

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

Dans le cadre de la nouvelle 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, on vous présentera 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 complémentaires:

- **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 ! Ce sera à vous de compléter les démonstrations, d'essayer de justifier les formules du cours, en vous appuyant sur les exercices et sur les 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 seront donnés une semaine à l'avance et il est fortement recommandé de les avoir cherché de son côté avant la séance.
- **Des travaux personnels de recherche documentaire.** Pour stimuler ces travaux, 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 à l'examen écrit.
- **Des mini-projets expérimentaux.** Ces mini-projets expérimentaux ont une place importante dans le travail attendu au cours de ce module. Par groupe de **deux**, 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 attendons 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 passivité trop fréquente et une certaine appréhension des concepts physiques, consciente ou inconsciente, appréhension souvent handicapante aussi dans d'autres aspects des sciences. 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 de nombreux contrôles surprises qui seront effectués en cours de semestre (30%)
- Un examen oral obligatoire qui se déroulera avant l'écrit (20%)
- Une note du mini-projet expérimental (20%)

Dans ce document, vous trouverez quelques éléments pour vous aider dans votre travail:

1. Les énoncés des questions et exercices de la première séance
2. La liste des thèmes de mini-projets expérimentaux que vous pouvez choisir.
3. Quelques encadrés et formulaires présentant quelques notions et formules particulières.
4. Un guide pour les examens de 2006
5. L'énoncé de l'examen écrit de juin 2005. L'examen écrit de 2006 sera dans le même esprit.
6. Les énoncés et les corrigés des exercices du cours de l'an dernier.
7. Les notes du cours donné l'an dernier. Il ne s'agit pas du cours qui sera effectué cette année, et ce texte ne vous dispense certainement pas de prendre des notes ! Vous y trouverez par contre les démonstrations qui ne seront pas faites cette année, ainsi que des compléments, par exemple sur le calcul variationnel et les justifications des équations de la mécanique dite "analytique".
8. Une carte historique pour s'y retrouver dans les noms et dates

L'équipe enseignante: Frédéric Perrier,
Emmanuella Bouche, Edouard Kaminski, Stéphane Labrosse et Judith Vatteville
10 novembre 2005

L'équipe enseignante



Emmanuella Bouche

Doctorante à l'Institut de Physique du Globe de Paris et monitrice à Paris 7. 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 : LDSG, T-14, 1er étage, couloir 14-15
Contact : 01 44 27 24 76 ou bouche@ipgp.jussieu.fr



Edouard Kaminski

Maître de conférence de 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", Couloir 14-15, Tour 14, 1er étage
Contact : 01 44 27 28 19 ou kaminski@ipgp.jussieu.fr



Stéphane Labrosse

S. Labrosse étudie la dynamique et l'évolution de la Terre interne, du point de vue théorique et en utilisant la modélisation numérique. Plus précisément, il s'intéresse à la formation du noyau, son évolution thermique et magnétique, la convection dans le manteau et la tectonique des plaques.

Bureau : "Dynamique des systèmes géologiques", Couloir 14-15, Tour 14, 1er étage
Contact : 01 44 27 49 35 ou labrosse@ipgp.jussieu.fr



Frédéric Perrier

Professeur associé à l'Institut de Physique du Globe de Paris, 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: Pièce 204 dans le couloir 24-14 2ème étage
Contact: 01 44 27 24 11 ou perrier@ipgp.jussieu.fr
Disponibilités: lundi et mercredi après-midi de 16h à 19h



Judith Vatteville

Doctorante à l'Institut de Physique du Globe de Paris, monitrice P7. Après une formation universitaire axée maths/physique, prépare une thèse sur les panaches mantelliques, avec des modèles analytiques, des expériences de laboratoire et simulations numériques.

Bureau : LDSG, T-14, 1er étage, couloir 14-15
Contact : 01 44 27 24 76 ou jvattevi@ipgp.jussieu.fr

Licence UFR STEP L2
Physique pour les géosciences (2)

Mécanique des solides et des planètes

Programme des cours

	Date	8h30	9h30	10h30	11h30	12h30
1	Lundi 6 février 2006	Cours F. Perrier avec E. Bouche, E. Kaminski, S. Labrosse, J. Vatteville			TD Groupe A: E. Bouche Groupe B: E. Kaminski	
2	Lundi 13 février 2006	Cours F. Perrier	TD A: E. Kaminski B: S. Labrosse	Mini-projets E. Bouche, E. Kaminski, S. Labrosse, F. Perrier, J. Vatteville		
3	Lundi 20 février 2006	Cours F. Perrier			TD Groupe A: S. Labrosse Groupe B: E. Bouche	
4	Lundi 27 février 2006	Cours F. Perrier	TD A: E. Kaminski B: S. Labrosse	Mini-projets E. Bouche, E. Kaminski, S. Labrosse, F. Perrier, J. Vatteville		
5	Lundi 6 mars 2006	Cours F. Perrier			TD Groupe A: E. Bouche Groupe B: E. Kaminski	
6	Lundi 13 mars 2006	TD Groupe A: S. Labrosse Groupe B: E. Bouche			Mini-projets E. Bouche, E. Kaminski, S. Labrosse, F. Perrier, J. Vatteville	
7	Lundi 20 mars 2006	Mini-projets J. Vatteville				
		simultanément: Examens oraux (obligatoires) avec E. Bouche, E. Kaminski, S. Labrosse, F. Perrier				
8	Lundi 27 mars 2006	TD Groupe A: E. Kaminski Groupe B: S. Labrosse			Présentation des mini-projets	

Date de l'examen écrit: sera fixée ultérieurement (en mai)