

Introduction

La sécheresse géotechnique

R. COJEAN

Co-rédacteur de la RFG
Pour le numéro spécial
« Sécheresse
géotechnique »

Ecole des Mines de Paris
Centre de Géosciences
UMLV - Bâtiment IFI
5, boulevard Descartes
Champs-sur-Marne
77454 Marne-la-Vallée
Cedex 2
roger.cojean@ensmp.fr

La sensibilité des sols argileux au retrait-gonflement : facteurs de prédisposition, facteurs déclenchants, facteurs environnementaux, facteurs anthropiques

Les processus de retrait-gonflement des sols argileux, générateurs de tassements différentiels et de dommages au bâti, trouvent leur origine dans des facteurs de prédisposition relatifs à la composition minéralogique et la texture des sols concernés. Ces facteurs résultent de l'histoire géologique des sols argileux - sédimentation, diagenèse, altération - et des sollicitations hydriques, thermiques et mécaniques correspondantes, passées et actuelles. Le déclenchement des processus de retrait-gonflement, de même que leur préparation, leur entretien ou leur réactivation, résultent de facteurs environnementaux : contexte climatique et scénarios climatiques, cadre géologique et géomorphologique, contexte hydrologique et hydrogéologique, type d'occupation du sol par le bâti, type de végétation présente à proximité du bâti. Certains de ces facteurs sont d'origine anthropique, et l'homme doit parfois être reconnu comme un facteur aggravant ces processus de retrait-gonflement. Dans certains cas, il faut admettre qu'il est directement à l'origine des dommages occasionnés au bâti par suite d'un manquement aux règles de l'art de la construction.

La majorité des sols argileux est sensible au phénomène de retrait-gonflement.

Cette sensibilité, à l'échelle de l'échantillon de laboratoire, varie principalement en fonction de plusieurs facteurs :

- la nature et la proportion des minéraux argileux présents dans les sols argileux. Ces minéraux, de la famille des phyllosilicates, présentent une surface spécifique, une capacité d'échange de cations et une affinité pour les molécules d'eau dipolaires importante et très variable suivant leur espèce minéralogique ;

- la texture des sols argileux et les caractéristiques géométriques du

milieu poreux, contrôlant la plus ou moins grande facilité d'accès des molécules d'eau aux sites d'adsorption représentés principalement par les minéraux argileux et secondairement par des colloïdes ;

- la présence d'autres minéraux (quartz, carbonates, etc.) et leur disposition en rapport avec la texture du sol argileux, pouvant contrarier les accès des molécules d'eau aux sites d'adsorption ;

- la densité initiale du matériau. Plus la densité initiale du matériau est forte (ou son indice des vides faible), plus la capacité du matériau à développer des pressions de gonflement, s'il est mis en présence d'eau, est a priori forte, de même que l'amplitude de gonflement. A l'inverse, plus la densité initiale du matériau est faible (ou son indice des vides fort), plus son aptitude à donner lieu au phénomène de retrait en période de sécheresse est a priori élevée ;

- la teneur en eau initiale du sol, par comparaison avec ses limites de retrait, de plasticité et de liquidité, qui contrôle évidemment la plus ou moins grande capacité du sol à se rétracter ou à gonfler suivant le type de sollicitation hydrique.

A l'échelle de la formation géologique et non plus de l'échantillon de laboratoire, la structure géologique contrôle également fortement l'accès de l'eau aux zones et sites d'adsorption. Des intercalations silteuses ou sableuses ou bien la présence de fissures verticales, éventuellement colmatées de produits silteux, favorisent les échanges hydriques au sein de la formation géologique et au niveau de l'interface sol-atmosphère.

Les altérations et remaniements de surface (présence d'altérites et de colluvions argileuses, développement de profils pédologiques) conduisent également à une structuration complexe des formations superficielles argileuses, cette structuration allant généralement dans le sens d'un plus facile accès de l'eau aux zones et sites d'adsorption et donc une plus grande sensibilité de ces formations argileuses aux processus de retrait-gonflement.

Enfin, l'envahissement des sols argileux, en profondeur, par le système racinaire de la végétation arbustive ou arborée est à mettre en rapport avec des processus d'extraction d'eau *in situ* particulièrement efficace dans les processus de retrait des sols, cette extraction se réalisant au sein même de la formation argileuse sur de grandes profondeurs et non depuis la seule surface du terrain naturel.

Ainsi, ces différents facteurs, à considérer depuis l'échelle de l'échantillon de laboratoire jusqu'à l'échelle de la formation géologique sur le terrain, contrôlent les amplitudes et les cinétiques de retrait ou de gonflement des sols argileux.

Observons aussi que l'état de référence des sols superficiels est très variable suivant le contexte climatique zonal. Dans le cas des pays de climats tropicaux secs (régions désertiques ou semi-désertiques) et méditerranéens, où l'état de référence des sols est généralement un état de sol sec ou de faible teneur en eau la plus grande partie de l'année, la sollicitation hydrique à l'origine des dommages est très souvent représentée par un apport d'eau inhabituel, générateur de processus de gonflement des sols argileux. A l'inverse, dans le cas des pays de climats tempérés océaniques ou continentaux, où l'état de référence des sols est le plus souvent un état de sol humide, la sollicitation hydrique à l'origine des dommages est un assèchement des sols en surface, sollicitation d'origine climatique ou liée à l'action de la végétation, génératrice de processus de retrait des sols argileux.

Observons enfin que les processus de retrait et les processus de gonflement sont tous deux en cause dans la « sécheresse géotechnique », ces deux types de processus ayant évidemment leurs caractéristiques propres, à étudier spécifiquement, au travers d'essais de retrait et de gonflement conduits au laboratoire, d'essais sur modèles physiques, de suivis expérimentaux *in situ* des profils hydriques ainsi que des tassements ou des gonflements des sols, de simulations numériques adaptées.

L'ensemble de ces sujets fait actuellement l'objet de travaux de recherche qui ont contribué à alimenter ce numéro spécial. Il faut citer, parmi les travaux les plus récents ou en cours et dans l'ordre chronologique : le projet RGPU « Retrait-gonflement des sols argileux » arrivé récemment à échéance, le projet en cours « Aléa et risque sécheresse » soutenu par la Fondation MAIF, le projet ANR-RGPU en cours « Argic : analyse du retrait-gonflement et de ses incidences sur les constructions », le projet en cours « Sécheresse géotechnique et bâti. Indicateurs de sécheresse géotechnique et de sinistralité sécheresse pour l'Île-de-France » du GIS R2DS Île-de-France, Réseau de recherche sur le développement soutenable. Signalons aussi les différents travaux des bureaux d'étude, des entreprises, des assureurs et des différentes communautés administratives qui apportent leurs contributions à la connaissance générale des processus de retrait-gonflement des sols argileux, aux méthodes de prévention et aux techniques de réparation des dommages au bâti ou de limitation des effets néfastes de la sécheresse géotechnique.

Une synthèse provisoire réalisée à partir de multiples approches

Ce numéro double de la *Revue française de géotechnique* prend appui sur les communications présentées lors de la journée technique commune CFGI-CFMS, organisée le 18 janvier 2007, avec plus de 150 participants. Il a été enrichi par d'autres contributions sollicitées. Ce numéro spécial permet ainsi de donner une bonne illustration des préoccupations de recherche ou d'étude de différentes institutions académiques ou professionnelles dans le domaine de la sécheresse géotechnique. Les articles proposés rendent compte de la diversité des domaines scientifiques et techniques concernés par le sujet de la sécheresse géotechnique : climatologie et météorologie, géologie et géomorphologie, pédologie et botanique, géotechnique et engineering geology, technologie des constructions. Les différentes disciplines scientifiques ou techniques concernées interviennent dans la caractérisation de l'aptitude des sols au retrait-gonflement, dans l'analyse des processus physiques en cause, dans la définition des techniques constructives adéquates pour contrarier les phénomènes de retrait-gonflement ou en limiter les effets dommageables pour le bâti.

Ainsi, on trouvera les thèmes suivants développés ou illustrés par de nombreux auteurs, dans l'ordre de présentation du sommaire de ce numéro :

Thème 1 : Typologie des sécheresses. Facteurs de préparation et de déclenchement. Indicateurs climatiques. Retours d'expériences sur les caractéristiques des sécheresses passées. Changement climatique global et événements extrêmes.

Articles de M. Blanchard et al., H. de Solère, J.-M. Grésillon et al.

Thème 2 : Profils hydriques dans les sols argileux. Rôle de la végétation dans les processus de propagation de la sécheresse dans les sols argileux. Rôles du bâti et de son environnement sur les profils hydriques au voisinage du bâti. Mesures *in situ* et surveillance. Modélisation des échanges à l'interface sol/atmosphère et simulation numérique des profils hydriques.

Articles de D. Tessier et al., M. Vincent et al., Y.-J. Cui et al.

Thème 3 : Minéralogie et texture des sols argileux et des marnes. Relations eau - argiles. Caractérisation de l'aptitude au retrait-gonflement des sols argileux. Caractérisations thermo-hydro-mécaniques des processus de retrait-gonflement. Approches expérimentales au laboratoire. Modélisation des essais de retrait-gonflement des sols argileux.

Articles de M. Audiguier et al., S. Laribi et al., M. Chrétien et al., J.-F. Serratrice, M. Mrad et al., H. Souli et al., H. Nowamooz et al.

Thème 4 : Impacts de la sécheresse géotechnique sur les constructions. Pathologie des constructions soumises à la sécheresse géotechnique. Dispositions constructives et reprises en sous-œuvre. Retours d'expérience.

Articles de C. Jacquard, A. Denis et al, D. Cousin et al., A. Monjoie et al.

Thème 5 : Cartographie de l'aléa sécheresse. Plans de Prévention des risques. Politiques de gestion du risque de sécheresse géotechnique en France.

Articles de M. Vincent et al., H.F. Kaveh et al., M. Toulemont et al.

Thème 6 : Rôle du secteur assurantiel dans l'indemnisation des dommages. Retours d'expérience des experts d'assurance.

Articles de C. Roume, R. Nussbaum.

Remerciements aux auteurs qui ont construit ce numéro spécial « Sécheresse géotechnique ».

Remerciements aux relecteurs qui ont réalisé les évaluations des manuscrits : Ibrahim Alimi-Ichola, Roger Cojean, Yves Coquet, Yu Jun Cui, Pierre Delage, Michel Deveughèie, Myriam Duc, Jean-Louis Durville, Etienne Flavigny, Jean-Marie Fleureau, Stéphane Fortier, Jean-Michel Grésillon, Alain Guilloux, Florence Habets, Jean-Vivien Heck, Pierre Hubert, Catherine Jacquard, Emmanuel Ledoux, Jean-Pierre Magnan, Philippe Mestat, Jean-Marc Moisselin, Roland Nussbaum, Anne Pantet, Frédéric Pellet, Dominique Proust, Michel Segard, Patrick Simon, Eric Tadbir, Jean-Paul Tisot.