

## RÉSUMÉ

**Titre :** Projet souterrain Polaris à l'Observatoire de neutrinos de Sudbury  
(P.U.P.S.) Rapport final

**Rapport n° :** NWMO TR-2009-02

**Auteurs :** Gail Atkinson et Nadia Kraeva

**Organisation :** Université Western Ontario

**Date :** Décembre 2011

### Résumé

Toutes les équations de prédition des mouvements du sol qui s'appliquent aux analyses des risques sismiques s'appliquent aux sites en surface. Pour élargir les analyses des risques sismiques et les estimations des mouvements du sol aux sites souterrains, des informations sur les liens entre les mouvements souterrains et les mouvements de surface doivent être recueillies. Le principal objectif de cette étude est de déterminer comment les mouvements du sol enregistrés dans les cavités souterraines se comparent aux mouvements observés en surface. Ce rapport décrit les résultats du programme de recherche PUPS (POLARIS Underground Project at Sudbury – Observatoire de neutrinos de Sudbury (SNO)) d'une durée de trois ans. Les mouvements du sol superficiels et souterrains ont été analysés pour 106 événements locaux (événements et explosions à faible profondeur liés à l'exploitation minière), 66 séismes régionaux (événements d'amplitude modérée à des centaines de km de distance) et 73 événements télésismiques (séismes importants à plus de 1 000 km de distance).

Les résultats de cette étude démontrent qu'en général, les mouvements du sol d'origine sismique enregistrés dans les cavités souterraines sont de plus faible amplitude que ceux observés en surface. La relation entre les mouvements souterrains et les mouvements superficiels est complexe, le ratio des mouvements superficiels-souterrains variant en fonction de la fréquence qui dépend du type de séisme et de la profondeur de la caverne souterraine. Les mouvements de surface sont amplifiés à l'intérieur de plages de fréquences particulières en raison de la présence d'ondes superficielles dans le signal. Dans le cas des séismes à de faibles profondeurs survenant à proximité, de fortes ondes de surface engendrent une amplification de pointe des mouvements superficiels comparativement aux mouvements souterrains qui dépasse souvent un facteur de deux; cette pointe survient autour d'une fréquence de 2 Hz. Pour les séismes plus importants survenant à plus grande distance, les ondes superficielles engendrent une amplification sur de plus longues périodes. Ces mouvements décroissent en amplitude à mesure que la profondeur de la station souterraine augmente, parce que les amplitudes des ondes superficielles diminuent lorsque la profondeur augmente. À des fréquences très basses (0,1 Hz) et à des fréquences très élevées (>10 Hz), les mouvements souterrains et superficiels sont d'amplitude très semblable. En général, le potentiel en ondes de surface et la plage de fréquences sur laquelle elles exercent une influence dépendent des caractéristiques de la source (telles que sa profondeur) et de sa distance par rapport au site. La considération de ces facteurs lors de l'évaluation des risques sismiques associés aux dépôts souterrains pourrait diminuer les niveaux de mouvement souterrain prédis pour certains types d'événements.

Une importante conclusion concernant l’atténuation des mouvements du sol à proximité de la source d’un séisme a également été tirée de cette étude. L’étude des signaux à Sudbury, en comparaison avec les signaux du SNO, montre que les mouvements du sol décroissent à un taux approximatif de  $R^{-1.3}$  dans les premiers 20 à 30 km de la source du séisme (où R correspond à la distance). Ce constat confirme les équations de prédition des mouvements du sol d’Atkinson et Boore (2006) et implique qu’un facteur atténuant dans les études des risques sismiques réalisées en Ontario est cette atténuation relativement forte des amplitudes des ondes à mesure que la distance de la source sismique augmente. Les études menées au SNO démontrent une réduction claire des mouvements du sol aux stations souterraines par rapport aux stations en surface qui dépend du type de séisme et de la profondeur de la station. Les effets semblent principalement dus au retrait de l’énergie des ondes superficielles en profondeur et, par conséquent, dépendent de la profondeur de l’événement sismique et de sa distance, ainsi que de la profondeur de la station.