

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## Mémoire de Master

Présenté à l'Université du 08 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : Génie Civil & Hydraulique

Spécialité : Génie Civil

Option : STRUCTURES

Présenté par : TAZIR MIMIA

---

---

**THEME : Etude comparative des normes régissant la production  
du béton prêt à l'emploi dans les 3 pays maghrébins**

---

---

Sous la direction de : Pr. BENMALEK ML

---

Juin 2023

---

# **REMERCIEMENTS**

*Avant de présenter ce travail, je remercie profondément ALLAH, le Très Haut, le Tout Puissant de m'avoir donné la vie, la santé, la sérénité et les capacités pour mener à terme ce mémoire de fin d'études.*

*Je tiens à exprimer mes plus sincères et chaleureuses remerciements et gratitude pour mon encadreur, Pr. BENMALEK ML qui m'a beaucoup aidé pour réaliser ce modeste travail avec ses conseils éclairés, sa disponibilité constante et sa grande qualité humaine.*

*Mes remerciements également aux membres de jury qui me font l'honneur d'examiner mon travail.*

*Mes remerciements à l'ensemble du corps enseignant et administratif du département de génie civil et d'hydraulique de l'Université 8 Mai 45 de Guelma.*

*Mes remerciements les plus profonds à ma famille pour les sacrifices qu'elle a fait pour que je termine mes études.*

*Enfin, mes remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.*

# **RÉSUMÉS**

**(en trois langues)**

## Résumé

Le béton prêt à l'emploi ou BPE est un béton qui devient de plus en plus utilisé en Algérie car présentant de nombreux avantages par rapport au béton traditionnel généralement confectionné sur chantier. Sa fabrication et ses spécifications sont régies par la norme NA 16002. Il en est de même au Maroc (norme NM 10.1.008) et en Tunisie (norme NT 21.195).

Dans le présent travail, les normes NA 16002 et NM 10.1.008 sont présentés d'une façon simplifiée pour faciliter leurs lectures, la norme NT 21.195 n'a pu l'être en raison de son indisponibilité. Celle-ci est en effet payante et n'a pu être acquise dans le cadre de ce mémoire.

Les deux normes disponibles ont été comparées dans leurs domaines d'application, leurs classes d'exposition, leurs exigences en matière de constituants et de composition, leurs spécifications, leurs livraisons, leurs contrôles de production, leurs conformités etc ...

La comparaison a montré que les deux normes sont similaires car les deux sont largement inspirées des normes internationales établies par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et l'Union européenne (UE).

Les caractéristiques communes, les similitudes ainsi que les différences sont exposés dans ce mémoire. L'objectif initial était d'élaborer une modeste amorce de recommandations sur une éventuelle unification.

**MOTS CLÉS :** Béton prêt à l'emploi – centrale à béton – normalisation sur les BPE – étude comparative – normes maghrébines sur les BPE.

## ملخص

الخرسانة الجاهزة أو BPE هي الخرسانة التي أصبحت مستخدمة بشكل متزايد في الجزائر لأنها تتمتع بالعديد من المزايا مقارنة بالخرسانة التقليدية المصنوعة بشكل عام في الموقع. يخضع تصنيعها ومواصفاتها لمعيار NA 16002. الأمر نفسه ينطبق على المغرب (معيار NM 10.1.008) وتونس (معيار NT 21.195).

في هذا العمل ، يتم تقديم معايير NA 16002 و NM 10.1.008 بطريقة مبسطة لتسهيل قراءتها ، ولم يتم تقديم معيار NT 21.195 بسبب عدم توفره. في الواقع التمكن منه يكون بشرائه بواسطة العملة الصعبة وذلك غير ممكن في إطار هذه الأطروحة. تمت مقارنة المعيارين المتاحين في مجالات تطبيقهما ، وفئات التعرض الخاصة بهما ، ومتطلباتهما من حيث المكونات والتركيب ، والمواصفات ، والتسليمات ، وضوابط الإنتاج، ومطابقتها ، وما إلى ذلك...

أظهرت المقارنة أن المعيارين متشابهان لأن كلاهما مستوحى إلى حد كبير من المعايير الدولية التي وضعتها المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) والاتحاد الأوروبي (EU). يتم عرض الخصائص المشتركة وأوجه التشابه وكذلك الاختلافات في هذه الأطروحة. كان الهدف الأولي منها هو تطوير بداية متواضعة للتوصيات بشأن التوحيد المحتمل.

الكلمات الرئيسية: الخرسانة الجاهزة - مصنع الخرسانة - التوحيد القياسي في BPE - دراسة مقارنة - معايير شمال إفريقيا بشأن BPE.

# Abstract

Ready Mix Concrete or RMC is a concrete that is becoming increasingly used in Algeria because it has many advantages over traditional concrete generally made on site. Its manufacture and specifications are governed by the NA 16002 standard. The same applies to Morocco (NM 10.1.008 standard) and Tunisia (NT 21.195 standard).

In this work, the NA 16002 and NM 10.1.008 standards are presented in a simplified way to facilitate their reading, the NT 21.195 standard could not be because of its unavailability. This one is indeed paying and could not be acquired within the framework of this work.

The two available standards were compared in their fields of application, their exposure classes, their requirements in terms of constituents and composition, their specifications, their deliveries, their production controls, their conformity, etc...

The comparison showed that the two standards are similar as both are largely inspired by international standards established by the International Organization for Standardization (ISO) and the European Union (EU).

The common characteristics, the similarities as well as the differences are exposed in this work. The initial objective was to develop a modest beginning of recommendations on a possible unification.

**KEY WORDS:** Ready Mix Concrete – concrete plant – standardization on RMC – comparative study – North African standards on RMC.

# SOMMAIRE

---

*RESUME*

*ملخص*

*ABSTRACT*

*LISTE DES FIGURES*

*LISTE DES TABLEAUX*

*SOMMAIRE*

*INTRODUCTION GENERALE*

---

## CHAPITRE 1 : Les bétons prêts à l'emploi (BPE)

---

<i>I. Définition du Béton Prêt à l'Emploi (BPE).....</i>	1
<i>II. Les composants du béton prêt à l'emploi (BPE).....</i>	2
II.1. Les graviers.....	2
II.2. Le ciment.....	2
II.3. Le sable.....	2
II.4. L'eau de malaxage.....	2
II.5. Les adjuvants.....	2
<i>III. Types de béton prêt à l'emploi.....</i>	3
III.1. Le béton de transit.....	3
III.2. Le béton rétractable.....	3
III.3. Béton mélangé à l'usine.....	4
<i>VI. Les caractéristiques du béton prêt à l'emploi .....</i>	4
VI.1. La consistance.....	5
VI.2. La résistance à la compression.....	5
VI.3. La classe d'exposition.....	6
<i>V. Méthodes de dosage du béton.....</i>	6
V.1. Le dosage en volume.....	7
V.2. Le dosage en poids .....	7
V.3. Avantages et inconvénients des deux types de dosage (en volume et en poids) .....	8
<i>VI. Utilisation et domaines d'application du BPE.....</i>	8
<i>VII. Avantages du béton prêt à l'emploi.....</i>	10
<i>VIII. Inconvénients du béton prêt à l'emploi.....</i>	11
<i>IX. Fabrication du béton en centrale BPE .....</i>	12

---

---

## CHAPITRE 2 : Présentation des normes NA, NM et NT sur les bétons prêts à l'emploi

---

<b>I. LA NORME ALGERIENNE NA 16002</b> .....	17
<b>I.1. Classification des bétons</b> .....	17
I.1.1. Classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement.....	17
I.1.2. Béton frais.....	18
I.1.3. Béton durci.....	18
<b>I.2 Exigences relatives au béton et méthodes de vérification</b> .....	18
I.2.1. Exigences de base relatives aux constituants.....	18
I.2.2. Exigences de base pour la composition du béton (constituants).....	18
I.2.3. Exigences liées aux classes d'exposition.....	19
I.2.4. Exigences pour le béton frais.....	19
I.2.5. Exigences pour le béton durci.....	20
<b>I.3 Spécification du béton</b> .....	21
I.3.1 Spécification des bétons à propriétés spécifiées.....	21
I.3.2 Spécification des bétons à composition prescrite.....	21
I.3.3 Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme.....	21
<b>I.4 Livraison du béton frais</b> .....	22
I.4.1 Information de l'utilisateur du béton au producteur.....	22
I.4.2 Information du producteur du béton à l'utilisateur.....	22
I.4.3 Bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi.....	22
I.4.4 Consistance à la livraison.....	22
<b>I.5 Contrôle de conformité et critères de conformité</b> .....	23
I.5.1 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (plan d'échantillonnage).....	23
I.5.2 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la compression).....	23
I.5.3 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la traction par fendage).....	23
I.5.4 Contrôle de conformité du béton à composition prescrite.....	23
<b>I.6. Contrôle de production</b> .....	23
<b>I.7. Evaluation de la conformité</b> .....	24
<b>I.8. Conclusion</b> .....	24
<b>II. LA NORME MAROCAINE NM10.1.008</b> .....	25
<b>II.1 Classification des bétons</b> .....	25
II.1.1 Classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement.....	25
II.1.2 Béton frais.....	28
a) Classes de consistance.....	28
b) Classes en fonction de la dimension maximale des granulats...	29
II.1.3 Béton durci.....	29
a) Classes de résistance à la compression.....	29
b) Classes de masse volumique pour le béton léger.....	31



<b>II.2. Exigences relatives au béton et méthodes de vérification</b> .....	31
II.2.1 Exigences de base relatives aux constituants .....	31
II.2.2 Exigences de base pour la composition du béton (constituants) .....	31
II.2.3 Exigences liées aux classes d'exposition .....	32
II.2.4 Exigences pour le béton frais .....	33
II.2.5 Exigences pour le béton durci .....	33
<b>II.3 Spécification du béton</b> .....	35
II.3.1 Spécification des bétons à propriétés spécifiées .....	35
II.3.2 Spécification des bétons à composition prescrite .....	35
II.3.3 Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme .....	36
<b>II.4 Livraison du béton frais</b> .....	36
II.4.1 Information de l'utilisateur du béton au producteur .....	36
II.4.2 Information du producteur du béton à l'utilisateur .....	36
II.4.3 Bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi .....	37
II.4.4 Consistance à la livraison .....	37
<b>II.5. Contrôle de conformité et critères de conformité</b> .....	37
II.5.1 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (plan d'échantillonnage) .....	37
II.5.2 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la compression) .....	38
II.5.3 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la traction par fendage) .....	38
II.5.4 Contrôle de conformité du béton à composition prescrite .....	38
<b>II.6 Contrôle de production</b> .....	38
<b>II.7 Evaluation de la conformité</b> .....	39

---

## **CHAPITRE 3 : Etude comparative des trois normes maghrébines**

---

<b>I. INTRODUCTION</b> .....	41
<b>II. PARAMETRES A COMPARER POUR LES DEUX NORMES</b> .....	41
<b>III. ETUDE COMPARATIVE</b> .....	43
<b>III.1 Classification des BPE</b> .....	43
a) Leurs expositions en fonction des actions dues à l'environnement .....	43
b) Classification du béton frais .....	44
c) Classification du béton durci .....	44
<b>III.2 Les exigences relatives au béton et méthodes de vérification</b> .....	45
III.2.1 Les exigences de base relatives aux constituants .....	45
III.2.2 Les exigences de base pour la composition .....	45
<b>III.3 les exigences liées aux classes d'exposition</b> .....	45
<b>III.4 Les exigences pour le béton frais</b> .....	46
<b>III.5 Les exigences pour le béton durci</b> .....	46
<b>III.6 Spécification du béton</b> .....	47
<b>III.7 Livraison du béton frais (BPE)</b> .....	48

---

---

<b>III.8 Contrôle de conformité et critères de conformité</b> .....	48
III.8.1 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (plan d'échantillonnage) .....	48
III.8.2 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la compression) .....	48
III.8.3 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la traction par fendage) .....	49
III.8.4 Contrôle de conformité du béton à composition prescrite .....	49
<b>III.9 Contrôle de production</b> .....	49
<b>III.10 Evaluation de la conformité</b> .....	40

---

## **CHAPITRE 4 : la production du BPE dans la centrale à béton du groupe Benmessahel à El fedjoudj (Guelma)**

---

<b>I. Introduction</b> .....	52
<b>II. Description de la structure sociale</b> .....	53
<b>III. Description de la centrale BPE du groupe frères Benmessahel (GFB)</b> .....	54
<b>IV. Processus de fabrication du béton prêt à l'emploi</b> .....	55
<b>V. Conformité et normes du BPE</b> .....	56
<b>VI. Les composants du BPE utilisés dans la centrale Benmessahel</b> .....	57
VI.1 Gravier 16/25 .....	58
VI.2 Gravier 8/16 .....	58
VI.3 Sable 0/4 .....	59
VI.4 Sable 0/1 .....	59
VI.5 Liant hydraulique (ciment) .....	59
VI.6 Adjuvant .....	59
VI.7 Eau de gâchage .....	59
<b>VII. La consistance du BPE</b> .....	59
<b>VIII. Composition du BPE avec dosage en ciment de 350 Kg/m<sup>3</sup> avec adjuvant</b> .....	60

---

### **Conclusion générale et perspectives**

---

Conclusion générale .....	62
Recommandations et perspectives .....	66

---

### **Références bibliographiques**

---

# LISTE DE TABLEAUX

LISTE	Page
Tableau I.1 : types d'adjuvants les plus fréquents.	3
Tableau I.2 : classes de consistance du BPE.	5
Tableau I.3 : classes de résistance du BPE.	6
Tableau I.4: classes d'exposition courantes du BPE.	6
Tableau I.5 : classes d'exposition particulières du BPE.	7
Tableau II.1 : Classes d'exposition.	25
Tableau II.2 : Valeurs limites pour les classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques des sols naturels et eaux souterraines.	28
Tableau II.3 : Classes d'affaissement.	28
Tableau II.4 : Classes Vébé.	29
Tableau II.5 : Classes de serrage (degré de compactabilité).	29
Tableau II.6 : Classes d'étalement.	29
Tableau II.7 : Classes de résistance à la compression pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds.	30
Tableau II.8 : Classes de résistance pour les bétons légers.	30
Tableau II.9: classification de la masse volumique du béton léger.	31
Tableau III.1 : Désignation des classes des BPE selon leurs expositions.	43
Tableau III.2 : Désignation des classes des BPE durcis.	44
Tableau III.3 : Normalisation relative aux constituants.	45
Tableau IV 1 : les granulats utilisés.	58
Tableau IV 2 : les masses volumiques et le coefficient d'absorption d'eau.	58
Tableau IV 3 : les masses volumiques et le coefficient d'absorption.	58
Tableau IV 4 : les masses volumiques et le coefficient d'absorption.	59
Tableau IV 5 : les masses volumiques et le coefficient d'absorption EN-1097.	59
Tableau IV 6 : Composition du BPE.	60

# LISTE DE FIGURES

LISTE	Page
Figure I.1 : Camion malaxeur pour transport du (BPE) .	1
Figure I.2 : Centrale à béton prêt à l'emploi .	4
Figure I.3 : Chargement du BPE dans un camion toupie .	13
Figure I.4 : Schéma représentant le processus de fabrication du BPE dans une centrale à béton .	14
Figure IV.1 : Localisation par GPS de la centrale.	53
Figure IV.2 : Administration de la SARL.	53
Figure IV. 3 : Centrale à béton prêt à l'emploi.	53
Figure IV.4 : Quelques produits fabriqués par l'usine .	54
Figure IV .5 : Camion de pompage placé devant un camion toupie .	55
Figure IV. 6 : <i>Gravillon Concassé</i> .	58
Figure IV.7 : <i>Sable de Dunes</i> .	58
Figure IV. 8 : <i>Sable Concassé</i> .	58

## INTRODUCTION GENERALE

L'utilisation du béton prêt à l'emploi ou BPE dans le domaine de la construction, des travaux publics et du bâtiment est en nette progression ces dernières années. Il est généralement préféré au béton traditionnel pour les grands projets qui nécessitent un volume important ou lorsque l'espace disponible pour le stockage et le mélange des matériaux de construction est réduit. De nos jours, il est même utilisé pour les constructions individuelles de volumes moyens pour ses performances et pour la propreté des chantiers..

Il est confectionné dans des centrales à béton fixes et doit posséder des caractéristiques bien spécifiques grâce à l'utilisation de certains adjuvants qui permettent d'améliorer ses performances. Il est ensuite transporté jusqu'au lieu d'utilisation dans des camions malaxeurs ou parfois dans des camions bennes pour certains bétons fermes.

Tous les aspects de sa conception, sa fabrication, le contrôle de sa production, la vérification de sa conformité et de sa mise à disposition (livraison) sont normalisés dans le monde entier. C'est le cas des normes des 3 pays maghrébins : norme algérienne NA 16002, norme marocaine NM 10.1.008 et norme tunisienne NT 21.195.

L'objectif de ce travail, d'ordre bibliographique et d'analyse, est de présenter ces 3 normes et de comparer leurs exigences afin de valoriser les aspects communs et noter les différences. Des recommandations éventuelles seront proposées à l'issue de l'étude pour une tentative modeste d'amorce de leur unification comme c'est le cas des normes unifiées en Europe (European Norms et Eurocode).

Il faut noter l'indisponibilité de la norme tunisienne, payante en monnaie forte et dont l'acquisition est très difficile dans le cadre de la préparation de ce mémoire.

Le présent travail est structuré en 4 chapitres :

- Le chapitre 1 présente des rappels sur les bétons prêts à l'emploi (BPE), leurs caractéristiques, leurs fabrications dans les centrales à bétons, leurs transports, leurs utilisations etc ...

## INTRODUCTION GENERALE

---

- Le chapitre 2 est consacré à la présentation des normes objets de ce présent mémoire : la norme algérienne NA 16002 et la norme marocaine NM 10.1.008 en prévision de leurs comparaison.
- Dans le chapitre 3, la normalisation des BPE fabriqués en Algérie et au Maroc sont comparées et les points communs ainsi que les différences sont nettement relevés.
- Une centrale à béton locale, celle du groupe Benmessahel située à El fedjoudj - Guelma - est présentée dans le chapitre 4 dans un objectif de vulgarisation.

Une conclusion générale et des perspectives sont présentées en fin de mémoire dans le but de synthétiser ce travail et d'envisager une poursuite éventuelle.

# **Chapitre I**

## **Les bétons prêts à l'emploi (BPE)**

# CHAPITRE I

## LES BETONS PRETS A L'EMPLOI (BPE)

### I. Définition du Béton Prêt à l'Emploi (BPE)

Le Béton prêt à l'emploi (BPE) est un béton qui peut directement être utilisé sur le chantier. Généralement, il est confectionné dans des centrales à béton fixes et doit posséder des caractéristiques bien spécifiques grâce à l'utilisation de certains adjuvants.

L'ajout des adjuvants permet d'influer sur de nombreuses caractéristiques du béton : sa maniabilité, sa résistance mécanique, sa résistance face au choc. Il est donc important de bien choisir les adjuvants à utiliser en fonction du climat ; de l'ouvrage et du type d'utilisation que l'on veut en faire.

Le béton prêt à l'emploi est généralement préféré pour les grands projets qui nécessitent un volume important ou lorsque l'espace disponible pour le stockage et le mélange des matériaux de construction est réduit.

L'appellation « béton prêt à l'emploi » (BPE) est réservée au béton préparé dans des installations fixes (centrales BPE) et transporté jusqu'au lieu d'utilisation dans des camions malaxeurs (Figure I.1) ou parfois dans des camions bennes pour certains bétons fermes.



Figure I.1 : Camion malaxeur pour transport du (BPE)



## **II. Les composants du béton prêt à l'emploi (BPE)**

Le béton BPE est composé d'eau, de sable, de ciment et de graviers, on peut lui ajouter au besoin des adjuvants qui modifient ses caractéristiques. Sa préparation est effectuée dans des centrales spécialisées. Il est ensuite livré sur le chantier à l'état liquide pour être déversé au moyen d'une goulotte, d'un tapis ou d'une pompe dans le coffrage préalablement réalisé.

### **II.1. Les graviers**

Il s'agit d'un mélange de cailloux concassés non-triés. Leur taille est généralement comprise entre 20 et 22 mm. Selon la nature des cailloux, le béton aura un aspect de blanc à gris. Ils peuvent être plus petits, de 6 à 14 mm, pour des dalles de faible épaisseur dans le but d'obtenir un aspect lisse plus esthétique.

### **II.2. Le ciment**

Présent sous la forme d'une poudre grise ou blanche, le ciment est l'un des composants indispensables du béton, qui sert à assurer la liaison chimique entre l'ensemble de ses granulats. C'est le ciment qui assure au béton sa solidité en se durcissant au contact de l'eau.

Le ciment intervenant dans la constitution du béton courant est majoritairement le ciment dit "Portland", composé à 95% de clinker. Ses caractéristiques mécaniques sont régies par la norme NA 442-2000.

### **II.3. Le sable**

Le sable joue également un rôle clé dans la constitution du BPE. La taille de ses grains ainsi que leur couleur contribuent respectivement à assurer la consistance et la couleur du béton.

### **II.4. L'eau de malaxage.**

On estime environ son dosage entre 100 et 200L / m<sup>3</sup> de béton. Il convient de noter que son dosage est tout à fait primordial dans la solidité à venir du béton. Un excédent d'eau peut être à l'origine d'une résistance moindre et donc de problèmes de fissuration ou d'affaissement avec le temps.

### **II.5. Les adjuvants.**

Les adjuvants ajoutés dans le béton peuvent modifier ses caractéristiques ou lui en procurer de nouvelles. Voici les plus fréquents (voir tableau I.1).

Tableau I.1 : types d'adjuvants les plus fréquents

Type d'adjuvant	Fonction
Plastifiant	Changer la consistance du béton et le rendre plus fluide. Il devient ainsi plus facile à tirer.
Hydrofuge	Protéger le béton contre l'humidité (construction des piscines par exemple).
Retardateur	Ralentir la prise du béton en cas de chaleur forte.
Accélérateur	Accélérer la prise du béton : en cas de gel, le processus de vieillissement du béton est stoppé avant que le béton n'ait atteint sa résistance maximale. Ainsi, celui-ci se révèle beaucoup moins résistant et donc sujet à fissuration ou affaissement avec le temps.

### III. Types de béton prêt à l'emploi

Il existe trois types de béton prêt à l'emploi décrits ci-dessous.

1. le béton de transit
2. le béton rétractable
3. Béton mélangé à l'usine (Centrale à béton)

#### III.1. Le béton de transit

C'est le type le plus courant de béton prêt à l'emploi utilisé par les prestataires de services de construction de bâtiments. Les ingrédients du béton sont mélangés à l'usine de fabrication, puis ajoutés au camion de transport.

Pendant le transport de l'usine au chantier, les ingrédients sont soigneusement mélangés dans le camion malaxeur pour produire le béton.

Cette méthode de mélange sépare l'eau du ciment et empêche les problèmes de perte d'affaissement ou de durcissement précoce du béton.

#### III.2. Le béton rétractable

Ce type de béton est entièrement préparé dans les usines de fabrication. Les ingrédients sont ajoutés dans les centrales à béton, et les ajustements nécessaires sont effectués en fonction des exigences de résistance du béton.

Le béton prêt à l'emploi est ensuite acheminé par des pompes à béton pour être transporté. Le but principal de ce béton est d'augmenter la capacité de charge du véhicule de transport. Le reste du mélange du béton est effectué pendant le transport.

### III.3. Béton mélangé à l'usine

Ce type de béton prêt à l'emploi est utilisé lorsque la qualité du lot doit être parfaite. Le béton est mélangé et mis en place dans une unité stationnaire, puis il subit tous les tests importants pour garantir sa bonne qualité.

Le béton ne peut être transporté sur le chantier que lorsqu'il a été approuvé après les tests. Cette méthode est également connue sous le nom de centrale à béton humide. Toutefois, ce processus prend du temps et n'est pas toujours recommandé (Figure I.2).



*Figure I.2 : Centrale à béton prêt à l'emploi*

## IV. Les caractéristiques du béton prêt-à-l'emploi

- Le béton étant un élément important d'un bâtiment, il est plus couramment utilisé comme matériau de construction que le bois.
- Une fois coulé et durci, le béton ne nécessite aucun entretien et peut résister aux conditions climatiques.
- Le béton ne brûle pas, ne moisit pas et ne pourrit pas, ce qui en fait un matériau inerte.
- Son intégrité structurelle supérieure offre une protection supplémentaire contre les intempéries et les tremblements de terre.
- Le béton est produit à partir de matériaux disponibles localement et offre un niveau élevé de durabilité tout en ayant un faible impact sur l'environnement.
- Le béton peut être moulé dans une variété de formes lorsqu'il est fraîchement mélangé.
- Un sol en béton peut être estampillé pour créer une surface attrayante. Il peut accepter la lumière naturelle pendant la journée et transmettre la lumière artificielle après le travail.
- Il possède toutes les propriétés requises pour une utilisation souterraine.

#### IV.1. La consistance

Le béton peut être plus ou moins ferme ou liquide, on caractérise la consistance du matériau durable et rentable par son niveau d'affaissement. On dénombre ainsi 5 classes de consistance du béton.

**Tableau I.2 : classes de consistance du BPE**

Classe	Affaissement au cône d'Abrams (mm)	Propriétés	Exemple d'utilisation
S1	10-40	Très ferme et très difficile à manipuler	Pentes importantes, routes
S2	50-90	Assez ferme	Escalier ; descente de garage
S3	100-150	Béton plastique	Dalle, fondations
S4	160-220	Assez fluide	Fondation, murs ; poutre, dalles
S5	220	Très fluide	Dalles, radiers de piscine

Il existe également des bétons dits "autonivelants" ou "autoplaçants " qui sont totalement fluides. Leur mise en place est facilitée mais doit respecter des consignes de mise en œuvre précises.

#### IV. 2.La résistance à la compression

Le béton est un matériau résistant à la compression : on définit généralement plusieurs classes de béton en fonction de la résistance normale atteinte à 28 jours. Ces classes respectent une nomenclature spécifique : elles sont nommées C X-Y, X représentant la résistance d'une éprouvette cylindrique (16cm x 32cm) et Y la résistance d'une éprouvette rectangulaire (exprimée en mégapascal).

Les principales classes de résistance sont décrites dans le tableau ci-dessous.

**Tableau I.3: classes de résistance du BPE**

Classe	Image
C16-20	Béton de propreté, utilisé pour niveler le sol
C20-25	Béton utilisé pour des fondations légères ou des clôtures
C25-30	Béton classique, pour des fondations ou dalles traditionnelles
C30-37	Béton plus résistant pour des charges plus lourdes

### IV.3. La classe d'exposition

La classe d'exposition d'un béton définit les conditions environnementales auxquelles il sera confronté pendant son utilisation, telles que le froid, l'humidité ou encore les attaques chimiques. Ainsi, la composition du béton sera adaptée de sorte qu'il puisse résister à ces conditions. On distingue deux catégories de classes d'exposition :

- Les classes d'exposition courantes : il s'agit des conditions les plus courantes auxquelles le béton va être confronté durant sa vie.

**XC1** : Environnement sec ou humide

**XC2** : Majoritairement humide

**XC3** : Modérément humide

**XC4** : Alternance sec / humide

**Tableau I.4: classes d'exposition courantes du BPE**

Classe d'exposition	Description
XO	Béton de propreté : aucune contrainte durant sa vie
XC	Conditions d'humidité
XF	Exposition au gel / dégel (selon la zone géographique) <b>XF1</b> : Gel faible ou modéré sans agent de déverglaçage <b>XF2</b> : Gel faible ou modéré avec agent de déverglaçage <b>XF3</b> : Gel sévère sans agent de déverglaçage <b>XF4</b> : Gel sévère avec agent de déverglaçage

- Les classes d'exposition particulières : ce sont des conditions spécifiques à certains ouvrages (piscines ou ouvrages agricoles par exemple).

**Tableau I.5: classes d'exposition particulières du BPE**

Classe d'exposition	Description
XS	Corrosion par les chlorures de l'eau de mer
XD	Corrosion par les chlorures autres que marines
XA	Attaques chimiques

### V. Méthodes de dosage du béton

Le processus consistant à mesurer les ingrédients ou les matériaux pour préparer le mélange de béton est connu sous le nom de dosage du béton. Le dosage peut être effectué selon deux méthodes : le dosage en volume et le dosage en poids. Le dosage doit être effectué correctement pour obtenir un mélange de béton de qualité.

### V.1. Le dosage en volume

- Dans le dosage volumétrique, les matériaux sont mesurés sur la base de leur volume. Il s'agit d'une méthode de dosage moins précise.
- Des boîtes de mesure de volume connu sont utilisées pour mesurer les matériaux.
- Le ciment se présente sous la forme de sacs, le volume d'un sac de ciment (50 kg) étant de 35 litres.
- Le volume de la boîte de jauge utilisée est égal au volume d'un sac de ciment, soit 35 litres ou un multiple de ce volume.
- Les boîtes de jauge sont généralement plus profondes et ont une surface supérieure étroite. Elles sont fabriquées en bois, en acier ou en fer.
- Les volumes de granulats fins et de granulats grossiers de différentes tailles sont mesurés individuellement par ces boîtes de jauge.
- L'eau est mesurée à l'aide d'un compteur d'eau ou de bidons d'eau de volume connu.
- Pour réaliser un mélange de béton de rapport 1:1:2 selon le dosage volumétrique, il faut prendre un sac de ciment (35 litres), une boîte de calibrage de granulats fins (35 litres) et deux boîtes de calibrage de granulats fins (70 litres). Si le rapport eau-ciment est de 0,5, il faut prendre la moitié du volume de ciment, soit 25 litres d'eau.

### V.2. Le dosage en poids

- Dans cette méthode, les matériaux sont mesurés sur la base du poids. Il s'agit d'une méthode précise de dosage.
- Des doseurs de poids ou d'autres types d'équipement de pesage sont utilisés pour mesurer le poids des matériaux.
- Le ciment, l'agrégat fin, l'agrégat grossier et l'eau sont mesurés par pesée.
- Les doseurs de poids utilisés sont disponibles en deux types, à savoir les doseurs de poids mécaniques et les doseurs de poids électroniques.
- Dans les doseurs de poids mécaniques, les poids sont mesurés à l'aide d'un ressort et d'une jauge à cadran, et il s'agit d'un équipement largement utilisé pour le dosage du poids.
- Dans les doseurs de poids électroniques, les balances électroniques et les cellules de charge soutenues par des trémies sont utilisées pour mesurer le poids des ingrédients du béton.
- Les doseurs de poids disponibles peuvent être manuels, semi-automatiques ou entièrement automatiques. Le type manuel est utilisé pour les petites productions de béton tandis que les deux autres types sont utilisés pour les grandes productions de béton.

- Dans le cas d'un dosage de pesée semi-automatique, les portes des conteneurs d'agrégats sont soulevées manuellement et se referment automatiquement après avoir atteint la quantité requise dans la machine à peser.
- Dans un doseur de pesée entièrement automatique, tout le processus sera effectué automatiquement. L'avantage de ce type d'équipement est qu'il mesure également la teneur en humidité présente dans les agrégats et corrige la quantité requise d'eau et de ciment en fonction de la teneur en humidité des agrégats.
- Pour préparer un mélange de béton 1:1:2 à l'aide d'un doseur pondéral, les quantités de matériaux mesurées sont 50 kg de ciment, 50 kg de granulats fins et 100 kg de granulats grossiers.

### **V.3. Avantages et inconvénients des deux types de dosage (en volume et en poids)**

- Le dosage par pesée est plus précis que le dosage par volume, car il est difficile de trouver le volume exact des matériaux granulaires en raison de leurs vides.
- La présence d'humidité dans l'agrégat doit également être prise en compte lors du dosage. Dans le cas d'un dosage par pesée entièrement automatique, cela peut être envisagé, mais le dosage volumétrique n'est pas approprié dans de tels cas.
- La résistance à la compression d'un même mélange de béton à 7 jours et 28 jours est plus élevée pour le mélange de béton par pesée que pour le mélange de béton par volume.
- Le mélange de béton à dosage pondéral donne un affaissement moyen à très élevé, pour la même proportion en dosage volumétrique, l'affaissement varie de faible à élevée.
- Le dosage en volume ne nécessite pas d'ouvriers qualifiés, contrairement au dosage par pesée.

## **VI. Utilisation et domaines d'application du BPE**

Le béton est l'un des matériaux de construction les plus utilisés dans le monde. Les caractéristiques distinctives telles que la résistance, la durabilité, le faible niveau d'entretien, les économies d'énergie et la durabilité sont les raisons de la large utilisation du béton dans le domaine du génie civil. Par conséquent, l'utilisation du béton augmente de jour en jour.

Le béton est un matériau de construction composé de granulats, tels que le gravier et le sable, combinés à un liant et à de l'eau. Sa couleur grise ou proche de celle-ci est due au fait que le matériau de liaison utilisé est principalement du ciment Portland.

## **Principaux domaines d'utilisation du BPE**

### ***1. Utilisation du BPE dans la construction des barrages***

Ses propriétés telles que sa résistance et son poids élevés en font un matériau plus approprié pour la construction de barrages. Les barrages servent à stocker l'eau et à produire de l'électricité. Les charges imposées au barrage par la pression de l'eau sont très intenses, ce qui fait du béton un matériau adapté à la construction de barrages.

### ***2. Utilisation du BPE dans les bâtiments résidentiels***

Le béton est utilisé pour la construction de petits bâtiments, de villas et même d'immeubles de grande hauteur, dont il constitue le squelette depuis les fondations jusqu'aux dalles et, bien sûr, aux colonnes et aux poutres.

### ***3. Utilisation du BPE dans les bâtiments commerciaux***

L'utilisation du béton dans les bâtiments commerciaux le rend plus sûr que la plupart des autres matériaux de construction. Il est souvent plus économique que les bâtiments en acier et nécessite moins d'entretien. Il est plus facile de contrôler le transfert de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur et vice versa, ce qui permet de réduire l'énergie consommée.

### ***4. Utilisation du BPE dans la construction des routes ou allées***

Les rues, trottoirs et allées en béton sont plus durables et plus solides que les routes en asphalte. La longue durée de vie et le peu d'entretien requis pour les routes en béton en font le premier matériau à choisir pour la construction de routes et d'allées.

### ***5. Utilisation du BPE dans la construction de structures marines***

Le béton est largement utilisé comme matériau de construction pour les digues, jetées, épis, brise-lames, cloisons et autres structures exposées à l'eau de mer. Ses performances sont généralement bonnes.

### ***6. Utilisation du BPE dans la construction de ponceaux et de canalisations***

Les travaux d'assainissement et de construction souterraine nécessitent des matériaux de construction solides et durables, et le béton est idéal pour cela. Les ponceaux, les piliers, les fondations et les culées sont fabriqués à l'aide d'un mélange de béton spécial.

### ***7. Utilisation du BPE dans les fondations***

Les fondations des bâtiments sont généralement construites en béton armé car il est durable et possède une grande capacité de charge.



## **8. Les Clôtures**

Le développement de l'industrie du béton préfabriqué a également développé l'industrie des clôtures en béton. La production et l'installation d'éléments de clôture à l'aide de préfabriqués sont plus rapides que la méthode traditionnelle de construction de clôtures en béton. En outre, il est plus beau et plus attrayant.

## **9. Ponts en béton**

La solidité, la durabilité, la ductilité, la résistance aux intempéries, la résistance au feu et la longévité du béton armé font du BPE la meilleure solution pour construire des ponts. Le béton précontraint, le béton post-contraint et le béton auto-compacté sont différents types de béton qui peuvent être utilisés dans la construction de ponts.

## **VII. Avantages du béton prêt à l'emploi.**

### **- Réduction du temps et du coût de construction**

Le BPE est fabriqué sur mesure pour répondre aux besoins du client et il est mélangé dans une usine avant d'être livré au client, plutôt que d'être mélangé sur place. Cela signifie qu'il n'y a pas d'attente pour que le béton soit mélangé. Comme le béton est fabriqué selon les besoins du client, seules des mesures précises sont utilisées, ce qui signifie qu'il y a peu de gaspillage de matériaux, et donc moins de dépenses pour le béton.

Le BPE n'a pas non plus besoin d'être stocké sur le site, ce qui élimine totalement les coûts de stockage. Il faut moins de main-d'œuvre, car il n'est pas nécessaire de mélanger le béton sur place, et le coulage du béton ne nécessite pas autant de main-d'œuvre.

### **- Respect de l'environnement**

Les composants du béton – eau, granulats et ciment – sont facilement disponibles et leur approvisionnement a un impact moindre sur l'environnement que l'utilisation d'autres matériaux de construction.

Les matériaux restants lors de la fabrication du béton peuvent également être réutilisés ou recyclés.

### **- Réduction des coûts d'entretien**

La résilience, la résistance et la durabilité du béton signifient que les bâtiments construits avec ce matériau resteront en bon état pendant des années. Un entretien cosmétique mineur

peut être nécessaire, mais dans l'ensemble, le béton conservera son état beaucoup plus longtemps que d'autres matériaux, ce qui réduit les dépenses d'entretien.

#### - Une meilleure qualité

Avec le béton traditionnel, la qualité du mélange ne peut être totalement garantie, ce qui peut être très controversé par les entreprises de construction. L'utilisation d'un béton de mauvaise qualité peut mettre en péril l'intégrité structurelle d'un bâtiment ou d'une application, ce qui peut avoir des conséquences extrêmement graves. Avec le béton prêt à l'emploi, la cohérence et la qualité sont garanties, ce qui signifie des structures plus solides et plus durables.

#### - La polyvalence

Comme mentionné ci-dessus, le BPE est mélangé selon les spécifications exactes des clients. En outre, cela signifie que le lot peut être créé pour être utilisé dans certaines zones d'un projet – par exemple, un lot peut être créé spécifiquement pour convenir aux fondations d'un étang, ou il peut être mélangé selon les exigences des fondations d'un bâtiment.

### VIII. Inconvénients du béton prêt à l'emploi

1. L'investissement initial est très élevé.
2. Ne convient pas aux petits projets de construction qui nécessitent une faible quantité de béton.
3. Il faut un système de transport efficace de la centrale à béton au chantier.
4. Les ouvriers doivent être prêts sur le site pour couler le béton en position sans aucun retard afin d'éviter la perte d'affaissement.
5. Le béton prêt à l'emploi a un temps limité et doit être utilisé dans les 210 minutes qui suivent la mise en place de la centrale. Les embouteillages ou une panne du véhicule peuvent créer des problèmes majeurs.

## IX. Fabrication du béton en centrale BPE

Les centrales de béton prêt à l'emploi (BPE) fabriquent le béton de manière industrielle afin de garantir la qualité du produit final. A tous les stades de la fabrication, les équipements sont conçus pour assurer une production automatisée et fiable.

- **Le stockage** des différents types de ciments se fait dans des silos pouvant contenir de 25 à 100 tonnes. On trouve au minimum deux silos par centrale. Les granulats sont stockés par catégorie pour éviter tout mélange.
- **La fabrication** du BPE nécessite un **pesage précis** des granulats, sable et ciment à l'aide de bascules. Le dosage pondéral des granulats et du ciment atteint une précision de l'ordre de 2 à 3%. Après détermination de la teneur en eau des granulats et des matières en suspension dans le cas d'utilisation d'eau de recyclage grâce à des sondes électroniques, le dosage de l'eau d'appoint est effectué de manière également pondérale. Les différents composants du béton sont introduits dans un malaxeur qui opère un **pré-malaxage à sec** des agrégats et du ciment, puis l'eau et les adjuvants sont ensuite incorporés. **Le malaxage des constituants** dans des malaxeurs à poste fixe est une garantie de régularité des bétons. Les malaxeurs sont généralement à axe vertical, ce qui assure un brassage efficace des constituants ; la gâchée est déversée directement dans les camions de livraison. Toutes ces **opérations automatisées** sont exécutées à partir d'un poste de commande informatisé qui contient plusieurs centaines de **formules de béton préenregistrées**. L'opérateur sélectionne la composition programmée dans la mémoire de l'ordinateur et inscrit le volume à fabriquer ; les dosages et le malaxage se font alors automatiquement.
- Une attention toute particulière est apportée au **respect de l'environnement** : bassin de décantation des eaux, recyclage des eaux usées, maîtrise des poussières, zéro rejet.

### Processus de fabrication.

Une centrale à béton prêt à l'emploi est composée de silos contenant le ciment, les sables et les gravillons, de cuves de stockage des différents adjuvants (tels que les plastifiants) et d'un malaxeur pour le mélange des composants du béton. Ces derniers (ciment, sable et gravillons) sont introduits dans la cuve de préparation par gravité. Les qualités et les performances d'un béton ne peuvent être garanties que si la formulation est très élaborée et son cycle de production rigoureusement respecté, répondant à des normes précises. Le dosage de l'eau en particulier doit être très précis et le malaxage doit être continu et homogène. Enfin, le béton préparé en centrale est chargé par gravité dans un camion malaxeur, également appelé camion toupie, qui livre le béton sur le chantier. (Figure I.3)



**Figure I.3:Chargement du BPE dans un camion toupie**

Le transport du béton prêt à l'emploi nécessite l'utilisation de bétonnières portées ou toupies afin d'acheminer le béton frais jusqu'au lieu de coulage. Leur capacité va d'un minimum de 4m<sup>3</sup> à un maximum de 10m<sup>3</sup>.

Le béton prêt à l'emploi est un produit frais et doit être mis en œuvre rapidement, en 30 minutes maximum après son arrivée sur le chantier. La durée de transport en est donc limitée. Les conditions météorologiques jouent également sur le temps de livraison du béton. Limité à 1h30 maximum, la température, l'hygrométrie ou encore le vent peuvent modifier le temps de transport du béton.

Pour pallier à ces désagréments, des retardateurs de prise et des plastifiants sont utilisés. Les malaxeurs sont régulièrement lavés afin de prévenir l'introduction de corps étrangers et éviter le mélange de bétons différents.

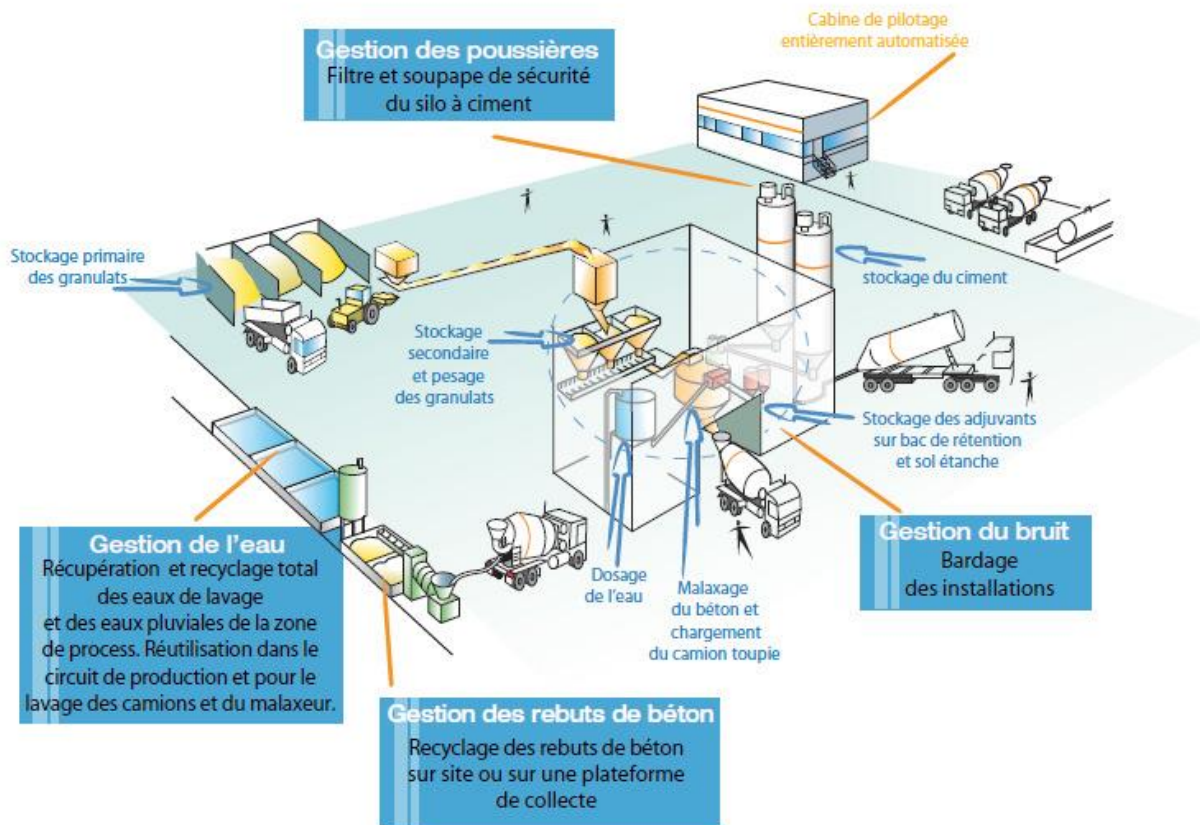


Figure I.4 : Schéma représentant le processus de fabrication du BPE dans une centrale à béton

### Conformité et Normes du BPE

Les qualités et les performances d'un béton ne peuvent être obtenues et garanties que si sa formulation physico-chimique est très précise, et son cycle de production rigoureusement respecté. La production industrielle du BPE est un facteur de qualité des produits ; à tous les stades de la fabrication, les équipements sont conçus pour assurer une production diversifiée automatisée, fiable et rigoureuse. D'une simple dalle réalisée par un particulier jusqu'à un ouvrage d'art très complexe, ces travaux doivent aujourd'hui répondre à des spécifications normatives obligatoires. Les exigences normatives pour le BPE sont imposées par la norme algérienne NA 16 002 et par la norme européenne EN 206-1. Le respect de cette norme s'impose dans l'application des documents d'exécution des ouvrages en bâtiment. Garantie du respect des résistances mécaniques

- Optimisation de la qualité permettant d'obtenir des produits adaptés, plus robustes, plus esthétiques et plus résistants, Les bétons fabriqués à la centrale avec adjuvants dispose d'une meilleure rhéologie et évite ainsi les ajouts d'eau sur chantier,
- Adaptabilité à toutes les applications,

- Réduction considérable du gaspillage et des nuisances sur le chantier (saletés, encombrement, etc.),
- Rapidité de l'exécution et réduction des coûts d'immobilisation (stocks, matériels, etc.), source d'une économie d'argent par rapport au béton fait sur chantier

### ***Conclusion***

Le contrôle de la qualité du béton prêt à l'emploi est très important car il doit être mélangé avec une dose appropriée d'adjuvants et transporté vers différents sites.

Tous les ingrédients du béton sont testés de manière approfondie avant la production du béton afin de garantir une meilleure qualité.

Tout est pris en charge par les centrales à béton pendant la fabrication du mélange de béton afin de produire des structures durables, et de première qualité.

# **Chapitre II**

**Présentation des normes NA, NM et NT  
sur les bétons prêts à l'emploi**

## CHAPITRE 2

### PRESENTATION DES NORMES NA, NM ET NT SUR LES BPE

Nous allons dans ce qui suit présenter un aperçu sur les deux normes concernées par cette étude afin de préparer leur comparaison. Il s'agit des normes NA et NM. La norme tunisienne NT n'a pu être incluse dans la comparaison à cause de sa non disponibilité dans le net. Celle-ci est en effet payante et est par conséquent inaccessible dans le cadre de cette étude.

#### I. LA NORME ALGERIENNE NA 16002

S'applique aux bétons de structure qu'ils soient des bétons prêts à l'emploi ou des bétons réalisés sur chantiers destinés aux bâtiments et aux ouvrages de génie civil. Elle spécifie les exigences applicables aux constituants du béton, aux propriétés du béton frais et durci, aux limitations imposées à la composition du béton, à la spécification du béton, à la livraison du béton frais, aux procédures de contrôle de production et à l'évaluation de la conformité.

##### I.1. Classification des bétons

###### I.1.1 Classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement

Les actions dues à l'environnement sont réparties en classes d'exposition :

- **Aucun risque de corrosion ni d'attaque** : Classe X0. Il s'agit du béton non armé et sans pièces métalliques noyées.
- **Corrosion induite par carbonatation** : Classes XC1, XC2, XC3 et XC4. Il s'agit du béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées.
- **Corrosion induite par les chlorures ayant une origine autre que marine** : XD1, XD2 et XD3. Il s'agit du béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées soumis au contact d'une eau non marine.
- **Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer** : XS1, XS2 et XS3. Béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées soumis au contact des chlorures présents dans l'eau de mer ou à l'action de l'air véhiculant du sel marin.



- **Attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage** : XF1, XF2, XF3 et XF4. Béton soumis à une attaque significative de gel/dégel.
- **Attaques chimiques** : XA1, XA2 et XA3. Béton soumis aux différentes attaques chimiques.

### I.1.2 Béton frais

Classes de consistance :

- Classes d'affaissement au cône d'Abrams : de S1 à S5
- Classes Vébé : de V0 à V4
- Classes de serrage : de C0 à C4
- Classes d'étalement : de F1 à F6

### I.1.3 Béton durci

- Classe de résistance pour bétons normaux et lourds : entre C8/10 et C100/115
- Classes de masse volumique pour le béton léger : entre LC8/9 et LC80/88 ;
- Classe de masse volumique pour béton léger : entre D1,0 et D2,0.

## I.2. Exigences relatives au béton et méthodes de vérification

### I.2.1 Exigences de base relatives aux constituants

- Ciment : conforme à la norme NA 442
- Granulats : conformes aux normes NA 5113 ou NA 5122
- Eau de gâchage : conforme à la norme 1966
- Additions (y compris les fillers minéraux et les pigments) : conformes aux normes NA 5113 ; NA 5139 ; NA 5100 et NA 5137.

### I.2.2 Exigences de base pour la composition du béton (constituants)

#### → Choix du ciment

Le ciment doit être choisi parmi ceux dont l'aptitude à l'emploi est établie et en prenant en considération :

- L'exécution de l'ouvrage ;
- L'utilisation finale du béton ;
- Les conditions de cure (chauffage) ;
- Les dimensions de la structure (développement de chaleur) ;
- Les agressions environnementales auxquelles la structure est exposée ;
- La réactivité potentielle des granulats aux alcalins des constituants

**→ Utilisation des granulats**

Doivent être sélectionnés en tenant compte de :

- L'exécution de l'ouvrage ;
- L'utilisation finale du béton ;
- Les conditions environnementales auxquelles sera soumis le béton ;
- Toutes les exigences pour les granulats apparents ou les granulats pour bétons talochés.

**→ Utilisation des eaux recyclées**

Les eaux recyclées issues de la production de béton doivent être utilisées en conformité avec l'annexe A de la norme NA 1966.

**→ Utilisation d'adjuvants**

La quantité totale d'adjuvants éventuellement utilisés ne doit pas dépasser le dosage maximal recommandé, défini par le fabricant de l'adjuvant, et ne doit pas excéder 50 g d'adjuvant (tel que vendu) par kg de ciment.

**→ Température du béton**

La température du béton frais ne doit pas être inférieure à 5°C au moment de la livraison.

**I.2.3 Exigences liées aux classes d'exposition**

Pour que le béton résiste aux agressions environnementales, les exigences sont souvent données en termes de valeurs limites pour la composition du béton. Les exigences relatives à chaque classe d'exposition doivent être spécifiées en termes de :

- Type et classes de constituants permis ;
- Rapport maximal eau/ciment ;
- Dosage minimal en ciment ;
- Résistance minimale à la compression du béton (facultatif).

**I.2.4 Exigences pour le béton frais****→ Consistance**

Elle doit être mesurée par un des essais suivants :

- L'essai d'affaissement selon la NA 5102 ;
- L'essai Vébé selon la NA 5103 ;
- L'essai d'indice de serrage selon la NA 5104 ;
- L'essai d'étalement sur table selon la NA 5105 ;

**– Dosage en ciment et rapport eau/ciment**

Lorsque le dosage en ciment, en eau ou en addition doit être déterminé, la quantité de ciment, la quantité d'addition et la quantité d'eau apportée doivent être relevées.

**– Teneur en air**

Lorsque la teneur en air du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à la NA 5107.

**– Dimension maximale des granulats**

Lorsque le maximum de la dimension nominale supérieure des granulats doit être déterminé sur le béton frais, il doit être mesuré en conformité avec la NA 2607 et NA 5113.

**I.2.5 Exigences pour le béton durci****– Résistance**

Lorsque la résistance doit être déterminée, elle doit être fondée sur des essais effectués sur des cubes de 150 mm ou des cylindres de 150 mm/300 mm conformes à la NA 5074, et fabriqués selon la NA 5093 à partir d'échantillons prélevés conformément à la NA 5092.

**• Résistance à la compression**

Lorsque la résistance à la compression doit être déterminée, elle doit être exprimée en  $f_{ccube}$  lorsqu'elle est déterminée sur des échantillons cubiques, et en  $f_{ccyl}$  lorsque les échantillons cylindriques, conformément à la NA 5075.

**• Résistance à la traction par fendage**

Lorsque la résistance à la traction par fendage du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à la NA 5108.

**– Masse volumique**

Selon sa masse volumique sèche, le béton est défini comme normal, léger ou lourd. Lorsque la masse volumique du béton doit être déterminée après séchage à l'étuve, elle doit être mesurée conformément à la NA 5109.

**– Résistance à la pénétration de l'eau**

Lorsque la résistance à la pénétration de l'eau doit être spécifiée, la méthode et les critères de conformité doivent faire l'objet d'un accord entre le prescripteur et le producteur.

### I.3 Spécification du béton

Le prescripteur du béton doit s'assurer que toutes les exigences pertinentes pour obtenir les propriétés nécessaires du béton, sont incluses dans la spécification donnée au producteur.

#### I.3.1 Spécification des bétons à propriétés spécifiées

La spécification doit comprendre :

- a) Exigence de conformité à la NA 16002 ;
- b) Classe de résistance à la compression ;
- c) Classe d'exposition ;
- d) Dimension maximale nominale des granulats ;
- e) Classe de teneur en chlorures ;
- f) Pour le béton léger : classe de masse volumique ou masse volumique cible ;
- g) Pour le béton lourd : masse volumique cible ;
- h) Dans le cas du BPE et du béton de chantier : classe de consistance ou, dans des cas particuliers, la valeur cible de consistance.

#### I.3.2 Spécification des bétons à composition prescrite

La spécification doit comprendre :

- a) L'exigence de conformité à la NA 16002 ;
- b) Le dosage en ciment ;
- c) Le type de ciment et sa classe de résistance ;
- d) Soit le rapport eau/ciment soit la consistance, en termes de classe ;
- e) Le type, la catégorie et la teneur maximale en chlorures de granulats ; en cas de béton léger ou de béton lourd, la masse volumique maximale ou minimale des granulats ;
- f) La dimension maximale nominale des granulats, et toute limitation de leurs fuseaux granulaires ;
- g) Le type et la quantité des adjuvants ou additions, le cas échéant ;
- h) En cas d'utilisation d'adjuvants ou d'additions, l'indication de l'origine de ces constituants et celle du ciment qui se substitue aux caractéristiques.

#### I.3.3 Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme

Les bétons à composition prescrite dans une norme doivent être spécifiés en citant :

- La norme valide sur le lieu d'utilisation du béton donnant les exigences pertinentes ;

- La désignation du béton selon cette norme. Les bétons à composition prescrite dans une norme ne doivent être utilisés que pour :
- Des bétons de masse volumique normale pour des structures armées ou non
- Des classes de résistances pour le calcul  $\leq$  C 16/20, sauf si une classe C 20/25 est autorisée par les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton ;
- Les classes d'exposition X0 et XC1.

## **I.4 Livraison du béton frais**

### **I.4.1 Information de l'utilisateur du béton au producteur**

L'utilisateur doit se mettre d'accord avec le producteur sur :

- La date, l'heure et le débit de livraison ; et, si besoin, informer le producteur sur :
- Les transports spéciaux sur le chantier ;
- Les méthodes de mise en place spéciales ;
- La limitation sur le type de véhicule de livraison.

### **I.4.2 Information du producteur du béton à l'utilisateur**

L'utilisateur peut exiger, lors de la commande, des informations concernant la composition du béton :

- a) Le type et la classe de résistance du ciment et le type de granulats ;
- b) Le type d'adjuvants, le type et la teneur approximative des additions, le cas échéant ;
- c) Le rapport eau/ciment visé ;
- d) Les résultats d'essais antérieurs appropriés effectués sur ce béton, par exemple ceux du contrôle de la production ou des essais initiaux ;
- e) L'évolution de la résistance ;
- f) Les origines des constituants.

### **I.4.3 Bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi**

Au déchargement du béton, le producteur doit remettre à l'utilisateur un bon de livraison pour chaque charge de béton.

### **I.4.4 Consistance à la livraison**

En général, toute addition d'eau et d'adjuvants à la livraison est interdite. Dans des cas spéciaux, de l'eau ou des adjuvants peuvent être ajoutés lorsque ceci est effectué sous la responsabilité du producteur en vue d'amener la consistance à la valeur spécifiée.

### I.5 Contrôle de conformité et critères de conformité

Le contrôle de conformité fait intégralement partie du contrôle de production.

#### I.5.1 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (plan d'échantillonnage)

Les échantillons de béton doivent être sélectionnées de manière aléatoire et prélevées conformément à la norme NA 5092.

#### I.5.2 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la compression)

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 (fci) N/mm <sup>2</sup>
Initiale	3	$\geq f_{ck}+4$	$\geq f_{ck}-4$
Continue	$\geq 15$	$\geq f_{ck}+1,48 \sigma$	$\geq f_{ck}-4$

#### I.5.3 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la traction par fendage)

Production	Nombre «n» de résultats d'essai de résistance dans le groupe	Critère 1	Critère 2
		Moyenne de n résultats (ftm) N/mm <sup>2</sup>	Chaque résultat individuel d'essai (fti) N/mm <sup>2</sup>
Initiale	3	$\geq f_{tk}+0.5$	$\geq f_{tk}-0.5$
Continue	$\geq 15$	$\geq f_{tk}+1,48 \sigma$	$\geq f_{tk}-0.5$

#### I.5.4 Contrôle de conformité du béton à composition prescrite

Chaque gâchée de béton de composition prescrite doit faire l'objet d'une évaluation de la conformité par rapport aux différents constituants et doivent correspondre, aux tolérances données.

### I.6. Contrôle de production

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

- La sélection des matériaux ;

- La formulation du béton ;
- La production du béton ;
- Les inspections et les essais ;
- L'utilisation des résultats des essais sur les constituants, sur le béton frais et durci, et sur l'équipement ;
- Le cas échéant, il porte également sur l'inspection du matériel de transport du béton frais.

### Contrôle de production (tolérance pour le dosage des constituants)

Constituants	Tolérances
Ciment Eau Ensemble des granulats Additions utilisées en quantité >5% de la masse de ciment.	±3% de la quantité requise
Adjuvants et Additions utilisées en quantité % ≤ 5 % de la masse de ciment.	±5% de la quantité requise
Note : La tolérance est la différence entre la valeur cible et la valeur mesurée.	

### I.7 Evaluation de la conformité

Le producteur est responsable de l'évaluation de la conformité aux propriétés spécifiées du béton. Pour cela le producteur doit effectuer les opérations suivantes :

- Essais initiaux, lorsque exigé ;
- Contrôle de production du producteur, y compris le contrôle de conformité.

### I.8 CONCLUSION

La norme NA 16002 présente des avancées importantes :

- Elle favorise la sécurité et la fiabilité des bétons produits, par l'augmentation des contrôles et l'augmentation de la résistance moyenne ;
- Elle favorise une meilleure durabilité des ouvrages, en définissant 18 classes d'exposition et en définissant 4 classes de chlorure ;
- Elle assure la clarté et la transparence sur les résistances, puisque la commande des BPS doit indiquer la classe de résistance, la classe d'exposition, la classe de consistance, la dimension maximale des granulats et la classe de chlorure; et l'ensemble des exigences imposées par la norme en termes de conception, de fabrication et de contrôles garantit la qualité et la régularité des produits livrés.

## II. LA NORME MAROCAINE NM 10.1.008

La présente norme marocaine s'applique aux bétons destinés aux structures coulées en place, aux structures préfabriquées, aux éléments de structure préfabriqués pour bâtiments et structures de génie civil. Le béton peut être du béton fabriqué sur chantier, du béton prêt à l'emploi ou du béton fabriqué dans une usine de production de produits préfabriqués.

La présente norme spécifie les exigences applicables :

- aux constituants du béton ;
- aux propriétés du béton frais et durci et à leur vérification ;
- aux limitations imposées à la composition du béton ;
- à la spécification du béton ;
- à la livraison du béton frais ;
- aux procédures de contrôle de production ;
- aux critères de conformité et à l'évaluation de la conformité.

La présente norme s'applique au béton de masse volumique normale, au béton lourd et au béton léger.

### II.1 Classification

#### II.1.1 Classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement

Ces actions dues à l'environnement sont réparties en classes d'exposition dans le Tableau 1.

Le béton peut être soumis à plusieurs des actions décrites au Tableau II.1 ; dans ce cas, les conditions environnementales auxquelles il est soumis, peuvent nécessiter d'être exprimées sous la forme de combinaison de classes d'exposition.

**Tableau II.1 : Classes d'exposition**

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>		
X0	Béton non armé et sans pièces métalliques noyées : toutes les expositions sauf en cas de gel/dégel, d'abrasion et d'attaques chimiques.	
	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.		



### 2. Corrosion induite par carbonatation

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.

XCA1	Sec ou humide en permanence ou Humide, rarement sec.	<p>Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est faible.</p> <p>Béton submergé en permanence dans de l'eau.</p> <p>Surfaces de béton soumises au contact long terme de l'eau.</p> <p>Un grand nombre de fondations</p>
XCA2	Humidité modérée ou Alternance d'humidité et de séchage	<p>Béton à l'intérieur de bâtiment où le taux d'humidité de l'air ambiant est moyen ou élevé.</p> <p>Béton extérieur abrité de pluie. Surfaces soumises au contact de l'eau, mais n'entrant pas dans la classe d'exposition XCA1</p>

### 3. Corrosion induite par les chlorures, ayant une origine autre que marine

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:

XCL	Humidité modérée, Humide, rarement sec	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surfaces de bétons exposées à des chlorures transportés par voie aérienne.</li> <li>- Piscines.</li> <li>- Béton exposé à des eaux industrielles contenant des chlorures.</li> </ul>
-----	--	---

### 4. Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer

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 :

XM1	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.
XM2	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 1km de la côte.

<b>5. Attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage</b>		
XG1	Saturation modérée en eau avec ou sans agent de déverglaçage	Surfaces verticales de bétons exposées à la pluie et au gel.  Surfaces verticales de bétons des ouvrages routiers exposées au gel et à l'air véhiculant des agents de déverglaçage.
XG2	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.  Routes et tabliers de pont exposés aux agents de déverglaçage et surfaces de bétons verticales directement exposées aux projections d'agents de déverglaçage et au gel.
<b>6. Attaque chimique</b>		
<p>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 II.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.</p> <p>NOTE : Une étude particulière peut être nécessaire pour déterminer la classe d'exposition adéquate dans les environnements tels que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- N'entrant pas dans les limites du Tableau II.2 ;</li> <li>- Contenant d'autres substances chimiques agressives ;</li> <li>- Sol ou eau polluée chimiquement ;</li> <li>- Présentant une vitesse d'écoulement de l'eau élevée, en combinaison avec certaines substances chimiques du Tableau II.2.</li> </ul>		
XA1	Environnement à faible agressivité chimique, selon le Tableau II.2	
XA2	Environnement d'agressivité chimique modérée, selon le Tableau II.2	
XA3	Environnement à forte agressivité chimique, selon le Tableau II.2	

**Tableau II.2: Valeurs limites pour les classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques des sols naturels et eaux souterraines**

Les environnements chimiques classés ci-dessous sont fondés sur des sols et eaux souterraines naturelles 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 <sup>2-</sup> <sub>4</sub> en mg/l	NM10.1.005	≥200 et ≤ 600	>600 ET ≤ 3000	>3000 ET ≤ 6000
pH	NM 03.5.523	< 6,5 et ≥ 5,5	< 5,5 et ≥ 4,5	< 4,5 et ≥ 4,0
CO <sub>2</sub> en mg/l	NM 03.7.248	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	100 jusqu'à saturation
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> en mg/l	NM .03.7.012OU NM 03.7.205	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et ≤ 100
Mg <sup>2+</sup> en mg/l	NM 03.7.249	≥ 300 et ≤ 1 000	>1 000 et ≤ 3000	> 3 000 jusqu'à saturation
<b>Sol</b>				
SO <sup>2-</sup> <sub>4</sub> mg/kg total	NM 10.1.005	≥ 2 000 et ≤ 3 000	> 3 000 et ≤ 12 000	> 12000 et ≤ 24000
Acidité ml/kg	NM10.1.121	> 200	N'est pas rencontré dans la pratique	

## II.1.2 Béton frais

### a) Classes de consistance

Sont présentées dans les tableaux II.3, 4, 5 ou 6.

**Tableau II.3 : Classes d'affaissement**

Classe	Affaissement en mm
S1	De 10 à 40
S2	De 50 à 90
S3	De 100 à 150
S4	De 160 à 210
S5	≥ 220

Tableau II.4 : Classes Vébé

Classe	Vébé en s
V0	$\geq 31$
V1	De 30 à 21
V2	De 20 à 11
V3	De 10 à 6
V4	De 5 à 3

Tableau II.5 : Classes de serrage (degré de compactabilité)

Classe	Indice de serrage
C0	$\geq 1,46$
C1	de 1,45 à 1,26
C2	de 1,25 à 1,11
C3	de 1,10 à 1,04
C4	$< 1,04$

Tableau II.6 : Classes d'étalement

Classe	Diamètre d'étalement (mm)
F1	$\leq 340$
F2	De 350 à 410
F3	De 420 à 480
F4	De 490 à 550
F5	De 560 à 620
F6	$\geq 630$

***b) Classes en fonction de la dimension maximale des granulats***

Lorsque le béton est classé selon la dimension maximale des granulats, la classification doit se faire à partir de la dimension supérieure du plus gros granulats présent dans le béton ( $D_{max}$ ) conformément à la NM10.1.271.

**II.1.3 béton durci*****a) Classes de résistance à la compression***

Le Tableau II.7 est applicable s'il s'agit de bétons de masse volumique normale et de bétons lourds, le Tableau II.8, s'il s'agit de bétons légers. La valeur  $f_{ck-cyl}$  est la résistance caractéristique exigée à 28 jours mesurée sur des cylindres de 150 mm x 300 mm, et la valeur  $f_{ck-cube}$ , à la résistance caractéristique à 28 jours mesurée sur des cubes de 150 mm de côté.

**Tableau II.7 : Classes de résistance à la compression pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds**

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)
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 II.8 : Classes de résistance pour les bétons légers**

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)
Blg 8	8	9
Blg12	12	13
Blg16	16	18
Blg20	20	22
Blg25	25	28
Blg30	30	33
Blg35	35	38
Blg40	40	44
Blg45	45	50
Blg50	50	55
Blg55	55	60
Blg60	60	66
Blg70	70	77
Blg80	80	88

**b) classes de masse volumique pour le béton léger**

Lorsque le béton léger est classé selon sa masse volumique, le Tableau II.9 est applicable.

**Tableau II.9 : classification de la masse volumique du béton léger**

Classe de masse volumique	$\gamma$ 1,0	$\gamma$ 1,2	$\gamma$ 1,4	$\gamma$ 1,6	$\gamma$ 1,8	$\gamma$ 2,0
Plages de masse volumique en $\text{kg/m}^3$	$\geq 800$ et $\leq 1\ 000$	$> 1000$ et $\leq 1\ 200$	$> 1200$ et $\leq 1\ 400$	$> 1400$ et $\leq 1\ 600$	$> 1600$ et $\leq 1\ 800$	$> 1800$ et $\leq 2\ 000$

**II.2. Exigences relatives au béton et méthodes de vérification****II.2.1 Exigences de base relatives aux constituants**

- Les ciments utilisés pour la fabrication des bétons doivent être conformes à la norme 10.1.004.
- Les granulats
  - Les granulats de masse volumique normale et les granulats lourds doivent être conformes à la norme NM10.1.271 ;
  - Les granulats légers doivent être conformes à la NM 10.1.314.
- L'eau de gâchage doit être conforme à la NM 10.1.120.
- Les adjuvants doivent être conformes à la norme NM10.1.109.
- Des ajouts peuvent être incorporés au béton, en accord avec l'utilisateur et le prescripteur du béton, pour améliorer certaines de ses propriétés ou pour lui conférer des propriétés particulières.

**II.2.2 Exigences de base pour la composition du béton****- Choix du ciment**

Le ciment doit être choisi conformément aux normes marocaines en vigueur en prenant en considération :

- l'exécution de l'ouvrage ;
- l'utilisation finale du béton ;
- les conditions de cure (par exemple chauffage) ;
- les dimensions de la structure (développement de chaleur) ;
- les agressions environnementales auxquelles la structure est exposée (voir 4.1) ;
- la réactivité potentielle des granulats aux alcalins des constituants.

### - Utilisation des granulats

Doivent être sélectionnés en tenant compte de :

- l'exécution de l'ouvrage ;
- l'utilisation finale du béton ;
- les conditions environnementales auxquelles sera soumis le béton ;
- toutes les exigences pour les granulats apparents ou les granulats pour bétons talochés.

### - Utilisation des eaux recyclées

Les eaux recyclées issues de la production de béton doivent être utilisées en conformité avec la NM10.1.120.

### - Utilisation d'adjuvants

La quantité totale d'adjuvants éventuellement utilisés ne doit pas dépasser le dosage maximal recommandé, défini par le fabricant de l'adjuvant, et ne doit pas excéder 50 g d'adjuvant (tel que vendu) par kg de ciment, sauf si l'influence d'un dosage plus fort sur les performances et la durabilité du béton est établie.

### - Température du béton

La température du béton frais ne doit pas être inférieure à 5 °C au moment de la livraison.

## II.2.3 Exigences liées aux classes d'exposition

Pour que le béton résiste aux agressions environnementales, les exigences sont souvent données en termes de valeurs limites pour la composition du béton. Les exigences sur la méthode de spécification en vue de résister aux agressions de l'environnement sont données dans la présente norme en termes de propriétés établies du béton et de valeurs limites de composition.

Les exigences relatives à chaque classe d'exposition doivent être spécifiées en termes de :

- Type et classes de constituants permis ;
- Rapport maximale au/ciment ;
- Dosage minimal en ciment ;
- résistance minimale à la compression du béton (facultatif).

## II.2.4 exigences pour le béton frais

### - Consistance

Elle doit être mesurée par un des essais suivants :

- l'essai d'affaissement selon la NM 10.1.061 ;
- l'essai Vébé selon la NM10.1.062 ;
- l'essai d'indice de serrage selon la NM10.1.063 ;
- l'essai d'étalement sur table selon la NM10.1.064 ;

### - Dosage en ciment et rapport eau/ciment

Lorsque le dosage en ciment, en eau doit être déterminé, la quantité de ciment, la quantité d'eau apportée doivent être relevées, soit telles qu'enregistrées sur l'imprimante de l'enregistreur de gâchée, ou, lorsque l'enregistreur n'est pas utilisé à partir du registre de production, en relation avec les instructions de pesées.

Aucune valeur individuelle du rapport eau/ciment ne doit dépasser de plus de 0,03 la valeur limite spécifiée.

### - Teneur en air

Lorsque la teneur en air du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à la NM10.1.066 pour les bétons de masse volumique normale et pour les bétons lourds, et conformément à la NM 10.1.122 pour les bétons légers.

### - Dimension maximale des granulats

Lorsque le maximum de la dimension supérieure des granulats doit être déterminé sur le béton frais, il doit être mesuré en conformité avec la NM00.1.004.

## II.2.5 exigences pour le béton durci

### - Résistance

Lorsque la résistance doit être déterminée, elle doit être fondée sur des essais effectués sur des cylindres de 150 mm/300 mm conformes à la NM10.1.067, fabriqués et conservés selon la NM10.1.068 à partir d'échantillons prélevés conformément à la NM10.1.060.

En plus des dimensions d'éprouvettes citées, les dimensions suivantes sont valides :

- Cylindres 160mm/320mm
- Cylindres 110mm/220mm pour des bétons dont  $D_{max}$  est inférieur ou égal à 22,4mm
- Cubes de 100 mm pour des bétons dont le  $D_{max}$  est inférieur ou égal à 22,4mm
- Cubes de 150mm.



### • Résistance à la compression

Sauf prescription contraire, la résistance à la compression est mesurée sur des éprouvettes écrasées à 28 jours. Pour des utilisations particulières, il peut s'avérer nécessaire de spécifier la résistance à la compression à des échéances plus courtes ou plus longues que 28 jours (par exemple, pour de gros éléments structuraux), ou après stockage dans des conditions particulières (par exemple, traitement thermique).

La résistance caractéristique du béton doit être égale ou supérieure à la résistance caractéristique minimum pour la classe de résistance spécifiée, voir Tableaux 7 et 8.

### • Résistance à la traction par fendage

Lorsque la résistance à la traction par fendage du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à la NM10.1.052.

### - Masse volumique

Selon sa masse volumique sèche, le béton est défini comme normal, léger ou lourd.

Lorsque la masse volumique du béton doit être déterminée après séchage à l'étuve, elle doit être mesurée conformément à la NM 10.1.072.

Pour le béton normal, la masse volumique après séchage à l'étuve doit être supérieure à 2000 kg/m<sup>3</sup> et inférieure à 2600 kg/m<sup>3</sup>. Pour le béton léger la masse volumique après séchage à l'étuve doit être comprise entre les limites de la classe prescrite dans le Tableau 9. Pour le béton lourd la masse volumique après séchage à l'étuve doit être supérieure à 2600 kg/m<sup>3</sup>. Lorsque, dans des cas particuliers, la masse volumique est spécifiée en termes de valeur cible, une tolérance de  $\pm 100 \text{ kg/m}^3$  est appliquée.

### - Résistance à la pénétration de l'eau

Lorsque la résistance à la pénétration de l'eau doit être spécifiée, elle peut être mesurée conformément à la norme NM10.1.073. Dans ce cas, le béton doit être considéré imperméable à l'eau si la résistance à la pénétration de l'eau présente des valeurs maximales de pénétration inférieures à 50 mm et des valeurs moyennes de pénétrations inférieures à 20 mm. Le rapport eau/ ciment ne doit pas dépasser 0,55.

### II.3. Spécification du béton

Le prescripteur du béton doit s'assurer que toutes les exigences pertinentes pour obtenir les propriétés nécessaires du béton, sont incluses dans la spécification donnée au producteur.

Le prescripteur doit prendre en compte :

- l'utilisation du béton frais et durci ;
- les conditions de cure ;
- les dimensions de la structure (développement de chaleur) ;
- les agressions environnementales auxquelles la structure sera exposée ;
- toutes exigences sur les granulats apparents ou la finition des surfaces ;
- toutes les exigences liées aux épaisseurs de recouvrement ou à l'épaisseur minimale des sections, par exemple la dimension maximale des granulats ( $D_{max}$ ) ;
- toutes les restrictions d'emploi des constituants avec une aptitude à l'emploi établie par exemple en fonction de la classe d'agression environnementale.

#### II.3.1 Spécification des bétons à propriétés spécifiées

La spécification doit comprendre :

- a) exigence de conformité à la NM10.1.008 ;
- b) classe de résistance à la compression ;
- c) classe d'exposition (voir article 11 pour les désignations abrégées) ;
- d) dimension maximale des granulats ( $D_{max}$ ) ;
- e) classe de teneur en chlorures. De plus, pour le béton léger :
- f) pour le béton léger : classe de masse volumique ou masse volumique cible ;
- g) pour le béton lourd : masse volumique cible ;
- h) dans le cas du BPE et du béton de chantier : classe de consistance ou, dans des cas particuliers, la valeur cible de consistance.

#### II.3.2 Spécification des bétons à composition prescrite

La spécification doit comprendre :

- a) L'exigence de conformité à la NM 10.1.008;
- b) Le dosage en ciment ;
- c) Le type de ciment et sa classe de résistance ;

- d) Soit le rapport eau/ciment soit la consistance, en termes de classe ;
- e) Le type, la catégorie et la teneur maximale en chlorures de granulats ; en cas de béton léger ou de béton lourd, la masse volumique maximale ou minimale des granulats ;
- f) La dimension maximale nominale des granulats, et toute limitation de leurs fuseaux granulaires ;
- g) Le type et la quantité des adjuvants ou additions, le cas échéant ;
- h) En cas d'utilisation d'adjuvants ou d'additions, l'indication de l'origine de ces constituants et celle du ciment qui se substitue aux caractéristiques.

### II.3.3 Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme

Les bétons à composition prescrite dans une norme doivent être spécifiés en citant :

- La norme valide sur le lieu d'utilisation du béton donnant les exigences pertinentes ;
- La désignation du béton selon cette norme.

Les bétons à composition prescrite dans une norme ne doivent être utilisés que pour :

- Des bétons de masse volumique normale pour des structures armées ou non ;
- Des classes de résistances pour le calcul  $\leq B 15$ , sauf si une classe B 20 est autorisée par les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton ;
- Les classes d'exposition X0 et XCA1.

## II.4. Livraison du béton frais

### II.4.1 Information de l'utilisateur du béton au producteur

L'utilisateur doit se mettre d'accord avec le producteur sur :

- La date, l'heure et le débit de livraison ; et, si besoin, informer le producteur sur :
- Les transports spéciaux sur le chantier ;
- Les méthodes de mise en place spéciales ;
- La limitation sur le type de véhicule de livraison.

### II.4.2 Information du producteur du béton à l'utilisateur

L'utilisateur peut exiger, lors de la commande, des informations concernant la composition du béton :

- a) Le type et la classe de résistance du ciment et le type de granulats ;
- b) Le type d'adjuvants, le type et la teneur approximative des additions, le cas échéant ;
- c) Le rapport eau/ciment visé ;
- d) Les résultats d'essais antérieurs appropriés effectués sur ce béton, par exemple ceux du contrôle de la production ou des essais initiaux ;
- e) L'évolution de la résistance ;
- f) Les origines des constituants.

### II.4.3 Bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi

Au déchargement du béton, le producteur doit remettre à l'utilisateur un bon de livraison pour chaque charge de béton sur lequel figurent au moins les informations imprimées, tamponnées ou manuscrites suivantes :

- le nom de l'usine de fabrication du béton prêt à l'emploi ;
- le numéro de série du bon ;
- la date et l'heure de chargement, c'est-à-dire le premier contact entre ciment et eau ;
- le numéro du camion ou une identification du véhicule ;
- le nom de l'acheteur ;
- le nom et la localisation du chantier ;
- les références ou les détails relatifs aux spécifications, par exemple numéro de code, numéro de commande ;
- la quantité de béton, en mètres cubes ;
- la déclaration de conformité avec référence aux spécifications et à la norme NM10.1.008;
- le nom ou logo type de l'organisme de certification, s'il y a lieu ;
- l'heure d'arrivée du béton sur le chantier ;
- l'heure de début de déchargement ;
- l'heure de la fin de déchargement.

### II.4.4 Consistance à la livraison

En général, toute addition d'eau et d'adjuvants à la livraison est interdite. Dans des cas spéciaux, de l'eau ou des adjuvants peuvent être ajoutés lorsque ceci est effectué sous la responsabilité du producteur en vue d'amener la consistance à la valeur spécifiée.

## II.5 Contrôle de conformité et critères de conformité

Le contrôle de conformité fait intégralement partie du contrôle de production.

### II.5.1 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (plan d'échantillonnage)

Les échantillons de béton doivent être sélectionnés de manière aléatoire et prélevés conformément à la norme NM 10.1.060.

### II.5.2 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la compression)

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 (fci) N/mm <sup>2</sup>
Initiale	3	$\geq f_{ck}+4$	$\geq f_{ck}-4$
Continue	$\geq 15$	$\geq f_{ck}+1,12 \sigma$	$\geq f_{ck}-4$

### II.5.3 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la traction par fendage)

Production	Nombre «n» de résultats d'essai de résistance dans le groupe	Critère 1	Critère 2
		Moyenne de n résultats (ftm) N/mm <sup>2</sup>	Chaque résultat individuel d'essai (fti) N/mm <sup>2</sup>
Initiale	3	$\geq f_{tk}+0.5$	$\geq f_{tk}-0.5$
Continue	$\geq 15$	$\geq f_{tk}+1,12 \sigma$	$\geq f_{tk}-0.5$

### II.5.4 Contrôle de conformité du béton à composition prescrite y compris les bétons à composition prescrite dans une norme

Chaque gâchée de béton de composition prescrite doit faire l'objet d'une évaluation de la conformité par rapport aux différents constituants et doivent correspondre, aux tolérances données.

## II.6 Contrôle de production

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

- La sélection des matériaux ;
- La formulation du béton ;
- La production du béton ;
- Les inspections et les essais ;
- L'utilisation des résultats des essais sur les constituants, sur le béton frais et durci, et sur l'équipement ;
- Le cas échéant, il porte également sur l'inspection du matériel de transport du béton frais.

**Tolérances pour dosage des constituants**

Consistants	Tolérances
Ciment Eau Ensemble des granulats Ajouts utilisées en quantité > 5 % de la masse de ciment	□ 3 % de la quantité requise
Adjuvants utilisées en quantités ≤ 5 % de la masse de ciment	□ 5 % de la quantité 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.	

**II.7 Evaluation de la conformité**

Le producteur est responsable de l'évaluation de la conformité aux propriétés spécifiées du béton. Pour cela le producteur doit effectuer les opérations suivantes :

- Essais initiaux, lorsque exigé ;
- Contrôle de production du producteur, y compris le contrôle de conformité.

# **Chapitre III**

**Etude comparative sur les normes  
maghrébines du béton prêt à l'emploi**

## CHAPITRE III

# ETUDE COMPARATIVE SUR LES NORMES MAGHREBINES DU BETON PRET A L'EMPLOI

### I. INTRODUCTION

Avant de commencer l'étude comparative envisagée entre les deux normes maghrébines, il faut noter qu'elles portent le même intitulé :

- NA 16002 : Béton - Spécifications, performances, production et conformité.  
Ce document a été réalisé par l'Institut Algérien de **NOR**malisation (**IANOR**) et adopté en décembre 2007.
- NM 10. 01. 008 : Béton - Spécifications, performances, production et conformité.  
Ce document a été réalisé par l'Institut Marocain de **NOR**malisation (**IMANOR**) et modifié par le même institut le 07/12/2021.

Elles sont toutes inspirées de la norme européenne NF EN 206-1 entrée en vigueur au courant de juin 2004.

### II. PARAMETRES A COMPARER POUR LES DEUX NORMES

La comparaison qui va suivre va concerner :

- ✓ L'introduction à ces normes ;
- ✓ La classification des bétons comprenant :
  - Les classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement,
  - Le béton frais : classes de consistance,
  - Le béton durci : classes de résistance.
- ✓ Les exigences relatives au béton et méthodes de vérification ;
  - Les exigences de base relatives aux constituants,



- Les exigences de base pour la composition,
- ✓ Les exigences liées aux classes d'exposition ;
- ✓ Les exigences pour le béton frais :
  - Consistance
  - Dosage en ciment et rapport eau/ciment
  - Teneur en air
  - Dimension maximale des granulats
- ✓ Les exigences pour le béton durci :
  - Résistance ;
    - *Résistance à la compression*
    - *Résistance à la traction par fendage*
  - Masse volumique ;
  - Résistance à la pénétration de l'eau ;
- ✓ Les spécifications du béton :
  - Spécification des bétons à propriétés spécifiées.
  - Spécification des bétons à composition prescrite.
  - Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme.
- ✓ La livraison du BPE :
  - Information de l'utilisateur du béton au producteur.
  - Information du producteur du béton à l'utilisateur.
  - Bon de pour le béton prêt à l'emploi livraison.
  - Consistance à la livraison.
- ✓ Les contrôles de conformité et critères de conformité :
  - Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (plan d'échantillonnage).
  - Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la compression).
  - Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la traction par fendage).
  - Contrôle de conformité du béton à composition prescrite
- ✓ Le contrôle de production ;
- ✓ L'évaluation de la conformité.

### III. ETUDE COMPARATIVE

Globalement les deux normes, algérienne et marocaine sur le béton prêt à l'emploi (BPE) sont assez similaires dans l'ensemble, car à l'origine les deux pays ont suivi les normes internationales établies par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et l'Union européenne (UE). Ce n'est qu'en 2021 que le Maroc a apporté des modifications introduisant notamment les BPE à hautes performances. L'Algérie ne l'a pas encore fait.

Nous détaillerons dans la suite les similarités et les différences entre les caractéristiques des BPE produits dans les deux pays.

#### III.1 CLASSIFICATION DES BPE

Les deux normes sont assez similaires et classent toutes les deux le BPE selon :

##### a) *Leurs expositions en fonction des actions dues à l'environnement*

Si le nombre de classes et leurs descriptions sont les mêmes, il existe une différence dans les désignations. Nous avons rassemblé les différences dans le tableau III.1 suivant.

**Tableau III.1 : Désignation des classes des BPE selon leurs expositions**

Description de l'environnement	Désignation de la classe d'exposition	
	NA 16002	NM 10. 01. 008
Aucun risque de corrosion ni d'attaque	X0	X0
Corrosion induite par carbonatation	XC1, XC2, XC3 et XC4	XCA1 et XCA2
Corrosion induite par les chlorures, ayant une origine autre que marine	XD1, XD2 et XD3	XCL
Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer	XS1, XS2 et XS3	XM1 et XM2
Attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage	XF1, XF2, XF3 et XF4	XG1 et XG2
Attaque chimique	XA1, XA2 et XA3	XA1, XA2 et XA3

Les désignations X0, XC1, XC2, XC3, XC4, XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3, XF1, XF2, XF3, XF4, XA1, XA2, XA3 de la normalisation algérienne NA 16002 sont expliqués dans la section I.1.1 du chapitre 2.

Les désignations X0, XCA1, XCA2, XCL, XM1, XM2, XG1, XG2, XA1, XA2, XA3 de la normalisation marocaine NM10.01.008 sont expliqués dans la section II.1.1 du chapitre 2.

On peut constater que les environnements sont décrits de la même manière (en réalité la description de la norme européenne NF EN 206-1) mais les désignations diffèrent pour marquer la souveraineté de chaque pays.

**b) Classification du béton frais**

Les BPE sont classés, **de la même manière par les deux normes**, selon leurs consistances par 4 moyens différents :

- Classes d'affaissement au cône d'Abrams : de S1 à S5
- Classes Vébé : de V0 à V4
- Classes de serrage : de C0 à C4
- Classes d'étalement : de F1 à F6

**c) Classification du béton durci**

Ils sont classés, **presque de la même manière par les deux normes**, selon leurs résistances en 3 classes, la différence réside dans :

- La première classe de résistance pour les bétons normaux et lourds. Celle-ci couvre la plage C8/10 - C100/115 pour la norme algérienne et C10/13 - C100/115 pour la norme marocaine [CX/Y signifie résistance sur cylindre (X) et sur cube(Y)].  
**NB : Les cylindres utilisés dans les 2 normes sont les dimensions 15 x 30 en cm et les cubes ont 15 cm de côté.**
- La désignation des classes qui diffère dans les 2 normes, comme elle est présentée dans le tableau III.2 suivant :

**Tableau III.2 : Désignation des classes des BPE durcis**

Description de la classe de résistance	Désignation des classes de résistance	
	NA 16002	NM 10. 01. 008
Classe de résistance pour bétons normaux et lourds	entre C8/10 et C100/115	entre B10/13 et B100/115
Classes de masse volumique pour le béton léger	entre LC8/9 et LC80/88	entre Big8/9 et Big80/88
Classe de masse volumique pour béton léger	entre D1,0 et D2,0	entre $\gamma$ 1,0 et $\gamma$ 2,0

Comme on peut le constater la différence est mineure : la description de la classe est la même, tandis que les désignations diffèrent, en plus de la classe de résistance pour bétons normaux et lourds.

### III.2 LES EXIGENCES RELATIVES AU BETON ET METHODES DE VERIFICATION

#### III.2.1 Les exigences de base relatives aux constituants

Les 2 normes se contentent de citer la normalisation relative aux exigences sur les constituants nécessaires à la confection des BPE. Elles sont rassemblées dans le tableau III.3 suivant.

**Tableau III.3 : Normalisation relative aux constituants**

Constituants	Normalisation	
	NA 16002	NM 10. 01. 008
- Ciment	- Conforme à la norme NA 442	- Conforme à la norme NM10.1.004.
- Granulats	- Conformés aux normes NA 5113 ou NA 5122	- Conformés aux normes NM10.1.271 ou NM10.1.314.
- Eau de gâchage	- Conforme à la norme 1966	- Conforme à la NM 10.1.120.
- Additions (y compris les fillers minéraux et les pigments)	- Conformés aux normes NA 5113 ; NA 5139 ; NA 5100 et NA 5137.	- Conformés à la norme NM10.1.109.

On constate que la norme algérienne NA 16002 est plus exigeante vis à vis des additions puisque celles-ci doivent obéir à 3 restrictions au lieu d'une seule dans la NM 10. 01. 008.

#### III.2.2 Les exigences de base pour la composition (choix des constituants)

Les exigences sont strictement les mêmes en matière de :

- Choix du ciment
- Utilisation des granulats
- Utilisation des eaux recyclées
- Utilisation d'adjuvants
- Température du béton

La différence apparaît seulement quand il s'agit de la souveraineté des deux pays vis-à-vis de l'utilisation des eaux recyclées ; ces eaux doivent être conformes à la norme NA 1966 du côté algérien et NM 10.1.120 du côté marocain.

### III.3 LES EXIGENCES LIEES AUX CLASSES D'EXPOSITION

Ces exigences sont imposées pour assurer que le BPE résiste aux agressions environnementales. Elles sont strictement les mêmes pour les deux normes (rédaction mot à mot) et concernent :

- Type et classes de constituants permis ;
- Rapport maximal eau/ciment ;
- Dosage minimal en ciment ;
- Résistance minimale à la compression du béton (facultatif).

### **III.4 LES EXIGENCES POUR LE BETON FRAIS**

Les exigences pour le béton frais sont strictement similaires et concernent les caractéristiques suivantes:

- Consistance
- Dosage en ciment et rapport eau/ciment
- Teneur en air
- Dimension maximale des granulats

Les essais exigés pour la détermination de ces caractéristiques doivent répondre à normalisation locale.

### **III.5 LES EXIGENCES POUR LE BETON DURCI**

#### **➤ Résistance**

Les deux pays exigent que la résistance doit être déterminée sur des essais effectués sur des cubes de 150 mm ou des cylindres de 150 mm/300 mm conformément à leurs normes locales respectives : normes NA 5074, NA 5093 et NA 5092 pour la partie algérienne, et normes NM 10.1.067, NM 10.1.068 et nm 10.1.067 pour la partie marocaine.

De plus, la partie marocaine autorise les dimensions des éprouvettes d'essais suivantes:

- Cylindres 160 mm/320 mm ;
- Cylindres 110 mm/220 mm pour des bétons dont le  $D_{\max}$  est  $\leq 22.4$ mm ;
- Cubes de 100 mm pour des bétons dont le  $D_{\max}$  est  $\leq 22.4$ mm.

Les exigences relatives à la résistance à la compression et résistance à la traction par fendage sont similaires

- *Résistance à la compression*

Lorsque la résistance à la compression doit être déterminée, elle doit être exprimée en  $f_{ccube}$  lorsqu'elle est déterminée sur des échantillons cubiques, et en  $f_{ccyl}$  lorsque les échantillons cylindriques, conformément à la normalisation locale.

- *Résistance à la traction par fendage*

Lorsque la résistance à la traction par fendage du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à la normalisation locale.

### ➤ Masse volumique

Selon sa masse volumique sèche, le béton est défini comme normal, léger ou lourd. Il est défini comme étant léger si sa masse volumique sèche est supérieure à 2000 kg/ m<sup>3</sup>, normal si elle est comprise entre 2000 et 2600 kg/m<sup>3</sup> et lourd au delà, ceci pour les deux normes. Elle doit être mesurée conformément à la normalisation locale: NA 5109 et NM 10.1.072.

### ➤ Résistance à la pénétration de l'eau

Pour cette caractéristique, on note une différence dans les exigences : pour la norme algérienne **NA 16002**, lorsque la résistance à la pénétration de l'eau doit être spécifiée, la méthode et les critères de conformité doivent faire l'objet d'un accord entre le prescripteur et le producteur.

Pour la norme **NM 10. 01. 008** ces exigences ne doivent pas être laissées au prescripteur mais la résistance à la pénétration d'eau doit être mesurée conformément à la NM 10.1.073. Le BPE doit être considéré comme imperméable à l'eau si la profondeur de pénétration est comprise entre 20 et 50 mm.

## **III.6 SPECIFICATION DU BETON**

Le prescripteur du béton doit s'assurer que toutes les exigences pertinentes pour obtenir les propriétés nécessaires du béton, sont incluses dans la spécification donnée au producteur.

Pour rappel, ces exigences concernent : le béton à propriétés spécifiées, le béton à composition prescrite et le béton à composition prescrite dans une norme, qui sont définis comme suit.

*BETON - à propriétés spécifiées* : Béton dont les propriétés, données de base et exigences complémentaires sont spécifiées au producteur, qui s'engage à fournir un béton satisfaisant ces propriétés.

*BETON - à composition prescrite* : Béton dont la composition est spécifiée au producteur, qui s'engage à la respecter.

*BETON - à composition prescrite dans une norme* : Béton dont la composition est définie dans une norme applicable là où le béton est utilisé (en Algérie, l'un des exemples est la norme NA 2606 qui spécifie la mise en œuvre des bétons de structure).

**L'étude comparative sur les trois types de béton cités a montré une similitude remarquable.**

### III.7 LIVRAISON DU BETON FRAIS (BPE)

Toutes les exigences sur la livraison du béton frais à l'utilisateur des deux normes ont une similarité remarquable. Nous avons constaté que les textes réglementaires sont les mêmes. Notons que ces exigences portent sur :

- l'information de l'utilisateur du béton au producteur
- l'information du producteur du béton à l'utilisateur
- le bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi
- la consistance à la livraison (Il est spécifié qu'aucune addition d'eau ou d'adjuvants n'est autorisée).

### III.8 CONTROLE DE CONFORMITE ET CRITERES DE CONFORMITE

Pour les deux normes ce contrôle fait partie intégralement du contrôle de production.

#### III.8.1 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (plan d'échantillonnage)

Les échantillons de béton doivent être sélectionnées de manière aléatoire et prélevées conformément à la norme NA 5092 (Algérie) et à la norme NM 10.1.060 (Maroc) .

#### III.8.2 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (plan d'échantillonnage)

Le contrôle doit obéir aux exigences du tableau qui suit pour la norme algérienne NA 5092 (Algérie).

Ce contrôle est le même pour la norme NM 10.1.060 (Maroc) et est élaboré sur un tableau similaire, sauf que le critère 1 relatif à la production continue est ( $\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$ ) pour la partie algérienne et ( $\geq f_{ck} + 1,12 \sigma$ ) pour la partie marocaine.

Cette différence statistique semble indiquer une plus grande précision dans la moyenne des résultats du coté algérien.

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 (fci) N/mm <sup>2</sup>
Initiale	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Continue	$\geq 15$	$\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

### III.8.3 Contrôle de conformité et critères de conformité pour un béton à propriétés spécifiées (résistance à la traction par fendage)

La même remarque est à considérer dans le cas du contrôle de conformité relatif à la résistance à la traction par fendage : ( $\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$ ) pour la partie algérienne et ( $\geq f_{ck} + 1,12 \sigma$ ) pour la partie marocaine. Le même commentaire est à formuler.

### III.8.4 Contrôle de conformité du béton à composition prescrite

Les deux normes ont adopté le même contrôle, y compris dans la rédaction du texte. Nous le rappelons ci-après.

*"Chaque gâchée de béton de composition prescrite doit faire l'objet d'une évaluation de la conformité par rapport aux différents constituants et doivent correspondre, aux tolérances données."*

## III.9 CONTROLE DE PRODUCTION

Toutes les exigences sur le contrôle de production du BPE dans les deux normes ont une similarité remarquable. Les textes réglementaires sont strictement les mêmes. Nous nous permettons de les rappeler dans ce qui suit.

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

- La sélection des matériaux ;
- La formulation du béton ;
- La production du béton ;
- Les inspections et les essais ;
- L'utilisation des résultats des essais sur les constituants, sur le béton frais et durci, et sur l'équipement ;
- Le cas échéant, il porte également sur l'inspection du matériel de transport du béton frais.

La tolérance pour le dosage des constituants (*la même pour les deux normes*) est notée dans le tableau ci-après.

Constituants	Tolérances
Ciment Eau Ensemble des granulats Additions utilisées en quantité >5% de la masse de ciment.	$\pm 3\%$ de la quantité requise
Adjuvants et additions utilisées en quantité $\leq 5\%$ de la masse de ciment.	$\pm 5\%$ de la quantité requise
Note : La tolérance est la différence entre la valeur cible et la valeur mesurée.	



### ***III.10 EVALUATION DE LA CONFORMITE***

Le même texte pour les deux normes, rappelé ci-dessous.

"Le producteur est responsable de l'évaluation de la conformité aux propriétés spécifiées du béton.

Pour cela le producteur doit effectuer les opérations suivantes :

- Essais initiaux, lorsque exigé ;
- Contrôle de production du producteur, y compris le contrôle de conformité ".

# **Chapitre IV**

**La production du BPE dans la centrale à  
béton du groupe Benmessahel a El  
fedjoudj (Guelma)**

## CHAPITRE 4

### LA PRODUCTION DU BPE DANS LA CENTRALE A BETON DU GROUPE BENMESSAHEL A EL FEDJOU DJ (GUELMA)

#### *1. Introduction*

Dans ce chapitre, nous allons présenter le processus de fabrication du BPE dans une centrale à béton locale appartenant au groupe frères Benmessahel située dans la commune d'El fedjoudj dans la wilaya de Guelma.

Cette SARL<sup>1</sup> produit essentiellement du BPE à l'aide de matériaux locaux que nous décrirons dans la suite du texte. Elle produit également des éléments préfabriqués de construction tels que hourdi, pavés, parpaings, bordures de trottoirs etc ...

L'utilisation du BPE à Guelma et en Algérie se développe dans un rythme accéléré, en témoigne le nombre de centrales à bétons de plus en plus croissant édifiées dans la région durant ces dernières années.

Nous présentons dans ce qui va suivre un cas spécifique de production de BPE, nous commencerons par présenter la structure sociale de la SARL, puis les composants du BPE produit, la composition et les dosages, les caractéristiques, les contrôles auxquels sont soumis les BPE, la capacité de production, la normalisation et le transport.

---

<sup>1</sup> Société à Responsabilité Limitée

## II. Description de la structure sociale

La centrale à béton est une filiale du groupe **frères Benmessahel**. L'unité de production est située dans la commune d'El fedjoudj dans wilaya de Guelma à l'adresse suivante, Ain rihana local n° 01. La photo 1 qui suit permet de localiser le site de la centrale.

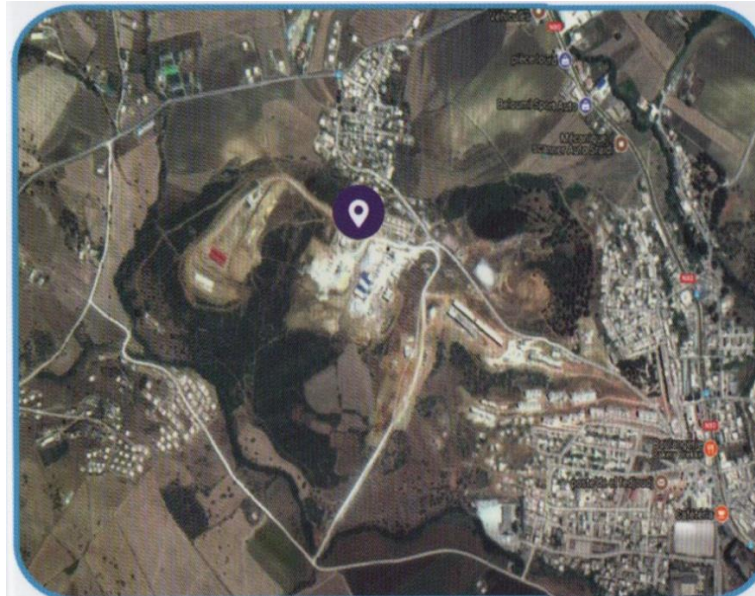


Figure IV.1 : Localisation par GPS de la centrale

La filière de la centrale à béton se compose de deux unités :

- 1- L'usine de fabrication de béton prêt à l'emploi BPE : Elle est active depuis le 15/07/2014. Le nombre d'employés est estimé entre 100 à 249 employés. En quelques années elle a réussi à acquérir une bonne réputation et une position de leader sur le marché local, permettant à l'unité de commercialiser ses produits dans toute la wilaya de Guelma. Les figures IV 2 et 3 suivantes présentent successivement la partie administrative (à gauche) et la centrale à béton (à droite).



Figure IV.2 : Administration de la SARL

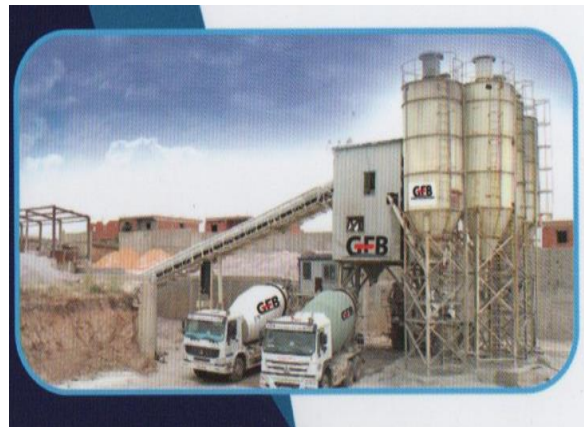


Figure IV.3 : Centrale à BPE

2- L'usine produit, en plus du béton prêt à l'emploi, des éléments de construction tels que hourdis, parpaings, pavés, bordures de trottoirs...

La Figure IV.4 suivante montre quelques produits fabriqués dans l'usine.



**Figure IV.4 : Quelques produits fabriqués par l'usine**

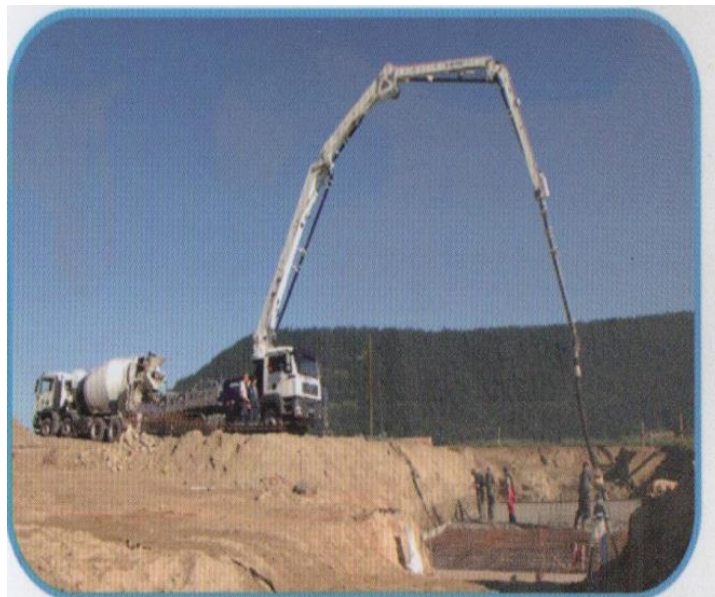
Les associés de la société Sarl groupe frères Benmessahel sont : Benmessahel Abdeslem, Benmessahel Lalouani et Benmessahel Hamza.

### **III. Description de la centrale BPE du groupe frères Benmessahel (GFB)**

La centrale à Béton (Photo 3 ci-avant) dispose d'un laboratoire de contrôle de qualité bien équipé, géré par un ingénieur qualifié, pour surveiller et améliorer la qualité du béton. En conséquence, les produits acquièrent toujours la confiance et la satisfaction des clients. Elle est composée de :

1. Trémie d'agrégats (unité où sont stockés les agrégats).
2. Convoyeur de pesage d'agrégats (unité où l'agrégat est avec précision).
3. Convoyeur de transfert d'agrégat ou godet de transfert d'agrégat (unité qui transporte l'agrégat pesé vers le malaxeur).
4. Silo à ciment (unité de stockage du ciment).
5. Vis à ciment (unité qui transporte le ciment du silo à ciment à l'échelle du ciment).
6. Balances ciment-eau / additifs (unités où le ciment, l'eau et l'additif sont pesés).
7. Malaxeur (malaxeur dans lequel les matériaux pesés sont mélangés de manière homogène et rapide).

8. Châssis principal (L'unité contenant le mélangeur, les échelles d'additif ciment-eau, a des pieds porteurs sous lesquels un camion toupie peut entrer.).
9. Armoire de commande et système de commande entièrement automatique informatisé (le béton est produit automatiquement selon les recettes de béton entrées dans le système).
10. Compresseur d'air et équipement pneumatique (produit de l'air comprimé nécessaire au fonctionnement de l'installation).
11. Deux camions de pompage de 36 m et 43 m de hauteurs (Figure IV.5).



**Figure IV.5: *Camion de pompage placé devant un camion toupie***

#### ***IV. Processus de fabrication du béton prêt à l'emploi***

Une centrale à béton prêt à l'emploi est composée de silos contenant le ciment, les sables et les gravillons, de cuves de stockage des différents adjuvants (tels que les plastifiants) et d'un malaxeur pour le mélange des composants du béton. Ces derniers (ciment, sable et gravillons) sont introduits dans la cuve de préparation par gravité.

Les qualités et les performances d'un béton ne peuvent être garanties que si la formulation est très élaborée et son cycle de production rigoureusement respecté, répondant à des normes précises.

Le dosage en eau en particulier doit être très précis et le malaxage doit être continu et homogène.

Enfin, le béton préparé en centrale est chargé par gravité dans un camion malaxeur, également appelé camion toupie, qui livre le béton sur le chantier.

Le transport du béton prêt à l'emploi nécessite l'utilisation de bétonnières portées ou toupies afin d'acheminer le béton frais jusqu'au lieu de coulage. Leur capacité va d'un minimum de 4m<sup>3</sup> à un maximum de 10m<sup>3</sup>.

Le béton prêt à l'emploi est un produit frais et doit être mis en œuvre rapidement, en 30 minutes maximum après son arrivée sur le chantier. La durée de transport en est donc limitée.

Les conditions météorologiques jouent également sur le temps de livraison du béton. Limité à 1h30 maximum, la température, l'hygrométrie ou encore le vent peuvent modifier le temps de transport du béton.

Pour pallier à ces désagréments, des retardateurs de prise et des plastifiants sont utilisés. Les malaxeurs sont régulièrement lavés afin de prévenir l'introduction de corps étrangers et éviter le mélange de bétons différents.

Une centrale a pour rôle d'assurer le dosage et le malaxage du béton. Elle est composée de silos contenant les liants (ciments et additifs), de cases contenant les sables et granulats, et de malaxeurs (sorte de grande bétonnière dans laquelle sont mélangés les différents constituants). Les malaxeurs peuvent réaliser des gâchées comprises entre 7 m<sup>3</sup> et 9 m<sup>3</sup>

### ***V. Conformité et normes du BPE***

Les qualités et les performances d'un béton ne peuvent être obtenues et garanties que si sa formulation physico-chimique est très précise, et son cycle de production rigoureusement respecté.

La production industrielle du BPE est un facteur de qualité des produits ; à tous les stades de la fabrication, les équipements sont conçus pour assurer une production diversifiée automatisée, fiable et rigoureuse.

D'une simple dalle réalisée par un particulier jusqu'à un ouvrage d'art très complexe, ces travaux doivent aujourd'hui répondre à des spécifications normatives obligatoires.

Les exigences normatives pour le béton prêt à l'emploi sont imposées par **la norme algérienne NA 16 002**. Le respect de cette norme s'impose dans l'application des documents d'exécution des ouvrages en bâtiment.

Cette norme renforce l'objectif de sécurité et de fiabilité des bétons produits. Elle exige un renforcement des contrôles qualité, l'augmentation de la résistance moyenne des bétons courants et la réduction des marges de tolérance par rapport à la résistance garantie, cette norme garantit également :

- Garantie du respect des résistances mécaniques
- Optimisation de la qualité permettant d'obtenir des produits adaptés, plus robustes, plus esthétiques et plus résistants, Les bétons fabriqués à la centrale avec adjuvants dispose d'une meilleure rhéologie et évite ainsi les ajouts d'eau sur chantier,
- Adaptabilité à toutes les applications,
- Réduction considérable du gaspillage et des nuisances sur le chantier (saletés, encombrement, etc.),
- Rapidité de l'exécution et réduction des coûts d'immobilisation (stocks, matériels, etc.), source d'une économie d'argent par rapport au béton fait sur chantier.

#### ***VI. Les composants du BPE utilisés dans la centrale Benmessahel***

Nous présentons dans ce qui va suivre la provenance et les caractéristiques physiques des composants du BPE utilisés dans cette centrale locale de Guelma. Nous présenterons ensuite la composition de ce béton telle que mélangée dans la centrale. Les classes granulaires des granulats sont :

- Gravillons 16/25
- Gravillons 8/16
- Sable 0/4
- Sable 0/1

Le tableau 1 précise la nature et la provenance de ces granulats.

Les photos qui viennent après les gravillons et sables utilisés.



Tableau IV.1 : les granulats utilisés

MATERIAUX	FRACTION	NATURE	PROVENANCE
Gravillons	16/25	concassé	Carrière SNC frères Benmessahel
Gravillons	8/16	concassé	
Sable	0/4	concassé	
Sable	0/1	dune	Sablière de Tébessa



Figure IV.6: Gravillon Concassé



Figure IV.7 : Sable de Dunes



Figure IV. 8: Sable Concassé

VI.1. Gravier 16/25

Tableau IV.2: les masses volumiques et le coefficient d'absorption d'eau

Masse volumique absolue (g/cm <sup>3</sup> )	2.81
Masse volumique réelle (g/cm <sup>3</sup> )	2.75
Masse volumique saturée (g/cm <sup>3</sup> )	2.77
Coefficient d'absorption (%)	0.69

VI.2. Gravier 8/16

Tableau IV.3 : les masses volumiques et le coefficient d'absorption

Masse volumique absolue (g/cm <sup>3</sup> )	2.81
Masse volumique réelle (g/cm <sup>3</sup> )	2.73
Masse volumique saturée (g/cm <sup>3</sup> )	2.77
Coefficient d'absorption (%)	0.59

**VI.3. Sable 0/4****Tableau IV.4 : les masses volumiques et le coefficient d'absorption**

Masse volumique absolue (g/cm <sup>3</sup> )	2.76
Masse volumique réelle (g/cm <sup>3</sup> )	2.74
Masse volumique saturée (g/cm <sup>3</sup> )	2.75
Coefficient d'absorption (%)	0.27

**VI.4.Sable 0/1****Tableau IV.5 : les masses volumiques et le coefficient d'absorption EN-1097**

Masse volumique absolue (g/cm <sup>3</sup> )	2.64
Masse volumique réelle (g/cm <sup>3</sup> )	2.61
Masse volumique saturée (g/cm <sup>3</sup> )	2.62
Coefficient d'absorption (%)	0.42

**VI.5. Liant hydraulique (ciment)**

Le liant utilisé pour la fabrication du BPE dans la centrale Benmessahel est le ciment CPJ CEM II 42.5 de Hadjar Essoud dont la masse volumique est égale à 3,1 t/m<sup>3</sup>.

**VI.6. Adjuvant**

L'adjuvant utilisé est le Poly Flow 5400 (SOLU EST) (réducteur d'eau et superplastifiant) qui permet le maintien et prolonge la rhéologie.

**VI.7. Eau de gâchage**

L'eau utilisée est celle du robinet.

**VII. La consistance du BPE**

La consistance du béton est de la classe S4 affaissement (16-21) cm.

VIII. Composition du BPE avec dosage en ciment de 350 Kg/m<sup>3</sup> avec adjuvant

Tableau IV.6: Composition du BPE

Composants	%	Volume absolu (L)	Poids spécifique (Kg/L)	Composition pondérale pour 1m <sup>3</sup> de béton (Kg)
Gravier 16/25	20%	139.42	2,81	391
Gravier 8/16	32%	223,07	2.80	624
sable 0/4	29%	205.36	2,76	567
sable 0/1	19%	129,25	2,64	341
Ciment	/	112,90	3,1	350
Eau de Gâchage	/	170	1	170
Polyflow 5400	1%	/	/	3,5
Total	100%	980	/	2443

**CONCLUSION  
GENERALE ET  
PERSPECTIVES**

## Conclusion générale

Les objectifs principaux de notre travail étaient d'étudier les bétons prêts à l'emploi tels qu'ils sont normalisés dans les trois pays du Maghreb arabe. Il s'agissait de comparer ces normes dans le but d'amorcer une très modeste tentative d'unification : norme algérienne NA 16002, norme marocaine NM 10.1.008 et norme tunisienne NT 21.195.

Cette étude a été finalement réduite à deux normes seulement, algérienne et marocaine, en raison de l'indisponibilité de la norme tunisienne, payante en devise et dont l'acquisition est très difficile dans le cadre de la préparation de ce mémoire.

Le choix de cette étude a été porté sur le BPE en raison de sa modernité et de la tendance d'utilisation croissante dans le domaine de la construction, des travaux publics et du bâtiment ces dernières années. Il est maintenant préféré au béton traditionnel pour les projets qui nécessitent un volume important ou lorsque l'espace disponible pour le stockage et le mélange des matériaux de construction est réduit. Même les maîtres d'ouvrages de constructions individuelles, en Algérie et au Maroc, l'adoptent de plus en plus pour ses performances et pour la propreté des chantiers.

Tous les aspects de sa conception, sa fabrication, le contrôle de sa production, la vérification de sa conformité et de sa mise à disposition (livraison) ont été passés en revue et les conclusions suivantes ont pu être tirées.

- La première constatation est que les deux normes maghrébines portent le même intitulé : "**Béton - Spécifications, performances, production et conformité**".

La norme algérienne NA 16002 a été rédigée par l'Institut Algérien de Normalisation (IANOR) et adoptée en décembre 2007 et la NM 10. 01. 008 par l'Institut Marocain de Normalisation (IMANOR) et modifiée par le même institut le 07/12/2021.

Cette ressemblance parfaite dans l'intitulé revient au fait que toutes les deux sont largement inspirées de la norme européenne NF EN 206-1 entrée en vigueur au courant de juin 2004.

- Les deux normes ont des similitudes dans leur objectif de réglementer les BPE, mais ont des différences spécifiques en termes de spécifications techniques et de réglementation.
- En comparant ces deux normes, nous pouvons constater qu'elles ont des objectifs similaires, qui sont de garantir la qualité et la durabilité du béton prêt à l'emploi utilisé dans les projets de construction. Les deux normes couvrent également des aspects tels que les spécifications relatives aux constituants du béton, les propriétés du béton frais et durci, les méthodes d'essai et les critères de conformité.

## Conclusion générale

---

- Les deux normes incluent des exigences pour les matières premières utilisées dans la production de béton prêt à l'emploi, telles que les granulats, les ciments, les adjuvants, les additifs et l'eau. Les normes spécifient également les exigences pour la production de béton prêt à l'emploi, notamment la résistance à la compression, la résistance à la traction et la résistance à la flexion.
- La norme marocaine spécifie des exigences supplémentaires pour les bétons de haute performance, tandis que les normes algériennes ne le font pas.
- La norme marocaine exige que les propriétés du béton soient testées toutes les 100 m<sup>3</sup> produits, tandis que la norme algérienne exige des tests toutes les 150 m<sup>3</sup>.
- La norme marocaine exige que les bétons soient testés pour leur teneur en chlorure, tandis que la norme algérienne ne le fait pas.
- La norme marocaine impose des limites strictes pour les teneurs en sulfates, tandis que la norme algérienne n'exige pas de limites strictes, mais recommande simplement des valeurs maximales.
- La norme algérienne exige que les bétons fabriqués dans les centrales à béton soient de classe de résistance, allant de C8/10 à C60/75, en fonction de la résistance caractéristique, au Maroc, allant de la classe C16/20 à la classe C50/60, en fonction de la résistance caractéristique à la compression des bétons.
- Pour la classification des BPE : Les deux normes sont assez similaires et classent toutes les deux le BPE selon :
  - *Leurs expositions en fonction des actions dues à l'environnement*

Les environnements sont décrits de la même manière mais les désignations diffèrent pour marquer la souveraineté de chaque pays.
  - *Classification du béton frais*

Les BPE sont classés, **de la même manière par les deux normes**, selon leurs consistances par 4 moyens différents cités dans le chapitre 3 (cône d'Abrams + Vébé + serrage + étalement).
  - *Classification du béton durci*

La norme algérienne exige que les bétons fabriqués dans les centrales à béton soient de classe de résistance, allant de la classe C8/10 à la classe C60/75, en fonction de la résistance caractéristique à la compression des bétons, au Maroc, allant de la classe C16/20 à la classe C50/60, en fonction de la résistance caractéristique à la compression des bétons.

- Pour les exigences relatives au béton et méthodes de vérification
  - *Les exigences de base relatives aux constituants*

Les 2 normes se contentent de citer la normalisation relative aux exigences sur les constituants nécessaires à la confection des BPE. On constate que la norme algérienne NA 16002 est plus exigeante vis à vis des additions puisque celles-ci doivent obéir à 3 restrictions au lieu d'une seule dans la NM 10. 01. 008.
  - *Les exigences de base pour la composition (choix des constituants)*

Les exigences sont strictement les mêmes en matière de : Choix du ciment + Utilisation des granulats + Utilisation des eaux recyclées + Utilisation d'adjuvants + Température du béton.

La différence apparaît seulement quand il s'agit de la souveraineté des deux pays vis-à-vis de l'utilisation des eaux recyclées ; elles doivent être conformes à la norme NA 1966 du côté algérien et NM 10.1.120 du côté marocain.
- Pour les exigences liées aux classes d'exposition

Elles sont imposées pour assurer que le BPE résiste aux agressions environnementales. Elles sont strictement les mêmes pour les deux normes (rédaction mot à mot) et concernent : • Type et classes de constituants permis ; • Rapport maximal eau/ciment ; • Dosage minimal en ciment ; • Résistance minimale à la compression du béton (facultatif).
- Pour les exigences pour le béton frais

Elles sont strictement similaires. Les essais exigés pour la détermination des caractéristiques doivent répondre à normalisation locale. Elles concernent : la consistance – le dosage en ciment et rapport eau/ciment – la teneur en air – la dimension maximale des granulats
- Pour les exigences pour le béton durci
  - **Résistance** : Les deux pays exigent que la résistance doit être déterminée sur des essais effectués sur des cubes de 150 mm ou des cylindres de 150 mm/300 mm conformément à leurs normes locales respectives : normes NA 5074, NA 5093 et NA 5092 pour la partie algérienne, et normes NM 10.1.067, NM 10.1.068 et nm 10.1.067 pour la partie marocaine. De plus, la partie marocaine autorise les dimensions des éprouvettes d'essais suivantes :
    - Cylindres 160 mm/320 mm ;
    - Cylindres 110 mm/220 mm pour des bétons dont le  $D_{max}$  est  $\leq 22.4$ mm ;
    - Cubes de 100 mm pour des bétons dont le  $D_{max}$  est  $\leq 22.4$ mm.

Les exigences relatives à la résistance à la compression et résistance à la traction par fendage sont similaires.

- *Résistance à la compression*

Lorsque la résistance à la compression doit être déterminée, elle doit être exprimée en  $f_{ccube}$  lorsqu'elle est déterminée sur des échantillons cubiques, et en  $f_{ccyl}$  lorsque les échantillons cylindriques, conformément à la normalisation locale.

- *Résistance à la traction par fendage*

Lorsque la résistance à la traction par fendage doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à la normalisation locale.

- **Masse volumique** : Selon sa masse volumique sèche, le béton est défini comme léger (si sa masse volumique sèche est supérieure à 2000 kg/ m<sup>3</sup>), normal si elle est comprise entre 2000 et 2600 kg/m<sup>3</sup> et lourd au-delà, ceci pour les deux normes. Elle doit être mesurée conformément à la normalisation locale : NA 5109 et NM 10.1.072.
- **Résistance à la pénétration de l'eau** : Pour la norme algérienne **NA 16002**, lorsque la résistance à la pénétration de l'eau doit être spécifiée, la méthode et les critères de conformité doivent faire l'objet d'un accord entre le prescripteur et le producteur. Pour la norme **NM 10. 01. 008** ces exigences ne doivent pas être laissées au prescripteur mais la résistance à la pénétration d'eau doit être mesurée conformément à la NM 10.1.073. Le BPE doit être considéré comme imperméable à l'eau si la profondeur de pénétration est comprise entre 20 et 50 mm.
- **Spécification du béton**

Le prescripteur du béton doit s'assurer que toutes les exigences pertinentes pour obtenir les propriétés nécessaires du béton, sont incluses dans la spécification donnée au producteur.

**L'étude comparative sur les trois types de béton cités a montré une similitude remarquable.**
- **Livraison du béton frais**

Les exigences sur la livraison du béton frais à l'utilisateur des deux normes sont similaires. Nous avons constaté que les textes réglementaires sont les mêmes.
- **Contrôle de conformité et critères de conformité**
  - **Pour un béton à propriétés spécifiées**

Trois constatations majeures sont notées :



- Les deux normes exigent que les échantillons de béton doivent être sélectionnés de manière aléatoire et prélevés conformément aux normes locales NA 5092 (Algérie) et NM 10.1.060 (Maroc)
- Le contrôle de la résistance à la compression doit obéir aux exigences de la norme algérienne NA 5092 (Algérie) et de la norme NM 10.1.060 (Maroc). Elles sont similaires sauf lorsqu'il s'agit du critère 1 relatif à la production continue qui est ( $\geq f_{ck}+1,48 \sigma$ ) pour la partie algérienne et ( $\geq f_{ck}+1,12 \sigma$ ) pour la partie marocaine.  
Cette différence statistique semble indiquer une plus grande précision dans la moyenne des résultats du côté algérien.
- La même remarque est à considérer dans le cas du contrôle de conformité relatif à la résistance à la traction par fendage : ( $\geq f_{ck}+1,48 \sigma$ ) pour la partie algérienne et ( $\geq f_{ck}+1,12 \sigma$ ) pour la partie marocaine. Le même commentaire est à formuler.

### - **Pour un béton à propriétés à composition prescrite**

Les 2 normes ont adopté le même contrôle, y compris dans la rédaction du texte.

#### ▪ Contrôle de production

Toutes les exigences sur le contrôle de production du BPE dans les deux normes ont une similarité remarquable. Les textes réglementaires sont strictement les mêmes.

#### ▪ Evaluation de la conformité

Le même texte pour les deux normes, rappelé ci-dessous.

## Recommandations et perspectives

A la lumière des résultats obtenus dans cette étude, notamment la similarité manifeste entre les deux normes ainsi que les différences mineures entre elles, il apparaît nécessaire de consulter chaque norme individuellement pour une comparaison plus détaillée.

Il est entendu par norme, la réglementation locale, entre autres, sur les constituants du BPE qui peuvent différer d'un pays à un autre ainsi que les appareillages et les méthodes d'essais adoptées.

Comme il est nécessaire d'inclure la norme tunisienne NT 21.195 dans l'étude afin d'être complet.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- BENDRIF Ayoub et ELMAJDOUBI Hiba : "La formulation du béton prêt à l'emploi et procédés de ses différents types de contrôle de qualité". Mémoire de Master, Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen, année universitaire 2020-2021.
- 2- AMRANI Aboubakr et KORTI Neyla : " Amélioration de la qualité des BPE au jeune âge". Mémoire de Master de Génie Civil Option : Structures, Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen, année universitaire 2019-2020.
- 3- Norme marocaine NM 10.1.008. Béton : Spécifications, performances, production et conformité. Juillet 2007.
- 4- Etude de la formulation du béton prêt à l'emploi réalisée par le laboratoire Genigeot en date du 02/03/2017 au profit du groupe SNC Benmessahel. El Fedjoudj Guelma.
- 5- Norme européenne EN 206-1 : « Béton : Spécifications, performances, production et conformité ».

## WEBOGRAPHIE (Consultée dans la période mars-mai 2023)

- 1- <https://www.caci.dz/en>
- 2- <http://www.ianor.dz>
- 3- [www.snbpe.org](http://www.snbpe.org) Dossier de presse – Novembre 2014
- 4- <http://www.guidebeton.com/beton-pret-emploi>
- 5- [https://www.granu-est.dz/index.php/béton prêt à l'emploi](https://www.granu-est.dz/index.php/béton%20prêt%20à%20l'emploi)
- 6- [http://www.docplayer.fr/44344107 norme NA 16002, Béton : Spécifications, performances, production et conformité.](http://www.docplayer.fr/44344107-norme-NA-16002-Béton-Spécifications-performances-production-et-conformité)
- 7- [https://www.m-habitat.fr/terrassement-et-fondation/maconnerie/le-beton-pret-a-l'emploi-bpe-4024\\_A](https://www.m-habitat.fr/terrassement-et-fondation/maconnerie/le-beton-pret-a-l'emploi-bpe-4024_A)