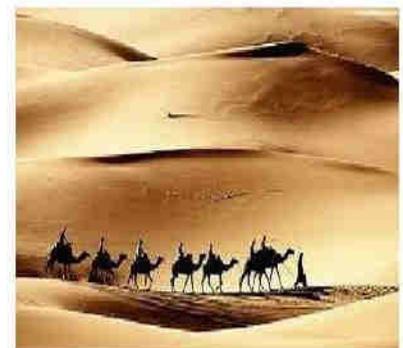
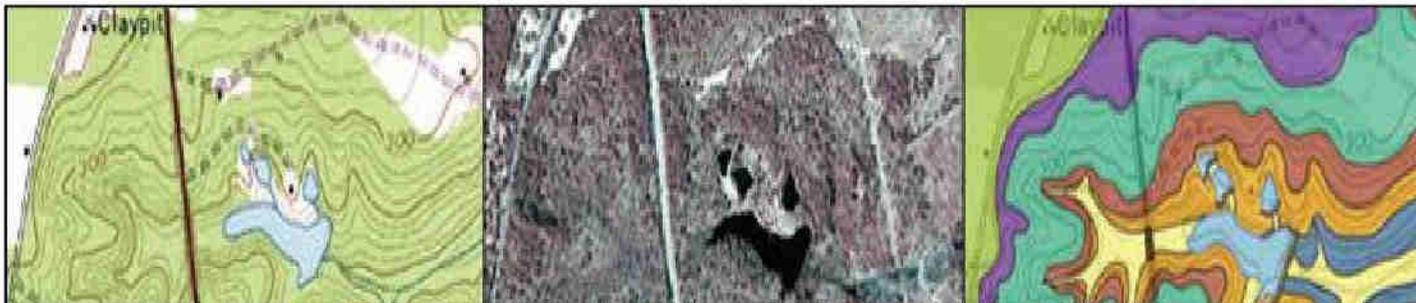


L1 /GAT

GÉOMORPHOLOGIE

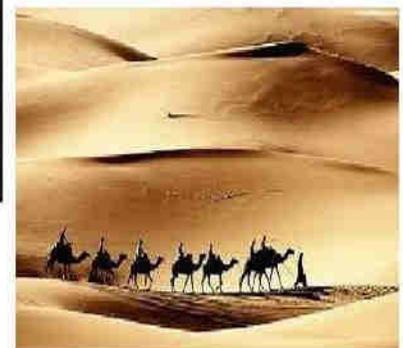
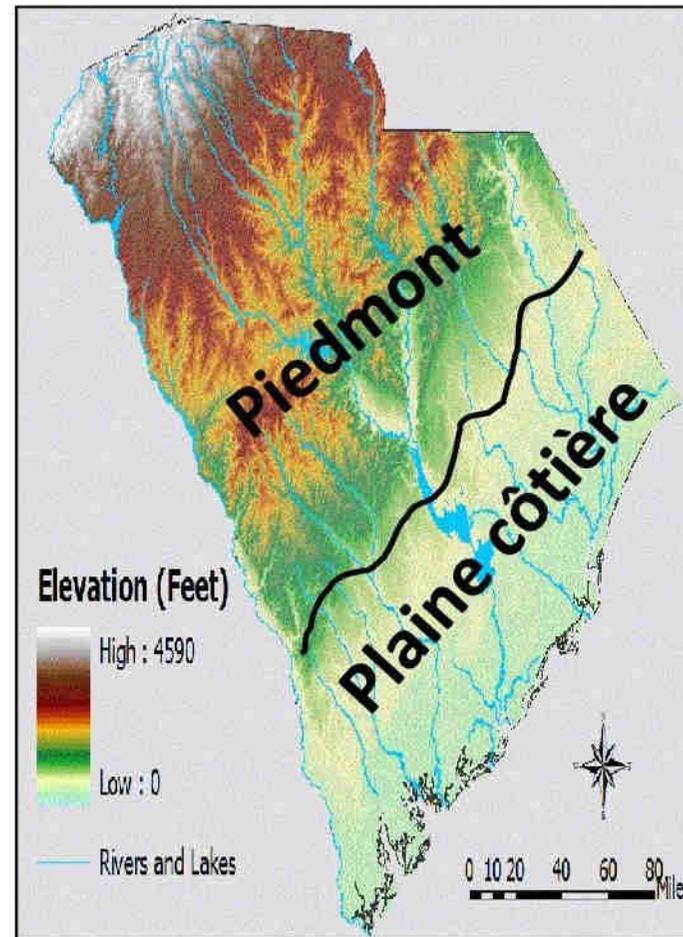
1. Définitions de Base:

- **Topographie** : réfère à l'élévation et le relief de la surface de la terre.
- **Formes de reliefs**: sont les formes topographiques sur la surface de la Terre.
- **Géomorphologie** : Est l'étude des processus et des formes de la surface de la terre.



1. Définitions de base: La Topographie

- La topographie est mesurée par les différences d'altitudes entre les surfaces de la terre.
- Les différences entre haute et basse altitude sont appelées changements en relief.
- Les scientifiques examinent la topographie en utilisant une variété de sources allant de simples cartes topographiques en papier à des modèles altimétriques numériques (MNA) et (MNT) développés à l'aide de systèmes d'information géographique communément appelés un SIG.



1. Définitions de base: Le Relief

- Relief sont les formes topographiques individuelles qui affleurent à la surface de la Terre.
- Les Reliefs varient en taille et en forme (petits ruisseaux , dunes de sable, ou des formes importantes comme le Mississippi ou Himalaya...etc).
- Le développement des Reliefs peut être relativement simple et ne concerne que quelques **processus**, ou très complexes et impliquent une combinaison de plusieurs **agents** et **processus**.
- Les sciences de la Terre qui étudient les reliefs fournissent aux décideurs des informations sur les ressources naturelles, pour prendre des décisions concernant la construction d'ouvrages , d'infrastructures qui touchent les humains et l'environnement.



1. Définitions de Base: Le Relief

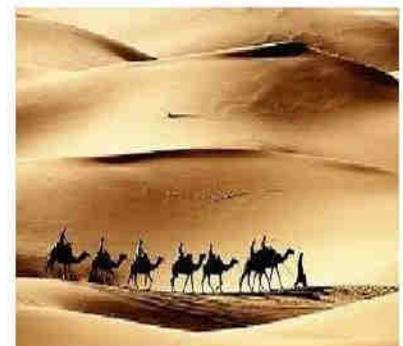
❖ Echelle des reliefs

L'échelle des formes de relief varie de plus de 15 (!) Ordres de grandeur.

- Continents (10^7 km²) et les formes à micro-échelle comme les ripples, et les stries glaciaires (10^{-8} km²).

Salisbury (1919) a introduit le concept de hiérarchie de reliefs en divisant les reliefs de la Terre, selon leur taille, en trois ordres de grandeur suivants:

- Les reliefs de premier ordre
- Les reliefs du deuxième ordre
- Les reliefs du troisième ordre

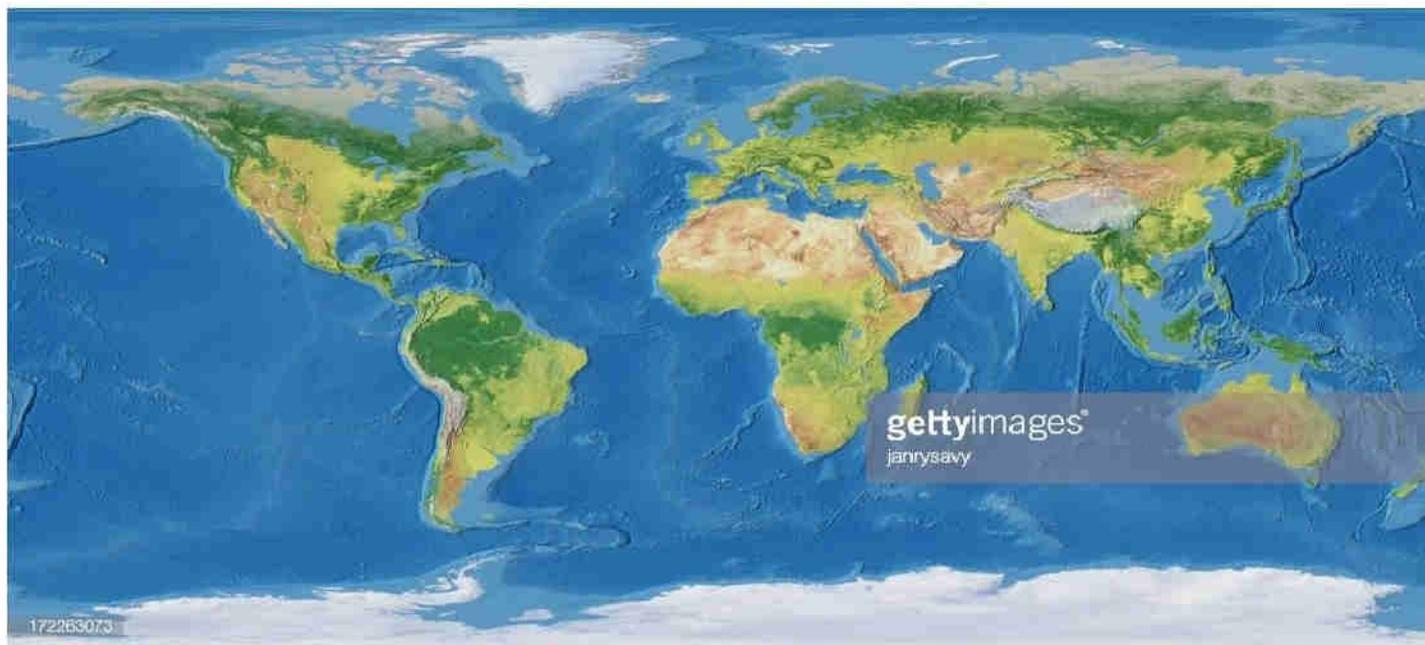
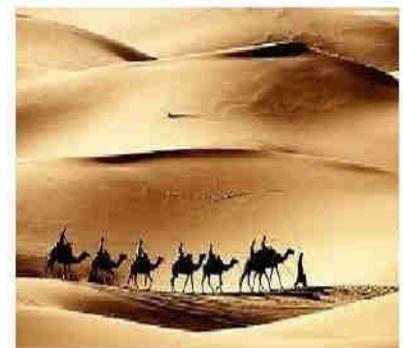


1. 1 Les reliefs du premier ordre :

Dans cette catégorie, sont classés :

- Les continents qui représentent (29,2%) de la surface du globe terrestre situées au-dessus du niveau de la mer et;
- Les bassins océaniques formés des zones de la croûte terrestre situées au dessous du niveau de la mer et qui représentent (70,8%) de la surface totale de la terre.

Ces reliefs sont assez stables mais ont montré des signes de changement de forme.

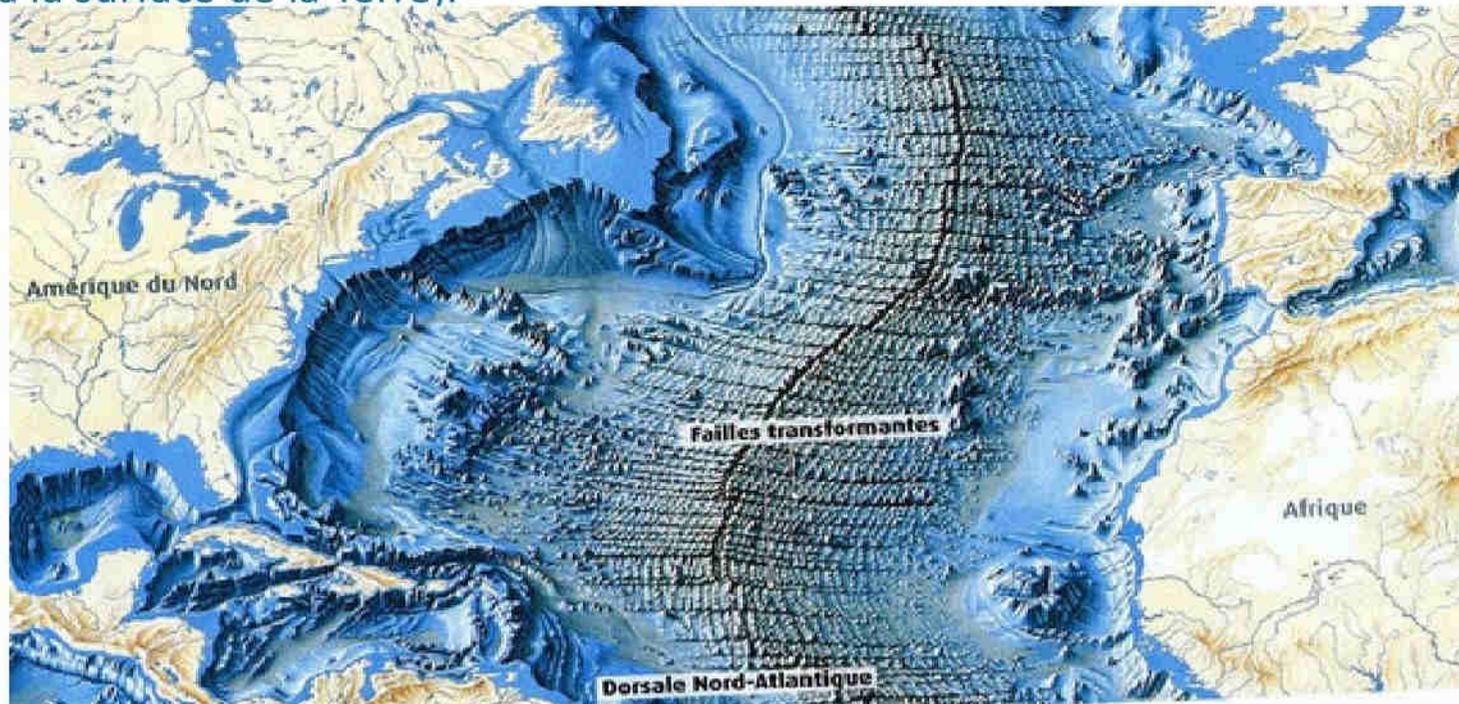


1. 1 Les reliefs du deuxième ordre :

Appelés reliefs structuraux et comprennent, à une échelle régionale:

- **Les formes continentales** comme les montagnes, les plateaux, les plaines et les basses terres, et;
- **Les grands bassins océaniques** englobant les plateaux continentaux, les pentes, les plaines abyssales, dorsales océaniques, et les fossés sont tous des reliefs de second ordre.

Ces reliefs résultent de l'interaction de forces endogènes (forces agissant à l'intérieur de la Terre) et de forces exogènes (forces agissant à la surface de la Terre).



1. 1 Les reliefs du troisième ordre :

➤ Les reliefs de troisième ordre englobent les formes individuelles du relief qui se rencontrent sur les reliefs du deuxième ordre. Exemples les volcans individuels, les formes glaciaires, les vallées, les rivières, les plaines inondables, les lacs, les terrasses marines, les plages et les dunes.



Plaine inondable d'El Kala

➤ Chaque relief majeur classé dans le troisième ordre de relief peut également contenir **de nombreuses formes plus petites** ou plusieurs types d'une seule forme.

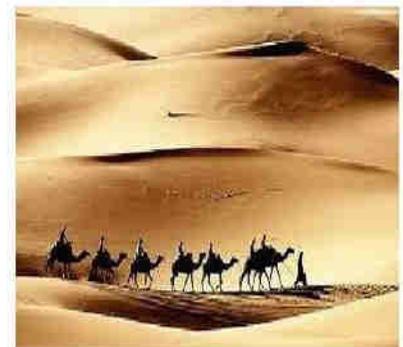
Par exemple:

la plaine inondable est un relief individuel, elle peut également contenir une mosaïque de reliefs plus petits, notamment **des barres ponctuelles** et **des levées naturelles**.

Les rivières, bien qu'elles ne forment qu'un seul relief, peuvent être classées selon divers types de chenaux: **droit**, **sinueux** ou **tressé**.



© David McGarry. All rights reserved. This content is excluded from our Creative Commons license. For more information, see <http://ocw.mit.edu/help/faq-fair-use/>.



1. Définitions de base: La Géomorphologie

Le mot «**Géomorphologie**» vient des racines grecques

Γεω (Géo): Terre *μορφή (Morph):* Forme *λογος (logos):* Discours (Science)

La géomorphologie est donc exactement «l'étude des formes de la terre».

"**La géomorphologie** est la science qui concerne la forme de la surface de la terre et les processus qui la créent." (Summerfield, 1991).



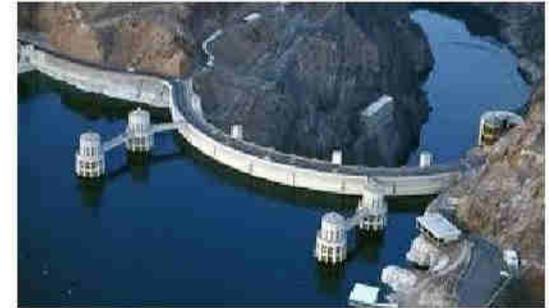
1. Définitions de base: La Géomorphologie

- La Géomorphologie est donc la science qui concerne les formes terrestres. Elle étudie les formes physiques de la surface de la terre (les formes fluviales , les collines, les dunes de sables, les plages les plaines...etc.
- La géomorphologie étudie principalement les formes du relief du Quaternaire (**Pléistocène** et **Holocène**).
- Les formes de relief de la Terre reflètent l'équilibre local et régional entre les processus hydrologiques, tectoniques, éoliens, glaciaires, atmosphériques et marins.
- Les géomorphologues s'intéressent principalement aux formes de la surface de la Terre, y compris leur origine, leur histoire, leur composition et leur impact sur l'activité humaine.



2. Importance de la Géomorphologie

- Comprendre les processus géomorphologiques de divers environnements.
- Détecter efficacement les risques naturels et environnementaux, **par ex.** tremblement de terre, inondation, glissement de terrain, tsunami, volcanisme, etc.
- Identifier divers reliefs et paysages
- Identifier diverses caractéristiques de relief à partir d'images satellitaires
- Recherche côtière et fluviale
- Etudes de vulnérabilité
- Géologie, géographie, archéologie, ingénierie, planification, exploitation minière, construction, urbanisation...

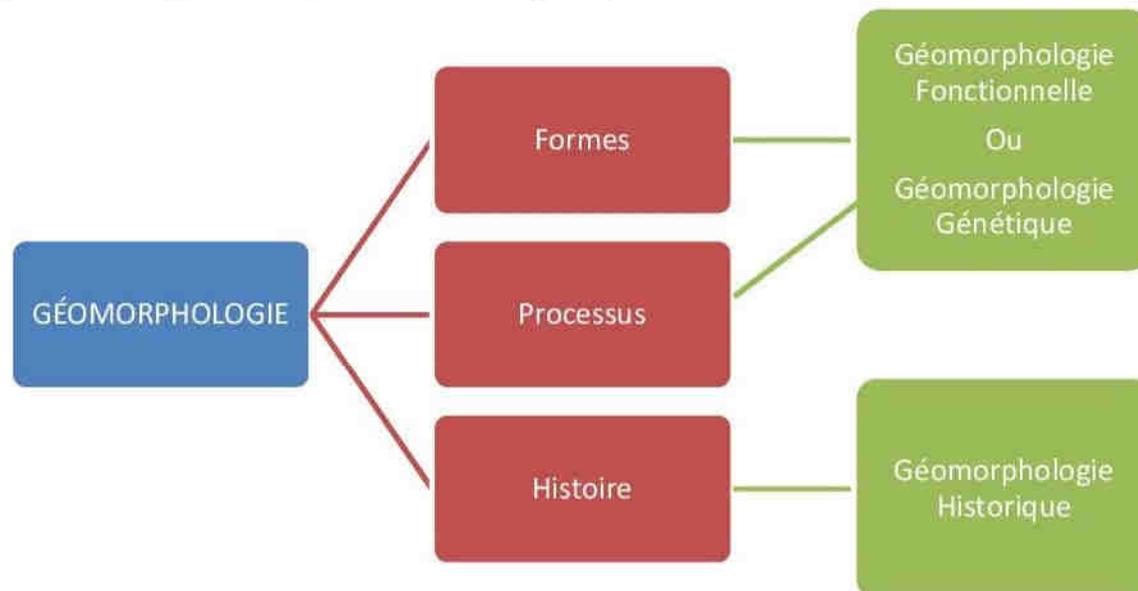


3. Les subdivisions de la Géomorphologie

- La nouvelle appellation (définition) de la géomorphologie comme discipline nouvelle qui investit les formes terrestres et les processus qui les façonnent. Les géomorphologues actuels étudient donc les trois principaux aspects des formes terrestres:
 - Formes
 - Processus
 - Histoire

Les deux premiers aspects sont appelés **géomorphologie fonctionnelle**, (Géomorphologie génétique).

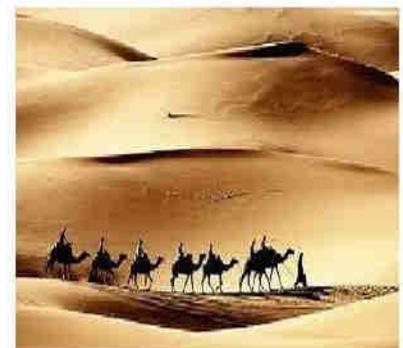
Le dernier la **géomorphologie historique**.



3. Brève Histoire de la Géomorphologie

La pensée géomorphologique est passée par plusieurs étapes:

- **Observation et hypothèse** - Hérodote 450 av.
- **Description** - Hutton - 1700 +
- **Explication 1800's**
 - Agassiz - reliefs glaciaires
 - Powell (1834 -1902) - fluviale / structure
 - Gilbert (1843 -1918) - Toutes surfaces
- **Corrélation**
 - Davis (1850 -1934) - fluvial +
- **Quantification et prédiction** - un objectif commun à présent



3. Brève Histoire de la Géomorphologie

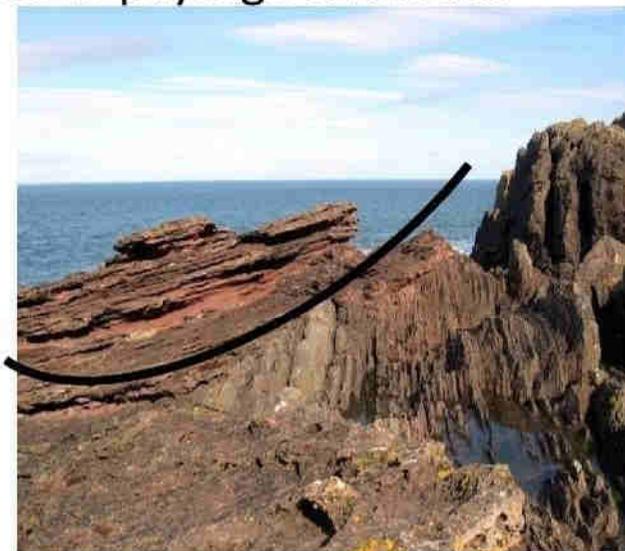
Création de paysage vs développement de paysage

Catastrophisme 17^{ème} et 18^{ème} siècle

- Les caractéristiques de la surface terrestre sont apparues brutalement dans le passé à partir de processus totalement différents de ceux qui opèrent actuellement.
- **Werner (1749-1817 après J.-C.)** a émis l'hypothèse que toutes les montagnes se formaient sous l'eau sous forme de couches de sédiments et étaient finalement sculptées par les océans qui se retiraient rapidement.
- **Georges Cuvier**: De grandes inondations catastrophiques ont provoqué des discordances et ont sculpté le paysage terrestre.



Georges Cuvier, 1768-1832



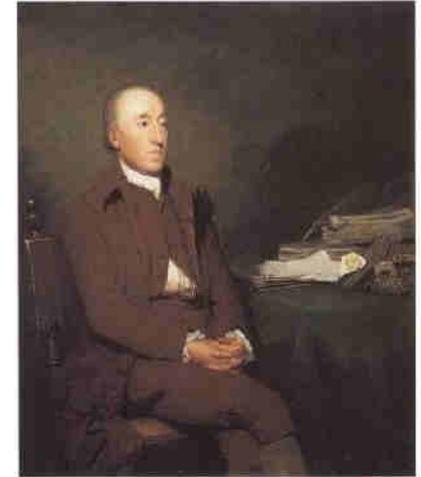
3. Brève Histoire de la Géomorphologie

Puis arrivèrent les uniformitaristes:

UNIFORMITARISME

C'est une théorie en géologie qui stipule que les processus qui se sont exercés dans le passé lointain s'exercent encore de nos jours. Cette théorie s'oppose au catastrophisme

- Les granites se forment par la chaleur et la fusion dans les profondeurs de la terre, puis sont soulevés et exhumés.
- Les reliefs sont produits par des processus lents et continus.



James Hutton
(1726-1797)

Uniformitarisme

- Les sédiments sont érodés à partir des reliefs, pour être ensuite déposés et lithifiés ultérieurement dans de nouvelles roches.
- Il n'y a ni début ni fin apparent pour le développement du relief.

Uniformitarianism en Anglais

Uniformitarisme en Français

L'adage:

"The Present Is the Key to the Past"

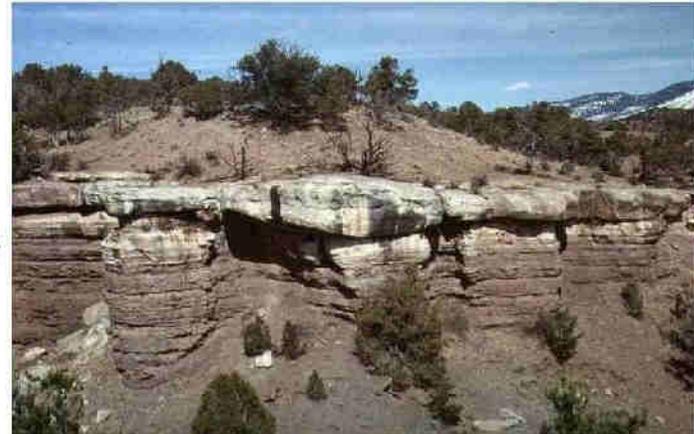
« Le Présent est la Clé du Passé »

Uniformitarisme

- le présent est la clé du passé
- **l'hypothèse** : les lois physiques, chimiques et biologiques sont constantes. C'est-à-dire que les processus opérant aujourd'hui sont les mêmes que ceux opérant dans le passé.
- le changement est lent et progressif (terre est vieille)



Chenaux fluviaux actuels



Chenaux fluviaux anciens

3. Brève Histoire de la Géomorphologie

Les Partisans de Hutton

John Playfair (1748-1819) :

- Illustrations de la théorie Huttonienne de la Terre (1802).
- Les cours d'eau ont leur propre système de drainage.
- Le cours d'eau atteint et maintient l'équilibre, ajusté au gradient local. CONCEPT DE "COURANT GRADÉ"
- La Terre est très ancienne; processus en cours continuent à la changer.

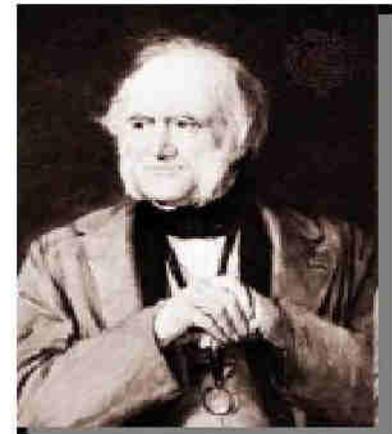


Charles Lyell (1797-1875)

Les principes de géologie (1833 - 1875)

Un puissant promoteur de la théorie uniformitarienne

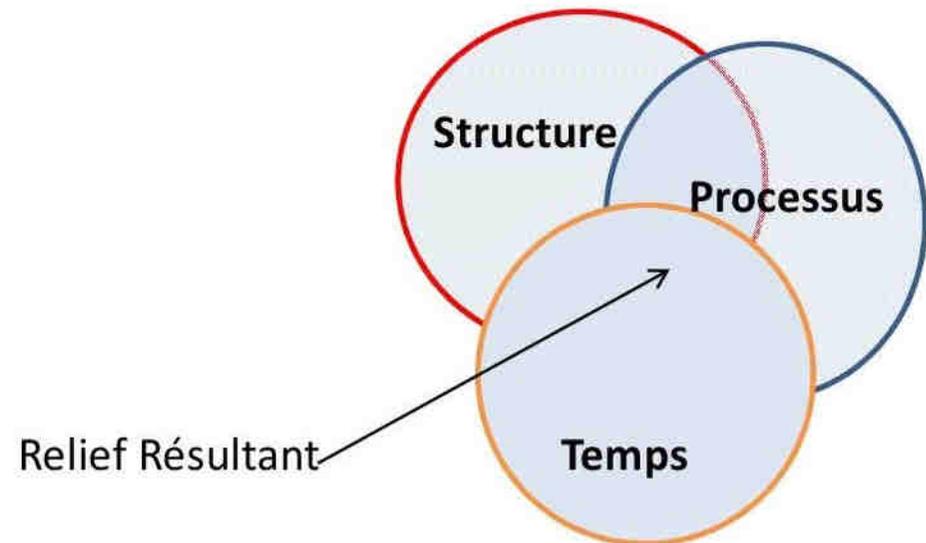
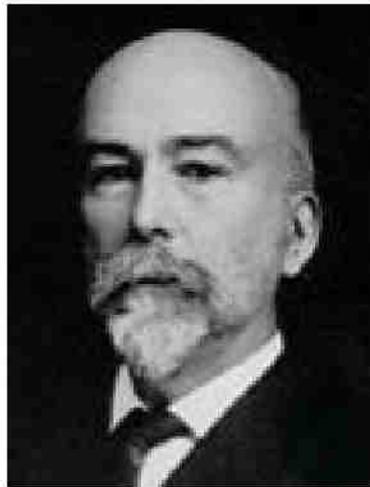
Un adversaire ardent du catastrophisme



3. Brève Histoire de la Géomorphologie

Suivis de près par les évolutionnistes: Géomorphologie évolutive

- **William Morris Davis (1850-1934) : Le cycle géographique ou le cycle d'érosion**
- Basé sur la théorie de l'évolution darwinienne
- Les paysages évoluent au fil du temps
- Le stade d'évolution peut être déterminé en examinant les caractéristiques du paysage.
- Implique que le **TEMPS** est le facteur critique pour déterminer à quoi ressemble le paysage.



Le Cycle d'érosion avancé par **William Morris Davis** entre 1884 et 1899 a été la première nouvelle théorie de l'évolution des paysages terrestres. Le cycle a été inspiré des théories de **l'uniformitarisme formulées par James Hutton (1726-1797)**.

Ce modèle assume que le **uplift (l'élévation)** a été mis en place rapidement

Structure: masse rocheuse (ou masse de matériau non consolidé).

Processus: processus constructif ou destructif (actuel / relique)

Temps (étape): les formes de relief évoluent par étapes à partir d'actions continues de processus géomorphologiques.

Structure: substrat rocheux calcaire

Processus: altération (dissolution)

Temps: 10^3 à 10^6 ans?



Structure: sédiments delta

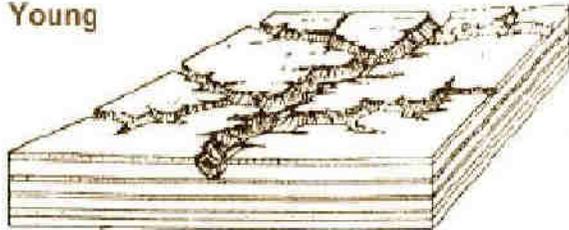
Processus: dépôt / érosion

Temps: 10^3 à 10^4 ans?

Le cycle géomorphologique, appelé aussi cycle géographique ou cycle d'érosion, la théorie de l'évolution des reliefs.

Dans cette théorie, d'abord énoncée par William M. Davis entre 1884 et 1934, les reliefs sont supposés changer avec le temps de la **«jeunesse»**, **«maturité»** et **«vieillesse»**, chaque étape ayant des caractéristiques spécifiques.

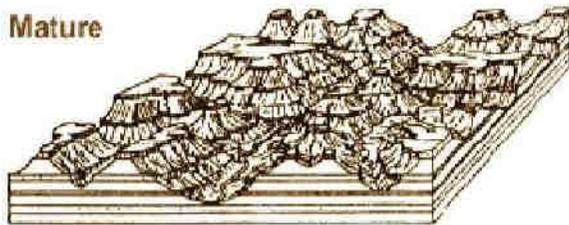
Young



«jeunesse»

L'étape initiale, ou jeune, du développement du relief a commencé avec le soulèvement qui a produit des plissements ou soulèvement d'un bloc.

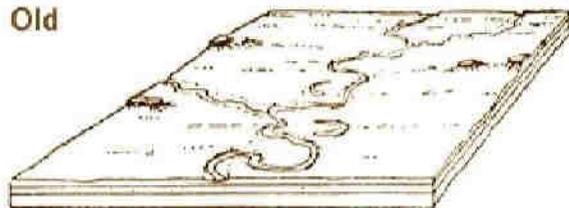
Mature



«maturité»

Les processus géomorphologiques sans complications majeurs des mouvements tectoniques usent progressivement la topographie.

Old



«vieillesse»

pénéplaine: une zone de bas relief formée par une longue période d'érosion continue

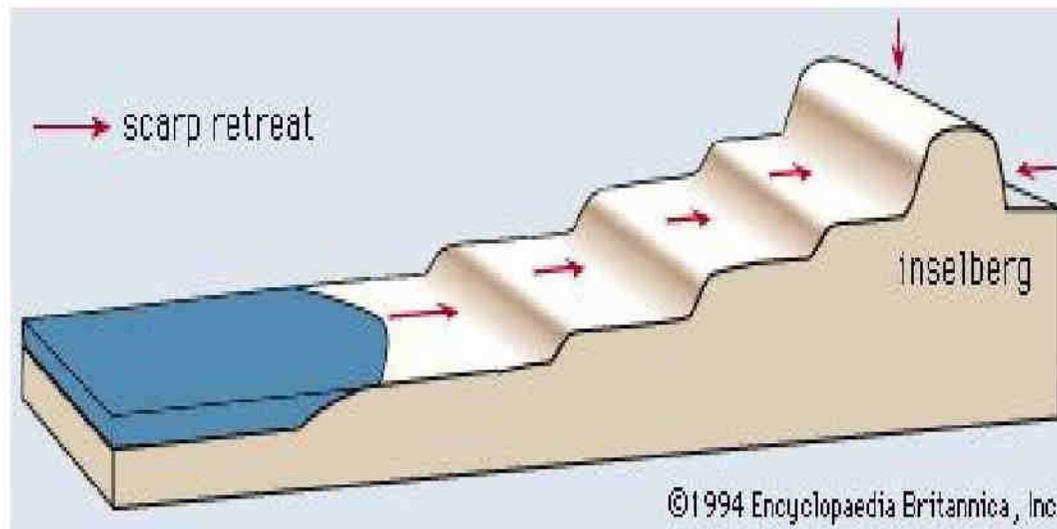
Les critiques

Trois types de critiques peuvent être formulées en direction de la théorie de l'érosion davisienne en particulier:

- (1) Le soulèvement isostatique continue au cours de l'érosion,
- (2) La variabilité climatique affichée par la plupart des terres, et
- (3) Le comportement hydraulique des rivières noté par Gilbert qui empêche l'alluvionnement des vallées dans des conditions normales et humides.

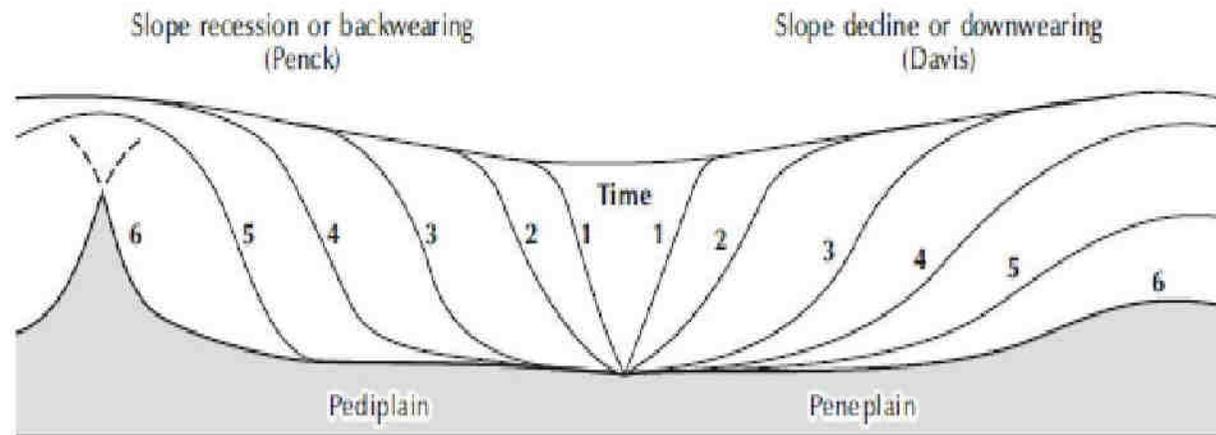
Les concepts géomorphologiques de bases de Penck (1924) et C.King (1953)

Walther Penck (1924) et C. King (1953) ont développé un modèle alternatif à Davis, estimant que l'évolution du relief a été mieux décrite comme un équilibre entre les processus de soulèvement en cours et la dénudation, plutôt qu'un soulèvement unique suivie par érosion de Davis.



La continuité et l'interaction graduelle des processus tectoniques et de la dénudation conduit à des modèles d'évolution de paysages différents, dans lequel l'évolution individuelle des pentes peut déterminer l'évolution du paysage entier.

- Trois principales formes de pentes évoluent avec les différentes combinaisons des taux de soulèvement et d'érosion.
- Premièrement, les profils à pente convexe, résultant de développement croissant, se forment quand le taux de soulèvement outrepassse le taux de dénudation.
- Deuxièmement, les pentes raides, résultant de développement stationnaire, se forment quand les taux de soulèvement et de dénudation s'égalisent.
- Et troisièmement, les pentes concaves, résultant d'un développement décroissant, se forment quand le taux de soulèvement est inférieur au taux de dénudation.
- Plus tard, des travaux ont montré que les formes des vallées ne dépendent pas simplement des taux de soulèvement et de dénudation mais de la nature des processus qui érodent la pente et le type de matériel qui forme cette pente.



Récession de la pente produit une pédiplaine
 l'abaissement de la pente produit la pénéplaine

Le Concept d'Eduard Brückner et Albrecht Penck (1901)

D'autres géomorphologues historiens ont utilisé les dépôts géologiques récents pour interpréter les événements du Pléistocène.

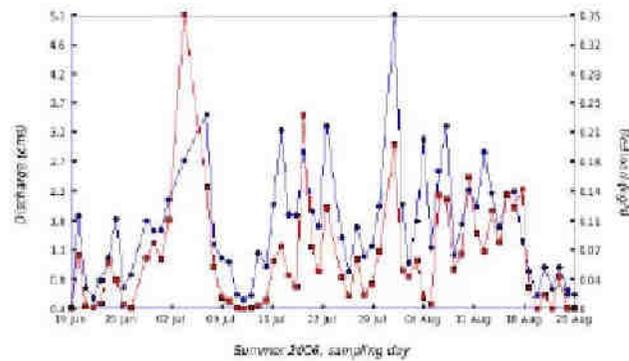
Eduard Brückner et Albrecht Penck's (le père de Walter) ont travaillé sur les effets des glaciations Pléistocène sur le relief des Alpes Bavariennes. Leurs classiques séquences de terrasses fluviales ont donné les noms à plusieurs périodes de glaciations.

Donau, Gunz, Mindel, Riss, et Würm – appelés Géomorphologie du Quaternaire.

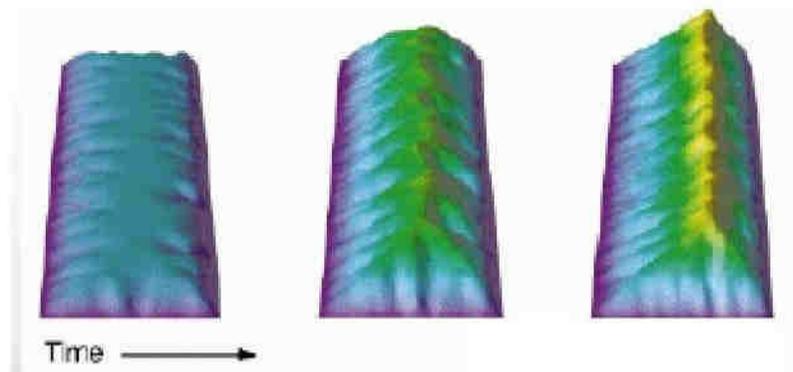
La révolution quantitative et modélisation

Quantification et prédiction - un objectif commun des géomorphologues à présent

Mesures



Modèles



4. Processus Constructifs et Destructifs

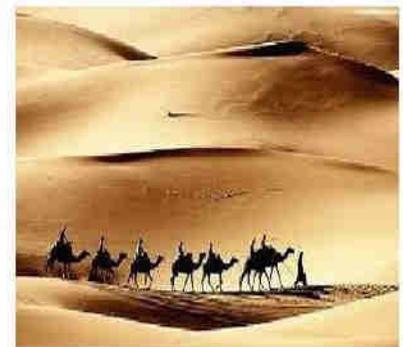
Processus Géomorphologique

• Déf

Le processus responsable de la formation et de l'altération de la surface de la terre.

• Les interactions physiques et chimiques entre la surface de la Terre et les forces naturelles qui agissent sur elle pour produire des formes de relief.

• Les processus sont déterminés par des variables environnementales naturelles telles que la géologie, le climat, la végétation et le niveau de base, sans parler des interférences humaines.



4. Processus Constructifs et Destructifs

4.1 Définition Processus

- Les processus géomorphologiques sont tous ces changements physiques et chimiques qui provoquent une modification chirurgicale de la forme de la terre [W. D. Thornbury (1968): Principes de géomorphologie, p. 34].
- Processus par lequel les formes de la terre sont modifiées ou maintenues [Jim Gardner (1979): géologie physique].

- “Ensemble des étapes et mécanismes menant à une transformation”
Érosion, altération, transport, dépôt..



Processus Constructifs et Destructifs

❖ **Les processus constructifs** construisent des formes de relief à travers des processus de dépôts et tectoniques.

- **Les processus tectoniques** comprennent les mouvements aux limites des plaques, les séismes, l'orogénèse, la déformation et l'activité volcanique.

- **Le dépôt** est l'accumulation ou l'accrétion de matériaux altérés et érodés.

❖ **Les processus destructifs** décomposent les formes de relief par les intempéries, l'érosion et les mouvements de masse.

- **L'altération** : est la désintégration des roches par des agents mécaniques, chimiques et biologiques.

- **L'érosion** : est l'enlèvement et le transport des matériaux altérés par l'eau, le vent, la glace ou la gravité.

- **Le mouvement de masse** : est le mouvement rapide des matériaux vers le bas de la pente par gravité.

Autres agents et processus qui affectent le développement du relief

Climat : température, précipitations, cycle de l'eau, conditions atmosphériques

Temps : taux de changement rapides et lents

L'Homme : influe sur les ressources naturelles et les processus à la surface de la terre

Processus Constructifs

Les processus constructifs sont responsables de la construction physique ou la construction de certains reliefs. Les processus constructifs comprennent la tectonique et les processus de dépôt et leurs formes de relief.

- **Les reliefs tectoniques** sont créés par les mouvements massifs de la Terre dus aux activités tectoniques et volcaniques et comprennent des reliefs tels que: **les montagnes, les vallées de rift, les volcans et les reliefs ignés intrusifs.**
- **Les reliefs de dépôt** sont produits par le dépôt de matériaux de surface altérés et érodés. Les reliefs de dépôt comprennent des formes telles que: **les plages, les îles-barrières, les flèches, les deltas, les plaines inondables, les dunes, les deltas alluviaux et les moraines glaciaires.**



Processus Destructifs

- Les **processus destructifs** créent des reliefs à travers **l'altération** et **l'érosion** des matériaux de surface, facilités par l'eau, le vent, la glace et la gravité.
- Les **phénomènes de pertes de masses** se produisent dans les zones où l'altération et l'érosion sont accélérées.

➤ **L'altération**: est la désintégration et la décomposition de la roche à la surface de la Terre ou à proximité de celle-ci par des processus d'altération mécanique (gel et dégel, température.....), chimique (Hydrolyse...) ou biologique.



Haloclastie



Hydratation et Déshydratation



Action du Gel et Dégel

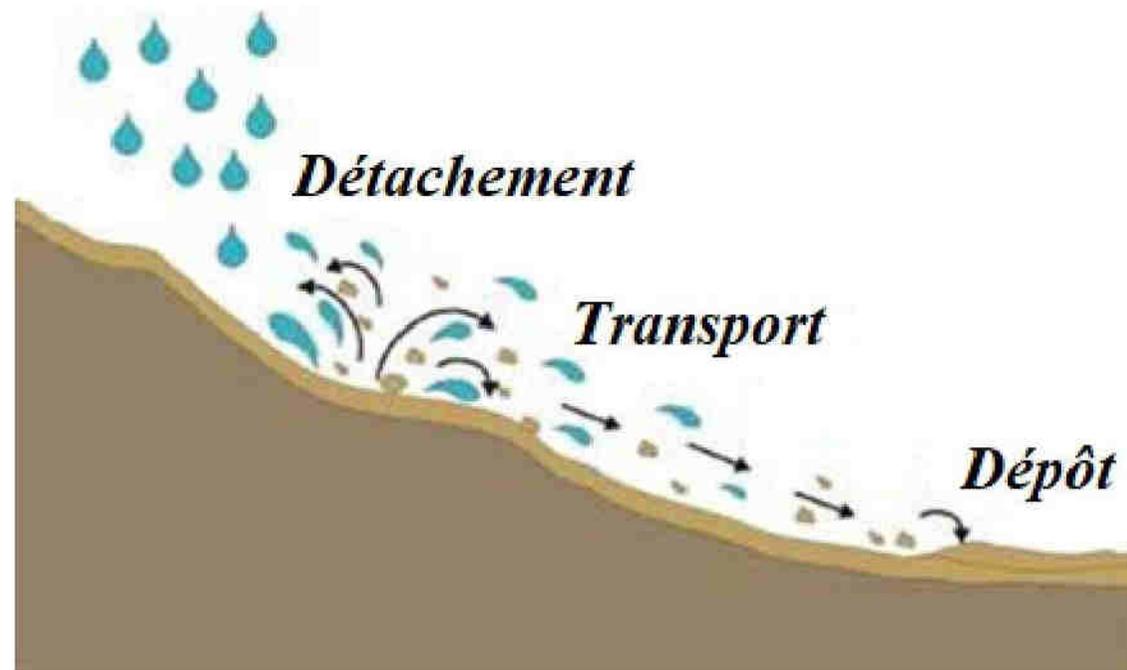


**Action de la température
(Thermoclastie)**

érosion

L'érosion est l'enlèvement et le transport de matériaux altérés ou non par l'eau, le vent, la glace et la gravité.

➤ L'érosion et le transport se produisent simultanément.

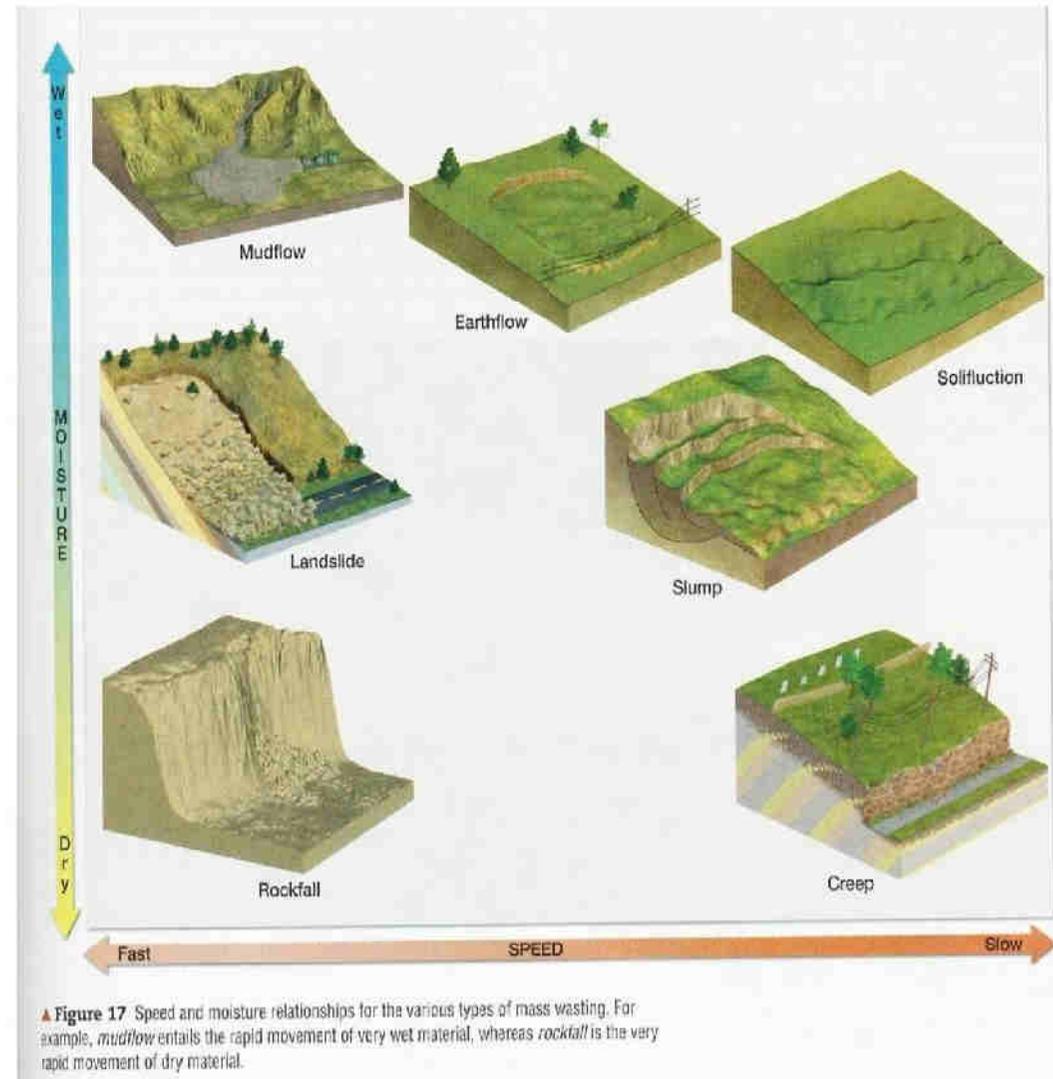


Les mouvements de masse

la perte de masse est le mouvement rapide vers le bas de la pente des matériaux par gravité

Les mouvements de masse comprennent:

- les **éboulements**,
- les **glissements de terrain**,
- les **coulées de débris**
- les **coulées de boue**,
- les **affaissements** et
- le **fluage**.



5. Classification génétique du relief

La classification morphogénétique des formes du relief est basée sur *l'ensemble des processus géomorphologiques* responsables de leur formation. Cela englobe les processus suivants et les formes de relief associées:

- ❖ Relief tectonique
- ❖ Relief volcanique: ignées extrusives
- ❖ Relief volcanique: ignées intrusives
- ❖ Relief fluvial
- ❖ Reliefs karstiques
- ❖ Reliefs éoliens
- ❖ Reliefs côtiers
- ❖ Topographie du fond océanique
- ❖ Reliefs glaciaires

A l'intérieur de chacune de ces classifications génétiques, les formes de terrain résultantes sont le produit de processus constructifs et destructeurs ou d'une combinaison des deux.



Chapitre 2: Relief tectonique

- ❑ Montagnes: orogénèse et déformation
 - Plissement
 - Faille
 - Les fractures

- ❑ Dômes et bassins
- ❑ Vallées du Rift Horst et Graben

- ❑ Chaînes de montagnes majeures:
 - Montagnes Rocky
 - Les Appalaches
 - Montagnes de l'Himalaya
 - Les Andes

Orogénèse ou Orogénie

En grec, ὄρος (*oros*) désigne la montagne

L'orogénèse est l'épaississement de la croûte continentale et la construction de montagnes au cours de millions d'années.

L'orogénie englobe tous les aspects de la formation des montagnes, y compris la tectonique des plaques, l'accrétion de terrains, le métamorphisme régional, les poussées, le plissement, les failles et les intrusions ignées.

le cycle calédonien, s'étendant du début du Cambrien au début du Dévonien ;

le cycle hercynien, (ou **varisque**), s'étendant du Dévonien à la fin du Permien ;

le cycle alpin, s'étendant du début du Trias au Quaternaire.



Ère	Période	Epoque	Etage	Age (en Ma)	
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène		0	
		Pléistocène		-0,01	
	Tertiaire	Néogène	Pliocène	Sup. Gélacien	-1,8
				Moy. Plaisancien	-3,1
				Inf. Zancéen	-5,3
			Miocène	Sup. Messinien	-6,5
				Moy. Serravallien	-11
				Inf. Langhien	-14,5
		Paléogène	Oligocène	Burdigalien	-16
				Aquitainien	-20
			Eocène	Chattien	-23,5
				Rupélien	-28
	Mésozoïque ou secondaire	Crétacé	Supérieur	Priabonien	-34
				Sup. Bartonien	-37
				Moy. Lutétien	-40
				Inf. Yprésien	-46
				Paléocène	-53
				Thanétien	-59
	Inférieur		Danien	-65	
			Maastrichtien	-72	
Campanien			-77		
Santonien			-83		
Coniacien			-87		
Turonien			-88		
Jurassique	Supérieur	Cénomanién	-91		
		Albien	-96		
		Inférieur	Aptien	-108	
		Barrémien	-114		
		Hauterivien	-116		
		Valanginien	-122		
	Moyen	Berriasien	-130		
		Supérieur	Tithonien	-135	
		Kimméridgien	-141		
		Oxfordien	-146		
		Moyen	Callovien	-154	
		Bathonien	-160		
Inférieur	Bajocien	-167			
	Aalénien	-176			
	Supérieur	Teurien	-180		
	Pliensbachien	-187			
	Sinemurien	-194			
	Hettangien	-201			
Trias	Supérieur	Rhétien	-205		
		Norien	-220		
		Carnien	-230		
	Moyen	Ladinien	-235		
		Anisien	-240		
		Inférieur	Scythien	-245	

Cycle orogénique alpin

Ère	Période	Epoque	Etage	Age (en Ma)	
Paléozoïque ou primaire	Permien	Supérieur	Thuringien	-245	
		Inférieur	Soxonien	-258	
			Autunien	-265	
	Carbonifère	Silésien	Stéphanien	-295	
			Westphalien	-305	
			Namurien	-315	
		Dinantien	Viséen	-350	
			Tournaisien	-360	
			Frasnien	-365	
	Dévonien	Supérieur	Frasnien	-375	
			Givétien	-380	
		Moyen	Eifélien	-385	
			Inférieur	Emsien	-390
		Silurien	Supérieur	Praguien	-410
				Lochkovien	-415
	Pridolien			-425	
	Inférieur		Gorstien	-425	
			Homerien	-430	
			Scheinwoodien	-435	
	Ordovicien	Supérieur	Telychien	-445	
Aeronien			-455		
Rhuddanien			-470		
Inférieur		Ashgillien	-485		
		Caradocien	-500		
		Llandellien	-530		
Cambrien	Supérieur	Llanvirnien	-540		
		Arénigien	-550		
	Moyen	Trémadocien	-550		
		Inférieur	Trempéaléauvien	-530	
	Précambrien	Protérozoïque	Franconien	-540	
			Dresbachien	-540	
Mayaïen			-540		
Archéen		Moyen	Amgaïen	-530	
		Sup. Icartien	Lénien	-2500	
		Inférieur	Ardabastien	-2900	
Hadéen		Tommotien	-3500		
		Nemakit-Daldynien	-3800		

Cycle orogénique hercynien

Cycle orogénique calédonien

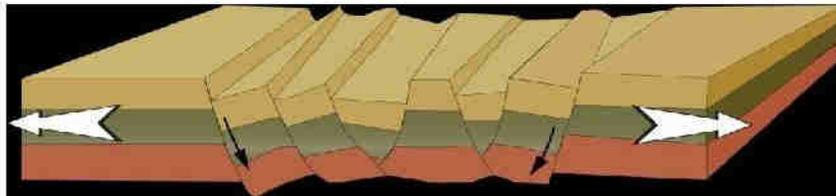
Plusieurs cycles orogéniques

TECTONIQUE A PETITE ECHELLE ET FORMES STRUCTURALES DES RELIEFS

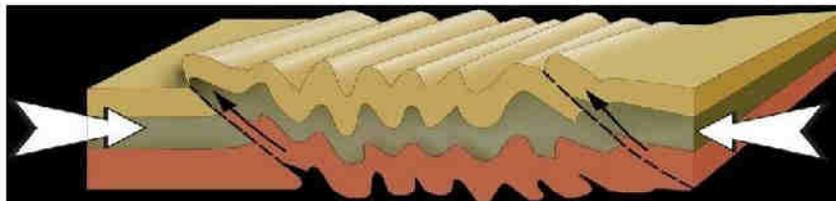
Sous la surface de la terre les roches sont chaudes et tendent à couler cependant, en surface les roches sont froides et deviennent rigides. Ainsi, les roches en surface se fracturent quand les roches se trouvant à l'intérieur de la terre se déplacent (coulent).

Déformation: se produit quand les roches sont soumises à des contraintes (forces) qui sont supérieures à leur propre résistance interne.

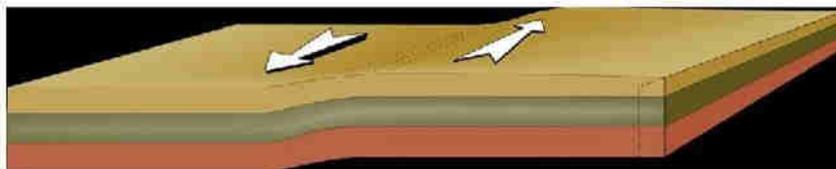
Contrainte: force par unité de surface (N/m^2). Il existe plusieurs types de contraintes: **Extension, Compression, Cisaillement**



Extension: produit les failles et amincissement
(Ex: bassin)



Compression: engendre les failles et les plis



Cisaillement: déplace les couches
Horizontalement et engendre des failles de
Décrochement (ex: faille de San Andreas)

Déformation

- ❑ Les processus de déformation déforment ou altèrent la croûte terrestre par des contraintes ou des pressions extrêmes dans la croûte et le manteau.
- ❑ La plupart des déformations se produisent le long des marges des plaques à la suite des mouvements tectoniques des plaques. Le plissement et la faille sont les processus de déformation les plus courants.
- Le plissement se produit lorsque les roches sont comprimées de sorte que les couches se tordent et se plient.
- La cassure se produit lorsque des roches se fracturent sous l'accumulation de contraintes extrêmes créées par des forces de compression et d'extension.

Les déformations ductiles : plissements

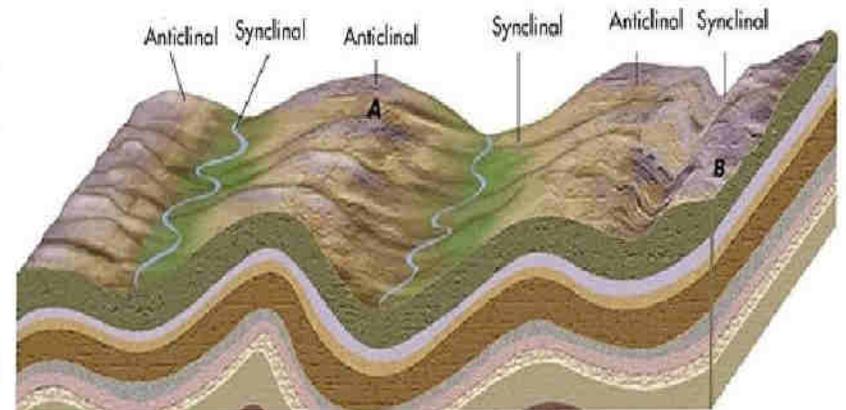
Le plissement se produit lorsque les roches (en particulier sédimentaires suffisamment chaudes) sont comprimées ou déformées par des forces tectoniques latérales.

Le diagramme ci-dessous est un dessin illustrant le plissement des couches de roches.



- Un pli où les couches rocheuses se ferment vers **le haut** s'appelle un **anticlinal**,

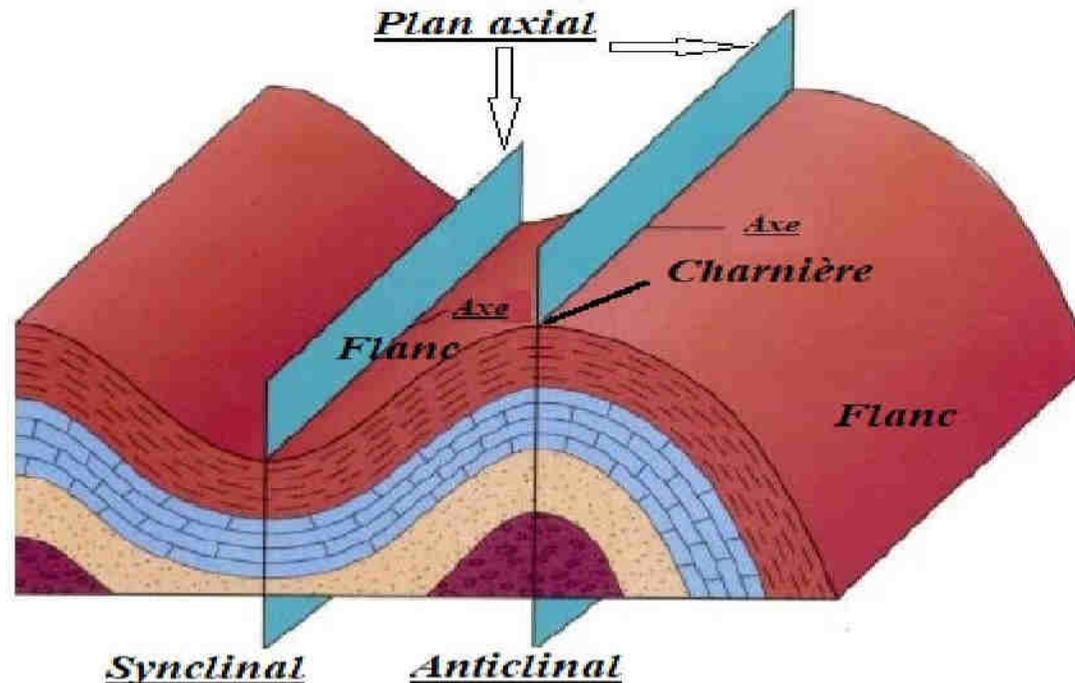
- Un pli où les couches se ferment vers **le bas** s'appelle un **synclinal**.



Nomenclature d'un pli

Le plissement de couches de roches peut donner soit une série d'anticlinaux et de synclinaux, ou un seul anticlinal ou synclinal.

- ◆ La charnière du pli est la zone de courbure maximale du pli.
- ◆ L'axe du pli est la ligne qui passe par les points de courbures maximales.
- ◆ Le plan axial est un plan dessiné à travers la crête d'un pli dans une série de couches.
- ◆ Les couches inclinées des deux côtés du plan axial sont des flancs.



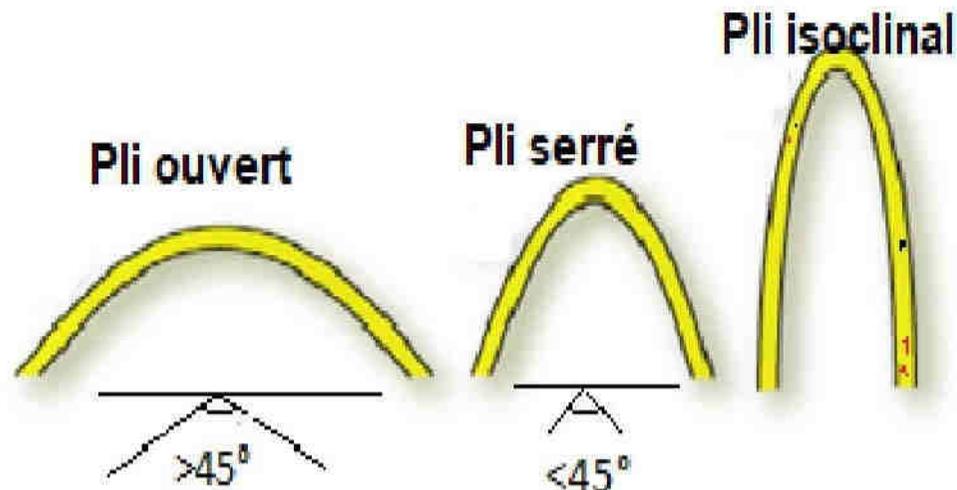
Les types de plis

Les plis sont différenciés selon leurs formes et l'inclinaison du plan axial.

La forme des plis

Selon la forme (angle d'ouverture des flancs) du pli on différencie les plis **ouverts (open)**, **serrés (tight)** et **isoclinaux (isoclinal)**.

- ◆ Un pli est dit **ouvert** si l'angle entre les flancs du pli est supérieur à 45° .
- ◆ Un pli est dit **serré** si l'angle entre les flancs du pli est inférieur à 45° .
- ◆ Un pli **isoclinal** est un pli très serré, avec des flancs parallèles ou presque parallèles les uns aux autres.

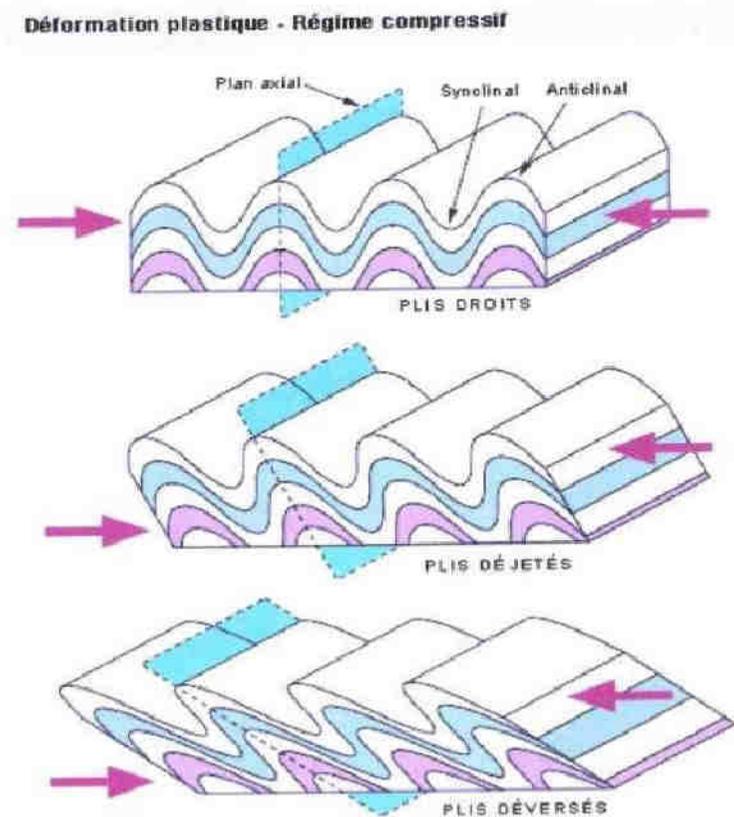


Types de plis

b) Selon l'inclinaison du plan

❑ Les plis peuvent être: **droits, renversés ou courbés et couchés.**

- **Pli droit** : axe anticlinal et synclinal perpendiculaire au plan horizontal
- **Pli déjeté (0 à 45°)** : un des flancs a un pendage plus important que l'autre mais les deux flancs plongent toujours de façon opposée
- **Pli déversé(45° à 89°)** : un flanc montre une stratigraphie normale, l'autre flanc est inversé = stratigraphie renversée
- **Pli couché (90°)** : flancs sont parallèles au plan horizontal.



Plissement ou Plis



Anticlinal et Synclinal

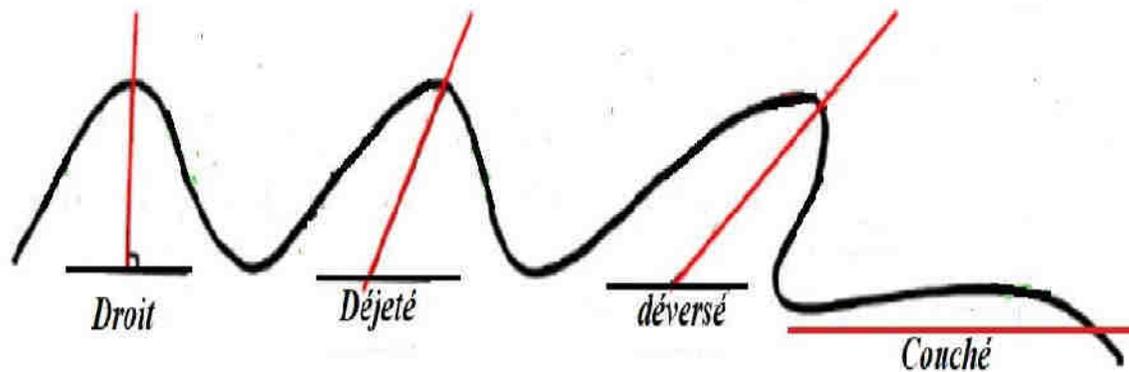


Pli couché



Pli déjeté

Orientation du Plan Axial



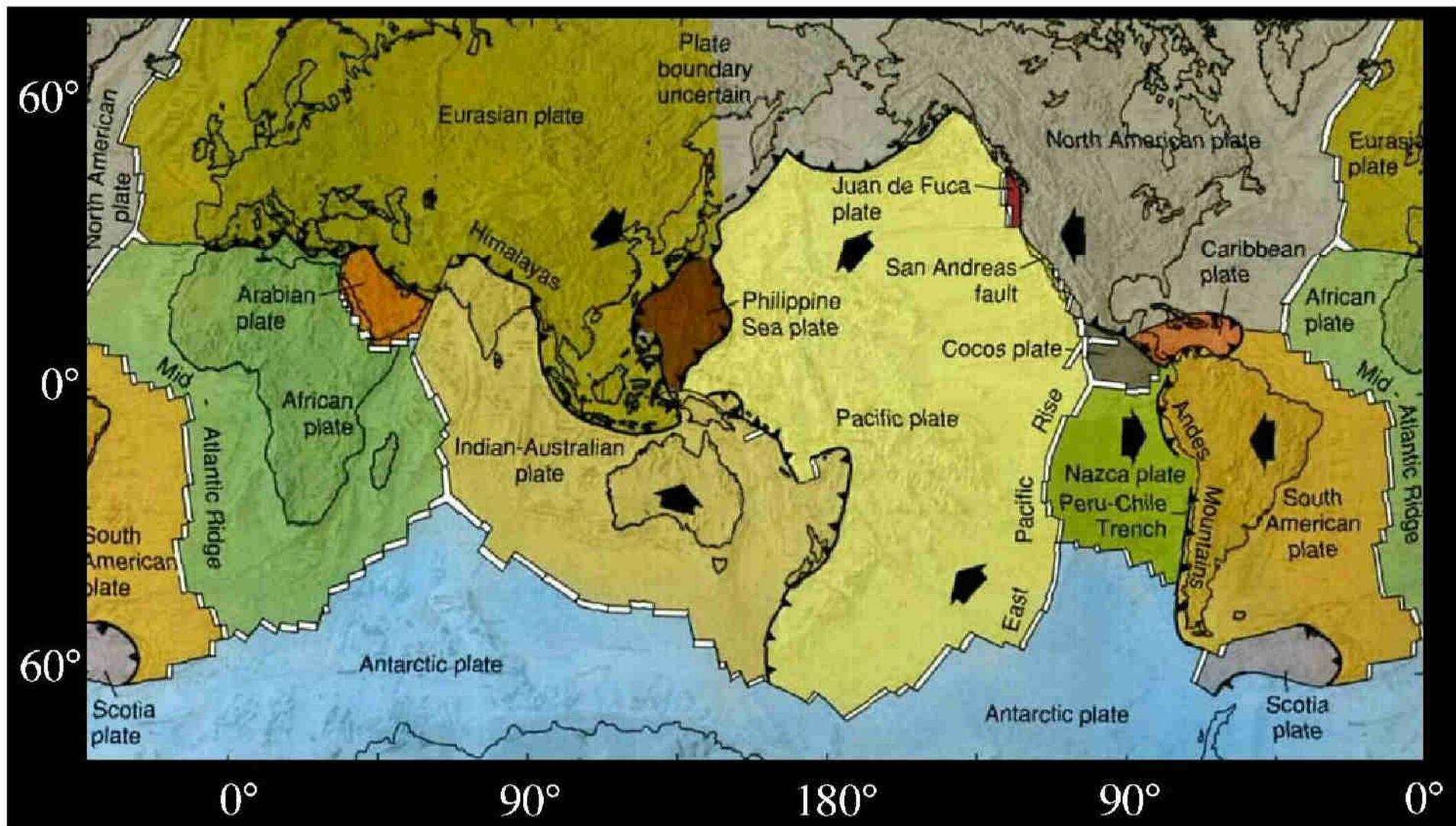
❑ Les plis sont de **différentes tailles**. Les grands plis ont des longueurs d'onde qui peuvent atteindre des dizaines de kilomètres (visible à partir des photographies aériennes et des images satellitaires). Les très petits sont microscopiques c.a.d observés sous microscope.

Dômes et bassins

Les dômes et les bassins sont de grands plis dont la forme générale s'apparente à une hémisphère. Le bombement produit des dômes, alors que l'affaissement produit des bassins.

Les structures en dômes et bassins sont identifiées selon les âges stratifiés des couches des plis:

- *dans un dôme* l'âge des couches augmente vers le centre au fur et à mesure que les couches les plus jeunes s'érodent du sommet et des côtés.
 - *dans un bassin* les couches les plus récentes affleurent au centre et les couches les plus anciennes forment les flancs ou les côtés.
- Les dômes et bassins sont formés par de larges processus de déformation de la croûte terrestre dus à la convection du manteau, un ajustement isostatique ou un gonflement causé par un point chaud.



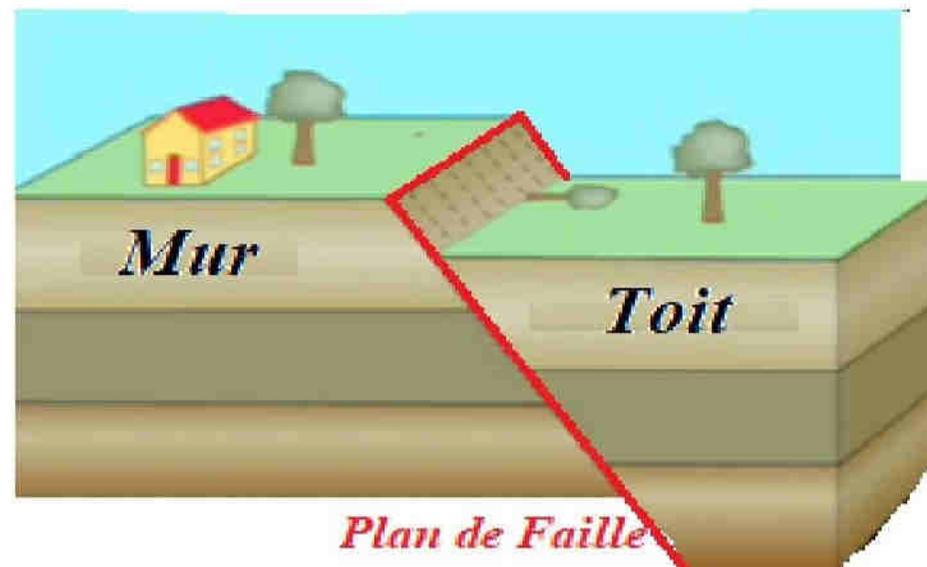
Les déformations cassantes : Faille, Joints et diaclases

1) Failles

❑ Les failles et les fractures se produisent dans les masses rocheuses fragiles (refroidissement ou composition) soumises à des contraintes .

❑ Les **failles** sont donc des cassures accompagnées d'un déplacement d'un compartiment par rapport à un autre.

- Le toit est le compartiment qui se situe au-dessus du plan de faille
- Le mur est celui qui est au-dessous.
- Le rejet est le déplacement net des deux compartiments.



Faïlle

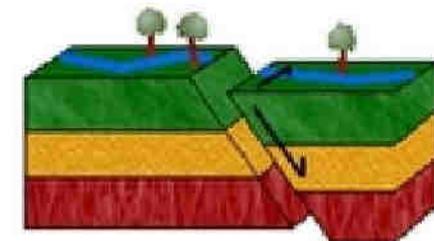
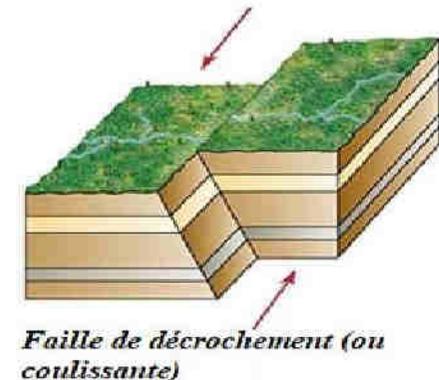
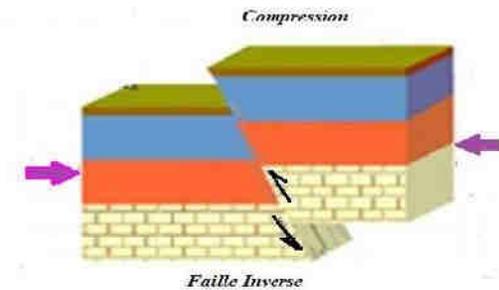
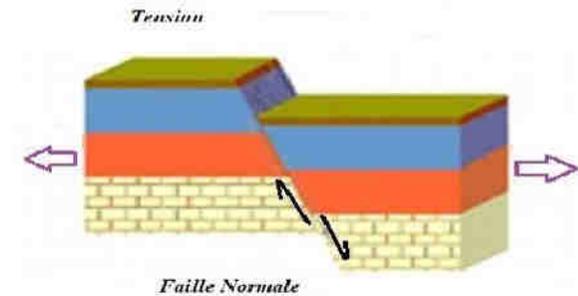
□ Il existe quatre types de failles de base: **Normale, inverse, décrochement et oblique.**

1) Faïlle Normale: les roches situées au-dessus du plan de faille (**le toit**) descendent par rapport aux roches situées sous le plan de faille (le **mur**), ou tout simplement **le toit descend** par rapport **au mur**.

2) Faïlle inverse: Faïlle présentant un **toit** qui est relativement **soulevé** par rapport au **mur**; c'est une faille de compression.

3) Faïlle décrochement (ou de coulissage): les roches de part et d'autre d'un plan de faille presque vertical se déplacent horizontalement

4) Les failles obliques : les failles normales ou inverses ont subi un mouvement de décrochement ou lorsque les failles de décrochement ont un mouvement normal ou inversé



□ Les géologues reconnaissent les failles en recherchant des couches rocheuses excentrées dans les affleurements.

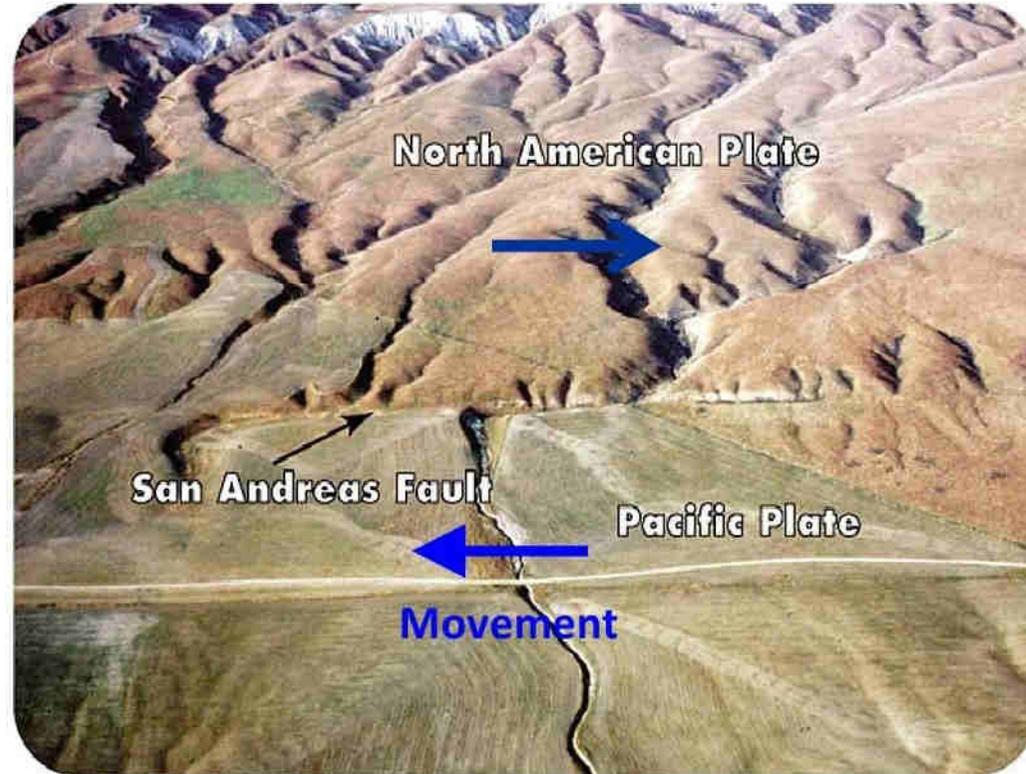
□ Les failles peuvent également être reconnues par des **débris, des brèches**, de l'**argile** ou **des fragments de roche** qui se brisent ou sont pulvérisés lors du mouvement des roches le long du plan de la faille.

□ Si un plan de faille est exposé, il peut y avoir des marqueurs du mouvement (tectoglyphes) sur les miroirs de failles (rayures, des stries, des cannelures, rainures ...etc) montrant des signes du mouvement des roches.

□ Les systèmes de grandes failles, tels que la faille de San Andreas, peuvent être vus à partir d'images aériennes.



Faille



Déplacement de la vallée d'un cours d'eau par rapport au mouvement de la faille de San Andreas

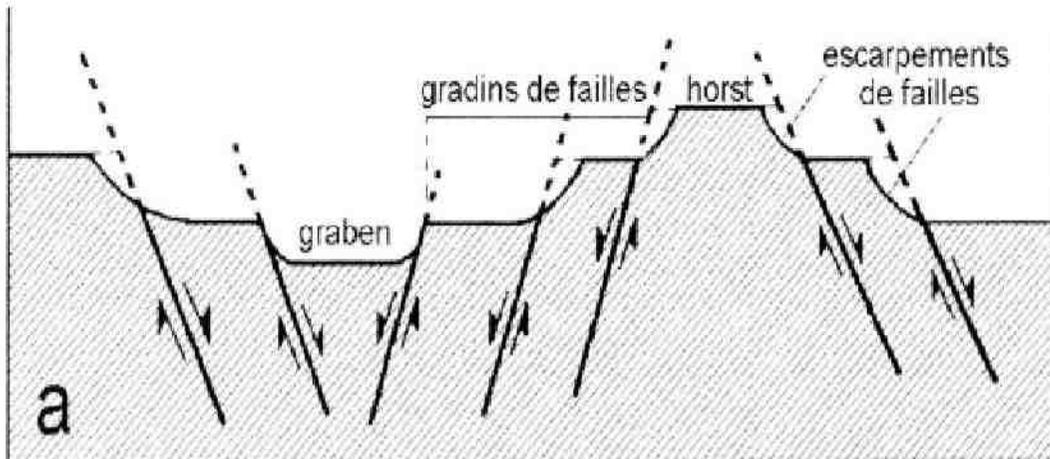
Groupement de failles

1) Structure en Graben

Structure constituée de failles normales de même direction, limitant des compartiments de plus en plus affaissés en allant vers le centre du Graben.

2) Structure en Horst

Structure tectonique constituée de failles normales de même direction, limitant des compartiments de plus en plus soulevés en s'éloignant du centre du Graben.



Dans le paysage

2) La fracturation

Les fractures sont courantes dans la plus part des affleurements rocheux. Une fracture dans une roche est appelée aussi **un joint**. Il n'y a pas de déplacements de blocs le long des plans de rupture.

Les joints se forment sous plusieurs conditions :

- ✓ Lorsqu'une masse de roche volcanique se contracte pendant le refroidissement ;
- ✓ Quand une masse rocheuse est en expansion à cause de la libération des pressions et
- ✓ Lorsque la couche est soumise au plissement.



Les principales chaînes de montagnes du monde

- **Antarctique:** péninsule antarctique, montagnes transantarctiques
- **Afrique:** Atlas, hauts plateaux d'Afrique de l'Est, hauts plateaux d'Éthiopie
- **Asiatique:** Himalaya, Taureau, Elburz, Montagnes japonaises
- **Australie:** MacDonnell Mountains
- **Europe:** Pyrénées, Alpes, Carpates, Apennins, Oural, Balkans
- **Amérique du Nord:** Appalaches, Sierra Nevada, montagnes Rocheuses, Laurentides
- **Amérique du Sud:** Andes, hautes terres du Brésil

