

IMAG2E

Modélisation et Imagerie appliquées à la Terre et ses Ressources, l'Environnement et l'Astronomie

Module « observations satellitaire »

L'avènement des satellites artificiels, a permis d'observer notre planète d'un point de vue global, par la couverture que permettent leurs différentes orbites mais aussi par la variété des senseurs embarqués à leur bord. Dans ce module nous aborderons d'une part les différentes techniques d'observations de la Terre depuis l'espace et d'autre part les méthodes et mesures permettant le suivi de la trajectoire des satellites dont la connaissance est cruciale tant pour référencer la mesure que pour les informations intrinsèques qu'elle contient. Enfin, de nombreuses techniques dont la pertinence a été prouvée pour l'observation de la Terre sont transposables lors de missions spatiales dédiées à l'observation d'autres planètes.

Observation Terre – Planètes

P. Kamoun

L'observation de la Terre et des planètes bénéficie d'une multitude de nouveaux développements au niveau des technologies ainsi qu'au niveau des traitements des données. Le cours permettra d'obtenir une vision d'ensemble des techniques instrumentales disponibles ainsi que de se focaliser sur les progrès effectués dans le domaine de l'observation radar qui permet de s'affranchir des contraintes d'illumination externe (en particulier solaire) ainsi que des conditions météorologiques.

MOTS CLÉS : *Observation de la Terre, Instrumentation, Radar*

PLAN DU COURS (10h CM + 4h TD) :

MODULE I (2h CM) : *Introduction au domaine spatial. La Terre, Le spectre, la gravitation et les orbites, les systèmes. Introduction à l'Observation de la Terre.*

MODULE II (2h CM) : *Introduction à l'instrumentation spatiale. Instrumentation optique: Principes et Applications.*

MODULE III et IV (2h CM+ 2h TD) : *Instrumentation Radar: Généralités. L'équation du radar. L'altimétrie. La diffusiométrie.*

MODULE V et IV (2h CM + 2h TD) : *L'imagerie SAR et L'interférométrie SAR*

MODULE VII (2h TD) : *Traitement des Données et Applications: Observation de la Terre et des Planètes. Surfaces émergées, végétation, cartographie, urbanisme, météorologie, océanographie, cryosphère, atmosphère.*

Techniques d'observation de Géodésie Spatiales

P. Bonnefond

La géodésie spatiale est une science qui utilise les mesures des satellites artificiels qui tournent autour de la Terre pour déterminer la forme de la Terre et ses changements au cours du temps. Les principaux instruments utilisés en géodésie spatiale afin de repérer les satellites sont : la *télémétrie laser*, le système *DORIS*, le système *GPS*. Ils permettent de calculer la trajectoire des satellites mais aussi de déterminer la position et le mouvement des continents. On distingue généralement deux grandes classes de satellites. D'une part des cibles passives, souvent appelés satellites géodésiques, qui sont utilisés pour la détermination des positions et vitesses des stations de télémétrie laser. L'analyse des perturbations de leur mouvement orbitale permet aussi d'accéder à des paramètres du champ de gravité. D'autre part des satellites embarquant une instrumentation dédiée pour laquelle la détermination de la position du satellite est cruciale pour l'exploitation de leurs mesures. On peut par exemple citer les satellites altimétriques qui mesure la hauteur de la surface de la mer. Cette hauteur étant en fait déduite de la différence « altitude du satellite - distance mesurée » l'altitude du satellite doit être calculée de façon extrêmement précise (~1 cm) à partir du suivi permanent de la trajectoire réalisé depuis le sol par des stations de poursuite.

MOTS CLÉS : <i>Mesure du temps/distance ; effet Doppler ; orbitographie ; mesure de la tectonique des plaques ; niveau de la mer ; impacts climatiques ;</i>

PLAN DU COURS (~15h CM) :

1 GEODESIE SPATIALE (~5H CM)

Synopsis : comment et pourquoi mesurer la forme de la Terre et son évolution.

2 LES TECHNIQUES UTILISEES (~10H CM)

Synopsis : description de chaque technique. Avantages, inconvénients et complémentarités. Quelles informations sur la Terre en déduit-on ?

2.1 Télémétrie LASER

2.2 Système DORIS

2.3 Système GPS

2.4 VLBI

2.5 Altimétrie Satellitaire

Dynamique Orbitale

G. Métris

L'observation et le calcul des trajectoires des satellites artificiels et des sondes spatiales est une étape indispensable pour un grand nombre de missions, qu'elles soient destinées à servir de référence de positionnement (GPS, ...), ou à transporter des instruments (télédétection, altimétrie, ...). Mais c'est également un moyen de sonder l'environnement dans lequel évolue le véhicule spatial : la confrontation d'observations à des modèles dynamiques permet par exemple de quantifier les densités de la haute atmosphère, de construire des modèles de champ de gravité des planètes ou même de tester les théories de la gravitation.

Dans ce cours nous proposons d'étudier la modélisation physique de la dynamique des satellites ainsi que les techniques de calcul des trajectoires, que ce soit en présence ou non d'observations. Nous étudions également des techniques analytiques simples très utiles pour comprendre le choix de différents types d'orbites adaptés à la mission envisagée.

Enfin nous abordons la notion de mouvement relatif, concept de plus en plus utilisé dans le cadre du vol en formation.

MOTS CLÉS : *Dynamique orbitale : physique et modélisation des forces agissant sur un satellite. Analyse des trajectoires des satellites artificiels : méthodes analytiques, orbites particulières, méthodes numériques. Dynamique orbitale des vols en formation.*

PLAN DU COURS (16h CM + 4h TD) :

1 La dynamique orbitale

- Le potentiel gravitationnel terrestre et ses variations
- L'attraction luni-solaire
- Les marées terrestres (modélisation de Love)
- Les marées océaniques (modélisation de Doodson)
- Le frottement atmosphérique
- La pression de radiation (solaire et terrestre)
- Le cadre relativiste

2 L'analyse des trajectoires

- La méthode analytique de Kaula
- Orbites héliosynchrones et géosynchrones
- Amplitudes et périodes des perturbations orbitales
- Utilisation des équations de Hill
- Méthodes numériques

3 Dynamique orbitale des vols en formation