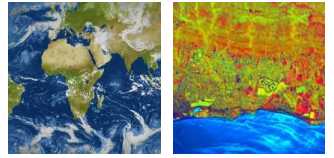


<http://teledetection.ipgp.fr/mpt>

Universités Paris 6 & Paris 7
Université de Versailles Saint-Quentin
Institut de Physique du Globe de Paris
Ecole Normale Supérieure, Ecole Polytechnique
ENSTA ParisTech, École des Ponts ParisTech



M2 Méthodes physiques en télédétection

Dernière mise à jour : lundi 12 décembre 2016

Module « Ondes et rayonnements »

Responsable : Odile Picon (odile.picon@univ-mlv.fr)

Autres enseignants : Didier Cassereau et Marc Lambert

Crédits : 6 ECTS

Cours « Notions fondamentales en électromagnétisme »

Intervenant : Odile Picon (odile.picon@univ-mlv.fr)

Résumé : ce cours présente les équations fondamentales de l'électromagnétisme et les notions fondamentales qui en découlent.

Organisation : 8x3h de cours illustrées par des travaux dirigés.

Ouvrages

Born M., Wolf E. (1999), *Principles of optics: Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light*, Cambridge University Press, 985 pp.

Ishimaru A. (1990), *Electromagnetic Wave Propagation, Radiation and Scattering*, Prentice Hall, 656 pp.

Petit R. (1997), *Ondes électromagnétiques en radioélectricité et en optique*, Dunod, 349 pp.

Stratton J.A. (2007), *Electromagnetic theory*, Wiley-IEEE Press, 640 pp.

Plan

- Rappel de calcul vectoriel
- Equations et relations fondamentales en électromagnétisme : équations de Maxwell, présentation intégrale des équations de Maxwell, conditions aux limites, relations constitutives, considérations énergétiques et vecteur de Poynting, potentiels retardés et fonctions de Green
- Electromagnétisme en régime harmonique : équations de Maxwell et conditions aux limites en régime harmonique, relations constitutives en régime harmonique et permittivité complexe, permittivité des matériaux diélectriques et des matériaux conducteurs, relations de dispersion de Kramers-Krönig
- Ondes planes en régime harmonique : composantes des champs en régime harmonique, équation de Helmholtz sans second membre pour un milieu LIH, ondes planes dans un milieu absorbant, ondes planes dans un milieu absorbant, puissance électromagnétique en régime harmonique
- Ondes sphériques - Rayonnement d'une antenne en régime harmonique : relations d'orthogonalité à grande distance de la source, surfaces équiphases et ondes sphériques, vecteur de Poynting d'une onde sphérique dans un milieu non absorbant, polarisation des ondes
- Faisceaux d'ondes planes : constantes de propagation d'une onde plane, ondes planes évanescentes et propagatives dans un milieu sans pertes, ondes planes évanescentes dans un milieu avec pertes, faisceau d'ondes planes 3D, faisceau d'ondes planes 2D, comportement asymptotique d'un faisceau d'ondes planes, dépolarisation des ondes par une surface, diffraction par une surface rugueuse et hypothèse de Rayleigh
- Propagation dans différents types de milieux
- Principe d'équivalence, application à la diffraction des ouvertures
- Etude des surfaces périodiques, application à la réflexion des surfaces rugueuses
- TD1 : des équations de Maxwell aux conditions aux limites
- TD2 : permittivité complexe des matériaux
- TD3 : ondes planes et Ondes sphériques
- TD4 : étude d'un faisceau gaussien (2D)
- TD5: comportement asymptotique d'un faisceau d'ondes planes 2D
- TD6 : champ diffracté par une surface - Bilan de puissance

Odile Picon est professeur à l'Université Paris-Est Marne-la-Vallée ([UMLV](http://univ-mlv.fr)) et directrice du laboratoire Electronique, Systèmes de Communication et Microsystèmes ([ESYCOM](http://esyc.com)). Ses travaux de recherche portent sur la propagation du rayonnement électromagnétique et sur les antennes. Elle est responsable du master Electronique, télécommunications et géomatique.

Cours « Obstacles et cibles »

Intervenant : Marc Lambert (marc.lambert@lss.supelec.fr)

Résumé : ce cours traite du rayonnement électromagnétique de sources en espace libre et en présence d'objets diffractants. Il s'appuie principalement sur une formulation intégrale des champs.

Organisation : 6x3h de cours/TD.

Ouvrages

- Beckmann A. & Spizzichino A. (1987), *The scattering of electromagnetic waves from rough surfaces*, Artech House Radar Library, 512 pp.
- Born M. & Wolf E. (1999), *Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light*, Cambridge University Press, 985 pp.
- Brekhovskii L.M. & Godin O.A. (1998), *Acoustics of Layered Media I: Plane and Quasi-Plane Waves*, Springer, 250 pp.
- Chew W.C. (1999), *Waves and Fields in Inhomogeneous Media*, Wiley-IEEE Press, 632 pp.
- Dassios G. & Kleinman R. (2000), *Low Frequency Scattering*, Oxford University Press, 320 pp.
- Fournet G. (1979), *Electromagnétisme : à partir des équations locales*, Masson, 478 pp.
- Ishimaru A. (1999), *Waves Propagation and Scattering in Random Media*, Wiley-IEEE Press, 600 pp.
- Kaufman A.A. & Keller G.V. (1985), *Inductive Mining Prospecting, Part 1: Theory*, Elsevier, 617 pp.
- Kong J.A. (1986), *Electromagnetic Wave Theory*, John Wiley & Sons Inc, 710 pp.
- Petit R. (2011), *Electromagnetic Theory of Gratings*, Springer, 304 pp.
- Roubine E. & Bolomey J.C. (1978), *Antennes - Tome I*, Masson, 2020 pp.
- Tai C.T. (1994), *Dyadic Green Function in Electromagnetic Theory*, IEEE, 343 pp.

Plan

- Rayonnement de sources en espace libre : équations de Maxwell en régime harmonique, formulation intégrale des champs, rayonnement d'une source à grande distance
- Rayonnement de sources en présence d'obstacles : présentation de la configuration et rappel des équations, principe d'équivalence de Rayleigh-Gans, principe d'équivalence de Huygens
- Résolution des équations : calcul exact dans le cas d'un cylindre 2D, approximation de Born, approximation de l'optique physique, calcul numérique et méthode des moments
- Diffraction par une surface : surface plane infinie, surface plane limitée, surface non-plane

Marc Lambert est chargé de recherche CNRS au département de recherche en électromagnétisme du Laboratoire des Signaux et Systèmes ([L2S](http://lss.supelec.fr)) (CNRS / SUPELEC / université Paris Sud). Ses travaux de recherche portent sur la résolution des problèmes inverses de diffraction des ondes et la résolutions des problèmes directs qui leur sont associés.

Cours « Rayonnement acoustique »

Intervenant : Didier Cassereau (didier.cassereau@espci.fr)

Résumé : ce cours introduit les grands principes de base de la propagation monochromatique et transitoire des ondes acoustiques dans les milieux fluides.

Organisation : 4x3h de cours/TD.

Ouvrages

- Brekhovskikh L.M. (1980), *Waves in layered media*, Academic Press, 503 pp.
- Brekhovskikh L.M., Goncharov V.V. (1985), *Mechanics of continua and wave dynamics*, Springer-Verlag, 342 pp.
- Bruneau M. (1998), *Manuel d'acoustique fondamentale*, Hermes Science Publications, 576 pp.
- Davis J.L. (1988), *Wave propagation in solids and fluids*, Springer-Verlag, 386 pp.
- Filippi P., Collectif (1994), *Acoustique générale*, Editions de Physique, 371 pp.
- Goodman J.W. (1968), *Introduction to Fourier optics*, McGraw-Hill, 287 pp.
- Gordon S.K. (1987), *Acoustic waves: Devices, imaging, and analog signal processing*, Prentice Hall, 601 pp.
- Guyader J.L. (2002), *Vibrations des milieux continus*, Hermes Science Publications, 445 pp.
- Royer D., Dieulesaint E. (1999), *Ondes élastiques dans les solides. Tome 2. Génération, interaction acousto-optique, applications*, Masson, 410 pp.

Plan

- Eléments d'acoustique physique : introduction, sources sonores, récepteurs, fréquence des ondes acoustiques, niveau sonore, vitesse de propagation, polarisation des ondes acoustiques, ondes acoustiques dans les milieux fluides, résolution de l'équation d'ondes à une dimension, impédance acoustique, propagation dans un espace à trois dimensions
- Réflexion et transmission des ondes acoustiques : introduction, systèmes linéaires et invariants par translation, réflexion d'une onde acoustique sur une paroi rigide, réflexion d'une onde acoustique sur une paroi molle, dioptré acoustique, approximation géométrique de la transmission, application au calcul de fronts d'onde, réflexion et transmission par deux interface parallèles
- Théorie du signal à deux dimensions : introduction, rappels, théorie du signal en acoustique, étude des exponentielles complexes
- Théorie scalaire de la diffraction : introduction, diffraction par un écran plan, diffraction transitoire

- Diffraction de Fresnel et Fraunhofer : introduction, premières approximations, approximation de Fresnel, approximation de Fraunhofer, exemples de diffraction de Fraunhofer
- Diffraction impulsionnelle par un piston circulaire : formalisme impulsionnel de la diffraction, application au cas du piston circulaire

Didier Cassereau est maître de conférences à l'Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles ([ESPCI ParisTech](#)) de la Ville de Paris. Ses travaux de recherche portent sur l'application des ondes ultrasonores à l'imagerie médicale (imagerie osseuse en particulier), au contrôle non destructif des matériaux ou à la tactilisation des matériaux de la vie courante.