

Avant-propos

Cet ouvrage fait partie de l'*Encyclopédie SCIENCES* d'ISTE Editions et appartient au domaine « Image » du département « Ingénierie et systèmes ». Le domaine « Image » couvre toute la chaîne de traitement, du processus d'acquisition à l'interprétation, en analysant les données fournies par les différents systèmes d'imagerie. Ce domaine est divisé en sept grands thèmes, dont « Imagerie et télédétection ». Dans ce thème, nous proposons une série de livres qui illustrent de façon diverse les aspects avancés des images de télédétection et de leur application à l'observation de la Terre (OT). Il existe une demande croissante pour la surveillance et la prédiction de l'évolution de notre planète à l'échelle locale, régionale et mondiale. C'est pourquoi, au cours des dernières décennies, des plateformes aériennes, spatiales et terrestres équipées de capteurs actifs et passifs ont été déployées pour l'acquisition d'images mesurant plusieurs caractéristiques à diverses résolutions spatiales et temporelles.

La télédétection est devenue un vaste domaine réunissant plusieurs disciplines et attirant des scientifiques et ingénieurs. Les ouvrages de cette série se proposent de présenter l'état de l'art des connaissances scientifiques concernant les principales sources d'images acquises par les capteurs optiques et radar. Ils traitent des méthodes développées dans la communauté du traitement du signal et de l'image pour extraire des informations utiles aux utilisateurs finaux, dans une large gamme d'applications de l'OT.

Chaque livre se concentre sur un sujet général, tel que la détection des changements, la mesure des déplacements au sol, l'inversion de modèles ou l'assimilation de données. Nous consacrons cet ouvrage à la mesure des déplacements à la surface de

la Terre par la télédétection. Celui-ci présente les principales approches utilisées pour reconstruire des informations de déplacement à partir de paires d'images ou de séries temporelles d'images, en utilisant tant des données optiques que des données de radar à synthèse d'ouverture (SAR). En s'inspirant des nombreuses études conduites dans ce domaine, nous divisons ce livre en deux parties traitant respectivement des aspects méthodologiques et des applications.

La première partie, *Théorie, principes et méthodologie*, est consacrée au large éventail de méthodes développées pour mesurer les champs de déplacement, à partir d'images de télédétection. Le chapitre 1 propose un aperçu des principales missions spatiales consacrées à l'OT, développées pour acquérir des images optiques et SAR depuis plus de 40 ans. Des archives des agences spatiales aux missions futures, ce chapitre présente l'histoire et les principales caractéristiques des données traitées pour mesurer la topographie et le déplacement de la surface de la Terre. Les chapitres 2 et 3 analysent le premier groupe de méthodes développées pour mesurer le déplacement à partir de la radiométrie d'images acquises à différentes dates, respectivement pour des images optiques puis SAR. Ces méthodes employant la mise en correspondance de fenêtres sont connues sous le nom de techniques de corrélation ou de suivi de décalage. Ces chapitres comprennent une brève description de la géométrie du capteur, nécessaire pour transformer les décalages mesurés en vitesses et pour évaluer l'intérêt et les limites de cette approche. Les chapitres 4, 5 et 6 étudient le deuxième groupe de méthodes, utilisant la phase des images SAR pour déduire le déplacement de la surface à l'aide de l'interférométrie (InSAR). Le principe de l'InSAR, les difficultés géométriques et statistiques ainsi que les premières étapes de traitement sont décrits dans le chapitre 4, avec les limitations induites par les artefacts atmosphériques. Le chapitre 5 détaille le fonctionnement des méthodes InSAR en série temporelle, à savoir les approches par diffuseur persistant et par petite ligne de base, qui mesurent des déformations centimétriques, voire millimétriques. Enfin, le chapitre 6 se concentre sur les méthodes qui ont été mises au point pour estimer la phase et prendre en compte le phénomène de fermeture de phase, afin d'améliorer les résultats ou d'étudier des dynamiques cachées.

La seconde partie, *Applications aux déformations de surface*, étudie de manière exhaustive l'utilisation de l'interférométrie SAR et de la corrélation d'images pour reconstruire les déplacements du sol à la surface de la Terre. En effet, la première application de l'InSAR, qui lui a valu la couverture du journal *Nature* en avril 1993, consistait en la mesure des mouvements sismiques. Le chapitre 7 est donc consacré à la mesure des déplacements tectoniques et détaille comment l'InSAR et la corrélation d'images ont été utilisées au fil des années pour surveiller des mouvements tectoniques (assez fins) de la Terre. Puis, le chapitre 8 se propose de décrire en quoi la mesure des déplacements de surface est cruciale pour étudier la dynamique des volcans. En plus des phénomènes naturels, certaines déformations de la surface de la Terre sont

provoquées par des activités humaines. Le chapitre 9 passe en revue tous les types de signaux causés par l'homme, et comment l'InSAR permet de les surveiller. Les chapitres 10 et 11 se concentrent sur les mouvements de la surface dus à la gravité, à savoir la dynamique des glissements de terrain et des glaciers. Enfin, le dernier chapitre étend le champ de la corrélation d'images, en tirant parti de la petite ligne de base spatiale et du décalage temporel entre les instruments imageant la Terre, dans différentes bandes spectrales et ce à bord du même satellite.

Cet ouvrage propose pour la première fois un panorama qui se veut complet des approches méthodologiques déployées dans la mesure des déformations de la surface terrestre par télédétection, et de leurs applications au suivi de phénomènes géophysiques majeurs. Durant les dernières années, un cercle vertueux s'est mis en place entre les agences spatiales et les scientifiques. En effet, au cours des 20 dernières années, le coût des images satellitaires a considérablement diminué, la quantité de données générées a fortement augmenté et les performances des algorithmes de traitement des données se sont vues grandement améliorées. Par conséquent, la maturité de la communauté de la télédétection permet maintenant d'observer quasiment en temps réel les déformations de la surface de la Terre, améliorant nettement notre capacité à détecter et à traiter les catastrophes naturelles.