

Soutenance de thèse de Pierre L'Hermitte le jeudi 21 décembre 2023 à 14 h

Salle de conférences de l'UFR TEB - Tour 46/56 - 2^{ème} étage - site Jussieu - SU

Salle virtuelle : <https://zoom.us/j/95816565399>

Modélisation des écoulements dans des sites de stockage de résidus miniers

Résumé : L'exploitation minière dans le monde présente des enjeux financiers et sociétaux importants notamment avec la demande croissante en métaux aujourd'hui et dans les années à venir. L'exploitation des métaux génère des quantités importantes de déchets miniers, comme les stériles et les résidus issus des traitements et peut avoir de nombreuses conséquences sur l'environnement : drainage acide minier, rejets d'effluents concentrés en métaux et dans le cas spécifique des mines d'uranium, la migration/émanation des descendants radioactifs de l'uranium. Une gestion responsable de ces sites est donc un enjeu important pour limiter leur impact environnemental et sanitaire et repose nécessairement sur une bonne connaissance de leur fonctionnement. L'objectif de la thèse est de caractériser le fonctionnement hydrogéologique des sites de stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium, aujourd'hui et sur plusieurs dizaines d'années à venir, pour contribuer à cette gestion responsable. Ce travail s'intéresse à trois anciennes mines d'uranium localisées en France dans lesquelles sont stockés des résidus issus du traitement minier. Ces sites ont été sélectionnés pour représenter les principaux types de stockage et les différentes modalités d'écoulement au sein des résidus. Ces sites sont actuellement gérés par l'Après-mines France d'ORANO et font l'objet d'une surveillance environnementale (air, eau, sol, chaîne alimentaire) démontrant l'absence d'impact radiologique et sanitaire. La méthodologie appliquée dans cette thèse se décompose en trois parties. La première concerne la collecte de données historiques issues du suivi environnemental ainsi que l'acquisition et l'analyse de nouvelles données sur les sites. La deuxième partie porte sur la modélisation hydrogéologique qui est un outil permettant de quantifier et de prédire les écoulements souterrains dans ces sites de stockage de résidus. L'approche de modélisation a été adaptée au type de stockage et d'écoulement existant sur les sites. La dernière partie concerne l'étude du changement climatique à travers l'évolution des termes du bilan hydrologique, la variabilité saisonnière et l'analyse de l'intensité et de la fréquence des événements extrêmes jusqu'en 2100. Ces travaux aident à comprendre le fonctionnement hydrogéologique actuel des trois sites de stockages de résidus miniers. L'étude du changement climatique montre que la gestion actuelle des sites devrait rester valable dans le futur.

Mots clés : stockage de résidus, analyse de données de terrain, modélisation hydrogéologique, gestion de l'eau, changement climatique, événements extrêmes.

Abstract: In the world, mining presents major financial and social challenges, particularly with the growing demand for metals today and in the future. Mining produces large quantities of waste such as waste rock and mine tailings and can lead to many environmental issues such as: acid mine drainage, release of effluent with high metal concentration and in the specific case of uranium mine, the migration/emanation of uranium's radioactive descendants. Responsible management of these sites is fundamental to avoid environmental and health impacts and relies on a good knowledge of their functioning. The aim of this thesis is to characterize the hydrogeological functioning of the tailings storage sites, today and over several decades to come, to ensure responsible management. This thesis focuses on three former uranium mines in France where tailings are stored. These sites have been chosen to represent the main storage types and the different water flow types in the tailings. These sites are managed by ORANO AMF department (After-Mines France) and are under environmental monitoring (air, water, soil, food chain) that demonstrates the absence of any radiological or health impact. The methodology applied in this thesis is divided into three parts. The first part concerns the historical data collection coming from environmental monitoring, the implementation of a new monitoring on the sites and the data analysis. The second part is about the hydrogeological modeling used to quantify and predict the groundwater or surface flows in the tailings storage sites. The modeling approach has been adapted to the type of storage and flow on sites. The last part concerns the study of the climate change up to 2100 through the evolution of water balance variables, the seasonal variation and the frequency and intensity analyses of extreme events. In this thesis we proposed a methodology to understand the current hydrogeological functioning of 3 tailings storage sites. The climate change study shows that the current site management should remain sustainable in the future.

Keywords: tailings storage facilities, field data analysis, hydrogeological modeling, water management, climate change, extreme events