



# THESE

Présentée à

**L'École Nationale d'Ingénieurs de Sfax**

*En vue de l'obtention du*

**DOCTORAT**

Dans la discipline *Génie de Géo-ressource, l'Environnement et  
de l'Aménagement*

*Par*

**Ladjel Djelloul**

(Master en Science)

---

## **Caractérisation et modélisation du comportement mécanique *des matériaux à base cimentaire***

---

*Soutenu le ?? Mois 200?, devant le jury composé de :*

<b>M. Chokri YAICH</b>	<b>(Professeur à L'ENIS)</b>	Président
<b>M. Boubaker EL EUCH</b>	(Professeur à L'ENIS)	Rapporteur
<b>M. Salim ZITOUNI</b>	(M.C.A Université de M'sila)	Rapporteur
<b>M. Ali SDIRI</b>	(M.C.A Université à L'ENIS)	Examineur
<b>M. Moncef ZAIRI</b>	(Professeur à L'ENIS)	Directeur de Thèse
<b>M. Larbi BELAGRAA</b>	(M.C.A Université de M'sila)	Co -Directeur de Thèse



# Caractérisation et modélisation du comportement mécanique des matériaux à base cimentaire

Ladje! Djelloul

**الخلاصة:** ويهدف هذا العمل إلى دراسة تأثير تفعيل قذائف هاون الاسمنت على خصائص مختلفة. نهجين، التجريبية وتغيري استخدمت لتحليل تأثير تفعيل المعدني والكيماوي والسلوك الميكانيكي للقذائف الهاون في الدول الطازجة والمتصلدة. خصائص قذائف الهاون تفعيلها كيميائيا باستخدام المحاليل القلوية (KOH و هيدروكسيد الصوديوم) في جرعات من 0 و 2 و 4٪. لتفعيل المعدني استخدمت نوعين من وكلاء تفعيل الجبس (CaSO4.2H2O) والجبس (5H2O+CaSO4.0) بنسب مختلفة (0٪ و 2٪ و 4٪) من خلال طريقة استبدال نسبة إلى وزن الاسمنت. في النهاية، وتفعيل الميكانيكية عن طريق طحن finesses الحويثي 4000، 4500 و 5000 سم<sup>2</sup> / ز من الموثق المستخدمة. وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها عن طريق أنواع مختلفة من تفعيل تأثير كبير على الخصائص الفيزيائية. الجودة، وانخفاض وقت القرار (بداية ونهاية جاك) وزيادة الحاجة إلى المياه العذبة. في الختام، هذا التنشيط هو مفيد لتطوير القوة الميكانيكية (الانحناء وضغط) من قذائف الهاون تفعيلها على المدى القصير والقيم المقبولة في المدى المتوسط والطويل في ولاية علاجه. وقد استمدت نماذج رياضية باستخدام أسلوب التصميم التجريبي. الجزء الأخير أكد الصغرى تغيير الهيكلية في البنية الداخلية للاسمنت نشطة تعتمد على أنواع مختلفة من التنشيط.

**كلمات مفتاحية:** تفعيل والاسمنت، والاستجابة الميكانيكية، والتصميم التجريبي

**Résumé:** Le présent travail vise à étudier l'effet de l'activation des ciments sur les différentes propriétés de mortiers. Deux approches, expérimentales et modulatrices, ont été utilisées afin d'analyser l'influence de l'activation minéralogique, chimique et mécanique sur le comportement des mortiers aux états frais et durci. Les propriétés des mortiers activées chimiquement en utilisant des solutions alcalines (KOH et NaOH) à des dosages de 0, 2 et 4 %. Pour l'activation minéralogique deux types d'agents d'activation ont été utilisés le gypse (CaSO4.2H2O) et le plâtre (CaSO4.0.5H2O) dans différentes proportions (0%, 2% et 4%) par la méthode de substitution par rapport au poids du ciment. En fin, Une activation mécanique par le broyage poussée à des finesses de 4000, 4500 et 5000 cm<sup>2</sup>/g du liant utilisé. Les résultats obtenus par les différents types d'activation ont montré un effet significatif sur les propriétés physiques ; une grande finesse, diminution des délais de prise (début et fin de prise) et une augmentation du besoin en eau à l'état frais. En conclusion, cette activation est bénéfique sur le développement des résistances mécaniques (compression et flexion) des mortiers activés à court terme ainsi que des valeurs acceptables à moyen et à long terme à l'état durci. Des modèles mathématiques ont été tirés en utilisant la méthode du plan d'expérience. La dernière partie a confirmé micro-structuralement l'évolution de la structure interne des ciments active en fonction des différents types d'activation.

**Abstract:** The present work aims to study the effect of cement activation on different mortar properties. Two approaches, experimental and modulatory, were used to analyze the influence of mineralogical, chemical and mechanical activation on the behavior of mortars in fresh and hardened states. The properties of chemically activated mortars using alkaline solutions (KOH and NaOH) at dosages of 0, 2 and 4%. For the mineralogical activation two types of activating agents were used gypsum (CaSO4.2H2O) and plaster (CaSO4.0.5H2O) in different proportions (0%, 2% and 4%) by the method of substitution with respect to the weight of the cement. Finally, mechanical activation by the grinding pushed to fineness of 4000, 4500 and 5000 cm<sup>2</sup> / g of the binder used. The results obtained by the different types of activation showed a significant effect on the physical properties; great fineness, reduced setting times (start and end of setting) and increased need for fresh water. In conclusion, this activation is beneficial for the development of mechanical resistance (compression and flexion) of short-term activated mortars as well as acceptable medium and long-term values in the cured state. Mathematical models were drawn using the experimental design method. The last part confirmed micro-structurally the evolution of the internal structure of active cements according to the different types of activation.

**المفاتيح:** تفعيل والاسمنت، والاستجابة الميكانيكية، والتصميم التجريبي

**Mots clés:** Activation, ciment, réponse mécanique, plan d'expérience.

**Key-words:** Activation, cement, mechanical response, experimental design.