

EFFECT OF THE SANDS CLOSE TO THE MASCARA REGION IN THE MANUFACTURE OF SELF-COMPACTING MORTARS

L. Laoufi¹, Y. Senhadji¹, I. Laoufi², A. Benazzouk³

¹Université de Mascara, Département de génie civil, Mascara, Algérie

²Université de Relizane, Département de génie civil, Relizane, Algérie

³Université d'Amiens, Département de génie civil, Amiens, France

Received: 20 February 2019 / Accepted: 30 April 2020 / Published online: 01 May 2020

ABSTRACT

Sand plays a very important role during the manufacture of concrete and mortar for the need of civil engineering and building. It influences both the properties of cementary materials in the fresh state and in the hardened state. The objective of this work is the development of self-compacting mortars with the various sands existing in the region of the city of Mascara for the main study of mechanical performance. Six sands were used for this purpose: three natural sands and three crushed sands. The tests carried out during this research are: physical tests, tests in the fresh state and tests on hardened mortars. The results to which our research has led is that self-compacting mortars made with crushed sands give a granular skeleton with high compactness and superior mechanical performance compared to self-compacting mortars made with natural sands.

Keywords: Self-compacting mortar, Sand, Formulation.

Author Correspondence, e-mail : laoufi02@yahoo.fr

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v12i2.28>



1. INTRODUCTION

Le sable est l'élément qui assure au béton et au mortier, selon ses qualités une influence prépondérante : il participe à la résistance et il donne la cohésion au mélange. Les sables les plus couramment utilisés pour la confection des bétons et mortiers sont les sables roulés alluvionnaires. Mais les prélèvements excessifs de ces sables ont fortement contribué à l'épuisement des ressources et ont provoqué des retombées néfastes sur l'environnement. Les sables de concassage sont très souvent l'unique alternative. Il faut cependant qu'ils répondent aux critères de qualité propres et être disponibles en quantités suffisantes, à prix raisonnables [1-3]. La norme ASTM C33-03 limite à 3 % la quantité de matière traversant le crible dans le cas du sable naturel contenant de l'argile [4-6]. L'argile est une matière très fine qui augmente considérablement la demande en eau du mélange, réduit beaucoup la résistance et favorise le ressuage. Suivant l'origine du sable, la forme du grain est différente. Ainsi, un grain rond améliore la fluidité du sable et des mélanges auxquels il participe. À l'inverse, un grain anguleux favorise la résistance du matériau dont il fait partie. Les sables marins ou naturels sont plus ronds et les sables de concassage sont anguleux [7-9].

L'argile étant rétentrice d'eau, une présence importante dans le sable affecte les dosages d'eau dans des applications comme le béton ou le mortier. L'argile contient une quantité de matière organique qui affecte, par exemple, la plasticité du sable. Une teneur en coquillage trop élevée dans le sable (plus de 20%) diminue la résistance des bétons. La forme concave des fragments facilite la création de poches d'air qui rendent le matériau moins compact et plus fragile [10-12]. Il y a deux types de sable : les matériaux détritiques naturels (les sables de rivières, les sables de plages, les sables lagunaires et les sables éoliens) et les sables artificiels de carrière : La granulométrie mesure la dispersion de la taille des grains. La teneur en « fines » d'un sable est aussi prise en compte. Il s'agit de la proportion de grains dont la taille est inférieure à 0,063 mm ; elle affecte la manière dont le sable absorbe l'eau par capillarité. Les sables de concassage, à moins d'être lavés, ont une teneur en fines élevée. À l'inverse, les sables extraits de la mer ou de rivières ou les sables lavés en général ont une teneur en fines plus faible car les fines sont entraînées avec l'eau [13,14].

Les mortiers du sable à mélange (alluvionnaire-dunaire) présentent des meilleures

performances mécaniques que celles des mortiers de sable de dune seul [15,16]. Les résistances à 28 jours des mélanges à base de sable de concassage dont les fillers ont une surface spécifique Blaine de $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ sont supérieures à celles obtenues avec le sable normalisé ; l'augmentation maximale est de l'ordre de 30 % pour 20 % de fines. L'apport positif des fines réside dans un meilleur accrochage et une plus forte adhésion entre le liant et les granulats [17,18].

L'objectif de ce travail est d'examiner l'utilisation des différents sables naturels et artificiels (concassés) dans les mortiers autoplaçants et d'évaluer les effets sur les performances mécaniques, la mobilité du béton auto-plaçant et certains paramètres de durabilité. A cet effet, des essais physiques, chimiques, mécaniques ont été réalisés. Les essais réalisés sur les mortiers autoplaçants ont abouti aux résultats que les performances mécaniques des mortiers autoplaçants avec des sables concassés sont améliorées par rapport à celles des mortiers autoplaçants formulés avec des sables naturels.

2. MATÉRIAUX ET MÉTHODES

2.1. Ciment

Le ciment utilisé est un ciment portland composé type CEM II –B/42.5 disponible sur le marché, fabriqué par la cimenterie Lafarge Oggaz LCO dit Mâtine qui est certifié, conforme à la norme Algérienne NA 442-08 [19]. Les caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques sont présentées dans les tableaux 1, 2 et 3 suivants :

Tableau 1. Caractéristiques physiques du ciment utilisé

Masse volumique apparente (g/cm^3)	Masse volumique absolue (g/cm^3)	Surface spécifique Blaine (cm^2/g)	Début de prise (min)	Fin de prise (min)
1.25	3.1	4325	155	220

Tableau 2. Caractéristiques mécaniques du mortier normal du ciment

Age	Rc (MPa)
2 jours	15.44
28 jours	45.35

Tableau 3. Composition chimique en % du ciment utilisé

SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	FeO ₃	MgO	SO ₃	CaO(libre)	P.F
27.65	56.43	4.57	4.32	0.90	1.54	0.77	2.57

2.2. Sable

2.2.1. Analyse du sable

Au cours de notre travail, nous avons utilisés six types de sables de différentes origines :

- SCm : Sable Concassé de carrière Mezoughi de la région Mascara ;
- SD: Sable de Dune de la région Bougtob ;
- SCh: Sable Concassé de carrière Hasnaoui de la région Sidi Belabes;
- SM: Sable de Mer du littoral Oranais;
- SR: Sable d'oued de la région de Dombal à Mascara;
- SCa: Sable concassé de la carrière d'AGREMAS de la région Mascara.

Les tableaux 4 et 5 représentent les principales caractéristiques physiques et l'analyse minéralogique, respectivement, des six sables étudiés :

Selon le tableau 4, à cause de leur forme concassée, les sables de carrières ont des compacités plus élevées par rapport aux sables naturels. Les sables naturels nécessiteront donc une quantité importante de pâte de ciment pour une bonne liaison entre les grains.

Tableau 4. Caractéristiques physiques des sables étudiés

	SCm	SCa	SCh	SD	SM	SR
MV_{app} (g/cm³)	1.56	1.43	1.49	1.45	1.48	1.50
MV_{abs} (g/cm³)	2.66	2.59	2.61	2.60	2.60	2.77
Compacité (%)	58.6	55.2	57.1	55.8	56.9	45.2
Porosité (%)	41.4	44.8	42.9	44.2	43.1	54.8

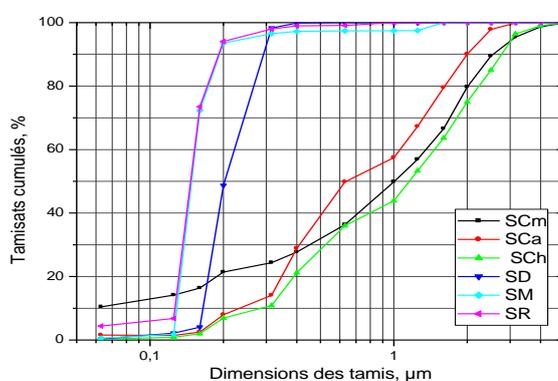
Tableau 5. La composition minéralogique en % des différents sables étudiés

	CaCO ₃ (Calcite)	CaMg(CO ₃) ₂ (Dolomite)	SiO ₂ (Quartz)	NaAlSi ₃ O ₈ (Albite)	KAlSi ₃ O ₈ (Microcline)	CO ₂ XRD
SCm	47.82	48.78	2.84	0	0.56	44.31
SCa	61.78	33.04	3.61	0	1.57	42.93
SCh	84.63	9.97	2.97	0	2.44	41.97
SD	2.01	0.92	91.91	0.27	4.88	1.33
SM	32.97	2.44	54.69	5.44	4.46	15.66
SR	2.55	0.62	93.89	0.13	2.81	1.42

Les courbes granulométriques des différents types de sables utilisés sont représentées dans la figure 1. Les indices granulométriques obtenus par l'analyse granulométrique des sables selon la norme EN 933-1 [20] sont regroupés dans le tableau 6.

Tableau 6. Les indices granulométriques des différents sables examinés.

	SCm	SCa	SCh	SD	SM	SR
Mf	2.77	2.68	3.13	0.98	0.16	0.10
Fines	Riche	Riche	Optimum	Trop riche	Trop riche	Trop riche
Ouvrabilité	Bonne	Bonne	Normale	Élevée	Élevée	Élevée
Cu	21.43	4.39	5.17	1.35	1.20	1.20
Courbe	Étalée	Étalée	Étalée	Uniforme	Uniforme	Uniforme
Cc	2.48	0.72	0.64	0.92	1.07	1.07
Allure	Bien graduée	Mal graduée	Mal graduée	Mal graduée	Mal graduée	Mal graduée

**Fig.1.** Courbes granulométriques des six sables étudiés

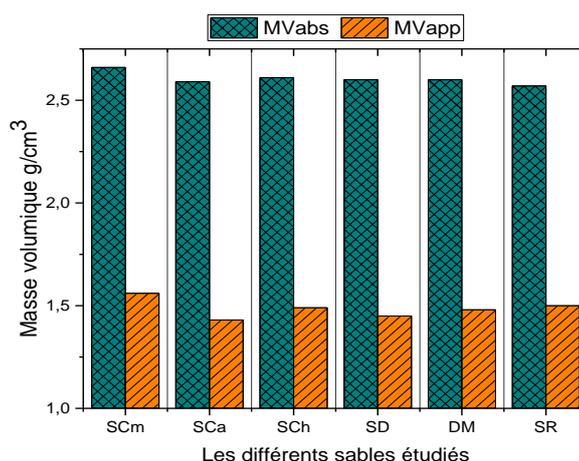


Fig.2. Masses volumiques des sables utilisés.

2.2.2. Aspect morphologique

Les différences morphologiques des différents sables entre les grains roulés et concassés sont données par la figure 3 suivante. L'agrandissement des sables concassés (1^{ère} rangée) X90, l'agrandissement des sables roulés (2^{ème} rangée) X45.

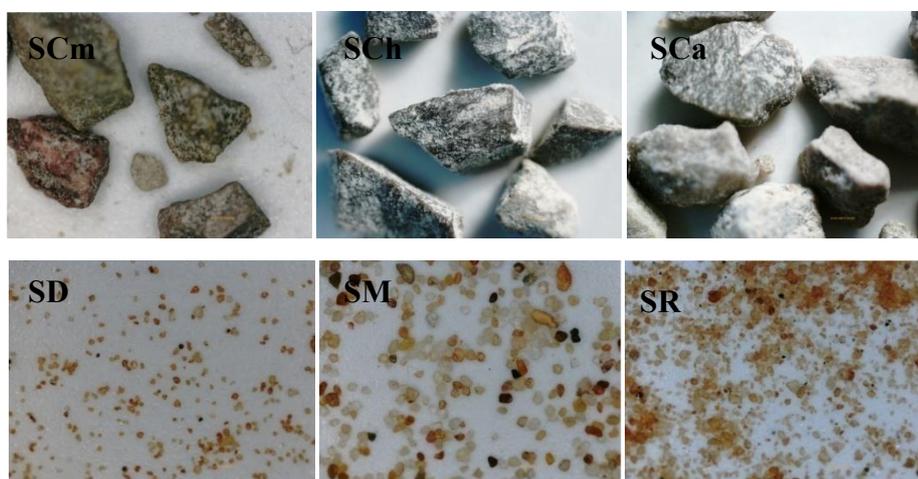


Fig.3. Formes des grains de sables étudiés. SCm-SCh et SCa (x90), SD, SM, et SR (x45)

Nous observons clairement que l'origine des granulats affecte les paramètres morphologiques. Les sables SD, SM et SR (naturels) sont les sables dont la forme des grains se rapproche le plus de celle d'une sphère. Les grains ronds ont en général une moins bonne adhésivité aux liants mais par contre assurent une meilleure maniabilité au cours de la mise en œuvre. Avec les sables concassés (SCm, SCa et SCh) on obtient une meilleure adhérence.

2.2.3. Equivalent de sable

Les résultats obtenus des équivalents sable « ES » selon la norme NF P 18-597 [21] sont rapportés dans la figure 4. Selon cette représentation nous constatons que les sables SCa, SCh et SD contiennent une grande quantité d'éléments fins ($< 80\mu\text{m}$) comparés aux grains de dimensions plus grandes. Les sables SCm, SR et DM, leurs ES montrent qu'ils sont propres.

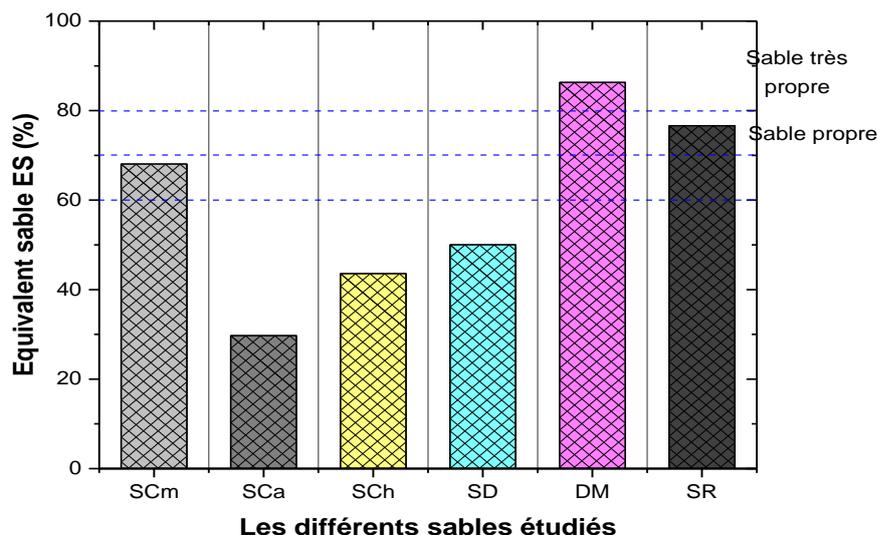


Fig. 4. Equivalent de sable des différents sables utilisés

2.3. Adjuvant

On a utilisé Sika Viscocrete TEMPO 12 qui est un adjuvant superplastifiant/haut réducteur d'eau polyvalent de nouvelle génération non chloré à base de copolymère poly-carboxylate-polyacrylate.

2.4. Formulation des mortiers autoplaçants

L'essai d'étalement au mini-cône selon la norme NF EN 12350-2 [22] permet de mesurer la mobilité du béton auto-plaçant en l'absence d'obstacles : nous avons procédé à des corrections sur la formulation de chaque sable pour obtenir l'étalement souhaité (240 à 260 mm). Afin d'ajuster les compositions, nous avons augmenté la quantité de superplastifiant ainsi que le dosage en eau et nous avons mesuré l'évolution de l'étalement au mini-cône.

Le tableau 7 présente les formulations des différents mortiers étudiés.

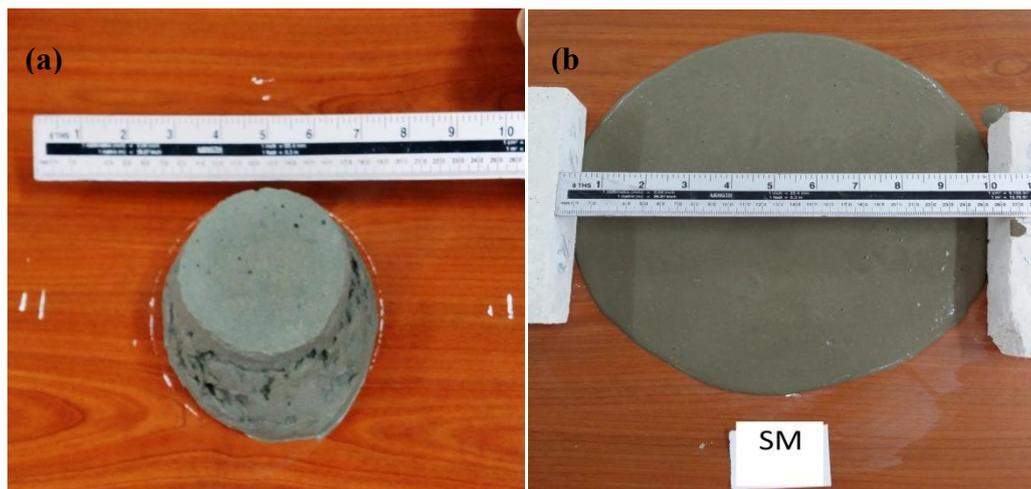


Fig. 5. Etalement du mortier autoplaçant à base de sable de mer

(a): (E/C = 0.45 et % Adjuvant = 1.5%) (b): (E/C = 0.45 et % Adjuvant = 4.9%)

Tableau 7. Formulations des différents mortiers après ajustement de la maniabilité

	SC _m	SC _a	SC _h	SD	SM	SR
ciment (g)	300	300	300	300	300	300
sable (g)	600	600	600	600	600	600
E/C	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50
Adjuvant (%)	1.7	2	1.7	4.9	3.9	2.6

Quant à l'essai d'écoulement au V-Funnel il consiste à mesurer le temps d'écoulement d'un mortier autoplaçant pour caractériser sa fluidité dans les milieux confinés. La figure 6 suivante donne les valeurs de temps d'écoulement au V-Funnel des différents mortiers utilisés. Nous pouvons aisément constater que les mortiers autoplaçants composés de sables roulés (SD, SM et SR) ont des propriétés d'ouvrabilité au V-Funnel plus intéressantes que les mortiers autoplaçants composé de sables concassés.

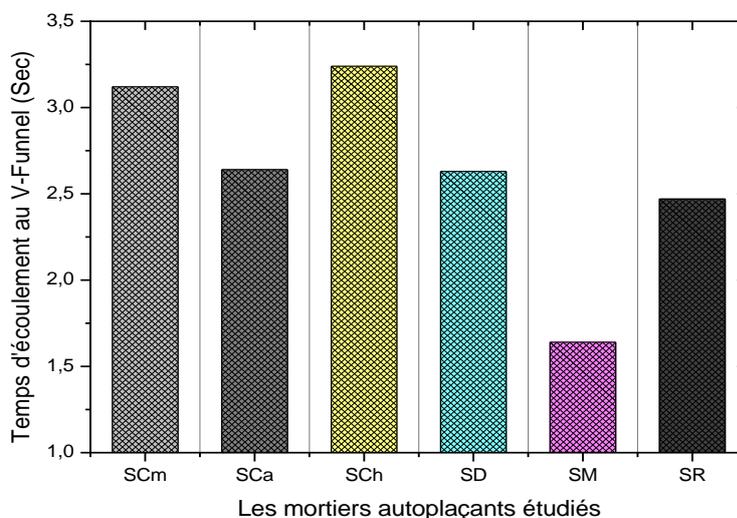


Fig. 6. Les valeurs de temps d'écoulement au V-Funnel

2.5. Masse volumique apparente

Les masses volumiques des mortiers à l'état frais, présentées dans la figure 7, ont été mesurées tout de suite après la période de malaxage tandis que celles à l'état durci après 56 jours de maturation. La comparaison entre les masses volumiques à l'état frais et les masses volumiques à l'état durci montre qu'à l'inverse des résultats couramment répandus, nous constatons que les masses volumiques à l'état durci sont supérieures à celles de l'état frais. D'une manière générale on peut attribuer ces résultats au phénomène de tassement qu'ont subi les mortiers autoplaçants au cours du durcissement, à cause de la quantité importance de l'eau de gâchage, comme le montre la figure 8.

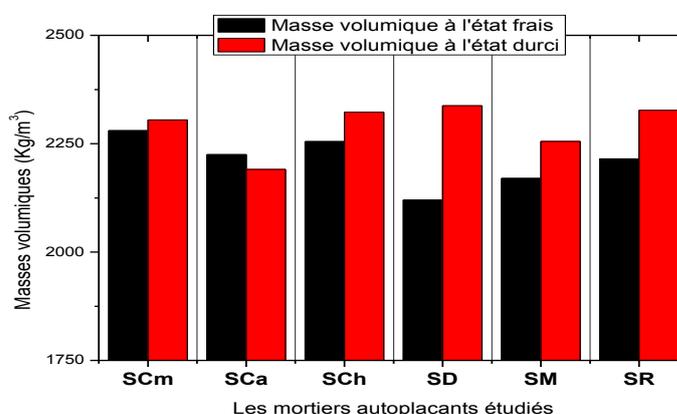


Fig. 7. Masses volumiques des mortiers aux états frais et durci



Fig. 8. Exemple du tassement du mortier SM après durcissement

2.6. Essai des résistances mécaniques

L'essai de compression a été effectué selon la norme ASTM C 109-13 [23]. Des échantillons cubiques de mortier ($50 \times 50 \times 50$) mm³ avec les différents sables étudiés ont été préparés en utilisant les formulations du tableau 7. Les échantillons sont remplis dans les moules sans compactage ni vibration. Une fois arasés, les moules ont été recouverts de films plastiques et stockés dans un environnement du laboratoire, à une température de $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ avec une humidité relative supérieure à 90%. Au bout de 24 heures, le démoulage a été effectué et les échantillons ont été stockés dans de l'eau saturée de chaux jusqu'à l'échéance d'écrasement.

Les résistances à la compression de trois échantillons de béton ont été déterminées à 3, 7, 28 et 56 jours et la moyenne des trois valeurs a été calculée et enregistrée.

3. ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

3.1. La résistance à la compression selon la norme EN 196-1

Les résultats d'essai de la résistance à la compression pour les éprouvettes confectionnées avec les différents types de sables sont représentés sur la figure 9.

D'après la figure 9, on remarque que, pour tous les mortiers la résistance à la compression augmente progressivement avec l'âge de conservation dans l'eau. Ceci peut s'expliquer par le développement du phénomène d'hydratation du ciment dans les mortiers en fonction du temps en présence d'humidité suffisante. On constate d'après ces résultats que la vitesse d'évolution des résistances en compression, des mortiers à base des sables de carrières (SCm, SCa, SCh) se

développe rapidement.

Par contre celle des mortiers à base de sables SD, SM et SR, se développe lentement. Les augmentations de résistances obtenues pour les mortiers à base de sables de carrières semblent être directement liés aux propriétés particulières des sables et en particulier leur granulométrie continue et étalée et surtout leur Dmax (égal à 5 mm), qui améliore la compacité des mortiers (empilement granulaire) et par la suite la résistance. Nous notons de fortes résistances à la compression pour le mortier SCm à base du sable de calcaire de la carrière de Mezoughi. Ces résultats confirment le rôle du sable concassé dans le comportement mécanique des mortiers.

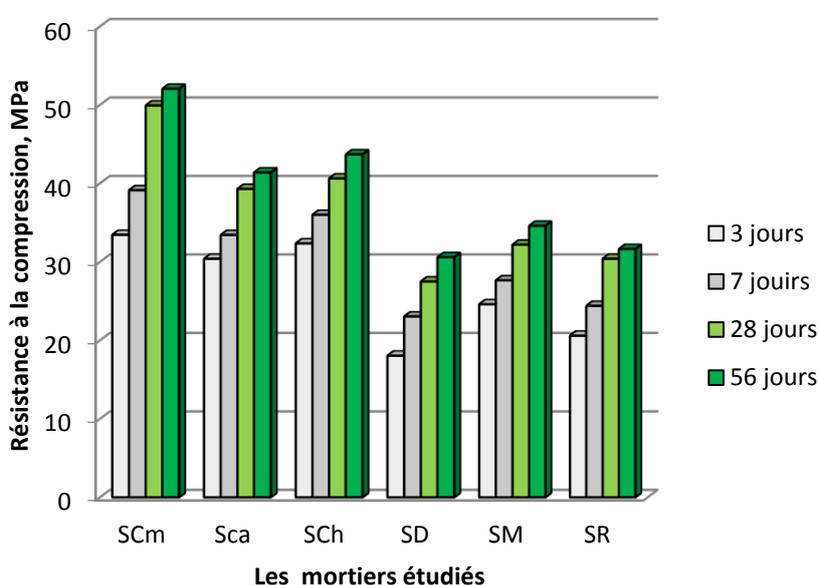


Fig. 9. Résistance à la compression des mortiers autoplaçants en fonction du temps de conservation

A titre comparatif, à l'échéance 56 jours, la résistance à la compression du mortier autoplaçant confectionné avec le sable de carrière de Mezoughi est supérieure de 41, 34 et 39% par rapport aux mortiers SD, SM et SR respectivement.

Afin de mettre en évidence l'action de chaque type de sable sur la texture de la matrice cimentaire, des observations sur des échantillons polis ont été effectuées (Figure 10). L'augmentation de la résistance est affectée par la présence des éléments gros, moyen et fin dans le sable SCm, ceci veut dire que ce sable a une meilleure répartition granulométrique et par conséquent une meilleure résistance.

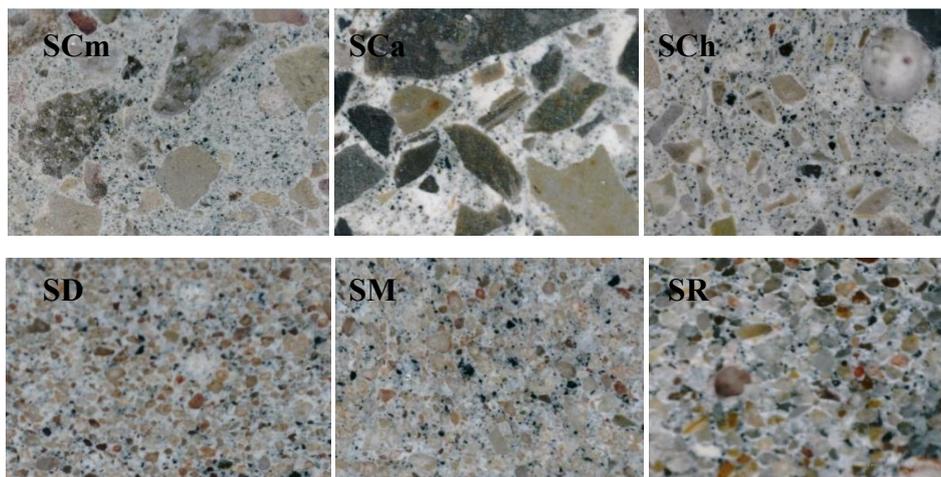


Fig. 10. Observation sur des échantillons polis (x 90)

3.2. La résistance à la flexion selon la norme EN 196-1

Le développement de la résistance à la flexion, en fonction de l'âge, pour les différents types de mortiers conservés dans l'eau à 20 °C est donné par la figure 11. On constate d'après ces graphes que, quel que soit le type du mortier, la résistance à la flexion évolue positivement avec l'âge. On observe aussi que les mortiers des sables de carrière ont des résistances à la flexion supérieures à celles des mortiers de sable de dune et d'oued, quel que soit l'âge d'essai. Ceci est dû à l'enchevêtrement des grains des sables concassés résultant d'une abondance de grains de forme concassée angulaire.

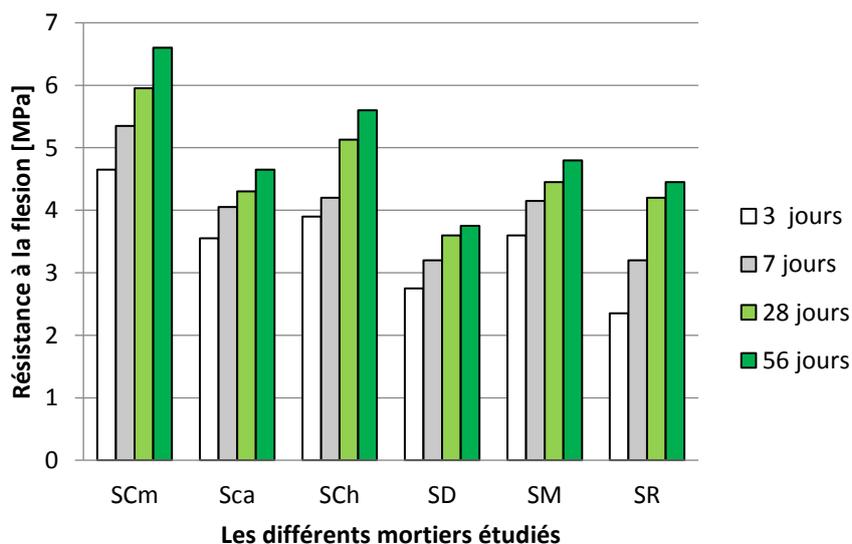


Fig. 11. Résistance à la flexion des mortiers autoplaçants en fonction du temps de conservation

3.3. Mesure des vitesses ultrasoniques

La méthode de la vitesse d'impulsion ultrasonique peut être utilisée pour la détermination de l'homogénéité du béton, de la présence de fissures ou de vides, les changements de propriétés dans le temps et pour la détermination des caractéristiques physiques et dynamiques. Les vitesses ultrasonores sur les différentes formulations de mortiers ont été mesurées par la méthode de transmission, en disposant deux transducteurs (émetteur et récepteur) de part et d'autre des éprouvette prismatiques ($4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$) pour mesurer le temps que l'onde met pour la traverser figure 12. La figure 13 montrent que la vitesse de propagation des ultrasons est, généralement, plus grande pour les éprouvettes de mortiers à base de sables de carrières, et diminue pour les autres types de sables. Cela s'explique par le bon empilement granulaire des granulats concassés obtenu pour les mortiers de sables concassés, à cause de la forme des granulats.



Fig. 12. Mesure de la vitesse ultra-sonique

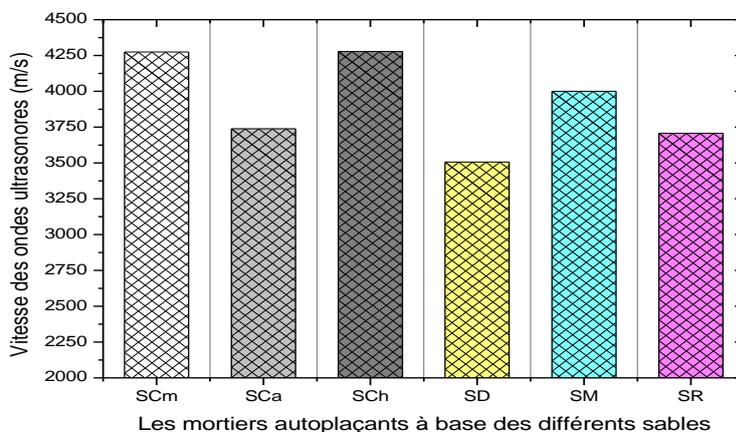


Fig. 13. Mesures de la vitesse des ondes longitudinales des mortiers à 56 jours

3.4. Essai d'absorption

Les mesures d'absorption d'eau des mortiers, de dimension $4 \times 4 \times 6 \text{ cm}^3$, ont été effectuées en respectant la norme NF EN 13057-02 [24], qui précise que les échantillons doivent reposer sur un dispositif permettant à l'eau d'accéder librement à l'ensemble de leur surface inférieure et que le niveau d'eau doit être maintenu pendant tout l'essai entre 2 et 4 mm au-dessus de la base de l'échantillon. L'absorption d'eau par unité de surface doit être calculée à chaque incrément de temps, à partir du poids de l'eau absorbé (kg) divisé par la surface de la face d'essai (m^2). La figure 14 montre l'absorption capillaire des différents mortiers étudiés à l'échéance 56 jours. On constate que les mortiers composés de sable roulé SD ou le sable concassé SCa ont une grande absorption capillaire, représentant le double par rapport au sable SCh, et ceci a donc un effet très négatif sur la résistance des mortiers à l'infiltration de l'eau par capillarité. Par contre les sables concassés SCh et SCm ont une faible capacité d'absorption, la forme concassée de ces granulats permet d'avoir un empilement granulaire parfait, ce qui réduit la porosité du squelette granulaire et empêche la remontée d'eau par capillarité.

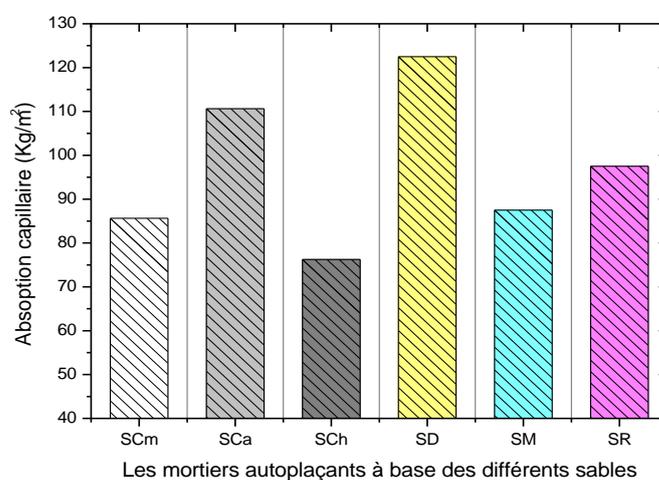


Fig. 14. Influence du type de sable sur l'absorption capillaire des différents mortiers étudiés

3.5. La ségrégation verticale

En l'absence d'expérience pertinente, un moyen de contrôler la ségrégation d'un mortier autoplaçant consiste à scier une éprouvette cylindrique de mortier durci ($4 \times 20 \text{ cm}^2$) dans le sens

transversal et observer la répartition des granulats dans les deux parties de l'éprouvette, le bas et le haut. L'évaluation a été réalisée par analyse d'image sur des cylindres sciés. La figure 15 montre la répartition des sables dans la matrice cimentaire pour les différentes compositions de mortiers. Ces photographies illustrent bien le fait que la formulation de mortier de SCm est effectivement sujette à la ségrégation statique. Les granulats ne sont en effet régulièrement répartis sur toute la hauteur des échantillons sciés. Les autres mortiers de sable de carrière SCa et SCh ont subis moins de ségrégation comparativement au mortier de SCm. Ceci est dû peut-être à la densité élevée du SCm. Pour les mortiers SD, SM et SR la distribution est homogène, ce qui témoigne de la stabilité du béton après la mise en place.

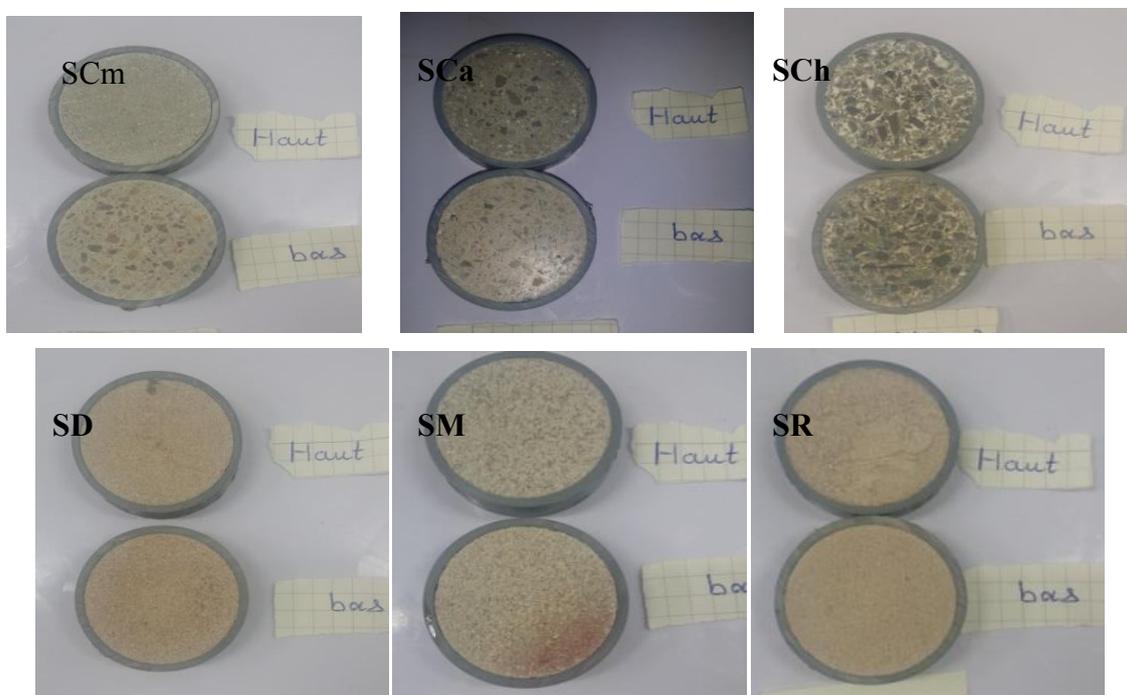


Fig. 15. Observation de la répartition des granulats dans les mortiers

3.6. Etude de la conductivité thermique

La figure 15 montre l'évolution de la conductivité thermique des différents mortiers étudiés, de dimensions $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$, en fonction du temps. On remarque que, quel que soit le type de sable, la conductivité thermique évolue positivement avec l'âge. En effet, l'hydratation du ciment permet la formation des composés (C-S-H, portlandite) qui permettent un renforcement des liaisons entre constituants (pâte et sable) et favorisent donc une diminution de la porosité (soit en quantité soit en taille), cela a pour conséquence de créer une structure interne continue et

homogène. Cette structure va donc être favorable au transfert de la chaleur. C'est les mortiers concassés SCa et SCh qui ont les conductivités thermiques les plus faibles. Les mortiers étant réalisés dans les mêmes conditions et les mesures de conductivité effectuées en régime stationnaire, la variation des mesures de la conductivité pourrait être liée à une variation de la porosité des matériaux, à la composition intrinsèque de chaque sable utilisé et à la cohésion du sable avec la pâte au niveau de la zone de transition interfaciale. La baisse de la conductivité thermique pourrait être liée à l'augmentation de la quantité de pores ou à la composition minéralogique des sables.

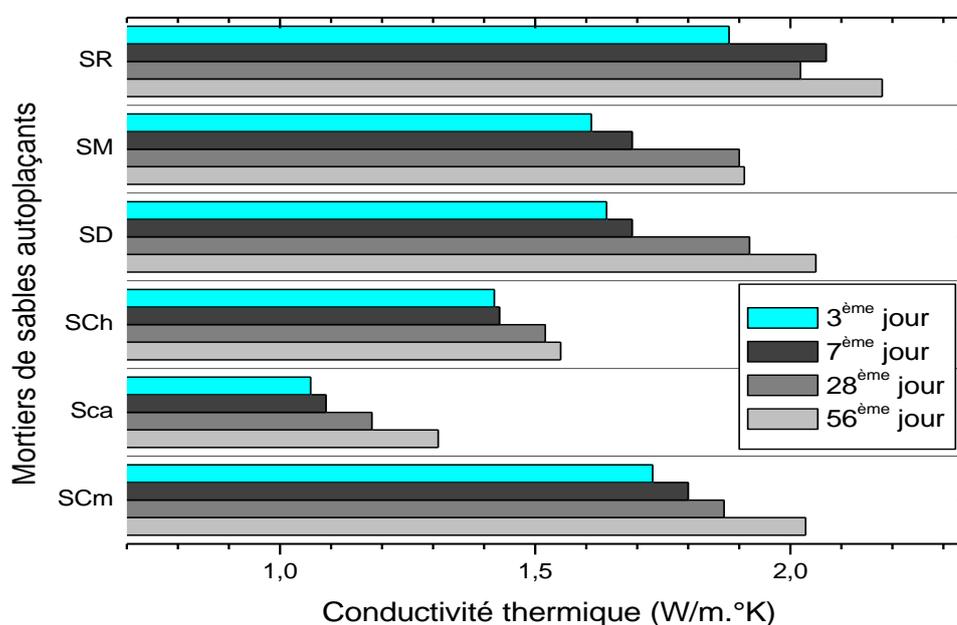


Fig. 15. Evolution de la conductivité thermique des différents mortiers étudiés



Fig. 16. Conductivimètre et sa sonde de surface

4. CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude qui a consisté en l'élaboration de mortiers autoplaçants avec six différents sables peuvent être résumés comme suit :

- Les performances mécaniques (compression et flexion) des mortiers à base des sables de carrières (SCm, SCa, SCh) sont plus élevées que les mortiers à base de sables naturels (SD, SM et SR). c'est le sable SCm qui a les meilleures performances mécaniques.
- Les mesures des vitesses ultrasoniques montrent que les vitesses de propagation des ultrasons sont plus élevées pour les éprouvettes de mortiers à base de sables de carrières par rapport aux autres types de sables naturels.
- Les sables concassés SCh et SCm ont une faible capacité d'absorption, ce qui réduit la porosité du squelette granulaire et empêche la remontée d'eau par capillarité. C'est le sable SCh qui a la plus faible capacité d'absorption.
- Les mortiers de sable de carrière SCa et SCh ont subi moins de ségrégation verticale comparativement au mortier de SCm. C'est le SCa qui a subi le moins la ségrégation verticale.
- C'est les mortiers concassés SCa et SCh qui ont les conductivités thermiques les plus faibles. C'est le SCa qui a la conductivité la plus faible.

Nous pouvons donc affirmer d'une façon générale que les sables concassés SCm, SCa et SCh donnent les meilleurs mortiers autoplaçants en répondant aux exigences rhéologiques,

mécaniques et de durabilité. Parmi ces sables concassés c'est le SCm qui est le meilleur vis à vis des caractéristiques étudiées.

5. RÉFÉRENCES

- [1] Chabot A., Aperçu de l'étendue des gisements de sables destinés à l'industrie de la construction et dans d'autres secteurs d'activités. Géofina, 2011.
- [2] Arab A. Comportement monotone et cyclique d'un sable limoneux. Comptes Rendus Mécanique- Elsevier, 2009, 337(8), 621-631.
- [3] Holcim Western Europe, Materials & Applications Center, Concevoir et mettre en œuvre des bétons durables. Guide pratique, Holcim (Belgique) SA, 2007.
- [4] ASTM C33- 03, Standard Specification for Concrete Aggregates, ASTM International, West Conshohocken, PA. 2003. DOI: 10. 1520/C0033-03. www.astm.org
- [5] Hamid H.. Influence des paramètres morphologiques des granulats sur le comportement rhéologique des bétons frais: étude sur systèmes modèles. Université Paris-Est, 2012.
- [6] Yugen L., Huimei Z., Guangxiu L., Dawei H., Xiangrong M.. Multi-scale study on mechanical property and strength prediction of aeolian sand concrete. Construction and Building Materials. 2020, 247, ,118538. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118538>
- [7] http://www.lafargena.com/wps/portal/na/fr/3_A_11_12The_Effect_of_Aggregate_Gradation_and_Fineness_on_Concrete_Properties.
- [8] Yirui Z., Yang W., Jiawen B., Gang W., Zhiqiang D.. A novel seawater and sea sand concrete filled FRP-carbon steel composite tube column: Concept and behaviour. Composite Structures. 2020, 112421. In Press, Journal Pre-proof. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2020.112421>.
- [9] Junlong Y., Jizhong W., Ziru W. Axial Compressive Behavior of Partially CFRP Confined Seawater Sea-sand Concrete in Circular Columns– Part I: Experimental Study. Composite Structures. 2020, 112373. In Press, Journal Pre-proof. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2020.112373>
- [10] Safi B., Saidi M., Daoui A., Bellal A., Mechekak A. and Toumi K.. The use of seashells as a fine aggregate (by sand substitution) in self-compacting mortar (SCM), Construction and

Buildings Materials. 2015, 78: 430-438

[11] Matthew Z., Yeon T., Kwong S. W., Muhammad E. R., Meheron S. J.. Mechanical and durability performance of marine sand and seawater concrete incorporating silicomanganese slag as coarse aggregate. Construction and Building Materials. Volume 254, 10 September 2020, 119195. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119195>

[12] Kaufmann J.. Evaluation of the combination of desert sand and calcium sulfoaluminate cement for the production of concrete. Construction and Building Materials. Volume 243, 20 May 2020, 118281. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118281>

[13] Benabed B., Kadri E. , Azzouz L. and Kenai S. , Properties of self compacting mortar made with various types of sand, Cement and Concrete Composites. 2012,34(10): 1167-1173

[14] Zeghichi L. 1 , Benghazi Z. 1 , Baali L., Eighth International Conference on Material Sciences, CSM8-ISM5 The effect of the kind of sands and additions on the mechanical behavior of S.C.C, Physics Procedia, 2014, 55: 485 – 492

[15] B. Benabed, L. Azzouz, E. Kadri, A. S. E. Belaidi, H. Soualhi. Propriétés physico-mécaniques et durabilité des mortiers à base du sable de dunes, université d’Amar Telidji de Laghouat, Algérie. 2012. <http://www.univ-tebessa.dz/fichiers/laghouat /Contribution 1300.pdf> 16/12/2016

[16] Srivastava A., Singh S. K.. Utilization of alternative sand for preparation of sustainable mortar: A review. Journal of Cleaner Production. 2020, 25320, Article 119706. <https://doi.org /10.1016/j.jclepro.2019.119706>

[17] Imane Joudi-bahri. Influence des sables fillérisés calcaires sur les propriétés des bétons courants et superplastifiés. Un exemple tunisien, thèse de doctorat, université Lorraine France. 2012.

[18] Arabi N., Meftah H., Amara H., Kebaïli O., Berredjem L.. Valorization of recycled materials in development of self-compacting concrete: Mixing recycled concrete aggregates – Windshield waste glass aggregates. Construction and Building Materials. 2019, 209: 364-376.

[19] NA 442-2008, Liants Hydrauliques-Ciments Courants, Composition, « Spécification et Critères de Conformité », IANOR, Alger (2008).

[20] NF EN 933-1 Mai 2012 Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des

granulats - Partie 1 : détermination de la granularité - Analyse granulométrique par tamisage [21] NF P18-597-1979 aggregates. Determination of cleanness for fine aggregates: sand equivalent with 10 per cent fines.

[22] NF EN 12350-2 Avril 2012 Essais pour béton frais - Partie 2 : essai d'affaissement -

[23] ASTM C 109-13,1 In: American Society for Testing and Materials (ASTM) International, West Conshohocken, Pa, (2013).

[24] NF EN 13057 décembre 2002. Indice de classement : P 18-945. Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton. Méthodes d'essai. Détermination de l'absorption capillaire. Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, avenue Francis de Pressensé — 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex.

EFFET DES DIFFÉRENTS SABLES PROCHES DE LA RÉGION DE MASCARA DANS LA FABRICATION DES MORTIERS AUTOPLAÇANTS

RESUME

Le sable joue un rôle très important lors de la fabrication des bétons et mortiers pour le besoin du génie civil et du bâtiment. Il influence à la fois sur les propriétés des matériaux cimentaires à l'état frais et à l'état durci. L'objectif de ce travail est l'élaboration de mortiers autoplaçants avec les différents sables existant dans la région de la ville de Mascara en vue de l'étude principale des performances mécaniques. A cet effet six sables ont été utilisés : trois sables naturels et trois sables concassés. Les essais réalisés au cours de cette recherche sont : les essais physiques, les essais à l'état frais et les essais sur mortiers durcis. Les résultats auxquels notre recherche a abouti est que les mortiers autoplaçants confectionnés avec les sables concassés donnent un squelette granulaire avec une compacité élevée et des performances mécaniques supérieures par rapport aux mortiers autoplaçants confectionnés avec les sables naturels.

Mots clefs : Mortier autoplaçant, Sable, Formulation.

How to cite this article:

Laoufi L, Senhadji Y, Laoufi I, Benazzouk A. Effect of the sands close to the mascara region in the manufacture of self-compacting mortars. J. Fundam. Appl. Sci., 2020, 12(2), 931-950.