

Physique de la Terre

Responsable : M. GODANO

Semestre : 3

25H CM / 25 H TD / 6 H TP

L'Objectif de ce bloc d'enseignement est de (Cf compétences Licence):

- Comprendre la structure et la dynamique de la Terre,
- Se familiariser à la mise en œuvre d'une étude scientifique,

Programme détaillé :

RQ : pas de dynamique des enveloppes externes -> UE climat...

RQ : Visualisation des ondes sismiques

CHAMPS DE PESANTEUR TERRESTRE ET GRAVIMETRIE (8H CM + 8H TD)

- 1) Figure de la Terre:
 - a) Surface de référence (topographique, ellipsoïdale, géoïde)
 - b) Moments d'inertie et pesanteur à la surface d'une Terre ellipsoïdale
 - c) Distribution des masses et géoïde
- 2) Gravimétrie :
 - a) formule de la gravité normale,
 - b) mesure de la pesanteur (relatives, absolues),
 - c) corrections et anomalies (air, Bouguer, terrain)
 - d) Application (bassin sédimentaire, ride océanique)
- 3) Signature gravimétrique de la dynamique terrestre :
 - a) compensation isostatique, modèle local et régional d'isostasie
 - b) compensation partielle (délai dans la compensation...),
 - c) analyse de la carte d'anomalie de Bouguer de la France,
 - d) application : zone de subduction, rebond post-glaciaire, érosion, chaîne Empereur-Hawai

GÉOMAGNÉTISME (6H CM + 6H TD)

1. Champ magnétique terrestre :
 - a. Définitions du champ magnétique et des pôles magnétiques
 - b. Variation du champ magnétique
 - c. Origines externes et internes du champ et de ses variations
2. Roches et aimantations :
 - a. Magnétisme : interactions magnétiques et moment magnétique
 - b. Milieux aimantés : aimantations induite et rémanente, susceptibilité magnétique, milieu dia/para/ferromagnétiques
3. Anomalies magnétiques : définition, carte de l'anomalie magnétique de la France et de l'Islande, interprétation
4. Paléo-magnétisme :
 - a. Dipôle axial géocentrique : hypothèse, relation fondamentale du paléomagnétisme, pôle (géo)magnétique virtuel, localisation d'un pôle géomagnétique virtuel, paléo-dipôle et dipôle actuel, pôles géomagnétiques et

pôles géographique, dérive des pôles paléomagnétiques témoin de la dérive des continents

- b. Inversion du champ : définition (changement de polarité...), timing (durée des phases), calendrier des inversions, âge du plancher océanique et vitesse d'expansion, reconstruction paléogéographique

FLUX DE CHALEUR TERRESTRE (5H CM + 5H TD)

1. Principes thermodynamiques : définition (chaleur, énergie interne, travail, température), notion d'équilibre thermique et d'échanges de chaleur,
2. Provenance de l'énergie thermique sur Terre :
 - a. Origine interne : radioactivité, différenciation, refroidissement primitif
 - b. Origine externe : bilan radiatif de surface
3. Transport de l'énergie thermique et application :
 - a. Rayonnement électromagnétique et thermique, interaction avec la matière ; Application : chaleur fournie par le soleil, surface et albédo
 - b. Conduction : Loi de Fourier, conductivité et diffusivité thermique, équation de la chaleur 1D; Application : refroidissement de la lithosphère, énergie géothermique
 - c. Convection : dilatation thermique, équilibre forces volumiques vs forces de frottements, cas d'étude (sphère) et introduction du nombre de Rayleigh
4. Géotherme et flux géothermique : mesure d'un flux de chaleur, obtention et incertitude sur le géotherme

PROPAGATION DES ONDES SISMIQUES (6H CM + 6H TD+ 6 TP)

1. Définition des ondes :
 - a. Paramètres des ondes élastiques
 - b. Ondes de volume et ondes de surface, polarisations des ondes
 - c. Définition des vitesses P et S, vitesses et matériaux géologiques ;
2. Théorie des rais :
 - a. Loi de Snell Descartes,
 - b. Réflexion, transmission et conversion aux interfaces ;
3. Propagation en milieu tabulaire :
 - a. Hodochrones des ondes directes, réfractées et réfléchies
 - b. Application à la sismique réfraction et réflexion
 - c. Multicouches et gradients de vitesses ;
4. Propagation dans la terre globale :
 - a. Phases particulières
 - b. Zones d'ombres – lien avec structure de la terre.

Travaux pratiques :

- Mesures et analyse de la propagation en milieu tabulaire (sismique réfraction marteau).
- Observations et analyse de signaux de séismes : identification des différentes phases de propagation (logiciel Sismos à l'école)

Bibliographie conseillée :

Éléments de géologie, Renard, Lagabrielle, Martin, de Rafélis, Dunod

Géophysique : cours et exercices corrigés, Dubois, Diamant, Cogné, Mocquet, Dunod

Physique de la Terre solide : observations et théories, Larroque & Virieux, Gordon and Breach Science Ed. des archives contemporaines

Voyage à l'intérieur de la Terre : de la géographie antique à la géophysique moderne une histoire des idées, Deparis & Legros, CNRS

The solid earth : an introduction to global geophysics, Fowler M.

Fundamentals of Geophysics, Lowrie W.