

Licence STEP L2
Module Physique pour les géosciences S4
Mécanique des solides et des planètes

Dans le cadre de la licence STEP, nous vous proposons un module de physique pour les géosciences intitulé "Mécanique des solides et des planètes" (deuxième semestre L2). Dans ce module, seront présentées quelques connaissances fondamentales en mécanique du solide et leur intérêt en sciences de la Terre, comme les moments d'inertie des planètes ou le phénomène de la précession des équinoxes.

Vous savez que pour repérer la position d'un point dans l'espace, on peut utiliser trois nombres, par exemple les coordonnées sur trois axes non-parallèles. Mais comment caractériser le mouvement d'un solide indéformable dans l'espace? Vous vous souvenez de la loi fondamentale de la mécanique, écrite par Newton, qui permet de relier l'accélération d'un point aux forces appliquées. Comment cette relation est-elle modifiée dans le cas d'un solide? Et peut-on avec quelques principes de base, faire des prédictions sur le mouvement d'un solide déformable? Peut-on dire que les planètes se comportent comme des gyroscopes? A propos, c'est quoi, un gyroscope? Qu'est-ce qui définit la gravité sur la Terre et comment peut-on la mesurer? Autant de questions que nous allons aborder dans ce cours, ainsi que les concepts de moment cinétique, de moment d'inertie, de moment d'une force, d'énergie cinétique, potentielle et mécanique, concepts auxquels nous feront appel pour appliquer les lois de la mécanique du solide.

Outre ces questions concrètes et situations pratiques que nous souhaitons élucider, ce module cherche plus généralement à illustrer la démarche physique, démarche qui peut être mise en œuvre dans de nombreux domaines des sciences, et en particulier les sciences de la Terre.

Ce module repose sur plusieurs activités:

- **Un cours** qui vous présentera les généralités, introduira les concepts de base et leurs articulations. Ce cours ne cherchera pas à effectuer les démonstrations rigoureuses. Cela ne veut pas dire que, puisque le contenu du cours est réduit, vous n'aurez pas grand-chose à faire. Détrompez-vous, c'est exactement le contraire ! Chaque chapitre rédigé sera mis en ligne le vendredi précédent le cours. Ce sera à vous, grâce à ce document, de compléter les démonstrations, d'essayer de justifier les formules du cours, en vous appuyant sur les exercices et sur les autres documents qui vous seront distribués.
- **Des exercices** qui seront effectués avec l'aide de l'équipe enseignante, en petits groupes. Ces exercices sont très importants ; ce sera à vous de vérifier que vous êtes capables de les refaire seuls. Les énoncés des exercices (dits de "première vague") seront donnés une semaine à l'avance et vous devrez les avoir cherchés de votre côté avant la séance. Des exercices complémentaires, dits de "deuxième vague", seront aussi donnés mais ils ne seront pas vus en TD. Les corrigés de tous les exercices seront disponibles en ligne, après les séances de TD.
- **Des travaux personnels de recherche documentaire** qui serviront de support de travail. Pour stimuler ces recherches, trois questions seront données en même temps que les énoncés des exercices. Il pourra s'agir de questions simples, de nombres à rechercher, de données sur des planètes à trouver, etc... C'est en cherchant la réponse à ces questions que vous vous forgerez une culture personnalisée autour du thème du module, et que vous vous familiariserez avec

un questionnement qualitatif auquel une part importante sera donnée aux examens.

- **Des mini-projets expérimentaux** qui ont une place importante dans le travail attendu au cours de ce module. Par groupe de deux ou trois, vous construirez et analyserez un ou plusieurs dispositifs avec une approche constructiviste, c'est-à-dire que vous vous construirez vous-mêmes une démarche à partir d'un dispositif ou d'une idée. L'équipe d'encadrement veillera à ce que les concepts du cours émergent à partir de ces manipulations. C'est en découvrant la nécessité, par l'expérience, d'approfondir les concepts que nous attendrons de vous que vous vous plongiez dans le cours et les supports associés (notes, documents distribués, exercices, feuilles de route, etc...). Le principal objectif de ces mini-projets est ainsi de rassembler les conditions pour que se produise un déclic, déclic qui vous permettra de surmonter une certaine appréhension des concepts physiques. Il ne s'agit pas ici de travaux pratiques où vous disposerez d'une feuille de route pré-établie à remplir case par case. Certains préféreront approfondir une recherche documentaire historique, tandis que d'autres choisiront de réaliser uniquement des manipulations personnelles, éventuellement construites autour d'une présentation orale, sans s'appuyer sur aucun document ou livre. A chaque groupe de réaliser son mini-projet à sa façon. Tripoter, bricoler, construire, tourner et glisser, la mécanique du solide est à portée de la main, à vous de jouer ! Faites ce que vous voulez, comme vous voulez, mais il faudra que cela soit bien. Et il faudra passer d'un stade qualitatif (préliminaire indispensable sur lequel nous insisterons) à un stade semi-quantitatif (ordre de grandeur et quelques calculs simples sans calculette), puis quantitatif (comparaison des résultats à des prédictions).

L'évaluation de votre travail reposera sur:

- Un examen final écrit (30%)
- Des notes de contrôle continu écrit, grâce à un devoir à rendre et de contrôles surprises qui seront effectués en cours de semestre (30%)
- Un examen oral obligatoire (20%)
- Une note du mini-projet expérimental (20%)

L'équipe enseignante: Frédéric Perrier,
Emmanuella Bouche, Edouard Kaminski, Judith Vatteville

29 novembre 2006

L'équipe enseignante



Emmanuella Bouche

Doctorante à l'Institut de Physique du Globe de Paris et monitrice à l'université Paris VII. Etudie, à la suite d'un cursus en physique et plus particulièrement en mécanique des fluides, la convection induite par les bulles dans les réservoirs magmatiques et les lacs de laves.

Bureau : "Dynamique des Fluides Géologiques," Tour 14, 1^{er} étage, couloir 14-15, bureau 10 A
Contact : 01 44 27 49 42 ou bouche@ipgp.jussieu.fr



Edouard Kaminski

Professeur à l'université Paris VII, dans le domaine de la mécanique des fluides géologiques. Ses recherches concernent les éruptions volcaniques explosives, la circulation des magmas sous le manteau, et le lien entre l'anisotropie sismique et la convection dans le manteau supérieur. Ces travaux reposent en grande partie sur des expériences analogiques.

Bureau : "Dynamique des systèmes géologiques", Tour 14, 1^{er} étage, couloir 14-15, bureau 14 A
Contact : 01 44 27 28 19 ou kaminski@ipgp.jussieu.fr



Frédéric Perrier

Professeur à l'université Paris VII, responsable pédagogique du module. Réalise des expériences en laboratoire et en site naturel afin d'étudier des processus physiques élémentaires pouvant contribuer à la compréhension des précurseurs de séismes, des variations du champ magnétique terrestre et du réchauffement climatique.

Bureau: "Géomagnétisme", Tour 14, 2^{ème} étage, couloir 14-15, pièce 205
Contact: 01 44 27 24 11 ou perrier@ipgp.jussieu.fr
Disponibilités: lundi et mercredi après-midi de 17h à 20h



Judith Vatteville

Doctorante à l'Institut de Physique du Globe de Paris et monitrice à l'université Paris VII. Après une formation universitaire en mathématiques appliquées, prépare une thèse sur la dynamique des panaches thermiques, notamment avec des expériences de laboratoire.

Bureau : "Dynamique des Fluides Géologiques," Tour 14, 1^{er} étage, couloir 14-15, bureau 10 A
Contact : 01 44 27 24 76 ou jvattevi@ipgp.jussieu.fr