

CARACTERISATION EXPERIMENTALE DES BETONS ET MORTIERS A BASE DE GRANULATS RECYCLES : BETON DE DEMOLITION ET DECHETS DE BRIQUES

Nadjoua BOURMATTE. Hacène HOUARI

Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions – Faculté des Sciences de la Technologie
Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie

Reçu le 08 Avril 2012 – Accepté le 10 Décembre 2013

Résumé

L'industrie des matériaux de construction est toujours accompagnée par des produits secondaires ou des déchets qui ont une incidence sur l'environnement. Dans les pays occidentaux le rejet des déchets solides, provenant des usines des matériaux de construction et des démolitions des constructions, dans les décharges publiques est strictement interdit. La gestion des déchets solides est une des principales préoccupations le environnementales dans le monde. Avec la rareté de l'espace de décharge, l'utilisation des déchets est devenue une alternative intéressante à l'élimination ; la recherche est menée sur l'utilisation des déchets et sous-produits en béton. Ces produits comprennent le béton de démolition, les déchets de briques, chacun de ces déchets a un effet spécifique sur le comportement du béton frais et durci. Le programme de recherche comprend donc les travaux portant sur la valorisation des déchets de construction/démolition et sous produits, ainsi que sur le développement de nouveaux matériaux : mortiers ou bétons à base de ces granulats recyclés. Nous présentons dans cet article les résultats d'un vaste programme expérimental consacré à l'étude d'une variété de mortiers et bétons à base de ces granulats de substitution. Les paramètres de base sont:

- La provenance du déchet de béton de démolition, de briques.
- Le taux de substitution en granulats recyclés : 0% - 25% - 50% - 100%.
- La variation du dosage en ciment : 250 – 350 et 450 Kg/m³

Dans cette étude, on a constaté le comportement à l'état frais et durci des différents matériaux élaborés à base des granulats recyclés de substitution, en confrontant les résultats avec d'autres travaux antérieurs. Les granulats de béton recyclés sont généralement plus absorbants et moins denses que les granulats ordinaires. La forme des granulats est semblable à celle de la pierre concassée. Les bétons fabriqués avec des granulats provenant du recyclage présentent de bonnes qualités de maniabilité, durabilité et résistance à l'action du gel-dégel. La résistance à la compression varie selon la résistance initiale et le rapport eau/liants du nouveau béton. Comme pour toute nouvelle source de granulats, il faut contrôler la durabilité, la granulométrie et les propriétés des granulats. Plus le taux de substitution en granulats recyclés augmente plus la résistance en compression diminue, alors on peut utiliser ces granulats avec des taux limités dans le béton et mortier.

Mots clés : *granulats recyclés, déchets, valorisation, environnement, bétons de granulats recyclés.*

Abstract

The building materials industry is always accompanied by secondary products or wastes that have an impact on the environment. In Western countries the rejection of solid waste from factories building materials and demolition of buildings in landfill sites is strictly prohibited. The management of solid waste is a major environmental concern in the world. With the scarcity of landfill space, the use of waste has become an attractive alternative to disposal; research is conducted on the use of waste and by-products in concrete. These products include concrete demolition waste brick, each waste has a specific effect on the behavior of fresh and hardened concrete. The research program therefore includes work on waste recycling construction / demolition and by-products, as well as the development of new materials mortars or concretes based on these recycled aggregates. We present in this paper the results of an extensive experimental program devoted to the study of a variety of mortars and concretes based on these aggregate substitutions. The basic parameters are :

- The source of waste: brick or concrete demolition
- The degree of substitution of recycled aggregates : 0% - 25% - 50% - 100 %.
- The cement content: 250 - 350 and 450 kg/m³.

In this study, we found the behaviour of fresh and hardened different materials developed based alternative recycled aggregates, by comparing the results with other previous studies. The recycled concrete aggregate are generally more absorbent and less dense than ordinary aggregates. The shape of the aggregates is similar to that of the crushed stone. Concretes made with aggregates from recycling have good handling qualities, durability and resistance to the action of freeze-thaw. The compressive strength will vary depending on the initial resistance and the water / binder ratio of new concrete. As with any new source of aggregate, be sure to check the durability, size and properties of aggregates. The higher the substitution of recycled aggregates is growing compressive strength decreases, and then we can use these aggregates with limited concrete and mortar rates.

Key words : *Recycled aggregates, waste, development, environment, recycled concrete aggregates*

ملخص

ترافق صناعة مواد البناء منتجات ثانوية أو نفايات التي لها تأثير على البيئة. في الدول الغربية ممنوع منعاً باتاً رفض النفايات الصلبة من مصانع المواد وهدم المباني في مواقع دفن النفايات. إدارة النفايات الصلبة هو مصدر قلق البيئية الرئيسية في العالم. مع ندرة من مساحة المكب، أصبح استخدام النفايات بديلاً جذاباً لالتخلص منها، وأجرى بحثاً بشأن استخدام النفايات والمنتجات الثانوية في الخرسانة وخليط الرمل. وتشمل هذه المنتجات الخرسانية الطوب مخلفات الهدم، كل النفايات لديها تأثير معين على سلوك الخرسانة اللينة والمتصلدة. وبالتالي يشمل برنامج البحث العمل على إعادة تدوير مخلفات البناء / الهدم، وكذلك تطوير مواد جديدة (خليط الرمل) أو الخرسانة على أساس هذه المجموع المعاد تدويرها. نقدم في هذه الورقة نتائج برنامج تجريبي واسع النطاق المكرس لدراسة مجموعة متنوعة من الخرسانة على أساس الاستبدال: المعايير الأساسية هي:

- مصدر النفايات: الطوب وهدم خرسانة
- درجة استبدال الحصى أو الرمل المعاد تدويره : 0% - 25% - 50% - 100 %.
- التغير في الأسمنت : 250-350 و 450 كلغ/م³

في هذه الدراسة، وجدنا المتقدمة سلوك المواد المختلفة اللينة والمتصلدة حسب المجموع المعاد تدويرها بديلة، من خلال مقارنة النتائج مع الدراسات السابقة الأخرى. مجموعها الخرسانة المعاد تدويرها عادة ما تكون أكثر قدرة على الامتصاص وأقل كثافة من المجموع العادية. شكل مجاميع مماثلة لتلك التي من الحجر المجروش. الخرسانة المصنوعة من الركام من إعادة التدوير لها صفات حسن التعامل، وقوة التحمل ومقاومة لعمل تجميد ذوبان الجليد. قوة الضغط سوف تختلف اعتماداً على المقاومة المبدئية ونسبة الماء / الموثق من الخرسانة الجديدة. كما هو الحال مع أي مصدر جديد للتجميع، والتأكد للتحقق من متانة وحجم وخصائص الركام. عند ارتفاع استبدال الركام المعاد تدويره يتزايد نقصان قوة الضغط، ولذلك يمكننا استخدام هذه المجموع مع معدلات محدودة في الخرسانة و خلاط الرمل.

كلمات مفتاحية : *خرسانة المجموع المعاد تدويره، المعاد تدويرها، النفايات، التنمية، البيئة.*

Des contraintes d'ordre écologique et économique imposent de plus en plus la nécessité de remplacement partiel des matériaux classiques utilisés dans le domaine du bâtiment et des travaux publics par des matériaux locaux de substitution. Dans ce contexte, les granulats issus de produits de démolition, déchets et sous produits industriels (granulats recyclés), présentent un intérêt particulier, car leur valorisation est l'un des moyens qui permet de résoudre une grande partie des problèmes environnementaux: celui du stockage des déchets et simultanément celui de la préservation des gisements de granulats naturels.

Comme aucune diminution de la sûreté ou de la durée de vie de l'ouvrage n'est acceptable, les études sur la durabilité des bétons à base de granulats recyclés s'avèrent une étape indispensable afin de leur attribuer un domaine d'utilisation.

Notre travail se situe dans la continuité des recherches qui ont mis en évidence la possibilité d'utiliser des granulats recyclés issus de produits de démolition et déchets élaborés industriellement dans les bétons hydrauliques.

La gestion des déchets solides est une des principales préoccupations environnementales dans le monde. Avec la rareté de l'espace de décharge et en raison de son coût de plus en plus élevé, l'utilisation des déchets est devenue une alternative intéressante à l'élimination. La recherche est menée sur l'utilisation des déchets de produits en béton. Ces produits comprennent d'une façon générale, le béton de démolition, les déchets jetés des pneus, plastique, verre, acier, sable de fonderie brûlé, le charbon, sous-produits de combustion, déchets de brique et de marbre. Chacun de ces déchets a un effet spécifique sur les propriétés du béton frais et durci. L'utilisation de déchets de produits en béton est non seulement économique, mais aussi aide à réduire les problèmes d'élimination, la réutilisation des déchets encombrants est considérée comme la meilleure alternative environnementale pour résoudre le problème de l'élimination. [12]

La durabilité peut être définie comme le maintien des qualités du béton sur une longue durée, c'est-à-dire sa capacité dans le temps à résister à certaines agressions d'ordre chimique, physique ou biologique.

Notre travail consacré à des bétons incluant des granulats recyclés s'intéresse essentiellement à leur durabilité pour des usages courants.

Néanmoins, pour assurer une durabilité satisfaisante pour ce genre de bétons, il ne suffit pas, comme pour les bétons classiques, de définir les conditions d'environnement de l'ouvrage, des désordres peuvent être provoqués par causes internes, en fonction de la composition chimique et minéralogique des granulats recyclés. Des recherches sur la compatibilité des constituants de ces granulats sont donc aussi nécessaires.

Le béton va toujours être le matériau de construction le plus couramment utilisé dans l'avenir, tout comme dans le cas des autres industries, le besoin universel de conserver

les ressources, de protéger l'environnement et de bien utiliser l'énergie doit nécessairement se faire ressentir dans le domaine de la technologie du béton, par conséquent, on accordera beaucoup d'importance à l'usage de déchets de construction/ démolition (béton de démolition) pour la fabrication des bétons et des déchets de briques pour la confection des mortiers.

Actuellement, la valorisation de déchets de démolition a dépassé le stade d'expérimentation à travers le monde et connaît un développement assez important et le taux de recyclage des débris de construction/ démolition a atteint dans certains pays les 80%.

On peut constituer non seulement pour notre pays (même dans les régions où les ressources en granulats naturels sont sur abondantes) une bonne utilisation des déchets de matériau, mais aussi peut servir à alléger ce problème crucial d'écologie.

OBJECTIFS

Le programme de recherche comprend donc les travaux portant sur la valorisation des déchets de construction/démolition, ainsi que sur le développement de nouveaux matériaux et produits (béton à base de granulats recyclés) avec intégration de matières premières algériennes.

L'objet principal de ce projet de recherche est de contribuer à la réutilisation des déchets de la construction dans la fabrication du béton hydraulique et cela permet donc de :

- Éliminer les déchets par recyclage et réutilisation d'où protection de l'environnement.
- Aider à résoudre certains problèmes liés au manque de granulats et en particulier à l'utilisation des granulats alluvionnaires (disponibilité, coût...).

1. MATERIAUX ET PROCEDURES EXPERIMENTALES

1.1. Matériaux

1.1.1. Ciment

Le ciment utilisé dans l'étude des bétons est un CPJ 45 fabriqué à l'usine d'El-Hamma (région de Constantine), tandis que celui utilisé pour la confection des mortiers est un CPJ 32.5 qui provient de la région de Ain El-Kebira (région de Sétif).

1.1.2. Sable normalisé

Les mortiers sont confectionnés avec un sable normalisé CEN EN 196-1, sa masse volumique réelle est de 2640 Kg/m³.

1.1.3. Déchets de briques

L'élaboration des granulats se fait par les opérations : concassage, criblage, stockage.

Les caractéristiques du sable issu de déchets de briques sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : caractéristiques du sable de déchets de briques

Essai	Valeur
Equivalent de sable	Classe 0/5 : 87%>65%
Essai au bleu de Méthylène	Classe 0/5 : .33<1
Masse volumique absolue	2.21t/m ³
Pourcentage des carbonates	CaCo3 : 8.81%

1.1.4. Granulats recyclés (Béton de démolition)

Issus des éprouvettes de laboratoire qui ont subis des tests destructifs et on dispose des renseignements sur la composition et le dosage de leur béton, la qualité des granulats et leurs caractéristiques, l'élaboration des granulats se fait aussi par les trois opérations : concassage, criblage, stockage.

Les classes granulaires obtenues sont:

Granulats recyclés : Sable 0/6, Gravier 6/12, Gravier 12/20, Les caractéristiques de ces granulats sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : caractéristiques des granulats de béton de démolition

Essai	Classe			Valeur limite
	Classe 0/6	Classe 6/12	Classe 12/20	
Coefficient d'aplatissement		11%	14%	<30%
Equivalent de sable	95%			>65%
Essai au bleu de Méthylène	0.38			<1
Densité apparente	1.35	1.24	1.23	
Essai Los Angeles		27%	25%	<40%
Essai Micro-Deval		31%		

1.2. Paramètres de composition et procédures expérimentales

1.2.1. Paramètres variables

- Taux de substitution en granulats recyclés (béton de démolition): 0%, 25%, 50% et 100% pour réaliser respectivement les bétons BR0, BR25, BR50 et BR100.
- Taux de substitution en granulats recyclés (déchets de briques): 0%, 25%, 50%, 75% et 100% pour réaliser respectivement les mortiers M0,M25,M50, M75 et M100.
- Dosage en ciment: 250, 350, 450 Kg/m³.

1.2.2. Paramètres fixes

- La maniabilité du béton.
- Le rapport Eau/Ciment du mortier: E/C = 0.5.

La composition des bétons est faite selon la méthode « Dreux Gorisse » qui représente la synthèse d'une multitude de formulations et offre une résistance meilleure et une maniabilité acceptable.

Pour la formulation du béton BR100 : les granulats sont concassés de trois classes, l'affaissement en cône d'Abrams est de 6à9, après avoir tracé les courbes granulométriques,

on obtient les pourcentages des trois granulats en volume absolu : 0/6....46%, 6/1222%, 12/20....32%.

Pour le béton BR0 : les granulats sont concassés de quatre classes, l'affaissement est de 6à9, d'après les courbes granulométriques tracées, les pourcentages des granulats en volume absolu sont déterminés : 0/3....34%, 3/8....9%, 8/15....16%, 15/25....42%.

La composition des mortiers est faite en adoptant la formulation d'un mortier normal, ce mortier est réalisé selon la norme EN 1961, ces constituants sont gâchées dans les proportions suivantes :

450g±2g de ciment, 1350±5g de sable normalisé, 225g±1g d'eau.

Des éprouvettes de forme cylindrique de dimensions 16X32 Cm sont confectionnées pour la mesure des résistances à la compression des bétons, et d'autres de forme prismatique de dimensions 7X7X28 Cm pour la détermination des résistances à la traction des bétons, et 4X4X16 Cm pour l'étude des mortiers.

Les éprouvettes sont conservées dans l'eau à une température de 20±1c° jusqu'aux échéances de rupture.

2. RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1 Etude des bétons

2.1.1. Densité des bétons frais

La densité est déduite par application après essai de la formule : $\rho = (p-p_0)/V$, ou p est la masse du récipient plein du béton, p0 celle du récipient vide et V son volume.

D'une manière Générale les courbes (figure 1) montrent que les densités sont décroissantes avec le taux de substitution en granulats recyclés (béton de démolition).

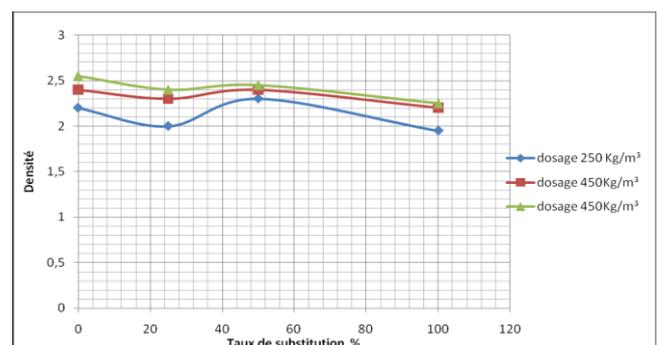


Figure 1 : Variation de la densité des bétons frais en fonction du taux de substitution

Cette décroissance s'explique logiquement à cause de la porosité plus élevée et des impuretés légères présentes dans ces granulats, en plus de la faible densité de la gangue de ciment [13], on peut remarquer aussi que les densités des bétons à base de ses granulats sont plus faibles que celles des bétons à base de granulats naturels.

Pour un taux de 100% la densité décroît jusqu'à 1.95

2.1.2. Air occlus

Le principe de la mesure de l'air occlus repose sur la compressibilité des bulles d'air contenues dans le béton frais et l'application de la loi de Mariotte, cet essai est réalisé avec un aéromètre à béton selon la norme NF P18 353

La porosité est caractérisée par les vides non comblés, le pourcentage de ces vides influe sur la quantité d'air dans ce béton.

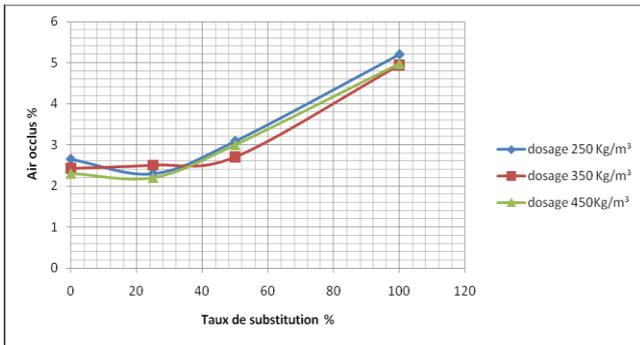


Figure 2 : Variation de l'air occlus des bétons en fonction du taux de substitution

D'après les courbes (figure 2) l'air occlus augmente avec le taux de substitution, il atteint sa valeur maximale 5,20% pour un béton qui contient 100% de granulats recyclés et diminue lorsque le dosage en ciment augmente, parce qu'en s'hydratant le ciment remplit progressivement les pores.

2.1.3. Demande en eau

Cet essai est effectué au cône d'Abrams selon la norme NF P18 451, la demande en eau est définie comme étant le dosage en eau efficace nécessaire pour obtenir la consistance souhaitée, les résultats de l'influence du taux de substitution sur la demande en eau des bétons confectionnés pour une maniabilité constante sont présentés dans les courbes suivantes (figure 3)

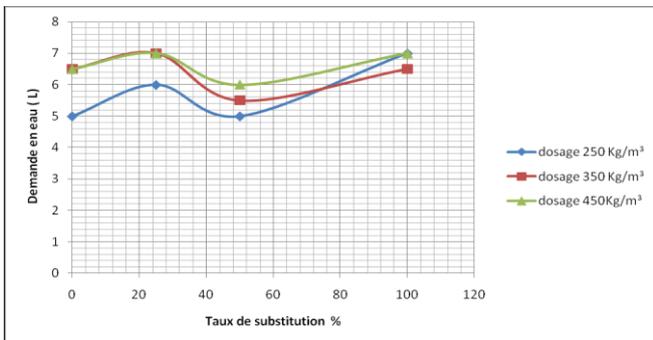


Figure 3 : Variation de la demande en eau des bétons en fonction du taux de substitution

On peut constater comme on pouvait s'y attendre que la demande en eau des bétons à base de granulats recyclés est supérieure à celle des bétons ordinaires, la différence peut être expliquée par l'absorption d'une partie de l'eau de gâchage par les granulats recyclés, cette absorption peut

être attribuée en grande partie à la présence de mortier ancien attaché aux granulats primaires, qui crée une forte porosité des granulats recyclés [13].

2.1.4. Résistances mécaniques

La figure 4 illustre les résistances à la compression à 28 jours en fonction du taux de substitution en granulats recyclés.

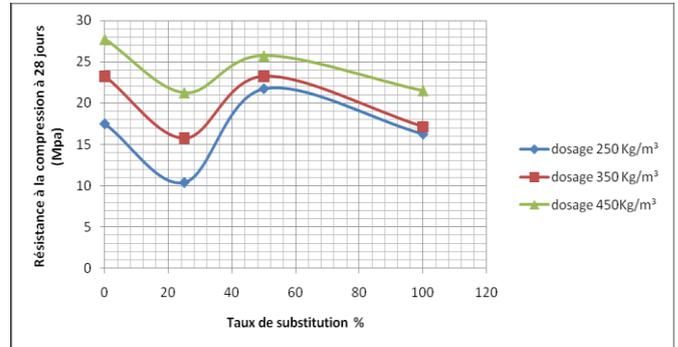


Figure 4 : Variation de la résistance à la compression des bétons à 28 J en fonction du taux de substitution

On remarque que les courbes sont distinctes et à partir de 50%, les courbes se rapprochent.

Le béton BR0 présente les meilleures résistances à la compression.

La résistance à la compression des bétons diminue lorsque le pourcentage en granulats recyclés augmente, on peut l'accroître en augmentant le dosage en ciment [14].

En effet, il a été montré que le rapport Eau/ciment est le facteur le plus important qui conditionne la résistance à la compression d'un béton, ainsi que la texture, la forme et la dureté des granulats.

L'adhérence entre le mortier et le gros granulat influence la résistance à la compression, ce qui traduit la diminution de la résistance du béton à base de granulats recyclés.

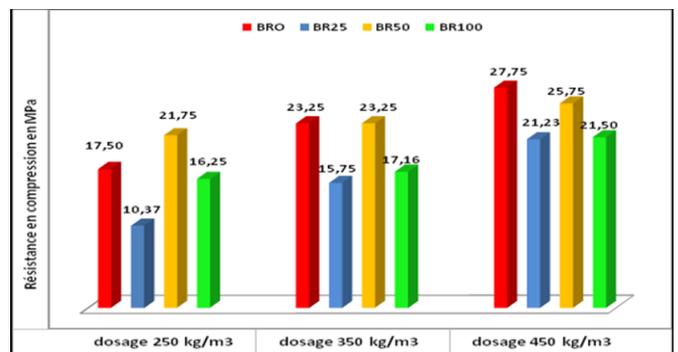


Figure 5 : Influence du taux de substitution sur la résistance en compression des bétons à base de granulats recyclés (béton de démolition)

Les courbes de la figure 6 présentent l'influence du taux de substitution en granulats recyclés sur l'effort appliqué à l'essai de traction par flexion

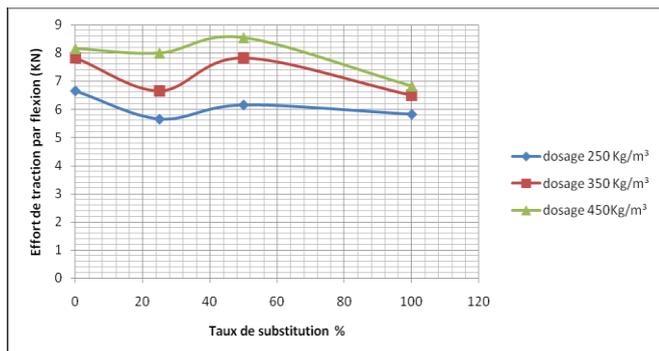


Figure 6 : Variation de la résistance à la traction des bétons à 28J en fonction du taux de substitution

Les valeurs représentées de ces efforts sont des moyennes arithmétiques des différentes valeurs obtenues dans chaque essai.

Les valeurs minimales de la résistance à la traction sont obtenues dans le béton BR100
L'effort maximal de rupture appliqué à l'essai de traction par flexion est de 8.55 KN obtenu dans le béton BR50

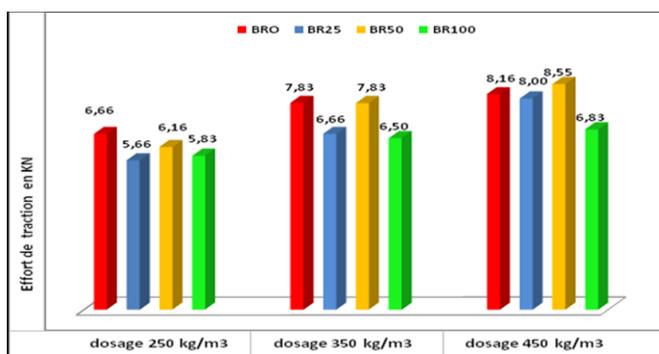


Figure 7 : Influence du taux de substitution sur la résistance en Traction des bétons à base de granulats recyclés (béton de démolition)

2.2 Etude des mortiers

2.2.1 Résistance à la compression

Sur la figure 8, les résistances à la compression des différents mortiers sont illustrées en fonction des taux de substitution en sable de déchets de briques aux échéances : 2,7 et 28 jours

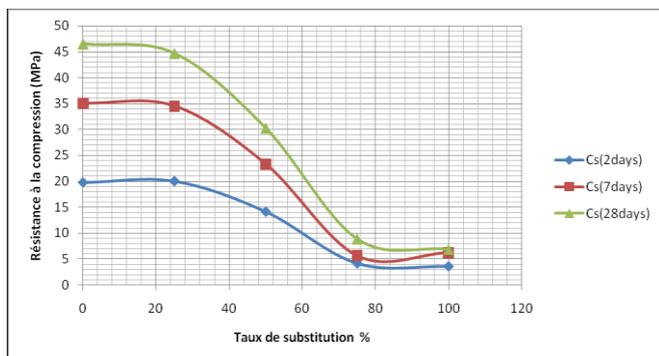


Figure 8 : Variation de la résistance à la compression des mortiers en fonction du taux de substitution

On remarque que les résistances à la compression des différents mortiers augmentent dans le temps.

Un mortier à base de sable normalisé et de déchets de briques M25 présente les meilleures résistances à la compression (identiques à celles du mortier normal)

On peut observer qu'au bout de 28 jours, la résistance à la compression du mortier est considérable avec un taux de substitution en sable de déchets de briques de 25%.

On peut dire qu'avec un taux de substitution de 100%, la résistance à la compression chute d'une façon considérable, cela peut être attribué à la faible adhérence entre la pâte de ciment et les grains de sable de déchets de briques et à la résistance et la dureté des particules de sable c'est-à-dire sa capacité à résister aux contraintes qui lui sont appliquées.

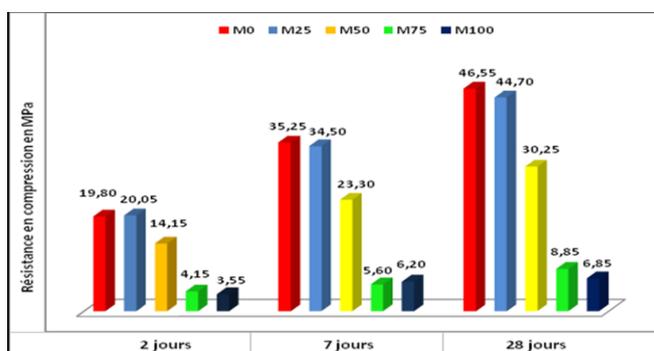


Figure 9 : Influence du taux de substitution sur la résistance en Compression des mortiers à base de déchets de briques

2.2.2 Résistance à la traction

La variation des résistances à la traction par flexion en fonction des taux de substitution en sable de déchets de briques est représentée sur la figure 10.

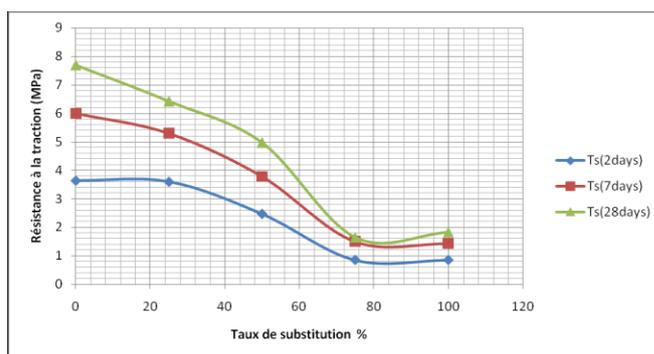


Figure 10 : Variation des résistances à la traction des mortiers en fonction du taux de substitution

On remarque que les courbes d'évolution de la résistance à la traction dans le temps présentent la même allure quelque soit le type du mortier.

La résistance à la traction est inversement proportionnelle au taux de substitution en sable de déchets de briques.

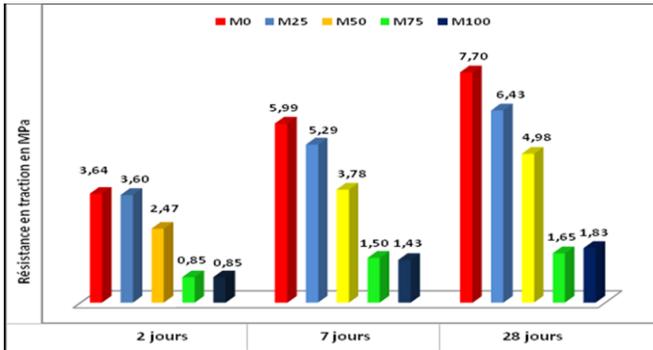


Figure 11 : Influence du taux de substitution sur la résistance en Traction des mortiers à base de déchets de briques

CONCLUSION

Ce travail de recherche rentre dans le cadre de la valorisation des déchets et sous produits de la construction/démolition.

Dans ce contexte, il est aisé d'entrevoir l'intérêt tant économique qu'écologique que pourrait présenter l'utilisation des matériaux recyclés (béton de démolition et déchets de briques).

Ainsi, notre recherche bibliographique nous a permis de dégager que parmi les paramètres les plus influant sur les propriétés que ce soit à l'état frais ou durci des bétons, on retrouve les caractéristiques des granulats et le dosage en ciment.

Dans ce travail, nous avons présenté les résultats et interprétations de deux programmes expérimentaux concernant les bétons et les mortiers.

Ces dernières années plusieurs recherches ont démontré la viabilité du recyclage de vieux bétons provenant de chaussées de bâtiments ou autres structures comme source de granulats.

Cette pratique permet d'économiser matériaux et énergie.

Il faut empêcher la saleté, le Placoplâtre, le bois et les autres substances étrangères de contaminer le produit final.

Le béton recyclé est simplement du vieux béton broyé pour produire des granulats. Il a donné de bons résultats, il peut être utilisé dans les couches de fondation comme dans du béton maigre, dans les sols-ciments et comme seule source de granulats ou remplacement partiel des granulats dans du béton neuf.

Les granulats de béton recyclé sont généralement plus absorbants et moins denses que les granulats ordinaires.

La forme des particules est semblable à celle de la pierre concassée.

Il importe de déterminer la teneur en sulfates du béton recyclé pour évaluer les risques de réactivité destructrice avec ces substances. Il faut aussi selon le cas déterminer la teneur en chlorures solubles dans l'eau.

Le béton fabriqué avec des granulats provenant du recyclage, présente généralement de bonnes qualités de maniabilité, durabilité et de résistance à l'action du gel-dégel.

La résistance en compression varie selon la résistance du béton initial et le rapport eau/ liants du nouveau béton.

On peut l'accroître en utilisant une teneur en liants plus élevée et en remplaçant une partie du béton recyclé par des granulats ordinaires.

Le béton neuf aura aussi une masse volumique plus faible.

Comme pour toute nouvelle source de granulats, il faut contrôler la durabilité, la granulométrie et les autres propriétés des granulats recyclés.

La variabilité des propriétés du vieux béton, qui influe sur celles du nouveau, constitue un grand problème de recyclage du béton. On peut en partie l'éviter en contrôlant fréquemment les propriétés du vieux béton en cours de recyclage, il peut alors être nécessaire d'ajuster les dosages.

Quant à l'étude des mortiers :

Les sables à base de déchets de briques sont généralement moins absorbants et plus denses que les sables ordinaires.

Le mortier fabriqué avec des sables provenant de déchets de briques, présente généralement de moyennes qualités de maniabilité, Les résistances mécaniques varient selon les taux de substitution en sable de déchets de briques.

REFERENCES

- [1] Dominogo-Cabo A, Lazaro C, Lopez-Gayarre F. Creep and shrinkage of recycled aggregate concrete. *Construction and Building Materials*, 2009, 2545-2553.
- [2] Evangelista L, Brito J. Mechanical behaviour of concrete made with fine recycled concrete aggregates. *Cement and Concrete Composites*, 2007, 397-401.
- [3] Etxeberria M, Vazquez E, Mari A, Barra M, Influence of amount of aggregates production process on properties of recycled aggregate concrete. *Cement and Concrete Research*, 2007, 735-742.
- [4] Corinaldesi V, Moriconi G, Influence of mineral additions on the performance of 100% recycled aggregate concrete, *Construction and Building Materials*, 2009, 2869-2876.
- [5] Corinaldesi V, Mechanical and elastic behaviour of concretes made of recycled-concrete coarse aggregates, *Construction and Building materials*, 2010, 1616-1620.
- [6] Jure Grdic Z, A.Toplicic G, M.Despotovic I, S.Risti. Properties of self compacting concrete prepared with coarse recycled concrete aggregate, *Construction and Building Materials*, 2010, 1129-1133.
- [7] Bauchard M, Bétons de démolition, Valorisation et élimination des déchets et sous-produits industriels et urbains, journée de bilan de l'action de Recherche N°36, 4 et 5 Mai 1983, 389-393.
- [8] Bernier G., le recyclage de béton sous forme de Granulats, Thèse de Doctorat, Université Paris VI, France, 1983.

- [9] Charlot-Valdieu C. et G. Sandret, les travaux du groupe de travail européen « Construction et Démolition Waste », Compte rendu du colloque BTP : Démolition et Valorisation des déchets ; ADEME et DHC , Paris,1995.
- [10] Larbi J.A and P.D Steijaret, Microstructure of concretes containing artificial and recycled aggregates, Environmental aspects of construction with waste materials, Elsevier Science, 1994, 877-888.
- [11] Morel A, Comment prendre en compte les préoccupations environnementales. Recyclage et gestion des déchets de chantier, PLASTIBAT- premières rencontres des matériaux de synthèse avec le BTP, 1995.
- [12] Simons B., Vynke J, Les déchets de construction et de démolition, C.S.T.C. Magazine, 1993, 326-341.
- [13] Hadjieva-Zahariev R, Durabilité des bétons à base de granulats recyclés. Thèse de Doctorat. Université d'Artois, France, 1998.
- [14] Mesbah HA, Amélioration du comportement des mortiers à base de granulats recyclés par adjonction des fibres, Thèse de Doctorat, Université d'Artois, France, 1997.