

GLG-20699

Introduction aux sciences de la terre

----- Guide pédagogique -----

COURS

<i>Titre:</i>	Introduction aux sciences de la Terre
<i>No:</i>	GLG-20699
<i>Nombre de crédits:</i>	2 crédits
<i>Préalable:</i>	Aucun
<i>Trimestre:</i>	Automne 2008

PROFESSEUR

<i>Nom:</i>	Benoit Fournier
<i>Bureau:</i>	4703, pavillon Adrien-Pouliot
<i>Téléphone:</i>	(418) 656-3930
<i>Courriel :</i>	benoit.fournier@ggl.ulaval.ca
<i>Disponibilité:</i>	heures ouvrables de l'Université

OBJECTIFS

Ce cours vise à la fois l'acquisition d'une connaissance adéquate des grands phénomènes qui régissent la Planète (sa dynamique, son histoire), et l'acquisition de connaissances pratiques (les matériaux, les ressources, les risques naturels), dans une perspective de formation de base en sciences et de développement de la culture scientifique chez l'étudiant universitaire.

Plus spécifiquement, on vise:

- pour tous les inscrits au cours:
 - l'acquisition d'une connaissance de base des grands phénomènes qui régissent la Planète;
 - l'obtention d'un bagage suffisant de connaissances en sciences de la Terre pour bien comprendre et mieux apprécier la littérature scientifique de grande diffusion en ce domaine et, ainsi développer des habitudes de lectures en sciences physiques et biologiques;
 - le développement d'un esprit critique face à l'information illimitée des média trop souvent préoccupés de sensationnalisme, par la présentation et la discussion des problèmes généraux en sciences de la Terre et la formulation d'éléments de solution.
- pour ceux qui sont inscrits dans les programmes de géologie ou de génie géologique: l'introduction qui leur permettra de mieux aborder et d'intégrer plus facilement les cours du programme;

- pour ceux qui sont inscrits dans des programmes de sciences physiques ou biologiques: l'acquisition des connaissances fondamentales en Sciences de la Terre, dans une perspective de complémentarité aux cours de leur programme.
- pour ceux qui sont inscrits dans des programmes de sciences humaines: le développement d'une vision physique de la Planète qui leur permettra de mieux comprendre la relation de l'Homme avec son milieu physique.
- pour tous ceux qui comptent oeuvrer en gestion de l'environnement: l'acquisition des connaissances de base concernant le milieu géologique, une composante essentielle de l'environnement.

CONTENU

Le cours se divise en trois sections :

- 1 – La Géodynamique interne : dérive des continents, théorie de la tectonique des plaques, pouvoir unificateur de la théorie.
- 2 – Les matériaux de la Planète : minéraux et roches, ressources minérales.
- 3 – La Géodynamique externe : continents, océans, grands cycles biogéochimiques et changements climatiques

Par rapport aux objectifs, les trois sections s'insèrent dans l'objectif d'acquisition d'une connaissance adéquate des grands phénomènes qui régissent la Planète, alors que les sections 2 et 3 contribuent plutôt à l'acquisition de connaissances pratiques du milieu géologique.

MÉTHODOLOGIE

Activités d'enseignement. - Trois heures de cours magistraux par semaine durant tout le trimestre.

Activités d'apprentissage.

- Consultation obligatoire de la version internet du cours:
- www.ggl.ulaval.ca/planete-terre.html
- En complément obligatoire pour les inscrits en GLG et GGL : le cours GLG-10331 Géologie appliquée I qui permet d'acquérir des connaissances pratiques en géologie (sorties de terrain, identification de minéraux, roches et fossiles, lecture de cartes).

ÉVALUATION DES APPRENTISSAGES

Elle se fera selon deux modes:

- un examen intra-session --- 35%
- un examen final de synthèse --- 35 %
- un examen de travaux pratiques --- 30%

La notation est à cote fixe selon le tableau suivant :

50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90 %	
E	D-	D+	C-	C	C+	B-	B	B+	A-	A	A+

DATE DES EXAMENS

Examens :

intra-session : 17 octobre 2008

final de synthèse : 21 novembre 2008

travaux pratiques : 11 décembre 2008

DOCUMENTATION REQUISE

- Le cahier d'accompagnement du cours Planète Terre (par P.-A. Bourque, édition 2006).

RESSOURCES DISPONIBLES

L'étudiant(e) a accès aux ressources suivantes:

- le cours Planète Terre sur internet (consultation obligatoire):
<http://www.ggl.ulaval.ca/planete-terre.html>
- le musée de géologie du pavillon Pouliot.

PLAN DÉTAILLÉ DU COURS

Note : les numéros de figures réfèrent aux figures du cahier d'accompagnement

Section 1 - LA GÉODYNAMIQUE INTERNE

La géodynamique interne concerne les mouvements à l'intérieur de la Terre. Il s'agit essentiellement d'une thermodynamique reliée à la déperdition de chaleur causée par la désintégration radioactive de certains éléments. Une des manifestations les plus tangibles de cette dynamique est le déplacement de plaques rigides (lithosphériques) à la surface de la Planète, plaques qui « flottent » sur du matériel plastique (asthénosphère). Cette mécanique est décrite par la théorie de la tectonique des plaques, une théorie unificatrice qui vient expliquer de grands phénomènes géologiques comme les tremblements de terre, les volcans, la déformation de la

croûte terrestre et la formation des grandes chaînes de montagnes. Mais avant la formulation de cette théorie, il y eut une théorie précurseur, la théorie de la dérive des continents.

Note : les numéros de figures réfèrent aux figures du cahier d'accompagnement, édition 2006

1 - La dérive des continents et la structure interne du globe

- La dérive des continents
 - Historique: Bacon, Placet, Snider-Pellegrini, Darwin, Taylor (fiche 1.1)
 - La proposition de Wegener (1915) (fiche 1.2, fig. 1.1)
 - Concordance des côtes des continents (fig. 1.1)
 - Évidences paléontologiques (fig. 1.2)
 - Données paléo-climatiques (fig. 1.3)
 - Similitude des provinces géologiques (fig. 1.4 et 1.5)
 - Les réactions aux idées de Wegener (fiche 1.2)
- Structure interne du globe
 - Croûte, manteau et noyau:
 - Que savons-nous? (fig. 1.6)
 - Comment le savons-nous? (fig. 1.7 et 1.8, fiche 1.3)
 - Les concepts de lithosphère et asthénosphère (fig. 1.7)

2 - L'Émergence d'une Théorie planétaire

- Le cheminement des idées (fiche 1.4, fig. 1.9 à 1.11)
- Le magnétisme terrestre: une connaissance fondamentale (fiche 1.5)
 - Nature du champ magnétique (fig. 1.12)
 - Déplacement apparent du pôle magnétique (fig. 1.13)
 - Inversions du champ magnétique (fig. 1.14 et 1.15)
- Les sédiments et basaltes des fonds océaniques (fig. 1.16)
- La théorie de la tectonique des plaques
 - Répartition des plaques (fig. 1.17)
 - Limites des plaques (fig. 1.18)
 - Limites divergentes: expansion des fonds océaniques (fig. 1.19)
 - Formation d'un océan (fig. 1.20)
 - Exemples actuels (fig. 1.21 et 1.22)
 - Limites convergentes: zones de subduction (fig. 1.23 à 1.25)
 - Limites transformantes (fig. 1.26)
 - La dynamique terrestre (fig. 1.27)
 - Les taux de divergence et de convergence (fig. 1.28)
 - Le puzzle des continents (fig. 1.29)

3 - Le Pouvoir unificateur de la Théorie

- Les séismes
 - Origine des tremblements de terre (fig. 1.30)
 - Les ondes résultantes (fig. 1.31)
 - La mesure de la force d'un séisme (fig. 1.32 et 1.33)
 - Localisation d'un séisme (fiche 1.6)
 - Les effets destructeurs d'un séisme (fig. 1.34)

Séismicité et tectonique des plaques (fig. 1.35 à 1.36)
 Séismicité au Québec (fiche 1.7, fig. 1.38 et 1.39)
 Faille Logan (fig. 1.40 et 1.41)
 Astroblème de Charlevoix (fig. 1.42 et 1.43)
 Rift du St-Laurent (fig. 1.44)
 Paléo-rift de Iapétus (fiche 1.7)

- Les volcans
 - Les volcans et la tectonique des plaques (fig. 1.45)
 - Le volcanisme de dorsale (fig. 1.45)
 - Le volcanisme de subduction (fig. 1.46)
 - Le volcanisme de point chaud (fig. 1.47 et 1.48)
- La déformation des roches (fiche 1.8)
 - Déformation plastique: plis (fig. 1.49)
 - Déformation cassante: failles (fig. 1.50)
- La formation des chaînes de montagnes plissées (orogénèse)
 - Chaîne immature (fig. 1.51)
 - Chaîne mature (fig. 1.52)
 - L'accrétion de "terrane" (fig. 1.53)

Section 2 - LES MATÉRIAUX DE LA CROÛTE TERRESTRE

Peut-on prétendre bien comprendre les grands phénomènes géologiques qui affectent la croûte terrestre sans connaître les matériaux qui la composent: minéraux et roches? Peut-on faire abstraction de la nature et la composition de ces matériaux dans nos études environnementales? Nous utilisons chaque jours ces matériaux: qu'en connaissons-nous?

Les minéraux se forment à partir de la cristallisation des magmas ou par précipitation à partir de solutions sursaturées en divers éléments chimiques. Ils se développent souvent en cristaux qui possèdent une valeur esthétique certaine et font l'objet de collections et de commerce. Les roches sur lesquelles nous marchons et qui forment nos paysages sont le résultat d'une suite de processus physiques, chimiques et biologiques variés. La formation des roches suit un grand cycle dont le point de départ et d'arrivée est le magma du manteau. A nouveau, toute cette dynamique s'inscrit dans la tectonique des plaques.

Les couches superficielles de la Planète contiennent les ressources naturelles minérales essentielles à la survie de l'Homme: eaux souterraines, combustibles fossiles et gîtes métallifères. Plusieurs de ces ressources tirent leur origine dans les processus de surface.

1 - Les minéraux (de l'atome au minéral)

- La structure de la matière (fiche 2.1)
- L'espèce minérale (fiche 2.1)
- Propriétés physiques des minéraux (fiche 2.2)
- Principaux minéraux constitutifs de l'écorce terrestre
 - les silicates, 95% du volume de la croûte terrestre
 - structure de base des silicates (fig. 2.2)
 - principaux groupes des silicates (fig. 2.3 à 2.9)
 - les carbonates (fig. 2.10)

les autres groupes et leurs usages (fiche 2.3)

- Les états de la matière (fig. 2.11)
- L'origine des minéraux
 - crystallisation à partir d'un magma (fig. 2.12)
 - précipitation à partir de solutions sursaturées (fig. 2.13 à 2.16)

2 - Les roches (du minéral à la roche)

- Le cycle de formation des roches (fig. 2.17)
- Les roches ignées
 - Les grands types et la classification (fig. 2.18 et 2.19)
 - La fusion partielle (fiche 2.4)
 - Le magmatisme de dorsale, de subduction et de point chaud (fig. 2.20 à 2.23)
 - L'activité magmatique et ses produits (fig. 2.24)
 - Les volcans (fig. 2.25 et 2.26)
- Les roches sédimentaires
 - Les processus sédimentaires (fig. 2.27 et 2.28)
 - Classification des roches sédimentaires (fig. 2.29)
- Les roches métamorphiques
 - Métamorphisme de contact (fig. 2.30)
 - Métamorphisme régional (fig. 2.31 et 2.32)
 - Métamorphisme d'impact (fig. 1.42)

3 - Les ressources minérales

- Les eaux souterraines
 - Distribution et circulation (fig. 2.33; fiche 2.5)
 - L'alimentation en eau potable
 - puits de surface (fig. 2.34)
 - puits artésiens (fig. 2.35)
 - Contamination de la nappe phréatique (fig. 2.36 et 2.37)
 - L'érosion souterraine et les cavernes (fig. 2.38)
 - Les geysers et l'énergie géothermique (fig. 2.39 et 2.40)
- Les combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel)
 - Un champ de pétrole: une conjoncture géologique bien particulière (fig. 2.41 à 2.44)
 - Les hydrates de méthane (fiche 2.6)
 - L'exploration pétrolière (fiche 2.7)
 - Le potentiel pétrolifère au Québec
 - Origine des charbons (fig. 2.45)
- Les métaux
 - Principaux types de gîtes métallifères (fig. 2.46 à 2.48)
 - La prospection minière (fig. 2.49; fiche 2.8)
 - Les gîtes métallifères au Québec
 - Problèmes environnementaux reliés à l'exploitation minière

Section 3 - LA GÉODYNAMIQUE EXTERNE

La géodynamique externe concerne l'évolution dynamique de la surface de la Planète. L'eau, la glace, le vent, sculptent les surfaces continentales. Les paysages obtenus reflètent la nature, la composition et l'architecture des formations géologiques. Les continents s'aplanissent et tendent vers un niveau de base, celui des océans. Si les processus d'érosion dominent les continents, ce sont plutôt les processus de la sédimentation qui prévalent dans les océans. Il existe un lien certain entre géodynamique interne et géodynamique externe: la dynamique reliée à la tectonique des plaques vient souvent rajenir les reliefs des continents; la topographie des océans et son évolution sont aussi tributaires de la tectonique des plaques.

Si la planète Terre est capable de maintenir de l'eau liquide à sa surface, condition essentielle pour l'apparition et le maintien de la Vie, c'est en grande partie parce qu'elle possède des systèmes naturels de recyclage des éléments essentiels à cette Vie: carbone, oxygène, azote, phosphore et soufre, un recyclage lié aux interactions entre atmosphère, hydrosphère, litho/asthénosphère et biosphère.

1 - Les continents

- Le relief de la surface terrestre (fig. 3.1)
- Le système hydrologique (fig. 3.2)
- Les eaux de ruissellement
 - Altération superficielle et érosion (fig. 3.3 et 3.4)
 - Vers un niveau de base (fig. 3.5 et 3.6)
- Le rabotage par les glaces
 - Calottes glaciaires actuelles (fig. 3.7, fiche 3.1)
 - Système glaciaire, érosion et dépôts (fig. 3.8 à 3.10)
 - Calotte glaciaire au Pléistocène (fig. 3.11)
 - Mer Champlain et fleuve St-Laurent (fiche 3.2, fig. 3.12)
 - Glaciation et isostasie (fig. 3.14 et 3.15)
 - Les argiles sensibles de la Mer Champlain (fig. 3.16)
- Le vent
 - Circulation atmosphérique et répartition des déserts (fig. 3.17 et 3.18)
 - Le vent comme agent géologique (fig. 3.19)
- Érosion et isostasie (fig. 3.20 et 3.21)
- Le littoral: la transition continent-océan
 - La dynamique littoral (fig. 3.22)
 - Les deltas: une zone d'accumulation importante (fig. 3.23 à 3.25)
 - Evolution du littoral: bilan accumulation-érosion (fig. 3.26)
 - Aménagement des côtes (fig. 3.27)

2 - Les océans

- La topographie des océans (fig. 3.28; fiche 3.3)
- Les dépôts dans les océans
 - La charge terrigène (fig. 3.29 et 3.30)
 - La charge allochimique (fig. 3.31 et 3.32)

Les sources hydrothermales des grands fonds et les dépôts métalliques associés (fig. 3.33 et 3.34; fiche 3.4)

- La vie dans les océans
 - Les récifs coralliens: barrières et atolls (fig. 3.35 à 3.37; fiche 3.5)
 - Les oasis des grands fonds (fig. 3.38)
- L'océan régulateur de température et de salinité
 - La circulation océanique (fig. 3.39 et 3.40)
 - Le phénomène El Nino (fig. 3.41)
 - La salinité des océans

3 - Les grands cycles biogéochimiques

- Introduction (fig. 3.42)
- Le cycle de l'eau (fig. 3.43)
- Le cycle du carbone
 - Cycle global du carbone (fig. 3.44)
 - Cycle court et cycle long du carbone organique (fig. 3.45)
 - Cycle du carbone inorganique (fig. 3.46)
 - Captage du dioxyde de carbone
- Le cycle de l'oxygène (fig. 3.47 et 3.48)
- Le cycle de l'azote (fig. 3.49)
- Le cycle du phosphore (fig. 3.50)
- Le cycle du soufre (fig. 3.51)
 - Les cycles à travers le Phanérozoïque (fig. 3.52)
- Les gaz à effet de serre (GES) (fig. 3.53)
- Le réchauffement planétaire (fig. 3.54 à 3.56)
- Les causes des émissions de GES (fig. 3.57)
- Les conséquences du réchauffement planétaire
 - La montée du niveau des mers
 - L'impact sur les écosystèmes
 - L'impact sur la circulation océanique
 - L'impact sur le « temps qu'il fera » et les événements climatiques extrêmes
- La fiabilité des modèles climatiques
- Que faire?

Dernière mise à jour: septembre 2008