

Etude hydrogéologique du glissement profond des Buges à Boudry (Canton Neuchâtel, Suisse)

Les glissements de terrain profonds sont souvent caractérisés par un état de semi-activité qui se manifeste par des mouvements lents et constants, toutefois entrecoupés de façon épisodique par des périodes d'activités plus intenses. En raison de l'ampleur du phénomène (plusieurs centaines de milliers de mètres carrés) le mouvement principal est souvent accompagné à des phénomènes secondaires comme : chutes de pierres, éboulements, basculement de blocs, glissements superficiels, ...). Cette étude présente l'application d'une méthode multidisciplinaire pour la caractérisation du glissement profond des Buges à Boudry (NE, Suisse), avec une attention particulière quant à l'étude de l'hydrogéologie locale. Plusieurs études ont effectivement montré le rôle multiple de l'eau souterraine sur la déstabilisation des versants. D'une part, les surpressions hydriques favorisent la diminution de la résistance au cisaillement. D'autre part, les fluctuations dues aux cycles de recharge annuelle promeuvent une détérioration progressive de la structure géologique. Définir les systèmes hydrogéologiques est donc fondamental pour déterminer les zones plus sensibles aux endommagements structurels.

Le glissement des Buges se situe en rive gauche des Gorges de l'Areuse, sur la commune de Boudry. Les mouvements lents et constants (environ : 1 – 20 mm/an) affectent une surface d'environ 360'000 m², et ont permis le développement de structures typiques des glissements de terrain profonds. D'énormes fractures en tension sont visibles derrière l'escarpement principal, tandis que des contrepentes et des blocs disloqués caractérisent la partie inférieure du glissement. Des infrastructures de transport (aqueduc, ligne électrique, ligne CFF) traversent la zone et ont à plusieurs reprises été victimes des dégâts infligés par les lents mais inexorables mouvements. L'activité élevée au pied du glissement (chute de blocs et glissements superficiels) a à plusieurs reprises mis en alerte les autorités cantonales.

L'objectif principal de l'étude est d'investiguer le comportement hydrogéologique du glissement de terrain et d'examiner la relation entre les mouvements géologiques et les variations hydrauliques imposées par les cycles saisonniers de recharge. Alors que le lien peut être clair pour les glissements superficiels, le rapport est plus complexe pour des glissements profonds tels que Les Buges. Pour déterminer les mouvements en fonction de la recharge variable, un système de monitoring extensométrique basé sur des mesures manuelles a été mis en place. L'analyse hydrochimique des eaux souterraines et le monitoring en continu du débit des sources localisées dans la langue du glissement ont permis de déterminer la dynamique des écoulements d'eau dans le glissement. Les variations dans les pressions interstitielles ont été calculées à l'aide d'un modèle numérique. Une analyse paramétrique (à l'aide de la méthode ordinaire des tranches) a permis de déterminer les caractéristiques géotechniques responsables de la promotion du mouvement, et d'évaluer la sensibilité de la stabilité aux propriétés et aux facteurs environnementaux. Pour comprendre l'impact des variations des niveaux d'eau sur la stabilité du versant, les résultats du modèle hydrogéologique ont été couplés aux analyses géotechniques. Des nouvelles données géophysiques (par trainées électriques) associées aux données préexistantes, ont permis de définir la géométrie du glissement. Cette approche multidisciplinaire a permis d'expliquer la réponse géomécanique sectorielle observée et de la corrélérer aux variations de pression interstitielle déterminées à l'aide du modèle numérique.

L'étude a en effet permis de définir deux secteurs, contrôlés par des géodynamiques différentes, bien que dans les deux cas le mouvement principal a lieu à l'intérieur d'une couche marneuse, qui constitue la limite inférieure du glissement. La présence d'un aquifère perché dans les dépôts morainiques

présents dans le secteur occidental ainsi que les conditions géologiques locales déterminent les importantes variations dans les charges hydrauliques. Ces dernières, ainsi que le mouvement du glissement ont causé un affaiblissement graduel des roches et des terrains meubles et une diminution progressive des propriétés de résistance géomécanique. À ce stade, des augmentations des pressions d'eau apparaissent donc suffisantes pour produire les périodes d'activité du glissement profond observées aux Buges. Le secteur oriental est en revanche dominé par la présence de gros blocs disloqués lesquels favorisent un écoulement rapide en milieu non saturé. Cette zone paraît dépourvue d'une aquifère permanent, et la vitesse du mouvement gravitaire est plus faible.

Les mouvements et les dynamiques observées indiquent que la probabilité que le glissement puisse évoluer vers une rupture rapide et catastrophique est très faible. Par contre, il est possible que de nouvelles phases, caractérisées par une activité plus conséquente, puissent se manifester, majoritairement en réponse à des incréments dans les hauteurs d'eau souterraine, entre décembre et mars, quand l'activité biologique et l'évapotranspiration sont réduites, et les précipitations et la fonte de neiges sont plus importantes.

Pour conclure, l'étude a souligné que l'hydrogéologie d'un glissement de terrain profond peut être complexe et que seul des études détaillées de terrain peuvent mettre en évidence les principaux processus.

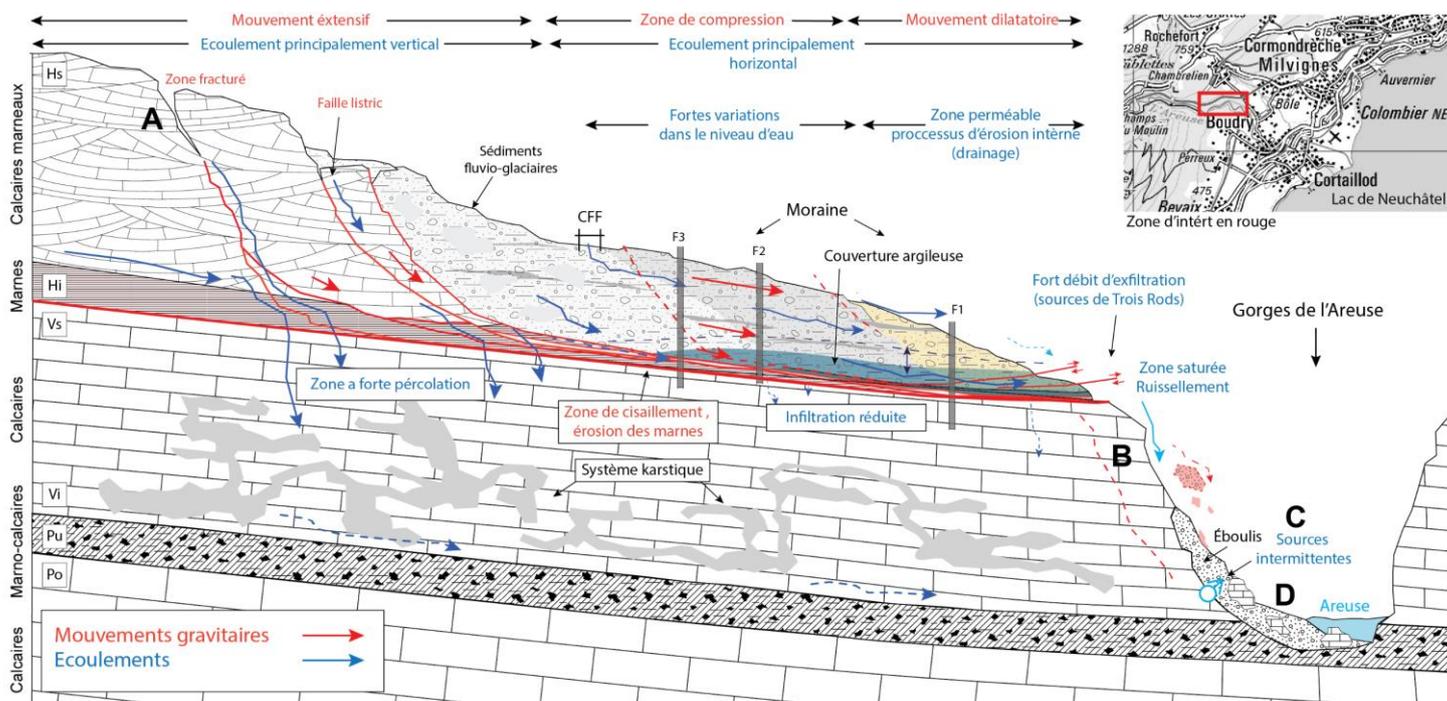


Figure : modèle hydrogéologique et géologique conceptuel de la zone occidentale du glissement profond des Buges (situé à Boudry, Canton Neuchâtel), occupée par l'aquifère perché de Trois Rods. F1, F2 et F3 : inclinomètres installés dans les années '80. Photos : A) fracture en tension ; B) basculement de bloc ; C) source de résurgence le long de l'Areuse ; D) petit glissement superficiel qui a emporté une partie du chemin pédestre, en aval du glissement des Buges (hiver 2018).