

People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Mohamed Boudiaf University of M'sila
Faculty of Technology



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المسيلة
كلية التكنولوجيا

Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option : Génie des Matériaux

Présenté par :

KAALOUL RAHMA

Thème

**VALORISATION DES DECHETS SOLIDES D'HUILERIE CAS DE
GRIGNONS D'OLIVE COMME AGREGAT
D'UN BETON ALLEGE**

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Qualité
RAHMOUNI Zine El Abidine	Professeur	Président
ROKBI Mansour	MCA	Encadreur
TEBBAL Nadia	MCA	Examineur

Année Universitaire : 2019 / 2020

N° d'ordre : GM/...../2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
مَنْ عَمِلَ صَالِحًا مِمَّا كَسَبَ
سُجِّدْنَا لَهُ سَائِدًا فَاعْبُدْهُ
وَمَا نَسُوا اللَّهَ فَعَسَىٰ أَعْْيُنُكُمْ
أَلْفَاظًا مَّا كُنْتُمْ عَلَمًا

سنة ١٤٢٠ هـ

Remerciements

Je remercie bien Allah le tout puissant de m'avoir accordé le courage et la patience pour accomplir ce modeste travail.

*Tout d'abord, mes sincères remerciements sont adressés à mon promoteur **Dr. ROKBI Mansour**. Je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude pour avoir encadré ce mémoire. J'ai beaucoup apprécié son soutien et sa rigueur scientifique tout au long de ce travail.*

*Je remercie messieurs le professeur **RAHMOUNI. Zine El Abidine**, Madame **TEBBAL Nadia** qui m'a fait l'honneur de juger mon travail.*

*Je suis très reconnaissante à mon enseignant **Zine El ABIDINE Rahmouni**. Pour accepter l'invitation et pour toute l'assistance et les conseils fournis au cours de tout le parcours d'études universitaires, merci*

*Je remercie vivement **Mr. KHALDOUNE Abderraouf** chef de laboratoires de moulage et commande numérique, pour ses conseils et son assistance ainsi que toute l'équipe du hall technologique.*

*Je n'oublierai pas d'associer dans mes remerciements mes collègues, les plus chers, et en particulier **Saidi Amira, Drif Ahmed. Bourouma Daouad, BenSiradj Ridha et Sami Salhi** pour leur aide.*

*Je remercie chaleureusement tous les membres de ma famille et surtout mes très chers parents : "**Messaoud**" et "**Aïcha**" qui n'ont cessé de croire à ce travail et m'ont été d'un grand support dans tous les moments difficiles.*

Enfin, je voudrais remercier tous ceux qui ont contribué à ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes très chers parents :

«Messaoud» et «Aïcha».

*Je leurs remercie pour leurs sacrifices, leurs patiences,
leurs soutien, l'aide et les encouragements qui m'ont apporté
durant toutes ces années d'étude sans eux,*

Je ne serais pas ce que je suis aujourd'hui.

Je dédie ce travail également :

*A mes frères et sœurs: «Mayssoun», «Asma»,
«Radhia», «Ammar», «Oussama» et «Ahmed»,*

A mes oncles et tantes chacun par son nom.

A toute ma famille.

A mes amis.

*A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à ce
travail*

KAROLE RADHA

RESUME

En matière de matériaux de construction, la tendance est au remplacement progressif des matériaux classiques par des nouveaux matériaux. Ces matériaux élargissent donc considérablement la capacité de répondre aux nouvelles exigences des consommateurs. L'objectif principal de ce travail est d'étudier les caractéristiques physico mécaniques des granulats à base de déchets de grignon d'olive, ainsi que les propriétés des bétons à base de ces granulats, afin de pouvoir les utiliser, dans certains domaines de la construction, comme granulats artificiels plus légers que les granulats courants.

Suite à la pandémie Covid-19 cette étude est orientée vers une synthèse des travaux élaborés dans cette perspective tout en gardant l'originalité du travail initial. L'étude s'est concentrée sur une analyse des travaux réalisés dans le domaine de Construction spécialement dans le domaine béton allégé. Nous avons exposé :

- *Effet du remplacement du ciment par les grignons d'olives ;*
- *Effet du remplacement du sable par les grignons d'olives ;*
- *Effet de l'utilisation des différents pourcentages des grignons d'olives dans un béton léger.*

Les propriétés des bétons à base de déchets de grignon d'olive à l'état frais et durci sont analysées et comparées à celles du béton ordinaire.

Les résultats de cette étude ont montré qu'il est possible de fabriquer des bétons à base de déchets de grignon d'olive malgré la défaillance mécanique de ces granulats. La résistance à la compression de ces bétons est acceptable et comparable à celle du béton ordinaire avec réduction en poids du béton appréciable. Cependant, ils ont une porosité et une absorption capillaire assez importantes que le béton ordinaire.

Mots clés: *béton léger, déchets de grignon d'olive, masse volumique*

SOMMAIRE

Sommaire

Les Titres	Pages
Remerciements	I
Dédicaces	II
Résumer	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Notations et symboles	VI
Chapitre I	
Introduction Générale	
I. Introduction générale	1
Chapitre II	
Matériaux Composite	
II. Généralité sur matériaux composites	3
II.1. Introduction	3
II.2. Définition	4
II.3. Caractéristique générales d'un composites	4
II.4. Constituants des matériaux composites	5
II.4.1. Matrice	5
a) Matrice Organique	5
• Résines thermodurcissables	6
• Résines thermoplastique	7
• Résines thermostables	7
• Principales différences entre matrice TP et TD	8
b) Matrice Minérale	8
• Matrice métallique	8

• Matrice céramique	9
II.5. Rôle de la matrice	9
II.6. Renfort	9
II.6.1. Les différents types de fibres	10
➤ Fibre de verre	10
➤ Fibre de Carbone	11
➤ Fibre Aramide	12
➤ Fibre de polyéthylène de haut module	13
➤ Fibre de naturelles	13
II.7. Utilisation des matériaux composites en construction	14
II.7.1. Exemple d'application des matériaux composites en construction	15
a) Renforcement des poutres par des plaques composites	15
b) Renforcement des dalles par les matériaux composites	16
c) Béton polymère	17
d) Pavés à base de résines thermodurcissables	18
e) Mélange argileux (Adobe) renforcé	18

Chapitre III

Généralité Sur Les Olives

III. Généralité sur les olives	19
III.1. Introduction	19
III.2. Définition des olives	19
III.3. Historique de l'olivier et sa culture	20
III.4. Composition chimique de l'olive	20
III.5. Les principales variétés d'oliviers	21
III.5.1. Olives à huile	21
III.5.2. Olives de table	21
III.6. Tonnage et aire de répartition	22

Chapitre IV

Généralité Sur Les Grignons D'Olives

IV. Généralité sur les grignons d'olives	24
IV.1. Définition de grignon	24

IV.2. Caractéristique des grignons d'olives	24
IV.2.1. Caractéristique chimique des grignons d'olives	24
IV.2.2. Caractéristique physique des grignons d'olives	25
IV.3. Condition de conservation des grignons	25
IV.4. L'Utilisation des grignons d'olives	26
IV.5. Autre déchets solides alimentaires utilisés dans la construction	26
IV.5.1. Noyau de datte	26
IV.5.1.1. Définition	26
IV.5.1.2. Composition chimique des noyaux	27
IV.5.1.3. Utilisation des noyaux de dattes	27
IV.5.1.4. Caractéristique des grains de Daglat Nour	27
IV.5.2. La coque de noix de palme traitée	28
IV.5.3. Les Balles de Riz	28

Chapitre V

Béton Allégé Avec Les Grignons D'Olives

V. Béton allégé avec les grignons d'olives	29
V.1. Introduction	29
V.2. Béton léger	29
V.3. Constituants du béton allégé	30
V.3.1. Ciment	30
V.3.2. Granulats	31
• Sable	31
• Gravier	32
• Grignon d'olive (granulats légers)	32
V.3.3. Eau de gâchage	32
V.3.4. Adjuvant	33
V.4. Domaine d'application des bétons légers	33

Chapitre VI

<i>Analyse Des travaux Réalisés Dans Le Domaine De Construction</i>	
VI. Analyse Des travaux Réalisés Dans Le Domaine De Construction	34
VI.1. Introduction	34
VI.2. Analyse des travaux déjà réalisés dans le domaine béton allégé	34
VI.2.1. Effet du remplacement du ciment par les grignons d'olives	34
VI.2.1. Effet du remplacement du sable par les grignons d'olives	39

VI.2.3. Comparaison de la microscopie électronique dans les deux cas	40
Conclusion	41
VI.2.4. Effet de l'utilisation des différents pourcentages des grignons d'olives dans un béton léger	42
1- Effet de pourcentage de 76.52% de grignons d'olives	42
2- Effet de différents pourcentages de grignons d'olives	43
Conclusion General	
Conclusion générale	44
Référence	46

Liste des figures

Titre	Page
Figure.II.1. Représentation schématique d'un matériau composite	03
Figure.II.2. Les Différents familles de matrice	05
Figure.II.3. Différent types de renforts	10
Figure.II.4. Fibre de verre	10
Figure.II.5. Fibres de carbone	11
Figure.II.6. Fibres d'Aramidés	12
Figure.II.7. Fibres de polyéthylènes	13
Figure.II.8. Fibres de naturelles	13
Figure.II.9. Configuration d'une poutre en béton armé soumise à la flexion renforcée au moyen de matériaux composites	15
Figure.II.10. Renforcement vis à vis la flexion du pont en béton armé	16
Figure.II.11. Béton polymère	17
Figure.II.12. Aménagement au pavé en résine	18
Figure.II.13. Adobe brique	18
Figure III.1. Répartition de la production d'olives par destination	21
Figure III.2. Répartition des superficies d'oliviers par wilaya	22
Figure.V.1. Grignons d'olives (granulats légers)	32
Figure.VI.1. Force de compression par rapport au pourcentage de grignons d'olive	35
Figure.VI.2. Force de flexion par rapport au pourcentage de grignons d'olive	36
Figure.VI.3. Effet du type de remplacement sur la résistance à la compression (basée sur trois répétitions) du Béton à 28 jours avec sable de silice	38
Figure.VI.4. Effet du type de remplacement sur la résistance à la flexion (basé sur trois répétitions) du béton 28 jours avec sable de silice	38
Figure.VI.5. Micrographie électronique à balayage de particules de grignons d'olives	38
Figure.VI.6. Effet du type de remplacement sur la résistance à la compression (basée sur trois répétitions) du béton à 28 jours avec du sable de silice	40
Figure.VI.7. Effet du type de remplacement sur la résistance à la flexion (basé sur trois répétitions) du béton à 28 jours avec du sable de silice	40
Figure.VI.8. Image MEB pour 15% G.O	41
Figure.VI.9. Résistance à la compression à 28 jours à pourcentage de 76.52%	42
Figure.VI.10. Résistance à la compression à 28 jours avec des différents pourcentages	43

Liste des tableaux

Titres	Pages
Tableau.II.1. Caractéristiques des résines thermodurcissable-thermoplastique 07	07
Tableau.II.2. Principales différences entre matrice TP ET TD	08
Tableau .III.1. Composition chimique de l'olive	20
Tableau.III.2. Répartition des oliviers par pays	22
Tableau.III.3. Nombre d'oliviers Dans Quelque Wilaya D'Algérie (2003)	23
Tableau.IV.1. Composition chimique de différents types de grignons d'olive (%/ Kg -MS)	24
Tableau.IV.2. Les différents composants du grignon d'olive	25
Tableau.IV.3. Composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes	27
Tableau.V.1. Caractéristiques physiques du ciment employé	30
Tableau.V.2. Caractéristiques chimiques du ciment employé	31
Tableau.V.3. Composition minéralogique du ciment	31
Tableau.VI.1. Composition des déchets d'olive et du ciment	35
Tableau.VI.2. Résistance à la flexion et à la compression pour le remplacement du béton CEM-II des grignons d'olives	36
Tableau.VI.3. Composition chimique des différents composants utilisés dans l'étude	37
Tableau.VI.4. Proportions du mélange de béton en utilisant le type de sable de silice	38
Tableau.VI.5. Résultats de la résistance à la compression au 28è jour à 76.52%	42
Tableau.VI.6. Résultats de la résistance à la compression au 28è jour de différents pourcentages	43

Notations et symboles

G.O.C : Grignon d'olive concassé

C : ciment (Kg/m³)

E : eau

Mf : module de finesse.

PS : poids spécifiques.

SSB : surface spécifique de blaine.

Al₂O₃ : Alumine.

CaO : la chaux.

SiO₂ : la silice.

C₃S : Silicates tricalciques.

C₂S : Silicates bi calciques.

C₃A : Aluminates tricalciques.

C₄AF : Alumino-ferrite tétra calcique.

Ms : masse de l'échantillon sec.

A : Affaissement.

W : Teneur en eau

CHAPITRE I
INTRODUCTION GÉNÉRALE

Chapitre I Introduction Générale

I. Introduction générale

Les déchets de l'industrie de l'huile d'olive comme la cendre de pierre d'olive, les pierres d'olive moulues et les boues provenant de l'extraction de l'huile de grignons peuvent être utilisés comme matières premières secondaires efficaces dans la fabrication de béton d'argile et de pâte de ciment ainsi autres matériaux de construction.

En pratique, la masse volumique d'un béton de densité normale varie de 2200 à 2600 Kg/m³, en conséquence, le poids propre des éléments de béton est élevé et peut représenter un fort pourcentage de la charge sur la structure. L'utilisation d'un béton de masse volumique plus faible peut donc être bénéfique en termes d'éléments portants de sections plus petites et de la réduction correspondante des fondations. Occasionnellement l'utilisation d'un béton de masse volumique plus faible peut permettre de construire sur un sol de faible capacité portante, ainsi avec ces faibles densités les coffrages subissent une pression moindre qu'avec un béton de densité normale [1].

Les bétons légers, c'est à dire ceux dont la masse volumique à l'état sec est inférieure à 1800 kg/m³, sont employés dans le génie civil depuis le début du 20^{ème} Siècle, dans les pays développés d'Europe (France, Allemagne), d'Amérique (USA) et d'Asie (Japon et ex URSS). Depuis lors, les applications ne cessent de se multiplier à cause des avantages que présente ce produit tant sur le plan économique que technique. Ces bétons normalement réalisés par trois manières, en employant les agrégats légers, l'aération ou le gaz, ou en réduisant la partie fine du granulat. Dans chacun des trois cas la réduction de la densité du béton est réalisée par une augmentation des vides d'air dans le béton.

Pour développer un tel béton, deux éléments doivent être pris en considération : les concepts liés à la formulation des bétons légers et l'utilisation de granulats légers. Par ailleurs, il devient de plus en plus intéressant d'évaluer le potentiel des matériaux légers comme source de matières premières.

Les caractéristiques mécaniques des bétons de granulats légers dépendent fortement des propriétés et proportions de granulats présents dans la formulation. En particulier, de par leur

forte porosité, les granulats légers sont beaucoup plus déformables que la matrice cimentaire et leur influence sur la résistance du béton est complexe.

Notre travail consiste à substituer une partie de sable et de ciment par le G.O.C dans le béton comme granulats légers et analyser ensuite l'influence des propriétés de ces granulats sur le comportement mécanique des bétons légers. Le programme expérimental s'appuie sur l'analyse des travaux déjà réalisés dans le domaine béton allégé par exemple effet du remplacement du ciment et du sable par les grignons d'olives

CHAPITRE II
GENERALITE SUR LES MATERIAUX COMPOSITES

Chapitre II Généralité Sur Les Matériaux Composites

II.1. Introduction

Un des objectifs de ce deuxième chapitre est d'apporter une connaissance des matériaux composites par une description de leurs constitutions, de leurs propriétés et de leurs structures. Etant donné l'importante diversité de ces matériaux, il serait aussi hors de propos de se livrer à un exposé complet de tout type de composite.

Les matériaux composites disposent d'éventualités importantes par apport aux matériaux traditionnels. Ils possèdent de nombreux avantages fonctionnels: légèreté, résistance mécanique et chimique, maintenance réduite et liberté de forme. Ils permettent d'augmenter la durée de vie de certains équipements grâce à leurs propriétés mécaniques et chimiques. Ils offrent une meilleure isolation thermique ou phonique, et pour certains d'entre eux, une bonne isolation électrique [2].

Un matériau composite consiste dans le cas général d'une ou plusieurs phases discontinues réparties dans une phase continue. La phase discontinue est habituellement plus dure avec des propriétés mécaniques supérieures à celles de la phase continue. La phase continue est appelée «la matrice», la phase discontinue est appelée «le renfort» (Fig. II.1) [6].

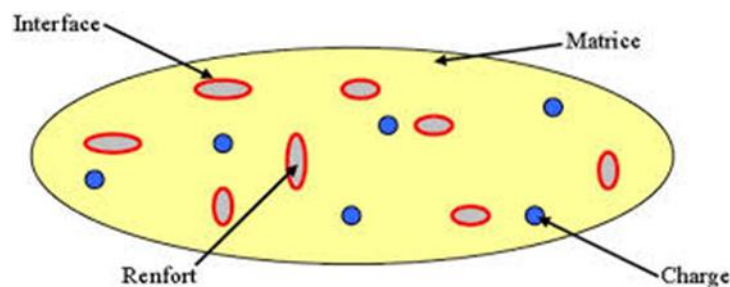


Figure.II.1. Représentation schématique d'un matériau composite

II.2. Définition

Un matériau composite est constitué de l'assemblage de deux matériaux ou plus de natures différentes. Se complétant et permettant d'aboutir à un matériau hétérogène dont l'ensemble des performances est supérieur à celui des composants pris séparément. Le principal intérêt de l'utilisation des matériaux composites provient de ses excellentes caractéristiques. Ils disposent d'atouts importants par rapport aux matériaux traditionnels. Ils apportent de nombreux avantages fonctionnels [3,4]:

- Légèreté
- Grande résistance à la fatigue
- Liberté de formes –
- Maintenance réduite –
- Faible vieillissement sous l'action de l'humidité, de la chaleur, de la corrosion (sauf alu carbone)
- Insensibles aux produits chimiques sauf les décapants de peinture qui attaquent les résines.
- Une bonne isolation électrique.
- Leur faible taux d'utilisation vient de leur coût.

II.3. Caractéristiques générales d'un composite

Les propriétés des matériaux composites résultent en:

- les propriétés des matériaux constituants.
- leurs distributions géométriques.
- leurs interactions.

Ainsi, pour accéder à la description d'un matériau composite, il sera nécessaire de spécifier:

- la nature des constituants et leurs propriétés.
- la géométrie du renfort, et sa distribution.
- la nature de l'interface: matrice-renfort.

La géométrie du renfort sera caractérisée par : sa forme, sa taille, sa concentration et sa disposition (son orientation).

II.4. Constituants des matériaux composites

Les matériaux composites sont constitués principalement : d'une matrice à laquelle sont ajoutés, dans certains composites des charges, d'un renfort.

II.4.1. Matrice

Dans un grand nombre de cas, la matrice constituant le matériau composite est une résine polymère. Les résines polymères existent en grand nombre et chacune à un domaine particulier d'utilisation. Dans les applications où une tenue de la structure aux très hautes températures est requise, des matériaux composites à matrice métallique, céramique ou carbone sont utilisés. Dans le cas des matériaux en carbone des températures de 2200°C peuvent être atteintes. La classification des types de matrices couramment rencontrées est donnée sur (Fig II.2) [7].

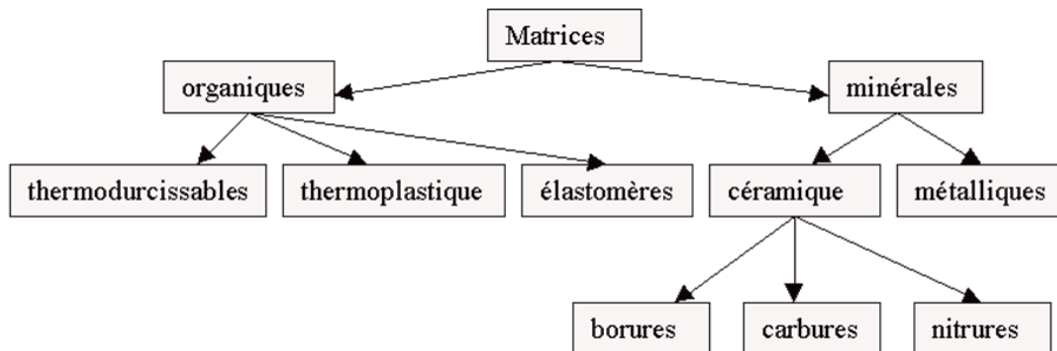


Figure.II.2. Les Différents familles de matrice

a) Matrice organique

Un matériau composite à matrice organique est l'association d'au moins deux matériaux non miscibles :

- Les renforts, en phase discontinue souvent filamentaire, en absorbant la majorité des contraintes mécaniques, assurent la résistance et la rigidité ;

- Les matrices, polymères en phase continue qui servent de liant, jouent un rôle physicochimique et thermique (protection des renforts par l'intermédiaire de l'interface) et commandent les conditions de mise en œuvre.

Généralement deux grandes catégories de polymères : les thermoplastiques (TP) et les thermodurcissables (TD). La plupart des composites à matrice organique sont fabriqués à partir de résines thermodurcissables sous toutes leurs formes, mais la forme liquide a été souvent choisie car elle favorise l'imprégnation des fibres à la température ambiante. On peut probablement expliquer de cette façon le choix initial de matières thermodurcissables plutôt que celui des matières thermoplastiques. Celles-ci possèdent pourtant les caractéristiques mécaniques nécessaires pour constituer des matrices intéressantes pour les composites, comme le montrent les études et les développements industriels actuels.

Aussi, il est important de bien situer les différences fondamentales de ces deux types de matrices afin de bien appréhender le comportement mécanique spécifique de chaque type de composite (Tableau. I.2). La distinction principale entre TP et TD réside dans la façon dont le polymère se construit à partir du monomère. L'assemblage ou l'enchaînement des monomères détermine pratiquement toutes les propriétés mécaniques et physiques du plastique résultant ainsi que les procédés de mise en forme (combinaison chauffage/pression) en produit industriel. [8]

Les deux types de résines qui sont, actuellement, utilisées présentent des propriétés différents. [9]

***Résines thermodurcissables**

Les résines thermodurcissables ont des propriétés mécaniques élevées. Ces résines ne peuvent être mises en forme qu'une seule fois. Elles sont en solution sous forme de polymère non réticulé en suspension dans des solvants. Les résines de condensation (phénoliques, amioplastes, furaniques) et les résines époxy sont des résines thermodurcissables [7].

Les matériaux les plus performants ont des caractéristiques mécaniques élevées et une masse volumique faible. Ces caractéristiques sont présentées dans **le tableau (II.1)** [7].

***Résines thermoplastiques :**

Les résines thermoplastiques ont des propriétés mécaniques faibles. Ces résines sont solides et nécessitent une transformation à très haute température. Les polychlorures de vinyles, les polyéthylènes, polypropylènes polycarbonate polyamide sont quelques exemples de ces résines thermoplastiques classiquement rencontrées sont PEEK , K3B [7].

De même que pour les résines thermodurcissables. Les matériaux les plus performants ont des caractéristiques mécaniques élevées et une masse volumique faible : ces dernières sont présentées dans le **Tableau (II.1)** [7].

	Thermoplastiques	thermodurcissables
Etat de base	Solide-prête à l'emploi	Liquide visqueux
Stockage	Illimite	Réduit (précautions à prendre)
Mouillabilité des renforts	Difficile	Facile
Moulage	Chauffage + refroidissement	Chauffage continu
Cycle	Court	Long (*2) (polymérisation)
Tenue au choc	Assez bonne	Limite
Tenue thermique	Réduite (<130°C)	Meilleure (<150°C)
Chutes et déchets	Recyclable	Perdus ou utilisés comme charges après broyage
Conditions de travail	Propreté	Emanation de COV

Tableau.II.1. Caractéristiques des résines thermodurcissable-thermoplastique

- **Les résines thermostables**

Polymère présentant des caractéristiques mécaniques stables sous des pressions et des températures élevées appliquées de façon continue. Cette propriété est mesurée en déterminant la température que peut supporter la résine durant 2000 Heures sans perdre la moitié de ses caractéristiques mécaniques.

- **Principales différences entre matrice TP et TD**
 - **La structure des TP** se présente sous forme de **chaines linéaires**, il faut les chauffer pour les mettre en forme (Les chaines se plient alors), et les refroidir pour les fixer (Les chaines se bloquent). Cette opération est réversible [10].
 - **La structure des TD** à la forme d'un **réseau tridimensionnel** qui se pont (double liaison de polymérisation) pour durcir en forme de façon définitive, alors d'un échauffement. La transformation est donc irréversible [10].

	Thermoplastiques	Thermodurcissables
Etat de base	Solide-Prête à l'emploi	Liquide visqueux
Stockage	Illimité	Réduit (précautions à prendre)
Mouillabilité des renforts	Difficile	Facile
Moulage	Chauffage+ refroidissement	Chauffage continu
Cycle	Court	Long (*2) (polymérisation)
Tenue au choc	Assez bonne	Limitée
Tenue thermique	Réduite (<130°C)	Meilleure (>150°C)
Chutes et déchets	Recyclable	Perdus ou utilisés comme charges après broyage
Conditions de travail	Propreté	Emanation de COV

Tableau.II.2. Principales différences entre matrice TP ET TD.

b) Matrice minérale

Ce sont des matériaux synthétisés par les êtres vivants, animaux et micro-organismes. La famille la plus importante est celle des polysaccharides comme l'amidon, la cellulose la lignine.

- **Matrices métalliques**

L'utilisation des matrices métalliques est encore actuellement en grande partie à un stade préindustriel. Plusieurs matériaux composites tels que ; l'Aluminium et ses alliages, Nickel, Titane, présentent une bonne conductibilité électrique et thermique, une bonne tenue à des températures élevées et de plus ils possèdent de bonnes caractéristiques mécaniques transverses. Leur fabrication conduit à des coûts très élevés [10].

- **Matrices céramiques**

Les matériaux utilisés sont les carbures de silicium et de carbone. Ils sont utilisés pour la fabrication des pièces qui subissent des contraintes d'origine thermique et leur coût est très élevé [10].

- Les résines TD sont les plus employées pour la mise en œuvre des matériaux composites. Cependant, l'amélioration des caractéristiques des résines TP à haute température (résines TP hautes performances) tend à généraliser leur utilisation dans les structures composites [8].

II.5. Rôle de la matrice

La matrice a pour rôle de

- a) Lier les fibres renforts,
- b) Répartir les contraintes encaissées,
- c) Apporter la tenue chimique de la structure
- d) Donner la forme désirée au produit.

Dans les matériaux composites, le rôle de la matrice est primordial, quantitativement.

II.6. Renfort

Les renforts assurent les propriétés mécaniques du matériau composite et un grand nombre de fibres sont disponibles sur le marché en fonction des coûts de revient recherchés pour la structure réalisée. Les renforts constitués de fibres se présentent sous les formes suivantes : linéique (fils, mèches), tissus surfaciques (tissus, mats), multidirectionnelle (tresse, tissus complexes, tissage tri-directionnel ou plus).

La classification des types de renforts couramment rencontrés et indiquée sur **Fig (II.3)**.

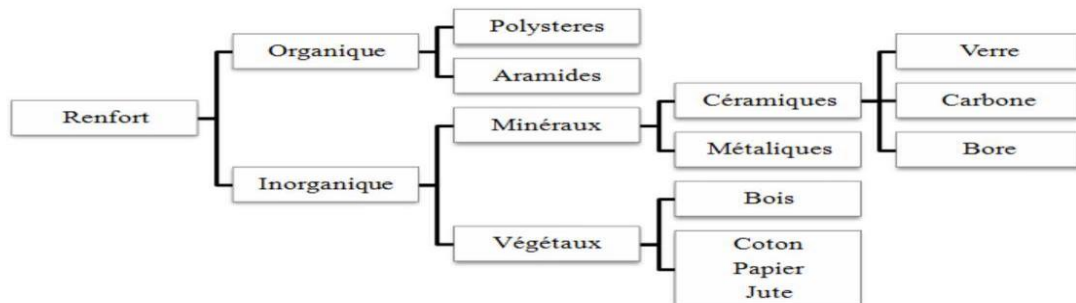


Figure.II.3. Différent types de renforts

II.6.1. Différents types de fibre :

➤ Fibres de Verre

Les fibres de verre ont un excellent rapport performance prix qui les placent de loin au premier rang des renforts utilisés actuellement dans la construction de la structure composite.

On distingue trois types de fibres :

- E : pour les composites de grande diffusion et les applications courantes
- R : pour les composites hautes performances ;
- D : pour la fabrication de circuits imprimés (propriétés diélectriques).



Figure.II.4. Fibre de verre

➤ **Fibres de Carbone :**

Les fibres de carbone ont de très fortes propriétés mécaniques et sont élaborées à partir d'un polymère de base, appelé précurseur. Actuellement, les fibres précurseur utilisées sont des fibres acryliques élaborées à partir du polyacrylonitrile (PAN). La qualité des fibres de carbone finales dépend fortement des qualités du précurseur.

Le principe d'élaboration est de faire subir aux fibres acryliques une décomposition thermique sans fusion des fibres aboutissant à une graphitisation. Le brai qui est un résidu de raffinerie issu du pétrole ou de la houille est également utilisé pour produire des fibres de carbone.



Figure.II.5. Fibres de carbone.

➤ **Fibres Aramides**

Les fibres aramides ont des propriétés mécaniques élevées en traction comme les carbonés mais leurs résistances à la compression faible. La faible tenue mécanique en compression est généralement attribuée à une mauvaise adhérence des fibres à la matrice dans le matériau composites. Pour y remédier, des en z y mages des fibres peuvent être utilisé. L'utilisation de composites à fibres hybrides permet également de remédier aux faiblesses des composites fibres aramides. Des renforts hybrides de type verre. KEVLAR ou CARBONE – KEVLAR sont largement utilisés dans le domaine des loisirs (SKI, raquette de tennis).

Quelque exemple de fibres Aramides :

-KEVLAR (Dupont de Nemours, USA)

-TWARON (AKZO, Allemagne-Hollande)

-TECHNORA (TEIJIN, Japon)



Figure.II.6. Fibres d'Aramides

L'utilisation de composites à fibres hybrides permet également de remédier aux faiblesses des composites fibres aramides. Des renforts hybrides de type verre. KEVLAR ou CARBONE – KEVLAR sont largement utilisés dans le domaine des loisirs (SKI, raquette de tennis).

➤ **Fibres de polyéthylène de haut module :**

Elles présentent une très bonne résistance à la traction mais une mauvaise mouillabilité. Pour des structures peu sollicités, on peut encore utiliser des fibres synthétiques courantes de polyamide ou polyester.



Figure.II.7. Fibres de polyéthylènes

➤ **Fibres de naturelles**

Elles pourront constituer une alternative intéressante aux fibres de verre en raison de leur plus grande facilité de recyclage lorsque leurs propriétés physiques seront mieux appréhendées. Actuellement, elles présentent plusieurs verrous techniques majeurs pour une utilisation massive dans les matériaux composites.



Figure.II.8. Fibres de naturelles

II.7. Utilisation Des Matériaux Composites En Construction

Les techniques traditionnelles ont montré leurs limites au comportement à long terme (oxydation des tôles d'acier..). La recherche dans le domaine de la réhabilitation s'est orientée vers l'utilisation de nouveaux matériaux capables de répondre aux différents critères exigés par les opérations de la maintenance des ouvrages. Plusieurs raisons ont permis aux matériaux composites, restés longtemps limités aux applications militaires et à l'industrie aéronautique, de s'implanter dans le domaine de construction.

Cependant, l'utilisation des fibres en polymères est une technique nouvelle qui permet de donner une rigidité et une résistance supplémentaire aux structures dont la conception est insuffisante vis-à-vis des sollicitations auxquelles elles sont soumises. Les FRP sont composés de fibres à haute résistance liées par une résine de polymère. Ils sont disponibles sous forme de bandes (tissus), de plaques, de barres ou de laminés. Ces matériaux présentent une contrainte de rupture très élevés pour une densité cinq fois moindre que celle de l'acier.

Cependant, l'utilisation des fibres en polymères est une technique nouvelle qui permet de donner une rigidité et une résistance supplémentaire aux structures dont la conception est insuffisante vis-à-vis des sollicitations auxquelles elles sont soumises.

Les fibres renforçant les polymères (FRP) sont composées de fibres à haute résistance liées par une résine de polymère. Ils sont disponibles sous forme de bandes (tissus), de plaques, de barres ou de laminés. Ces matériaux présentent une contrainte de rupture très élevés pour une densité cinq fois moindre que celle de l'acier.

- Grande résistance en traction (avec haut module d'élasticité) ;
- Grande résistance à la fatigue ;
- Légèreté ;
- Grande résistance à l'usure ;
- Absorption des vibrations ;
- Grande résistance à la corrosion.

II.7.1. Exemples d'applications des matériaux composites en construction

a) Renforcement des poutres par des plaques composites

Le renforcement vis à vis la résistance à la flexion d'une poutre en béton armé en utilisant les composites FPR est généralement réalisé en liant une plaque FPR à l'intrados de la poutre en béton armé (la partie tendue) dans le but d'augmenter la charge de service, la charge ultime et la rigidité des poutres et diminuer les flèches (Fig. II.9).

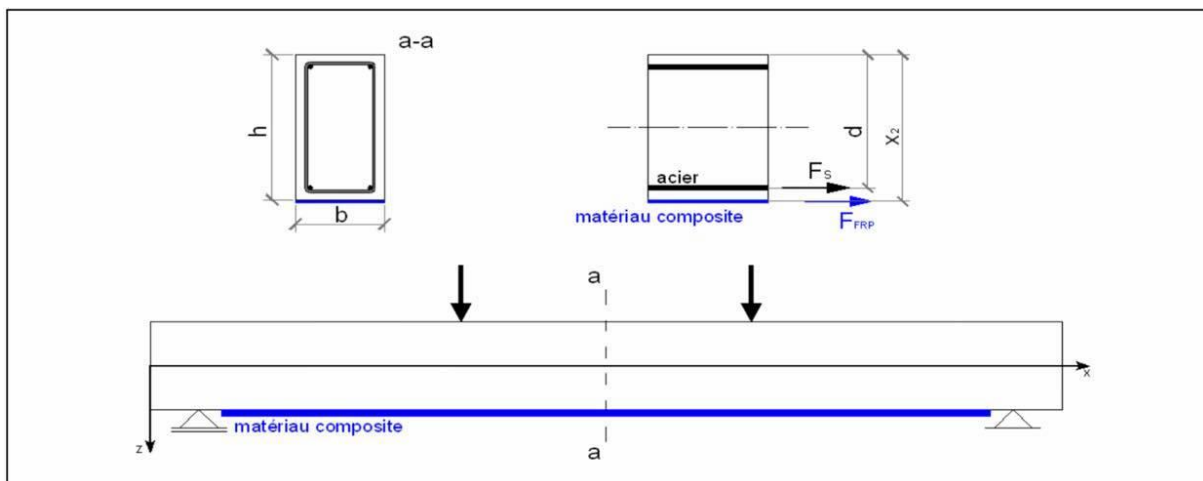


Figure.II.9. Configuration d'une poutre en béton armé soumise à la flexion renforcée au moyen de matériaux composites

b) Renforcement des dalles par les matériaux composites

La procédure de base de renforcement des dalles par FPR est de coller des bondes ou des lamelles FRP sur la face tendue de la dalle (Fig. II. 10) Pour les dalles travaillantes dans les deux sens on utilise des lamelles croisées.



Figure.II.10. Renforcement vis à vis la flexion du pont en béton armé

c) Béton polymère

Le béton polymère est constitué de charges minérales (granulat, sable,...) et d'un liant en polymère. On l'appelle aussi béton de résine synthétique ou béton de résine plastique. La légèreté de ce matériau facilite énormément sa mise en chantier et la présence de résine réduit l'absorption d'eau et garantit ainsi sa complète étanchéité. Ces matériaux résistent bien à l'abrasion et possèdent une grande stabilité aux cycles gel-dégel. En outre, comme ils ont une plus grande résistance mécanique que le béton de ciment portland, ils permettent d'économiser jusqu'à 50% de matériau. Ainsi, pour certaines applications spécifiques, ils concurrencent le béton conventionnel. La résistance aux agents chimiques et les caractéristiques mécaniques dépendent essentiellement de la nature du polymère utilisé et de la quantité de charge. Lorsque la charge est du sable, le composite obtenu est appelé mortier de résine ((Fig. II. 11))

- Parmi les autres matériaux de charge, on trouve: la pierre Concassée, le gravier, le calcaire, la craie.



Figure.II.11. Béton polymère

d) Pavés à base de résines thermodurcissables

Les pavés en résine sont dédiés à la circulation routière et/ou piétonne. Ils constituent une nouvelle gamme de produits en provenance de la voirie (Fig. II. 12). Ils représentent un mélange d'agrégats naturels assemblés entre eux avec une résine. Ces matériaux possèdent des caractéristiques antidérapantes et non gélives, c'est-à-dire qu'ils ne se fissurent pas avec le gel. Par ailleurs, ils présentent des coloris diversifiés pour s'associer à tout type d'environnement. D'une façon nous pouvons dire que les pavés en résine est une alternative performante et innovante au pavé traditionnel qu'il l'imitent correctement.



Figure.II.12. Aménagement au pavé en résine

e) Mélange argileux (Adobe) renforcé

Des matières végétales ajoutées au mélange argileux se consomment au long de la cuisson, entraînant une formation de pores saturés en air à faible diffusivité. Ces pores permettent une amélioration des propriétés thermiques au détriment des propriétés mécaniques (Fig. II. 13).



Figure.II.13. Adobe brique

CHAPITRE III
GENERALITE SUR LES OLIVES

Chapitre III Généralité Sur Les Olives

III.1. Introduction

L'Olivier est l'un des arbres les plus caractéristiques de la région méditerranéenne; il a une grande importance nutritionnelle, sociale, culturelle et économique sur les populations de cette région où il est largement distribué (**CLARIDGE et WALTON, 1992**). Immortel et sa durée de vie est très longue : plusieurs fois centenaires voire atteindre un millénaire. Il peut vivre jusqu'à 1000 ans et, si à cet âge canonique on le coupe, il produira immédiatement un rejet qui vivra lui aussi des centaines d'années. Il est parfaitement adapté au climat méditerranéen, En effet, la plupart de la superficie mondiale dédiée à cette culture se trouve, justement, dans le Bassin méditerranéen que se concentrent 95% de la production et 85 % de la consommation mondiale. Il supporte parfaitement des sécheresses prolongées mais craint les froids trop vifs et l'humidité stagnante. Il a besoin d'un ensoleillement prolongé et les fortes chaleurs de l'été ne lui font pas peur. Néanmoins, un hiver marqué lui est nécessaire pour induire la production de fleurs et donc d'olives.

III.2. Définition des olives

L'olive est le fruit de l'olivier. L'olivier est un arbre au tronc tortueux et noueux qui s'adapte aux sols pentus et caillouteux. Il produit tous les 2 ans dès l'âge de 4 ans. Il peut atteindre 10 mètres de hauteur et devenir plusieurs fois centenaire [12].

La récolte des olives débute fin septembre pour les variétés précoces et se prolonge jusqu'à fin février pour les variétés tardives. Il y a au moins 3 techniques de cueillette : les cueillir à la main, gauler l'olivier pour faire tomber les olives dans les filets tendus au-dessus du sol ou bien ramasser les fruits tombés à terre [12].

Il existe de nombreuses variétés : Olives noires et vertes ne sont pas nécessairement de variétés différentes mais correspondent à différents stades de maturité du fruit. L'olive, verte au départ devient violette puis noire à sa maturité. Plus elle est mûre plus elle est gorgée d'huile.

III.3. Historique de l'olivier et sa culture

Depuis cinq mille ans, l'olivier est cultivé sur la rive orientale de la Méditerranée et les olives sont pressées pour en extraire l'huile. La Phénicie, L'Egypte et La Crète sont les pays producteurs à l'origine du commerce de l'huile d'olive, qui dès le VI^e siècle avant notre ère, touchait des pays septentrionaux puisqu'on en trouve trace dans la civilisation scythe des grandes steppes russes. L'expansion des oliveraies vers l'ouest est allée de pair avec l'implantation des civilisations grecques et romaines. A la Renaissance, les explorateurs implantèrent l'olivier dans le Nouveau Monde, puis ce fut le tour de l'Afrique du Sud et de l'Australie. L'olivier et la production d'huile, si caractéristiques pendant longtemps des pays du pourtour méditerranéen, concernent aujourd'hui des régions situées entre le 25^e le 45^e degré de latitude Nord et Sud (Amérique latine), de préférence en bord de mer (**Graille, 2003 ; Villa, 2003**).

III.4. Composition chimique de l'olive

La composition chimique de l'olive est fonction de plusieurs paramètres tels que : la variété, le climat et les conditions culturales.

D'après **Maymone et al, 1961** les différents constituants de la pulpe d'olive sont les suivants :

Partie	Matière Az totales	Matière Grasses	Cellulose Brute	Matière minérales	Extractif non azoté
Epicarpe	9,8	3,4	2,4	1,6	82,8
Mésocarpe	9,6	51,8	12,0	2,3	24,2
Endocarpe (noyau et amande)	1,2	0,8	74,1	1,2	22,7

Tableau.III.1. Composition chimique de l'olive.

Il est clair que la partie la plus riche en huile est le mésocarpe (ou pulpe), et celle plus riche en cellulose brute l'endocarpe (ou noyau).

III.5. Les principales variétés d'oliviers

On distingue les différentes variétés d'olives en fonction de la destination finale du fruit, soit en trois typologies (Villa, 2006), mais en Algérie on trouve deux types:

III.5.1. Olives à huile

Leur production doit être constante et garantir une bonne rentabilité en termes de qualité et de quantité d'huile (Villa, 2006). Les principales variétés sont : Aglandau (Glandaon, plant de la faré, plant d'Aix, blanqueto, Berruguet, Verdalo, Olivier, plant de la gare, cayonne de marseille), Bouteillan (Ribière, plant d'Aups, Rapugnier, plant de salernes, cayan, cayanne, Redounan), Geemaine (Ghjermanie de balagne, Gjermana), Sabine (Sabina, Sabinaccia) (Argenson et al, 1999) En Algérie, on trouve principalement ; le Chemlal, le Limli, le Bouchouk (Talantikit, 1995), takesrit, l'Azeradj (Zaidi et al, 2001).

III.5.2. Olives de table

Elle implique une certaine grosseur du fruit et un contenu riche en pulpe et en noyau mais faible en huile (Villa, 2006). Les principales variétés sont : Lucques (Lucquoise, olive de Lucques), Picholine (Plant de Collias, Colliasse, Fausse Lucques), Picual, Frantoio (Frantoiano, Correglio, Razzo) (Argenson et al, 1999). En Algérie, on trouve la variété Sigoise (Talantikit, 1995).

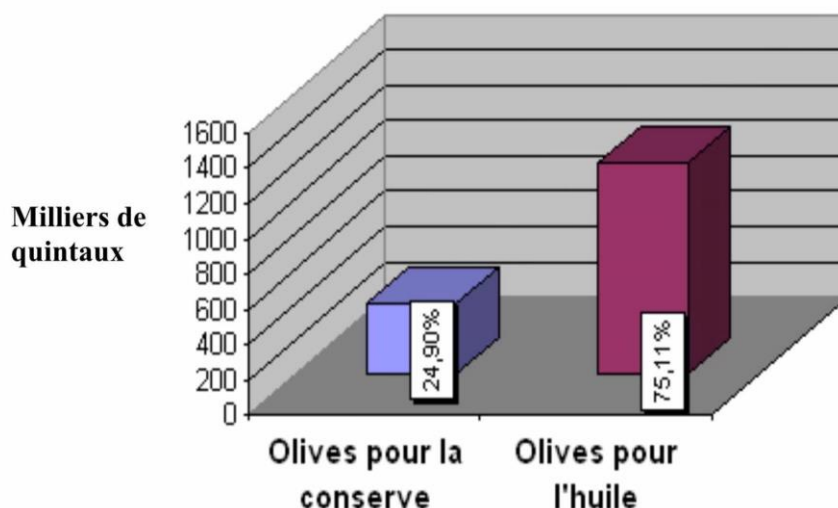


Figure III.1. Répartition de la production d'olives par destination [14]

III.6. Tonnage Et Aire De Répartition :

Les chiffres avancés par la F.A.O. et le C.O.I. [12] montrent une intensification de la culture de l'olivier. La répartition par pays, à titre comparatif, est donnée dans le **tableau (III.2)**

Pays	Arbres (X 103)	(%)	Surface (ha) (X 103)	(%)	Densité (arbres/ha)
Algérie	15,818	02,0	197	2,2	80
Espagne	207,726	26,6	2,145	26,9	86
France	5,766	-	42	-	137
Maroc	28,000	03,6	250	2,7	112
Tunisie	52,936	06,8	1,363	15,1	39
Etat- Unis	4,500	-	44	-	102
Argentine	8,270	01,0	84	0,9	92
Syrie	19,315	02,5	146	1,6	132
Grèce	95,936	12,3	504	5,6	190

Tableau.III.2. Répartition des oliviers par pays [13]

On observe des variations extrêmes de densité allant de 17 à 400 arbres à l'hectare, avec une densité moyenne à l'échelle mondiale de plus de 87 arbres à l'hectare. C'est ainsi que nous avons :

- Algérie : 40 à 70 arbres /ha (Kabylie)
- Algérie : 100 à 120 arbres /ha (Sig)
- Tunisie : 17 arbres /ha (Sfax)
- Espagne : 100 à 120 arbres /ha (Jaen)

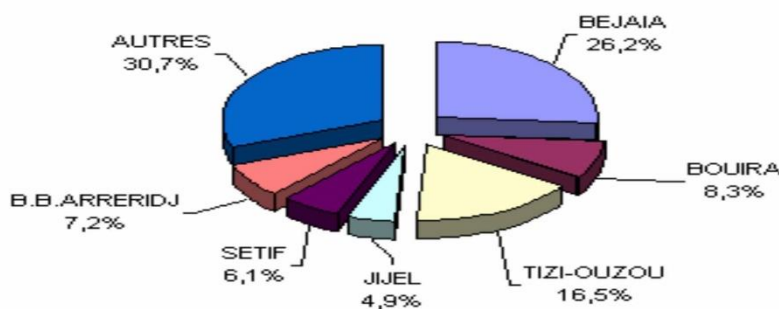


Figure III.2. Répartition des superficies d'oliviers par wilaya [14]

Nombre d'oliviers Dans Quelque Wilaya D'Algérie en (2003) présente par

Le Tableau (III.3).

WILAYA	Superficie Occupée (ha)	Oliviers en masse (Nbre)	Oliviers Isolés (Nbre)	TOTAL Oliviers (Nbre)
06 Bejaia	49977	3769110	385760	4154870
10 Bouira	15725	990190	342460	1332650
34 B-B- Arreridj	13673	785700	76180	861880
15 Tizi Ouazou	31531	2935560	146000	3081560
28 M'sila	500	106450	5550	112000
19 Sétif	11668	884550	326770	1211320

Tableau.III.3. Nombre d'oliviers Dans Quelque Wilaya D'Algérie (2003) [13]

CHAPITRE IV
GENERALITES SUR LES GRIGNONS D'OLIVES

CHAPITRE IV : Généralités sur les grignons d'olives

IV.1. Définition de grignon

Les grignons d'olives bruts sont séchés naturellement au soleil jusqu'à une humidité inférieur ou égale à 10%. Ensuite, ces échantillons sont broyés par un broyeur à billes afin d'avoir des produits homogènes. A l'aide de tamis à différents maillages, il a été retenu une seule granulométrie: des particules ayant un diamètre entre 1 et 1,6 mm [15].

IV.2. Caractéristique des grignons d'olive

IV.2.1. Caractéristique chimiques des grignons d'olive

Les grignons d'olive sont pauvres en matières azotées (5 à 10%) et riches en cellulose brute (35 à 50%). L'analyse des fibres révèle que les grignons bruts ont des teneurs élevées en NDF (72%), ADF (60%) et ADL (31%). En outre, les grignons sont relativement riches en matières grasses et en cendres avec des teneurs respectives de 8 à 15% et 3 à 5% [16].

Plusieurs auteurs ont rapporté que la composition chimique des grignons d'olives varie selon le type de grignon et les variétés d'olives triturées ; l'épuisement par les solvants diminue la teneur en matières grasses et augment relativement les autres teneurs. Le dénoyautage partiel réduit considérablement les teneurs en cellulose brute, mais même la pulpe pure contient autour de 20% de cellulose brute [17].

Type De Grignons	MS(%)	MM	MAT	MG	GB
Grignons Bruts	75 - 80	3 - 5	5 - 10	8 - 15	35 - 50
Grignons Epuisés	85 - 90	7 - 10	8 - 10	4 - 6	35 - 40
Grignons Partiellement Dénoyautés	80 - 95	6 - 7	9 - 12	15 - 30	20 - 30

Tableau.IV.1. Composition chimique de différents types de grignons d'olive (%/ Kg -MS)

IV.2.2. Caractéristiques physiques du grignon d'olive :

La composition physique des grignons dépend étroitement de la variété des olives, de leur degré de maturation et du système employé lors de l'extraction de l'huile. Les grignons bruts renferment la coque du noyau réduite en morceaux, la peau et la pulpe broyée. Ils renferment aussi une certaine humidité et une quantité d'huile résiduelle (tableau). Tandis que les grignons épuisés diffèrent essentiellement par une plus faible teneur en huile et une teneur en eau réduite du fait qu'ils ont été déshydratés au cours du processus d'extraction [18].

Composants	Olive (%)	Grignon Brut (%)	Grignon épuisé (%)
Eau	49	27	17
Huile	27	09	02
Coque	14	43	55
Pulpe	09	21	26

Tableau.IV.2. Les différents composants du grignon d'olive [18].

IV.3. Conditions de conservation des grignons:

Le problème principal que se pose pour la conservation des grignons bruts est leur teneur relativement élevée en eau et la présence d'une quantité encore importante de matières grasses. Ces grignons abandonnés à l'air libre rancissent rapidement et deviennent vite inconsommables par les animaux.

Il est estimé que les grignons bruts obtenus par centrifugation, plus humides, se détériorent après 4-5 jours, les grignons obtenus par pression après environ 15 jours, ces mêmes grignons déshydratés ne se conserveraient guère plus de 45 jours. Par contre les grignons épuisés qui ont de plus été déshydratés au cours de l'extraction pourraient se conserver plus d'un an.

La déshydratation est actuellement un procédé coûteux compte tenu du coût élevé de l'énergie nécessaire. De plus, dans le cas des grignons bruts encore riches en matières grasses son efficacité comme mode de conservation semble très limitée.

Les quelques essais effectués à petite échelle de conservation par ensilage laissent prévoir une possibilité de conservation plus simple, plus économique et plus efficace en utilisant la

méthode des silos-taupinières qui permet de stocker des quantités très variables de quelques tonnes à plusieurs centaines de tonnes.

Compte tenu du fait que le grignon brut frais se conserve très peu de temps il doit être distribué très rapidement aux animaux ou ensilé le plus tôt possible afin de ne pas s'altérer.

Il est toutefois à noter qu'il est généralement économiquement plus rentable d'extraire préalablement l'huile du grignon, mais lorsque pour des raisons spécifiques l'extraction n'a pas lieu, ce grignon brut peut être conservé pour être distribué ultérieurement aux animaux.

IV.4. L'utilisation des grignons d'olives

Il se peut que l'avenir du bâtiment soit lié aux grignons d'olive, en effet la réutilisation des grignons d'olive en tant que matière première dans l'industrie du bâtiment, permet non seulement de réduire les déchets issus de l'industrie oléicole, mais aussi de compenser le coût des matières premières. Il s'agit également d'un moyen écologique et durable de valoriser les déchets tout en préservant les ressources naturelles.

IV.5. Autres déchets solides alimentaires utilisés dans la construction

IV.5.1. Noyau de datte

IV.5.1.1. Définition

Le noyau de datte (ou graine) est de forme allongée et de grosseur variable. Son poids moyen est environ d'un gramme, il représente 7 à 30 % du poids de la datte. Le noyau de datte, enveloppé dans l'endocarpe membraneux, est constitué d'un albumen corné d'une consistance dure protégé par une enveloppe cellulosique [19].

IV.5.1.2. Composition chimique du noyau

Le tableau suivant les principaux constituants des noyaux de dattes [20].

Constituants	Teneur (%)
Eau	06,46
Glucides	62,51
Protides	05,22
Lipides	08,49
Cellulose	16,20
Cendre	01,12

Tableau.IV.3. Composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes.

IV.5.1.3. Utilisation des noyaux de dattes :

Le noyau est utilisable dans l'alimentation humaine : après torréfaction, il peut en effet constituer un succédané du café et donne une décoction d'une saveur et d'un arôme agréable (café décaféiné). Il est surtout utilisé comme provende pour les animaux : sa valeur fourragère équivaut à celle du kilogramme d'orge [21].

IV.5.1.4. Caractéristiques des graines de Deglat Nour

- **Forme** : Ovoïde, parfois droite.
- **Taille** : Petite à moyenne.
- **Graine / Fruit** : ½ à 1/3.
- **Poids de 20 graines** : 14 à 20 g.
- **Couleur** : Souvent marron.
- **Surface** : Lisse.
- **Forme du sillon** : Non prononcé.
- **Pore germinatif** : Souvent central.
- **Protubérances** : Jamais.
- **Pédoncule** : Court.
- **Tégument** : Non-adhérent.

IV.5.2. La coque de noix de palme traitée

Les coques de noix de palme sont souvent utilisées comme granulats dans les bétons légers. Ces bétons présentent une résistance à la compression plus faible que les bétons de granulats ordinaires soit à cause d'une mauvaise adhérence entre les coques de noix de palme et la pâte de ciment ou à cause de leur forte capacité d'absorption d'eau. L'étude expérimentale dans ce travail, consiste à étudier l'influence du traitement des coques de noix de palme sur la résistance mécanique d'une part et d'autre part l'évolution dans le temps de la résistance à la compression du béton de coques de noix de palme par rapport à celle du béton de granulats ordinaires. Quatre types de traitement ont été investigués, à savoir un traitement thermique, un traitement au lait de chaux, un traitement au silicate de sodium. Les résultats obtenus montrent que parmi les types de traitements utilisés, le lait de chaux a donné de meilleurs résultats sur la résistance à la compression. Les résultats montrent également une différence entre l'évolution de la résistance à la compression des bétons coques de noix de palme par rapport au béton [22].

IV.5.3. Les Balles de riz

Les balles de riz actuellement utilisées comme combustible ou dans le compostage. Aucune filière n'a encore été réellement développée pour l'utilisation de ce déchet.

Deux possibilités de valorisation des balles de riz existent:

- Intégrer les balles de riz brutes dans le béton (par exemple, le béton de bois).
- Calciner les balles de riz et utiliser les résidus résultant de cette calcination comme substitut au ciment ou comme complément à un liant (ex: chaux, ciment) en vue de constituer un mortier de maçonnerie. Ces balles de riz calcinées ont montré une forte réaction pouzzolanique avec le ciment, en raison de la présence de SiO₂ amorphe [23].

CHAPITRE V
BETON ALLEGE AVEC LES GRIGNONS D'OLIVES

Chapitre V Béton Allégé Avec Les Grignons D'olives

V.1. Introduction

Dans la construction d'un certain nombre d'ouvrage, une réduction de poids est de nature à entrainer des économies générales. L'emploi de granulats légers permet de réaliser des bétons pour lesquels la densité peut varier de 0.5 à 2 mais dont la résistance en compression est d'autant plus faible que la densité est moins élevée.

Les bétons légers pourront être utilisés pour la construction de structure résistante (poutres, dalles, poteaux, etc.) mais seront plus particulièrement employés pour la fabrication d'agglomérés, pour des bétons banchés non porteurs ou faiblement chargés et pour des bétons isolants, l'isolation étant d'autant meilleure que la densité est faible.

Plusieurs ouvrages importants tels que des ponts en béton armé et en béton précontraint. Des immeubles, des couvertures en voile mince ont été réalisés avec des bétons légers. Cependant après une période de grande vogue, l'utilisation des bétons légers est assez ralentie et surtout limitée à des éléments préfabriqués [24].

V.2. Bétons légers

Le béton est un terme générique qui désigne un matériau de construction composite fabriqué à partir de granulats (sable, gravillons) agglomérés par un liant.

Le béton léger fait partie de la gamme des bétons spéciaux. Qui vous facilitera grandement la tâche. Ce béton est composé en majorité de constituants légers, ce qui le rend bien moins lourd qu'un béton ordinaire. Et par conséquent, bien plus pratique d'utilisation. En effet la masse d'un béton de densité normale varie de 2200 à 2600 Kg/m³, tandis que celle du béton léger oscille entre 300 et 1850 Kg/m³. Les matériaux lourds qu'on retrouve chez les bétons classiques tels que les granulats sont remplacés. A la place, il est possible d'ajouter des billes de polystyrène par exemple.

Ce béton à des fins d'isolation et d'allègement ou les deux à la fois, il peut également être utilisé pour des éléments porteurs à condition que l'on possède les granulats permettant d'atteindre les résistances voulues.

Enfin Le béton léger se caractérise essentiellement par leur faible masse volumique, adaptable aux exigences, par leur excellent rapport poids/résistance et par leur bonne isolation thermique [25] [26].

V.3. Constituants du béton allégé

Les bétons légers étudiés sont constitués de graviers et d'un mortier de sable de densité normale. Pour conserver la même maniabilité, un plastifiant est ajouté.

Des grignons d'olive rentrent dans la composition de béton (granulats légers).

V.3.1. Ciment

Pour tous les mélanges on a utilisé un seul type de ciment (CEM II/A-L 42.5 N) provenant de la cimenterie (S.C.A.E.K) à Ain-Kebira. Ses analyses physiques, chimiques et minéralogiques communiquées par le producteur sont représentées respectivement dans les tableaux **Tableau.V.1.** **Tableau.V.2.** **Tableau.V.3.** [27].

Essai physique Norme(En 196-3 et 6)		Garantie NA 442	Mesures
P.S	(g / cm ³)		3,12
SSB	(Cm ² / g)		3715
Temps de prise (min)	début	≥ 60	183
	fin		286
Expansion (mm)	A Chaud	≤ 10	0
Refus (%)	90 μ		1,05
Consistance normal	%		25,61
Chaleur hydratation Norme (EN-196-8)	J/g	≤ 270	244,39

Tableau.V.1. Caractéristiques physiques du ciment employé.

Compositions chimique Normes (EN 196-2)	
Eléments	Mesures
SiO ₂ -T	20.62 %
Al ₂ O ₃	3.96 %
Fe ₂ O ₃	4.37 %
CaO-T	61.49 %
MgO	1.38 %
SO ₃	1.59 ≤ 3.5 %
K ₂ O	0.29 %
Na ₂ O	0.12 %
C 1	0.01 ≤ 0.1 %
P.A.F	6.18 %
CaO libre	0.76 %
R. insoluble	6.14 %

Tableau.V.2. Caractéristiques chimiques du ciment employé

Selon les équations de Bogue la composition minéralogique du ciment utilisé est la suivante :

Eléments	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
Teneur (%)	64.12	13.95	02.63	15.50

Tableau.V.3. Composition minéralogique du ciment

V.3.2. Granulats

Les granulats sont définis comme étant un ensemble de grains chimiquement inerte de dimensions comprises entre 0 et 125 mm, sont mélangés à la pâte de ciment, constituent le squelette du béton [28].

- **Sable**

Dans tous les mélanges de notre étude, nous avons utilisé un sable de carrière de Bouandas de classe granulaire (0/5mm), utilisé couramment dans la confection de béton.

Gravier

Nous avons utilisé deux types de gravier, il s'agit de gravier de type (8/15) et (4/8) Gravier concassé, de nature calcaire. Afin d'obtenir une bonne adhérence entre la pâte du liant et les graviers, nous avons procédé à leur lavage et qui, une fois séchés, ont été conservés dans des sacs bien fermés.

Grignons d'olives (granulats légers)

Dans notre étude, nous avons utilisé des grignons d'olives comme granulats légers, issus de la région de Manssoura, présentés ci-dessous. Ils ont été lavés, nettoyés et ensuite étuvé. Après étuvage les grignons d'olives ont été broyés et ensuite tamisés pour avoir du grignon d'olives de diamètre 2/4 mm.



Figure.V.1. Grignons d'olives (granulats légers)

V.3.3. Eau de gâchage

L'eau de gâchage est la quantité d'eau totale ajoutée au mélange sec de béton. C'est d'elle que dépendent en grande partie la cohésion et la résistance de ce matériau de construction omniprésent. Grâce à l'eau de gâchage, le mélange de béton frais peut être mis en œuvre avec une ouvrabilité contrôlée.

Cette eau est d'une grande importance, elle est soumise à certaines exigences et a même fait l'objet d'une norme (NFP 18-303) [29].

V.3.4. Adjuvant

Les adjuvants sont des produits (liquides ou poudres) qui sont ajouté au béton en faible quantité (moins de 5%) permettent d'améliorer certaines propriétés maniabilité et imperméabilité, ou qualités : compacité et résistance au gel, souhaitées soit sur béton frais soit sur béton durci. Les adjuvants sont toujours incorporés dans la masse du béton frais. Le mode d'action des adjuvants est :

- Soit mécanique : en modifiant la consistance du mélange.
- Soit physique : en agissant sur la tension superficielle des composants.
- Soit chimique : en modifiant la vitesse de prise et la réaction d'hydratation du ciment.

Le type d'adjuvant utilisé est un plastifiant, réducteur d'eau (voir Annexe), dont le rôle est le suivant :

- Améliore la plasticité et l'ouvrabilité des bétons.
- Permet de diminuer la quantité d'eau de gâchage, donc d'augmenter la résistance [29].

V.4. Domaine d'application des bétons légers

Les bétons légers sont soit manufacturés, soit fabriqués et coulés sur le chantier. Dans les éléments manufacturés entrent les petits éléments : hourdis, éléments creux pour les conduits de ventilation ou de fumée ou les éléments de plus grandes dimensions : cloisons, dalles pour bardages, éléments de planchers. Le béton coulé sur chantier trouve de nombreuses applications dans le bâtiment, mais aussi comme matériau de remplissage ou en sous-couche dans les sols et les chaussées. Bâtiment : sous-couches de dalles et planchers, formes de pente ; réhabilitation de planchers anciens, dalles d'isolation sur terre-plein, chapes ; applications routières et en sols : sous-couches de chaussées et sols d'aires de jeux ; remplissages divers (fouilles, cavités) [30].

CHAPITRE VI
ANALYSE DES TRAVAUX REALISES DANS LE
DOMAINE DE CONSTRUCTION

CHAPITRE VI Analyse Des travaux Réalisés Dans Le Domaine De Construction

VI.1. Introduction

Dans ce chapitre, une analyse des travaux déjà réalisés dans le domaine de construction est présentée. Etant donné que les travaux dans le domaine de construction et en particulier dans le domaine de béton allégé, dans ce qui suit, l'analyse du comportement mécanique est basée principalement sur le regroupement en raison de comparaison des travaux ayant en point commun une approche expérimentale similaire à notre travail. En autre mots, Cette section explore la littérature pour mettre en évidence les travaux de recherche menés en matière d'utilisation des déchets industriels et en particulier les grignons d'olives dans la production de béton.

VI.2. Analyse des travaux déjà réalisés dans le domaine béton allégé

VI.2.1. Effet du remplacement du ciment par les grignons d'olives

Dans le cadre d'utilisation des déchets locaux, telle que grignons d'olives, récemment utilisées comme matériaux de construction rurale, [Alkheder et al \[31\]](#), ont utilisé de déchets d'olive comme remplacement partiel du ciment, en particulier à de faibles pourcentages de remplacement. Dans cette étude, les déchets d'olives ont été brûlés correctement dans un four et maintenus pendant 6 h jusqu'à ce qu'ils soient complètement transformés en cendres. Ensuite, le four a été éteint et les cendres ont pu refroidir. Après refroidissement, le matériau est passé le tamis a été utilisé. Les cendres tamisées ont été utilisées dans le mélange de ciment comme remplacement partiel du ciment pour la fabrication du béton.

Le **Tableau.VI.1.** Représente la composition chimique élémentaire de l'échantillon grignons d'olives et ciment.

Composée	Pourcentage %	
	Ciment	Grignons d'olives
K ₂ O	-	31,6
Fe ₂ O ₃	4,3	2,5
Al ₂ O ₃	5,4	3,1
CaO	65,5	30
SiO ₂	19,5	21
Na ₂ O	-	0,4
P ₂ O ₅	-	6,1
MgO	2,2	5,3
SO ₃	3,1	-

Tableau.VI.1. Composition des déchets d'olive et du ciment [31].

La DRX correspondant à la cendre d'olive a révélé que les principaux composants sont SiO₂ (21%), CaO (30)% et K₂O (31,6%).

Des éprouvettes cubiques de béton ont été préparées pour effectuer le test de résistance à la compression et la flexion. Le test était conçu pour déterminer les résistances à la compression et la flexion de 3, 7 et 28 jours. Les résultats obtenus sont présentés sur la **Figure.VI.1** et le **Figure.VI.2**.

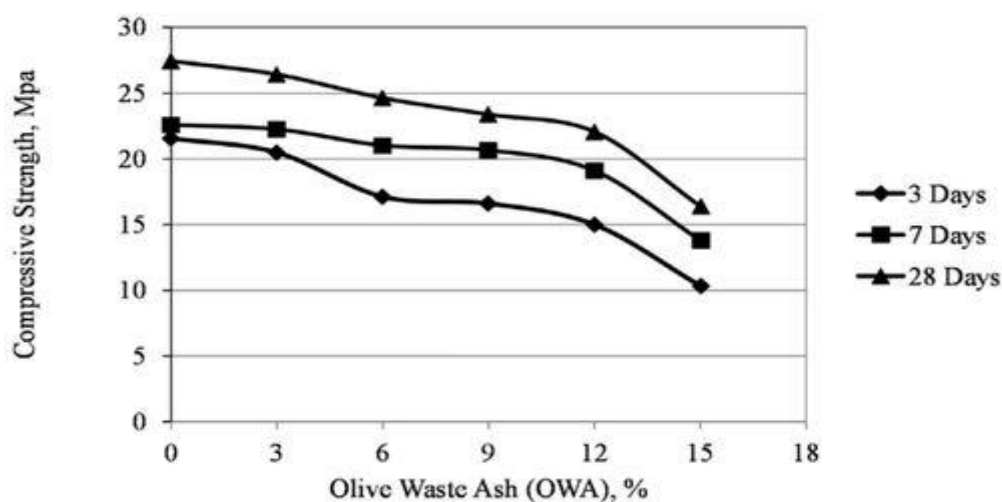


Figure. VI .1. Force de compression par rapport au pourcentage de grignons d'olive

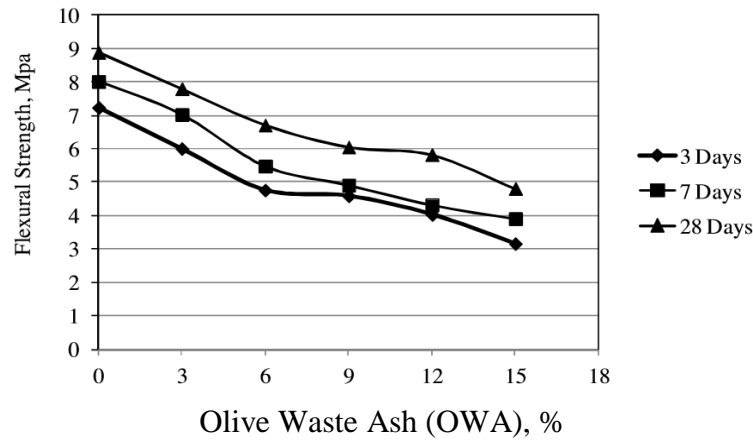


Figure. VI.2. Force de flexion par rapport au pourcentage de grignons d'olive

Mélanger Non.	E/C	G.O.N %	3 Jours		7 Jours		28 Jours	
			Compressif Force, MPa	Résistance à la flexion, MPa	Compressif Force, MPa	Résistance à la flexion, MPa	Comp Force MPa	Résis à la Flexion MPa
1	0,60	00	21,58	07,24	22,59	08,02	27,44	08,89
2	0,60	03	20,49	06,01	22,26	07,03	26,42	07,80
3	0,60	06	17,13	04,77	21,03	05,49	24,63	06,72
4	0,60	09	16,61	04,59	20,67	04,92	23,39	06,06
5	0,60	12	15,01	04,04	19,11	04,33	22,07	05,82
6	0,60	15	10,34	03,17	13,80	03,91	16,41	04,81

Tableau.VI.2. Résistance à la flexion et à la compression pour le remplacement du béton CEM-II des grignons d'olives.

Les résultats indiquent que la résistance à la compression et à la flexion d'une pâte de ciment mélangée durcie contenant différents pourcentages (partielle remplacement du ciment) des déchets d'olive, enregistre une claire diminution.

Al-Akhras et Abdulwahid [32], ont trouvé la même constatation lors de l'étude de l'utilisation des grignons d'olives dans les mélanges de béton pour réduire la pollution de l'environnement due aux résidus de déchets d'olive **Figure.VI.3. Figure.VI.4.**

Dans cette étude, **Al-Akhras et Abdulwahid [32]** ont utilisé le ciment Portland ordinaire de type I préparer les mélanges de béton. Deux types de des agrégats fins ont été utilisés dans l'étude: sable de silice et calcaire concassé. Il est important de signaler, que dans notre étude nous avons pris pour comparaison seulement les résultats du sable de silice étant donné qu'il a les mêmes caractéristiques que le sable de dune qu'on a envisagé utiliser.

Les grignons d'olives ont été obtenus par incinération de grandes quantités (30 kg) de déchets d'olive dans un four à une température de 900 ° C pendant une période de 8 h. Cependant, dans la pratique, les déchets d'olive peut être brûlé dans des centrales électriques ou dans des fours à ciment sans coût supplémentaire [32]. La cendre résultante a été recueillie du four et finement moulu pendant 2 h à l'aide d'une rectifieuse. La composition chimique du grignon d'olive, ciment et sable sont présentés par **le tableau.VI.3. La figure .VI.5**, montre un électron à balayage micrographie (MEB) de particules de grignons d'olives. Les particules de grignons d'olives sont de forme irrégulière et certaines particules sont arrondies.

Composé: %	Ciment	grignons d'olives	Sable
SiO ₂	20,5	25,8	95,4
Al ₂ O ₃	5,6	8,5	0,24
Fe ₂ O ₃	3,8	5,7	0,96
MgO	2,1	3,2	-
CaO	64,5	42,9	0,54
Na ₂ O	0,2	0,25	-
K ₂ O	0,2	0,33	0,07
SO ₃	2,1	3,8	-
Pertes au Feu	0,8	9,5	-

Tableau.VI.3. Composition chimique des différents composants utilisés dans l'étude [32].

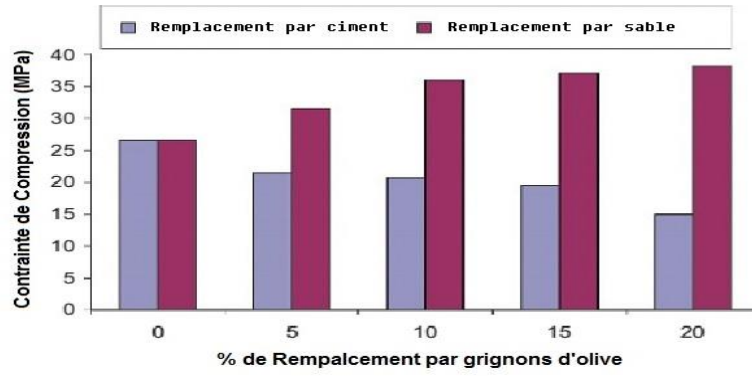


Figure.VI.3. Effet du type de remplacement sur la résistance à la compression (basée sur trois répétitions) du Béton à 28 jours avec sable de silice [32]

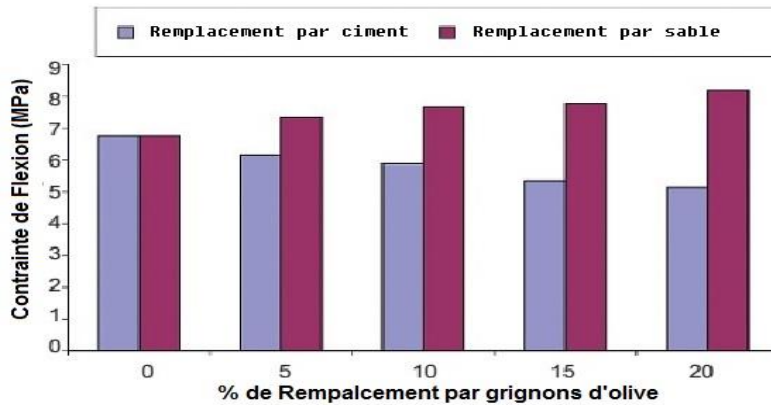


Figure.VI.4 Effet du type de remplacement sur la résistance à la flexion (basé sur trois répétitions) du béton 28 jours avec sable de silice [32]

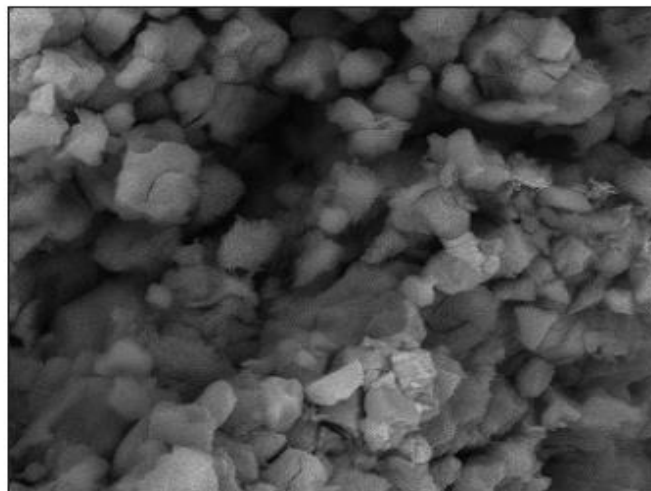


Figure.VI.5. Micrographie électronique à balayage de particules de grignons d'olives [32]

VI.2.2. Effet du remplacement du sable par les grignons d'olives

Dans le cadre d'étude du remplacement du sable par les grignons d'olives, **Al-Akhras et Abdulwahid [32]**, ont utilisé les grignons d'olives dans les mélanges de béton pour réduire la pollution de l'environnement due aux résidus de déchets d'olive. Dans cette étude, Les déchets d'olive sont préparée dans un four à une température d'environ 900 ° C et broyer les cendres résultantes. Le produit obtenu est plus fin que le ciment et contient environ 22% de silice amorphe et 42% de chaux.

Les proportions du mélange de béton sont présentées en **Tableau.VI.3**.

Mélanger non	Ciment (g)	Grignon d'olive (%)	Grignon d'olive (g)	Sable de silice (g)
Remplacement par du ciment				
1	1400	0	0	4200
2	1330	5	70	4200
3	1260	10	140	4200
4	1190	15	210	4200
5	1220	20	280	4200
Remplacement par du sable				
1	1400	0	0	4200
2	1400	5	210	3990
3	1400	10	420	3780
4	1400	15	630	3570
5	1400	20	840	3360

Tableau.VI.4. Proportions du mélange de béton en utilisant le type de sable de silice

Les résultats indiquent que la résistance à la compression et à la flexion de remplacement de sable par des grignons d'olives dans mélangée durcie contenant différents pourcentages (partielle remplacement du sable) des déchets d'olive, enregistre une claire augmentation. Présenté dans les deux figures **Figure.VI.6. Figure.VI.7**

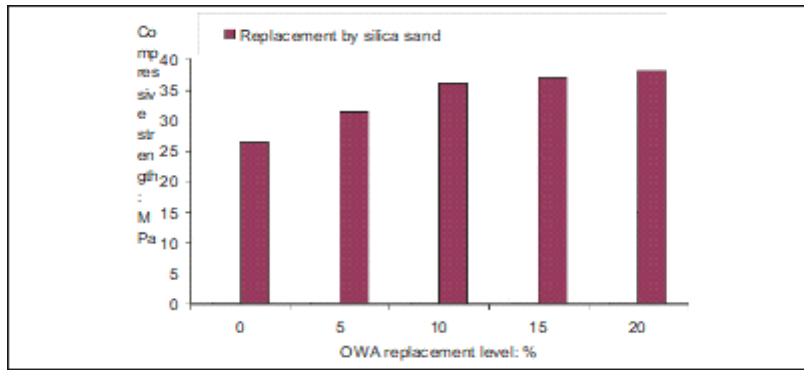


Figure.VI.6. Effet du type de remplacement sur la résistance à la compression (basée sur trois répétitions) du béton à 28 jours avec du sable de silice

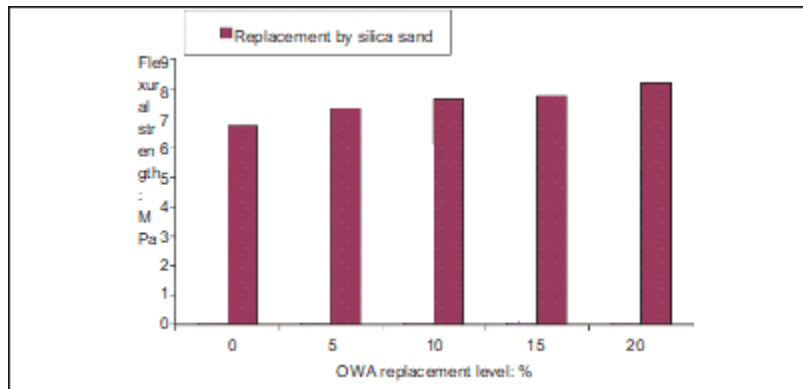


Figure.VI.7. Effet du type de remplacement sur la résistance à la flexion (basé sur trois répétitions) du béton à 28 jours avec du sable de silice.

VI.2.3. Comparaison de la microscopie électronique dans les deux cas

La microstructure de 15% de béton grignon d'olive en remplaçant sable de silice et de ciment après 28 jours d'humidité le durcissement a été étudié à l'aide d'images MEB. Les images MEB montrent que l'utilisation des grignons d'olives comme remplacement partiel du ciment a plus de pores capillaires que le béton de ciment témoin. D'autre part, les images MEB montrent une diminution significative des pores capillaires du béton si les grignons d'olives sont utilisés en remplacement partiel du sable de silice. L'utilisation des grignons d'olives en remplacement partiel du ciment conduit à une augmentation des pores capillaires de la matrice de ciment en raison de la réduction des matériaux de cimentation. L'augmentation des pores capillaires entraîne une diminution des propriétés mécaniques.

- La résistance à la compression et à la flexion du béton augmentait avec l'augmentation de la teneur en grignons d'olives en remplacement partiel du sable.
- La résistance à la compression et à la flexion du béton diminue avec l'augmentation des grignons d'olives en remplacement partiel du ciment

Des images de microscopie électronique à balayage ont montré que la matrice durcie de béton contenant 15% de grignons d'olives en remplacement partiel du sable de silice était plus dense et avait une microstructure plus homogène par rapport à celle du béton témoin et du béton grignons d'olives utilisant le remplacement par du ciment.

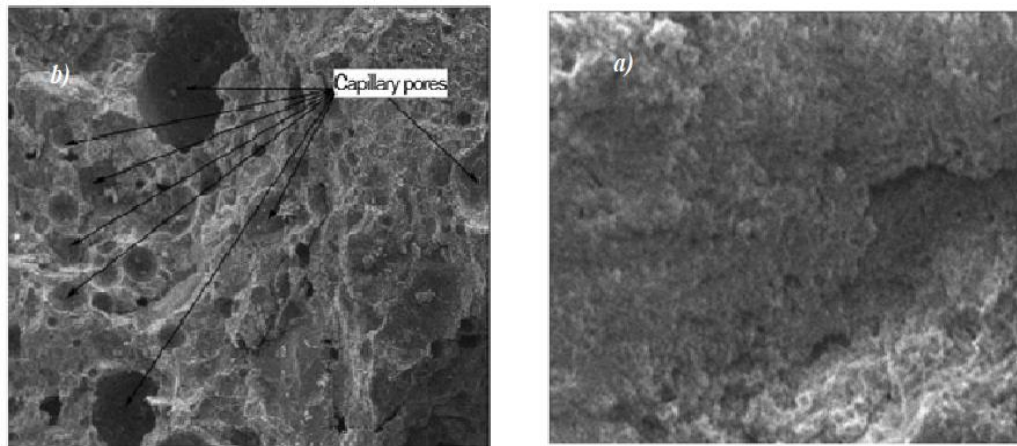


Figure.VI.8. Image MEB pour 15% G.O

a) Remplacement par Ciment *b)* Remplacement par sable

Conclusion

- La résistance à la compression et à la flexion du béton augmentait avec l'augmentation de la teneur en grignons d'olives en remplacement partiel du sable.
- La résistance à la compression et à la flexion du béton diminue avec l'augmentation des grignons d'olives en remplacement partiel du ciment.
- Des images de microscopie électronique à balayage ont montré que la matrice durcie de béton contenant 15% de grignons d'olives en remplacement partiel du sable de silice était plus dense et avait une microstructure plus homogène par rapport à celle du béton témoin et du béton grignons d'olives utilisant le remplacement par du ciment.

VI.2.4. Effet de l'utilisation des différents pourcentages des grignons d'olives dans un béton léger

Dans le cadre d'étude de l'utilisation des différents pourcentages des grignons d'olives, **Mlle: ALOUACHE DALIDA, Mlle: IDIR SOUAD [33]**. Dans cette étude, Dans ce travail, nous sommes appuyés sur la variation du pourcentage de granulats légers (GOC) à incorporer dans le béton, afin de voir son effet sur les propriétés mécaniques du béton léger. Les déchets d'olive utilisé comme granulats légers, issus de la région de seddouk. La préparation, ils ont été lavés, nettoyés et ensuite étuvé. Après étuvage les grignons d'olives ont été broyés et ensuite tamisés pour avoir du grignon d'olives de diamètre 2/4 mm.

1- Effet de pourcentage de 76.52% de grignons d'olives

No de série	Type de béton	Résistance F_{c28} (MPa)	Résistance F_c moyenne
I	a	4.26	6,04
	b	7.82	
	c	6.04	

Tableau.VI.5. Résultats de la résistance à la compression au 28^e jour à 76.52% [33].

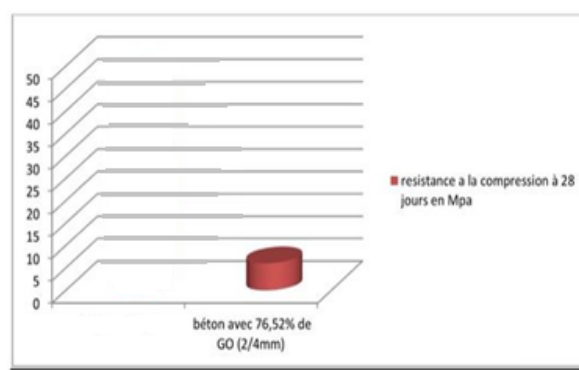


Figure.VI.9. Résistance à la compression à 28 jours à pourcentage de 76.52% [33].

Interprétation

Le béton avec 76.52% de grignon d'olive concassé à une résistance à la compression très faible, ceci est dû à la forte proportion de grignon d'olive concassé dans le béton, les grignons d'olives n'ont pas une bonne adhérence avec le ciment.

2- Effet de différents pourcentages de grignons d'olives

No de série		Type de béton	Résistance F_{c28} (MPa)	Résistance F_c moyenne
I	1	Avec 5% de G.O.C (2/4) mm	38,24	40,31
	2		41,75	
	3		40,95	
II	4	Avec 10% de G.O.C (2/4) mm	33,72	36,31
	5		37,86	
	6		37,36	
III	7	Avec 15% de G.O.C (2/4) mm	37,92	38,30
	8		36,53	
	9		40,44	
IV	10	Avec 20% de G.O.C (2/4) mm	34,92	33,34
	11		30,31	
	12		34,80	

Tableau.VI.6. Résultats de la résistance à la compression au 28^e jour de différents pourcentages [33].

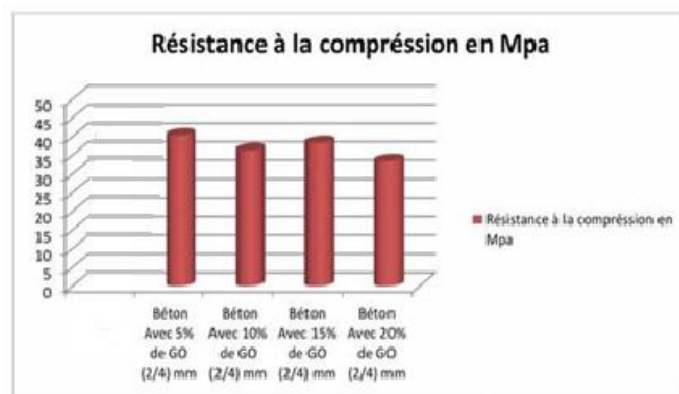


Figure.VI.10. Résistance à la compression à 28 jours avec des différents pourcentages [33].

De la figure.VI.10, on peut constater que plus le pourcentage de grignons d'olives concassé dans le béton est élevé, moins la résistance à la compression sera importante.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

L'étude des caractéristiques et les propriétés des bétons à base de déchets de grignon d'olive granulats ainsi que l'analyse des résultats de la recherche bibliographique, nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- Le recyclage des déchets inertes pour produire des granulats contribue à limiter :
 - ❖ La mise en décharge de ces déchets.
 - ❖ Le déficit en granulats de la région.
 - ❖ Les transports des granulats vierges, et les transports de déchets (en sens inverse).
- Le recyclage des déchets de G.O.C comme granulats est moins onéreux et ne demande pas pour son élaboration un matériel ou des stations spéciales comme celles conçues à l'élaboration des granulats recyclés à base de déchets de démolition et de construction.
- Des recherches antérieures ont montré que :
 - Il est possible de valoriser les déchets de grignon d'olive comme granulats pour la fabrication du béton.
 - Les granulats du grignon d'olive concassée produisent, en général, des bétons dont la résistance est acceptable avec une réduction en poids appréciable.
 - Le granulat du grignon d'olive concassée peut être utilisé pour produire du béton de haute qualité.
 - La résistance du béton est en fonction de la densité des granulats de grignon d'. Plus la densité des granulats est importante plus la résistance du béton est grande.
 - La masse volumique apparente des granulats recyclés expérimentés est de l'ordre de 33% inférieure à celle des granulats naturels, ce qui représente un avantage économique en poids du béton.
 - Les gravillons recyclés obtenus, présentent des propriétés acceptables pour la confection des bétons courants. Cependant, ils ont une faible résistance mécanique qui contribue à la diminution de la résistance globale du béton.
 - La procédure de la reproduction du mélange pour bétons de granulat normal, peut être utilisée avec succès pour la production du béton de grignon d'olive concassée.
 - La quantité d'eau ajoutée aux mélanges à base de granulats de déchets de grignon d'olive représente le coefficient d'absorption d'eau de ces granulats.

- Le pourcentage de l'air occlus dans le béton est d'autant plus élevé que le pourcentage des granulats en grignon d'olive concassée augmente.
- Les bétons à base de déchets de grignon d'olive confectionnés, présentent une homogénéité convenable et comparable à celle des bétons ordinaires.
- La masse volumique apparente du béton de grignon d'olive concassée avec sable naturel est approximativement de 20 % inférieure à celle du béton normal.
- Les bétons à base de déchets de grignon d'olive obtenus sont des « bétons légers », d'après la norme européenne [NF EN 206 -1].
- Le béton contenant de G.O.C cuite comporte une résistance au feu beaucoup plus élevée que celle du béton à base de gravier naturel.
- La résistance à la compression des bétons à base de déchets de grignon d'olive chute au fur et à mesure par substitution successive des granulats naturels par les granulats recyclés. Elle est de l'ordre de la moitié de celle du béton ordinaire.
- La porosité du béton augmente (compacité diminue) par substitution successive des granulats naturels par les granulats de grignon d'olive concassée.

Enfin, les recherches antérieures ont montré que l'utilisation du granulats grossier de grignon d'olive concassée peut produire un béton de structure de haute résistance avec, une économie de poids et une diminution de la résistance, par rapport à un béton normal.

Par ailleurs, les bétons confectionnés dans cette étude, à base de granulats de déchets de grignon d'olive, ont donnés des résultats satisfaisants et comparables à ceux trouvés dans les recherches antérieures, malgré la défaillance mécanique de ces granulats. [American Concrete, un défaut de résistance des grains peut ne pas empêcher l'utilisation d'un granulats dans un béton de structure.

REFERENCE

Référence

- [01] Isabel Putinja <https://www.oliveoiltimes.com/Mai.25,2017>
- [02] BERREUR.L,MAILLARD.B.d,etNÖSPERGER.S, « L'industrie française des matériaux composites »,Ministère de l'économie des finances et de l'industrie,p1-47,2002.
- [3] Jean-M Berthelot mécanique et analyse des structure 5^eédition 2012 Lavoisier Paris IBBN : 978-2-7430-14507
- [4] Nadia bahlouli « Cours Matériaux composites /DESS Mécanique avancée et stratégie industrielle » IOST-ULP
- [5] Haddadi Manel, « étude numérique avec comparaison expérimental des propriétés thermoplastique des matériaux composites à matrice polymère », mémoire master, université Al Hadj Lakhdar, Batna, 2011.
- [6] Daghefel Azzedine, « Étude du comportement à la rupture du béton polymère renforcé par des fibres végétales », mémoire master, université de M'sila, juin 2012.
- [7] Laurent Gornet. Généralités sur les matériaux composites. Ecole d'ingénieur. 2008. <cel00470296v1>HAL Id: cel-00470296 <https://cel.archives-ouvertes.fr/cel-00470296v1> Submitted on 6 Apr 2010 (v1), last revised 19 Jan 2011 (v2)
- [8] Jérémie Aucher, « étude comparative du comportement composite à matrice thermoplastique ou thermodurcissable », thèse de doctorat, INSA de Rouen, France, 2009.
- [9] Laarej Merad, «ETUDE PAR SPECTROSCOPIE RAMAN ET MODELISATION D'UNE RESINE COMPOSITE RTM», thèse de doctorat, Université de Tlemcen, Janvier 2010.
- [10] CARMA, « Glossaire des matériaux composites », centre d'animation régional en matériaux avances, Décembre, 2006
- [11] Baali Hafida, « étude de l'effet du traitement chimique des fibres de palmier dattier sur le comportement mécanique du béton polymère », mémoire master, université de M'sila, juin 2014.
- [12] E.BROTHWELL, H DON and T.PATRICIA" food in antiquity 153-157," , Ed. A.Frederick Praeger 1969
- [13] R.LOUSSERT et G.BROUSSE" L'olivier" Ed.Moissonneuve et larose paris 1978.
- [14] Statistiques Agricoles. Superficies et productions série A 2002. Edité en Janvier 2003.

[15] HAL Id: tel-00703759 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00703759> Submitted on 4 Jun 2012

[16] A. Viksne, A. K. Bledzki, U. Letman, L. Pence A comparison of compounding processes and Wovd type fiber –PP composites. Composites: part A; 36, 789-797, 2005.

[17] H.Boussehel ,Thèse doctorat - Etude de moyens stabilisation des composites à base de polystyrène», Université de Biskra,2018.

[18] A. Serir, Mémoire de master « Caractéristiques nutritives des rebuts de datte et des grignons d'olive en vue d'une alimentation animale », Université Djilali Bounoama Khemis Miliana, 2017.

[19] I. Adrar, Mémoire de magister « Utilisation des noyaux de dattes pour l'élimination des ions Fe+2 en solution aqueuse », Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2016.

[20] A. Ben Cheikh, Mémoire de master « Les champignons accompagnes Del embryon du palmier dattier », Université Kasi Merbah-Ouargla, 2011.

[21] N. Benyabua et K. Zein, Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. 2 ème conférence internationale suiss environmental

[22] Y. Traore. « Propriétés mécaniques d'un béton de granulats légers à base de coques de Noix de palme traitées ». Rencontres Universitaires de Génie Civil, May 2015, Bayonne, France.

[23] E. Halleux : « Valorisation des cendres de balles de riz pour la production de matériaux Pouzzolanique à Madagascar », mémoire de fin d'études. Université de Liege. Année Académique 2012 – 2013.

[24] M.Shink : « compatibilité élastique, comportement mécanique et optimisation des bétons de granulats légers ». Université Laval Québec. Avril 2003.

[25] A. Neville : « propriétés des bétons », Eyrolles. Paris, 2000.

[26] M .Contant: « Confection de bétons légers la fabrication d'éléments architecturaux » projet d'application présenté à l'école de technologie supérieure. Ecole de technologie supérieure, l'université de Québec, édition. Montréal. 14 avril 2000.

[27] Fiche technique du ciment CPJ 42.5 d'Ain El Kebira.

[28] Y. Cherati, Z. Nafa : « Eléments de matériaux de construction et essais ». Université de Guelma.

[29] F. Dradri, A. Kasri: « Etude de l'influence de la brique broyée sur la résistance à la compression du béton ».Mémoire de fin d'étude. Université de Bejaia. 2012. P 121.

[30] Dr. A. Merdas, Cours de matériaux de construction II, U.F.A de sétif.

[31] Alkheder et al, Effet des déchets d'olive (Husk) sur le comportement de la pâte de ciment

[32] Al-Akhras Abdulwahid Utilisation des grignons d'olive dans les mélanges de béton

[33] Mlle: ALOUACHE DALIDA, Mlle: IDIR SOUAD Etude de l'influence du grignon d'olive concasse comme granulats sur les caractéristiques physiques et mécaniques du béton