



Les Olympiades Internationales de Géosciences (IESO) Programme (version 2013)

Membres de la Commission:

*Nir Orion (Israël-président),
Afia Aktar (Bangladesh),
Xavier Juan (Espagne),
Lune-Won Lee (Corée),
Alan Munro (Nouvelle-Zélande),
R. Shankar (Inde),
Donghee Shin (Corée).*

A. Objectifs

Les sciences de la Terre ont subi un changement significatif au milieu des années 1970. Ce changement se manifeste par le passage de l'approche réductionniste, où chaque domaine des sciences de la Terre (géologie, hydrologie, sciences de l'atmosphère) était considéré comme une discipline indépendante, à une approche holistique qui souligne le lien entre les systèmes de la Terre. Durant les années 1980, ces domaines ont été réunis en une seule discipline : les sciences de la Terre. Dans les années 1990, une nouvelle discipline a évolué au sein des sciences de la Terre : la géologie de l'environnement ou « Systèmes Terre ».

Cette vaste discipline regroupe divers approches environnementales incluses dans la discipline Sciences de la Terre. Par exemple:

- L'influence mutuelle entre les systèmes naturels (implication de l'homme exceptée) comme par exemple l'influence de l'altération des roches volcaniques sur le bilan global du cycle du carbone, et les changements climatiques qui en résultent.
- L'influence des interventions humaines sur la nature : comme par exemple, les modifications de la composition de l'atmosphère à l'origine de la pollution de l'air, des océans et des eaux douces. La surexploitation des ressources naturelles, l'intervention humaine dans les processus côtiers, la dépollution et son influence sur l'environnement, ou l'augmentation de la fréquence et de l'ampleur des inondations.
- Les travaux visant à prévoir les catastrophes naturelles telles que les inondations, les tempêtes, les tremblements de terre, les éruptions volcaniques, les coulées de boue et les avalanches.
- L'exploitation de l'environnement pour la production d'énergie à partir de sources comme les combustibles fossiles, la matière organique ou de sources d'énergie alternatives comme l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie nucléaire et l'énergie chimique.
- La notion de développement durable appliquée aux ressources naturelles, à l'utilisation des ressources en eau et à la prévention de sa contamination.
- Les changements climatiques globaux.

Ces dernières années, la dimension environnementale des sciences de la Terre est de plus en plus étudiée par l'approche « Systèmes Terre ». Dans cette approche, la planète Terre est conçue comme à un tout où l'Homme est une partie intégrante des systèmes naturels de la Terre, qui sont étroitement combinés et comprennent la géosphère, l'hydrosphère, l'atmosphère et la biosphère. Cette approche holistique, qui combine la connaissance approfondie des mécanismes et l'observation détaillée de notre planète dans toutes ses composantes, peut conduire à des solutions aux problèmes environnementaux actuels.

Durant les années 1990, il y a eu un changement de paradigme dans l'enseignement des sciences dans les sociétés occidentales. On est passé d'une conception où l'enseignement des sciences était un outil pour la

formation des futurs scientifiques, à une conception où l'enseignement des sciences est un outil pour éduquer les futurs citoyens du Monde.

Un des défis auxquels les citoyens du 21^{ème} siècle sont et seront confrontés est la coexistence pacifique avec l'environnement. L'enseignement des sciences de la Terre et de l'environnement a un rôle central dans l'éveil de la conscience environnementale. Les sciences de la Terre procurent à l'étudiant, au futur citoyen, les connaissances et la capacité de tirer des conclusions sur les économies d'énergie, l'utilisation efficace des sources d'énergie, l'utilisation raisonnée des réserves d'eau douce et plus généralement l'exploitation durable des ressources de la Terre.

Les étudiants, en comprenant mieux leur environnement et les processus sous-jacents, seront mieux à même d'appréhender les changements actuels et leurs enjeux ; par conséquent, ils y réagiront mieux.

En combinant, dans le programme des IESO, des problématiques comme les sources d'énergie, la production de matières premières à partir des ressources naturelles, la prévision et l'adaptation aux tremblements de terre et aux éruptions volcaniques, la gestion des réserves d'eau et les changements climatiques, on répond aux attentes des professionnels comme du grand public en faveur d'un enseignement des sciences qui les replace dans leur contexte social et environnemental.

La mise en œuvre de l'approche « Système Terre » signifie que l'accent traditionnellement mis dans l'enseignement des sciences de la Terre doit changer. On ne doit plus se contenter d'une sensibilisation à l'environnement mais viser une véritable compréhension de l'environnement. Cela suppose l'enseignement de deux principes clés :

- I. Nous vivons dans un monde cyclique constitué de quelques sous-systèmes (géosphère, hydrosphère, atmosphère et biosphère) qui coexistent en raison des flux de matière et d'énergie qui passent de l'un à l'autre.
- II. Les humains sont une partie intégrante du système naturel et doivent donc agir selon les lois cycliques naturelles.

Objectifs opérationnels

Afin de viser l'acquisition d'une véritable compréhension de l'environnement, le nouveau programme développe les objectifs suivants :

1. Acquérir des connaissances de base sur les systèmes qui constituent la Terre : composition, structure et processus à l'œuvre.
2. Reconnaître et comprendre les échanges réciproques de matière et d'énergie dans et entre les systèmes de la Terre, y compris la biosphère.
3. Comprendre la place des sociétés humaines parmi les systèmes de la Terre.
4. Acquérir des compétences de base en recherche scientifique : faire une observation et être capable de distinguer une observation, d'une conclusion et d'une hypothèse.
5. Développer des modes de pensée propres aux sciences de la Terre: penser le temps long en géologie, penser les échelles spatiales et penser en trois dimensions.
6. Développer les compétences nécessaires pour comprendre l'environnement : pensée cyclique et pensée systémique.
7. Utiliser les sciences de la Terre pour illustrer des principes en chimie, en physique et en biologie.
8. Cultiver le lien avec les paysages naturels tout en faisant comprendre le caractère unique de la Terre.
9. Comprendre les causes des risques naturels et leurs interrelations avec les activités humaines.

Afin d'atteindre ces objectifs, la préparation pour les IESO doit être fondée sur les principes suivants :

Contenus de la préparation IESO

- L'accent sera mis sur l'approche systémique des phénomènes, en lien avec les cycles biogéochimiques. Par exemple, « le cycle des roches dans la croûte terrestre », « le cycle de l'eau », « le cycle du carbone ».
- Les modes de pensée propres à l'étude du « Système Terre » intégreront l'étude des contenus (les contenus n'étaient pas abordés indépendamment).

Principes pédagogiques de la préparation IESO

- Apprentissage actif. L'étudiant construira son savoir et sa compréhension des systèmes terrestres dans un processus nommé « apprentissage par investigation ». En conséquence, le l'étude en laboratoire et l'étude de terrain seront privilégiées.
- Le processus d'apprentissage se développera du concret vers l'abstrait.
- L'apprentissage sur le terrain est essentiel à l'enseignement.
- La préparation devra développer les capacités suivantes, particulièrement sollicitées dans les sciences de la Terre et de l'Environnement :
 - Faire des observations et d'être capable de distinguer entre observation, hypothèse et conclusion.
 - Penser en trois dimensions.
 - Penser le temps long en géologie.
 - Penser simultanément dans le temps et dans l'espace.
 - Développer un mode de pensée cyclique.
 - Développer un mode de pensée systémique.

Compétences devant être acquises par les élèves aux IESO

Etre capable de reconstituer sur le terrain la séquence des processus géologiques qui ont eu lieu dans la région; être capable de faire la différence entre une observation et une conclusion.

1. Etre capable de localiser un phénomène de la géosphère dans les processus du cycle des roches.
2. Etre capable de penser de façon cyclique en étudiant les cycles de matière au sein des systèmes terrestres.
3. Etre capable d'identifier les composants d'un système terrestre particulier et de caractériser chaque composant par sa taille, son taux d'évolution et sa complexité.
4. Etre capable de penser de façon systémique afin de comprendre l'interaction entre un système spécifique (l'un des systèmes de la Terre) et le développement des interactions entre les composantes entrelacées du système.
5. Etre capable d'identifier les interactions entre les composants d'un système spécifique (un des systèmes de la Terre) comme des processus dynamiques de transferts de matière et d'énergie.
6. Etre capable d'identifier un système spécifique (l'un des systèmes de la Terre) comme cyclique – un système où la quantité totale de matière est conservée mais où les flux de matière ont des taux différents.
7. Etre capable de replacer les processus dynamiques dans la dimension temporelle tout en distinguant les différentes échelles de temps, par exemple, le temps humain, le temps historique ou géologique.
8. Etre capable d'identifier les problèmes environnementaux et de proposer des solutions basées sur la compréhension des principes de relations réciproques entre les systèmes et de relation intrinsèques aux systèmes terrestres.
9. Etre capable de penser scientifiquement et faire la distinction entre l'observation et l'expérience, la conclusion et l'hypothèse : être capable d'émettre des hypothèses, de tirer des conclusions et de proposer des solutions.
10. Etre capable de recueillir des données auprès de sources écrites et informatiques, afin de les traiter avec le logiciel approprié et de les présenter par l'intermédiaire de graphiques, diagrammes, dessins et cartes conceptuelles.
11. Etre capable de représenter et de présenter les connaissances par écrit et oralement en utilisant divers supports comme un rapport de recherche, une affiche scientifique et une présentation informatique.
12. Etre capable de prévoir et de prévenir les catastrophes naturelles comme les séismes, éruptions volcaniques, les typhons / ouragans, tsunamis, glissements de terrain et inondations

B. Le programme des Olympiades internationales de sciences de la Terre

1) La géosphère en relation avec les autres systèmes terrestres

a) Les idées clés

1. Les flux de matière dans et entre les systèmes de la Terre sont des flux entre des réservoirs. Par exemple, la cyclicité de la séquence : Diagenèse, Surrection, Erosion, Transport, Sédimentation, Enfouissement crée un «cycle des roches » continu où la quantité totale de matière reste constante, tout en changeant de forme en passant d'un réservoir à l'autre.
2. La matière de la Terre passe de façon cyclique entre les différents réservoirs tout en changeant de forme. La matière passe dans et entre les différents systèmes de la Terre : la lithosphère (les roches et le sol), l'atmosphère (l'air), l'hydrosphère (l'eau) et la biosphère (les êtres vivants).
3. Les sources d'énergie nécessaires au fonctionnement du « cycle des roches » sont l'énergie interne de la Terre, présente notamment dans la croûte de la Terre (la désintégration radioactive), et l'énergie externe - l'énergie solaire.
4. Il y a interaction entre les différents systèmes terrestres. Par exemple, l'érosion des roches et la formation des sols sont largement affectées par les composants du système de la biosphère comme les plantes, les champignons, les vers et les bactéries.
5. La formation d'une partie des roches sédimentaires est étroitement liée aux processus de la biosphère. Par conséquent, les strates enregistrent les événements évolutifs (ainsi que les extinctions de masse) qui ont lieu dans la biosphère, parallèlement aux changements que subit la Terre au cours du temps.
6. Les changements dans la croûte terrestre, dont la source est l'énergie interne, peuvent être importants et rapides et se produire de façon soudaine (tremblements de terre, éruptions volcaniques), mais peuvent aussi être très lents (la surrection des chaînes de montagnes). Les changements dans la géosphère créent une réaction en chaîne dans les autres systèmes terrestres, qui peut affecter les processus évolutifs dans la biosphère.
7. Le mouvement des plaques traduit les flux de matière et d'énergie dans la Terre.
8. Les tremblements de terre et les éruptions volcaniques, qui ont lieu principalement le long des frontières des plaques, font partie des mécanismes de transfert de matière et d'énergie au sein de notre planète. Ces phénomènes de la géosphère ont une grande influence sur les sociétés humaines et sur le reste de la biosphère.

b) Compétences

1. Identifier les roches magmatiques et métamorphiques suivantes : granite, rhyolite, basalte, andésite, gabbro, schistes, gneiss, marbre, quartzite.
2. Identifier les minéraux des roches magmatiques et métamorphiques suivants : quartz, orthose, plagioclase, biotite, muscovite, grenat.
3. Identifier les structures et textures suivantes : porphyrique, pegmatitique, vitreuse (obsidienne), tuf, scories, linéation et foliation.
4. Identifier sur le terrain des corps magmatiques tels qu'un édifice volcanique, une coulée de lave, un dyke, un sill.
5. Comprendre la signification à une échelle globale de phénomènes locaux magmatiques et / ou métamorphiques, dans le contexte de la tectonique des plaques (géodynamique).
6. Identifier les roches sédimentaires suivantes : calcaire, craie, silex, argile, marne, dolomie, grès, phosphorite, gypse, halite.
7. Définir les minéraux suivants : calcite, minéraux argileux, halite, gypse, pyrite.
8. Identifier la composition principale d'un sol.
9. Identifier sur le terrain des structures comme la stratification, le granoclassement, les stratifications entrecroisées, les rides de courant, les plans de discontinuité (joints et plans de failles).
10. Identifier sur le terrain des plis et des failles et de remonter (quand cela est possible) au champ de contraintes qui ont affecté les roches (directions de compression et d'extension).
11. Identifier des fossiles et des formes variées de fossilisation.
12. Réaliser des coupes schématiques dans l'océan Pacifique, Atlantique et Indien.
13. Expliquer le cycle des roches dans la terminologie de la tectonique des plaques.

14. Réaliser une coupe schématique du globe terrestre (de la surface jusqu'au centre).

2) L'hydrosphère en relation avec les autres systèmes terrestres

a) Les idées clés

1. Il y a un lien direct entre la géosphère et l'hydrosphère. La composition de l'eau et sa disponibilité sont directement liées à la composition des roches locales et à leur structure, et de nombreux processus géologiques se déroulent en lien avec l'hydrosphère.
2. La composition du sol et le taux d'infiltration de l'eau dans le sol influencent de nombreux aspects de la biosphère : l'impact des inondations, l'abondance et la nature de la végétation et la disponibilité de l'eau pour tous les êtres vivants, humains compris.
3. Les phénomènes et processus atmosphériques ont une influence sur la répartition de l'eau et la fréquence des précipitations.
4. La quantité d'eau disponible pour la consommation humaine est limitée. Des actions incontrôlées peuvent causer un préjudice irréversible (à l'échelle de temps de la biosphère et en fonction du rythme d'adaptation du monde biologique à ce changement) aux ressources en eau, et une diminution drastique de la quantité d'eau disponible localement pour une génération humaine.
5. La composition de l'eau des océans et la structure des masses d'eau sont le résultat de l'interaction avec la géosphère.
6. Il est raisonnable de supposer que l'hydrosphère originelle était formée d'eau douce. L'évolution de la composition de l'eau océanique résulte des propriétés de solvant de l'eau et de la solubilité différentielle des minéraux.
7. Des événements catastrophiques d'origine océanique comme les tsunamis ou les ouragans résultent des interactions entre les systèmes terrestres.

b) Compétences

1. Identifier et de caractériser les relations de l'hydrosphère avec les autres systèmes de la Terre.
2. Identifier les problèmes environnementaux et de proposer des solutions basées sur la compréhension du système hydrosphère.
3. Comprendre les interactions entre les océans, la lithosphère, l'hydrosphère, l'atmosphère et la biosphère.
4. Comprendre les interactions entre l'homme et l'océan.
5. Penser de façon systémique le système océanique par rapport aux autres systèmes de la Terre.

3) L'atmosphère en relation avec les autres systèmes terrestres

a) Les idées clés

1. Le rayonnement du Soleil entraîne le réchauffement de l'ensemble des systèmes de la Terre, mais les taux avec lesquels les roches (géosphère), l'eau (hydrosphère) et l'air (atmosphère) absorbent cette énergie et réémettent de la chaleur diffèrent. Ce phénomène crée, par des processus complexes, des systèmes d'écoulements de masses - locaux et globaux - dans l'atmosphère (vents) et les océans (courants).
2. La composition de l'atmosphère primitive de la Terre a été principalement le résultat des émissions gazeuses des volcans. L'évolution de l'atmosphère est étroitement liée à l'évolution de la vie sur Terre.
3. Durant des centaines de millions d'années, l'atmosphère a conservé une composition plus ou moins constante en raison des interactions entre l'atmosphère et l'hydrosphère (océans), la biosphère (photosynthèse et respiration) et la géosphère (gaz, poussières volcaniques et altération).
4. A court terme, les actions humaines provoquent un déséquilibre minime dans l'atmosphère, mais à long terme, les océans deviennent des puits énormes qui régulent une partie de la composition de l'atmosphère. Comme la biosphère est affectée à court terme, même d'infimes changements temporaires peuvent provoquer des changements définitifs d'une partie de la biosphère.

b) Compétences

1. Distinguer les différents composants d'un système géochimique, pour identifier leurs interactions et construire le réseau de leurs relations.

2. Identifier les interactions entre les composants du système comme par exemple des processus dynamiques de flux de matière et d'énergie.
3. Identifier les problèmes environnementaux et de proposer des solutions basées sur la compréhension des principes du système géobiochimique.

4) Le système planétaire en relation avec les autres systèmes terrestres

a) Idées clés

1. Les systèmes de la Terre forment un sous-système dans le système planétaire général : le système solaire. Il est impossible d'obtenir une image complète des systèmes de la Terre sans comprendre les processus du transfert de matière et d'énergie entre le système solaire et la planète Terre.
2. La Terre constitue un bon exemple pour l'étude des interactions qui existent entre les systèmes géosphère et atmosphère, mais il y a d'autres exemples sur les autres planètes du système solaire.
3. Ce que nous pouvons voir sur Terre, nous ne pouvons pas le voir depuis d'autres planètes, et vice versa. Les recherches dans le domaine des systèmes de la Terre permettent de mieux comprendre les systèmes planétaires en général, tandis que les recherches sur d'autres systèmes planétaires aident à mieux comprendre le fonctionnement du système terrestre.
4. Le bilan énergétique d'une planète tient compte de l'énergie externe - le rayonnement solaire - , de l'influence de la gravitation du Soleil et des corps planétaires proches, et de l'énergie interne - résultat de l'activité du noyau, des éléments radioactifs et des processus internes.

b) Compétences

1. Identifier et de caractériser le système planétaire comme un système où la quantité globale de matière et d'énergie est conservée.
2. Comparer les données des planètes et en tirer des conclusions sur leur structure et leur composition.
3. Identifier les interactions entre la Terre et le reste des composants du système solaire.