinte à la qualité des parements**

Au cas où des exigences ont été fixées sur la qualité des parements, les défauts concernant la géométrie de la construction, la texture ou la couleur des parements doivent être traités après acceptation du Maître d'ouvrage.

En dehors des exigences sur les parements, les défauts mineurs (non-conformité de niveau 1 et 2) peuvent être corrigés par dégraissage, lavage, rabotage, meulage.

#### **Article 3105 : Modalités de traitement des non conformités**

Les modalités de traitement de la non-conformité sont soumises à l'acceptation du maître d'ouvrage et peuvent donner lieu à un arrêt partiel ou total du chantier.

Les mesures à prendre concernent à la fois :

- les études d'exécution ;
- les changements à apporter dans le choix des matériaux et dans le processus d'exécution pour les opérations futures ;
- la réparation, le renforcement ou le rebut des éléments non conformes.

Si le traitement d'une non-conformité donne lieu à une modification d'un document d'exécution, le nouveau document d'exécution est soumis aux procédures des visas comme pour le document de projet.

Les mesures de traitement sont à la charge de l'entrepreneur.

#### **Article 3106 : Cas de non-conformité de béton**

Si un lot de béton est reconnu non conforme aux stipulations du marché, l'entrepreneur procède à des investigations complémentaires, avec l'encadrement du bureau d'étude et du laboratoire du projet ou toutes autres compétences extérieures.

Ces investigations peuvent prendre la forme de carottages du béton en place associés si nécessaire à des essais non destructifs (par exemple des essais d'auscultation de béton) et éventuellement un essai de mise en charge expérimentale des ouvrages fabriqués par le béton du lot concerné. Les essais non destructifs nécessitent un étalonnage pour obtenir des informations quantitatives.

L'ensemble des essais doivent être réalisés selon les normes en vigueur, par un laboratoire agréé par le Maître d'ouvrage.

Le bureau d'étude du projet est associé pour une re-vérification de la partie de la structure concernée en tenant compte des propriétés réelles du béton.

Egalement, l'architecte du projet est associé pour examiner l'impact de toute solution sur l'architecture de la construction.

La décision finale peut être :

- soit l'acceptation du lot avec une diminution sur le prix ;
- soit l'acceptation du lot moyennant des travaux de confortement des ouvrages concernés ;
- soit le refus des éléments, ce qui entraîne leur démolition ou leur rebut (éléments préfabriqués).

# **Annexe A : liste des normes applicables**

<b>Réf norme marocaine</b>	<b>Année d'adoption ou de Révision</b>	<b>Titre norme</b>
NM 10.1.003	1993	Bétons - Classification des environnements agressifs
NM 10.1.004	2003	Liants hydrauliques – Ciments – Composition, spécifications et critères de conformité
NM 10.1.005	2008	Liants hydrauliques – Techniques des essais
NM 10.1.006	1988	Chaux utilisées dans le bâtiment et le Génie Civil
NM 10.1.007	1990	Chaux - Essais mécaniques physiques et chimiques
NM 10.1.008	2009	Bétons - Spécification, performances, production et conformité
NM 10.1.009	2015	Spécifications pour éléments de maçonnerie - Éléments de maçonnerie en béton de granulats (granulats courants et légers)
NM 10.1.010	1981	Corps creux en béton pour planchers de béton armé
NM 10.1.011	1990	Béton prêt à l'emploi, préparé en usine
NM 10.1.014	1976	Pavés et bordures de trottoir en pierre taillée – Eléments préfabriqués en béton de ciment pour bordures de trottoir
NM 10.1.020	1974	Matériaux de construction - Granulométrie et granulats
NM 10.1.021	1981	Technique des essais pour granulats - Eau de gâchage, contrôle des bétons
NM 10.1.050	2008	Essai pour béton durci - Résistance à la flexion sur éprouvettes
NM 10.1.051	2008	Essai pour béton durci - Résistance à la compression des éprouvettes
NM 10.1.052	2008	Essai pour béton durci - Résistance en traction par fendage d'éprouvettes
NM 10.1.060	2008	Essai pour béton frais – Echantillonnage
NM 10.1.061	2008	Essai pour béton frais - Essai d'affaissement
NM 10.1.062	2008	Essai pour béton frais - Essai Vébé

<b>Réf norme</b>	<b>Année d'adoption</b>	<b>Titre norme</b>
NM 10.1.063	2008	Essai pour béton frais - Degré de compactabilité
NM 10.1.064	2008	Essai pour béton frais - Essai d'étalement à la table à chocs
NM 10.1.065	2008	Essai pour béton frais - Masse volumique
NM 10.1.066	2008	Essais pour béton frais - Teneur en air - Méthode de la compressibilité
NM 10.1.067	2008	Essai pour béton durci - Forme, dimensions et autres exigences relatives aux éprouvettes et aux moules
NM 10.1.068	2008	Essai pour béton durci - Confection et conservation des éprouvettes pour essais de résistance
NM 10.1.070	2008	Essais pour béton durci - Résistance en compression - Caractéristiques des machines d'essai
NM 10.1.072	2008	Essai pour béton durci - Masse volumique du béton
NM 10.1.073	2008	Essai pour béton durci - Profondeur de pénétration d'eau sous pression
NM 10.1.075	2008	Essais pour béton dans les structures – Carottes - Prélèvement, examen et essais en compression
NM 10.1.076	2008	Essais pour béton dans les structures - Essais non-destructifs - Détermination de l'indice de rebondissement
NM 10.1.077	2008	Essais pour béton dans les structures - Détermination de la force d'arrachement
NM 10.1.100	1991	Essais des adjuvants pour mortiers et bétons - Pouvoir moussant
NM 10.1.101	1991	Essais des adjuvants pour mortiers et bétons – Pouvoir réducteur
NM 10.1.102	1991	Essais des adjuvants pour mortiers et bétons - Perte à 105 °C et perte au feu
NM 10.1.103	1991	Essais des adjuvants pour mortiers et bétons – Examen organoleptique
NM 10.1.104	1991	Essais des adjuvants pour mortiers et bétons – Masse volumique
NM 10.1.105	1991	Essais des adjuvants pour mortiers et bétons – Mesure conventionnelle du pH
NM 10.1.106	1991	Essais des adjuvants pour mortiers et bétons - Contrôle de la résistance ou gel des antigels
NM 10.1.107	1991	Essais des adjuvants pour mortiers et bétons – Détermination de la teneur en halogénures

<b>Réf norme</b>	<b>Année d'adoption</b>	<b>Titre norme</b>
NM 10.1.108	1991	Essais des adjuvants pour mortiers et bétons - Influence du froid sur le comportement au stockage
NM 10.1.109	1994	Adjuvants pour bétons mortiers et coulis - Définitions, classification et marquage
NM 10.1.110	1994	Adjuvants pour bétons mortiers et coulis - Accélérateurs de prise sans chlore
NM 10.1.111	1994	Adjuvants pour bétons mortiers et coulis - Accélérateurs de durcissement sans chlore
NM 10.1.112	1994	Adjuvants pour bétons mortiers et coulis - Fluidifiants
NM 10.1.113	1994	Adjuvants pour bétons mortiers et coulis - Hydrofuges de masse
NM 10.1.114	1994	Adjuvants pour bétons mortiers et coulis - Plastifiants
NM 10.1.115	1994	Adjuvants pour bétons mortiers et coulis - Réducteurs d'eau Plastifiants
NM 10.1.116	1994	Adjuvants pour bétons mortiers et coulis - Entraîneurs d'air
NM 10.1.117	1994	Adjuvants pour bétons mortiers et coulis – Reconnaissance chimique des adjuvants
NM 10.1.118	1994	Adjuvants pour bétons mortiers et coulis - Détermination des temps de prise sur mortier
NM 10.1.124	2008	Essais pour béton dans les structures - Détermination de la vitesse de propagation du son
NM 10.1.126	1996	Essai de chargement des planchers de bâtiment
NM 10.1.136	1995	Granulats - Prélèvement de matériaux sur stock
NM 10.1.137	1995	Granulats - Préparation d'un échantillon pour essai
NM 10.1.138	1995	Granulats - Essai Los Angeles
NM 10.1.139	1995	Granulats - Essai Deval
NM 10.1.140	1995	Granulats - Détermination de la teneur en soufre total
NM 10.1.141	2008	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Qualification des fines - Essai au bleu de méthylène
NM 10.1.144	1995	Granulats - Mise en évidence des matières organiques par colorimétrie

<b>Réf norme</b>	<b>Année d'adoption</b>	<b>Titre norme</b>
NM 10.1.146	1995	Granulats - Mesure des masses spécifiques, de la porosité, du coefficient d'absorption et de la teneur en eau des gravillons et cailloux
NM 10.1.147	1995	Granulats - Equivalent de sable
NM 10.1.148	2008	Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats - Détermination de la résistance à l'usure (micro-Deval)
NM 10.1.149	1995	Granulats - Mesure des masses spécifiques, du coefficient d'absorption et de la teneur en eau des sables
NM 10.1.150	1995	Granulats - Mesure de coefficient de fiabilité des sables
NM 10.1.155	2008	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Détermination de la forme des granulats - Coefficient d'aplatissement
NM 10.1.175	1998	Bétons - Surfaçage au soufre des éprouvettes cylindriques
NM 10.1.177	1998	Bétons - Mise en place par piquage
NM 10.1.178	1998	Bétons - Mise en place par aiguille vibrante
NM 10.1.184	2011	Exécution des ouvrages en béton.
NM 10.1.214	2003	Produits spéciaux destinés aux réparations, collages, injections collages, scellements applicables aux constructions en béton hydraulique – Définitions, classification, conditionnement, marquage, conditions de réception
NM 10.1.215	2003	Produits spéciaux destinés aux réparations, collages, injections collages, scellements applicables aux constructions en béton hydraulique - Contrôles sur chantier
NM 10.1.217	2003	Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits de calage et scellement à base de liants hydrauliques – Caractères normalisés garantis
NM 10.1.218	2003	Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique - Produits de calage et scellement à base de résines synthétiques - Caractères normalisés garantis
NM 10.1.260	2001	Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis -Ciments de référence
NM 10.1.261	2001	Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Bétons de référence pour adjuvants
NM 10.1.262	2001	Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Coulis courants d'injection pour précontrainte - Fabrication

<b>Réf norme</b>	<b>Année d'adoption</b>	<b>Titre norme</b>
NM 10.1.263	2001	Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Coulis courants d'injection pour précontrainte - Mesure du retrait
NM 10.1.264	2001	Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Coulis courants d'injection pour précontrainte - Mesure de la fluidité et de la réduction d'eau
NM 10.1.265	2001	Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Coulis courants d'injection pour précontrainte - Mesure de l'exsudation (stabilité)
NM 10.1.266	2001	Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Coulis courants d'injection pour précontrainte - Essais mécaniques : Flexion compression
NM 10.1.267	2001	Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis - Coulis courants d'injection pour précontrainte - Essai d'absorption capillaire
NM 10.1.268	2004	Surfaces et parements de béton - Éléments d'identification
NM 10.1.269	2004	Béton - Mise en oeuvre des bétons de structure
NM 10.1.270	2004	Additions pour béton hydraulique - Besoin en eau, contrôle de la régularité - Méthode par mesure de la fluidité par écoulement "au cône de Marsh
NM 10.1.271	2008	Granulats pour bétons hydrauliques - Définitions, spécifications, conformité
NM 10.1.272	2008	Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats - Détermination de la teneur en eau par séchage en étuve ventilée
NM 10.1.273	2008	Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats - Détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau
NM 10.1.275	2008	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Evaluation des caractéristiques de surface - Coefficient d'écoulement des granulats
NM 10.1.279	2008	Granulats - Méthodes d'essai de réactivité aux alcalis
NM 10.1.282	2008	Essais pour déterminer les propriétés géométriques des granulats - Détermination de la teneur en éléments coquilliers - Pourcentage des coquilles dans les gravillons
NM 10.1.283	2008	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Évaluation des fines — Équivalent de sable

<b>Réf norme</b>	<b>Année d'adoption</b>	<b>Titre norme</b>
NM 10.1.290	2008	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Détermination du pourcentage de surfaces cassées dans les gravillons
NM 10.1.291	2008	Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats - Procédure et terminologie pour la description pétrographique simplifiée
NM 10.1.292	2008	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Détermination de la forme des grains - Indice de forme
NM 10.1.293	2008	Essais pour déterminer les propriétés chimiques des granulats - Analyse chimique
NM 10.1.294	2008	Essais pour déterminer les propriétés thermiques et l'altérabilité des granulats - Essai au sulfate de magnésium
NM 10.1.295	2008	Essais pour déterminer les propriétés mécaniques et physiques des granulats - Détermination du coefficient de polissage accéléré
NM 10.1.297	2008	Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats - Hauteur de succion d'eau
NM 10.1.600	2009	Bétons - Détermination du retrait de séchage du béton cellulaire autoclavé
NM 10.1.601	2009	Bétons - Détermination par un essai d'adhérence par poussée du comportement d'adhérence entre les armatures et le béton cellulaire autoclavé
NM 10.1.602	2009	Bétons - Détermination de la résistance à la traction par flexion du béton cellulaire autoclavé
NM 10.1.603	2009	Bétons - Détermination du module d'élasticité statique en compression du béton cellulaire autoclavé et du béton de granulats légers à structure ouverte
NM 10.1.604	2009	Bétons - Détermination du taux d'humidité du béton cellulaire autoclavé
NM 10.1.605	2009	Bétons - Détermination du comportement d'adhérence entre les barres d'armatures et le béton cellulaire autoclavé par la «méthode d'essai de poutre» - Essais de courte durée
NM 10.1.606	2009	Bétons - Détermination du comportement d'adhérence entre les barres d'armatures et le béton cellulaire autoclavé par la méthode d'essai de poutre - Essai de longue durée
NM 10.1.607	2009	Bétons - Essais pour béton projeté - Echantillonnage de béton frais et de béton durci
NM 10.1.608	2009	Bétons - Essais pour béton projeté - Résistance à la compression au jeune âge du béton projeté

<b>Réf norme</b>	<b>Année d'adoption</b>	<b>Titre norme</b>
NM 10.1.609	2009	Bétons - Essais pour béton projeté - Résistances à la flexion (au premier pic, ultime et résiduelle) d'éprouvettes parallélépipédiques en béton renforcé par des fibres
NM 10.1.610	2009	Bétons - Essais pour béton projeté - Adhérence en traction directe sur carottes
NM 10.1.611	2009	Bétons - Essais pour béton projeté - Détermination de la capacité d'absorption de l'énergie d'une dalle-éprouvette renforcée par des fibres
NM 10.1.612	2009	Bétons - Essais pour béton projeté - Epaisseur du béton sur un support
NM 10.1.613	2009	Bétons - Essais pour béton projeté - Teneur en fibres du béton renforcé par des fibres
NM 01.4.033	1995	Tubes en acier - Conditions techniques générales de livraison-
NM 01.4.034	1992	Tubes en acier - Documents de contrôle -
NM 01.4.035	1995	Tubes en acier - Tubes soudés filtables - Dimensions - Conditions techniques de livraison -
NM 01.4.036	1995	Tubes en acier - Tubes soudés à extrémités lisses du commerce pour usages généraux à moyenne pression -
NM 01.4.037	1995	Tubes en acier - Tubes soudés longitudinalement de 168,3 mm en acier non alliés à extrémités lisses avec conditions particulières de livraison - Dimensions - Conditions techniques de livraison -
NM 01.4.039	1995	Tubes en acier - Manchons en acier non allié pour tubes filetés au pas du gaz -
NM 01.4.040	1992	Tubes en acier - Tubes galvanisés à section circulaire, carrée, rectangulaire, soudés longitudinalement pour constructions métalliques - Dimensions - Conditions techniques de livraison-
NM 01.4.041	1995	Tubes en acier - Tubes ronds soudés du commerce formés à froid exécutés à partir de produits laminés à chaud - Dimensions - Conditions techniques de livraison -
NM 01.4.042	1995	Tubes ronds soudés formés à froid exécutés à partir de produits laminés à chaud avec conditions particulières de livraison -
NM 01.4.044	1995	Tubes en acier - Tubes carrés et rectangulaires du commerce exécutés à chaud - Dimensions - Conditions techniques de livraison -

Réf norme	Année d'adoption	Titre norme
NM 01.4.045	1995	Tubes en acier - Tubes ronds soudés formés à froid exécutés à partir de produits laminés à froid avec conditions particulières de livraison Dimensions - Conditions techniques de livraison -
NM 01.4.047	1991	Eléments de canalisations en fonte ductile pour conduite avec pression - Spécifications techniques générales -
NM 01.4.061	1996	Produits sidérurgiques - Fils machines en aciers non alliés - Tolérances -
NM 01.4.062	1998	Produits sidérurgiques - Fils machines en aciers non alliés pour fabrications réalisées par formage à chaud ou à froid - Qualité
NM 01.4.063	1998	Produits sidérurgiques - Barres et fils machine en acier d'usage général destinés à l'étrépage - Nuances et qualités
NM 01.4.064	1998	Produits sidérurgiques - Aciers spéciaux aptes aux traitements thermiques pour éléments de fixation à filetage extérieur destinés à la construction métallique
NM 01.4.065	1993	Armatures de précontrainte - Essai de corrosion sous contrainte à l'eau distillée -
NM 01.4.066	1994	Armatures de précontrainte - Essai de corrosion au thiocyanate d'ammonium -
NM 01.4.067	1994	Aciers à haute résistance pour ouvrages de Génie Civil - Evaluation par l'essai de traction lente de l'effet fragilisant d'un milieu
NM 01.4.080	2011	Produits sidérurgiques Fil machine en aciers non alliés pour treillis soudé et fils a haute adhérence .
NM 01.4.083	1998	Produits sidérurgiques - Barres et fils machines destinés à l'étrépage - Défauts de surface
NM 01.4.091	1998	Produits sidérurgiques - Fil machine en acier non allié pour fils électrodes enrobées - Nuances et qualités -
NM 01.4.092	1998	Produits sidérurgiques - Fil machine en acier non allié pour fils électrodes pour soudage à l'arc sous gaz et sous flux en poudre - Nuances et qualités
NM 01.4.093	1998	Produits sidérurgiques Fil machine en acier non allié destiné à la fabrication des fils pour ressorts mécanique à haute endurance formés à froid - Qualités -
NM 01.4.095	2006	Produits sidérurgiques Ronds lisses pour béton armé

<b>Réf norme</b>	<b>Année d'adoption</b>	<b>Titre norme</b>
NM 01.4.096	2015	Produits sidérurgiques - Armatures pour béton armé - Barres et couronnes à haute adhérence non soudables
NM 01.4.097	2013	Produits sidérurgiques - Armatures pour béton armé - Barres et couronnes à haute adhérence soudables
NM EN 13369	2016	Règles communes pour les produits préfabriqués en béton

# **Annexe B : liste des risques de non-conformité ou de défaut des ouvrages réalisés**

NON-CONFORMITE OU DEFAULT	CONSEQUENCES	ACTIONS PREVENTIVES
Documents de l'exécution (Plan d'Assurance Qualité, calendrier d'exécution des travaux, programme de bétonnage) incomplet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mauvaise préparation du chantier</li> <li>- Difficultés d'exécution</li> <li>- Absence de la traçabilité du chantier</li> <li>- Mauvaise étude du béton</li> <li>- Improvisation qui génère des conflits entre intervenants, des retards dans l'exécution des travaux, difficultés divers et risque du non-respect des exigences du marché</li> </ul>	Vérification par le Maître d'ouvrage des documents et veiller à leur stricte application
Erreur dans la classe d'exposition ou non-prise en compte de la classe d'exposition	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spécification du béton erronée</li> <li>- Dégradation du béton</li> <li>- Diminution de la durabilité des structures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire vérifier la classe d'exposition par un spécialiste (laboratoire, BET...)</li> <li>- S'assurer des données de base qui servent à l'étude du béton</li> </ul>
Défauts d'information entre producteur et prescripteur du béton	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Livraison de béton non-conforme</li> <li>- Non-prise en considération des conditions d'exécution</li> </ul>	Vérification par le Maître d'ouvrage des fiches techniques de conformité fournies par le producteur
Stockage inapproprié des matériaux (sables, ciments, aciers, graviers etc)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- altération des propriétés des matériaux</li> <li>- mélange de matériaux d'origines ou d'utilisations différentes</li> </ul>	les zones de stockage doivent être clairement identifiées et aménagées de façon à éviter des erreurs sur les constituants à utiliser. Vérification de la conformité aux plans d'installation de chantier.
Absence d'analyse de la compatibilité des constituants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficultés dans la mise en œuvre</li> <li>- Altération des bétons et des armatures</li> </ul>	Demander des justifications sur la compatibilité des constituants
Choix de ciment non adapté	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altération du béton en fonction des conditions d'expositions (eau de mer, sulfates etc)</li> <li>- Fissuration des ouvrages massifs par l'effet thermique</li> <li>- Défaut d'aspect et irrégularité de la teinte du béton</li> </ul>	Passer en revue l'ensemble des exigences sur le béton (classes d'exposition, résistance à la compression, mise en œuvre, nature des parements etc) avant de faire le choix du ciment

Non- respect de la dimension maximale des granulats	- Ségrégation et vides dans le béton des pièces fortement ferraillées	Contrôle des caractéristiques des granulats
Mauvais choix des granulats selon l'origine minéralogique	- Présence de sulfures métalliques dans les bétons bruts de décoffrage (dans le cas d'exigence sur l'aspect du béton) - Risque d'alcali-réaction dans les granulats potentiellement réactifs	Contrôle des caractéristiques des granulats, éventuellement des analyses chimiques en cas de nécessité.
Non-respect de la compatibilité des adjuvants entre eux et avec les liants et additions	- Difficulté de malaxage - Perturbation du durcissement du béton - Problèmes de mise en œuvre (maniabilité) - Altération des propriétés mécaniques	Examen de la fiche technique des fabricants et éventuellement faire une analyse chimique de la compatibilité des adjuvants
Non-respect des dosages des constituants du béton	Production du béton non-conforme	- Analyser les rapports de contrôle de production dans le cas du béton prêt à l'emploi, - Exiger des enregistrements des dosages sur les équipements de production de béton en cas de production de béton sur site, - Utiliser des formulations de béton robuste en cas de production de béton par bétonnière
Moyens de production du béton sur site non-adaptés	- Béton non conforme - Irrégularité des propriétés des bétons produits - Défauts de mise en œuvre - Défauts dans le béton durci	Appliquer strictement les dispositions de la note d'organisation de chantier (PAQ)
Absence ou insuffisance du contrôle de production du béton	- Risque de non-respect des spécifications sur les constituants, les compositions et les propriétés du béton - Absence de garantie du fabricant quant à la conformité du béton - Absence de mesures correctives des anomalies dans la production	- S'assurer que le plan de contrôle est adapté à la nature du chantier et le volume du béton mis en jeu - S'assurer de l'application effective des plans de contrôles arrêtés dans le PAQ
Absence ou insuffisance du	- Risque d'acceptation de béton	- S'assurer de

contrôle du béton par le Maître d'ouvrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- non-conforme</li> <li>- Non prise des mesures correctives à temps dans le cas de béton non conforme</li> </ul>	l'application effective des plans de contrôles arrêtés dans le PAQ
Sous-estimation des charges appliquées sur les étalements et coffrages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déformation du coffrage (flèches excessives)</li> <li>- Défaut de stabilité du coffrage (risque d'effondrement)</li> </ul>	Exiger une note de calcul des étalements et coffrages avant leur installation
Utilisation des peaux coffrantes en bois sans arrosage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absorption de l'eau du béton</li> <li>- Non-respect des exigences d'aspect</li> </ul>	S'assurer du respect des dispositions relatives au démoulage (article 332.3)
Insuffisance de contrôle des coffrages et étalements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- l'oubli des fenêtres et ouvertures dans les coffrages pour la vibration du béton (vibration des armatures pour résoudre le problème)</li> <li>- Ne pas prendre les considérations pour le décoffrage au moment de la mise en œuvre des étais et coffrage (pièces abandonné dans le béton durci)</li> <li>- Défauts au niveau de l'étanchéité des joints de coffrage</li> <li>- Présence de souillure</li> <li>- Non-respect des enrobages et des tolérances géométriques</li> </ul>	- S'assurer du respect des dispositions du chapitre 3 du titre 3
Façonnage des armatures à -5°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rupture des armatures pendant le façonnage</li> </ul>	- prévoir un dispositif de mesure de température permanent sur chantier ; respecter les conditions de température
Défaut de contrôle des armatures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déformations permanentes accidentelles</li> <li>- Blessures et souillures</li> <li>- ruptures d'assemblages des armatures</li> <li>- Non-respect des longueurs de recouvrement</li> <li>- Non-respect du plan de ferrailage</li> <li>- Absence de calage des armatures</li> </ul>	- Le BET doit être avisé suffisamment à l'avance pour réaliser les contrôles nécessaires des armatures
Sous-estimation du temps de transport du béton entre le lieu de fabrication et le lieu de mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Début de prise avant la mise en œuvre</li> <li>- Perte de maniabilité du béton</li> </ul>	Le temps de transport doit être communiqué au fabricant de béton et doit être établi en tenant

		compte de sujétions réelles de transport entre le lieu de fabrication et le chantier
L'ajout d'eau dans le béton sur chantier	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction et altération des propriétés mécaniques</li> <li>- Augmentation du retrait du béton (fissures à jeune âge)</li> </ul>	Interdire tout ajout d'eau sur chantier, sauf si cet ajout est prévu. dans ce cas, le producteur doit être avisé pour tenir compte de cette disposition.
Non-respect des exigences concernant les reprises de bétonnage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discontinuité mécanique sur les ouvrages</li> <li>- Non-adhérence du béton jeune sur béton durci</li> <li>- Défauts d'aspect au droit des reprises (ségrégations, fissures, laitances etc)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- S'assurer que les reprises de bétonnage sont bien inscrites dans les plans,</li> <li>- Pendant la mise en œuvre s'assurer des dispositions relatives à la reprise de bétonnage (article 362.4)</li> </ul>
Mauvaise vibration du béton	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ségrégation dans le béton</li> <li>- Présence des vides</li> <li>- Vibration des armatures</li> </ul>	S'assurer du respect des dispositions relatives à la vibration du béton (article 362.3)
Défaut d'exécution de la cure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fissures de retrait</li> <li>- Dessiccation rapide du béton</li> </ul>	S'assurer du respect des dispositions relatives à la cure du béton (article 362.7.1)
Mauvais choix du produit de cure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Défaut d'aspect dans le béton</li> </ul>	Le produit de cure doit être soumis à l'acceptation du Maître d'ouvrage
Décoffrage précoce sans précautions préalables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque d'effondrement de la structure</li> <li>- Flèches et déformation excessives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informer le producteur de béton sur la date prévue de décoffrage,</li> <li>- Justifier la résistance du béton à jeune âge (essai d'information à l'âge prévu)</li> </ul>
Dépassement des tolérances géométriques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Défaut d'aspect des ouvrages</li> <li>- Risque sur la stabilité de la structure</li> <li>- Défaut d'exécution des équipements et seconds œuvres (revêtements, menuiserie etc)</li> <li>- Difficulté de mise en place des éléments préfabriqués</li> </ul>	- Contrôle systématique des coffrages avant bétonnage (dimensions et rigidité)
Non-respect des tolérances	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficulté de la mise en place des produits préfabriqués</li> </ul>	S'assurer du respect des dispositions de l'article

géométriques pour les produits préfabriqués	- L'ajustement des produits préfabriqués et de leurs réservations sur chantier (coupure des poutrelles, création des réservations dans les dalles, démolition de partie d'ouvrage etc)	255.1.
Moyens de transport et de mise en place inadaptés pour les produits préfabriqués	- Déformation excessive des éléments préfabriqués - Ruptures et fissurations pendant le transport et la mise en place	Contrôle de l'état des produits préfabriqués livrés sur chantier et à pieds d'œuvre selon les dispositions du chapitre 8 du titre III
Non-respect du plan de pose des éléments préfabriqués	- Difficulté de la mise en place des produits préfabriqués - L'ajustement des produits préfabriqués et de leurs réservations sur chantier (coupure des poutrelles, création des réservations dans les dalles, démolition de partie d'ouvrage etc)	S'assurer du respect des dispositions de l'article 383.1

## Changements apportés par le nouveau CPC béton

La nouvelle version du CPC est une refonte de la version qui a fait l'objet de l'arrêté du Ministre des Travaux Publics n°2436-95 du 3 Joumada 1er 1416 (29 septembre 1995). Les principales modifications apportées par rapport à la version précédente consistent en :

<b>Ancienne version du CPC</b>	<b>Nouvelle version du CPC</b>
<p><u>Domaine d'application (article 1-1)</u> Pas clairement défini : son application est prévue pour les marchés de construction de bâtiment ; sans aucune autre précision.</p>	<p><u>Domaine d'application (titre I - chapitre 1)</u> Il y a plus de clarification concernant le domaine d'utilisation du CPC et la nature des constructions concernées :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Utilisable pour les constructions réalisées à base de béton hydraulique : béton non armé, béton armé ou béton précontraint,</li><li>○ Applicable aux marchés de construction de bâtiment, passés pour le compte du Ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau,</li><li>○ Utilisation éventuelle par les départements et collectivités territoriales.</li></ul>
<p><u>Normes et réglementations (article 1-2)</u> Dépassés par rapport aux mises à jour :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ le BAEL 91 mod 99 a remplacé le BAEL 83,</li><li>○ le RPS 2011 a remplacé le RPS 2000 qui a remplacé la circulaire d'Agadir 60, PS.69,</li><li>○ le DTU 21 a été remplacé par une norme NF P18-201, elle-même remplacée depuis 2013, par la norme NF EN 13670.</li></ul>	<p><u>Normes et réglementations (Titre I- Chapitre 2)</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ En conformité avec les nouvelles normes et documents de référence,</li><li>○ Renvoi en annexe A à une liste indicative et non limitative des normes.</li></ul>

<p><u>Données du projet</u> Non abordé.</p>	<p><u>Données du projet (titre I – chapitre 3)</u> Instaurer pour chaque projet la nécessité de préciser :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ la durée de vie de la construction,</li> <li>○ les classes d'exposition,</li> <li>○ les classes des parements,</li> <li>○ le niveau du Plan d'Assurance Qualité (PAQ).</li> </ul>
<p><u>Management de la qualité</u> Non abordé.</p>	<p><u>Management de la qualité (titre I – chapitre 4)</u> Introduit les outils de gestion de la qualité telle que le PAQ et les types de contrôles à prévoir.</p>
<p><u>Dispositions générales pour le respect de l'environnement</u> Non abordé.</p>	<p><u>Dispositions générales pour le respect de l'environnement (titre I – chapitre 5)</u> Il contient les articles suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gestion des déchets,</li> <li>○ Dispositions et documents relatifs au respect de l'environnement,</li> <li>○ Notice de Respect de l'Environnement,</li> <li>○ Plan de Respect de l'Environnement,</li> <li>○ Note d'organisation générale Environnement.</li> </ul>
<p><u>Propriétés et spécifications des bétons</u> Non abordé.</p>	<p><u>Propriétés et spécifications des bétons (titre II – chapitre 1)</u> Il traite :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les propriétés du béton frais,</li> <li>○ Les propriétés du béton durci,</li> <li>○ Les exigences sur la composition du béton,</li> <li>○ Les propriétés à spécifier en fonction du type du béton (données de base et données complémentaires),</li> </ul>
<p><u>Matériaux pour mortier béton et armature (chapitre 2) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Beaucoup de détails techniques,</li> <li>○ Notions et spécifications actuellement obsolètes : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notion de classes de résistance pour béton durci (B1, B2, ...),</li> </ul> </li> </ul>	<p><u>Matériaux pour mortier béton et armature (titre II – chapitre 2 et 3)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Moins de détails techniques que la version précédente et plus de renvois aux normes spécifiques, le but c'est de garantir une flexibilité du document lui permettant de suivre l'évolution normative.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuance des aciers haute adhérence (Absence de la nuance FeE500),</li> <li>- Anciennes normes pour les spécifications des granulats (NM 10.1.020),</li> <li>o Ajouts non mentionnés parmi les constituants du béton,</li> <li>o Dosages minimaux en ciment (art 2.8) non indiqués,</li> <li>o les différentes familles de béton n'ont pas été abordées, telles que : <ul style="list-style-type: none"> <li>- bétons prêts à l'emploi,</li> <li>- bétons projetés,</li> <li>- béton pour ouvrages en béton précontraint,</li> <li>- produits préfabriqués en usine.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Les spécifications des matériaux sont en conformité avec les normes : <ul style="list-style-type: none"> <li>- NM 10.1.004, NM 10.1.156, NM 10.1.157, NM 10.1.158 : pour les ciments,</li> <li>- NM 10.1.271, NM 10.1.146, NM 10.1.149 : pour les granulats,</li> <li>- NM 10-1-353 : pour l'eau de gâchage,</li> <li>- NM 01.4.097, NM 01.4.095, NM 01.4.226 : pour les armatures.</li> </ul> </li> </ul>
<p><u>Unités de précontrainte</u> Non abordé.</p>	<p><u>Unités de précontrainte (titre II – chapitre 4)</u> Exigence d'établir une procédure spécifique par l'entrepreneur.</p>
<p><u>Produits préfabriqués</u> Non abordé.</p>	<p><u>Produits préfabriqués (titre II - chapitre 5)</u> Il traite les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Dispositions générales,</li> <li>o Qualité des matériaux,</li> <li>o Classe minimale de résistance de béton,</li> <li>o Produits certifiés,</li> <li>o Qualité des produits finis,</li> <li>o Marquage,</li> <li>o Réservations.</li> </ul>
<p><u>Dispositions générales :</u> Non abordés.</p>	<p><u>Dispositions générales (titre III – chapitre 1)</u> Responsabilités de l'entrepreneur pour assurer la qualité requise.</p>

<p><u>Documents d'exécution :</u> Non abordés.</p>	<p><u>Documents d'exécution (titre III – chapitre 2)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Documents à fournir par l'entreprise avant le commencement des travaux, pendant les travaux et à la fin des travaux,</li> <li>○ Partie importante de la nouvelle démarche qualité, elle vise à améliorer le déroulement des projets et réduire les situations de conflit en instaurant un système anticipatif.</li> </ul>
<p><u>Coffrage et étaielements (Article 3-2 et 3-3)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les exigences sur le coffrage et l'étaielement ne donnent référence à aucune norme,</li> <li>○ La notion des types de coffrage n'est plus utilisée,</li> <li>○ Il n'y a pas d'obligation pour l'entrepreneur à établir un plan d'exécution des étais et échafaudage ; ce qui est pourtant nécessaire en cas de grandes hauteurs ou des ouvrages provisoires particuliers (élançés, en porte à faux, sur mauvais sol, etc),</li> <li>○ Aucune indication sur les conditions de décoffrage ; en particulier, sur le délai minimal de décoffrage.</li> </ul>	<p><u>Coffrage et étaielements (titre III – chapitre 3)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les dispositions évoquées sont conformes à la norme NM 10.1.184,</li> <li>○ Plus de détails au niveau de la mise en œuvre, notamment sur l'étanchéité des joints, propriétés des coffrages, démolant, dispositifs intégrés dans le béton et les réservations,</li> <li>○ Les dispositions relatives au décoffrage sont traitées dans le chapitre de la mise en œuvre.</li> </ul>
<p><u>Parements et surfaces non coffrées (article 3-2 et 3-3)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Notion traitée dans la partie des coffrages,</li> <li>○ Notion obsolète et non conforme à la norme NM 10.1.184.</li> </ul>	<p><u>Parements et surfaces non coffrées (titre III – chapitre 4)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Remplacement de l'ancienne notion des types de coffrage par les types de surfaces, parois et parements,</li> <li>○ Exigences sur l'aspect du béton conformément à la norme NM 10.1.184.</li> </ul>
<p><u>Mise en œuvre des armatures (article 3-4)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les exigences sur le façonnage et la mise en place des aciers, ne sont pas compatibles avec celles du règlement BAEL 91 mod 99.</li> </ul>	<p><u>Mise en œuvre des armatures (titre III – chapitre 5)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les exigences sur le façonnage et la mise en place sont mis en conformité avec les exigences du BAEL 91 mod 99 et la norme NM 10.1.184,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Des nouveaux articles concernant le transport, la manutention, le stockage et le contrôle des lots d'armatures sont ajoutés.</li> </ul>
<u>Fabrication et mise en œuvre du béton (article 3-1, 3-5, 3-6, 3-7 et 3-8)</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'article ne traite que le cas du béton fabriqué sur place en précisant le mode de fabrication qu'il convient de laisser sous la responsabilité du fabricant,</li> <li>○ Mode de fabrication et mise en œuvre non conforme à la norme NM 10.1.008 et NM 10.1.184.</li> </ul>	<u>Fabrication et mise en œuvre du béton (titre III – chapitre 6)</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dispositions en conformité avec les normes NM 10.1.008 et NM10.1.184,</li> <li>○ Des nouveaux articles sont intégrés, ils traitent : les démarches qualité, le béton prêt à l'emploi, le temps de transport, les bétons particuliers, le bétonnage dans des conditions de température extrêmes, la cure et le décoffrage,</li> </ul>
<u>Contrôles et essais sur béton (article 4-2)</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les procédures de contrôle et les paramètres contrôlés doivent varier selon la catégorie de chantier et le type de béton,</li> <li>○ Le CPC ne traite pas la notion de contrôle de production ni celle des documents à présenter par l'entreprise.</li> </ul>	<u>Contrôles et essais sur béton (titre III – chapitre 7)</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dispositions en conformité avec les normes NM 10.1.008 et NM10.1.184 pour définir les contrôles avant bétonnage, à la production et à la mise en œuvre,</li> <li>○ Contrôles qui définissent clairement l'échantillonnage à prendre, les caractéristiques à contrôler et les critères de conformité.</li> </ul>
<u>Mise en œuvre des éléments préfabriqués</u> Non abordé.	<u>Mise en œuvre des éléments préfabriqués (titre III – chapitre 8)</u> Il traite les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La réception des composants sur chantier,</li> <li>○ La manutention,</li> <li>○ Le stockage,</li> <li>○ La mise en place,</li> <li>○ Les assemblages,</li> <li>○ Les contrôles de la mise en œuvre.</li> </ul>
<u>Tolérances géométriques (article 4-1)</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Non conformes aux règles générales de l'article 7 de la norme NM 10.1.184 : la méthode d'évaluation et les valeurs minimales ont changé.</li> </ul>	<u>Tolérances géométriques (titre III – chapitre 9)</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Chapitre conforme à l'article 7 de la norme NM 10.1.184,</li> <li>○ Tableaux et schémas sont donnés pour faciliter les calculs.</li> </ul>

<p><u>Actions à prendre en cas de non-conformité (article 4-2)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Peu de précision sur la situation où le béton n'est pas conforme.</li> <li>○ Aucune indication sur les mesures à prendre après les résultats des essais complémentaires et vis-à-vis des ouvrages réalisés par le béton non conforme,</li> <li>○ Aucune indication sur la suite à donner après l'apparition de désordres.</li> </ul>	<p><u>Actions à prendre en cas de non-conformité (titre III – chapitre 10)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Définition des niveaux de non-conformité,</li> <li>○ Définition d'une méthode d'analyse de non-conformité,</li> <li>○ Définition des actions à prendre en cas de non-conformité,</li> <li>○ Cas de non-conformité de béton.</li> </ul>
<p><u>Responsabilités – Garanties - Conditions de réception (chapitre 5)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Met l'accent uniquement sur la responsabilité qui incombe à l'entrepreneur sans préciser le rôle de la maîtrise d'œuvre dans la prévention et le processus d'acceptation des propositions et des documents qui lui sont soumis par l'entreprise (acceptation du dossier d'études, dossier de béton, etc.),</li> <li>○ La notion de garantie n'est pas précisée (définition, forme et contenue) ; bien que l'entrepreneur est sommé de donner sa garantie pour tous les travaux à exécuter.</li> </ul>	<p><u>Responsabilités – Garanties - Conditions de réception</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les responsabilités de l'entrepreneur ainsi que le rôle de la maîtrise d'œuvre dans la prévention et le processus d'acceptation des documents de l'entreprise sont définie dans les chapitres du management qualité au titre I et dans le chapitre 2 du titre III relatif aux documents d'exécution.</li> </ul>
<p><u>Limite des prestations (chapitre 6)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Partie décrivant les obligations de l'entrepreneur avant le commencement des travaux, pendant les travaux et à la fin des travaux.</li> </ul>	<p><u>Limite des prestations</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Abordé dans les chapitres du management qualité au titre I et dans le chapitre 2 du titre III relatif aux documents d'exécution.</li> </ul>