

Tableau 4. Paramètres mécaniques de la MGC à différents degrés d'hydratation de la pâte de ciment

Domaines			Elastique		CDPM					
Paramètres			E (GPa)	ν	K	f_{bd}/f_b	B	ϕ (°)	ψ (°)	M_{pic}
α	0,83	$p'=50$ KPa	25,29	0,21	0,619	1,075	0,065	56,24	44,07	2,30
		$p'=100$ KPa		0,21						
		$p'=150$ KPa		0,21						
	0,64	$p'=50$ KPa	15,13	0,21	0,619	1,081	0,070	46,90	25,21	1,93
		$p'=100$ KPa		0,20						
		$p'=150$ KPa		0,20						
	0,27	$p'=50$ KPa	1,40	0,18	0,619	1,189	0,137	13,34	0,18	0,50
		$p'=100$ KPa		0,18						
		$p'=150$ KPa		0,17						

Les résultats de la modélisation numérique d'essais triaxiaux sur MIOM traités à 3% de ciment avec un temps d'hydratation long sont comparables à ceux de [BEC 07]. Le tableau 5 montre cette comparaison en termes de déviateur de contraintes, de coefficient M_{pic} et d'angle de frottement interne..

Tableau 5. Comparaison entre les résultats expérimentaux [BEC 07] et les résultats de la modélisation

	Déviateur au pic avec $p'=100$ KPa (MPa)	M_{pic}	ϕ (°)
Expérimental	10,064	2,91	78,46
Modélisation	10,65	2,87	76,07
Ecart relatif (%)	5,5	1,389	3,04

4. Discussions et conclusions

Les simulations numériques ont permis d'avoir un angle de frottement interne de 76,07° correspondant à un facteur M_{pic} de 2,87. [HUN 11] et [BEC 07] justifient la valeur élevée de l'angle de frottement interne par le fait que le matériau granulaire est composé de grains anguleux bien gradués. L'ordre de grandeur de l'angle de frottement obtenu est comparable aux angles de frottement obtenus sur des graves routières [HOR 98]. Les courbes d'évolution des déformations volumiques obtenues indiquent un effet de serrage des grains (contractance) lors de l'essai triaxial de compression, suivi d'une dilatance (effet de désenchevêtrement des grains) vers les grandes déformations. A différentes pressions de confinement, le comportement de la grave traitée ne dépend que de la pression de confinement effective. Ce résultat conforte les constats de [BEC 07] et [HUN 11] dans ce sens. Les angles de dilatance « Ψ » trouvés avec notre modèle numérique sont respectivement de 9.43, 7.07, 6.79° pour les trois degrés d'hydratation de la pâte de ciment. Ils sont alors compris entre 0 et 15°, intervalle dans laquelle s'échelonnent les angles de dilatance trouvés expérimentalement par [HUN 11].

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- [APP 04] Rapport APPIA. Valorisation des MIOM dans les infrastructures routières. Ecole des mines de Doua, Laboratoire régional des ponts et chaussées de Lille. Avril 2004.
- [ARI 08] Arickx S., Gerven T. V., Boydens E., L'hoest P., Blanpain B., Vandecasteele C., 2008. Speciation of Cu in MSWI bottom ash and its relation to Cu leaching. Applied Geochemistry 23 (2008) 3642-3650.
- [ARR 11] Arrêté du 18 novembre 2011 relatif au recyclage en technique routière des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux. Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement.
- [BAD 08] Badreddine R., François D., 2008. Assessment of the PCDD/F fate from MSWI residue used in road construction in France. Chemosphere (2008).
- [BEC 07] Frédéric Becquart. Première approche du comportement mécanique d'un milieu granulaire issu d'un mâchefer d'incinération d'ordures ménagères : valorisation en technique routière. PhD thesis. Université des sciences et technologies de Lille. Mars 2007.
- [BIR 07] Birgisdottrir H., Bhandar G., Hauschild M. Z., Christensen T. H., 2007. Life cycle assessment of disposal of residues from municipal solid waste incineration: Recycling of bottom ash in road construction or landfilling in Denmark evaluates in the ROAD-RES model. Waste Management 27 (2007) S75-S84.
- [CHI 03] Chimenos J. M., Fernandez A. I., Miralles L., Segarra M., Espiell F., 2003. Short-term natural weathering of MSWI bottom ash as a function of particle size. Waste Management 23 (2003) 887-895.
- [FER 08] Fernandes M. H. V., 2008. Characterization of MSWI bottom ashes towards utilization as glass raw material. Waste Management 28 (2008) 1119-1125.
- [HUN 11] LE Ngoc Hung. Contribution à la modélisation du comportement mécanique d'un matériau hétérophasé rematérialisé issu d'un mâchefer d'incinération d'ordures ménagères : Valorisation en Génie Civil. PhD thesis. Ecole des mines de Doua, Université d'Artois, Décembre 2011.
- [HOR 98] Hornych P., Kazai A., Quibel Q., 1998. Study of the resilient behaviour of unbound granular materials, Proc. 5th Conference on Bearing Capacity of Roads and Airfields, Trondheim, Norway, July 1998, vol 3, pp. 1277-1287.
- [LEE 98] Lee J, Fenves GL. Plastic-damage model for cyclic loading of concrete structures. J Eng Mech, ASCE 1998 ; 124 (8) : 892-900.