

La géomorphologie

Chapitre 1 :

Définitions de base

1. **Topographie,**
2. **Formes de relief,**
3. **Géomorphologie,**
4. **Ordres de grandeur du relief de la croûte terrestre (crustal)...**

1. Topographie,

La **topographie** est la science qui **étudie, mesure et représente les formes de la surface terrestre** (relief), qu'elles soient naturelles ou artificielles.

Elle décrit notamment :

- les **altitudes,**
- les **pentés,**
- les **vallées, montagnes, plaines,**
- ainsi que les éléments humains (routes, bâtiments, ouvrages).

La topographie s'appuie sur des **levés de terrain** et se représente généralement par des **cartes topographiques** utilisant des courbes de niveau.

☞ En cartographie et en étude des sols, la topographie est essentielle car elle influence le **drainage**, l'**érosion**, la **distribution des sols** et l'occupation des terres.

Le **lien entre la topographie et la géomorphologie** est étroit :

☞ **la topographie décrit**, tandis que **la géomorphologie explique**.

◆ Topographie

- Décrit la **forme actuelle de la surface** terrestre.
- Répond à la question : "**à quoi ressemble le relief ?**"
- Donne des données mesurables : **altitude, pente, orientation, courbes de niveau.**

◆ Géomorphologie

- Étudie l'**origine, l'évolution et les processus** qui ont façonné ce relief.
- Répond à la question : "**comment et pourquoi ce relief s'est formé ?**"
- Analyse les processus : **érosion, sédimentation, tectonique, climat, hydrologie.**

2. Formes de relief,

Les **formes des reliefs** correspondent aux différentes **configurations de la surface terrestre**, résultant des processus géomorphologiques (tectoniques, érosifs et sédimentaires).

◆ Principales formes de relief

1 Reliefs positifs (élevés)

- **Montagnes** : reliefs élevés à fortes pentes
- **Collines** : reliefs modérés
- **Plateaux** : surfaces planes en altitude
- **Buttes / mesas** : reliefs isolés, souvent tabulaires

2 Reliefs négatifs (déprimés)

- **Vallées** (en V ou en U)
- **Dépressions**
- **Bassins**
- **Cuvettes**

3 Reliefs structuraux

- **Plis** (anticlinaux, synclinaux)
- **Failles**
- **Escarpements**
- **Reliefs tabulaires**

4 Reliefs d'érosion

- **Gorges**
- **Canyons**
- **Badlands**
- **Versants érodés**

5 Reliefs d'accumulation

- **Plaines alluviales**
- **Deltas**
- **Cônes de déjection**
- **Dunes**

6 Reliefs spécifiques selon le climat

- **Reliefs karstiques** : dolines, lapiaz, grottes
- **Reliefs désertiques** : regs, ergs, hamadas
- **Reliefs glaciaires** : cirques, moraines, vallées en U

✦ Importance

Les formes de relief influencent :

- la **répartition des sols**,
- le **drainage** et l'érosion,
- l'**occupation humaine** et l'agriculture.

3. Géomorphologie

Géomorphologie – Définition

La **géomorphologie** est la science qui **étudie les formes du relief de la surface terrestre**, leur **origine**, leur **évolution** et les **processus naturels** qui les façonnent au cours du temps.

Elle analyse l'action combinée de :

- la **tectonique** (plis, failles),
- l'**érosion** (eau, vent, glace),
- la **sédimentation**,
- le **climat** et le **temps géologique**.

En résumé :

la géomorphologie explique comment et pourquoi les reliefs se forment et évoluent.

Définition académique de la géomorphologie

La **géomorphologie** est une discipline des sciences de la Terre qui a pour objet l'étude **des formes du relief de la surface terrestre**, de leur **genèse**, de leur **dynamique évolutive** et des **processus physiques, chimiques et biologiques** qui les façonnent, sous l'influence conjointe de la **tectonique**, du **climat**, de l'**hydrologie** et du **temps géologique**.

Elle vise à **comprendre, décrire et expliquer** l'organisation spatiale des reliefs et leur évolution à différentes **échelles temporelles et spatiales**.

Voici une **comparaison académique claire** des définitions de la **géomorphologie** selon **Roger Coque, Jean Tricart et Max Derruau**, trois références majeures en géographie physique :

◆ Roger Coque

La géomorphologie est la science qui étudie les formes du relief terrestre, leur description, leur origine et les processus qui ont présidé à leur élaboration et à leur évolution.

Approche :

- Descriptive **et** explicative
- Accent sur les **formes du relief** et leur **genèse**
- Vision **classique et structurée**

☞ Idéale pour : cartographie, analyse morphologique, bases théoriques

◆ Jean Tricart

La géomorphologie est l'étude des formes du relief en relation avec les processus dynamiques actuels et passés qui les façonnent.

Approche :

- **Dynamique et systémique**
- Insistance sur les **processus actuels**
- Fort lien avec le **climat** et les systèmes naturels

☞ Idéale pour : géomorphologie dynamique, milieux arides et tropicaux

◆ Max Derruau

La géomorphologie est la science qui analyse les formes du relief, leur origine et leur évolution dans le cadre des structures géologiques et des conditions climatiques.

Approche :

- **Structurelle et climatique**
- Interaction relief–structure–climat
- Vision **géographique intégrée**

☞ Idéale pour : géomorphologie structurale, lecture régionale du relief

III Tableau comparatif synthétique

Auteur	Axe principal	Spécificité
Roger Coque	Formes et genèse	Approche descriptive classique
Jean Tricart	Processus dynamiques	Géomorphologie active
Max Derruau	Structure et climat	Analyse intégrée

□ Synthèse

- **Coque** → *Que voit-on et comment cela s'est formé ?*
- **Tricart** → *Quels processus agissent aujourd'hui ?*
- **Derruau** → *Quel rôle jouent la structure et le climat ?*

Reliefs positifs



Montagnes



Colline

Reliefs négatifs



Vallée en U



Plateau

Reliefs structuraux



Vallée en V



Dépression



Butte



Mesa/mesa



Dépression



Bassin



Cuvette



Reliefs structuraux



Plis



Failles



Escarpement



Failles

Peu?



Plaine alluviale



Delta



Cône de déjection



Reliefs d'accumulation



Delta



Cône de déjection



Reliefs désertiques



Reliefs glaciaires

4. Ordres de grandeur du relief de la croûte terrestre (relief crustal)

Les **ordres de grandeur du relief crustal** correspondent aux **différentes échelles d'amplitude altitudinale** des formes du relief à la surface de la Terre, depuis les grandes structures jusqu'aux micro-formes.

◆ 1 Reliefs de premier ordre (échelle continentale et océanique)

☞ Amplitudes : **plusieurs milliers de mètres**

Ils traduisent l'organisation fondamentale de la croûte terrestre.

- **Continents** : altitudes moyennes $\approx +800$ m
- **Bassins océaniques** : profondeurs moyennes $\approx -3\ 800$ m
- **Amplitude totale** (Everest – fosse des Mariannes) :
☞ environ **20 000 m**

★ Exemples :

- Chaînes orogéniques majeures (Himalaya, Andes)
 - Dorsales et fosses océaniques
-

◆ 2 Reliefs de deuxième ordre (échelle régionale)

☞ Amplitudes : **quelques centaines à quelques milliers de mètres**

Ils correspondent aux grandes unités morphostructurales.

★ Exemples :

- Plateaux
 - Massifs montagneux
 - Grands bassins sédimentaires
 - Hautes plaines
-

◆ 3 Reliefs de troisième ordre (échelle locale)

☞ Amplitudes : **quelques mètres à quelques centaines de mètres**

Ils sont directement liés aux processus géomorphologiques actifs.

✦ Exemples :

- Vallées
 - Collines
 - Versants
 - Escarpements
 - Cônes de déjection
-

◆ 4 ☐ Micro-reliefs (échelle très locale)

☞ Amplitudes : **quelques centimètres à quelques mètres**

Souvent étudiés en pédologie et en géomorphologie fine.

✦ Exemples :

- Rigoles d'érosion
 - Micro-buttes
 - Fentes de dessiccation
 - Micro-dunes
-

▣ Schéma récapitulatif

Ordre	Échelle	Amplitude
1er ordre	Planétaire	> 1 000 m
2e ordre	Régionale	100 – 1 000 m
3e ordre	Locale	1 – 100 m
Micro-relief	Très locale	< 1 m

☐ À retenir (formulation examen)

Le relief de la croûte terrestre s'organise en plusieurs ordres de grandeur, allant des grandes structures continentales et océaniques aux micro-formes locales, selon des amplitudes altitudinales décroissantes.

Ordres de grandeur du relief crustal

1^{er} ordre

Planétaire | $>1\ 000\text{ m}$
Ex : Continents, bassins océaniques

$>1\ 000\text{ m}$

100-1 000 m

2^e ordre

Régionale | 100 - 1 000 m
Ex : Massifs montagneux, plateaux,
bassins sédimentaires

1-100 m

3^e ordre

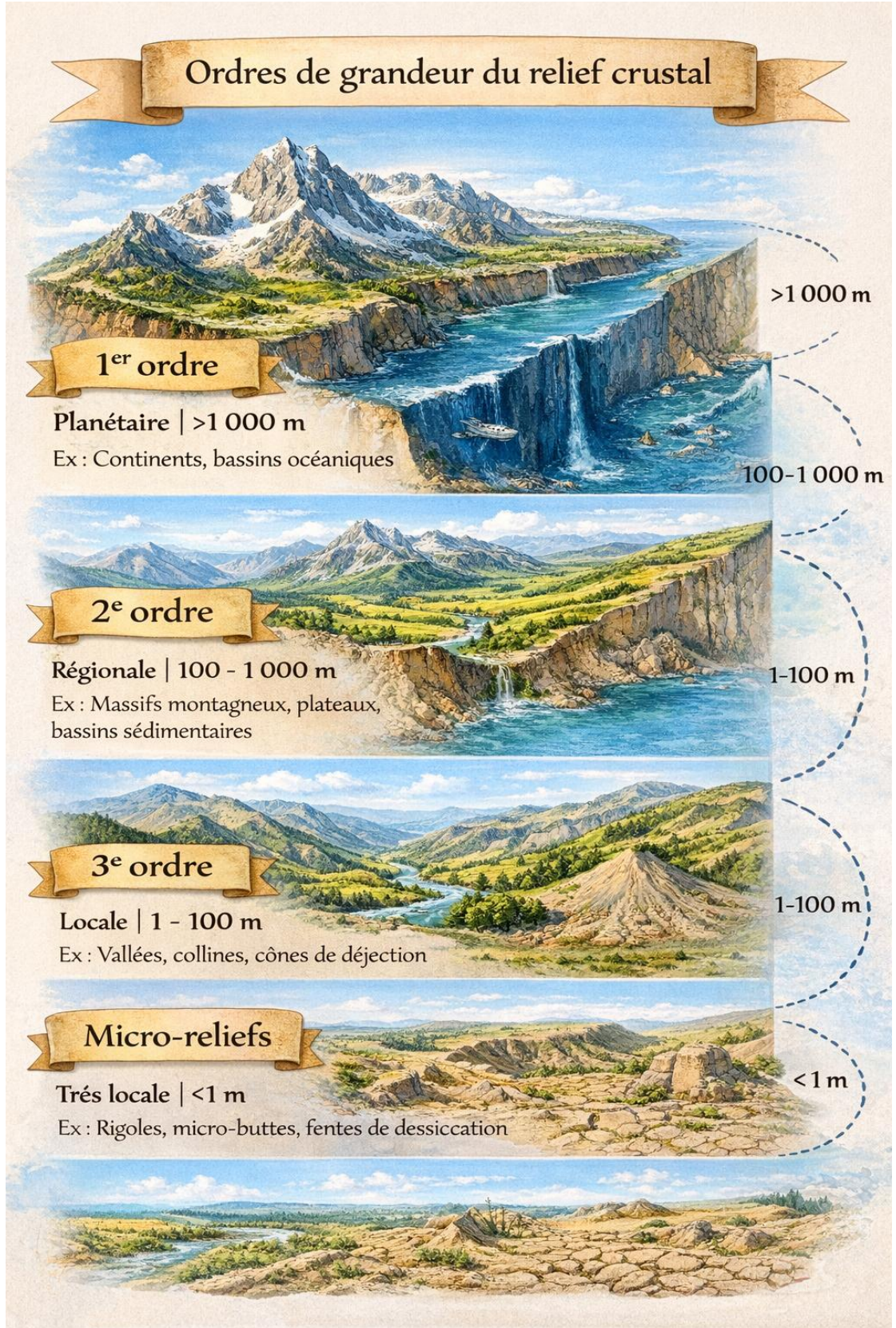
Locale | 1 - 100 m
Ex : Vallées, collines, cônes de déjection

1-100 m

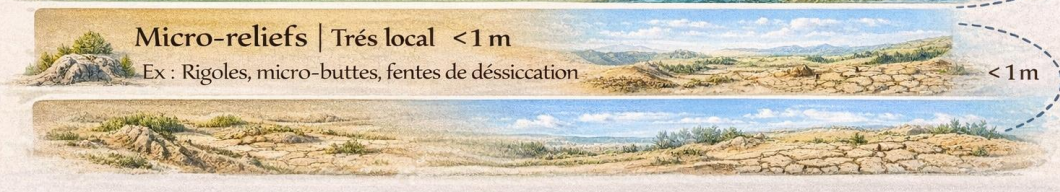
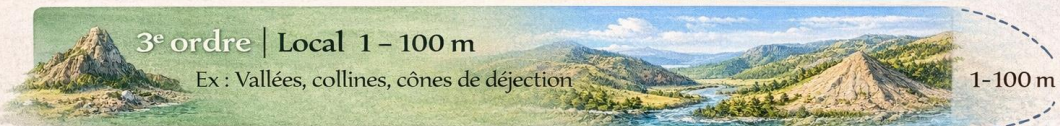
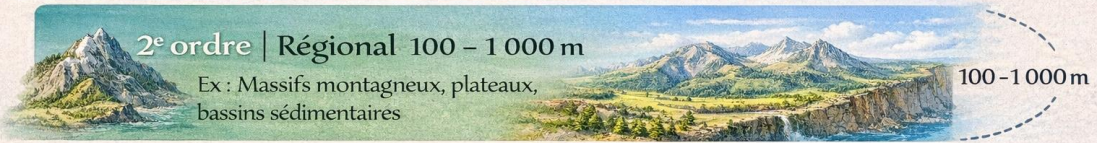
Micro-reliefs

Très locale | $<1\text{ m}$
Ex : Rigoles, micro-buttes, fentes de dessiccation

$<1\text{ m}$



Ordres de grandeur du relief crustal



CHAPITRE 2 :BREVE HISTOIRE DE LA GEOMORPHOLOGIE

1. CATASTROPHISME (GEORGES CUVIER),
2. UNIFORMITARISME,
3. ÉVOLUTIONNISTES,
- 4-Les grands modèles évolutionnistes en géomorphologie
- 4-1. Modèle de DAVIS,
- 4.2. Modèle de W. Penck,
- 4.3. Modèle de Eduard Brückner
- 4.4.. Modèle de Albrecht Penck ...
- 5.RESUME COMPARATIF

1- CATASTROPHISME (Georges Cuvier),

En **géomorphologie**, le catastrophisme est l'idée que **les formes du relief terrestre résultent principalement d'événements soudains, violents et de courte durée**, tels que :

- séismes
- éruptions volcaniques
- inondations massives
- tsunamis
- glissements de terrain

Ces événements provoquent des changements rapides dans le paysage.

□ Contexte historique

Au début du XIX^e siècle, Cuvier, en étudiant les fossiles, observe des **extinctions brutales d'espèces**. Il propose que la Terre a connu plusieurs **catastrophes naturelles majeures** qui ont détruit des faunes entières, suivies de nouvelles créations d'espèces.

Selon lui :

- L'histoire de la Terre n'est pas continue et lente.
- Elle est marquée par des **ruptures brutales**.

En géomorphologie

Dans le cadre des sciences du relief, le catastrophisme explique certaines formes comme :

- des vallées profondément incisées par des crues exceptionnelles
- des dépôts massifs liés à des coulées de débris
- des reliefs volcaniques formés rapidement

Aujourd'hui, on reconnaît que **certains reliefs sont effectivement liés à des événements catastrophiques**, mais on considère que :

☞ ☐ Catastrophisme vs Actualisme

Le catastrophisme s'oppose historiquement à l'**actualisme** (ou uniformitarisme), développé par :

- James Hutton
- Charles Lyell

L'actualisme affirme que :

« Les processus actuels (érosion, sédimentation, altération) ont toujours agi de la même manière dans le passé. »

2- L'UNIFORMITARISME

L'**uniformitarisme** (ou **actualisme**) est une théorie développée surtout par :

- James Hutton
 - Charles Lyell
-

Leur idée principale

☞ « **Le présent est la clé du passé.** »

Ils pensent que :

- Les mêmes lois physiques et chimiques ont toujours existé.
 - Les processus actuels (érosion, sédimentation, altération, volcanisme) agissaient déjà dans le passé.
 - Les changements de la surface terrestre sont généralement **lents, progressifs et continus**.
 - Il faut des **temps géologiques très longs** pour former les reliefs.
-

En géomorphologie

Selon l'uniformitarisme :

- Une vallée se forme progressivement par l'érosion fluviale.
- Une montagne s'abaisse lentement par altération et érosion.
- Les dépôts sédimentaires s'accumulent couche après couche sur des millions d'années.

☞ Pas besoin d'invoquer des catastrophes exceptionnelles pour expliquer la plupart des formes du relief.

Différence avec le catastrophisme

Uniformitarisme	Catastrophisme
Changements lents	Changements brusques
Processus continus	Événements violents
Longues durées	Ruptures soudaines

3. LES EVOLUTIONNISTES

Les **évolutionnistes** en géomorphologie cherchent à expliquer **l'évolution du relief dans le temps**, souvent en relation avec le climat, la tectonique et l'érosion.

4-LES GRANDS MODELES EVOLUTIONNISTES EN GEOMORPHOLOGIE

4-1-LE MODELE DE WILLIAM MORRIS DAVIS (CYCLE D'EROSION)

Idée principale :

Le relief évolue selon un **cycle de vie**, comparable à un organisme vivant.

📌 Les 3 stades :

1. **Jeunesse** → vallées encaissées, fortes pentes
2. **Maturité** → vallées élargies
3. **Vieillesse** → surface presque plane = **pénéplaine**

☞ Hypothèse : soulèvement rapide, puis longue érosion sans nouveaux mouvements tectoniques.

✦ Critique : modèle trop simplifié et trop théorique-2

4-2. LE MODELE DE WALTHER PENCK

Idée principale :

Le relief dépend de la **relation entre tectonique et érosion**.

Contrairement à Davis :

- Le soulèvement peut être **continu**

- Les pentes évoluent par **recul parallèle**

☞ **Importance du rythme du soulèvement tectonique.**

Vision plus dynamique que Davis.

4-3 LE MODELE DE EDUARD BRÜCKNER

Idée principale :

L'évolution du relief est fortement liée aux **cycles climatiques** (glaciaires et interglaciaires).

☞ Le climat contrôle :

- L'érosion
- La sédimentation
- L'extension des glaciers

✦ Il met en avant les **variations climatiques périodiques**.

4.4 LE MODELE DE ALBRECHT PENCK

Idée principale :

Il développe l'étude des **glaciations alpines** et leur impact sur le relief.

☞ Il identifie plusieurs phases glaciaires dans les Alpes :

- Günz
- Mindel
- Riss
- Würm

✦ Il montre que les variations climatiques façonnent fortement les paysages.

5.RESUME COMPARATIF

Modèle	Facteur dominant	Vision du temps
Davis	Érosion fluviale	Cycle en stades
W. Penck	Tectonique + érosion	Évolution continue
Brückner	Climat	Cycles climatiques
A. Penck	Glaciations	Phases climatiques

Chapitre 3 : Formes tectoniques

1. Orogenèse

1.1 Définition

L'**orogénèse** est l'ensemble des processus géodynamiques responsables de la formation des chaînes de montagnes. Elle résulte principalement de la convergence des plaques lithosphériques.

1.2 Mécanismes fondamentaux

- **Subduction** : une plaque océanique plonge sous une plaque continentale (ex. Andes).
- **Collision continentale** : deux plaques continentales entrent en collision (ex. Himalaya).
- **Accrétion** : ajout progressif de fragments crustaux.

1.3 Phases de l'orogénèse

1. Sédimentation initiale dans un bassin.
2. Compression et plissement.
3. Métamorphisme et intrusion magmatique.
4. Soulèvement et érosion.

1.4 Conséquences

- Formation de reliefs élevés
 - Activité sismique et volcanique
 - Métamorphisme régional
 - Évolution des bassins sédimentaires périphériques
-

2. Déformation tectonique

La déformation correspond aux modifications géométriques des roches sous l'effet des contraintes tectoniques.

2.1 Types de contraintes

- Compression
- Extension

- Cisaillement

2.2 Plissements

Déformation ductile des couches rocheuses sous compression.

- **Anticlinal** : pli convexe vers le haut.
- **Synclinal** : pli concave vers le haut.
- Pli droit, déversé, couché.

2.3 Failles

Cassures accompagnées de déplacement relatif des compartiments.

- **Faille normale** (extension).
- **Faille inverse / chevauchement** (compression).
- **Faille décrochante** (cisaillement horizontal).

2.4 Fractures et joints

Cassures sans déplacement significatif.

Les joints sont souvent liés à la détente ou au refroidissement.

3. Jointure

En géologie structurale, la **jointure** désigne l'ensemble des systèmes de joints affectant une roche.

3.1 Caractéristiques

- Plans de discontinuité
- Parallèles ou orthogonaux
- Influencent la circulation des fluides

3.2 Importance

- Contrôle de l'érosion
 - Influence sur la stabilité des versants
 - Rôle hydrogéologique
-

4. Dômes et bassins

4.1 Dômes

Structure convexe où les couches les plus anciennes affleurent au centre.

Origines :

- Intrusion magmatique
- Remontée de sel (dôme salifère)
- Compression régionale

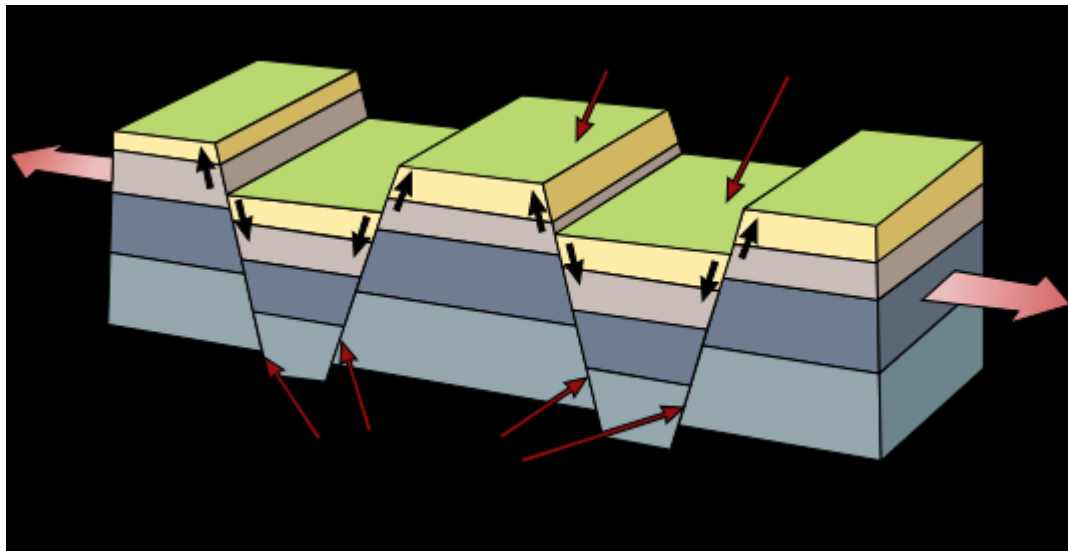
4.2 Bassins

Structure concave où les couches les plus récentes occupent le centre.

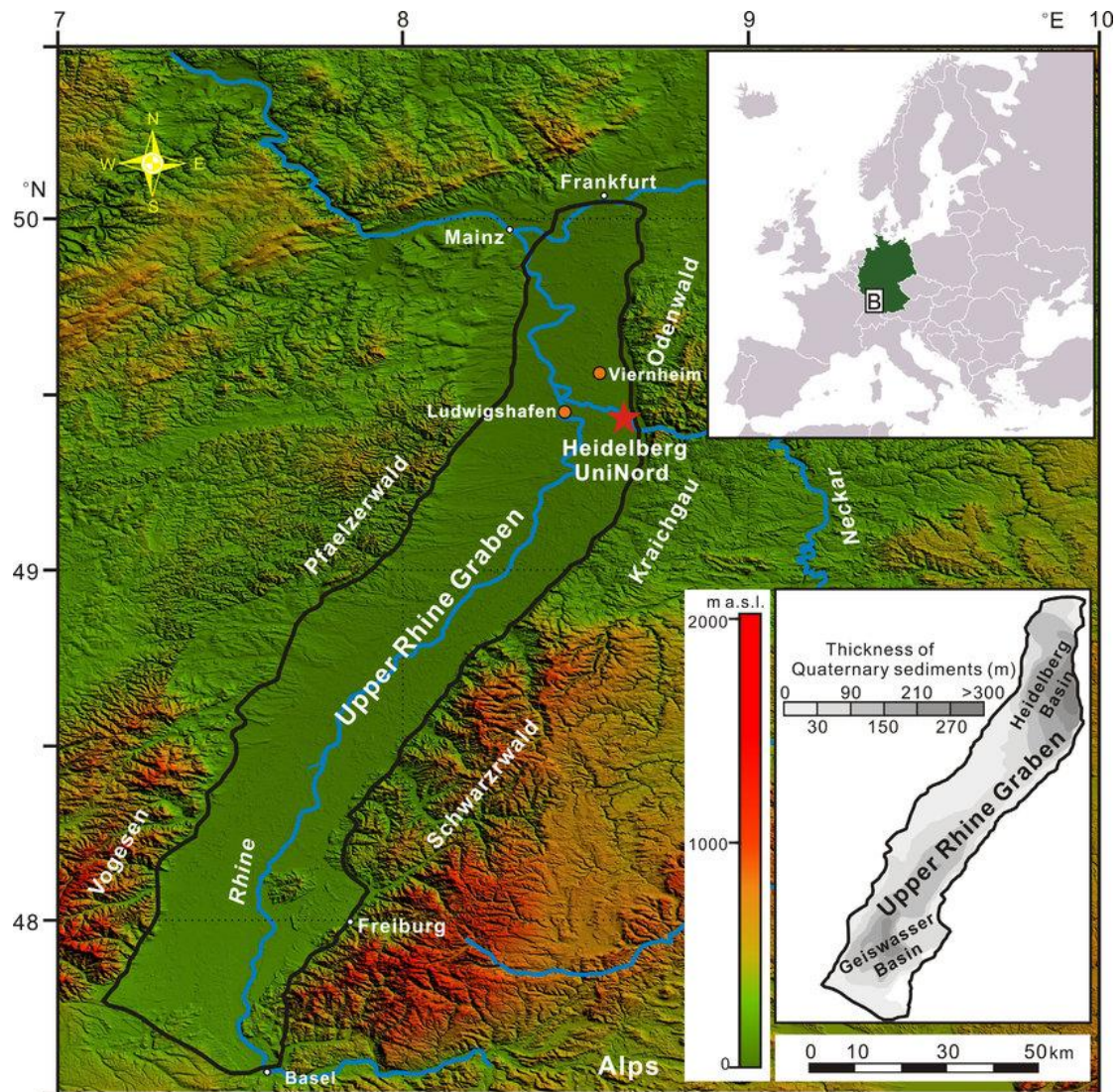
Types :

- Bassin d'avant-pays
- Bassin intracratonique
- Bassin de rift

5. Horst et Graben



Horst et Graben désignent des structures géologiques formées par la tectonique en extension, où la croûte terrestre se casse via des failles normales. Un Graben (fossé) est un compartiment effondré, tandis qu'un Horst est un compartiment surélevé ou pilier tectonique, alternant généralement en bandes.



5.1 Définition

Structures formées par tectonique extensive.

- **Horst** : bloc soulevé entre deux failles normales.
- **Graben** : bloc affaissé entre deux failles normales.

5.2 Formation

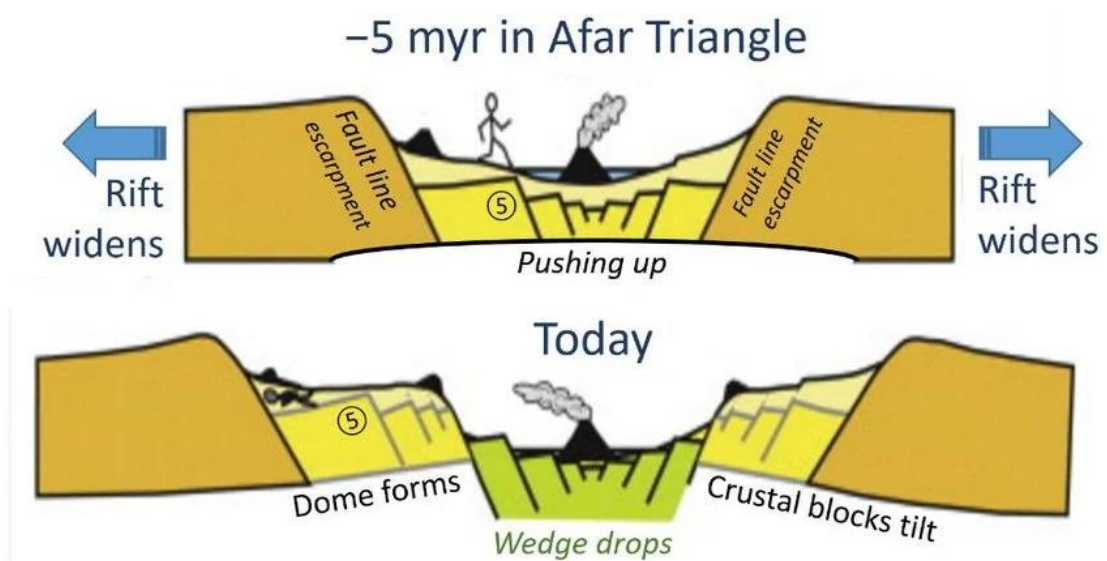
Résultent d'un régime tectonique extensif entraînant un étirement de la croûte.

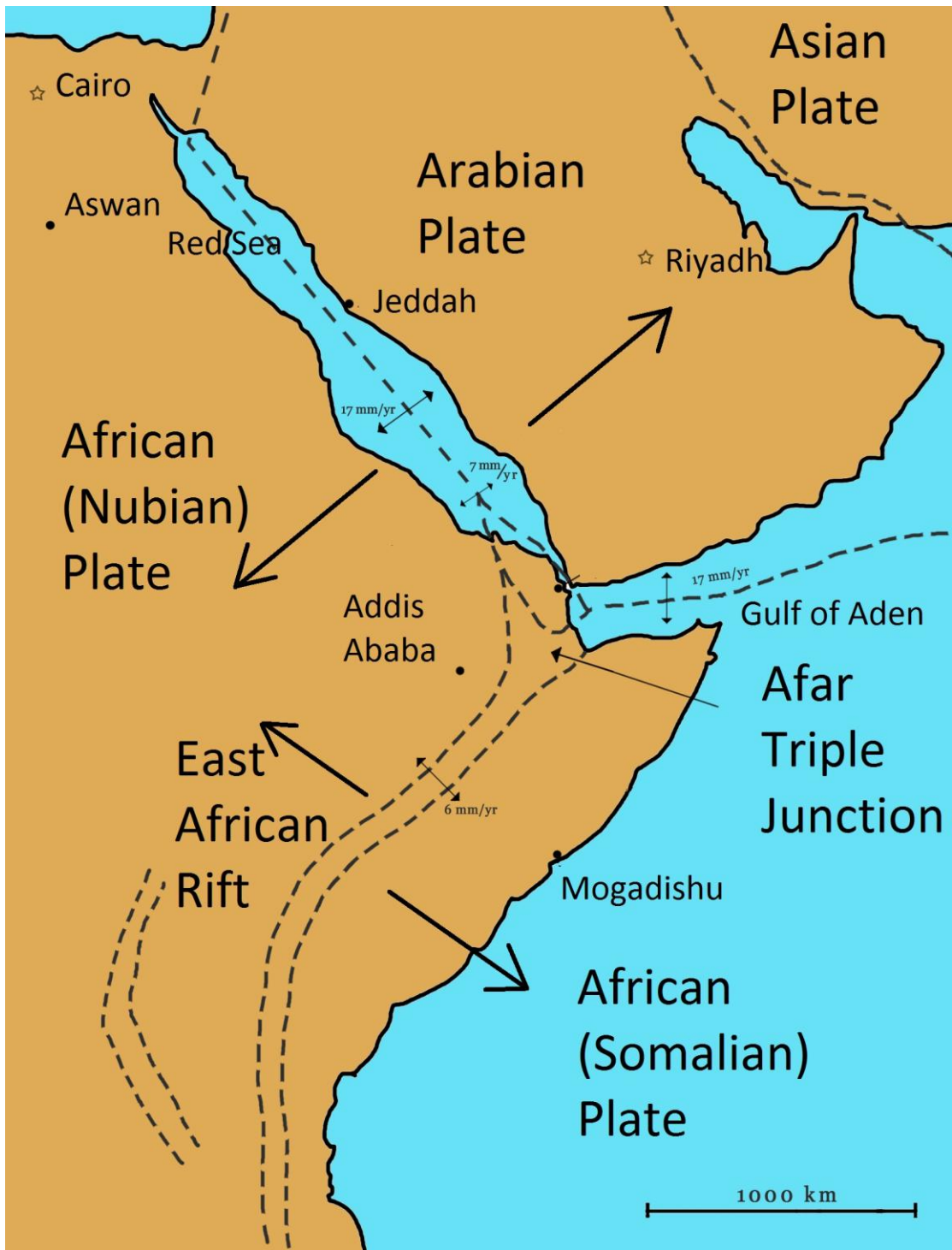
5.3 Exemples

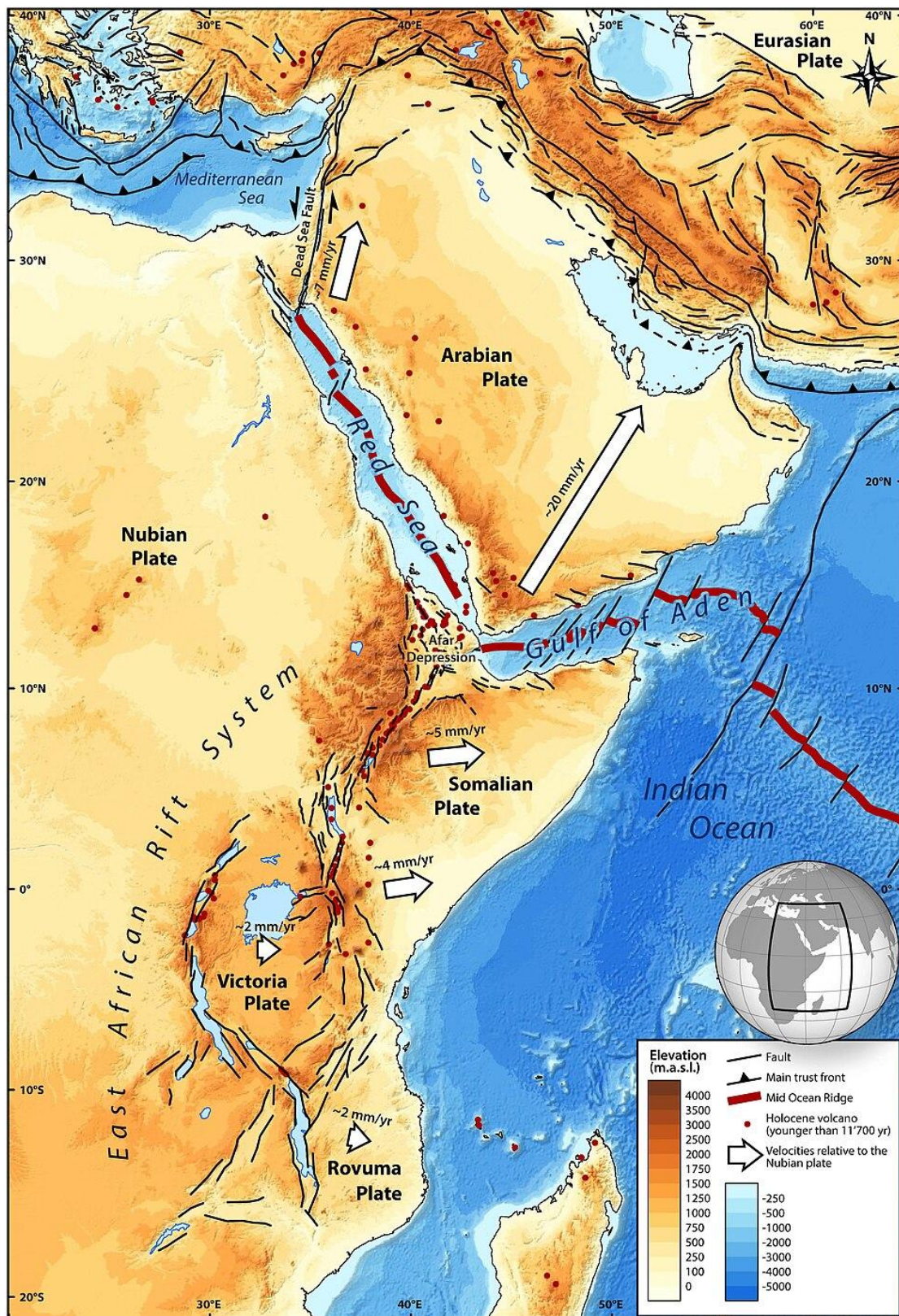
- Fossé rhénan

- Province Basin and Range (USA)

6. Rift Valleys







6.1 Définition

Un **rift** est une zone d'extension lithosphérique où la croûte s'amincit et peut évoluer vers une ouverture océanique.

6.2 Processus

1. Bombement thermique
2. Fracturation
3. Formation de grabens
4. Volcanisme basaltique

6.3 Exemple majeur

La vallée du Rift est-africain constitue un stade précoce d'océanisation.

7. Principales chaînes de montagnes du monde

- ✓ **Montagnes Rocheuses**
Les Montagnes Rocheuses s'étendent du Canada aux États-Unis.
Formation liée à l'orogénèse Laramienne (Crétacé–Paléogène).
- ✓ **Les Appalaches**
Les Appalaches sont une chaîne ancienne (Paléozoïque), fortement érodée.
- ✓ **Les Andes**
Les Andes résultent de la subduction de la plaque Nazca sous la plaque sud-américaine.
- ✓ **Alpes européennes**
Les Alpes se sont formées par collision entre les plaques africaine et eurasiennne.
- ✓ **Chaîne de l'Himalaya**
La Himalaya résulte de la collision entre la plaque indienne et la plaque eurasiennne. Elle comprend le sommet le plus élevé du monde, l'Everest.

Conclusion

Les formes tectoniques résultent des interactions dynamiques des plaques lithosphériques. Compression, extension et cisaillement produisent une grande diversité de structures : plis, failles, horsts, grabens, dômes, bassins et chaînes orogéniques majeures.

Ces structures contrôlent :

- La morphologie des continents
- La répartition des ressources naturelles

- Les risques géologiques (séismes, volcanisme)
 - L'évolution des bassins sédimentaires
-

Si vous le souhaitez, je peux également :

- Transformer ce cours en **support PowerPoint universitaire**,
- Ajouter une **partie sur les implications géomorphologiques et pédologiques**,
- Ou intégrer des **schémas structuraux plus détaillés avec coupes géologiques** adaptés à un niveau Master.

Chapitre 4 : Reliefs volcaniques

1. Roches ignées intrusives (batholithes, plutons, seuils, laccolites, dikes Monadnocks),
2. Roches ignées extrusives (cônes de cendres, volcans-boucliers, stratovolcans, caldera, dômes de lave, points chauds volcaniques, cous volcaniques, basaltes d'inondation

Introduction

Les reliefs volcaniques résultent de la montée du magma depuis l'intérieur de la Terre vers la surface. Selon que ce magma se solidifie en profondeur ou en surface, on distingue deux grands types de roches et de formes : **intrusives** et **extrusives**.

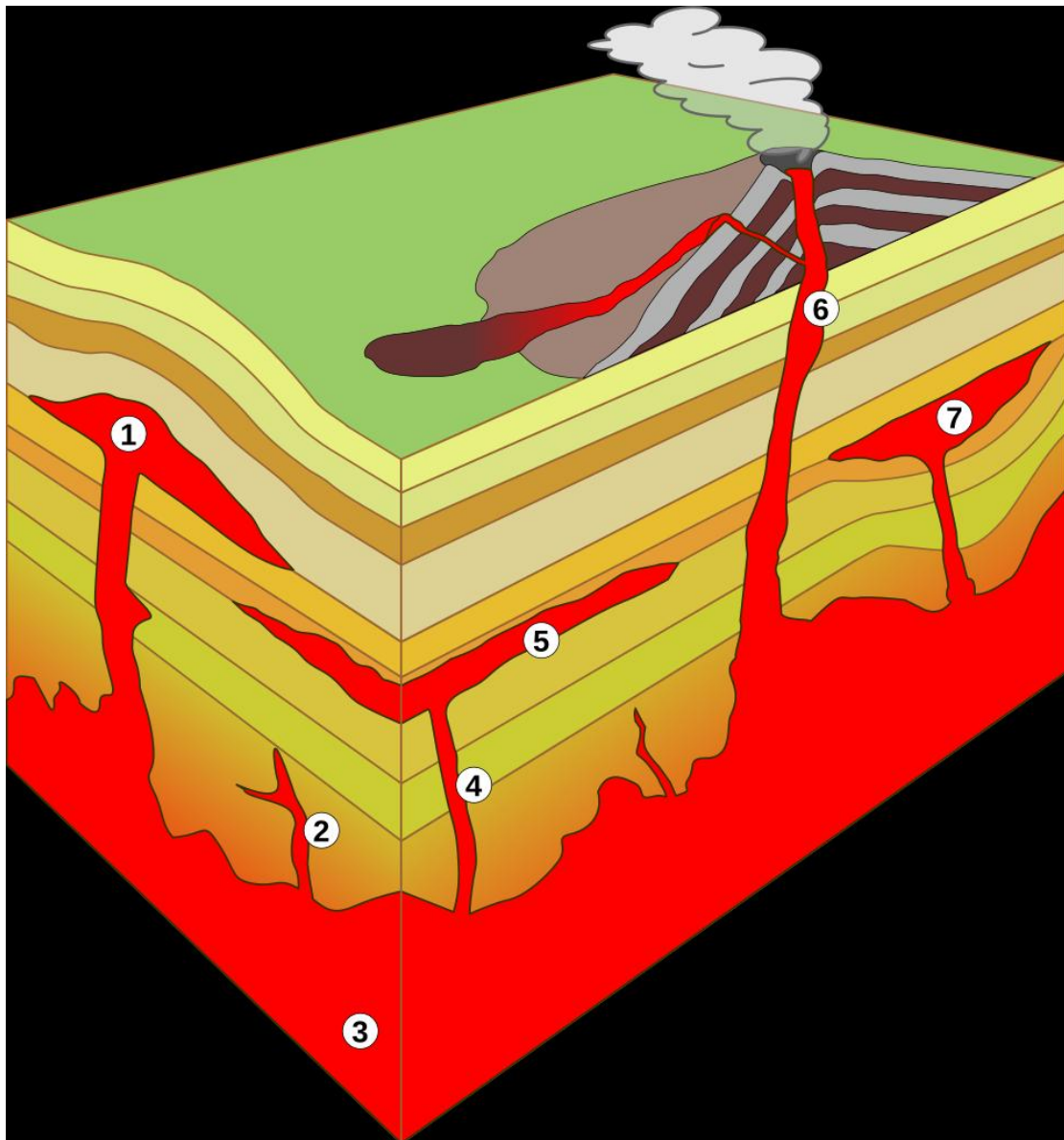
1. Roches ignées intrusives

Définition

Les roches ignées intrusives (ou plutoniques) se forment par **refroidissement lent du magma en profondeur**, ce qui donne des cristaux visibles.

Principaux types

- **Batholithes** :
Masses énormes de roches magmatiques, souvent granitiques, formant le cœur des chaînes de montagnes.
- **Plutons** :
Corps magmatiques de taille plus réduite que les batholithes.
- **Seuils (sills)** :
Intrusions horizontales entre les couches sédimentaires.
- **Laccolites** :
Intrusions en forme de lentille qui soulèvent les couches supérieures.
- **Dikes (filons)** :
Intrusions verticales recoupant les couches géologiques.
- **Monadnocks** :
Reliefs résiduels formés par l'érosion, mettant à nu des roches plus résistantes.



Bloc diagramme schématique, modélisant les différents types d'intrusions. *Plutons allochtones* : **1.** Intrusion respectant les lignes de forces de l'encaissant mais en déformant la couche supérieure : laccolite. **2. et 4.** Intrusion traversant les couches géologiques : dyke. **5.** Intrusion respectant les lignes de forces de l'encaissant sans déformation : sill. **7.** Intrusion respectant les lignes de forces de l'encaissant mais en déformant la couche inférieure : lopolite. *Plutons autochtones* : **3.** Domaine des anatéxites, anatexie crustale avec piégeage du liquide in situ, conduit à une morphologie de batholite *Volcanisme* : **6.** Cheminée volcanique.

2. Roches ignées extrusives

Définition

Elles se forment par **refroidissement rapide de la lave à la surface**, donnant des roches à grains fins.

Principales formes volcaniques

- **Cônes de cendres** :
Petits volcans formés par accumulation de fragments volcaniques.
- **Volcans-boucliers** :
Volcans larges et peu pentus, formés par des laves fluides (ex : basaltiques).
- **Stratovolcans** :
Volcans coniques à pentes raides, alternant couches de lave et de cendres.
- **Caldeiras** :
Grandes dépressions formées après l'effondrement du volcan.
- **Dômes de lave** :
Reliefs formés par des laves visqueuses s'accumulant près du cratère.
- **Points chauds volcaniques** :
Zones fixes de remontée de magma indépendantes des plaques tectoniques.
- **Coussins volcaniques** :
Structures arrondies formées sous l'eau (lave refroidie rapidement).
- **Basaltes d'inondation** :
Épanchements massifs de lave couvrant de grandes surfaces.

Chapitre 5 : Relief Karstique

1. Environnement karstique (Karst et pseudo karst),
2. Processus du karst et pseudo karst : solution et précipitation (calcaire, dolomies, évaporites et les roches silicatées),
3. Mouvements de masses lents et effondrements,
4. Processus fluviaux et hydrothermaux,
5. Formes karstiques de surface et interne (les grottes, dolines, ouvalas, lapiez ou lapiaz, Poljé, sources karstiques, les tours karstiques)

Chapitre 5 : Relief karstique

Introduction

Le relief karstique se développe dans des roches solubles (principalement calcaires) sous l'action de l'eau.

1. Environnement karstique

- **Karst** :
Ensemble de formes liées à la dissolution des roches carbonatées.
 - **Pseudo-karst** :
Reliefs similaires mais formés dans des roches non carbonatées.
-

2. Processus du karst

a. Dissolution

L'eau chargée en CO₂ forme un acide faible qui dissout :

- Calcaires
- Dolomies
- Évaporites (gypse, sel)

b. Précipitation

Formation de dépôts (stalactites, stalagmites) par re-cristallisation du calcaire.

3. Mouvements de masse

- **Mouvements lents** : glissements progressifs du sol
 - **Effondrements** : affaissements brusques (dolines d'effondrement)
-

4. Processus associés

- **Processus fluviaux :**
Érosion et transport par les eaux de surface et souterraines.
 - **Processus hydrothermaux :**
Action des eaux chaudes qui accélèrent la dissolution.
-

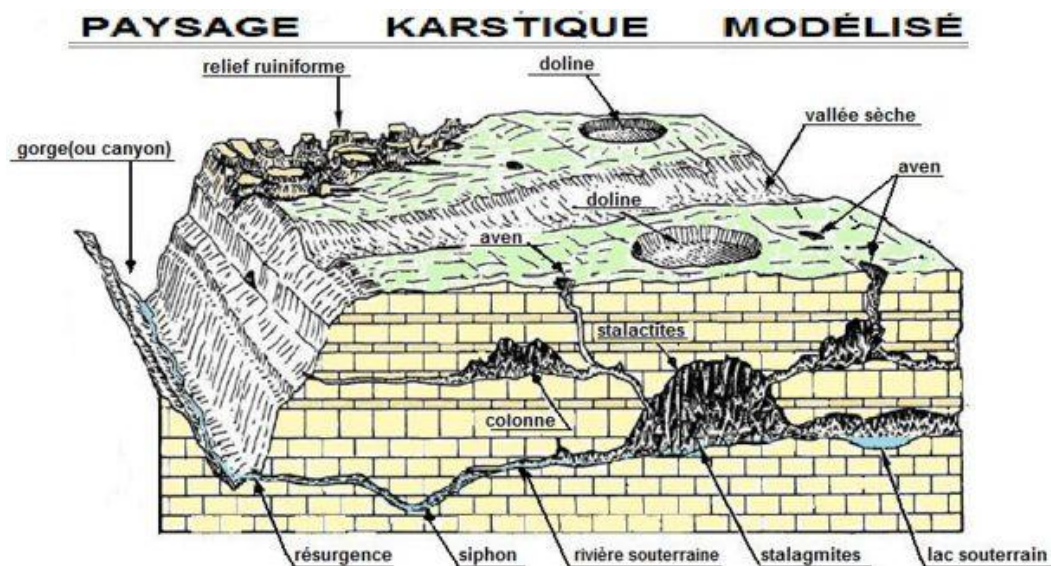
5. Formes karstiques

a. Formes de surface

- **Dolines :** dépressions circulaires
- **Ouvalas :** grandes dépressions résultant de la fusion de dolines
- **Lapiés (lapias) :** surfaces rocheuses creusées de rainures
- **Poljés :** grandes plaines fermées
- **Sources karstiques :** résurgences d'eau souterraine
- **Tours karstiques :** reliefs en forme de pics (karst tropical)

b. Formes internes

- **Grottes :** cavités souterraines formées par dissolution
 - Stalactites (plafond)
 - Stalagmites (sol)



Conclusion

Les reliefs volcaniques et karstiques illustrent deux types majeurs de dynamique terrestre :

- **Interne (endogène)** : volcanisme
- **Externe (exogène)** : dissolution et érosion

Ces processus façonnent continuellement la surface de la Terre.

-