

Programme de colles n°13

Semaines du 12 au 23 mai 2025

STD – Les déformations de la lithosphère

Savoirs visés	Capacités exigibles
STD1 – La rhéologie de la lithosphère	
<p>Les matériaux lithosphériques se déforment sous l'effet de contraintes : la déformation est réversible ou irréversible. La déformation finie peut se décomposer en étapes (ou incréments) de deux types comportant ou non une part de rotation. Le cisaillement est alors pur ou simple. Les propriétés mécaniques des roches dépendent de leur minéralogie, des conditions pression – température et de la présence de fluides ainsi que de la vitesse de déformation.</p> <p>Ces propriétés mécaniques mènent à la définition thermomécanique de la lithosphère abordée précédemment.</p> <p>Le comportement global de la lithosphère est déterminé par son enveloppe rhéologique, mais ce modèle statique est questionné par des observations de terrain ainsi que par des données géophysiques. L'hétérogénéité verticale de comportement mécanique de la lithosphère peut déterminer des niveaux de découplage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguer déformation et contrainte. - Construire une ellipse (2D) ou un ellipsoïde (3D) de déformations, dans le but d'établir, lorsque cela est possible, l'orientation des contraintes. - Exploiter des courbes rhéologiques pour distinguer déformation élastique, déformation plastique, phénomène de fluage et la notion de rupture. - Distinguer un comportement ductile et un comportement cassant (ou fragile). - Relier les différents types de comportement à la compétence des roches et aux conditions thermodynamiques. - Illustrer l'importance de la vitesse de déformation dans la rhéologie. - Établir un profil rhéologique de la lithosphère continentale à l'aide de la loi de Byerlee et des lois de fluage. - Relier le profil rhéologique avec la distribution des séismes en profondeur. - Comparer les profils rhéologiques des lithosphères continentale et océanique. - Discuter l'allure de ces profils en fonction du gradient géothermique local. - Discuter des limites d'application des enveloppes rhéologiques à partir d'observations. - Analyser des objets tectoniques à partir de différents supports à différentes échelles (cartes géologiques, photographies, échantillons). - Analyser des objets tectoniques, en termes d'ellipsoïde des déformations finies et, lorsque c'est possible, faire le lien avec le régime de contraintes. - Analyser des microstructures associées aux structures d'échelle supérieure. - Analyser un style structural régional. - Savoir relier observations de terrain et déformation. - Établir un profil rhéologique de la lithosphère continentale à l'aide de la loi de Byerlee et des lois de fluage. - Relier le profil rhéologique avec la distribution des séismes en profondeur. - Comparer les profils rhéologiques des lithosphères continentale et océanique. - Discuter l'allure de ces profils en fonction du gradient géothermique local. - Discuter des limites d'application des enveloppes rhéologiques à partir d'observations.
STD2 – Les séismes, origine et conséquences	
<p>L'étude des séismes et l'évaluation des aléas sismiques passent par la description des événements et par des mesures et des calculs (magnitude, mécanismes au foyer, déplacement par GPS...). La relaxation rapide d'énergie accumulée par les déformations élastiques, mesurables par géodésie spatiale, est responsable de la formation des séismes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Expliquer la notion de magnitude et les ordres de grandeurs et comparer la magnitude de moment à une intensité type MSK. - Relier les notions de magnitude et de temps de récurrence à l'évaluation de l'aléa sismique. - Expliquer la notion de risque : distinguer les concepts d'aléa et de risque.

<p>La notion (historique) de cycle sismique rassemble l'accumulation de déformation élastique et le rebond sismique.</p> <p>Pour un séisme donné, le mécanisme au foyer permet l'analyse de la géométrie de la faille et de son mouvement. L'étude d'un ensemble de mécanismes au foyer dans une région donnée permet de caractériser et modéliser le contexte tectonique. La distribution mondiale des séismes et la variabilité des mécanismes au foyer renseigne sur la géodynamique globale et sur les frontières de plaques.</p> <p>Les mesures de géodésie spatiale par GPS permettent d'évaluer les déplacements instantanés, de les comparer à ceux déterminés à l'échelle des frontières de plaque (en termes de bilan de déformation) et de préciser la connaissance de l'aléa localement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Discuter la notion de cycle sismique en la confrontant avec des données géodésiques actuelles. - Exploiter des données de mécanismes au foyer. - Relier ces données aux contextes géodynamiques. - Exploiter et relier des données de géodésie spatiale (GPS) permettant la surveillance des failles actives et la quantification de l'aléa par mesure de l'accumulation de déformation élastique autour de ces failles. - Comparer en ordre de grandeur les déplacements (temps, distance, mouvement des plaques, mesures locales).
--	--

STE – Le phénomène sédimentaire

Savoirs visés	Capacités exigibles
STE1 – Modelés des paysages et transferts de matériaux en surface	
<p>Les facteurs d'altération</p> <p>Les matériaux en surface sont soumis à de multiples processus d'altération, qui engendrent des formations résiduelles, et d'érosion, avec en particulier l'entraînement de produits par les eaux. La diversité des modelés des paysages est liée à l'action relative de différents facteurs : des facteurs intrinsèques (lithologie, relief) et des facteurs externes (climat, végétation).</p> <p>Les principaux processus d'altération chimique par l'eau sont l'hydrolyse et la dissolution. L'altérabilité des silicates est due à la structure des cristaux et à la nature des ions présents dans le réseau cristallin qui interagissent avec les molécules d'eau. L'hydratation des ions est proportionnelle à leur charge ionique et inversement proportionnelle à leur rayon atomique. Cette propriété est illustrée par le diagramme de Goldschmidt.</p> <p>L'hydrolyse des silicates conduit à la formation d'argiles dont la nature est en relation avec l'intensité de l'altération, qui elle-même dépend du climat (bisiallittisation, monosiallittisation, allittisation). Les produits de l'altération sont différemment mobilisables, en particulier en fonction de leur solubilité.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser le modelé d'un paysage à partir de documents photographiques et cartographiques. - Identifier les principaux processus d'altération et d'érosion déterminant l'évolution d'un paysage. - Proposer des hypothèses sur l'influence possible des différents facteurs structuraux, lithologiques et climatiques dans l'évolution du paysage. - Caractériser le phénomène d'altération à partir de données de l'échelle du paysage à celle du minéral (sur l'exemple du granite). - Relier la diversité des produits d'altération aux conditions d'altération (climat et végétation). - Utiliser le diagramme de Goldschmidt afin de distinguer les éléments lessivés et les produits insolubles. - Analyser l'altération des roches carbonatées en s'appuyant sur l'équilibre des carbonates et ses éléments de contrôle. - Interpréter la présence éventuelle d'oxydes et d'hydroxydes de fer et d'aluminium (latéritisation) dans les formations résiduelles (exemple des bauxites).
<p>Précisions et limites : Le raisonnement est privilégié. Sont à connaître, quelques facteurs de surface (altitudes, relief et pentes, végétation) et quelques facteurs climatiques (température, précipitations). Les stades d'hydrolyse sont étudiés sur les feldspaths alcalins. On se limite à l'illite (TOT) et à la kaolinite (TO) pour mettre en évidence la bisiallittisation et la monosiallittisation, à partir de l'hydrolyse de l'orthose. La classification des argiles n'est pas au programme.</p>	
<p>Érosion et entraînement de matière</p> <p>En surface des continents, l'érosion se traduit par des flux de matières en solution (solutés) ou en suspension (particules).</p> <p>Ce flux conduit à un tri minéralogique et chimique qui préfigure la formation de nouveaux matériaux.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Expliquer le comportement des particules détritiques en fonction de la vitesse du courant et de la granulométrie par le diagramme de Hjulström.
<p>Précisions et limites : Ce point correspond à la phase de transport des produits d'altération. On ne traite pas de l'impact des activités humaines sur les transferts de surface.</p>	

STE2 - La sédimentation des particules et des solutés (deuxième semaine seulement)

La sédimentation s'opère dans des bassins sédimentaires dont la géométrie est conditionnée par le contexte géodynamique. Dans un bassin sédimentaire, la répartition des sédiments dépend de l'espace potentiellement disponible (accommodation) entre le niveau de la mer et le fond du bassin. La variation du niveau marin absolu (eustatisme) ou du niveau de base (substitut du niveau marin en domaine continental) gère les variations d'espace disponible pour la sédimentation, en lien avec les effets de la subsidence et du flux sédimentaire.

Les dépôts de particules en suspension (sédiments détritiques) sont liés aux conditions hydrodynamiques des milieux et se produisent dans des environnements variés. Les sédiments présentent des structures et des figures sédimentaires diverses, à différentes échelles, traduisant les régimes hydrodynamiques.

- Exploiter des données montrant le lien entre le contexte géodynamique et le type de bassin.
- Exploiter des données issues de documents complémentaires (cartes, données géophysiques et sédimentologiques) permettant de comprendre l'origine et l'histoire géodynamique (subsidence) d'un bassin sédimentaire intracratonique (le Bassin parisien).
- Exploiter une carte montrant des formations superficielles (moraines, formations fluviatiles, ...).
- Analyser des structures (ou figures) sédimentaires à partir de données expérimentales (diagramme d'Allen) et d'observations actuelles pour en identifier l'origine et la dynamique de mise en place.
- À partir de données cartographiques, relier la distribution de dépôts détritiques, au niveau d'un delta et d'un estuaire, et la dynamique de l'hydrosphère.
- Identifier macroscopiquement et de manière raisonnée diverses roches : conglomérats, grès, argilites, marnes.

La sédimentation des solutés est précédée d'une bioprécipitation ou d'une précipitation chimique. La sédimentation carbonatée résulte pour l'essentiel de l'activité d'êtres vivants : organismes produisant des tests et des coquilles ou bactéries provoquant des précipitations. Elle se produit surtout en domaine marin de plateforme et caractérise aussi les environnements récifaux. La sédimentation carbonatée pélagique est le fait de micro-organismes planctoniques (Foraminifères planctoniques, Coccolithophoridés). Les dépôts ne s'observent pas au-delà d'une certaine profondeur, qui définit la profondeur de compensation des carbonates (PCC) variable d'une zone océanique à une autre et fluctuante à l'échelle des temps géologiques. La silice dissoute dans l'eau de mer peut être utilisée par des micro-organismes planctoniques (Radiolaires, Diatomées), ce qui alimente la sédimentation de boues siliceuses, non limitée par la profondeur et inégalement distribuée.

La précipitation de solutés en domaine lagunaire ou littoral, peut engendrer des évaporites (gypse- anhydrite, halite, sylvite) par concentration des solutions.

- Identifier macroscopiquement et de manière raisonnée diverses roches : calcaires, marnes, bauxites.
- Analyser les caractères d'une roche carbonatée pour en déduire l'origine et les conditions de formation, en utilisant la classification de Dunham.
- Relier le profil (transect proximal-distal) d'une plateforme carbonatée et la succession des faciès (lagon, récif, avant-récif, large) en liaison avec l'hydrodynamisme (cf. classification de Dunham).
- Identifier l'origine et les facteurs de contrôle de la sédimentation carbonatée et siliceuse à partir de l'étude de la sédimentation pélagique (en se limitant à la lysocline et à la PCC de la calcite).
- Identifier les principaux micro-organismes impliqués dans la production carbonatée pélagique (Foraminifères planctoniques, Coccolithophoridés) et dans la production siliceuse pélagique (diatomées, radiolaires).
- Relier la localisation et les caractères d'une séquence évaporitique avec les conditions chimiques de précipitation de sels.
- Identifier macroscopiquement et de manière raisonnée diverses roches : halite, gypse-anhydrite.

STE3- La diagenèse

Au cours de l'enfouissement, les sédiments sont transformés en roches sédimentaires (diagenèse). Ces transformations sont marquées par des mécanismes physiques de compaction et par des mécanismes chimiques de précipitation.

- Exploiter des observations pétrologiques (roches et photographies de lames minces) et des données relatives aux transformations diagénétiques (cimentation).

Précisions et limites : Le Bassin parisien est traité en TP de cartographie (partie ST-A).

Dans le cas des structures sédimentaires, on se limite à l'identification des rides et au litage horizontal. Le diagramme d'Allen n'est pas à mémoriser. La structure tripartite (plaine deltaïque, front de delta, prodelta) des deltas n'est pas exigible : seuls les mécanismes à l'origine de leur dynamique (origine et dépôt des particules en fonction de l'hydrodynamisme) sont à connaître.

En ce qui concerne les environnements carbonatés, on se limite à l'étude d'une plate-forme associée à un milieu récifal. Le rôle des stromatolithes en tant que bio-constructeur dans ces environnements est souligné. La nomenclature relative aux différents types de récifs est hors programme. Seule la classification de Dunham est exigible ; la classification de Folk est hors programme.

On se limite aux phénomènes de cimentation dans les carbonates, en montrant la différence entre sparite et micrite. La dolomitisation est hors programme.