

***Dynamique planétaire et exoplanétaire: défis et ouverture
aspects théoriques et simulations numériques***

Ph. Bendjoya et E. Bois

Projet de Plan du cours

1^{er} volet : Fondements de la Mécanique Céleste (*Ph. Bendjoya*)

1) Les exoplanètes, un nouvel âge pour la mécanique céleste

L'aspect observationnel : observation ou déduction ?
comment détecte t-on une exoplanète ?

Les méthodes : intérêts et limitations
(vitesses radiales, transits..., pulsar, lentille gravitationnelle)

Quels paramètres peut-on déduire ? Que veut on connaître ?

2) Rudiments de Mécanique Newtonienne

Problème des 2 corps

Problème des 3 corps

Formalismes Lagrangien et Hamiltonien (avantages et limites)

Les résonances

Pourquoi et comment les résonances structurent la dynamique ?

3) Les Effets non gravitationnels :

Poynting Robertson, pression de radiation, Yarkovsky

4) Etude critique des systèmes connus : cet arsenal permet-il d'expliquer l'observé ?

TP intégrations numériques, 2 corps, 3 corps, Pb 3 corps restreint, Points de Lagrange, Sections de Poincaré, effets non gravitationnels. Interactions gaz-planètes. Que deviennent ces méthodes numériques pour N corps , N grand

2^{ème} volet : Astrodynamique Planétaire (*E. Bois*)

I. Fondements de la théorie du *chaos dynamique*

II. Structures dynamiques (stabilité vs. Chaos)

II.1. Indications du chaos et preuves du chaos

II.2. Structures et portraits de phases

III. Structures orbitales des systèmes de planètes extrasolaires

III.1. Zoologie cinématique et classification dynamique

III.2. Propriétés génériques de stabilité dynamique

Master IMAG2E

III.2.1. Mécanismes de stabilité

III.2.2. *Stabilité comparée*

TPs : modélisation de systèmes multi-planétaires, application des méthodes d'analyse globale de la dynamique (Mesure du degré d'hyperbolicité, LCN, FLI, MEGNO...)

IV. Rotation des planètes

IV.1. Théorie de la *rotation solide*

IV.2. Théorie des marées élastiques et inélastiques

IV.3. Structure interne des planètes par la rotation

IV.4. Couplages spin-orbite

IV.5. Couplages rotation-noyau

IV.6. Nature physico-chimique des noyaux et cosmogonie (*intervenant extérieur*)*

IV.7. Rotations chaotiques primitives et captures en résonances

IV.8. Classification des états de rotation céleste solide

IV.8.1. Modes et propriétés de la rotation stable

IV.8.2. Caractéristiques de la *rotation chaotique*

IV.8.3. *Rotation comparée* (planètes et satellites naturels)

TP : Obtenir numériquement la rotation chaotique d'Hypériorion

3^{ème} volet : Planétologie relativiste (*E. Bois*)

I. Contributions relativistes aux structures orbitales

I.1. Système solaire

I.2. Systèmes multi-planétaires compacts

II. *Rotations relativistes*

III. Couplages spin-orbite relativistes

TP 1: Avances relativistes des périhélie de Mercure et de quelques exoplanètes

TP2 : Déformation espace temps