

Introduction

La télédétection désigne l'acquisition à distance d'informations sur une cible donnée, par l'intermédiaire d'un instrument de mesure n'ayant pas de contact avec celle-ci. Elle utilise tout le spectre électromagnétique qui s'étend des courtes longueurs d'onde (ultraviolet par exemple) aux grandes longueurs d'onde (micro-ondes). Cette série d'ouvrages décrit les principes physiques des principales techniques de télédétection utilisées pour l'observation des surfaces continentales ainsi que les méthodologies d'analyse et d'interprétation des mesures et d'images (volumes 1 et 2). Les quatre autres volumes illustrent des méthodes et exemples d'application des données de télédétection pour l'agriculture et la forêt (volume 3), l'hydrologie continentale (volume 4), l'urbain et les zones côtières (volume 5), et l'environnement et les risques (volume 6).

Dans de nombreux domaines thématiques, le potentiel de l'imagerie satellitaire reste sous-exploité par une partie de la communauté scientifique, mais surtout par les acteurs publics en charge des politiques publiques. Les causes de cette sous-utilisation sont principalement le coût des images et le manque d'expertise dans le traitement et l'analyse des mesures acquises. Par cette série, nous souhaitons montrer le potentiel de la télédétection pour l'observation des surfaces continentales et contribuer, en plus de fournir aux chercheurs et étudiants un outil de travail pédagogique le plus complet possible, à la levée des verrous qui constituent un frein à l'usage des données spatiales.

Rappelons que l'aventure de la télédétection spatiale pour l'observation de la Terre a démarré par les Etats-Unis, avec principalement le lancement de LANDSAT-1 en 1972 et AVHRR en 1978, suivi par la France avec le lancement de SPOT-1. Devant l'intérêt de la télédétection pour la surveillance et la gestion de l'environnement et des ressources, d'autres nations ont affiché l'ambition d'une indépendance spatiale comme le Canada, le Japon, l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne, le Royaume-Uni, l'Inde, le Brésil, la Chine, Taiwan, etc.

Les progrès considérables en instrumentation, mais aussi dans le développement de méthodes de traitement et d'analyse des données permettent à la télédétection de se placer au centre de différents programmes internationaux pour la surveillance et le suivi de l'impact des changements climatique et anthropique sur l'environnement. Les résolutions spatiales des mesures allant de la basse résolution à la très haute résolution spatiale, ainsi que la très haute résolution temporelle permettent d'enrichir et d'améliorer les modèles de fonctionnement des écosystèmes pour une meilleure prise de conscience des problèmes qui menacent notre planète. En effet, elles permettent d'alerter sur les transformations alarmantes de notre planète en apportant des informations précieuses sur des larges territoires, partout sur le Globe, même là où les conditions sont extrêmes (nuages, difficulté d'accès, etc.).

Ces trente dernières années, la télédétection est passée d'une utilisation basée majoritairement sur la photo-interprétation de quelques images à une utilisation combinant la photo-interprétation et l'analyse assistée par ordinateur d'un grand nombre d'images et données. Nous sommes également passés d'une télédétection basée exclusivement sur la photographie aérienne et les capteurs terrestres à une télédétection utilisant des vecteurs spatiaux, aéroportés et drones. De plus, nous sommes passés d'une télédétection principalement optique (visible et infrarouge) à une télédétection qui utilise tout le spectre des longueurs d'onde, allant du visible aux micro-ondes.

Si la télédétection optique multispectrale est aujourd'hui bien connue des scientifiques et des acteurs en charge de la gestion de l'environnement, les autres techniques de télédétection comme le thermique, l'hyperspectrale, le lidar et le radar sont connus exclusivement par quelques spécialistes. Cependant, les défis méthodologiques restent nombreux sur l'utilisation des données multispectrales avec par exemple l'analyse et l'interprétation des informations issues de capteurs très haute résolution spatiale qui restent un enjeu majeur en traitement d'images. De plus, face à l'explosion du volume de données (*Big Data*), la valorisation des grands volumes de données (pas nécessairement que des données de télédétection) est également un défi important avec la nécessité de trouver des alternatives aux méthodes traditionnelles (fouille de données par exemple).

Les besoins de la communauté des utilisateurs en supports pédagogiques sont très forts pour mieux connaître les développements récents en télédétection, les méthodes de traitement et d'analyse, les avantages et les limites de chaque technique, les domaines d'applications, et les complémentarités possibles entre différentes techniques. Cette série a pour ambition de présenter les principaux développements récents en termes de l'instrumentation des capteurs de télédétection et des techniques d'analyse qui ont rendu l'observation de la Terre par télédétection plus performante et plus adaptée aux différents domaines d'applications.

Ce premier volume décrit les différentes techniques de télédétection optique, avec une description des systèmes d'acquisition, de la mesure réalisée et des corrections à

effectuer. La première partie présente l'imagerie optique (multispectrale, hyperspectrale et thermique) avec un premier chapitre qui décrit l'instrumentation et la physique de la mesure, suivi d'un second chapitre sur le traitement d'images optiques avec en particulier les principes de visualisation des images, les corrections géométriques et radiométriques, les calculs des différents indices thématiques, et les méthodes d'extraction d'informations (classifications supervisée et non supervisée). Un troisième chapitre est consacré à l'estimation de modèles numériques de terrain à partir d'images optiques.

La seconde partie de cet ouvrage est consacrée aux systèmes lidar, avec un chapitre sur l'instrumentation et le principe de fonctionnement des lidars, et un autre sur les méthodes de traitement de ce type de données. Dans ce dernier, les méthodes de filtrage et de classification des formes d'onde lidar sont présentées ainsi que les méthodes d'inversion des équations lidar. De plus, cette partie aborde l'analyse des nuages de points lidar 3D avec en particulier les méthodes d'extraction d'informations (géométrie 3D), la reconnaissance de formes et la classification. Le dernier chapitre de cette partie sur les systèmes lidar aborde l'extraction de modèles numériques de terrain à partir de données lidar aéroportées.

Cet ouvrage, porté par des scientifiques de renommée internationale dans leurs domaines, s'adresse aux étudiants (master, écoles d'ingénieurs, doctorat), aux ingénieurs et aux chercheurs concernés par l'observation de la Terre et les systèmes d'imagerie, qu'ils soient traiteurs de signaux et d'images, géophysiciens, ou thématiciens (agronomes, pédologues, hydrologues, météorologues, climatologues, glaciologues, etc.). Nous souhaitons par cet ouvrage pédagogique contribuer à la levée des verrous qui constituent un frein à l'usage des données d'observation de la Terre.

Nous remercions les personnes qui ont contribué à l'élaboration de cet ouvrage, en premier lieu, les scientifiques, auteurs des chapitres bien sûr, mais aussi les experts du comité scientifique pour leur relecture des chapitres et les corrections apportées. Ce projet a pu être mené grâce au soutien de l'IRSTEA (Institut de recherche français en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture), du CNRS (Centre national français de la recherche scientifique), et du CNES (Centre national français d'études spatiales).

Nous sommes très reconnaissants à nos familles d'avoir toléré nos longues heures passées devant nos ordinateurs pour mener à bien ce projet. Nos remerciements vont également à Messieurs André MARIOTTI (Professeur émérite, université Pierre et Marie Curie) et Pierrick GIVONE (Directeur scientifique, IRSTEA) pour leurs encouragements et soutien pour la concrétisation de ce projet.