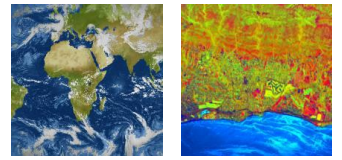


<http://teledetection.ipgp.fr/mpt>

Université de Paris, Sorbonne Université
Institut de Physique du Globe de Paris
Université Paris-Saclay
Ecole Normale Supérieure, Ecole Polytechnique
ENSTA ParisTech, École des Ponts ParisTech



M2 Fundamentals of Remote Sensing

Last update: Wednesday, March 06, 2019

Module « Radiometry and Remote Sensing »

Head: Stéphane Jacquemoud (jacquemoud@ipgp.fr)

Other teachers: Benoit Poussot, Alice Le Gall, François Ravetta, C. Desjardins, Benoit Laurent

Credits: 6 ECTS

Antenna Theory

Teacher: Benoit Poussot (benoit.poussot@univ-paris-est.fr)

Summary:

Organization: 5x3h de lectures.

Books

Picon O. (2009), *Les Antennes : théorie, conception et applications*, Dunod, 371 pp.

Outline

- Principe de rayonnement d'une antenne
- Description des différents types d'antennes et de leur utilisation
- Caractéristiques des antennes
- Rayonnement des courants
- Rayonnement des ouvertures planes
- Bilan de liaison
- Réseaux d'antennes et systèmes multi antennes
- Principe de radiométrie
- Qualités radiométriques d'une antenne

Benoit Poussot is an assistant professor at *Université Paris-Est Marne-la-Vallée* ([UPEM](#)) and researcher at the *Electronique, systèmes de communication et microsystemes* ([ESYCOM](#)) laboratory. His research focuses on

LiDAR Remote Sensing

Teacher: François Ravetta (francois.ravetta@latmos.ipsl.fr)

Summary:

Organization: 3x3h lectures.

Books

Outline

➤

François Ravetta is a professor at [Sorbonne Université](#) and a researcher at the "Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales" ([LATMOS](#)). His research focuses on....

Microwave Remote Sensing

Teacher: Alice Le Gall (alice.legall@latmos.ipsl.fr)

Summary: this lecture is an introduction to Earth observation techniques by passive and active microwave.

Organization: 3x3h lectures.

Books

Le Chevalier F. (2000), *Principes de traitement des signaux Radar et Sonar*, Masson, 270 pp.

Ulaby F.T., Moore R.K., Fung A.K. (1986), *Microwave Remote Sensing: Active and Passive, Volume I: Fundamentals and Radiometry*, Artech House Publishers, 456 pp.

Ulaby F.T., Moore R.K., Fung A.K. (1986), *Microwave Remote Sensing: Active and Passive, Volume II: Radar Remote Sensing and Surface Scattering and Emission Theory*, Artech House Publishers, 608 pp.

Ulaby F.T., Moore R.K., Fung A.K. (1986), *Microwave Remote Sensing: Active and Passive, Volume III: From Theory to Applications*, Artech House Publishers, 1120 pp.

Outline

- Mesures micro-ondes : introduction générale, rappels sur les ondes électromagnétiques
- Bases du radar : définition, utilisation, équation du radar, principales composantes d'un système radar, types de radars et techniques associées, traitement du signal radar
- Radars embarqués sur satellite ou avion : principe, définition, choix techniques et technologiques, paramètres techniques et performances d'un radar spatial, étalonnage
 - a. Les altimètres
 - b. Les « GPR » embarqués
 - c. Les « SAR »
- Applications pour l'observation de la Terre

Alice Le Gall is an assistant professor at "[Université Paris Saclay](#)" and researcher at the "Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales" ([LATMOS](#)). Her research focuses on....

Satellite Imaging Systems

Teacher: Camille Desjardins (camille.desjardins@cnes.fr)

Summary: overview of Earth observation satellite imaging systems in the reflective domain.

Organization: 2x3h lectures.

Books

Lier P., Valorge C., Briottet X. (2008), *Imagerie spatiale : des principes d'acquisition au traitement des images optiques pour l'observation de la Terre*, Cepadues Editions, 844 pp.

Outline

- introduction : exemples d'imageurs et d'applications, diversité spectrale, perturbation du signal par la présence d'effets atmosphériques, effets directionnels des surfaces observées
- Systèmes de télédétection satellitaire optique : choix de l'orbite, mode d'acquisition des images, composants des systèmes imageurs (détecteurs, optique, filtres), traitement à bord, segment sol, produits en sortie
- Performances des imageurs : performances géométriques, résolution (netteté, échantillonnage, interpolation), performances radiométriques (sources d'erreur, étalonnage)
- Choix d'un instrument en fonction de l'application

Camille Desjardins is an engineer at the "Centre National d'Etudes Spatiales" ([CNES](#)) in Toulouse, in the the "Service Physique de la Mesure Optique" (DSO/SI/MO) department. She conducts activities related to the radiometric performance of Earth observation sensors.

Atmospheric Remote Sensing

Teacher: Benoit Laurent (benoit.laurent@lisa.u-pec.fr)

Summary: this lecture aims to give a general background on the scientific issues related to societal problems such as climate change, pollution, etc. and on the space observation tools used to monitor, analyze and understand such problems.

Organization: 4x3h lectures.

Books

Boucher O. (2012), *Aérosols atmosphériques - Propriétés et impacts climatiques*, Collection : Ingénierie et développement durable, XIV, Springer, 248 pp.

Burrows J.P., Platt U., Borrell P. (2011), *The remote sensing of tropospheric composition from space*, Physics of Earth and Space Environments, XXXII, Springer, 549 pp.

Lee K.H., Li Z., Kim Y.J., Kokhanovsky A. (2009), Atmospheric aerosol monitoring from satellite observations: A history of three decades, in *Atmospheric and biological environmental monitoring*, Springer, pp 13-38.

Outline

- Typologie des aérosols : description des différents processus de formation des aérosols primaires et secondaires ; présentation des principales sources naturelles et anthropiques, de leur émissions à l'échelle globale et de leur distribution géographique.
- Propriétés : généralités sur les propriétés physico-chimiques des aérosols (composition, taille, forme) en fonction de leurs sources d'émission ; discussions sur le temps de vie des aérosols et ses conséquences sur leurs impacts.
- Impacts : généralités sur les effets radiatifs directs et indirect des aérosols, leur participation à certains cycles biogéochimiques, leur impact sur la qualité de l'air.
- Méthodes de télédétection : description des principes généraux d'interactions rayonnement/aérosols en fonction des propriétés physico-chimiques des aérosols ; présentations des méthodes de télédétection passives et actives les plus courantes, de leurs avantages et de leurs limitations.

- Apport de la télédétection à l'étude des aérosols : on donne ici quelques illustrations de la contribution des données de télédétection à l'amélioration des connaissances sur la distribution spatiale et temporelle des contenus atmosphériques en aérosols et l'évaluation de leurs impacts.
- Atmosphères et sondage : introduction et généralités sur la structure de l'atmosphère terrestre. Discussion des grandes thématiques et problématiques scientifiques qui intéressent les chercheurs aujourd'hui (« trou » d'ozone, changement climatique, pollution). Description des techniques de sondage de l'atmosphère
- Traitement des observations : lien spectroscopie / observations. Rappel du transfert radiatif et méthode d'inversion
- L'observation satellitaire aujourd'hui : discussion des principales missions satellitaires et de leurs enjeux

Benoit Laurent is an assistant professor at "[Université de Paris](#)" and researcher at the "Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques" ([LISA](#)). His research focuses on 3D modeling of the cycle of desert aerosols to study their emissions, atmospheric concentrations and deposition, and to assess their climate and biogeochemical impacts. It is based on the development of the CHIMERE regional chemistry-transport model and the observation of desert aerosols from satellite observations and in situ measurements.

Land Surface Remote Sensing

Teacher: Stéphane Jacquemoud (jacquemoud@ipgp.fr)

Summary: this lecture is an introduction to the characterization of terrestrial surfaces by remote sensing, mainly in the solar domain. At first, the different modes of interaction of solar radiation with continental surfaces are discussed. The second part of the lecture is devoted to the determination of the biochemical and structural parameters of vegetation by hyperspectral and multiangular remote sensing, from the leaf scale to the ecosystem. In the last part, we discuss the quantification of energy balance on the surface of the Earth and its importance in climate models. Emphasis is put on physical modeling at different scales.

Organization: 4x3h lectures.

Books

- Asrar G. (1989), *Theory and applications of optical remote sensing*, Wiley Interscience, 734 pp.
 Berthier S. (1993), *Optique des milieux composites*, Polytechnica, 300 pp.
 Campbell G.S., Norman J.M. (1998), *An introduction to environmental biophysics*, Springer, 286 pp.
 Elias M., Lafait J. (2006), *La couleur. Lumière, vision et matériaux*, Belin, 352 pp.
 Gates D.M. (2003), *Biophysical ecology*, Dover, 611 pp.
 Hapke B. (1993), *Theory of reflectance and emittance spectroscopy*, Cambridge University Press, 455 pp.
 Hufty A. (2001), *Introduction à la climatologie*, De Boeck-Université, 542 pp.
 Jones H.G., Vaughan R.A. (2010), *Remote sensing of vegetation: principles, techniques, and applications*, Oxford University Press, 353 pp.
 Liang S. (2003), *Quantitative remote sensing of land surfaces*, Wiley-Interscience, 560 pp.
 Monteith J.L., Unsworth M.H. (2008), *Principles of environmental physics*, Academic Press, 418 pp.
 Myneni R.B., Ross J. (1991), *Photon-vegetation interactions: applications in optical remote sensing and plant ecology*, Springer-Verlag, 565 pp.

Outine

- La végétation terrestre : évolution et répartition ; caractéristiques physiques et chimiques ; fonctionnement
- Eléments de physique du rayonnement : les sources de rayonnement ; interaction rayonnement-matière (propriétés optiques intrinsèques, spectroscopie d'absorption, diffusion surfacique, diffusion volumique simple et multiple) ; bases de la radiométrie optique
- Propriétés optiques de la végétation : compréhension du transfert radiatif à différentes échelles ; extraction des paramètres biophysiques de la végétation ; modélisation (feuilles, sols, couverts végétaux)
- Exemples d'applications : bilan énergétique d'une surface naturelle ; étude des écosystèmes ; exobiologie

Stéphane Jacquemoud a professor at "[Université de Paris](#)" and a researcher at "Institut de Physique du Globe de Paris" ([IPGP](#)) in the "Planétologie et sciences spatiales" team. His research focuses on remote sensing of natural surfaces in the optical field. It cover both the understanding of the physics of radiometric signals (spectroradiometry, calibration problems, atmospheric corrections) and the development of mathematical tools for data analysis (radiative transfer models, multispectral analysis, inversion of mathematical models). He is currently working on the determination of multiscale roughness and soil surface moisture by optical remote sensing.