
Sols

L'Identification des sols gonflants : Pour une démarche unifiée.

Abdelkader DJEDID

*Département de Génie Civil,
Faculté des Sciences de l'Ingénieur,
Université Aboubekr Belkaid
B.P. 230, Tlemcen, 13000, Algérie.
a_djedid@mail.univ-tlemcen.dz*

RÉSUMÉ. Dans cet article, nous discutons les difficultés que pose l'utilisation des approches disponibles dans la littérature et basées sur les paramètres physico-chimiques pour l'identification des sols gonflants. L'inventaire de ces approches montre qu'elles ne se basent ni sur les mêmes paramètres ni sur le même nombre. Leurs applications à des sols de la ville de Tlemcen (Algérie) montre qu'elles fournissent souvent des indications contradictoires. C'est pourquoi l'adoption d'une démarche unifiée pour l'identification des sols gonflants dans le cadre de recommandations techniques serait d'une grande utilité pour les praticiens. Si une telle démarche est adoptée, elle n'éliminera pas totalement les désordres mais les réduira considérablement.

ABSTRACT. This paper deals with the difficulties encountered once using established and available approaches based on the physical and chemical parameters to identify the swelling soils. Careful examination of these approaches shows that they use different parameters. In fact, even applied at a same area, for instance the area of Tlemcen, they provide contradictory result. To avoid such a situation, a unified approach to identify the swelling soil has been developed in this paper. This unified approach could be of great helpful for engineers who are facing the problem. Even if this approach could not eliminate the dramatic effect of the swelling soil it could at least reduce it.

MOTS-CLÉS : Identification, approches, sols gonflants.

KEYWORDS: Identification, approaches, swelling soil.

1. Introduction

Les désordres touchant les structures et attribués aux mouvements des sols gonflants sont moins spectaculaires, ne mettent que très rarement en danger les vies humaines mais ne représentent pas moins l'un des plus coûteux sinistres que connaissent de nombreux pays. Aux états unis d'Amérique, les dégâts ont été estimés pour l'année 1976 à 2,25 Milliards de dollars (Verdel, 1993). En France, les indemnités cumulées dans le cadre des catastrophes naturelles entre 1989 et 2003 ont représenté plus de trois Milliards d'Euros (Vincent, 2003). En Algérie, les estimations ne sont pas disponibles mais la littérature scientifique cite de nombreux cas pathologiques de structures où la nature gonflante du sol est la principale cause des dégradations constatées (Hachichi et al., 2002, Lamara et al., 2002).

Les causes ayant conduit à ces sinistres sont dues principalement à une identification inadéquate du sol comme étant gonflant et à une mauvaise prise en charge du phénomène lors de la construction.

Dans cet article, nous mettons en relief les contradictions que fournissent les différentes approches d'identification des sols gonflants en les appliquant à quelques sols de la ville de Tlemcen (Algérie). D'où l'intérêt que revêtirai une unification des démarches d'identification en vue de faciliter la tâche à tous les intervenants dans le domaine du génie civil et travaux publics.

2. Identification du potentiel de gonflement des sols argileux

L'identification des sols gonflants est généralement abordée à partir des paramètres physico-chimiques facilement mesurables lors des essais préliminaires. Or, cette identification se trouve compliquée par l'existence de plusieurs approches qui ne se basent ni sur les mêmes paramètres ni sur le même nombre.

Le recensement à partir de la bibliographie (Djedid et al., 2001, Bultel F., 2001 et Khemissa M. et al., 2005) des classifications permet de les ranger en trois classes en fonction du nombre de paramètres physico-chimiques utilisés.

Ainsi, la classification d'Altmeyer (1955) donnée par le tableau I, celle de Seed, Woodward et Lundgren (1962) donnée par le tableau II, celle de Ranganatham et Satyanarayana (1955) donnée par le tableau III et celle de Snethen (1980) donnée par le tableau IV se basent tous sur un seul paramètre.

Les classifications basées sur deux paramètres sont celle établie par l'établissement de recherche en bâtiment (Grande Bretagne, 1980) donnée par le tableau V, celle établie par Ghen (1988) donnée par le tableau IV, celle établie par Vijavergia et Ghazzaly (1973) et celle établie par Dakshanamurphy et Raman (1973). Ces deux dernières classifications utilisent l'abaque de plasticité de

Casagrande : la ligne A sépare les sols gonflants (au-dessus) des sols non gonflants (au-dessous). Dakshanamurphy et Raman (1973) y introduisent des bornes en fonction de la limite de liquidité. La figure I donnée ci-après donne cette dernière classification avec le nuage correspondant aux sols testés de la région de Tlemcen.

W_R (%)	Potentiel de gonflement
< 10	Fort
10 - 12	Critique
> 12	faible

Tableau I. *Potentiel de gonflement d'après Altmeyer (1955)*

Taux de gonflement	S (%)	I_p
Faible	0 - 1,5	0 - 10
Moyen	1,5 - 5	10 - 20
Elevé	5 - 25	20 - 35

Tableau II. *Potentiel de gonflement d'après Seed, Woodward et Lungreen (1962)*

I_R	Potentiel de gonflement
0 - 20	Faible
20 - 30	Moyen
30 - 60	Fort
> 60	Très fort

Tableau III. *Potentiel de gonflement d'après Ranganatham et Satyanarayana (1965)*

I_p	Potentiel de gonflement
> 35	Très élevé
22 - 48	Elevé
22 - 32	Moyen
< 18	Faible

Tableau IV. *Potentiel de gonflement d'après Snethen (1980)*

I_p (%)	$P < 2\mu m$	Potentiel de gonflement
> 35	> 95	Très élevé
22 - 48	60 - 95	Elevé
18 - 22	30 - 60	Moyen
< 18	< 30	faible

Tableau V. *Potentiel de gonflement d'après l'établissement de recherche en bâtiment (1980).*

$P < 74\mu m$	W_L (%)	Pression de gonflement (6ans)	Potentiel de gonflement
> 95	> 60	10	Très élevé
60 - 95	40 - 60	2,5 - 5	Elevé
30 - 60	30 - 40	1,5 - 2,5	Moyen
< 30	< 30	< 0,5	Faible

Tableau VI. *Potentiel de gonflement d'après Ghen (1988).*

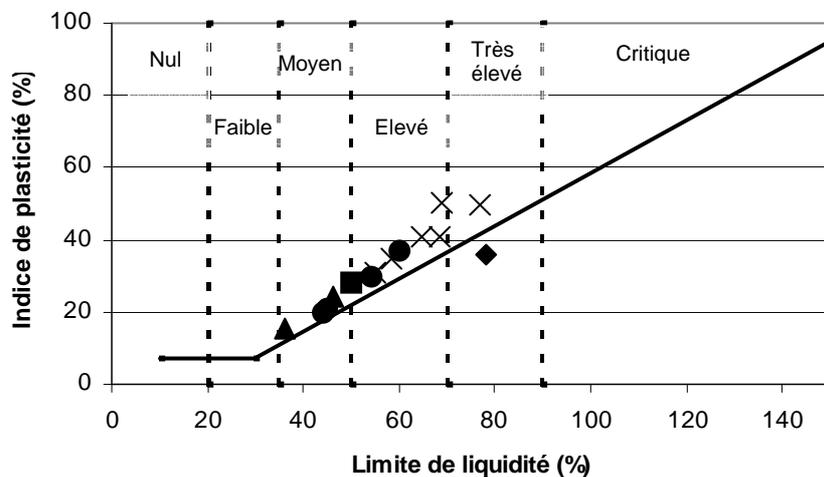


Figure I. Classification de Dakshanamurphy et Raman (1973).

Enfin, dans la catégorie des classifications utilisant trois facteurs, on cite la classification de Holtz et Gibbs (1956) donnée par le tableau IIV, celle de Holtz, Dakshanamurphy et Raman (1973) donnée par le tableau IIX, celle de Seed et al. (1962) et celle de Williams et Donaldson (1980). Ces deux dernières classifications sont données respectivement par les figures II et III données ci-après. Sur ces figures est représenté le nuage de points représentatifs des sols testés.

$P < 2 \mu m$	I_p (%)	W_R (%)	Pourcentage de retrait	Potentiel retrait
>28	>35	<10	>30	Très élevé
20-30	20-40	7-10	20-30	Elevé
13-23	15-30	10-15	10-30	Moyen
<15	<18	>15	<10	faible

Tableau VII. Potentiel de gonflement d'après Holtz et Gibbs (1956).

Potentiel de gonflement	I_p (%)	W_R (%)	W_L (%)
Faible	< 18	> 15	20 - 35
Moyen	15 - 25	10 - 15	35 - 50
Fort	25 - 41	7 - 12	50 - 70
Très fort	> 35	< 11	> 70

Tableau IIX. Potentiel de gonflement d'après Holtz, Dakshanamurthy et Raman (1973).

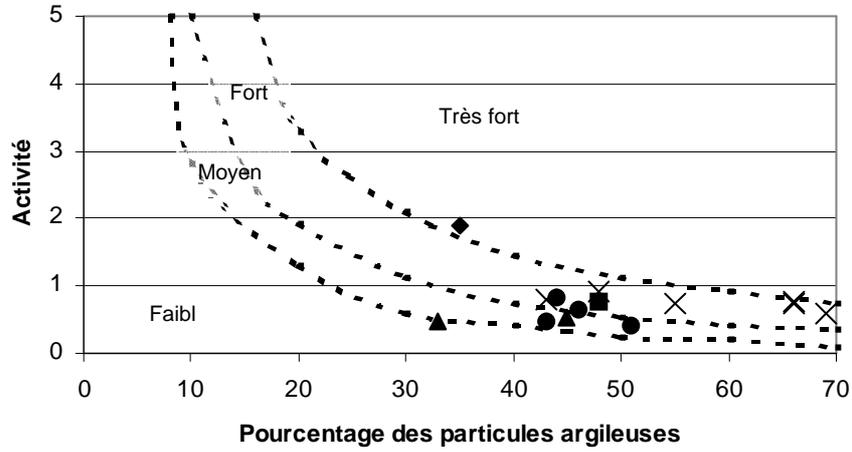


Figure II. Classification de Seed et al. (1962).

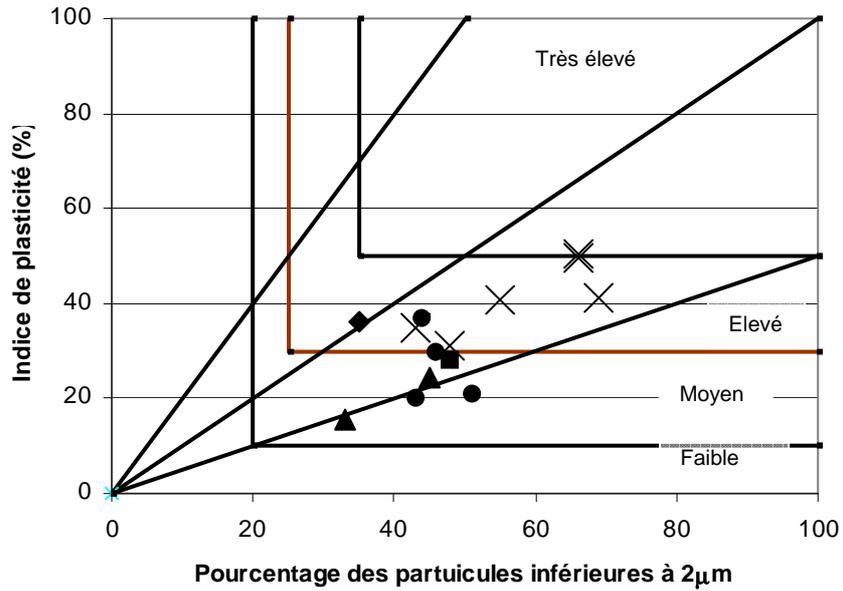


Figure III. La classification de Williams et Donaldson (1980).

■ Centre ville ● Kifane ▲ Bab El Djiaid × Bouhanak ◆ Chetouane

3. Application aux sols de Tlemcen (Algérie)

La disponibilité d'autant de classifications dans la littérature pose un problème de choix pour les praticiens lorsqu'il s'agit d'identifier le potentiel de gonflement d'un sol argileux. Pour mettre en relief cette difficulté, nous avons appliqué l'ensemble des classifications citées ci-dessus à quelques sols de la ville de Tlemcen et de son voisinage immédiat. Les sites concernés sont indiqués sur la figure IV ci-dessous. Ils sont au nombre de cinq. Trois sites sont situés au sein de la ville elle-même (Bab El Djiad : deux sondages, centre ville : un sondage, et Kiffane : quatre sondages) et deux sites dans sa banlieue (Bouhanak : six sondages et Chetouane : un sondage).

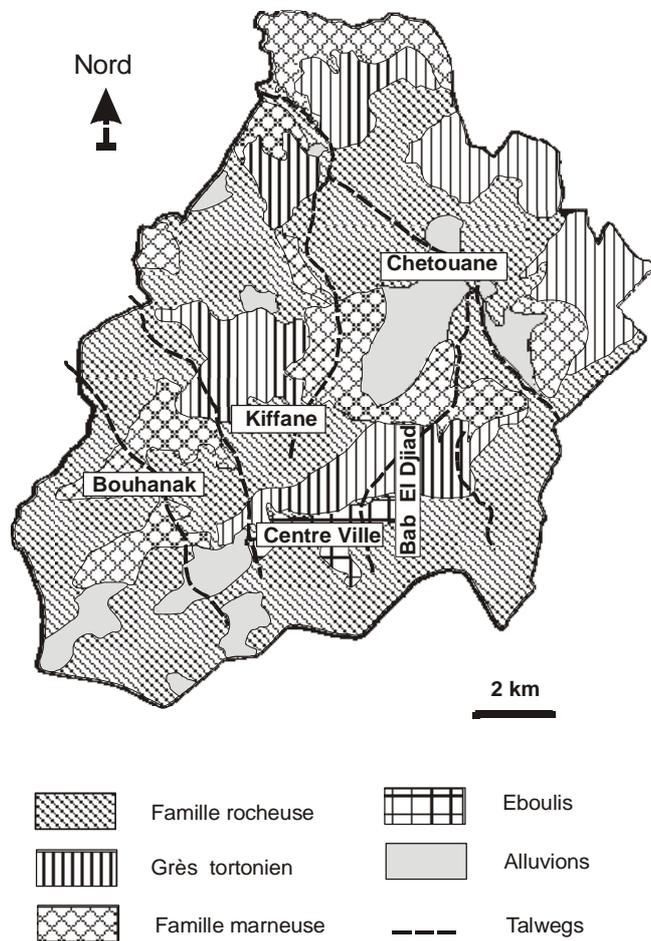


Figure I. Extrait de la carte géotechnique de la ville de Tlemcen (Bekkouche et al., 2002).

Les résultats de cette application sont résumés sur le tableau IX donné ci-après.

Classification	Bab El Djiad	Centre ville	Kiffane	Chetouane	Bouhanak
Altmeyer (1955)	Faible	Faible	Faible	Fort	Faible
Seed, Woodward et Lungreen (1962)	Moyen à élevé	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé
Ranganatham et Satyanarayana (1965)	Faible à moyen	Fort	Moyen à fort	Très fort	Fort
Snethen (1980)	Très élevé	Elevé	Très élevé	Très élevé	Très élevé
Etablissement de recherche en bâtiment (1980).	Moyen à élevé	Elevé	Moyen à élevé	Elevé à très élevé	Elevé à très élevé
Vjavergia et Ghazzaly (1793)	Gonflant	Gonflant	Gonflant	Non gonflant	Gonflant
Dakshanamurthy et Raman (1973).	Moyen	Moyen à fort	Moyen à fort	Non gonflant	Fort à très fort
Seed et al. (1962),	Faible à moyen	Elevé	Moyen à élevé	Critique	Elevé
Williams et Donaldson (1980),	Moyen	Moyen	Moyen à élevé	Elevé	Elevé
Holtz et Gibbs (1956).	Moyen	Elevé	Elevé	Elevé à très élevé	Elevé à très élevé
Holtz, Dakshanamurthy et Raman (1973).	Moyen à fort	Moyen à fort	Moyen à fort	Fort	Fort

Tableau IX. Identification des sols de la ville de Tlemcen.

On remarquera que la classification de Chen (1988) n'a pas été appliquée, le pourcentage des particules dont le diamètre est inférieur à 74 mm n'a pas été déterminé

L'examen du tableau ci-dessus permet de constater que la classification d'Altmeyer a tendance à sous-estimer le potentiel de gonflement. De même que l'identification obtenue du potentiel de gonflement diffère pour le même sol en fonction de l'approche utilisée. Ceci n'est pas étonnant dans la mesure où ces classifications ne se basent pas sur les mêmes paramètres

On remarquera aussi que les sites des banlieues de Tlemcen sont plus gonflants que ceux de la ville elle-même

Enfin, on notera que les classifications utilisant trois paramètres, en dehors de celle de Seed et al. (1962) et celle de Williams et Donaldson (1980), sont difficilement applicables car elles n'utilisent pas des paramètres interdépendants.

4. Conclusion

Le nombre élevé d'approches disponibles dans la littérature pour l'identification des sols gonflants ne rend pas la tâche facile aux praticiens. L'application de ces approches au même site fournirait des indications contradictoires comme il a été montré dans cet article. C'est pourquoi la formulation dans un cadre approprié comme les directives techniques d'une démarche unifiée pour identifier ce genre de sols serait d'une grande utilité pour les praticiens. Si une telle démarche est adoptée, elle n'éliminera pas totalement les désordres mais unifiera le langage des praticiens et réduira les litiges.

Bien que notre banque de données soit insuffisante pour formuler un avis tranché, nous pensons que les classifications de Seed et al. (1962) ou celle de Williams et Donaldson (1980) sont très pratiques et peuvent être d'une grande utilité. La classification de Dakshanamurphy et Raman (1973) a l'avantage d'utiliser le très répandu abaque de plasticité très de Casagrande.

5. Bibliographie

- Bekkouche A., Djedid A., Aissa Mamoune S.M., Zoubir A., « Esquisse de la carte géotechnique du groupement Tlemcen-Mansourah-Chetouane », Implication de la géotechnique dans le développement Marrakech, Maroc, 2003.
- Bultel F., « Prise en compte du gonflement des terrains pour le dimensionnement des revêtements des tunnels », Thèse de Doctorat, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 2001.
- Djedid A., Bekkouche A., Aissa Mamoune S.M. « Identification et prévision du gonflement de quelques sols de la région de Tlemcen (Algérie) », *Bulletin des laboratoires des Ponts et Chaussées*, N°233, Juillet-Aout 2001, pp.67-75.
- Hachichi A., Bourokba S., Benaissa A., « Etude de la stabilisation des sols gonflants de la région d'Oran », *1^{ière} Journée d'études sur les sols gonflants, Université Aboubekr Belkaid, Tlemcen (Algérie)*, 27-28 octobre 2002, pp.83-91.
- Khemissa M., Mekki L. « Détermination des paramètres de gonflement des argiles expansives de M'sila », *2^{ème} Journée d'études sur les sols gonflants, Université Aboubekr, Tlemcen (Algérie)*, 13 novembre 2005, pp. 19-27.
- Lamara M., Merah A. « Analyse d'un cas pathologique de gonflement de sol », *1^{ière} Journée d'études sur les sols gonflants, Université Aboubekr, Tlemcen (Algérie)*, 27-28 octobre 2002, pp.101-108.
- Verdel T., « Géotechnique et Monuments historiques : Méthodes de modélisation appliquées à des cas égyptiens », Thèse, Institut National Polytechnique de Lorraine, Ecole des Mines de Nancy, 1993.
- Vincent M., « Retrait-gonflement des sols argileux : Méthode cartographique d'évaluation de l'aléa en vue de l'établissement de PPR », *JPRN – SIRNAT*, Orléans, 2003.