

FARZAM FATOLAZADEH

Prix Starkey-Robinson de la recherche supérieure sur le Canada

Farzam Fatolazadeh est un postdoctorant à l'Université de Sherbrooke en étroite collaboration avec le Centre canadien de télédétection, Ressources naturelles Canada (RNC). Il a obtenu son baccalauréat en génie civil/arpentage de l'Université de Tafresh, en Iran, en 2012, sa maîtrise en géomatique/géodésie de l'Université de technologie K. N. Toosi, Téhéran, Iran, en 2015, et son doctorat en télédétection de l'Université de Sherbrooke, Québec, Canada, en 2022. Au cours des 10 dernières années, il a travaillé sur différentes applications des satellites gravimétriques GRACE et GRACE-FO sur et à l'intérieur de la Terre.



Cette thèse exceptionnelle, intitulée « Amélioration et désagrégation des données GRACE et GRACE-FO pour l'estimation des variations de stock d'eau terrestre et d'eau souterraine à fine échelle » a été réalisée au Département de géomatique appliquée (Faculté des lettres et sciences humaines) de l'Université de Sherbrooke. Elle se distingue par l'importance du sujet traité, l'originalité et la rigueur scientifique de la méthodologie, l'ampleur du travail, ainsi que la production scientifique exceptionnelle qui en a découlée.

La problématique considérée dans la thèse porte sur l'évaluation des masses d'eau terrestre avec comme finalité l'estimation des variations des eaux souterraines. En effet, ces dernières constituent une ressource naturelle essentielle pour les usages domestiques, industriels ou agricoles dans le monde entier. Dans le contexte du Canada, malgré l'abondance de lacs et de rivières, l'épuisement possible des eaux souterraines demeure une grande préoccupation dans l'Ouest du pays, en particulier dans les Prairies canadiennes. Plus du tiers de la population dépend de l'approvisionnement en eau souterraine dans ces régions connues pour leurs activités agricoles intensives, minières et industrielles très gourmandes en matière d'utilisation d'eau. L'activité humaine et les changements climatiques affectent grandement la distribution et la disponibilité des eaux souterraines au Canada et ailleurs dans le monde; les demandes excessives pouvant entraîner une baisse du niveau des nappes phréatiques, et même un épuisement des aquifères. Malheureusement, ces variations d'eau souterraine demeurent très difficiles à quantifier et à suivre dans l'espace et dans le temps.

Pour relever ces défis, l'objectif principal de la thèse de M. Fatolazadeh était d'améliorer d'une part l'estimation quantitative des variations de stocks d'eau terrestre (TWS) ainsi que des eaux souterraines, et d'autre part de produire les résultats à des résolutions spatiales et temporelles plus fines. Pour ce faire, la thèse propose des approches innovantes de traitement des données de gravimétrie satellitaire GRACE (*Gravity Recovery And Climate Experiment*) et sa suite GRACE-FO (*GRACE Follow-On*). La recherche comportait quatre objectifs spécifiques : 1) Estimer les paramètres hydrologiques optimales ainsi que leurs incertitudes nécessaires à la décomposition des mesures gravimétriques; 2) Concevoir et développer une approche régionale d'estimation de TWS basée sur les harmoniques sphériques; 3) Proposer une méthode robuste d'estimation des variations des eaux souterraines (GWS) et de leurs incertitudes; et 4) Développer une approche

permettant d'améliorer la résolution spatiale de TWS et GWS. Les approches développées dans chacun des objectifs ont été appliquées soit sur l'entièreté de la masse continentale canadienne, soit dans les Prairies. La thèse a été réalisée pendant quatre années.

Pour le premier objectif, le candidat propose une nouvelle méthode pour générer les paramètres hydrologiques optimaux et leurs erreurs en considérant six schémas de surface différents. Ces informations sont indispensables pour extraire les composantes hydrologiques à partir des données gravimétriques. L'innovation ici est la possibilité de calculer les incertitudes sans connaissance a priori ou autres données in situ. Ce travail très original a été publié dans *Science of the Total Environment*. Dans le second objectif le candidat propose une approche régionale d'estimation et d'analyse des variations de TWS et de leurs incertitudes. Il développe ici une nouvelle modélisation du soulèvement dû au rebond postglaciaire (GIA) au Canada pour une meilleure correction des données gravimétriques. Ce travail très original a également été publié dans *Science of the Total Environment*. Le candidat développe dans son 3^e objectif une nouvelle approche de filtrage dénommée Gaussian-Han-Fan (GHF) pour reconstruire TWS à partir des données GRACE et GRACE-FO, avant d'estimer GWS. Cette recherche très innovante a donné lieu à un article publié dans la revue *Journal of Hydrology*. Pour le dernier objectif M. Fatolazadeh introduit pour la première fois dans la littérature, une nouvelle approche basée sur la théorie de combinaison spectrale-spatiale pour dériver les variations de TWS à partir de GRACE, puis celles de GWS à une échelle spatiale plus fine (0,25°). Ce travail de niveau exceptionnel a aussi été publié dans *Journal of Hydrology*. La suite de cette recherche a permis de développer une approche pour améliorer également la résolution temporelle en passant d'un mois à un jour. Elle a été publiée dans la revue *Remote Sensing* quelques jours après la soutenance.

Par ailleurs, profitant du traitement des données GRACE et GRACE-FO, ainsi que de l'analyse des paramètres hydrologiques, le candidat a publié deux autres articles pendant la durée de sa thèse portant sur la thématique connexe des tremblements de terre. Ces publications ont été faites dans *Scientific Report* et *Geophysical Journal International*. Elles ne sont pas incluses dans la thèse, mais elles montrent également le caractère exceptionnel du candidat.