

# Etude Des Phénomènes Retrait- Gonflement Et Stabilisation Des Sols Gonflants

S. DJOUMAA <sup>1</sup>, M.SID <sup>2</sup>, S.MISSAOUTI<sup>3</sup>, H.HOUAM<sup>4</sup>,

1. INFRARES Laboratoire, Département de génie civil, Université Mohamed Cherif Messaadia Souk Ahras, Algérie

1. gc.djouimaa@yahoo.fr

2. sidmidani@yahoo.fr

3. missaouisabrina@yahoo.fr

4. houamhouda@yahoo.fr

## Résumé

La sécheresse qui a sévi en Algérie ces vingt dernières années a fait subir aux bâtiments construits sur des sols gonflants des dommages considérables. Nous nous sommes intéressés au comportement de ces sols pour réduire leur gonflement. deux types de stabilisation ont été utilisés: le ciment et la chaux, la stabilisation par la chaux, et le ciment a conduit à des changements considérables dans le comportement du sol. L'intérêt se porte actuellement sur l'étude des limites d'atterberg et les paramètres de cisaillement du sol avant et après stabilisation.

Cette étude est sans doute une contribution importante à la compréhension du phénomène du retrait -gonflement

**Mots clefs :** *Sol gonflant, ciment, chaux, gonflement, stabilisation*

pourcentage, pour notre étude, nous avons respectivement 2%, 4%, 7% et 10%

TABLEAU I  
Identification et caractérisation du sol étudié

<b>Teneur en eau</b>	Wn	22,1%
<b>Poids volumiques apparents(t / m<sup>3</sup>)</b>	$\gamma_d$	1,67
	$\gamma_h$	2,039
	$\gamma_{sat}$	2,045
<b>Indice de consistance</b>	Ic	0,93
<b>Indice de vide</b>	e	0,599
<b>porosité</b>	$\eta$	37,5%
<b>Degré de saturation</b>	Sr	98,3%
<b>Limites d'atterberg</b>	Wl	47%
	Ip	26%
<b>Analyse granulométrique</b>	$\Phi < 80\mu$	93,15%
<b>Proctor</b>	Wopt	16,4
	$\gamma_{dmax}$	1,82
<b>Cisaillement</b>	Ccu	0,41
	$\Phi_{cu}$	12,4
<b>Gonflement libre</b>	G	5,92
	Pg	1,53

## 1. Introduction

Parmi les causes et processus naturels qui sont à l'origine de la dégradation et parfois de la destruction des ouvrages de génie civil, on compte le phénomène de gonflement des sols de fondation qui a été longtemps négligé. Pourtant les effets du gonflement sur la durabilité et la pérennité des ouvrages de génie civil [1]. Si aucune mesure de traitement du sol et de confortement de l'ouvrage n'est entreprise dès l'apparition des premières fissures, leur propagation est telle qu'elles finissent par affecter la structure conduisant parfois à la ruine de l'ouvrage [2]. Et c'est dans ce contexte que nous avons axé notre étude. Nous allons tenter d'apprécier le gain apporté par l'ajout de ciment ou de chaux à une argile connue pour être gonflante.

## 2. Programme expérimental

### 2.1 Programme des essais

Pour chaque liant nous avons préparé quatre échantillons remaniés, l'ajout s'effectue par l'augmentation du

Les échantillons préparés pour les essais mécaniques ont été confectionnés selon le mode opératoire suivant : Après avoir broyé finement le sol, la poudre produite est mélangée à l'eau de façon homogène puis compactée. La teneur en eau des échantillons est fixée à 16,4% et leur densité sèche à 1,82.

## 3. Résultat et discussion

### 3.1 Limite d'Atterberg

#### 3.1.1 Traitement Par La Chaux

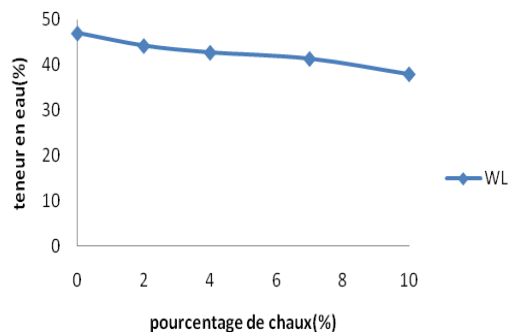


Fig. 1 Variation de la limite de liquidité En fonction du Pourcentage de chaux

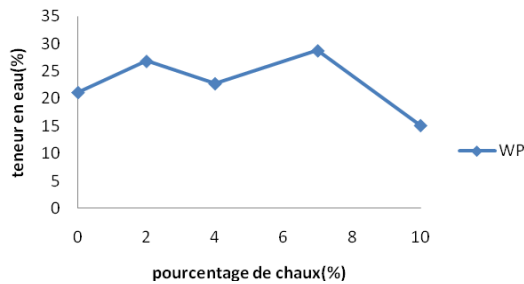


Fig. 2 Variation de la limite de plasticité En fonction du Pourcentage de chaux.

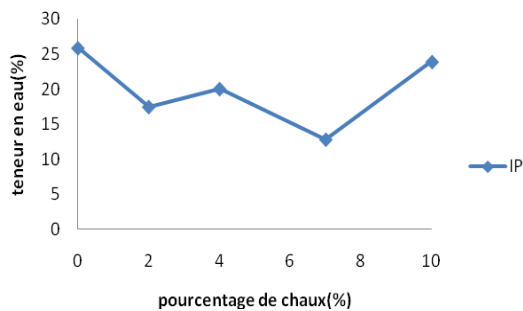


Fig. 3 Variation de l'indice de plasticité en fonction du pourcentage de chaux.

La valeur initiale de la limite de liquidité (WL) du sol non traité est 47 %, elle diminue régulièrement avec l'augmentation du pourcentage de la chaux pour atteindre 38 % à 10 % de celle-ci. Alors un ajout de 10% de chaux a réduit la limite de liquidité de 9%. La courbe de la variation de l'indice de plasticité (IP) est moins régulière que celle de la limite de liquidité (WL), tantôt il diminue à 2 % et à 7%, tantôt il augmente à 4 % et à 10 %. La valeur minimale de l'indice de plasticité (IP) est obtenue à 7% de chaux, nous la retenons comme étant la valeur optimale ressorti de notre essai, elle est de l'ordre de 12,76 %. Nous estimons que le point de 7 % de chaux nous explique clairement la réaction de l'échange cationique et la floculation [3], et il correspond à la modification « optimale » des limites à court terme, il représente le seuil de fixation de la chaux [4].

### 2.1.2 Traitement par le ciment

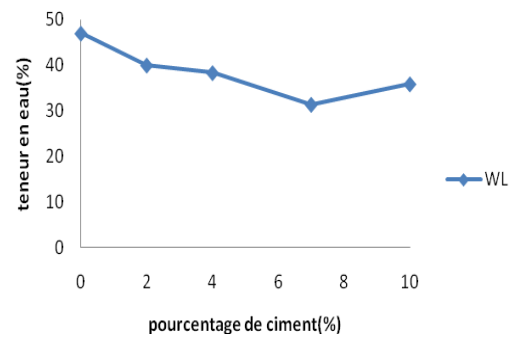


Fig. 4 Variation de la limite de liquidité en fonction du Pourcentage de ciment

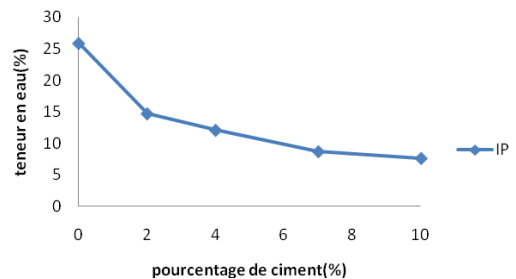


Fig. 5 variation de l'indice de plasticité en fonction du Pourcentage de ciment

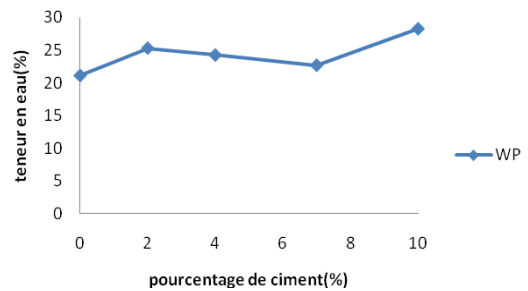


Fig. 6 variation de la limite de plasticité en fonction du pourcentage de ciment

La limite de liquidité WL commence à diminuer dès le premier ajout de 2 % de ciment ou elle enregistre une valeur de l'ordre de 40,01 %, à 4% d'ajout, WL descend à 38,4 % pour se stabiliser à 31,4 % pour 7% de ciment. Nous notons que cette limite recommence à augmenter à 10 % d'ajout, ce qui nous mène à conclure que la valeur optimale pour cet essai est obtenue en ajoutant 7 % de ciment, WL est réduite de 16 % par rapport à celle du sol dans son état naturel. L'influence du ciment sur la plasticité des échantillons traités est très appréciable, l'IP diminue à chaque ajout, pour les pourcentages de ciment ajoutés, il enregistre 14,41%, 12,1%, 8,7% et 7,63%. La réduction de la plasticité est due à la réaction de la floculation [5], dans un autre sens, la présence de  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{OH}^-$  contribue à l'amincissement de la double couche [6].

### 3.2 Cisaillement

Pour chaque argile trois essais de cisaillement direct ont été conduits pour des contraintes normales de 1, 2 et 3 Bars. les courbes venant après récapitulent les résultats de ces essais :

L'augmentation du pourcentage de chaux ajoutée provoque l'accroissement des contraintes tangentielles ( $\tau$ ) et la diminution des déformations correspondes, le comportement des échantillons devient de plus en plus dense a chaque ajout. Concernant les paramètres intrinsèques (C et  $\phi$ ) on observe une relation de proportionnalité entre la cohésion (C) et la quantité de chaux ajoutée, la cohésion du sol naturel est de 0,53 Bar, elle atteint une valeur de 1,53 Bars à (10%) de chaux. Pour l'angle de frottement ( $\phi$ ) qui est initialement de 12,4°, cette valeur augmente avec l'ajout de la chaux, elle atteint sa valeur maximale de 34° à 7% d'ajout, au delà elle diminue vers la valeur finale de 26,6° à 10 % d'ajout. La diminution de l'angle de frottement entre 7 et 10 % est engendrée par la modification de particules argileuses. Les figures (7) et (8) présentent des courbes qui récapitulent les paramètres (C et  $\phi$ ) en fonction du pourcentage de la chaux.

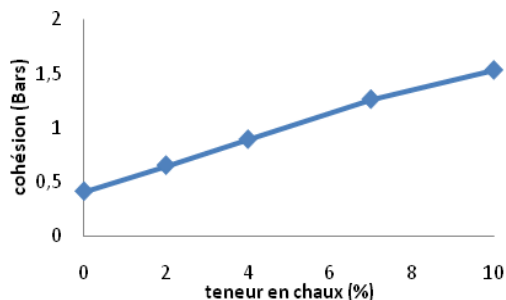


Fig.7 Variation de la cohésion En fonction du pourcentage de chaux

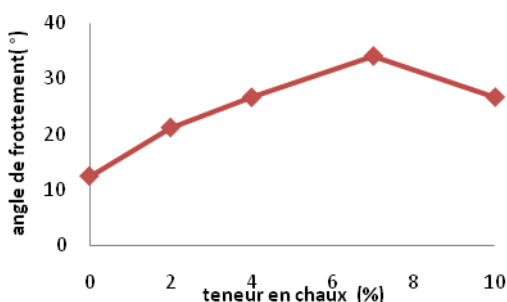


Fig.8 variation de l'angle de frottement En fonction du pourcentage de chaux

On observe nettement que l'augmentation de la cohésion est proportionnelle avec celle de la teneur en chaux. Même constat pour l'angle de frottement, à 10 % d'ajout ou il commence à diminuer.

Les résultats des essais de cisaillement effectués sur le traitement par ciment sont résumés sur les courbes récapitulatif correspondantes. Vis à vis des essais de cisaillement, le sol traité par l'ajout du ciment se comporte de façon similaire à celle qu'il a eu au traitement par la chaux. La déformation diminue au fur et à mesure avec l'augmentation des contraintes tangentielles ( $\tau$ ). Nous notons la proportionnalité entre la cohésion (C) et le taux du ciment ajouté. L'angle de

frottement ( $\phi$ ) de 0% à 7% de ciment, croit jusqu'à 32,5°, la valeur maximale atteinte à 7% de ciment. Ce résultat est expliqué par le phénomène de floculation qui entraîne nécessairement une augmentation de la taille des pores.

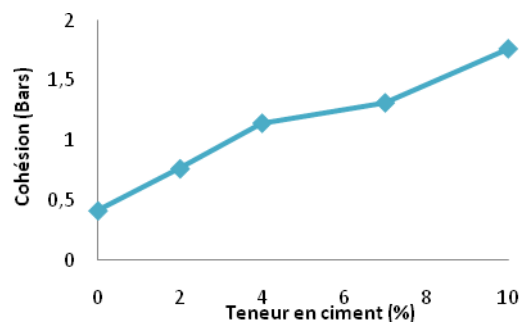


Fig.9 Variation de la cohésion en fonction du pourcentage de ciment

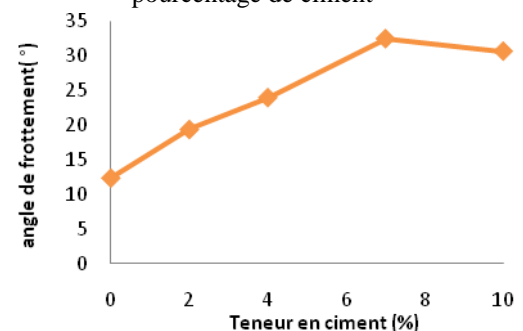


Fig.10 Variation de l'angle de frottement en fonction du pourcentage de ciment

#### 4. Conclusions

Maintenant que nous sommes en possession d'une base de données, représentant le résultat de la campagne des essais de laboratoire que nous avons menée, concernant le traitement du sol gonflant de M'daourouch par les deux liants que sont la chaux et le ciment, nous allons présenter les points communs, dans le contexte du processus de stabilisation. Nous énumérons ces points comme suit :

Seuil de stabilisation obtenu à 7% d'ajout pour les deux liants (chaux et ciment).

Taux de stabilisation meilleur avec le ciment qu'avec la chaux.

Moins de temps pris pour la stabilisation par ajout de ciment

#### References

- [1] Azzouz F. Z : (2006), "Contribution a l'étude de la stabilisation chimique de quelques argiles gonflement de la région de Tlemcen", Thèse présentée pour obtenir le diplôme de magister en Génie Civil spécialité géotechnique, Université de Abou Bekr Belkaid Tlemcen.
- [2] Babouri R : (2008), "Stabilisation des sols argileux par la chaux (cas du kaolin du gisement de Djebel Debagh- Guelma)", Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de magister géotechnique, Université Mohamed Boudiaf de M'Sila.

- [3] Bell, F. G: (1988), “Stabilisation and treatment of Clay soils with lime”. Grounds Engineering, 10-29.
- [4] Gontran H., Didier L. et Daniel P., (2011), “Chaux aérienne applications en Génie Civil”, Technique de l’ingénieur.
- [5] Holm, G., (1979), “Lime stabilisation-experience concerning strength and Déformation propriétés”. Van-Och, 25, 7-8, 45-49