

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : Génie Civil

N° :



FILIERE : GENIE CIVIL

OPTION : MATERIAUX

**Memoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique**

Par: DJEGHAM Somia

SEHNOUNE Chahra

LE THEME

*L'effet Combiné de L'incorporation des Déchets
industriels et du mode de Conservation dans la
formulation des Mortiers*

Soutenu devant le jury composé de :

Pr Bibi Mekki	Université de M'sila	Président
Dr Maza Mekki	Université de M'sila	Examineur
Pr. Rahmouni Zine El Abidine	Université de M'sila	Rapporteur
Dr. Tebbal Nadia	Université de M'sila	Co-Rapporteur

Année universitaire :2020. /2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

*Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné
cette opportunité de terminer le projet de fin d'études*

*Merci au Professeur et Dr Rahmouni Zine El Abidine et Dr Nadia
Tebbal, qui ont supervisé ce travail et les ont soutenus tout au long
du projet.*

*Nous remercions tous les professeurs de génie civil, ainsi que le
personnel du laboratoire et toutes les personnes qui nous ont aidés de
près ou de loin*

*Je remercie mes amis de travail qui m'ont aidé à réaliser ce modeste
travail*

Dédicace

Somia Djegham

Je dédie cet humble travail à celle qui m'a porté ici sur leur faiblesse, à celle qui marche dans la bénédiction de ses prières

À mon inspiration et la source de ma force À mon modèle dans la vie À celui qui m'a appris et m'a amené à ce stade sans la sueur de son front.

A M. Rahmoni Zine al-Abidine et Mme Nadia Tebbal , à mes frères et sœurs, à mon soutien et à ma force, et à ceux qui m'ont soutenu après ma famille, mon fiancé Haithem, et à tous mes amis, en particulier mon ami en le mémorandum

Sehnoune Chahra

Je dédie cet humble ouvrage à l'âme de mon cher père, que Dieu lui fasse miséricorde, et à celle qui m'a appris mes premiers mots, ma chère mère

Professeur Rahmouni Zine El Abidine

Je dédie également ce travail à mon mari et partenaire qui m'a toujours encouragé

Et à ma belle-mère qui était à côté de moi, et à tous mes frères, surtout Amal et son mari

Et à mon beau-frère Diaa El-Din et à tous mes amis.

SOMMAIRE

Introduction Général1

Chapitre I: Recherche bibliographique

1. Introduction.....

I.2.Mortier.

I.2.1 les différents types de mortiers

I.2.2 Classification des mortiers.

I.2.3 Caractéristiques principales des mortiers.....

I.3.Déchets industriels.

I.4. Déchets d'aluminium

I.5.Les adjuvants.....

I.5. 2.Classification et utilisation

I.6. 3. Les types d'adjuvants.....

Conclusion.

Chapitre II:Les travaux antérieurs

Sur les ajouts cimentaires

II.1. Introduction les d'efférents ajouts :.....

II.2. Les recherches sur Valorisation des déchets d'aluminium sur la Performance Mécanique

.....

II.3. Les recherches sur effet combiné des fumées de silice et de l'additif sur le comportement des betons hautes performances soumis à des températures élevées.. ..

II.4. Les recherches sur Effet de la température de durcissement dans le Déchets de briques et de verre activés par les alcalis Mortier en poudre et leur influence de Résistances mécaniques.....

II.5. Les recherches sur Effets de la poudre de verre sur les caractéristiques de béton soumis à des températures élevées Effets de la poudre de verre sur les caractéristiques de béton soumis à des températures élevées.....

II.6. Les recherches sur Effet des fillers Laitier granulé sur la durabilité du HPC en marine environnement Effet de fillers de Laitier Granulé sur La Durabilité Des Bétons à Haute Spectacle En Milieu Marin.....

II.7. Les recherches sur Etude de l'influence d'un entraîneur d'air sur la rhéologie de Motors, Institut Technique de Gestion Urbaine.....	
II.8. Les recherches sur Valorisation des déchets industriels dans la formulation des mortiers soumis à des températures élevées.....	
II.9. Les recherches sur Comportement des Mortiers à Base de Déchets d'Aluminium et Méta Kaolin..	
II.10. Les recherches sur Effet de l'incorporation de l'entraîneur d'air sur les caractéristiques du mortier à base de déchets d'aluminium.....	
Conclusion.	

Chapitre III: caractérisations des matériaux

III.1 Introduction.....	
III.2 Objectif du travail.....	
III.3 Méthodologie du travail pratique.....	
III.4 Les essais sur les matériaux.....	
III.4.1 Les essais sur sable.....	
III.4.2 Les essais sur mortier.....	
III.5. Confection des éprouvettes.....	
III.6. Conservation des éprouvettes.....	
III.7. Estimation de la perte de masse.....	
III.8. Caractéristiques des matériaux utilisés.....	
III.8.1.Ciment.....	
III.8.2. Eau de gâchage.....	
III.8.3. Sable.....	
Conclusion.	

Chapitre IV: Résultats et interprétation

IV. Introduction.....	
IV.2. Composition du mortier.....	
IV. 3. Résultats des essais sur mortier.....	
IV.3.1. Masse volumique.....	
IV.3.2. Absorption d'eau.....	
IV.3.3. Essais de compression et de flexion.....	
Conclusion	

Liste des figures

Chapitre I: Recherche bibliographique

Figure I.1: Utilisation des super plastifiant.....4

Chapitre III: caractérisations des matériaux

Figure II.1: Courbe granulométrique du sable de Boussada9

Chapitre IV: Résultats et interprétation

Figure IV.1: La masse volumique en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium.
3

Figure IV.2: Absorption des mortiers en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium
.....4

Figure IV.3 : Résistance à la compression à 7 jours en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium
.....

Figure IV.4 :: Résistance à la flexion à 7 jours en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium
.6

Figure IV.5: Résistance à la compression à 28 jours en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium
. 7

Figure IV.-6: Résistance à la flexion à 28 jours en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium
.....8

Liste des Tableaux

Chapitre I: Recherche bibliographique

Tableau I.1 : Quantités des déchets produits par habitant dans les villes des Quelques pays en développement.	3
Tableau I.2 : Désignation des alliages d'aluminium corroyés	4
Tableau I.3 : Désignation des alliages d'aluminium de fonderie.....	5
Tableau I.4: Type d'adjuvants avec leur abréviation et les effets principaux selon SN EN 93(19) [28]..	6

Chapitre II: *Les travaux antérieurs*

Sur les ajouts cimentaires

CHAPITRE III: caractérisations des matériaux

Tableau III.1 : Classement de sable	
Tableau III.2: la Masse volumique absolue du sable	
Tableau III.3 : la Masse volumique apparent du sable	
Tableau III.4: Equivalent du sable.	
Tableau III.5: Résultats de équivalent du sable visuel et par piston	
Tableau III.6: Analyse granulométrique de sable.	7

CHAPITRE IV: Résultats et interprétation

Tableau IV.1: Composition des différents types de formulations de mortier.....	
Tableau IV.2: La résistance à la compression des différents mortiers et pates a 7 jours	4
Tableau IV.3: La résistance à la flexion des différents mortiers et pates a 7 jours	5
Tableau IV.4: La résistance à la compression des différents mortiers et pates a 28 jours	6
Tableau IV.5: La résistance à la flexion des différents mortiers et pates a 28 jours.....	6

Résumé :

Résumé :

Le but de cette étude est de valoriser les déchets d'aluminium en tant qu'additif dans les matériaux de construction. Nous avons également discuté de la description des propriétés des matériaux utilisés et mené plusieurs expériences pour modifier la quantité de déchets d'aluminium.

Les résultats obtenus ont prouvé que les résidus de déchets d'aluminium peuvent être réutilisés dans des mélanges de ciment ainsi que dans les mortiers. Et que la résistance mécanique des différents types de mortiers diminuer à mesure que le pourcentage d'ajout de déchets d'aluminium augmente au-delà de 7% du poids de ciment.

Abstract

The aim of this study is to recover aluminum waste as an additive in building materials as a cement additive. We also discussed the description of the properties of the materials used and conducted several experiments with changing the amount of aluminum waste.

The obtained results proved that the aluminum waste residues can be reused in cement mixtures as well as mortars. and that the mechanical resistance of different types of mortar is known to decrease as the percentage of adding aluminum waste increases .

ملخص

يهدف من هذه الدراسة هو استعادة نفايات الإسمنتية كإضافة في مواد البناء كإضافة اسمنتية و الغرض الرئيسي من هذه الدراسة هو تسليط الضوء على إمكانية إعادة تدوير نفايات الإسمنتية واستخدامها كإضافة في الإسمنتية ملاط. كما تطرقنا في وصف خصائص مواد الإسمنتية مستعملة و أجرينا عدة تجارب مع تغيير كمية نفايات الإسمنتية. نتائجنا متحصل عليها أثبتت بأن بقايا نفايات الإسمنتية يمكن إعادة استعمالها في خلطات الإسمنتية و كذلك ملاط وأن مقومات ميكانيكية مختلفة أنواع ملاط تعرف تناقص كلما زادت نسبة إضافة نفايات الإسمنتية.

Introduction Générale

Introduction Générale:

Les déchets industriels ont trouvé leurs places comme additifs aux matériaux cimentiers dans la fabrication des bétons et des mortiers de ciment. Parmi ces déchets, le fumé de silice, le laitier granulé de haut fourneau, les cendres volantes ...etc. Ces déchets peuvent être incorporés dans le béton comme ajout minéral ou granulats fins (sable), afin d'améliorer certaines propriétés à l'état frais (telles que la fluidité et la prise) ou à l'état durci (telles que la résistance mécanique et la durabilité du béton). Cependant, il existe d'autres types de déchets qui nécessitent d'être recyclés, à savoir les déchets d'aluminium. Comme la valorisation des déchets dans le génie civil est un secteur important dans la mesure où les produits que l'on souhaite obtenir ne sont pas soumis à des critères de qualité trop rigoureux. Le recyclage des déchets touche deux impacts très importants à savoir l'impact environnemental et l'impact économique. Les adjuvants font actuellement partie des développements les plus récents dans la formulation des mortiers car leurs utilisations apportent une amélioration des propriétés mécaniques des matériaux cimentaires. Le but de cette étude est de valoriser les déchets d'aluminium pour les réutiliser en tant que sable (par substitution partielle du sable naturel 0/3 mm) dans la confection des mortiers.

Ce mémoire est structuré en (3) chapitres comme suit :

- * **Le chapitre I:** Recherche bibliographique.*
- * **Le chapitre II:** Les travaux antérieurs sur les ajouts cimentaires.*
- * **Le chapitre III:** Caractérisations des matériaux.*
- * **Le chapitre IV:** Résultats et interprétation*

CHAPITRE I:
Recherche
bibliographique

I. Recherche bibliographique

I.1. Introduction:

Le présent chapitre est une étude bibliographique des travaux scientifiques sur les mortiers et les déchets industriels (l'aluminium)

I.2. Mortier :

Le mortier est l'un des matériaux de construction que l'on utilise pour solidariser les éléments entre eux, assurer la stabilité de l'ouvrage, combler les interstices entre les blocs de construction. En général le mortier est le résultat d'un mélange de sable, d'un liant (ciment ou chaux) et d'eau dans des proportions données, se diffèrent selon les réalisations et d'adjuvant.

Ils peuvent être très différents les uns des autres selon la nature et les pourcentages des constituants, le malaxage, la mise en œuvre et la cure[1].

I.2.1. Les différents types de mortiers :

A - Les mortiers de ciment :

Les mortiers de ciments sont très résistants, prennent et durcissent rapidement. Le dosage du rapport entre le ciment et le sable est en général volumétrique de 1/3 et le rapport de l'eau sur ciment est environ 1/2. De plus, un dosage en ciment les rend pratiquement imperméables [2].

En revanche, il est davantage sujet au retrait

B - Les mortiers de chaux :

Les mortiers de chaux sont gras et onctueux. Ils durcissent plus lentement que les mortiers de ciment. Les mortiers de chaux sont moins résistants par rapport aux mortiers de ciment.

C - Les mortiers bâtards :

Ce sont les mortiers, dont le liant est le mélange de ciment et de chaux. Généralement, On utilise la chaux et le ciment par parties égales, mais on mettra une quantité plus ou moins grande de l'un ou de l'autre suivant l'usage et la qualité recherchée.

Les chaux apportent leur plasticité, les ciments apportent la résistance mécanique et un durcissement plus rapide.

D - Les mortiers fabriqués sur chantier :

Ils sont préparés avec le ciment et le sable du chantier. Le ciment est un ciment courant CPA ou CPJ et parfois des ciments spéciaux comme le ciment alumineux fondu. Ces mortiers ne sont donc pas très réguliers et les sables peuvent être différents d'une livraison à l'autre, mais de toutes façons ils doivent être propre et de bonne granulométrie.

E - Le mortier industriel :

Ce sont des mortiers que l'on fabrique à partir de constituants secs, bien sélectionnés, conditionnés en sacs, contrôlés en usine et parfaitement réguliers. Pour utiliser ce type de mortiers, il suffit de mettre la quantité d'eau nécessaire et malaxer pour ensuite les mettre en œuvre.

I.2.2 Classification des mortiers :

La classification des mortiers est comme suite :

□ Selon leur domaine d'utilisation :

Généralement les mortiers varient selon leur domaine d'application, et ce dernier est très vaste et leurs domaines permettent de citer les catégories suivantes:

- Mortier de pose.*
- Mortier de joints.*
- Mortier pour les crépis.*
- Mortier pour le sol.*
- Pierres artificielles.*
- Support pour les peintures murales.*
- Mortier d'injection.*
- Mortier de réparation pour pierres.*

□ Selon la nature du liant :

On peut classer les mortiers selon la nature du liant en:

- Mortier de ciment portland.*
- Mortier de chaux.*
- Mortiers bâtards.*
- Mortier à base de ciment de maçonnerie.*

I.2.3. Caractéristiques principales des mortiers :

Les caractéristiques principales des mortiers sont:[3]

- L'ouvrabilité ;*
- La prise ;*
- Les résistances mécaniques ;*
- Les retraits et gonflements, etc.*

I.3: Déchets industriels :

Un déchet industriel est un type de déchet produit par l'activité de l'industrie et qui affecte négativement le bien-être. Les secteurs les plus visés sont : les manufacturiers, la construction, les services et l'agriculture. Il existe depuis le début de la révolution industrielle. Les déchets industriels qui peuvent être triés, collectés et recyclés sont de plusieurs ordres :

Déchets industriels spéciaux (DIS) :

Équivalent de déchets d'activités économiques dangereux : déchets toxiques, déchets chimiques ou encore déchets nucléaires. Ceux-ci nécessitent des techniques de précautions particulières de protection de l'environnement et d'un contrôle administratif renforcé en matière de stockage ou de transport.

Déchets inertes :

Équivalent de déchets d'activités économiques inertes : déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Ils sont principalement issus du BTP. .

Déchets industriels banals (DIB) :

Équivalent de déchets d'activités économiques non dangereux non inertes: ils sont en général composés de papiers, cartons, plastiques, bois, métaux, verres, matières organiques, végétales ou animales, résultant de l'utilisation d'emballages, de rebuts ou de chutes de fabrication. Ces déchets sont plus faciles à valoriser ou à recycler que les autres déchets

<i>Pays</i>	<i>Villes</i>	<i>Quantités des déchets (Kg/hab./jt)</i>
<i>Algérie</i>	<i>Alger</i>	<i>0,75 – 1,00</i>
<i>Burkina-Faso</i>	<i>Ouagadougou</i>	<i>0,62</i>
<i>Burkina-Faso</i>	<i>Bobo Dioulasso</i>	<i>0,55</i>
<i>Malaisie</i>	<i>Kuala Lumpur</i>	<i>1,70</i>
<i>Malaisie</i>	<i>(Moyenne nationale)</i>	<i>0,50 – 0,80</i>
<i>Cameroun</i>	<i>Yaoundé</i>	<i>0,85</i>
<i>Cameroun</i>	<i>Bafoussam</i>	<i>0,37</i>
<i>Maroc</i>	<i>Rabat</i>	<i>0,60</i>
<i>Maroc</i>	<i>Grand Casablanca</i>	<i>0,89</i>
<i>Maroc</i>	<i>(Moyenne nationale)</i>	<i>0,75</i>
<i>Chine</i>	<i>Hong - Kong</i>	<i>0,70</i>
<i>Chine</i>	<i>Guangzhou</i>	<i>0,40</i>
<i>Mauritanie</i>	<i>Nouakchott</i>	<i>0,21</i>
<i>Mexique</i>	<i>Mexicali</i>	<i>0,59</i>
<i>Mexique</i>	<i>Guadalajara</i>	<i>0,51</i>
<i>Philippines</i>	<i>(Moyenne Urbaine)</i>	<i>0,50</i>
<i>Philippines</i>	<i>(Moyenne rurale)</i>	<i>0,30</i>
<i>Vietnam</i>	<i>(Moyenne nationale)</i>	<i>0,61</i>
<i>Inde</i>	<i>(Moyenne nationale)</i>	<i>0,41</i>
<i>Brésil</i>	<i>Uberlândia</i>	<i>0,51</i>

Tableau I-1 : Quantités des déchets produits par habitant dans les villes des quelques pays en développement[8].

I.4. Déchets d'aluminium:

Comme L'aluminium et ses alliages occupent une place considérable non seulement dans la construction de fenêtres, de vitrines, de portes, de revêtements de façades, c'est-à-dire pour des objets à caractère décoratif. On les emploie également de plus en plus pour des éléments de coffrage, des constructions de toits, des canaux pour câbles, etc., donc pour un usage fonctionnel[9].

Les alliages d'aluminium sont subdivisés en groupes sur base de leurs propriétés telles que traitement thermique et mécanique et éléments d'alliage principaux ; il existe deux grandes familles d'alliage d'aluminium [9]:

A- Alliage d'aluminiums corroyés :

Sont des alliages à base d'aluminium destinés pour la majorité à être transformés par des techniques de forge (laminage, filage, matriçage, forge, etc.).

Séries D'alliages	Eléments D'alliages Principaux
<i>1XXX</i>	<i>99% d'aluminium minimum</i>
<i>2XXX</i>	<i>Cuivre</i>
<i>3XXX</i>	<i>Manganèse</i>
<i>4XXX</i>	<i>silicium</i>
<i>5XXX</i>	<i>Magnésium</i>
<i>6XXX</i>	<i>Magnésium et silicium</i>
<i>7XXX</i>	<i>Zinc</i>
<i>8XXX</i>	<i>Autres éléments</i>

Tableau I- 2: Désignation des alliages d'aluminium corroyés[9]

B - Alliage d'aluminium de fonderie :

Sont des alliages dont le constituant principal est l'aluminium, destinés à être transformés par des techniques de fonderie.

Ils sont souvent nommés « alliages légers » du fait de leur masse volumique nettement inférieure à celles d'autres métaux utilisés dans l'industrie.

<i>Séries D'alliages</i>	<i>Eléments D'alliages Principaux</i>
<i>1XXX</i>	<i>99% d'aluminium minimum</i>
<i>2XXX</i>	<i>Cuivre</i>
<i>3XXX</i>	<i>Silicium + Cuivre et/au Magnésium</i>
<i>4XXX</i>	<i>silicium</i>
<i>5XXX</i>	<i>Magnésium</i>
<i>6XXX</i>	<i>n'existe pas</i>
<i>7XXX</i>	<i>Zinc</i>
<i>8XXX</i>	<i>Etain</i>
<i>9XXX</i>	<i>Autres éléments</i>

Tableau I-3: Désignation des alliages d'aluminium de fonderie [9].

Le déchet d'aluminium est très intéressant du point de vue de son recyclage et de sa valorisation.

Les différentes origines des déchets d'aluminium sont les :

Déchets neufs facile:

Chutes de fabrication, composition bien connue facilement recyclable.

Déchets neufs complexe:

Chutes de production et de transformation avec traitements de préparation et d'affinage plus complexes.

Déchets usagés :

Objets divers (véhicules automobiles, déchets de démolitions, emballages de produits, boîtes-boissons. Il existe actuellement plus de 400 alliages d'aluminium (alliages corroyés) et plus de 200 alliages de fonderie.

I.5. Les adjuvants:

Les adjuvants sont des produits chimiques que l'on utilise dans le cas des bétons et mortiers. Ils modifient les propriétés des bétons et des mortiers auxquels ils sont ajoutés en faible proportion (environ de 5% du poids de ciment). Les mortiers peuvent comporter différents types d'adjuvants, les super plastifiants (haut réducteurs d'eau), les entraîneurs d'air, les modificateurs de prise (retardateurs, accélérateurs) et les hydrofuges [6].

Ils ajoutent des qualités au mortier ou au béton de base. Liquides ou en poudre, ils sont incorporés lors du gâchage dans des proportions définies selon chaque produit [10].

I.5.1. Classification et utilisation :

Un adjuvant en général, présente une action principale d'après laquelle il se trouve classé et défini, mais il peut présenter également certaines actions secondaires que l'on appelle généralement « effets secondaires ».

Les normes européennes retiennent la classification suivante :

- *Plastifiants réducteurs d'eau ;*
 - * Super plastifiants hautement réducteurs d'eau ;*
 - * Rétenteurs d'eau ;*
 - * Entraîneurs d'air ;*
 - * Accélérateurs de prise ;*
 - * Accélérateurs de durcissement ;*
 - * Retardateurs de prise ;*
 - * Hydrofuges.*
- Super plastifiants Dans notre mémoire on à utiliser deux types d'adjuvants :*
- * Entraîneurs d'air*
 - * Super plastifiants*

I.5.2. Les type d'adjuvants :

Plusieurs catégories sont ainsi définies par la norme NF EN 934-2

A/Adjuvants modifiant la rhéologie de la pâte de mortier (Plastifiants et fluidifiants)

Les plastifiants et les fluidifiants sont de loin les adjuvants les plus utilisés pour la confection du béton et mortier. Leur efficacité est illustrée par la (Figure I-5).

Pour un rapport E/C constant, l'utilisation de ces adjuvants améliore l'ouvrabilité du béton. Ils permettent de réduire le dosage en eau, donc le rapport E/C, si l'ouvrabilité est maintenue constante, ce qui entraîne un accroissement de la résistance et de la compacité.

On peut aussi, mais avec une moindre efficacité, conjuguer les deux effets, soit obtenir une amélioration de l'ouvrabilité tout en diminuant le rapport E/C. En conséquence, les plastifiants et fluidifiants permettent d'optimiser la recette du béton et mortier en termes d'ouvrabilité et de propriétés du béton et mortier durci. Comme effet secondaire possible de ces adjuvants, on observe parfois un effet retardateur de prise. D'une manière générale, l'efficacité des adjuvants est étroitement dépendante des caractéristiques du ciment et de la composition du béton ou mortier.

C'est pourquoi il est recommandé de vérifier la compatibilité et l'efficacité de chaque combinaison adjuvant –ciment au moyen d'essais préliminaire.

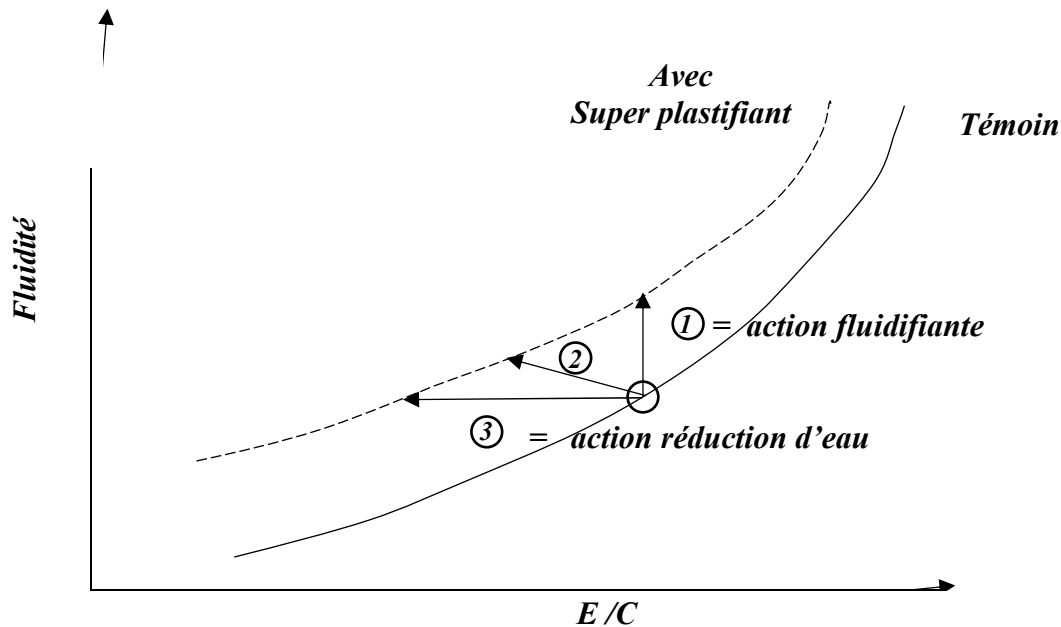


Figure I-1: Utilisation des super plastifiants[11].

1-Augmentation de la fluidité (teneur en eau égale)

2-Diminution de la teneur en eau et augmentation de la fluidité

3-Diminution de la teneur en eau (à fluidité égale).

L'action principale des super plastifiants est de défouler les grains de ciment. Une action de répulsions électrostatique agit en neutralisant les charges électriques présents à la surface des grains et/ou par répulsion stérique en écartant les grains les uns des autres, grâce à des chaînes moléculaires très longues.

L'eau piégée par les floccs est de nouveau disponible pour la maniabilité du béton et mortier.

Il est alors possible de mettre en œuvre des bétons et des mortiers très fluides, avec des rapports E/C faibles.

B/ Adjuvants modifiant la prise et le durcissement

Ces adjuvants sont des produits chimiques, qui modifient les solubilités des différents constituants des ciments et surtout leur vitesse de dissolution physiquement, cette action se traduit par l'évolution du seuil de cisaillement dans le temps, en fonction de l'adjuvant utilisé:

Accélérateurs de prise et durcissement

Les accélérateurs de prise et les accélérateurs de durcissement avancent le début de prise ou accélèrent le processus de durcissement en libérant la chaleur d'hydratation plus rapidement. L'hydratation étant plus rapide, le béton peut être décoffré, mis en charge ou exposé au gel plus tôt. L'effet des accélérateurs dépend beaucoup de leur composition chimique et de celle du ciment utilisé.

En cas de surdosage, on peut observer une inversion du phénomène recherché, c'est-à-dire un ralentissement au lieu d'une accélération de la prise ou du durcissement. Les accélérateurs entraînent souvent une perte plus ou moins importante de la résistance finale du béton ou mortier. Ces adjuvants peuvent avoir une influence majeure sur les caractéristiques du béton frais et durci. Leurs effets se basent sur des réactions chimiques et/ou physiques très complexes, c'est pourquoi il faut éviter de mélanger différents types d'adjuvants ou combiner des adjuvants provenant de fabricants différents. Il est impératif de procéder à des essais préliminaires, afin de définir le bon dosage et le type d'adjuvant adapté au ciment, aux additions, à l'eau et aux granulats de la recette de béton et mortier.

Retardateurs de prise

Les retardateurs de prise ont pour effet de retarder le début de la prise du ciment et de prolonger ainsi le délai de mise en place du béton. Leurs applications principales sont les suivantes :

- *Bétonnage par temps chaud.*
- *Transport du béton sur de longues distances.*
- * Bétonnage de gros volumes ou de grandes surfaces.*

Un béton avec retardateur de prise durcit moins vite au jeune âge, mais sa résistance à 28 jours est souvent un peu plus élevée que celle d'un béton sans retardateur. Du fait de son durcissement initial ralenti, un béton avec retardateur de prise nécessite une cure prolongée et particulièrement attentive.

En cas de surdosage, l'effet du retardateur de prise peut s'inverser et devenir accélérateur.

C/ Adjuvants modifiant les propriétés physiques :

Entraîneurs d'air :

Le rôle des entraîneurs d'air est d'incorporer des millions de petites bulles d'air d'un diamètre compris entre 10 et 300 μm dans le béton afin d'augmenter la résistance aux cycles de gel -dégel. Figure

Il en résulte également une amélioration de l'ouvrabilité et une diminution du ressuage du fait de leur nature chimique particulière, les entraîneurs d'air ont la capacité d'introduire des bulles d'air de la dimension voulue dans le béton et de les stabiliser.

<i>Adjuvants</i>	<i>Abréviation</i>	<i>Effets principaux et domaines d'application</i>
<i>Plastifiant</i>	<i>BV</i>	<i>Diminution de l'eau de gâchage et/ou amélioration de l'ouvrabilité (éléments préfabriqués).</i>
<i>Fluidifiant</i>	<i>FM</i>	<i>-Forte Diminution de l'eau de gâchage et/ou amélioration de l'ouvrabilité. - permet d'obtenir des bétons à durabilité accrue et/ou à mise en place facilitée(béton pompés, SCC).</i>
<i>Entraîneur d'air</i>	<i>LP</i>	<i>Production et dispersion de fines bulles d'air dans la masse du béton en vue d'augmentation sa résistance au gel et aux sels de déverglaça (ouvrage d'art)</i>
<i>Retardateur de prise</i>	<i>VZ</i>	<i>Retardateur du début de prise du béton(bétonnage par temps chaud)</i>
<i>Accélérateur de prise</i>	<i>SBE</i>	<i>Accélérateur du processus de prise du de béton(béton projetés)</i>
<i>Accélérateur de durcissement</i>	<i>HBE</i>	<i>Accélérateur du processus de durcissement du béton(préfabrication).</i>

Tableau I-4 Type d'adjuvants avec leur abréviation et les effets principaux selon SN EN 93(19). [12]

Conclusion:

Ce chapitre présente une étude bibliographique sur les mortiers, les différents adjuvants, les déchets d'aluminium et leurs valorisations d'une façon générale ainsi que leurs effets sur les mortiers.

CHAPITRE II:

Les travaux antérieurs

Sur les ajouts cimentaires

II. Les travaux antérieurs sur les ajouts cimentaires

II.1. Introduction les d'efférents ajouts :

Introduction :

Le recyclage et la réutilisation des déchets et sous-produits industriels sont aujourd'hui des sujets d'une grande importance dans tout secteur et plus encore dans la technologie du ciment et du béton. L'aluminium est le métal non ferreux le plus utilisé dans le monde.

II.2. Les recherches sur Valorisation des déchets d'aluminium sur la Performance Mécanique de mortier soumis à des cycles de gel-dégel,

Tebbal et al.[13] a étudié l'effet des ajouts d'aluminium (AL) sur les performances mécaniques des mortiers soumis à des cycles de gel-dégel. La recherche a évalué la densité, les résistances à la compression et les propriétés d'ouvrabilité des mélanges de mortier auxquels Le sous-produit d'aluminium a été ajouté dans différentes proportions (0 %, 5 % et 7,5 %) en poids de ciment. Les effets du gel-dégel rapide cycles sur les propriétés mécaniques des matériaux de mortier d'aluminium (MC, M5 et M7.5) sont étudiés sur la base de la Résultats expérimentaux. Les résultats des tests indiquent une diminution considérable de la maniabilité, de la densité de résistance mécanique du mortier simple avec l'ajout d'AL. Les résultats montrent également que la résistance du mortier avec AL peut être suffisante pour certaines applications, où un mortier léger et à faible résistance est requis. Dans l'ensemble, les résultats de cette étude démontrent la viabilité de l'utilisation de l'AL dans la production de béton à faible résistance, où une telle utilisation peut contribuer à une construction plus durable.

Les conclusions les plus importantes de cette étude sont les suivants :

- L'inclusion d'aluminium dans le béton réduit considérablement sa maniabilité, ce qui nécessite l'utilisation de adjuvants réducteurs d'eau de gamme élevée;*
- Des taux de remplacement de 5 % et 7,5 %, permettent d'obtenir un mortier de bonne qualité;*
- L'ajout de 7,5 % de déchets d'aluminium a entraîné une réduction de près de 23 % de la densité du béton;*
- L'ajout de déchets d'aluminium (jusqu'à 7,5 % en poids de sable) réduit les résistances à la compression à un niveau acceptable niveaux pour certaines applications;*
- La résistance à la compression des mortiers avec AL a diminué de manière significative lorsqu'ils sont exposés à un gel-dégel sévère cycles par rapport au mortier témoin[13].*

II.3. Les recherches sur l'EFFET COMBINÉ DES FUMÉES DE SILICE ET UN ADDITIF SUR LE COMPORTEMENT DES BETONS HAUTES PERFORMANCES SOUMIS À DES TEMPÉRATURES ÉLEVÉES.

À des températures élevées ou dans des conditions thermiques telles que les incendies de tunnel (Channe 1996, Mont Blanc 1999, Tauern 1999) et les réacteurs nucléaires, prédiction de béton

La performance est d'une grande importance pour l'évaluation de la sécurité structurelle.

Béton est un matériau quasi cassant, hétérogène et multiphasique. A l'échelle macroscopique, c'est un mélange d'agrégats liés entre eux par une matrice de pâte de ciment durcie les entourant, avec une zone de transition inter faciale assez faible. A l'échelle microscopique, la pâte de ciment elle-même s'avère hétérogène, constituée d'un noyau hydraté de grains de ciment, de produits d'hydratation cristallins et amorphes, et de pores. La microstructure de la pâte de ciment au voisinage des granulats diffère de celle de la pâte en vrac.

Tebbal [14] et al. examiné l'effet des ajouts de la fumée de silice et de super plastifiant sur la performance mécanique des bétons à hautes performances soumis à haute température. Les bétons testés sont formulés avec 5% de fumée de silice et deux dosages de super plastifiants dans le rapport de (2%, 2,5%) poids de ciment après avoir été exposé à quatre températures maximales, 200 °C, 400 °C, 600 °C et 900 °C sans aucune charge imposée pendant le chauffage. Les résultats obtenus montrent que la mécanique la résistance à 28 jours augmente avec le degré de température par rapport à celle mesurée à 20 °C. Sur le au contraire, une nette diminution est observée entre 600 °C et 900 °C. Cependant, la composition des matériaux semble avoir une grande influence sur la résistance mécanique.

Les conclusions les plus importantes de son étude sont les suivants :

- la vitesse de l'élévation de la température, influe sur la baisse de résistance entre 400 et 600 °C.*
- La température critique qui provoque des propriétés d'atténuation maximales de différentes résistances à la compression, la perte de masse est comprise entre 400°C et 600°C;*
- Au-delà de 600°C le béton peut perdre la majorité de ces propriétés*
- Les bétons avec super plastifiant sont affectés par les températures élevées en particulier à 600 °C et plus par rapport à un dosage inférieur au super plastifiant;*
- Pour un béton plus résistant, l'ajout de la fumée de silice conduit à une résistance moindre (24%) dans la plage de température testée, entre 400 et 600 °C;*
- Les échantillons BHP contenant de la fumée de silice ont une contrainte de compression élevée par rapport aux échantillons BHP sans fumée de silice (CR);*
- Des changements de couleur ont été observés sur le béton sous l'effet des températures élevées.^[14]*

II.4. Les recherches sur effet de la température de durcissement dans les déchets de briques et de verre activés par les alcalis mortier en poudre et leur influence sur la résistance mécanique.

L'industrie du ciment est l'un des principaux contributeurs aux émissions de gaz à effet de serre.

Des gaz comme le dioxyde de carbone (représentant environ 1,35 milliard de tonnes par an). En plus, Le ciment fait partie des matériaux de construction les plus énergivores [1]. Une augmentation

La prise de conscience des enjeux écologiques a incité les industries à développer des produits respectueux de l'environnement et aboutissant au développement de la structure [2].

En plus de la réduction des coûts et des économies d'énergie, l'utilisation du SCM dans le ciment pour la la fabrication de mortier et de béton offre des avantages techniques [3]. Autres possibilités

De la production de liants plus verts ou de bétons à bonnes performances sont assurés par des matériaux activés par les alcalis (AAM), où certains précurseurs d'aluminosilicate sont activés par les alcalis caustiques ou les sels alcalins.

L'étude de RAHMOUNI [15]et al, sur l' effet de la température de durcissement dans les déchets de briques et de verre activés par les alcalis Mortier en poudre et leur influence sur la résistance mécanique, les valeurs de résistance à la compression ont été mesurées à différents temps de durcissement (7, 14 et 28 jours). L'activation alcaline du corps en poudre de brique et de verre avec du potassium verre soluble ayant le module de silicate de 3. Résistances à la compression, résistance à la flexion et l'énergie de rupture spécifique des éprouvettes stockées à 40°C et 60°C sont évaluées à 28 jours. L'étude démontre que la température de stockage des échantillons et le contenu de la solution alcaline a une influence significative sur tous les propriétés des matériaux étudiés.

Les conclusions les plus importantes de son étude sont les suivants :

- Pour la polymérisation, la chaleur est requise pour le mortier géo polymère;
- La combinaison de déchets de briques avec de la poudre de verre affecte le mortier géo polymère Performances à court terme;
- La résistance mécanique augmente avec l'incorporation de poudre de brique au début âge;
- A 60 °C, ces résistances sont améliorées, notamment pour le mélange avec 10% de fines briques et 90 % de déchets de verre (M GP90BW10) par rapport aux mortiers 100 % de déchets de briques (MBW);
- L'échantillon M BW montre un très petit pourcentage d'incrément en compression résistance pour une durée de durcissement plus longue pour une température de durcissement jusqu'à 60 ° C, mais dans tous les cas, cet incrément n'est même pas supérieur à 10 %. De plus un durcissement duré de 24 heures pour une température de durcissement supérieure à 40°C donne un mauvais résultat en relation avec la résistance à la compression.^[15]

II.5. Les recherches sur Effets de la poudre de verre sur les caractéristiques de béton soumis à des températures élevées Effets de la poudre de verre sur les caractéristiques de béton soumis à des températures élevées.

Le béton est le substitut le plus important des matériaux de construction. Résistance, coût et durabilité du bâtiment en dépend fortement (Gautam et al. 2014). Mais le béton est généralement considéré comme avoir une résistance au feu acceptable par rapport à d'autres matériaux de construction

tels que le bois ou en acier. Lorsque le béton reste longtemps exposé à des températures élevées, les pertes mécaniques de ses propriétés ont lieu (Sanghuaia et al. 2013).

Les expériences de laboratoire montrent qu'en cas de béton non protégé les propriétés mécaniques

Diminue drastiquement pour des températures supérieures à 300°C. Ils sont attribués à la microstructure transformations se produisant dans la pâte de ciment et les granulats, et les changements de volume induits par contraintes thermiques. Après incendie, l'évaluation de la détérioration de la structure est nécessaire afin d'identifier le niveau d'endommagement induit par la transformation chimique et la fissuration, tous deux contribuant aux pertes de résistance mécanique (Kulkarni 2014).

Une étude expérimentale sur la performance du béton avec et sans poudre de verre (GP) soumis à des températures élevées a été traité par Rahmouni [16] et al. Les Propriétés mécaniques et physico-chimiques des bétons ont été étudiés à la fois à température ambiante et à haute température. L'une des préoccupations environnementales majeures est l'élimination ou le recyclage des déchets. Cependant, un volume élevé de la production industrielle a généré une quantité considérable de déchets qui ont un certain nombre d'impacts négatifs sur l'environnement. De plus, l'utilisation de verre ou de sous-produits dans la production de béton présente des avantages pour améliorer certains ou toutes les propriétés du béton. Les incitations économiques et les avantages environnementaux en termes de réduction l'empreinte carbone sont également la raison de l'utilisation de déchets dans le béton. L'apparition d'écaillage, de compression résistance, perte de masse, composition chimique, phase cristalline et analyse thermique du CPG avant et après l'exposition à différentes températures (20, 200, 400 et 600 °C) a été étudiée de manière approfondie. Les résultats a indiqué que la plage de température critique du CPG se situait entre 400°C et 600°C.

Les conclusions les plus importantes de son étude sont les suivants :

- *Au fur et à mesure que le pourcentage de poudre de verre augmente, la maniabilité diminue. Pour maintenir la maniabilité avec un rapport ciment/eau restreint, il est nécessaire d'utiliser un super plastifiant;*

- *La résistance à la compression augmente avec l'augmentation du pourcentage de poudre de verre jusqu'à 5 % remplacement;*

- *Le verre très finement broyé s'est avéré être une excellente charge et peut avoir suffisamment Propriétés pouzzoloniques pour servir de remplacement partiel du ciment;*

- *Une température de durcissement élevée est bénéfique pour le développement de la résistance à la compression du ciment pâtes incorporant GP car il peut favoriser à la fois l'hydratation du ciment et la réaction pouzzolanique de GP simultanément. Il peut offrir une base théorique pour l'application de GP dans les produits préfabriqués en béton, le béton de masse ou même la construction en béton construits au cours de la saison chaude;*

- Les échantillons HPC contenant de la poudre de verre ont une contrainte de compression élevée par rapport au éprouvettes de béton sans poudre de verre (CR);

- La température critique, qui provoque des propriétés d'atténuation maximales de différentes résistances à la compression et pertes de masse entre 400°C et 600°C;

- Des changements de couleur ont été observés sur le béton sous l'effet des températures élevées.^[16]

II.6. Les recherches sur effet de laitier granulé sur la durabilité des BHP en milieu marin

L'étude de la composition d'un béton consiste à définir le mélange optimal des différents granulats dont on dispose ainsi que le dosage en ciment et en eau afin de réaliser un béton dont les qualités soient celles recherchées pour la construction de l'ouvrage [17].

Le béton à haute résistance, ou plus généralement le béton à hautes performances, se compose de granulats, d'eau, de ciment, de super plastifiants, et éventuellement d'une addition (souvent, des fumées de silice et de laitier). L'utilisation des ajouts minéraux en remplacement du ciment est très importante, car en plus faire des économies d'énergie et la diminution de l'émission du CO₂, tout en améliorant les propriétés du béton.

L'effet combiné des charges de fumée de silice et de laitier de haut fourneau sur la durabilité de haute Les bétons de performance ont été étudiés. Les supports de stockage sont : l'eau de mer et l'eau du robinet comme référence. Ce travail se concentre sur l'effet de l'incorporation de différentes quantités de lait plus de fumée de silice sur la mécanique résistance des bétons à ciments calcaires et son influence sur la durabilité vis-à-vis de la marine. Le les résultats montrent que l'ajout de 10 % de laitier et de 5 % de fumée de silice offre la meilleure protection en milieu marin eaux. Un des indicateurs de durabilité sont sélectionnés et suivis de 1 jour à 28 jours sont des variations de résistances à la compression non confinées. Le PH de la solution, notamment lié à la fréquence de renouvellement bains, apparaît comme un paramètre important de l'agressivité.

Les conclusions les plus importantes de son étude sont les suivants :

Les résultats obtenus dans cette étude nous ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

- L'analyse des matériaux locaux montre qu'ils répondre aux normes pour la fabrication d'un béton de qualité;

- Le laitier granulé de haut fourneau du complexe sidérurgique de l'usine d'EL HADJAR, broyé (sous forme de fillers) convient pour la confection des bétons à hautes performances. Laitier broyé et la fumée de silice offrir des maniabilités acceptables malgré la rétention d'eau par le laitier granulé qui est assez important en raison de leur porosité. Cette résultats observés par Laurent Moulez,I. Mésoudène (2012);

- Les résultats obtenus sur béton frais et durci prouvant que le type des ajouts et leurs pourcentages ont une influence. Pour le béton B (10F) la diminution de la résistance à la compression de l'ordre de 26% par rapport au même pourcentage de fumée de silice. Influencez aussi bien la résistance en compression à 28j que l'ouvrabilité;

- Le choix s'est donc porté sur 5% de fumée de silice et 25% de laitier;
- Pour le béton B (2F, 25L) la diminution de la résistance à la compression à 28j atteint 8% à celle du béton B (5F, 10L). Le choix s'est donc porté sur 5% de fumée de silice et 10 % de laitier;
- Les bétons conservés dans un milieu non agressif présentent des résistances meilleures à celle des bétons conservés dans le milieu marin;
- La méthode de formulation des BHP de l'université de Sherbrooke est applicable pour la confection des BHP à base du laitier granulé broyé et donne de bons résultats.^[17]

II.7. Les recherches sur Etude de l'influence d'un entraîneur d'air sur la rhéologie de mortiers

Le béton à air occlus est considéré comme l'un des découvertes faites dans la technologie concrète. C'est bien connu que l'AEA peut améliorer la maniabilité du produit frais béton et améliorer la résistance au gel et perméabilité du béton durci.

Il a donc une portée pratique et théorique importance pour la recherche de l'influence de l'entraînement d'air agent sur les propriétés rhéologiques du mortier et du béton et paramètres caractéristiques de la bulle.

Y. Jiang, Z., 2006, a étudié la recherche de l'air agent entraîneur sur les propriétés rhéologiques du béton et effet de paramètres caractéristiques de bulle, il a constaté que l'air agent d'entraînement diminution de la compression du béton résistance, résistance à la flexion du béton légèrement ajoutée, et le taux de compression de pliage a augmenté de manière significative.

L'objectif de cette étude est d'analyser l'effet de l'entraînement d'air sur la température rhéologique fraîche.

Propriétés ainsi que sur les résistances mécaniques à la compression des mortiers. Le béton durci contient une certaine quantité d'air répartie aléatoirement, provenant soit d'un entraînement pendant le pétrissage, soit de l'évaporation de l'eau de gâchage. La quantité d'air est de l'ordre de 20 l/m , soit 2% du volume. Cependant, la présence d'un volume important de bulles d'air fait chuter les résistances mécaniques en compression. D'autre part, le l'utilisation de l'entraînement d'air pourrait améliorer les propriétés rhéologiques du béton frais.

Tebbal [18] et al ont été menées pour étudier l'effet de l'entraînement d'air sur la résistance à la compression, densité et ingrédients du mélange de béton frais. Pendant toute l'étude, le rapport eau ciment (w/c) a été maintenu constant à 0,5. Les résultats ont montré une diminution substantielle de la densité de l'eau et du mortier suivie de diminution de la résistance à la compression du mortier. Les résultats de cette étude ont donné plus prometteur de l'utiliser comme un guide pour la conception du mélange de mortier afin de choisir économiquement la conception de mélange de béton la plus appropriée.

Les conclusions les plus importantes de son étude sont les suivants :

• Il a été étudié l'effet de l'air entraîné sur la rhéologie des mortiers. On a remarqué que les bulles d'air qui a généré en utilisant un type spécial de ciment ou en utilisant un agent entraîneur d'air réparti dans l'ensemble masse du mortier faisant office de roulements à billes souples. La conclusion de cette étude peut être résumée comme suit;

• L'entraînement d'air peut réduire les ingrédients de mortier sans aucun effet sur la maniabilité du mortier mélange, ce qui signifie qu'un mélange de mortier plus économique peut être obtenu en utilisant l'agent d'entraînement d'air quiconque diminution de la résistance à la compression du béton par une augmentation de l'entraînement d'air doit être envisagée;

• La réduction de la densité due à l'augmentation de l'air l'entraînement dans le mélange de mortier entraîne une baisse de la chaleur d'hydratation dans un mortier de masse.^[18]

II.8. Les recherches sur Valorisation des déchets industriels dans la formulation des mortiers soumis à des températures élevées.

Les déchets industriels ont trouvé leurs places comme additifs aux matériaux

Cimentières dans la fabrication des bétons et des mortiers de ciment. Parmi ces déchets, les fumés de silice, le laitier granulé de haut fourneau, les cendres volantes ...etc. Ces déchets peuvent être incorporés dans le béton comme ajout minéral ou granulats fin (sable), afin d'améliorer certaines propriétés à l'état frais (telles que la fluidité et la prise) ou à l'état durci (telles que la résistance mécanique et la durabilité du béton). Cependant, il existe d'autres types de déchets qui nécessitent d'être recyclés, à savoir les déchets d'aluminium.

Delaldja [19] et al étude a pour objectif la valorisation du déchet d'aluminium comme ajout dans les matériaux de construction à matrice cimentaire. Le but principal de cette étude est de mettre en évidence la possibilité de recycler les déchets d'aluminiums et l'utiliser comme ajout dans le mortier. L'étude est une caractérisation des matériaux utilisés qui permet de formuler des mortiers à base du déchet d'aluminium soumis à des températures élevées. Dans ce sens, nous avons étudié une série d'essais, en variant le taux d'ajout d'aluminium. Une comparaison des résultats avec un mortier témoin sans ajout est établie. Les résultats obtenus montrent qu'il est possible d'utiliser le déchet d'aluminium dans les matériaux cimentaires. Les résistances mécaniques des différents mortiers augmentent progressivement avec l'augmentation de la température jusqu'à 200 °C et un pique très remarquable pour tous les mortiers à 200 °C. Au-delà de ce pique les résistances soit à la compression ou à la traction montrent une chute. A 600 °C un éclatement pour toutes les formulations de mortier

Les conclusions les plus importantes de son étude sont les suivants :

Dans le présent travail on a fait une étude sur la valorisation des déchets d'aluminium dans la formulation des mortiers soumis à des températures élevées. Le sable est substitué par le déchet d'aluminium (0/3) mm à des proportions (0, 2.5, 5, 7.5 et 10% du poids de sable) et comparé par rapport

au mortier témoin. Les mortiers sont soumis à des températures élevées de (50 °C; 100 °C; 150 °C; 200 °C; 400 °C et 600 °C).

Cette étude nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- *L'augmentation de pourcentage du déchet incorporé dans la pâte de ciment augmente la quantité d'eau requise pour avoir une consistance normale de mortier;*
- *La diminution des temps de début et fin de prise proportionnellement avec l'augmentation de taux de déchets. Cette diminution devient très importante (presque 90%) pour les pourcentages (7.5 et 10 %) d'aluminium;*
- *La diminution de masse volumique proportionnellement avec l'augmentation de taux de déchets. Alors on peut dire que l'incorporation de déchets d'aluminium joue un rôle d'allègement pour les mortiers ou béton;*
- *L'augmentation de la porosité proportionnelle avec l'augmentation de taux de déchets;*
- *L'augmentation du taux de déchet d'aluminium induit une diminution des résistances à la compression Rc28 et en traction par flexion Rf28 des mortiers à l'état durci. Cette diminution devient importante (presque 80%) dans les pourcentages de déchets (7.5 et 10 %). Alors on peut dire que l'incorporation de déchets d'aluminium affaiblit le mortier;*
- *La perte de masse pour les différents mortiers augmente proportionnellement avec l'augmentation de la température;*
- *Les résistances mécaniques Rc28 et Rf28 pour les différents mortiers augmentent progressivement avec l'augmentation de la température jusqu'à 200 °C. un pique très remarquable pour tous les mortiers à 200 °C. Au-delà de ce pique les résultats soient Rc28 ou Rf28 montrent une chute. A 600 °C un éclatement pour toutes les formulations de mortier.^[19]*

II.9. Les recherches sur Comportement des Mortiers à Base de Déchets d'Aluminium et Méta Kaolin.

Les additions cimentaires font actuellement partie des développements les plus

Récente dans la production du béton, car l'utilisation des additions apporte une amélioration des propriétés mécaniques et de la durabilité du béton. D'autre part, leur utilisation a pour objectif de réduire la consommation de ciment, en contribuant de manière simple et économique à résoudre les problèmes liés à l'environnement.

MANSOUR [20] et al étude a pour objectif la valorisation de la poudre de kaolin calciné et les déchets d'aluminium comme ajout dans les matériaux de construction à matrice cimentaire. Le but principal de cette étude est de formuler et d'analyser la performance des mortiers à base de déchets d'aluminium et méta kaolin. Dans ce sens, nous avons étudié une série d'essais, en variant le taux d'ajout d'aluminium et le méta kaolin. Une comparaison des résultats avec un mortier témoin sans ajout est

établie. Les résultats observés ont montré que le taux de substitutions du ciment par du méta kaolin et les déchets d'aluminium augmente la résistance à la compression et à la flexion au jeune âge.

Les conclusions les plus importantes de son étude sont les suivants :

Le travail de thèse s'inscrit dans une double problématique, d'ordre environnemental et économique, à laquelle l'industrie du béton doit s'adapter en substituant au ciment des additions minérales moins polluantes (fumée de silice, cendre volante, laitier, déchets d'aluminium, filler calcaire, méta kaolin...). Le travail traite directement de l'incorporation du méta kaolin et l'aluminium dans les matrices cimentaires, en tant qu'addition à haute qualité environnementale, issue d'une ressource naturelle et qui participe au développement durable de tout ou partie d'un ouvrage en béton. Les résultats obtenus dans ce travail nous amènent aux conclusions suivantes: Pour le déchets d'aluminium ϖ Dans le présent travail on a fait une étude sur la valorisation des déchets d'aluminium dans la formulation des mortiers soumis à des températures élevées. Le sable est substitué par le déchet d'aluminium (0/3) mm à des proportions (0, 2.5, 5, 7.5 et 10% du poids de sable) et comparé par rapport au mortier témoin. ϖ La diminution de masse volumique proportionnellement avec l'augmentation de taux de déchets. Alors on peut dire que l'incorporation de déchets d'aluminium joue un rôle d'allègement pour les mortiers ou béton. ϖ L'augmentation de pourcentage du déchet incorporé dans la pâte de ciment augmente la quantité d'eau requise pour avoir une consistance normale de mortier. Pour le Méta kaolin ϖ Le méta kaolin améliore la performance du béton à travers deux actions : la première est physique attribuée à sa finesse permettant le remplissage des pores alors que la deuxième est chimique due au caractère pouzzolanique du méta kaolin ϖ Les propriétés des méta kaolins dépendent fortement de leur surface spécifique, de la taille des particules et de leurs compositions chimiques et minéralogiques ϖ La substitutions de 10 et 15% du ciment par du méta kaolin augmente la résistance à la compression et à la traction ϖ Le méta kaolin améliore les performances mécaniques des mortiers Ce qui permet de conclure que le méta kaolin et l'aluminium est un substitut efficace capable de réduire le contenu de ciment pour l'obtention de mortiers équivalents, économiques et contribuer à réduire le dosage en ciment et ainsi à résoudre les problèmes liés à l'environnement dans la production du ciment.^[20]

II.10. Les recherches sur effet de l'incorporation de l'entraineur d'air sur les caractéristiques du mortier à base de déchets d'aluminium.

Les adjuvants font actuellement partie des développements les plus récents dans la formulation des mortiers car leurs utilisations apportent une amélioration des propriétés mécanique des matériaux cimentaires.

Le but de cette étude est de valoriser les déchets d'aluminium pour les réutiliser en tant que sable (par substitution partiel du sable naturel 0/3 mm) dans la confection des mortiers.

Benhamida [21] et al étudie a pour objectif la valorisation du déchet d'aluminium comme ajout dans les matériaux de construction à matrice cimentaire. Le but principal de cette étude est de mettre en évidence la possibilité de recycler le déchet d'aluminium et l'utiliser comme ajout dans le mortier. L'étude est une caractérisation des matériaux utilisés dans la formulation des mortiers à base du déchet d'aluminium. Dans ce sens, nous avons réalisé une série d'essais, en variant le taux d'ajout d'aluminium, en comparant les résultats obtenus avec un mortier témoin sans ajout. Les résultats obtenus montrent qu'il est possible d'utiliser le déchet d'aluminium dans les matériaux cimentaires Deux types d'adjuvant ont été utilisés dans la formulation des mortiers à savoir: l'entraineur d'air et un super plastifiant pour étudier l'effet de ces derniers sur l'affaissement et la résistance mécanique du mortier réalisé. Les résultats montrent, que l'ajout du l'entraineur d'air et le super plastifiant dans les mortiers provoquent une amélioration dans l'ouvrabilité et entraîne une diminution des résistances mécaniques.

Les conclusions les plus importantes de son étude sont les suivantes :

Dans le présent travail on a fait une étude sur la valorisation des déchets d'aluminium dans la formulation des mortiers. Le sable est substitué par le déchet d'aluminium (0/3) mm à des proportions (0, 2, 5, 7 et 10% du poids de sable) et comparé par rapport au mortier témoin. Cette étude nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- L'augmentation de pourcentage du déchet incorporé dans la pâte de ciment augmente la quantité d'eau requise pour avoir une consistance normale de mortier;*
- La diminution des temps de début et fin de prise proportionnellement avec l'augmentation de taux de déchets. Cette diminution devient très importante (presque 90%) pour les pourcentages (7et10 %) d'aluminium;*
- La diminution de la masse volumique proportionnellement avec l'augmentation de taux de déchets. Alors on peut dire que l'incorporation de déchets d'aluminium joue un rôle d'allègement pour les mortiers ou béton;*
- L'augmentation de la porosité est proportionnelle avec l'augmentation de taux de déchets en raison de la masse volumique légère des mortiers formulés;*
- L'augmentation du taux de déchet d'aluminium induit une diminution des résistances à la compression R_{c28} et en traction par flexion R_{f28} . Cette diminution devient importante (presque 80%) dans les pourcentages de déchets (7et10 %). Alors on peut dire que l'incorporation de déchets d'aluminium affaiblit le mortier;*
- Lorsqu'on augmente le pourcentage d'entraineur d'air la capacité d'absorption augmente;*
- L'addition d'aluminium comme déchets au mortier (jusqu'à 5% en poids de ciment) diminue les résistances à la compression et à la flexion à des niveaux acceptables pour certaines applications (la protection d'étanchéité sur terrasse, le remplissage de vides et comblement de galeries et de canalisation, le rattrapage de niveau, ...etc.);*

• *L'utilisation des déchets d'aluminium dans les matériaux cimentaires est un moyen intéressant de recycler les déchets, ce qui permet de réduire l'élimination des déchets sur les sites et de préserver les ressources naturelles.*^[21]

CHAPITRE III:
caractérisations des
matériaux

CHAPITRE III: caractérisations des matériaux

III.1. Introduction:

Les matériaux utilisés dans cette étude, ont un rôle très important dans la détermination des propriétés des mortiers à l'état frais et durci. Donc, il est nécessaire de connaître les différentes caractéristiques des constituants rentrant dans la formulation des mortiers car chacun pourrait influencer considérablement sur les résultats d'étude.

Dans ce chapitre, nous avons procédé à la caractérisation de chaque constituant du mortier. La méthodologie suivie pour réaliser ce travail sera aussi présentée dans ce chapitre

III.2. Objectif du travail:

Notre objectif est d'étudier la valorisation des déchets d'aluminium dans la formulation des mortiers. Le ciment est substitué par le déchet d'aluminium (0/3) mm à des proportions (0%, 2%, 5% et 7% du poids de ciment). Le but de cette technique est d'avoir un mortier de qualité comparable à un mortier témoin.

III.3. Méthodologie du travail pratique:

La caractérisation de tous les matériaux utilisés en premier lieu

- * Le ciment (CPJ CEM II/B-L42.5) "EL MATINE", Lafarge Hammam Déhala M'silla
- * Eau de gâchage (l'eau de robinet).
- * Le sable de dune de la région de Boussaâda.
- * Déchet d'aluminium.

En second lieu, nous avons déterminé la composition du mortier témoin ainsi que toutes les variantes des mortiers étudiés à partir de la proportion de déchet. Des essais physico-mécaniques, ont été ensuite réalisés sur des mortiers. Enfin, une conclusion générale est présentée qui traitera l'ensemble des points issus de cette étude.

III.4 Les essais sur les matériaux :

III.4.1. Les essais sur sable :

- Analyse granulométrique des différents sables utilisés

Module de finesse-

$$Mf = \sum Ri \setminus 10$$

Quantité de sable	Module de finesse
Gros	> 2,5
Moyen	à 2.5 2
Fin	à 2.0 1.5
Très fin	à 1.5 11.0

Tableau II.1 : Classement de sable.

Equivalent de sable :

- L'équivalent de sable piston : mesure au piston (E.S.P).

- L'équivalent de sable visuel :(E.S.V). L'essai est réalisé à 20 °C sur une fraction de sable passant par un tamis de 5mm.

Principe de l'essai:

Equivalent de sable visuel (E.S.V):

□ Après 20 minutes de dépôt de sable, lire la hauteur h_1 du niveau supérieur du floculant jusqu'au fond de l'éprouvette à l'aide d'une règlette.

□ Mesure également avec le réglét la hauteur h_2 comprise entre le niveau supérieur de la partie sédimentaire et fond de l'éprouvette

$$ESV = (h_2/h_1).100$$

h_1 : La hauteur du sable + élément fins

h_2 : La hauteur entre le niveau supérieur de la partie sédimentaire et fond de l'éprouvette.

Equivalent de sable piston (E.S.P) :

□ Introduire le piston dans l'éprouvette et descendre doucement jusqu'à ce qu'il repose sur le sédiment. A cet instant bloquer le manchon du piston et sortir celui-ci de l'éprouvette.

III.4.2. Les essais sur mortier.

- Essai de compression par flexion :

III.5. Confection des éprouvettes :

Pour la préparation des éprouvettes, nous avons procédé de la façon suivante :

1. Préparer une série des moules des dimensions 4cm × 4cm ×16 cm convenables avec la quantité du mortier ;

2. Huiler les moules et vérifier leurs serrages ;

3. Placer les moules sur une table vibrante ;

4. Remplir les moules par le mortier, l'exécuter en deux couches ;

5. Compacter le mortier à l'aide d'une table vibrante, en appliquant 120 secondes. En fin, il faut qu'elle soit bien arasée à l'aide d'une règle métallique et placée lentement sur la face du moule.

III.6. Conservation des éprouvettes : Après 24 h de la confection des éprouvettes et après le décoffrage on les conserve dans l'eau. Ensuite les éprouvettes conservées dans l'eau jusqu'à 28 jours

III.7. Estimation de la perte de masse:

Les éprouvettes conservées dans l'eau ont été pesées d'abord, ensuite elles sont exposées la température de 100 °C. Les taux de diminution de la masse des éprouvettes sont déterminé à partir :

$$T(\%) = (\Delta m/m_1 . 100)$$

$-\Delta m = m_1 - m_2$.

- T: Taux de perte de masse.

- m_1 : Poids avant expositions à la température 100 °C à l'étuve.

- m_2 : Poids après l'immersion à la l'eau pendant 24h.

III.8. Caractéristiques des matériaux utilisés :

III.8.1. Ciment : Le ciment CPA-CEM I 42.5 (CRS) de la cimenterie Lafarge de Hammam Dhalàa wilaya de M'SILA

III.8.2. Eau de gâchage :

L'eau utilisée pour le gâchage de mortier est une eau potable du réseau publique de la ville de M'sila .

III.8.3. Sable:

Elément inerte entrant dans la composition des bétons peut être naturel ou artificiel ou provenant de recyclage. Les caractéristiques principales requises pour un bon sable à béton sont la propreté définie par l'essai d'équivalent de sable et la granularité. Les sables utilisés sont Le sable de dune de la région de Boussaâda broyé.

Après traitement du sable, on a obtenu les résultats des essais physiques et l'analyse granulométrique suivant:

A - Caractéristiques physiques du sable utilisé

*Masse spécifique (absolue) du Sable NF P18- 555:

C'est la masse de l'unité de volume absolu de corps, c'est à dire de la matière qui constitue le corps sans tenir compte du volume vide. La masse volumique absolue du sable est calculé d'après la formule.

$$P_{abs} = M / (V_2 - V_1)$$

N° d'essai	M (g)	V1 (cm ³)	V2 (cm ³)	ρ_{abs} (g /cm ³)	ρ_{moy} (g /cm ³)
1	80	35	200	2.28	2.28
2	80	35	200	2.28	
3	80	35	200	2.28	

Tableau III.2 : la Masse volumique absolue du sable

*Masse volumique apparente: NF P 18-554 :

C'est la masse de l'unité de volume apparent du corps, c'est-à-dire de la Volume constitué par la matière du corps et le vide qu'elle contient. il est donné par la relation suivant:

$$P_{app} = (M_2 - M_1) / V$$

$$V_r = 900 \text{ cm}^3 = 0.9 \text{ l.}$$

M1: Masse du récipient à vide.

M2 : Le poids de l'ensemble (sable+ récipient)

N° d'essai	M ₁ (g)	M ₂ (g)	ρ _{app} (g/cm ³)	ρ _{moy} (g / cm ³)
1	115	1412.8.	1.44	1.47
2	115	1449.4	1.48	
3	115	1456.1	1.49	

Tableau III.3 : la Masse volumique apparent du sable

*Porosité:

La porosité d'un matériau est le rapport du volume total, elle représente donc le degré de remplissage de son volume occupé par les vides. La porosité est donnée par la relation suivante:

*Résultats obtenus:

$$P(\%) = [1 - p_{app} / p_{abs}] * 100$$

$$P(\%) = [1 - (1.47 / 2.28)] * 100$$

$$P(\%) = 35.52\%$$

*Compacité:

La compacité d'un matériau est une proportion de son volume réellement occupé par la matière solide qui le constitue, c'est -à-dire le rapport du Volume absolue des grains au volume apparent du matériau

$$C = (p_{app} / p_{abs}) = 100 - P$$

$$C = (1.47 / 2.28) = 100 - 35.52$$

$$C = 64.48$$

*Equivalent de sable NF-18-598

A. Equivalent de sable visuel (E.S.V):

- Après 20 minutes de dépôt de sable, lire la hauteur h_1 du niveau supérieur du flocculant jusqu'au fond de l'éprouvette à l'aide d'une règle.

- mesure également avec le réglet la hauteur h_2 comprise entre le niveau supérieur de la partie sédimentaire et fond de l'éprouvette

$$ESV = (h_2 / h_1) * 100 \%$$

h_1 : la hauteur du sable + élément fins

B - Equivalent de sable par piston (E.S.P) :

Introduire le piston dans l'éprouvette et descendre doucement jusqu'à ce qu'il repose sur le sédiment. A cet instant bloquer le manchon du piston et sortir celui-ci de l'éprouvette. Introduire le réglet dans l'encoche du piston jusqu'à ce que le zéro vienne buter contre la face intérieure de la tête du piston. Soit h'_2 la hauteur lue et correspondant à la hauteur de la partie sédimentée.

$$ESP = (h'_2 / h_1) * 100 \%$$

$h'_2 < h_1$

*Résultats obtenus :

N° d'essai	h_1 (cm)	h_2 (cm)	ESV(%)	h'_2 (cm)	ESP(%)
1	9.1	10.8	84.25	8.7	80.55
2	8.1	11.1	80.18	8	72.07
3	9.6	10.9	88.07	8.7	79.8

Tableau III.4: Equivalent du sable

$(ESV)_{moy} = 84\%$

M

Donc : $ESP > 70\%$

$ESV > 75\%$

<i>E.S.V</i>	<i>E.S.P</i>	<i>Nature et qualité du sable</i>
<i>E.S < 65</i>	<i>E.S < 60</i>	<i>Sable argileux : Risque de retrait ou de gonflement à rejeter pour des bétons de qualité.</i>
<i>E.S < 75 > 65</i>	<i>E.S < 70 > 65</i>	<i>Sable légèrement argileux de propriété admissible pour des bétons de qualité courante quand on ne craint pas particulièrement le retrait.</i>
<i>E.S < 85 > 75</i>	<i>E.S < 80 > 70</i>	<i>Sable propre à faible pourcentage de farine argileux convient parfaitement pour des bétons de hautes qualité.</i>
<i>E.S ≥ 85</i>	<i>E.S ≥ 80</i>	<i>Sable très propre : l'absence totale de fines argileuses risque d'entraîner un défaut de plasticité du béton qu'il faudra rattraper par une augmentation du dosage en eau.</i>

Tableau III.5: Résultats d'équivalent du sable visuel et par piston.

*Analyse granulométrique NF P 18-304:

L'analyse granulométrique permet de mesurer la distribution dimensionnelle en poids des éléments d'un matériau. Elle comprend deux opérations :

- Tamisage;
- Sédimentation;

La granularité est exprimée par une série des tamis Courbe granulométrique qui donne la répartition de La dimension moyenne des grains, exprimée sous Forme de pourcentage du poids total du matériau. Elle est trachéen diagramme semi-logarithmique avec :

- En abscisse, le logarithme de la dimension d'ouvertures des tamis en valeurs croissants
- En ordonnée, le pourcentage, en poids du matériau
- Total de la fraction du sable dont les grains ont un diamètre moyen inférieur à celui de l'abscisse correspondante (passant). On constate que la courbe granulométrique est un élément fondamental de la classification du matériau.

Poids de l'échantillon (g)	tamis (mm)	Poids des refus partiel (g)	Poids des refus cumulés (g)	Refus cumulé en %	Tamisât cumulés en %
2000	5	3	3	0.15	99.85
	2.5	104	107	5.35	94.65
	1.25	94	201	10.05	89.95
	0.63	84	285	14.25	85.75
	0.315	734	1019	50.95	49.05
	0.16	874	1893	94.65	5.35
	0.08	94	1987	99.35	0.65
	0	13	2000	100	0

Tableau III.6 : analyse granulométrique de Sable

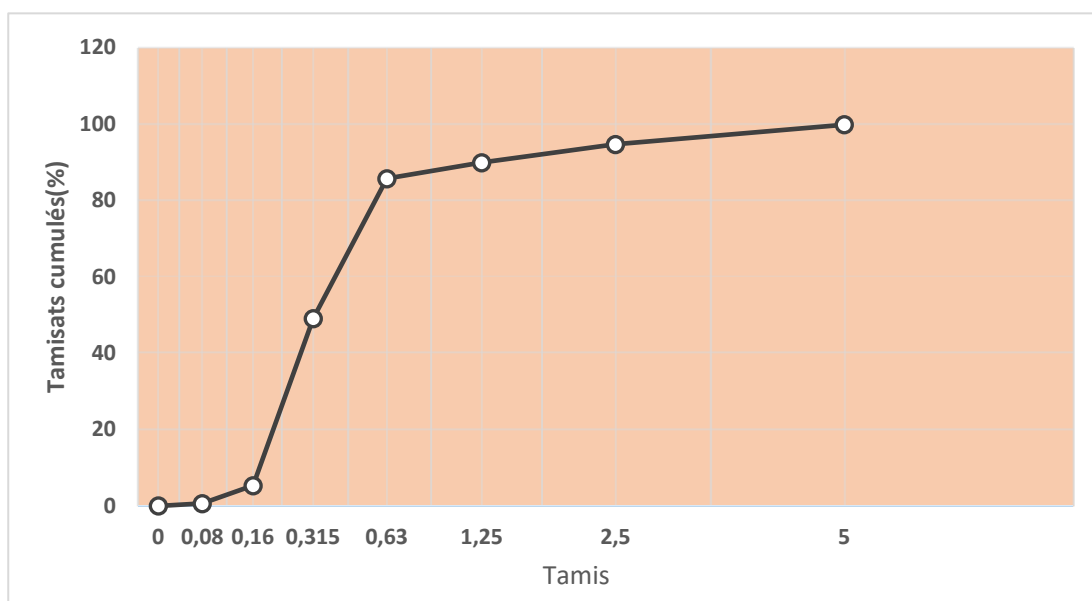


Figure III .1 : Courbe granulométrique du sable De Boussaâda

Module de finesse EN 196-6:

C'est un facteur très important, qui nous permet de juger la grosseur du sable, il est exprimé par le rapport de la somme des refus cumules des tamis de mailles : [0.16 - 0.315 - 0.63 - 1.25- 2 ,5et 5mm] sur 100 et calculé par la relation suivante:

$$\sum [(refus\% (0.16+0.315+0.63+1.25+2.5+5)/100)]$$

Les normes soviétiques spécifient le MF des sables comme suit :

Sables gros $MF > 2.5$

Sables moyen $2 < MF < 2.5$

Sables fin $1.5 < MF < 2$

Sables très fin $1 < MF < 1.5$

$0 + 0.65 + 3.35 + 49.05 + 85.75 + 89.95 + 94.65 + 99.85$))/100=4,25

On se basant sur cette classification, on trouve le résultat suivant : $MF = 4.2$

Avec :

Ri : refus cumulé en pour cent (%).

Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté les différents essais pour caractériser les matières premières utilisé dans ce travail, ainsi que la méthodologie de travail.

CHAPITRE IV :
Résultats et interprétation

CHAPITRE IV : Résultats et interprétation

IV.1. Introduction :

Ce chapitre est consacré à la recherche expérimentale des résultats obtenus du programme d'essais ainsi qu'une discussion de ces résultats.

Dans ce travail nous avons étudié les caractéristiques mécaniques de quatre formulations de mortier à savoir :

- Formulation 1 : mortier témoin formulé avec 0% de déchet d'aluminium;
- Formulation 2 : mortier formulé avec 2% de déchet d'aluminium;
- Formulation 3 : mortier formulé avec 5% de déchet d'aluminium;
- Formulation 4 : mortier formulé avec 7% de déchet d'aluminium.

IV.2. Composition du mortier :

On a formulé quatre types de mortier avec:

- Trois Pourcentage de déchet d'aluminium de (0%,2%, 5% et 7%).
- Sable de Boussaâda.

La confection des mortiers selon la norme EN 196-1 [12].

Les compositions des différents types de formulations de mortier sont présentées sur le tableau suivant:

	<i>Sable (g)</i>	<i>Déchets aluminium (g)</i>	<i>L'eau (g)</i>	<i>E/C</i>	<i>Ciment (g)</i>
<i>Formulation 1</i>	<i>1350</i>	<i>0</i>	<i>225</i>	<i>0.5</i>	<i>450</i>
<i>Formulation 2</i>	<i>1350</i>	<i>10</i>	<i>260</i>	<i>0.53</i>	<i>490</i>
<i>Formulation 3</i>	<i>1350</i>	<i>25</i>	<i>250</i>	<i>0.52</i>	<i>475</i>
<i>Formulation 4</i>	<i>1350</i>	<i>35</i>	<i>250</i>	<i>0.53</i>	<i>465</i>

Tableau IV.1 : Composition des différents types de formulations de mortier.

IV.3. Résultats des essais sur mortier :

IV.3.1. Masse volumique :

La masse volumique des mortiers formulés en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium est représentée dans la figure:

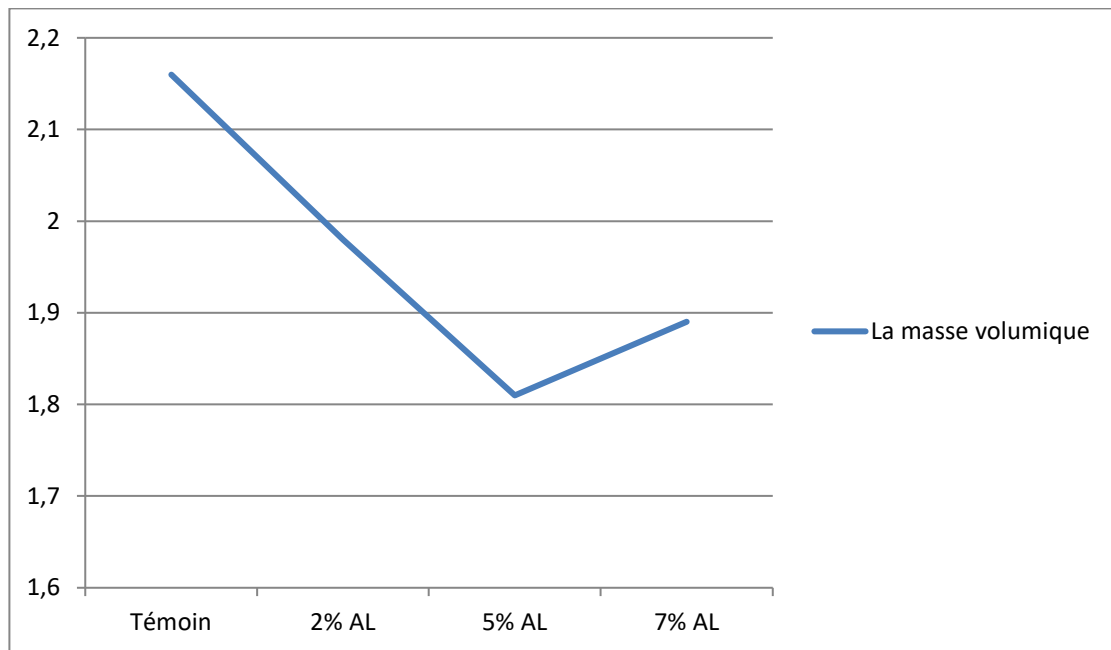


Figure IV.1: la masse volumique en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium

Interprétation des résultats:

Les résultats expérimentaux obtenus dans cette étude représentent l'effet du taux de déchets d'aluminium sur la densité des mortiers

A partir de la figure (IV.1), on remarque une diminution de la densité proportionnelle à l'augmentation du pourcentage de déchets d'aluminium

On peut donc dire que l'incorporation de déchets d'aluminium joue le rôle d'allègement dans le mortier.

IV.3.2. Absorption :

Les résultats de l'étude de l'absorption pour les différentes formulations de mortier sont représentés dans la figure suivante:

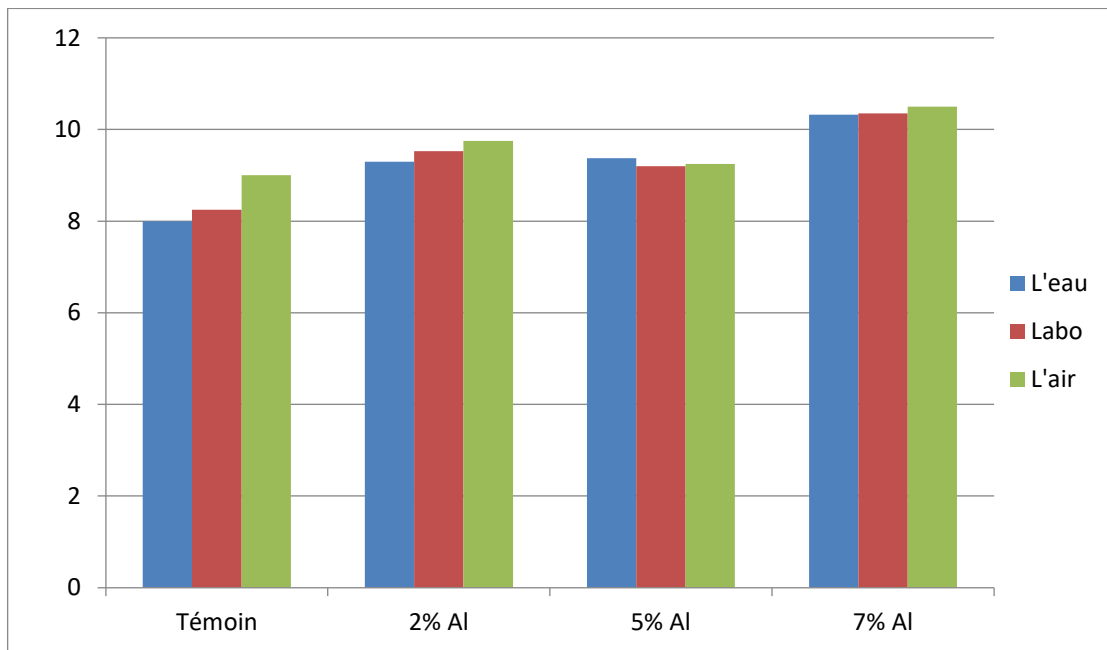


Figure IV. 2 Absorption d'eau des mortiers en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium

Interprétation des résultats:

Les résultats pratiques obtenus représentent l'effet relatif des résidus d'aluminium sur l'adsorption des mortiers.

On remarque l'augmentation de l'absorption est proportionnelle au pourcentage de l'augmentation des déchets AL.

IV.3.3. Essais de compression et de flexion :

** Les figures suivantes présentent les résultats de la résistance à la flexion et compression en fonction du pourcentage du déchet d'aluminium après 7 jours*

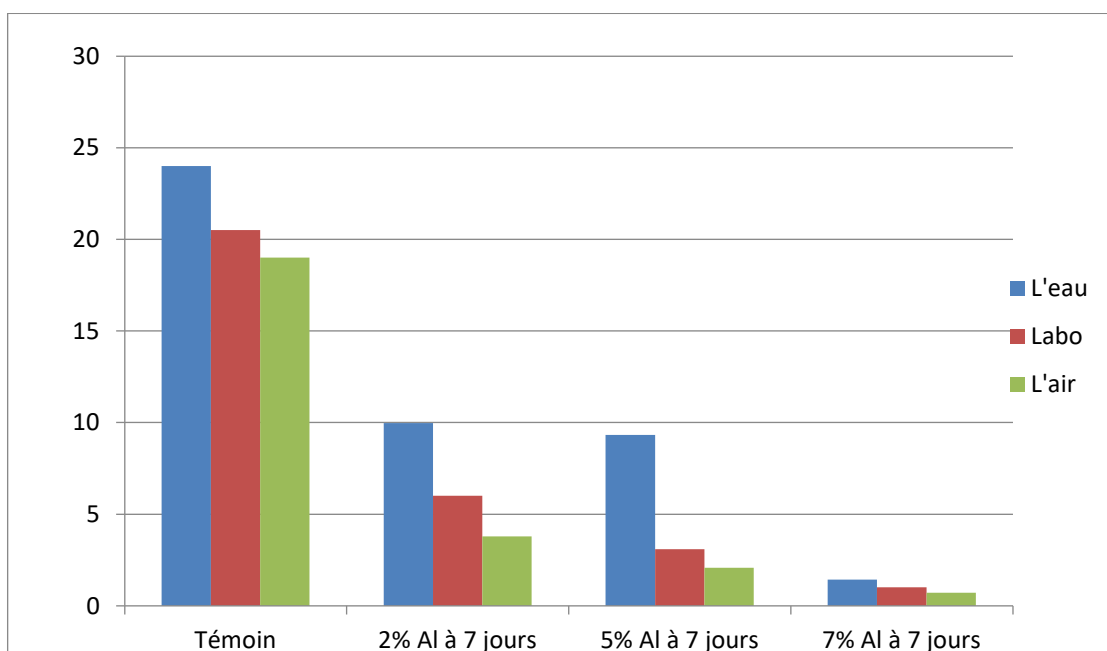


Figure IV.3: Résistance à la compression à 7 jours en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium

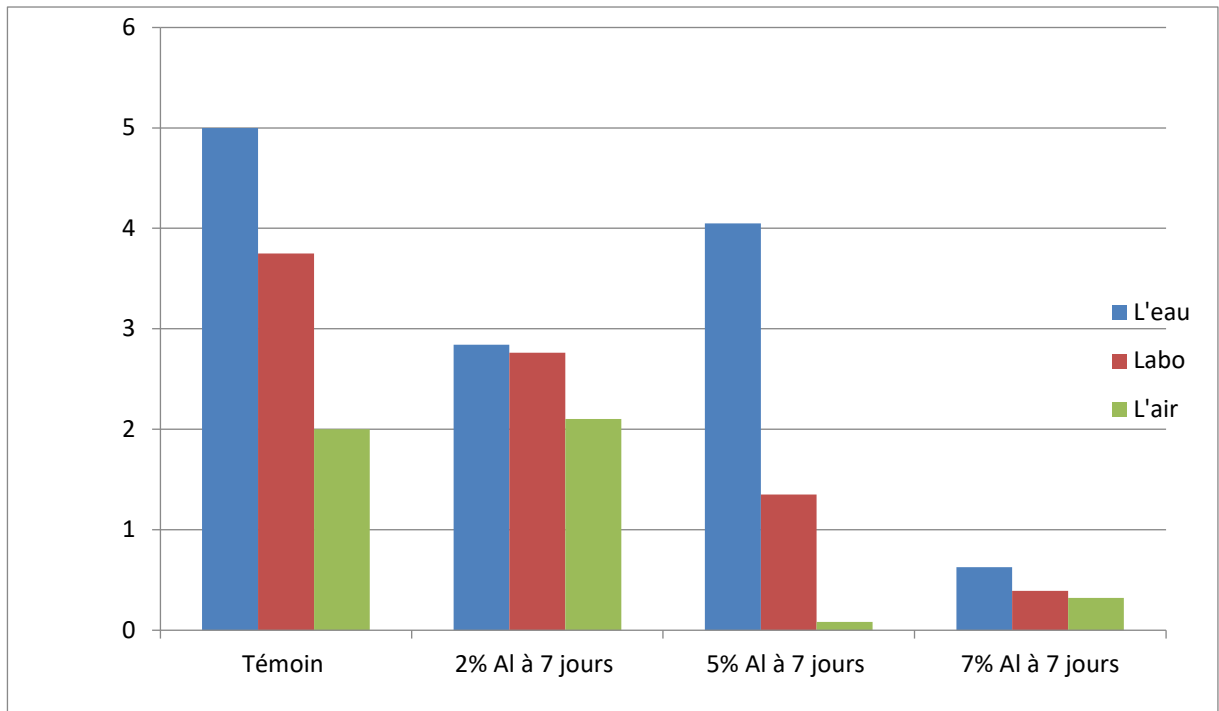


Figure IV.3: Résistance à la flexion à 7 jours en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium

** Les figures suivantes présentent les résultats de la résistance à la flexion et compression en fonction du pourcentage du déchet d'aluminium après 28 jours*

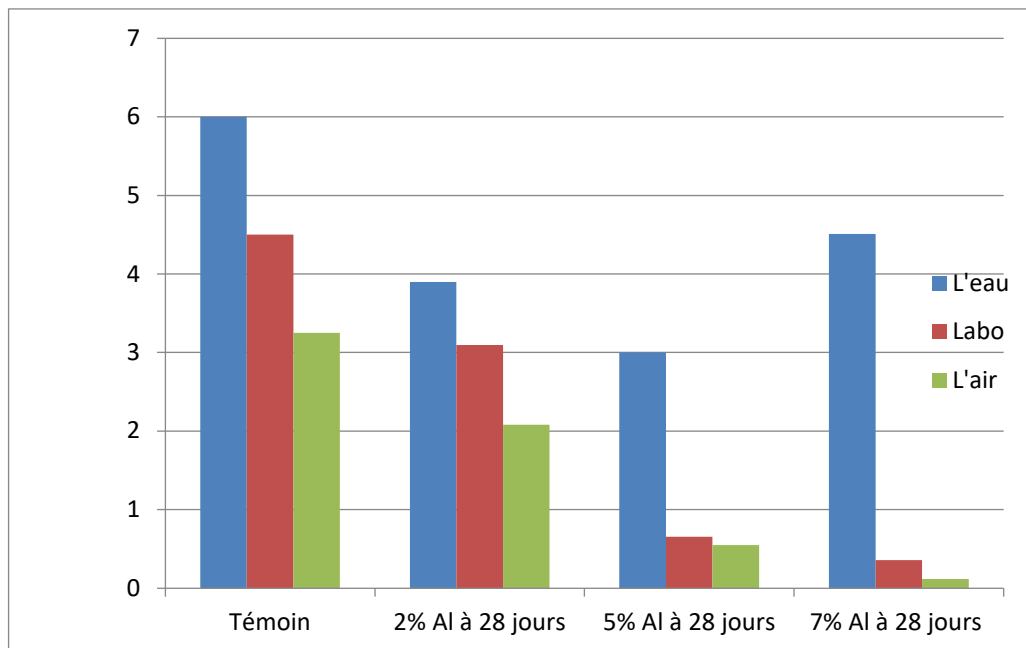


Figure IV.5: Résistance à la flexion à 28 jours en fonction de pourcentage du déchet d'aluminium

Interprétation des résultats:

A travers les résultats obtenus sur les figures (IV 2, IV3, VI 4, VI5), on constate que l'augmentation de la proportion de déchets d'aluminium incorporés dans le lisier a pour effet : une diminution (Rc7 j et Rf7 j ; Rc28 j et Rf28 j).

La valeur de résistance à la compression et de la flexion est plus grande dans l'eau à la fois dans 2%, 5% et 7% et moins dans le laboratoire et l'air, c'est-à-dire proportionnelle à l'augmentation du pourcentage de déchets. Cela devient une réduction significative (environ 80 %) des pourcentages de déchets (5 % et 7 %). On peut donc dire que l'incorporation de déchets d'aluminium fragilise le lisier en raison de sa forte porosité.

Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons présenté les résultats des travaux expérimentaux sur les mortiers formulés du point de vue:

- * Caractéristiques mécaniques en compression et en flexion,
- * Absorption d'eau
- * Des interprétations sur ces résultats avec des justifications

Conclusion générale

Conclusion générale:

Dans ce travail, une étude a été menée sur la réutilisation des déchets d'aluminium dans la formulation des mortiers.

Le ciment est remplacé par des déchets d'aluminium (0/3) mm dans des proportions (2, 5 et 7% du poids du ciment) et comparé par rapport au mortier témoin.

Cette étude nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

*L'augmentation de pourcentage du déchet incorporé dans la pâte de ciment augmente la quantité d'eau requise pour avoir une consistance normale de mortier.

*La diminution de la masse volumique proportionnellement avec l'augmentation de taux de déchets. Alors on peut dire que l'incorporation de déchets d'aluminium joue un rôle d'allègement pour les mortiers ou béton.

*Avec une augmentation du pourcentage de déchets d'aluminium, la capacité d'absorption augmente

*Une augmentation du taux de déchets d'aluminium entraîne une diminution de la résistance à la compression du (Rc7,Rc28) et de la résistance à la traction en flexion du(Rf7, Rf28) pour les mortiers à l'état solide. Cette réduction devient significative (environ 80 %) des pourcentages de déchets (5 et 7 %). On peut donc dire que l'incorporation de ferraille d'aluminium fragilise le mortier.

Références Bibliographiques

[1] BOUALI Khaled « *Elaboration et caractérisation thermomécanique des mortiers à base d'ajouts de déchets de briques réfractaires* », mémoire de magister (spécialité: Génie des Matériaux) Option Physique et Mécanique des matériaux Université M'hamed Bougara Boumerdes 2013/2014.

[2] L. Baali, *Cours de MDC, Licence Université de M'sila.*

[3] Arezki Tagni Hamou « *Microstructure et physico-chimie des ciments et des bétons, chapitre 8* », Thèse de Doctorat, 2014, Université de Sherbrooke.

[4] William-D Jr Callister, « *Science et génie des matériaux* », Modulo Edition, 2001.

[5] R. dupain, R. Lanchon, J-C. Saint-Arroman « *Granulat, sols, ciment et béton* » Edition Casteilla, Paris, 2004.

[6] Arezki Tagni Hamou « *Microstructure et physico-chimie des ciments et des bétons, chapitre 8* », Thèse de Doctorat, 2014, Université de Sherbrooke.

[7] Nadia Tebbal, Zine El Abidine Rahmouni, Valorization of aluminum waste on the Mechanical Performance of mortar subjected to cycles of freeze-thaw, *Procedia Computer Science* 158, 1114-1121.

[8] Abdelkader Belkacem « *Gestion des déchets ménagers de la ville de Saïda (Algérie). Analyse et diagnostic* » mémoire de fin d'étude (spécialité: biologie) Université DjillaliLiabès Sidi bel Abbès - Ingénieur d'état en biologie 2012.

[9] Fiche d'info d'aluminium: [_2_classification.pdf](#).

[10] <https://www.leroymerlin.fr/comment-choisir/tout-savoir-sur-beton-et-mortier.html>.

[11] Tabet Nesrin : *Contribution à l'étude de l'influence de la nature et des dimensions des fibres sur le comportement physico-mécanique des béton autoplaçants fibres(BAPF), mémoire de magistère, université M'hamed Bougara - Boumerdes .2012.*

[12] ZAIDI Imane et BEN ABDELAZIZ Saloua : Contribution à Etude de l'effet de la nature de l'adjuvant sur les propriétés physico – mécanique d'un mortier soumis à hautes températures, mémoire de master, université MOHAMED BOUDIAF - M'SILA.2017.

[13] Nadia TEBBAL, Zine El Abidine RAHMOUNI, Mekki MAZA, Combined effect of silica fume and additive on the behavior of high performance concretes subjected to high temperatures, Mining Science, vol. 24, 2017, 129–145.

[14] Zine El Abidine Rahmouni, Nadia Tebbal et Imen Yamina Omri, Effect of curing temperature in the alkali-activated brick waste and glass powder mortar and their influence of mechanical resistances, RICON19 - REMINE International Conference on Valorization of mining and industrial wastes into construction materials by alkali-activation, KnE Engineering, pages 49–61. DOI 10.18502/keg.v5i4.6794

[15] Nadia Tebbal, Zine El abidine Rahmouni et Zoubir Djendi, Effect of fillers Granulated slag on the durability of HPC in marine environment, MATEC Web of Conferences **11**, 01013 (2014).

[16] Nadia Tebbal, Zine El Abidine Rahmouni, Lamis Rabiaa Chadi, Study of the Influence of an Air-Entraining Agent on the Rheology of Mortars, MATEC Web of Conferences 149, 01054.

[17] DELALDJA Dalila., sous-titre *Valorisation des déchets industriels dans la formulation des mortiers soumis à des températures élevées*, MEMOIRE Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER, Département de GENIE CIVIL, Faculté de technologie, Université Mohamed Boudiaf - M'sila.

[18] MANSOUR Ashraf, SAADAOUI Ali, sous-titre *Comportement des Mortiers à Base de Déchets d'Aluminium et Méta Kaolin*, MEMOIRE Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER, Département de GENIE CIVIL, Faculté de technologie, Université Mohamed Boudiaf - M'silla.

[19] BENHAMIDA RAFI, HAMRIT ABDENNOUR, sous-titre, *Effet de l'incorporation de l'entraîneur d'air sur les caractéristiques du mortier à base de déchets d'aluminium.*, MEMOIRE Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER, Département de GENIE CIVIL, Faculté de technologie, Université Mohamed Boudiaf - M'silla.

Annexes



ALGÉRIE

متين Matine

LAFARGE
Construire
des villes meilleures™



Ciment portland au Calcaire

NA442 CEM II/B-L 42,5 N

Matine Ciment gris pour bétons de haute-performance destiné à la construction des Ouvrages d'Art, infrastructure et superstructure pour bâtiments

Matine
NA442 CEM II/B-L 42,5 N

Matine est certifié, conforme à la norme Algérienne (NA442 – 2013) et Européenne (EN 197-1)

AVANTAGES PRODUIT



- Une résistance initiale élevée pour vos ouvrages nécessitant un décoffrage rapide
- Favorise la maniabilité du béton et le maintien de sa rhéologie
- Une Classe Vraie qui offre une haute performance au béton.
- Meilleure durabilité du béton.

APPLICATIONS RECOMMANDÉES

- Construction des Ouvrages d'Art, infrastructure et superstructure pour bâtiments
- Préfabrication légère
- Béton de haute performance



FORMULATION CONSEILLÉE

	Ciment 	Sable (sec) 	Gravillons (sec) 	Eau (litres) 
Dosage pour béton C25/30	X 1 	+ X7 	+ X5  + X4 	+ 25 L

Remarque: un bidon = 10 Litres

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

• Analyses chimiques

	Valeur
Perte au feu (%) (NA5042)	10.0±2
Teneur en sulfates (SO3) (%)	2.5±0.5
Teneur en oxyde de magnésium MgO (%)	1.7±0.5
Teneur en Chlorures(NA5042) (%)	0.02-0.05

• Temps de prise à 20° (NA 230)

	Valeur
Début de prise (min)	150±30
Fin de prise (min)	230±50

• Composition minéralogique du Clinker (Bogue)

	Valeur
C3S (%)	60±3
C3A (%)	7.5±1

• Résistance à la compression

	Valeur
2 jours (MPa)	≥ 10.0
28 jours (MPa)	≥ 42.5

• Propriétés physiques

	Valeur
Consistance Normale (%)	26.5±2.0
Finesse suivant la méthode de Blaine (cm ² /g) (NA231)	3 700 - 5 200
Retrait à 28 jours (µm/m)	< 1 000
Expansion (mm)	≤ 3.0

CONSIGNES DE SÉCURITÉ

1- **PROTÉGEZ VOTRE PEAU** : Portez les équipements adaptés dans vos chantiers: casques, lunettes, gants, genouillères, chaussures et vêtements de sécurité.

2- **MANUTENTION** : levez le sac en pliant les genoux et en gardant le dos droit.



 A member of
LafargeHolcim

Conditionnement: Sac et vrac

LAFARGE ALGÉRIE

Centre commercial Bab Ezzouar, Tour n°02,
Etages 05 & 06, Bab Ezzouar Alger, Algérie

Tél: + 213 (0) 21 98 54 54

Fax: + 213 (0) 23 92 42 94

www.lafargealgerie.com

dz.satisfaction-clients@lafargeholcim.com

Tél: 021 55 55 98

Conditionnement : sac et vrac

 **LAFARGE**
لافارج

MEDAPLAST SP 40

Conforme à la norme NA 774 , NA 5102 et NA 5075

Super Plastifiant -/Haut réducteur d'eau

Description

Le **MEDAPLAST SP 40** est un super plastifiant haut réducteur d'eau permettant d'obtenir des bétons et mortiers de très haute qualité.

En plus de sa fonction principale de super plastifiant, il permet de diminuer considérablement la teneur en eau du béton.

Domaines D'application

- Bétons à hautes performances
- Bétons pompés
- Bétons précontraints
- Bétons architecturaux
- Bétons extrudés
- Bétons BCR

Propriétés :

Grâce à ses propriétés le **MEDAPLAST SP 40** permet :

Sur béton frais :

- Améliorer la fluidité
- Augmenter la maniabilité
- Réduire l'eau de gâchage
- Éviter la ségrégation
- faciliter la mise en œuvre du béton

Sur béton durci :

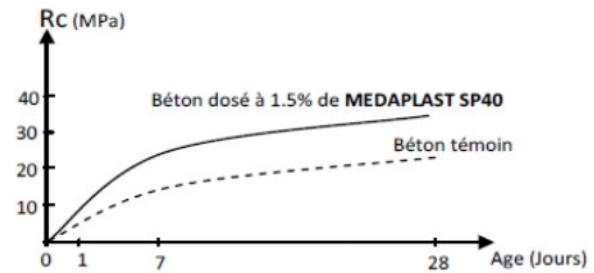
- Augmenter les résistances mécaniques même à jeune âge
- Diminuer la porosité
- Augmenter la durabilité
- Diminuer le retrait

DESIGNATION	Rc MPA	
	7j	28j
Jours	7j	28j
Témoin	8,05	31,3
MEDAPLAST SP 40(1.5%)	13,65	38,13

Béton CPJ 42.5 = 350Kg/m³ ; E/C = 0.46
Gravier et sable concassés

Caractéristiques :

- Aspect Liquide
- Couleur Marron
- PH 8,2
- Densité 1,20 ± 0,01
- Teneur en chlore < 1g/L
- Extrait sec 40%



Evolution des résistances en compression

Mode D'emploi

Le **MEDAPLAST SP 40** est introduit dans l'eau de gâchage.

Il est recommandé d'ajouter l'adjuvant dans le béton après que 50 à 70% de l'eau de gâchage ait été introduite.

Dosage:

Plage de dosage recommandée :

0,6% à 2,5% du poids de ciment soit 0,5L à 2L pour 100 kg de ciment

Le dosage optimal doit être déterminé sur chantier en fonction du type de béton et des effets recherchés

Conditionnement Et Stockage

Le **MEDAPLAST SP 40** est conditionné en bidons de 12Kg, fûts de 270 kg et cubéteinaire de 1200 kg.

Durée de conservation :

Une année dans son emballage d'origine, à l'abri du gel et de la chaleur (5°C < t < 35°C).

Précaution D'emplois

Manipulation non dangereuse.

Se référer à la Fiche de Données de Sécurité disponible sur : www.granitex-dz.com

PV d'essais conforme aux normes, établi par le **CNERIB** en 17 JUL 2016.

Les renseignements donnés dans cette notice sont basés sur notre connaissance et notre expérience à ce jour. Il est recommandée de procéder à des essais de convenance pour déterminer la fourchette d'utilisation tenant compte des conditions réelles de chantier.



Zone industrielle Oued Smar – BP85 Oued Smar – 16270 Alger

Tél : (213) 021 51 66 81 & 82

Fax : (213) 021 51 64 22 & 021 51 65 23

www.granitex.dz - E-mail: granitex@granitex.dz



