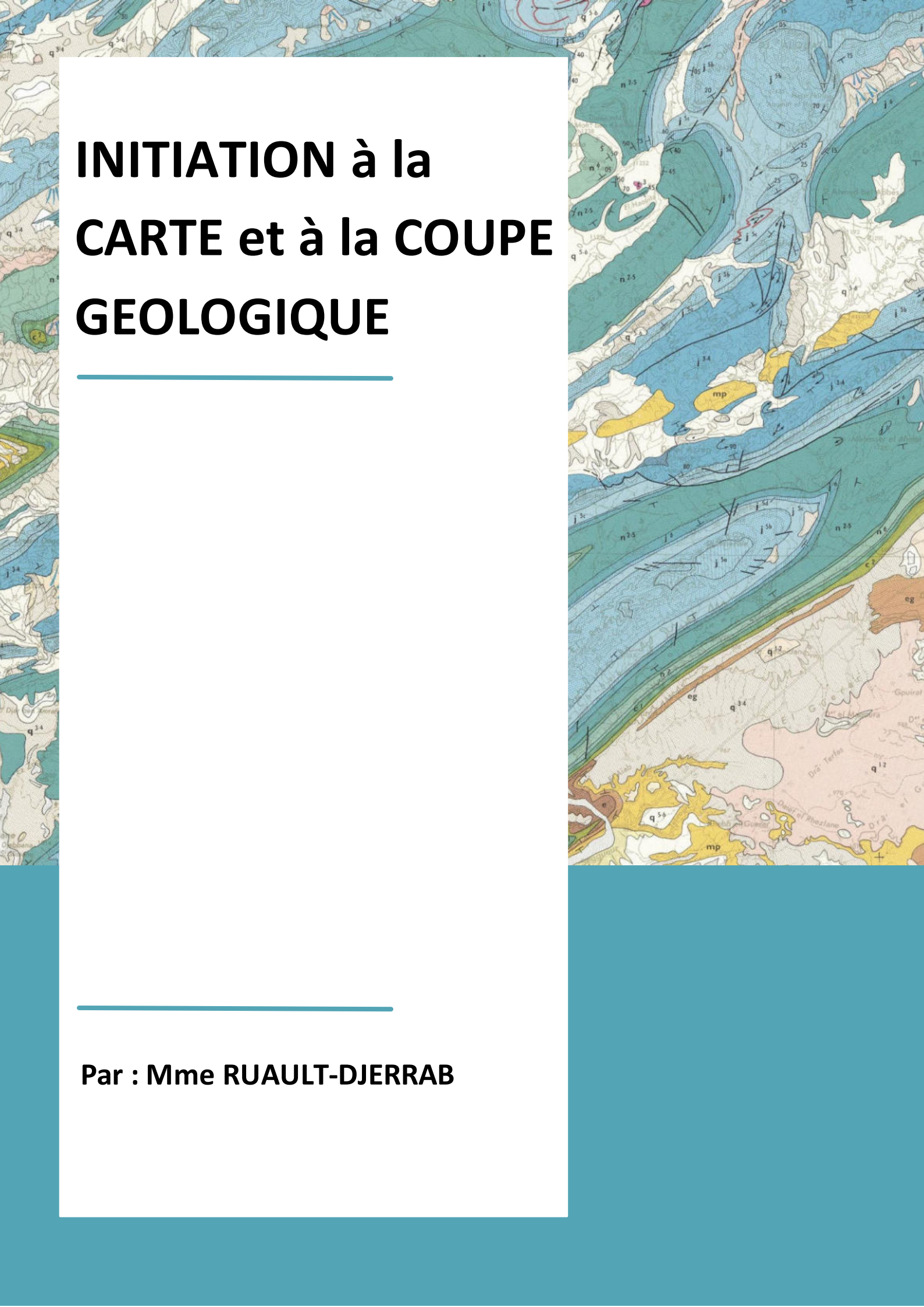


A detailed geological map serves as the background for the slide. It features various colored regions representing different geological formations: blue for water bodies or specific rock types, yellow for others, and brown for a third set. Black lines with tick marks indicate faults or structural boundaries. Numerous alphanumeric codes (e.g., j 34, n 25, q 34, mp, eg, q 12, q 54) are scattered across the map, likely corresponding to a legend. The map is oriented with a north arrow in the upper right.

INITIATION à la CARTE et à la COUPE GEOLOGIQUE

Par : Mme RUAULT-DJERRAB

INITIATION à la CARTE et à la COUPE GEOLOGIQUE

**(Cours destiné à des étudiants du tronc commun de la Licence en
Géologie, Université 8 Mai 1945, Guelma, Algérie)**

Dernière mise à jour : Mai 2026

Par : Mme RUAULT-DJERRAB

La photo d'illustration de la première page est un extrait de la carte géologique de Brezina, en Algérie
(Échelle : 1/200,000; Feuille N° HI – 11 12).

Table des matières :

I-	Introduction	1
1.	Définition	1
2.	Comment sont faites les cartes géologiques ?	1
3.	A quoi servent les cartes géologiques?	2
4.	Quelques rappels	2
II-	La carte géologique	5
1.	Informations d'ordre général	5
2.	Informations relatives à la géologie	5
III-	La coupe géologique	11
1.	Introduction	11
2.	Définition	11
3.	Le choix de l'emplacement de la coupe	11
4.	La construction du profil topographique	11
5.	Les figurés géologiques	12
6.	Les étapes de la construction d'une coupe géologique	14
IV-	Propriétés géométriques des couches	16
1.	Pendage et direction d'une couche	16
2.	Epaisseur des couches	22
V-	Représentation des couches géologiques	25
1.	Constance dans l'épaisseur des couches	25
2.	Données nécessaires à la représentation des couches	25
3.	Variation de pendage à l'intérieur d'un même affleurement	27
4.	Importance de bien repérer la position des affleurements sur le profil topographique	27
VI-	Les structures géologiques	29
1.	Introduction	29
2.	Les structures tabulaires	29
3.	Les structures monoclinales	30
4.	Les structures plissées	31
5.	Les structures faillées	32
6.	Les structures discordantes	35
	Bibliographie	39
	Glossaire Français / Anglais	40

I- INTRODUCTION

1. DEFINITION

Une carte géologique utilise des couleurs et des symboles pour représenter les différents types de roches et de sédiments présents à la surface de la Terre, ainsi que des éléments naturels tels que les contacts géologiques, les failles et les plis. Elle peut également représenter des phénomènes comme les glissements de terrain ou les volcans actifs.

Elle se compose d'un **fond de carte** (généralement une carte topographique) coloré pour indiquer la présence des différentes unités rocheuses à la surface ou juste en dessous (exemple en figure 1).

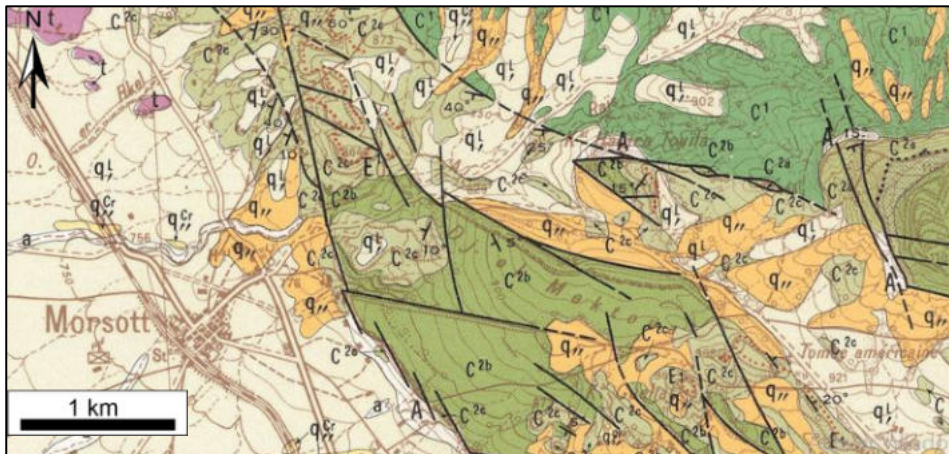


Figure 1 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de Morsott, Algérie.

2. COMMENT SONT FAITES LES CARTES GÉOLOGIQUES ?

Pour créer une carte géologique, **les géologues étudient le substratum¹ rocheux, les sédiments et le relief d'une zone spécifique**. Leur objectif est d'**identifier et de décrire ces éléments, puis de les représenter sous forme d'unités géologiques**. Ils explorent le paysage pour repérer les affleurements², les différents types de sédiments et les structures géologiques.

Bien sûr, **les roches ne sont pas visibles partout** (elles peuvent être recouvertes, par exemple par des sols ou des dépôts alluviaux, déposés par les rivières). Déterminer quel est le type de roche présente dans les zones dépourvues d'affleurements implique **d'utiliser des données complémentaires : étude du type de sol, études géomorphologiques ou encore informations issues des forages³**. Les **méthodes géophysiques** permettent de mesurer à distance certaines propriétés physiques des roches (comme leur magnétisme et leur densité) et sont donc utiles pour cartographier les roches dans les régions peu exposées. Ces informations complémentaires sont prises en compte par le géologue pour définir les limites des unités rocheuses à représenter sur la carte.

¹ Le **substratum** désigne la masse rocheuse solide sur laquelle reposent des sédiments meubles ou peu consolidés. Également nommé substrat rocheux, socle rocheux, soubassement rocheux.

² Un **affleurement** désigne la partie d'une formation rocheuse visible à la surface de la Terre.

³ Un **forage** est un trou profond et étroit creusé dans le sol, notamment pour localiser de l'eau ou du pétrole, ou pour échantillonner le substratum rocheux.

Néanmoins, il existe toujours des parties de la carte où l'incertitude est plus grande quant à la nature du substratum rocheux, et il est important que le lecteur de la carte comprenne qu'une part importante d'interprétation est utilisée dans le processus de cartographie.

3. A QUOI SERVENT LES CARTES GÉOLOGIQUES?

Les cartes géologiques sont **utilisées pour résoudre des problèmes impliquant la gestion des ressources, la prévention des risques naturels ou la gestion de l'environnement**.

Elles constituent la **principale source d'information pour divers aspects de l'aménagement du territoire**, notamment l'implantation des bâtiments et des réseaux de transport (par exemple, elles permettent de construire des routes en évitant les zones à risque de glissements de terrain). Elles peuvent nous **aider à localiser des ressources allant du sable et du gravier aux métaux précieux**. Outre leurs avantages pratiques, la cartographie géologique **contribue à une meilleure compréhension de notre planète par les scientifiques**.

Ainsi, une carte géologique est un **outil essentiel pour communiquer des informations géologiques aux géologues, à divers professionnels et au grand public**.

Bien entendu, l'utilisation de ces cartes requiert au préalable de **posséder des connaissances de base** sur les différents types de roches, la stratigraphie (principes et échelle des temps stratigraphiques) et de savoir identifier les structures géologiques courantes (failles et plis).

4. QUELQUES RAPPELS

4.1. LES DIFFÉRENTS TYPES DE ROCHES

On distingue trois types de roches :

1. Les roches **sédimentaires** (ex : *calcaire, conglomérat, grès, marne, argilite, gypse...*) : elles sont composées de **sédiments**⁴, mis en place dans un bassin sédimentaire. Ces sédiments sont principalement **issus des processus d'altération et d'érosion**⁵. Ils se transforment en roche sous l'effet de différents processus appelés **diagenèse**. Les roches sédimentaires sont arrangées en **couches** ou **strates**⁶, d'une épaisseur variable (de quelques mètres à quelques centaines de mètres). Elles sont **très courantes à la surface de la Terre** (elles recouvrent environ 75 % de la surface des continents).
2. Les roches **magmatiques** ou ignées (ex : *basalte, granite*) : elles **se forment à partir d'un magma** (= roche fondue). Les roches **volcaniques (ou extrusives)** se mettent en place

⁴ Un **sédiment** est composé de particules, de taille variable (ex: des grains de sable, des particules d'argile, des graviers...), qui sont principalement issues des processus d'altération et d'érosion et qui ont été transportées par exemple par le vent ou l'eau. Certains sédiments peuvent aussi avoir une origine organique.

⁵ L'**altération** désigne la décomposition et la désintégration des roches et des minéraux (et d'autres matériaux) qui intervient à la surface de la Terre, sous l'effet de processus chimiques, physiques ou biologiques. L'**érosion** désigne l'élimination des roches et minéraux altérés par des forces naturelles comme le vent et l'eau, ce qui provoque des changements du relief de la Terre.

⁶ Une **strate** (du latin '*stratum*'), ou couche, est un ensemble sédimentaire plus ou moins homogène compris entre deux surfaces approximativement parallèles (les plans de stratification). Son épaisseur est supérieure à 1 cm.

pendant des éruptions volcaniques (ex : *basalte*) et les roches **plutoniques (ou intrusives)** refroidissent lentement à l'intérieur de la Terre (ex : *granite*).

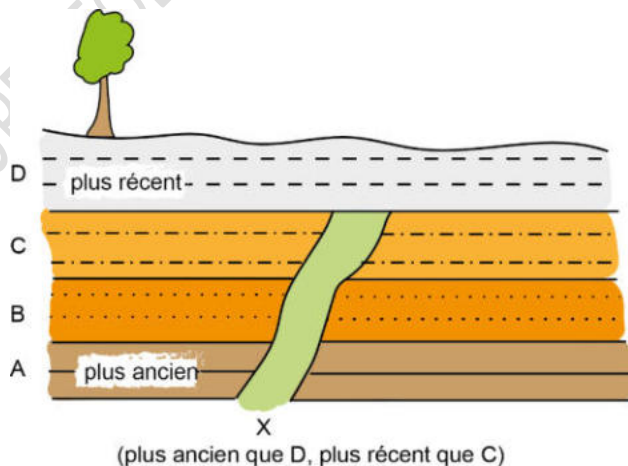
3. Les roches **métamorphiques** (ex : *gneiss*, *schiste*, *marbre*) : elles **proviennent de la transformation de roches préexistantes** (sédimentaires, magmatiques ou métamorphiques) sous l'effet de l'augmentation de la pression et/ou de la température.

4.2. LES PRINCIPES DE LA STRATIGRAPHIE

L'étude des strates et de leur relation s'appelle la **stratigraphie**. Il existe plusieurs principes fondamentaux utilisés lors de l'étude d'une carte géologique et pour déterminer l'âge relatif des roches. Ces principes sont présentés ci-dessous :

1. Le **principe d'horizontalité** : selon ce principe, les sédiments se déposent à l'origine à l'horizontal. Ils forment des couches parallèles nommées strates.
2. Le **principe de superposition** : selon ce principe, lorsque deux couches sont superposées, la couche supérieure est forcément la plus récente (sauf bouleversements tectoniques).
3. Le **principe de continuité** : une couche possède en général le même âge et le même faciès sur toute son étendue (= la même épaisseur, le même type de roche).
4. Le **principe d'identité paléontologique** : Si deux couches différentes contiennent les mêmes fossiles, alors elles ont le même âge.
5. Le **principe de recoupement** : Si une unité lithologique en recoupe une autre, alors elle est plus récente (cas des failles notamment).
6. Le **principe d'inclusion** : Des fragments de roches contenus dans une autre roche sont nécessairement plus anciens que cette roche (le contraire est impossible).

Figure 2 : Illustration des principes d'horizontalité, de superposition, et du principe de recoupement.



4.3. LES PLIS ET LES FAILLES

Les plis et les failles sont des structures tectoniques :

- **Les plis (tectonique souple)** se caractérisent par une déformation des couches sans rupture, de sorte que leurs surfaces sont courbes mais continues. Un pli est défini comme « une ondulation des couches ». Il existe deux principaux types de plis : les **anticlinaux** (voir figure ci-dessous) et les **synclinaux**, qui présentent une forme inverse.
- **Les failles (tectonique cassante)** sont des surfaces de fracture le long desquelles un déplacement des couches s'est produit (un côté se déplace par rapport à l'autre). Il existe trois principaux types de failles selon le type de mouvement : les **failles normales** (observées

en cas d'extension, ou mouvement de divergence), les **failles inverses** (en cas de compression, ou mouvement de convergence ; voir figure ci-dessous) et les **décrochements** (en cas de mouvement latéral).

L'étude de ces structures et de ces déformations s'appelle la **tectonique**.

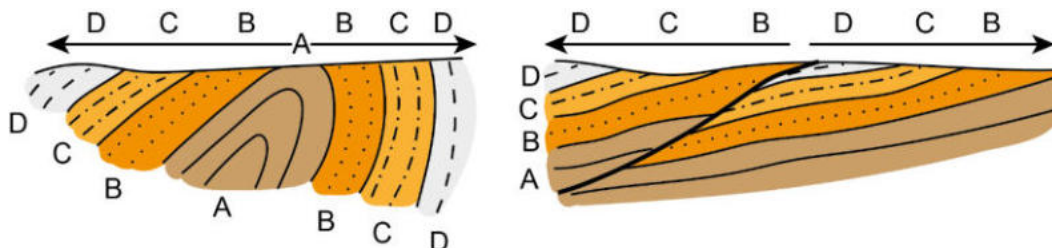


Figure 3 : Structures tectoniques, avec un pli anticlinal à gauche, et une faille inverse à droite.

4.4. L'ÉCHELLE STRATIGRAPHIQUE

L'échelle stratigraphique est une division des temps géologiques fondée sur l'étude des strates sédimentaires qui se sont déposées successivement au cours du temps. C'est une sorte de **calendrier de la Terre**.

Cette échelle est **internationale** (utilisée partout sur la Terre).

Elle est divisée en différentes unités : les **éons** (= unités les plus longues), les **ères**, les **périodes** (= systèmes), les **époques** (= séries) et les **étages** (voir figure 4).

L'étage est l'unité de base. Les principales divisions de l'échelle ont été obtenues à partir de l'étude des fossiles.

Figure 4 : Echelle stratigraphique simplifiée (avec les grandes divisions). Âges donnés en millions d'années.

	Eons	Eres	Périodes	Âges (Ma)
Phanérozoïque		Cénozoïque (Tertiaire)	Quaternaire Néogène Paléogène	66
		Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé Jurassique Trias	
		Paléozoïque (Primaire)	Permien Carbonifère Dévonien Silurien Ordovicien Cambrien	251
Précambrien	Protérozoïque			538,8
	Archéen			2500
	Hadéen			4000
				4600

L'échelle stratigraphique officielle (avec toutes les unités, les âges numériques et les couleurs) est disponible en différentes langues sur le site web de la Commission internationale de stratigraphie (ICS) : <https://stratigraphy.org/>

II- LA CARTE GÉOLOGIQUE

Les cartes géologiques se composent de plusieurs éléments clés comprenant des informations générales et d'autres relatives à la géologie (figure 9).

1. INFORMATIONS D'ORDRE GÉNÉRAL

Pour informer l'utilisateur de la position des différents éléments dans la réalité, les cartes géologiques utilisent un **fond topographique**, indiquant par exemple la **position des cours d'eau, des routes ou des villes**, ainsi que des **courbes de niveau**, qui montrent le relief. Le fond topographique permet de s'orienter facilement sur la carte et de localiser les principales caractéristiques du paysage.

La **légende de la carte** (située tout autour de la carte) **comporte également le même type d'information que pour les cartes topographiques**, avec par exemple : l'échelle, le titre et le numéro de la carte, le type de projection utilisé, la valeur de l'équidistance, les coordonnées géographiques (longitude, latitude) et tirets kilométriques, la direction du nord magnétique et géographique.

2. INFORMATIONS RELATIVES À LA GÉOLOGIE

2.1. LES COULEURS

Les cartes géologiques utilisent des couleurs (ou différents motifs de remplissage) pour représenter les différentes unités géologiques (une unité correspond à un type particulier de roche dont l'âge est connu). Ces unités sont indiquées par des couleurs allant du jaune et du rouge au violet et au gris (figure 5). Ces **couleurs sont standards** : une même unité stratigraphique est toujours représentée par la même couleur (mais il est toujours conseillé de consulter la légende pour connaître la signification exacte d'une couleur).

Les couleurs standards pour les unités sédimentaires sont données dans l'échelle stratigraphique officielle (disponible sur le site <https://stratigraphy.org/>) et les principales sont rappelées dans le tableau de la page suivante.



Figure 5 : Exemple d'une carte géologique montrant les différentes couleurs standards (extrait de la carte géologique de Brezina, Algérie, échelle : 1/200 000 ; Feuille HI – 11 12).

Sur la carte, la couleur grise ou beige est utilisée pour le Quaternaire, le jaune (orangé) pour le Miocène, le vert pour le Crétacé, le bleu pour le Jurassique et le mauve pour le Trias.

2.2. LES NOTATIONS DES TERRAINS (LES INDICES)

En plus des couleurs, **chaque unité géologique est également désignée par un indice** (une notation).

C'est une lettre, parfois accompagnée d'un exposant ou d'un indice, mais les conventions d'usage peuvent différer selon les cartes. Les terrains sédimentaires ne portent pas les mêmes notations que les autres types de roches.

▪ Terrains sédimentaires

Dans le cas des terrains sédimentaires, on utilise une **lettre (alphabet latin) pour les périodes, qui rappelle l'âge de la couche** (tableau 1). Il peut s'agir selon les cartes d'une lettre majuscule ou minuscule :

Ex. sur la figure 5 (page précédente) : la lettre 't' indique le Trias, 'j' le Jurassique, 'mp' le Mio-Pliocène et 'q' le Quaternaire.

Chaque lettre peut être **accompagnée d'un exposant ou d'un indice**, qui permettent de subdiviser les ensembles désignés par les lettres :

Ex. sur la figure 5 (page précédente) : j^{3-4} , j^{5a} , j^{5b} correspondent à des subdivisions à l'intérieur du Jurassique (par convention, j^{5a} est plus ancien que j^{5b}), et q^{1-2} , q^{3-4} , q^{5-6} et q^7 à des subdivisions du Quaternaire (par convention q^{1-2} est plus ancien que q^{3-4}).

Les indices peuvent aussi refléter la lithologie (nature de la roche) d'une formation :

Ex. : j_{8D} représente des dolomies du Kimméridgien (Jurassique supérieur).

Pour les formations superficielles récentes (Quaternaire), on utilise le plus souvent une lettre majuscule, qui peut donner une indication sur le type de dépôt :

Ex. : A ou F pour des alluvions (dépôts fluviaux), G pour des formations glaciaires, E pour des éboulis...

Tableau 1 : Exemples de notations et de couleurs utilisées pour les terrains sédimentaires.

Subdivisions stratigraphiques		Notations	Couleurs
Cénozoïque	Quaternaire	Q, A, G, X, E...	
	Néo-gène	Pliocène	P
		Miocène	m
	Paléo-gène	Oligocène	g
		Eocène	e
		Paléocène	e
Mésozoïque	Crétacé (sup.)	c	
	Crétacé (inf.)	n	
	Jurassique (sup.)	j	
	Jurassique (inf.)	l	
	Trias	t	
Paléozoïque	Permien	r	
	Carbonifère	h	
	Dévonien	d	
	Silurien	s	
	Ordovicien	o	
	Cambrien	k	

▪ **Terrains magmatiques et métamorphiques**

Dans le cas des roches magmatiques et métamorphiques, on utilise une **lettre grecque** :

Ex. pour les roches magmatiques : α (alpha) = andésite, β (bêta) = basalte, γ (gamma) = granite, ρ (rhô) = rhyolite, θ (thêta) = gabbro

Ex. pour les roches métamorphiques : ξ (ksi) = micaschiste, ζ (dzêta) = gneiss ...

▪ **Autres**

Des couleurs, des trames ou des figurés particuliers peuvent signaler des zones de broyage tectonique (brèches, mylonites) ou des filons par exemple.

2.3. LES TRACÉS GÉOLOGIQUES

Les **contours géologiques (limites de couches)** sont tracés **en traits fins**, parfois tiretés en cas d'incertitude (figure 6).

Les **limites tectoniques, ou accidents tectoniques** (aussi nommées **contact anormal**), sont **indiquées en traits épais** : ce sont les différents types de failles et les chevauchements⁷. Lorsqu'elles sont certaines et visibles en surface, le trait est continu. En revanche, elles sont dessinées en tiretés (traits discontinus) soit lorsqu'elles sont recouvertes par des formations superficielles, soit lorsqu'elles sont incertaines.

Il convient dans tous les cas de vérifier la légende pour s'assurer de la signification des tracés ou des symboles.

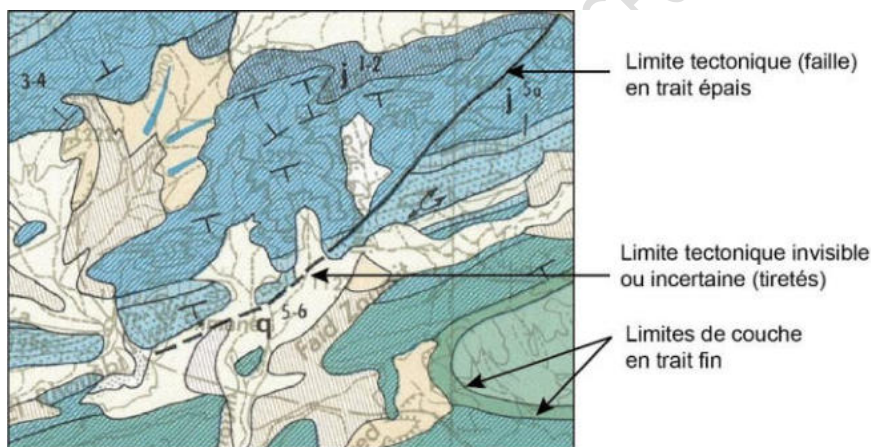


Figure 6 : Les tracés géologiques (limites de couches et limites tectoniques).

2.4. LES SYMBOLES

Différents symboles peuvent être présents sur les cartes géologiques, dont des signes de pendage et de plissement (figure 7), ou divers symboles indiquant par exemple la localisation des gîtes minéraux

⁷ En géologie, un **chevauchement** est un type de faille inverse où un bloc de roche (souvent une nappe de charriage) avance et recouvre un autre bloc sur un plan de faille peu incliné. Les chevauchements sont typiques de la formation des chaînes de montagnes, et entraînent une superposition anormale de terrains plus anciens sur des terrains plus jeunes.

ou fossilifères, ou encore la localisation des carrières et des mines. Des informations plus détaillées sur les pendages⁸ seront données plus loin dans ce cours.

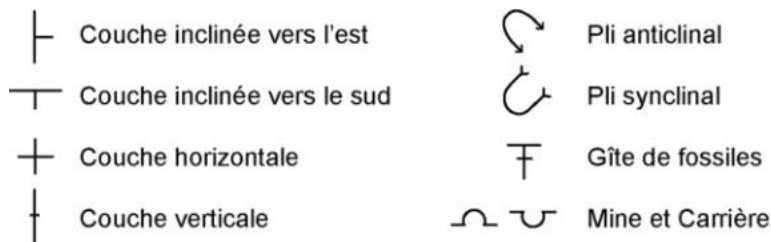


Figure 7 : Exemples de symboles présents sur les cartes géologiques, dont les signes de pendages (à gauche) et les signes de plissement.

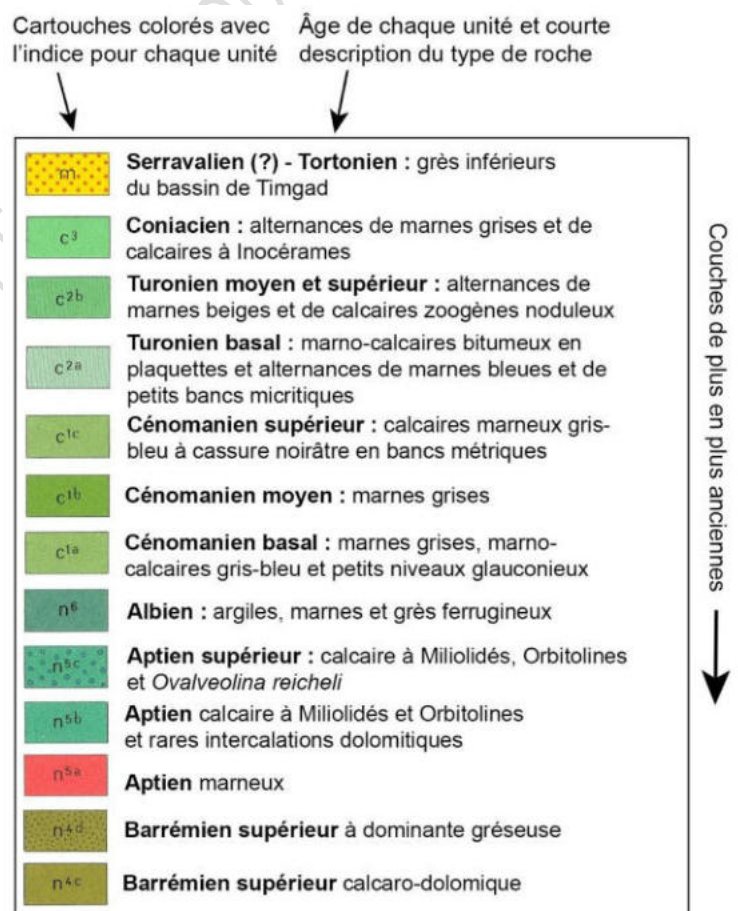
2.5. LA LÉGENDE

Pour aider l'utilisateur à comprendre la carte, une légende est toujours fournie. Elle regroupe des informations générales, déjà évoquées précédemment, ainsi que des informations relatives à la géologie. La légende **permet de comprendre la signification de toutes les couleurs et symboles utilisés.**

Que peut-on trouver dans la légende ?

- **Les cartouches (liste des unités géologiques présentes) :** Ce sont des rectangles colorés qui correspondent à un terrain d'âge géologique donné. Le cartouche est accompagné par une courte description du type de roche et de son âge, et il donne aussi l'indice correspondant (figure 8 ci-contre). Les cartouches sont placés dans l'ordre stratigraphique (les couches les plus récentes vers le haut, et les plus anciennes en bas).
- **La liste de tous les symboles utilisés sur la carte :** les différents types de failles, les signes de pendage et de plissement, les gisements de fossiles, les gîtes minéraux, les mines et les carrières.

Figure 8 : Légende d'une carte géologique montrant les cartouches (extrait de la carte de Boulehilet, Algérie, N°174).



⁸ Le signe de pendage donne notamment une information sur l'inclinaison d'une couche par rapport à un plan horizontal.

2.6. AUTRES INFORMATIONS

Certaines cartes peuvent fournir des informations supplémentaires, telles que des coupes géologiques, une colonne lithostratigraphique ou un schéma structural.

La figure suivante résume tous les différents types d'information présentes sur les cartes géologiques.

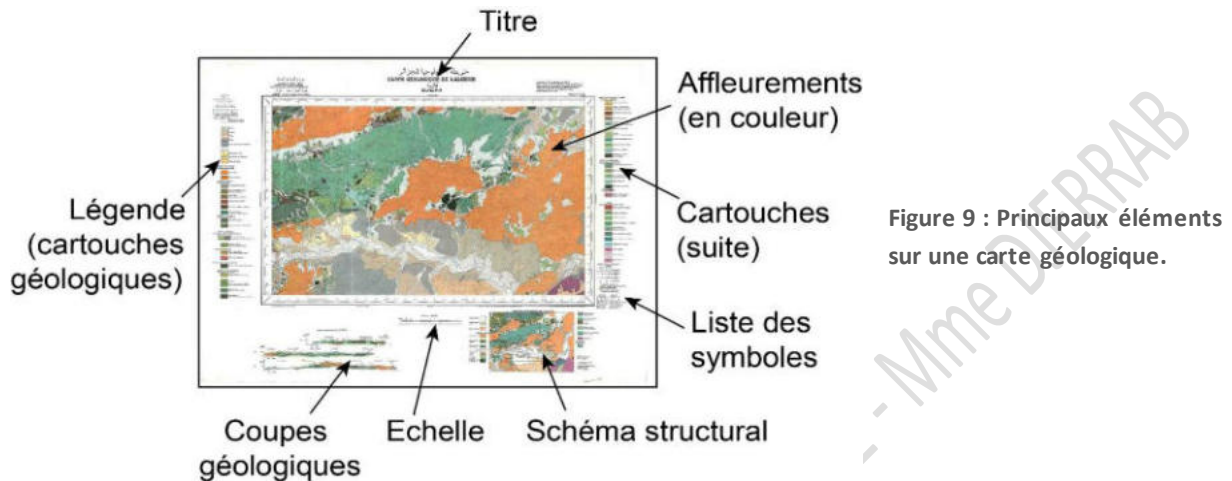


Figure 9 : Principaux éléments sur une carte géologique.

2.6. LA NOTICE EXPLICATIVE DE LA CARTE

Les cartes géologiques sont généralement accompagnées d'un livret appelé notice, qui donne des informations souvent essentielles ne pouvant être figurées graphiquement sur la carte (figure 10). Il s'agit de **données collectées lors du lever de la carte, des données bibliographiques, de résultats d'études de laboratoire** (paléontologie, minéralogie des roches, géochronologie, géochimie...) liées au lever de la carte ou de **données issus d'autres travaux portant sur la région : forages, mines, hydrogéologie...**

Les notices, d'une dizaine de pages pour les cartes relativement anciennes, peuvent atteindre 150 pages pour certaines cartes récentes. Les principaux renseignements fournis par les notices concernent les domaines suivants :

- **Présentation générale de la région**

Orientée vers la **géographie physique**, cette partie décrit surtout les paysages de la région et son réseau hydrographique, et leurs liens avec la géologie régionale.

- **Nature, âge et épaisseurs des terrains**

Cette partie de la notice est essentielle à la compréhension de la carte, et indispensable à la réalisation des coupes géologiques et des commentaires de cartes. Là sont décrits les terrains, leurs épaisseurs, nécessaires pour construire les coupes géologiques, leurs faciès qui permettront de choisir les figurés dans les coupes.

C'est aussi dans cette partie aussi que l'on trouve les **données paléontologiques** (faunes et flores fossiles) qui ont permis de déterminer l'âge (stratigraphie) des terrains sédimentaires (étages des cartouches de la légende).

Pour les roches plutoniques, volcaniques et métamorphiques, leur nature est déterminée à partir de leur minéralogie en lames minces, d'analyses chimiques, et leurs âges établis par les méthodes radiochronologiques.

▪ *Évolution paléogéographique et tectonique régionale*

Une partie de la notice synthétise les données sédimentologiques et stratigraphiques pour **reconstituer l'évolution paléogéographique régionale de l'ancien vers l'actuel** : changements d'environnement (marin, continental), transgressions, régressions, émergences, discordances.

Dans les régions déformées, une partie **décrit les structures tectoniques, la mise en évidence des phases tectoniques et de leurs caractéristiques** : âge, nature (compression, extension) et direction des contraintes...

▪ *Ressources diverses*

Enfin, la notice **concerne la géologie appliquée**. Elle traite des **matériaux utiles** : minerais divers, charbon, pétrole, pierre de taille, granulats, sables et graviers, hydrogéologie...

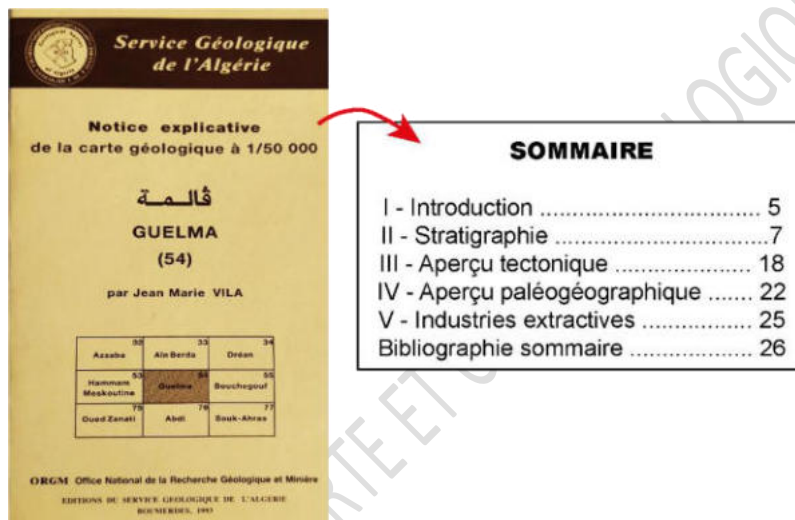


Figure 10 : Vue de la première page d'une notice explicative avec son sommaire (carte de Guelma en Algérie). Cette notice fait 26 pages de long et date de 1993. Elle est rédigée en français.

III- LA COUPE GÉOLOGIQUE

1. INTRODUCTION

Le géologue s'intéresse à la disposition des terrains en surface, mais aussi à leur prolongement en profondeur, que ce soit pour la connaissance théorique des structures ou dans des buts appliqués : recherche pétrolière, minière, creusement de tunnels... Or il ne dispose souvent que de la carte géologique, qui est un document plan, horizontal. **L'examen de la disposition des terrains sur la carte** permet d'y localiser les plis, les failles et les chevauchements, mais **ne peut donner d'image précise de la structure des terrains en profondeur**.

La **construction de coupes géologiques dans des plans verticaux est une technique qui permet de restituer les structures en profondeur** à partir des cartes ; elle est **indispensable dans la formation de tout géologue**, quelle que soit sa spécialité.

2. DÉFINITION

Une coupe géologique représente la section des terrains géologiques par un plan vertical. Elle montre l'organisation des strates en profondeur.

La coupe va donner des informations sur les différentes couches géologiques présentes, les failles ou encore la topographie.

La **réalisation d'une coupe géologique nécessite de faire une interprétation⁹ à partir des affleurements présents en surface** (les couches géologiques ne peuvent pas être observées directement), et donc le **résultat obtenu peut être plus ou moins approximatif** (jamais de certitude !).

3. LE CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA COUPE

L'emplacement du trait de coupe sur la carte doit être choisi dans un secteur représentatif des structures de la carte, et **dans une zone riche en informations** comme les signes de pendages.

Au contraire, **il faut éviter les secteurs présentant de petites complications tectoniques** locales si elles ne sont pas utiles, **ou ceux trop largement recouverts de formations superficielles récentes** qui masquent les terrains auxquels on s'intéresse.

Lorsque des plis sont présents, la coupe doit être orientée perpendiculairement aux axes des plis, le but étant de montrer la forme réelle des plis en section.

Lorsque les couches sont inclinées, la coupe est généralement orientée dans la direction du pendage d'ensemble des couches.

Lorsque les couches sont planes, le choix de l'emplacement de la coupe est plus libre.

4. LA CONSTRUCTION DU PROFIL TOPOGRAPHIQUE

Après avoir choisi l'emplacement de la coupe, **la réalisation du profil topographique est la première chose à faire avant de pouvoir réaliser la coupe géologique**.

⁹ Au contraire d'une coupe géologique, la réalisation d'un profil topographique ne nécessite pas d'interprétation, le profil étant dessiné uniquement à partir des points visibles en surface.

La dessin se fait bien entendu sur une feuille de papier millimétré¹⁰. Le profil topographique **doit être placé au centre de la feuille**, afin de pouvoir dessiner la coupe géologique sous le profil. Les axes devront bien entendu être gradués et orientés, et l'échelle doit être indiquée (figure 11).

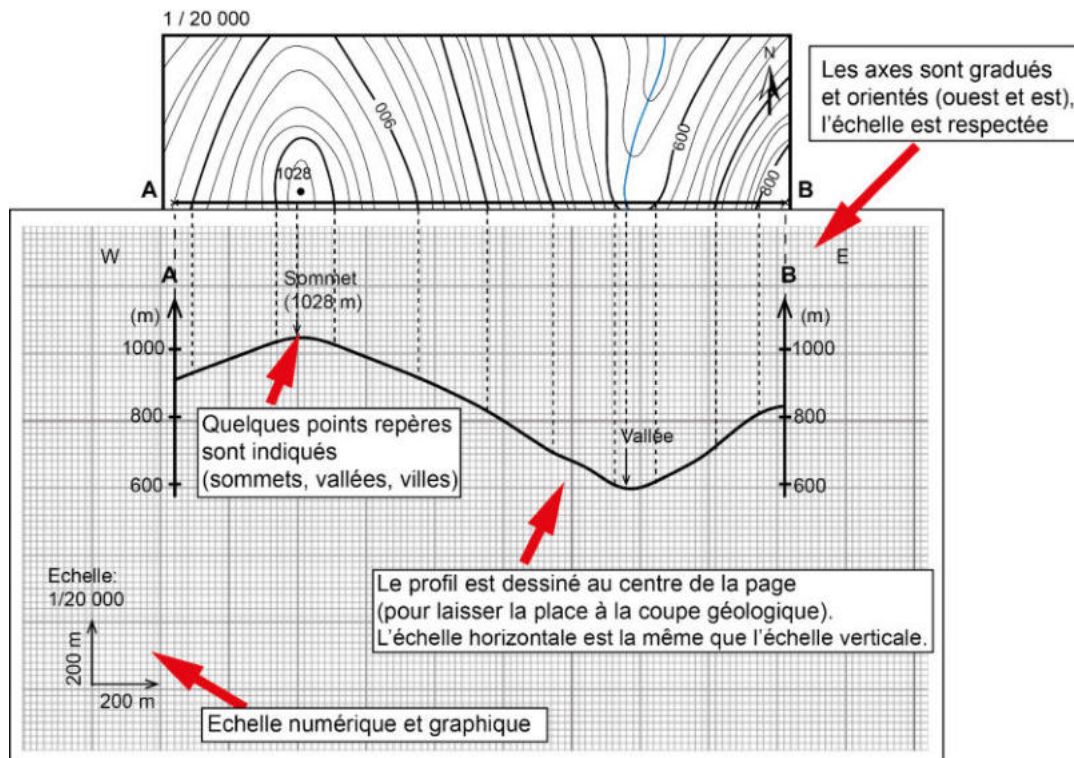


Figure 11 : Exemple d'un profil topographique et explication de la méthode de réalisation.

5. LES FIGURÉS GÉOLOGIQUES

5.1. COULEURS OU FIGURÉS ?

Sur la **carte**, les terrains se distinguent par une couleur et un indice.

Sur une **coupe**, on peut utiliser des couleurs ou des figurés (= des symboles spécifiques) :

- On utilisera généralement les couleurs pour un travail sur ordinateur : elles peuvent être ou non associées avec des figurés. Mais attention, le choix des couleurs doit respecter les conventions d'usage (on retrouve toujours les mêmes couleurs pour une unité géologique donnée, par exemple le vert pour le Crétacé).
- Les figurés doivent être préférés pour un travail classique (sur papier). En effet, les couleurs sont difficiles à reproduire de façon correcte.

5.2. CHOIX DU FIGURÉ

Un figuré représente la lithologie dominante d'une formation (le type de roche). Pour éviter des ambiguïtés d'interprétation ou des figurés fantaisistes, il existe des **figurés conventionnels** dont les

¹⁰ De nos jours, il existe bien entendu des logiciels ou applications capables de réaliser les profils topographiques, dont l'application Google Earth (Pro). Cette vidéo par exemple vous explique comment faire : https://youtu.be/DPxr02m_Lfo

principaux sont donnés dans la figure 12. On utilise donc toujours le même figuré pour un type de roche ou de sédiment particulier. Il est aussi possible de mélanger les figurés entre eux si la roche est de type intermédiaire (ex: un calcaire gréseux sera représenté en mélangeant le figuré du calcaire à celui du grès).

Dans tous les cas, il est nécessaire **de choisir un figuré adapté au type de roche. Celui-ci rappelle généralement l'apparence de la roche** (par exemple, les argiles et les marnes sont représentées par des traits parallèles qui symbolisent leur aspect feuilleté, et les sables par des points).

Les figurés doivent aussi être **dessinés de la façon la plus régulière possible**, et ils doivent être **placés de façon correcte sur la coupe**, en respectant l'inclinaison des couches (figure 13).

Roches sédimentaires

	Calcaire (bancs épais)		Conglomérat
	Calcaire (bancs minces)		Calcaire argileux (ou calcaire marneux)
	Marne ou argilite		Calcaire gréseux
	Marne ou argilite		Argilite sableuse (ou grès argileux)
	Grès		Alternance de calcaire et de marne
	Dolomie		Evaporites

Autres roches

	Granite (roche magmatique)		Basalte (roche magmatique)
	Gneiss (roche métamorphique)		Roche volcanique massive

Figure 12 : Exemples de figurés géologiques.

* *Remarque* : un même figuré peut bien sûr convenir pour un sédiment (ex : le sable) et la roche composée de ce même type de sédiment (ex : le grès).

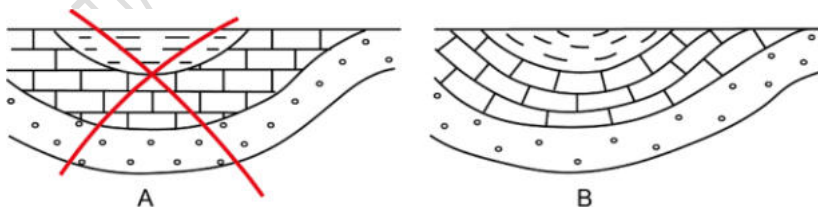


Figure 13 : Disposition des figurés : A- Incorrect (figurés placés à l'horizontale sans respecter les pendages), B- Correct (figurés placés en respectant les pendages).

6. LES ÉTAPES DE LA CONSTRUCTION D'UNE COUPE GÉOLOGIQUE

Contrairement au profil topographique, la **construction d'une coupe géologique est souvent plus délicate** car il faut en permanence émettre des hypothèses pour comprendre l'apparence des couches géologiques en profondeur. Il est donc **nécessaire de faire une interprétation**.

Il faut respecter certaines règles, avec, dans l'ordre :

1. Choisir l'emplacement de la coupe et tracer un trait.
2. Réaliser le profil topographique, l'orienter et mettre l'échelle.
3. Examiner la carte géologique : il faut repérer les principales structures, et, si on en a, les failles et les plis, ainsi que les signes de pendage.
4. Dessiner (à l'échelle) la colonne stratigraphique des terrains traversés (sur un papier à part ou sur un papier calque).
5. Faire un schéma rapide au brouillon de la coupe géologique.
6. Reporter les affleurements traversés par le trait de coupe sur le profil topographique, en indiquant pour chacun le pendage (préciser sur le bord du papier millimétré les notations de ces affleurements). Si les pendages des couches ne sont pas indiqués, ils peuvent être déterminés en utilisant la règle du 'V'.
7. Dessiner la coupe géologique : on indique en premier les failles (si on en a : chaque ensemble limité par des failles sera traité comme une structure indépendante), puis on dessine en commençant par les terrains les plus récents.
8. Donner à chaque couche un figuré adapté au type de roche présent.
9. Terminer la coupe en écrivant la légende (cartouches géologiques, titre et N° de la carte, échelle, points repères...).
10. Recopier éventuellement la coupe au stylo.

Un exemple de coupe (commenté) est donné dans la page suivante.

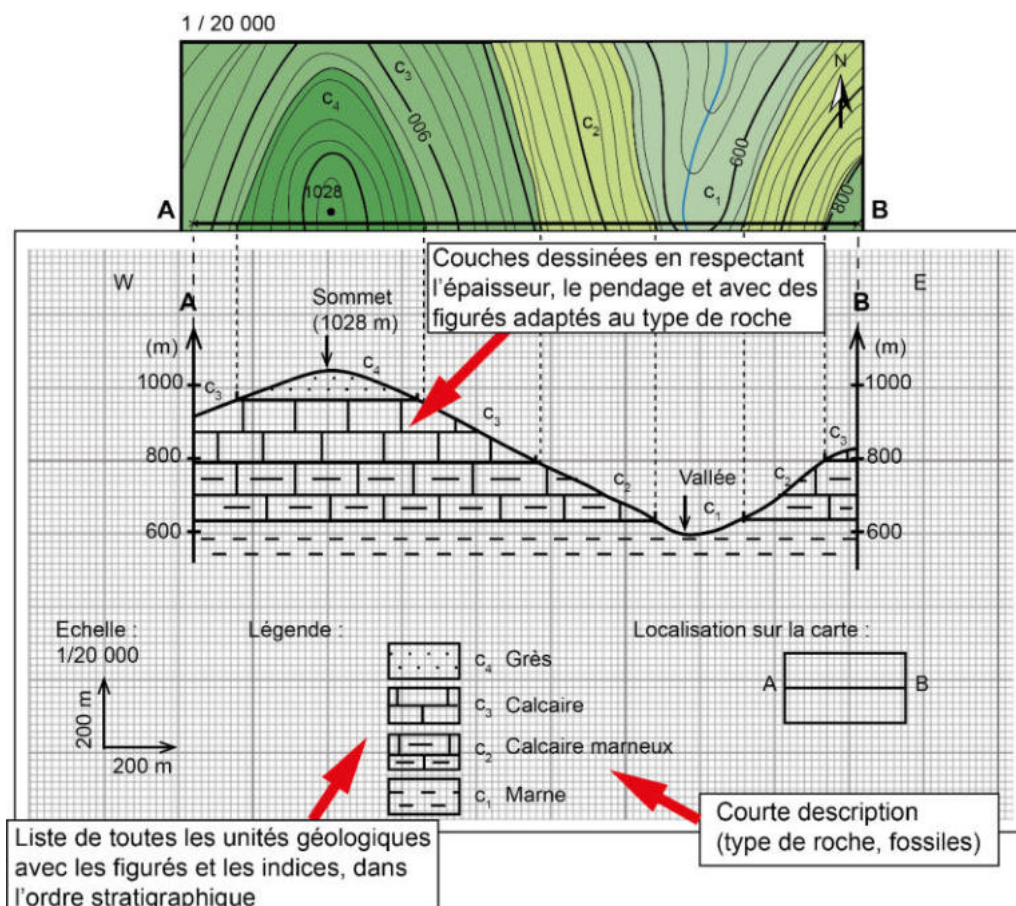


Figure 14 : Exemple d'une coupe géologique (structure tabulaire).

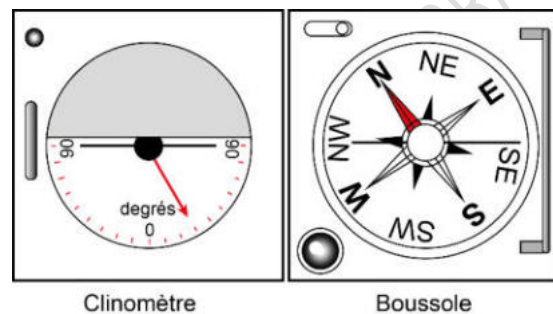
IV- PROPRIÉTÉS GÉOMÉTRIQUES DES COUCHES

1. PENDAGE ET DIRECTION D'UNE COUCHE

1.1. DÉFINITION

Le **pendage** et la **direction** des couches sont mesurés sur le terrain avec une **boussole** équipée d'un **clinomètre** (figure 15). Ces informations sont ensuite indiquées sur les cartes géologiques à l'aide de **symboles spéciaux** (voir paragraphe suivant). La connaissance du pendage des couches est **nécessaire pour pouvoir réaliser une coupe géologique**.

Figure 15 : Boussole géologique équipée d'un clinomètre (qui permet de mesurer les angles).



La **direction** d'une couche (mesurée avec la boussole) est l'intersection entre une surface géologique et un plan horizontal (figure 16). Elle est mesurée par rapport au nord. Par exemple, une couche avec une direction de N90 est en réalité orientée est/ouest; et la direction N90 est strictement équivalente à la direction N270 (mais par convention on choisit le chiffre le plus petit).

Le **pendage** correspond à l'**inclinaison de la surface de la couche par rapport à un plan horizontal**.

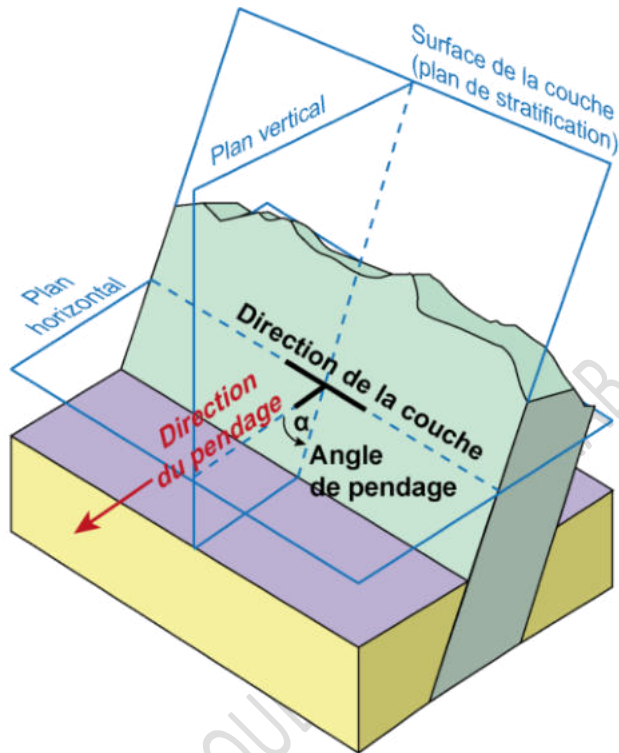
Pour définir un pendage, deux informations sont nécessaires :

- **La direction du pendage**, mesurée avec la boussole, correspond à la ligne de plus grande pente de la surface (direction d'écoulement de l'eau). Elle est mesurée par rapport au nord, et elle est perpendiculaire à la direction de la couche.
- **L'angle de pendage (α)** est l'angle entre la surface de la couche et un plan horizontal. L'angle est indiqué par un chiffre compris entre 0° (couche horizontale) et 90° (couche verticale). Cet angle est mesuré avec le clinomètre. Il n'est pas toujours indiqué sur la carte.

Pour noter le pendage d'un plan, deux valeurs suffisent : la direction du pendage suivie de l'angle de pendage. Par exemple, 138/74 correspond à un plan plongeant de 74° vers la direction 138°N (c'est-à-dire vers le sud-est).

Figure 16 : Mesure du pendage et de la direction de la couche (figure redessinée d'après (1)).

Cette figure montre la relation entre différents plans, qui a pour résultat le symbole de pendage en forme de 'T'.



1.2. REPRÉSENTATION DU PENDAGE SUR LES CARTES

Un signe en forme de 'T' est utilisé sur les cartes géologiques pour représenter les pendages (figure 16, 17). La barre horizontale du 'T' (la plus longue) représente la direction de la couche, et la barre verticale donne le sens du pendage (ou ligne de plus grande pente). Le symbole en forme de 'T' est orienté sur la carte, conformément aux mesures de terrain. L'angle de pendage (α) peut être indiqué près du symbole (mais ce n'est pas systématique).

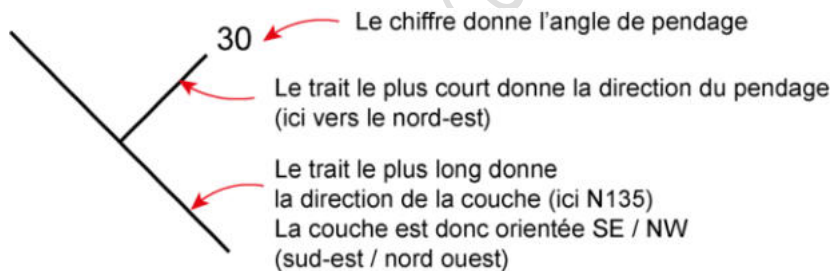


Figure 17 : Explication du symbole de pendage.

Suivant les cartes, ces signes peuvent varier légèrement (figure 18) :

- Ils peuvent se terminer par une flèche,
- La longueur de la petite barre peut varier en fonction du pendage (plus le pendage est fort et plus la barre est courte),
- La valeur du pendage peut être indiquée ou non,
- Les pendages nuls (couches horizontales) et verticaux sont indiqués par des symboles spécifiques.

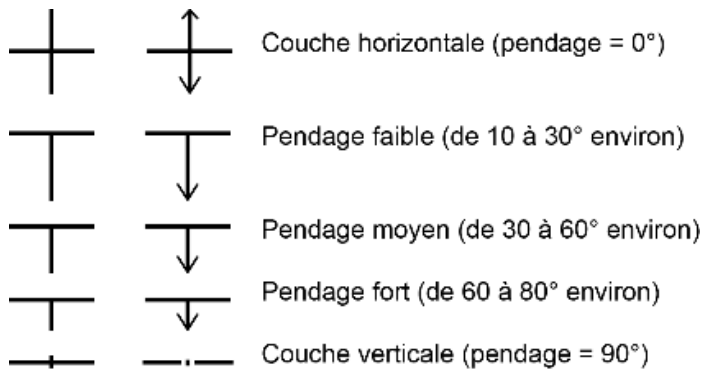


Figure 18 : Représentation du pendage sur les cartes (exemple de variabilité possible).

1.3. DÉTERMINATION DU PENDAGE

Si le pendage n'est pas indiqué sur la carte, il existe plusieurs méthodes qui permettent soit de déterminer son sens, soit de le calculer.

- **Evaluation du sens du pendage par rapport aux couches situées à proximité**

Le pendage d'une couche peut être comparable à celui des couches les plus proches.

- **Evaluation du sens de pendage à l'intérieur d'une série plissée**

L'identification du type de pli (anticlinal / synclinal) permet de connaître le sens de pendage des couches à l'intérieur du pli (figure ci-dessous).

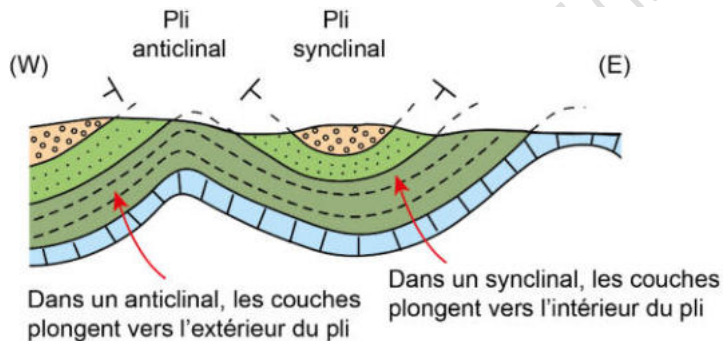


Figure 19 : Détermination du sens de pendage des couches à l'intérieur d'un pli anticlinal et synclinal.

- **Evaluation du sens de pendage en étudiant l'intersection des couches avec la surface topographique : la règle du 'V'**

Au niveau d'une colline

Quand la couche est inclinée (figure 20.A), l'affleurement dessine un 'V' dont la point est orientée dans la direction opposée au pendage.

Quand la couche est verticale (figure 20.B), l'affleurement dessine une droite, et ce quel que soit le relief (la projection d'un plan vertical sur un plan horizontal est toujours une ligne droite).

Quand la couche est horizontale (figure 20.C), les limites de la couche sont parallèles aux courbes de niveau.

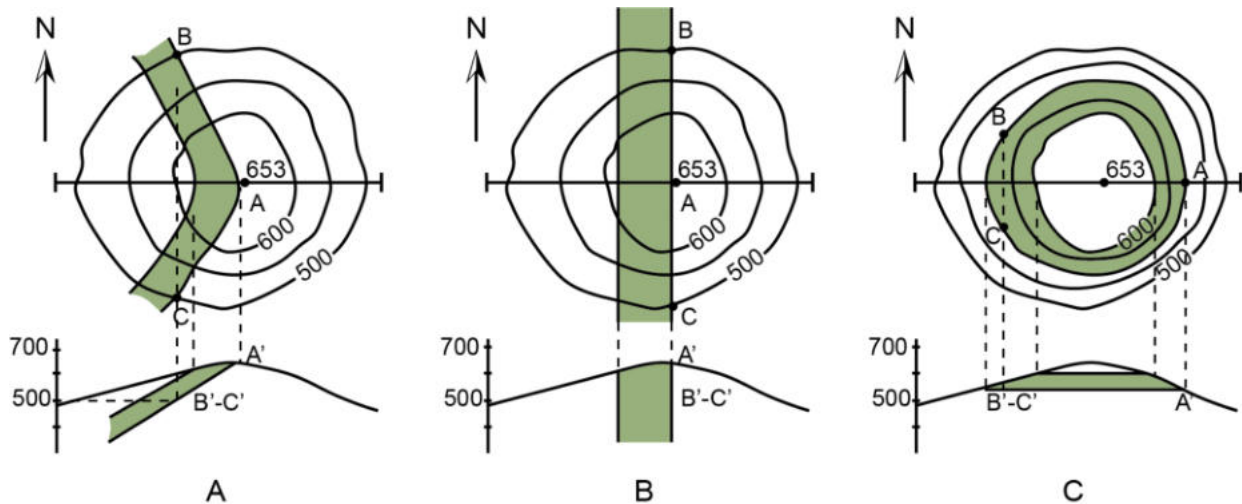


Figure 20 : Détermination du sens de pendage au niveau d'une colline, vue en carte (en haut) et en coupe (en bas). Figure redessinée d'après Foucault & Raoult, 1966.

A : Les trois points A, B et C définissent un plan dont le pendage est celui de la couche. A ayant une altitude plus élevée et étant situé à l'E de BC, la couche plonge donc vers l'W.

B : B, A et C sont alignés en projection mais pas dans l'espace, car A est situé à une altitude plus élevée que B et C. On a ici une couche verticale puisque A ne se trouve ni à l'E ni à l'W de BC.

C : Les trois points A, B et C sont à la même altitude.

Au niveau d'une vallée

Quand la couche est inclinée (figure 21 A et B), l'affleurement dessine un 'V' dont la pointe est dirigée dans le sens du pendage.

Une exception (figure 21.C) concerne les couches ayant un pendage très faible dans le même sens que la pente topographique : dans ce cas le point du 'V' est dirigée sans le sens inverse du pendage.

Quand la couche est verticale (figure 21.D), l'affleurement dessine une droite, et **quand la couche est horizontale** (figure 21.D), les limites de la couche sont parallèles aux courbes de niveau.

▪ **Evaluation du sens de pendage en utilisant la méthode des trois points**

Cette méthode est expliquée dans les figures 20 et 21.

Elle consiste à **choisir trois points sur le même contour géologique, dont deux au moins ont une altitude différente** (en l'occurrence les points A, B et C sur les figures 20 et 21).

La **droite joignant les points B et C, situés à la même altitude, représente la direction de la couche**. La **position du point A par rapport aux points B et C donne le sens du pendage**.

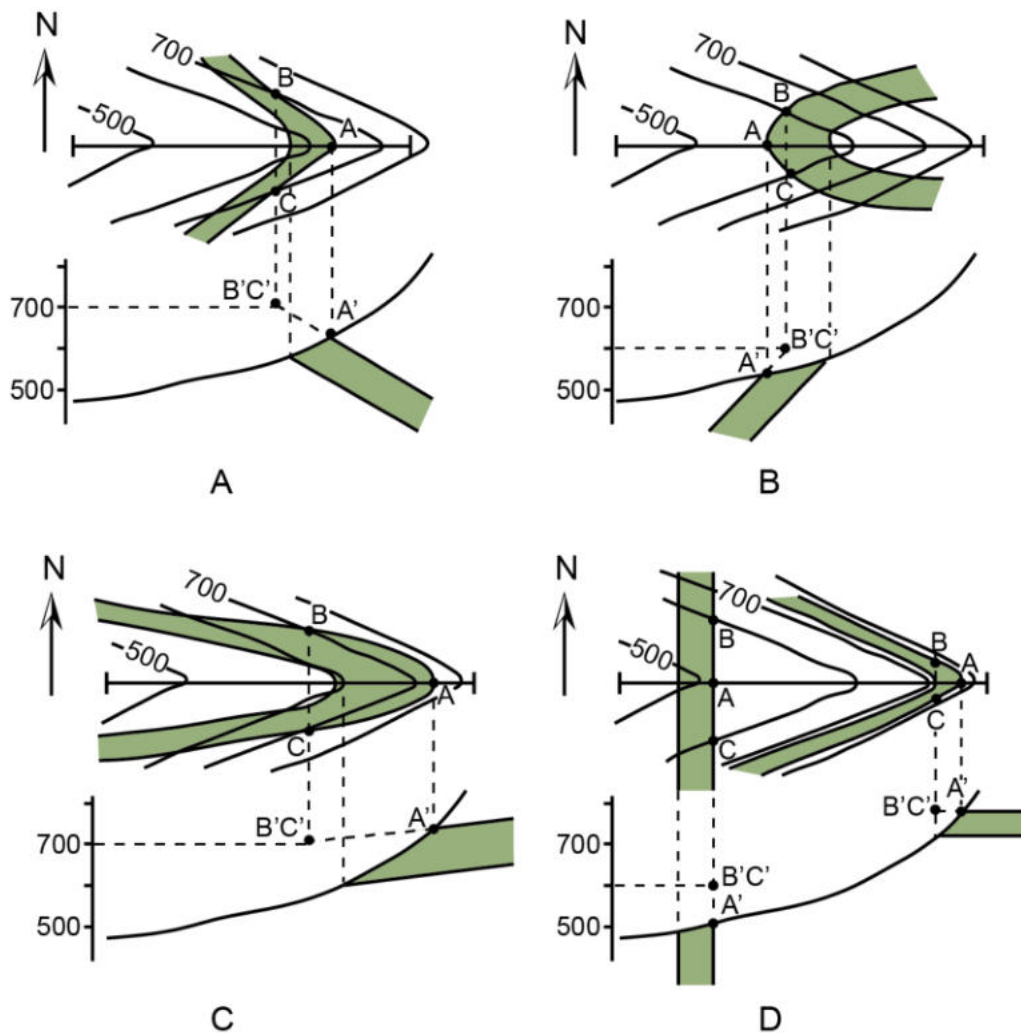


Figure 21 : Détermination du sens de pendage au niveau d'une vallée, vue en carte (en haut) et en coupe (en bas). Figure redessinée d'après Foucault & Raoult, 1966.

A : Les points B et C se situent sur les côtés de la vallée, le point A se situe dans le thalweg¹¹, à une altitude plus basse. La couche plonge donc vers l'E, dans la direction de la pointe du 'V'.

B : Le point A est plus bas que B et C, la couche plonge donc vers l'aval, c'est-à-dire vers l'W.

C : Le point A, bien que situé dans le thalweg, se situe à une altitude plus élevée que B et C. La couche plonge donc vers l'aval de la vallée, c'est-à-dire vers l'W. Il s'agit d'une exception à la règle du 'V'.

D : Deux couches sont représentées sur cette figure.

A droite, les points A, B et C sont situés à la même altitude. La couche est donc horizontale, et ses contours sont parallèles aux courbes de niveau.

A gauche, les trois points A, B et C sont parfaitement alignés sur la carte, mais pas dans l'espace (A est situé à une altitude plus basse que B et C). A n'étant ni à l'W, ni à l'E de BC, ça signifie que la couche est verticale. Contrairement aux cas précédents, ici l'affleurement n'a pas une forme de 'V' car la projection d'un plan vertical sur un plan horizontal (celui de la carte) est forcément une ligne droite.

¹¹ Le **thalweg** ou **talweg** (mot issu de l'allemand) est la ligne reliant tous les points les plus bas d'une vallée. C'est nécessairement le chemin emprunté par le cours d'eau lorsqu'il existe.

■ Détermination quantitative du pendage

Il est **possible de déterminer précisément l'angle de pendage** à partir de l'intersection d'une couche avec la surface topographique, comme dans l'exemple donné sur la figure suivante.

On prend **trois points situés sur la couche**. Deux sont situés sur les côtés de la vallée à la même altitude (B et C), et A est situé dans le thalweg. La **droite D1**, qui relie les points B et C, **donne la direction de la couche**. La **droite D2**, perpendiculaire à D1 et qui passe par H et A, **donne le sens de pendage**. En coupe, A se projette en A' (altitude 100 m), et H en E (altitude 300 m).

Le **calcul de l'angle de pendage (α)** fait intervenir la même formule que celle utilisée pour le calcul de la pente topographique, et **nécessite de déterminer une distance (utilisation de l'échelle) et une différence d'altitude (utilisation des courbes de niveau)** :

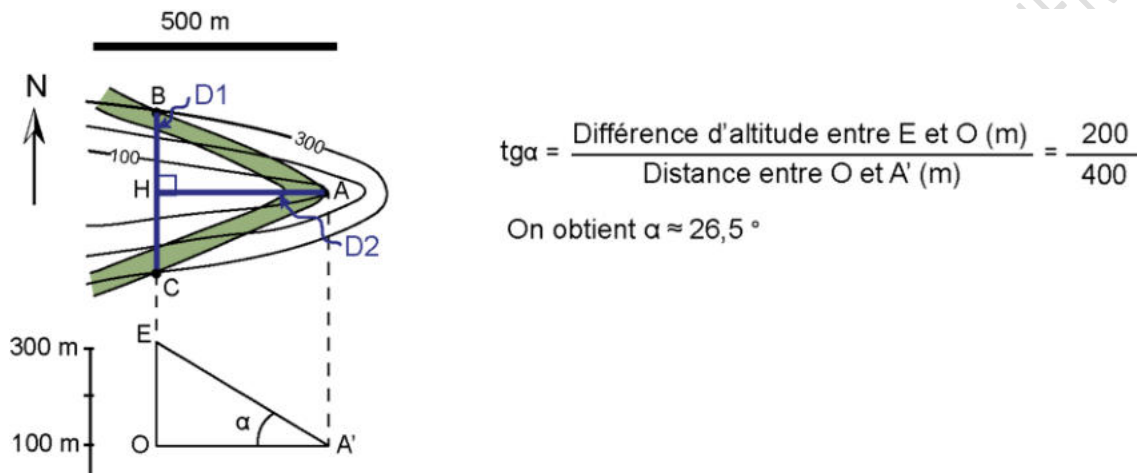


Figure 22 : Détermination quantitative du pendage (intersection d'une couche avec une vallée).

Notons que si cette méthode permet effectivement de calculer un angle de pendage, sa précision dépend de la qualité du fond topographique et des tracés géologiques.

Il est **possible également d'évaluer la valeur de l'angle de pendage simplement en observant la forme du 'V' lorsque la couche traverse une vallée : plus il est ouvert, et plus le pendage est fort** (voir figure ci-dessous). Cette méthode permet d'estimer le pendage simplement et sans calcul (pendage fort, moyen, faible ou nul). Attention cependant à tenir compte de la forme de la vallée, plus celle-ci est encaissée, et plus le 'V' est aigu.

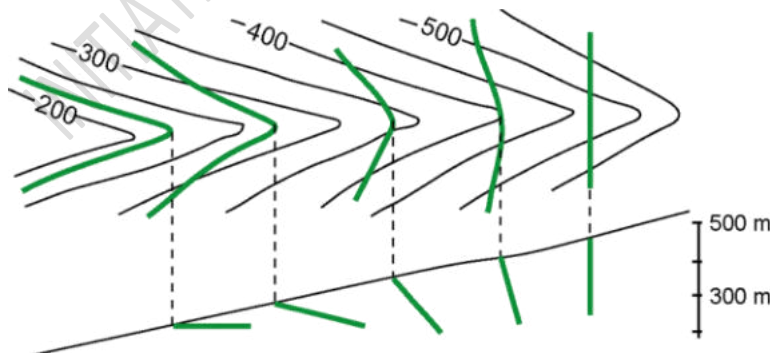


Figure 23 : Evaluation quantitative du pendage en observant la forme du 'V' quand les couches traversent une vallée.

2. ÉPAISSEUR DES COUCHES

2.1. ÉPAISSEUR RÉELLE ET APPARENTE DES COUCHES

L'épaisseur réelle d'une couche est celle qui est mesurée perpendiculairement à la stratification (c'est l'épaisseur e_1 dans la figure suivante). C'est cette épaisseur qui sera visible sur les coupes perpendiculaires à la direction des couches.

L'épaisseur apparente est celle qui apparaît sur des coupes non perpendiculaires à la stratification (épaisseur e_2 dans la figure). Elle **peut être significativement plus grande** que l'épaisseur réelle si l'angle entre le plan de coupe et la stratification est faible (mais elle n'est jamais plus petite que l'épaisseur réelle).

Dans la plupart des cas cependant, comme cet angle est choisi proche de 90° , la **différence entre épaisseur réelle et épaisseur apparente est généralement négligeable**.

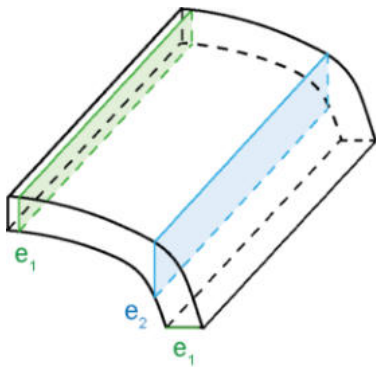


Figure 24 : Epaisseur réelle et épaisseur apparente.

Explication : e_1 correspond à l'épaisseur réelle (mesurée perpendiculairement à la stratification) et e_2 est une épaisseur apparente, plus grande que e_1 (e_2 est mesurée sur un plan qui n'est pas perpendiculaire à la stratification).

2.2. CAUSES DE VARIATION DE LA LARGEUR D'AFFLEUREMENT

Un **affleurement désigne l'intersection d'une couche avec la surface topographique** (ce sont donc les roches qui sont visibles à la surface de la terre).

Sur une carte, la **largeur d'affleurement d'une même couche ('L') est variable** car elle **dépend de trois facteurs** : l'épaisseur (réelle) de la couche, la **pente topographique** et le **pendage** de la couche (voir la figure suivante).

Dans certains cas la largeur d'affleurement peut être égale à l'épaisseur réelle, mais elle est souvent supérieure (jamais plus petite en revanche).

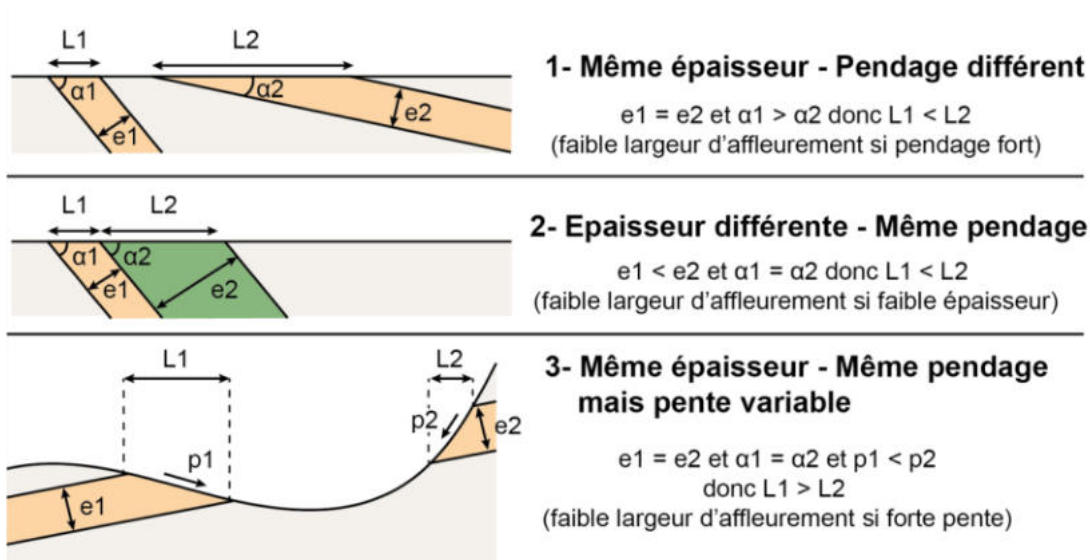
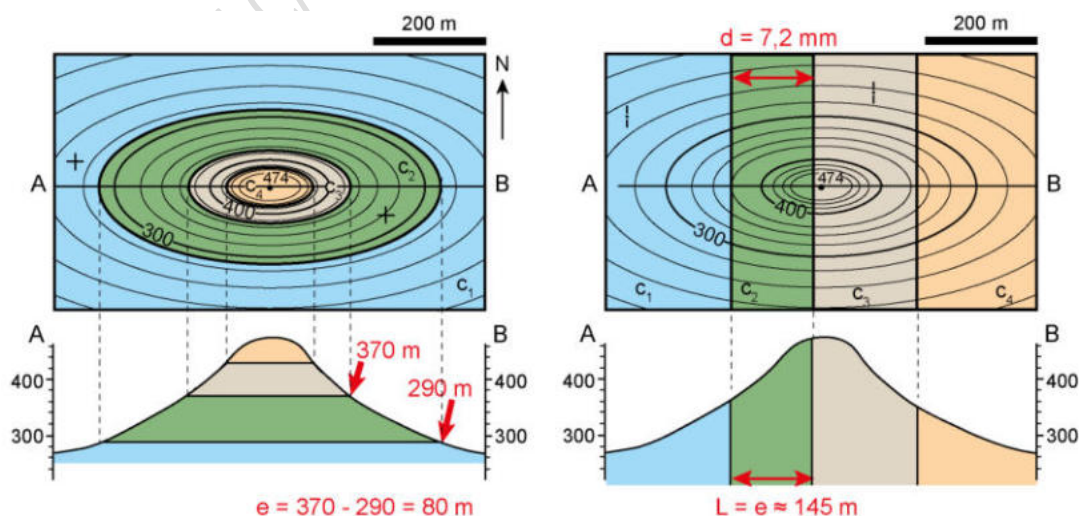


Figure 25 : Causes de variation de la largeur d'affleurement d'une couche.

2.3. DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR DES COUCHES

La réalisation d'une coupe géologique détaillée nécessite de connaître l'épaisseur des couches. Plusieurs cas de figures peuvent se présenter :

- **L'épaisseur des couches peut tout simplement être indiquée dans la légende** de la carte, ou **dans la notice explicative** qui l'accompagne. Elle peut aussi être calculée.
- **Lorsque les couches sont horizontales ou verticales, la détermination de l'épaisseur est très simple** (voir figure 26). Pour les **couches horizontales**, l'épaisseur peut être déterminée à l'aide des **courbes de niveau** (il suffit de connaître l'altitude de la base et du sommet de la couche, puis de faire la différence). L'épaisseur de la couche la plus récente (située en surface) ne peut pas être déterminée car l'érosion a pu en faire disparaître une partie (on connaît donc seulement une épaisseur minimale). Pour des **couches verticales**, la détermination de l'épaisseur est possible en utilisant l'échelle de la carte (il s'agit alors tout simplement de calculer la distance qui sépare la base et le sommet de la couche).

Figure 26 : Détermination de l'épaisseur pour des couches horizontales et verticales (couche c_2).

- Lorsque les couches sont inclinées (figure 27), il existe une **formule de calcul** de l'épaisseur. La valeur calculée dépend de deux paramètres :

$e = L \cdot \sin(\alpha)$ où e = épaisseur, L = largeur de l'affleurement et α = pendage de la couche

Le pendage (α) peut être donné directement sur la carte (il peut aussi être calculé), et la largeur d'affleurement (L) varie en fonction des trois paramètres évoqués au paragraphe précédent (pendage, épaisseur de la couche et pente topographique).

Par conséquent, pour utiliser cette formule de calcul, **il faut que les limites de la couche étudiée se trouvent à la même altitude** (c'est le cas pour un terrain plat, sinon il faut utiliser la méthode présentée dans la figure ci-dessous).

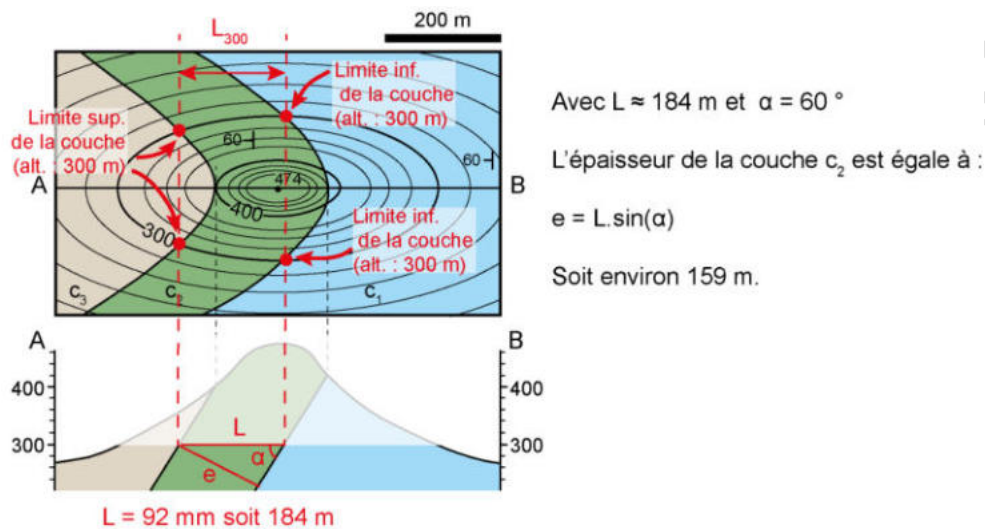


Figure 27 : Détermination de l'épaisseur pour des couches inclinées.

V- REPRÉSENTATION DES COUCHES GÉOLOGIQUES

1. CONSTANCE DANS L'ÉPAISSEUR DES COUCHES

Lorsqu'on dessine une coupe géologique, il est **primordial de garder une épaisseur constante pour les couches géologiques, sur toute l'étendue de la coupe** (respect du principe de continuité). Le tracé de la coupe devra se faire à l'aide d'un crayon bien taillé, et d'un trait net et précis, sans trembler. Pour garder l'épaisseur des couches constante, on peut s'aider d'un rectangle de papier brouillon (ou de papier calque) sur lequel on représente toutes les couches avec leurs épaisseurs, à l'échelle (on réalise une colonne lithostratigraphique).

Des **variations d'épaisseur des couches peuvent cependant exister**, à causes de **facteurs stratigraphiques** (ex : sédimentation plus ou moins abondante en deux points différents à la même époque, c'est l'une des exceptions au principe de continuité) ou de **facteurs tectoniques** (ex : épaissement au niveau de la charnière du pli, laminage : voir figure suivante). Dans tous les cas, cette variation doit se faire de manière progressive.

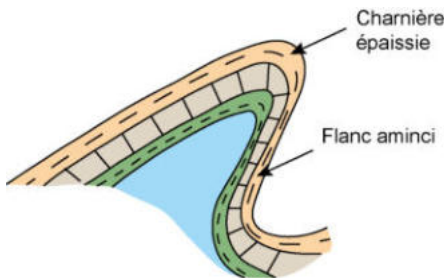


Figure 28 : Exemple d'un pli anisopaque (avec variation de l'épaisseur des couches).

2. DONNÉES NECESSAIRES A LA REPRÉSENTATION DES COUCHES

La surface topographique (courbes de niveau) et la largeur d'affleurement sont données par la carte. Pour représenter correctement une couche géologique sur une coupe, il faut connaître en plus :

- Soit le pendage (direction et angle de pendage)
- Soit l'épaisseur de la couche et la direction du pendage

2.4. CONSTRUCTION EN CONNAISSANT LE PENDAGE

Comme indiqué précédemment, le pendage peut être donné directement sur la carte par les signes de pendage, mais il peut aussi être évalué ou calculé selon les cas.

Pendage connu sur le trait de coupe

Si le pendage est connu à l'endroit du trait de coupe, la **construction est très simple**. A partir des limites d'affleurement, il suffit de **tracer des limites de couches parallèles dirigées dans le sens du pendage et en respectant l'angle de pendage** indiqué sur la carte.

Mais attention, ces limites ne doivent pas être prolongées sur une grande distance, car le pendage mesuré en surface ne reste pas nécessairement le même plus en profondeur, surtout dans le cas des plis.

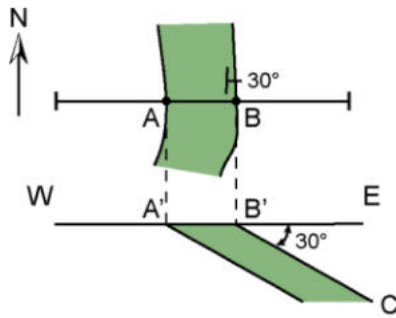


Figure 29 : Construction d'une couche en connaissant son pendage. (Figure redessinée d'après Foucault & Raoult, 1966).

Méthode : A partir de B', on trace la droite B'C qui fait un angle de 30° avec l'horizontale (ici la surface topographique). Il s'agit de la limite supérieure de la couche (le toit). On trace ensuite un trait parallèle qui part de A' (limite inférieure de la couche).

Pendage connu à proximité du trait de coupe

Dans la réalité, le pendage est rarement connu exactement au niveau du trait de coupe, mais il peut être indiqué à proximité. Il va donc falloir extrapoler à partir de ces informations et **projeter les pendages sur le trait de coupe, parallèlement à la direction des couches** (figure ci-contre). On suppose dans ce cas que les pendages restent les mêmes, ce qui n'est généralement pas tout à fait vrai. Une certaine incertitude demeure donc.

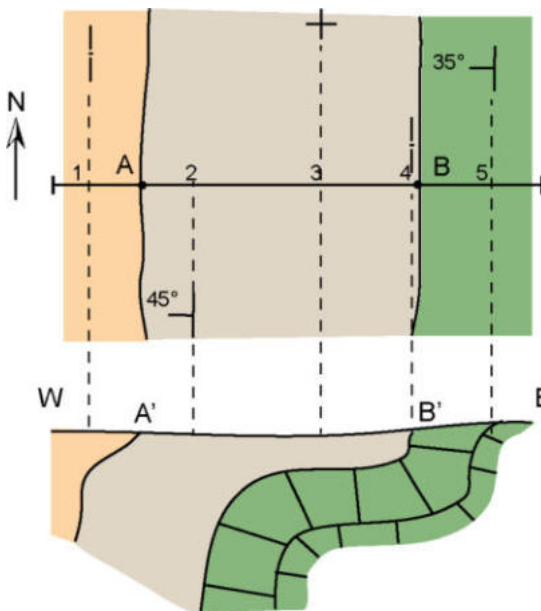


Figure 30 : Utilisation des pendages connus à proximité du trait de coupe. (Figure redessinée d'après Foucault & Raoult, 1966).

Méthode : Les pendages peuvent se projeter sur le trait de coupe en 1, 2, 3 (...) parallèlement à la direction des couches. La coupe se construit en tenant compte de ces pendages.

2.5. CONSTRUCTION EN CONNAISSANT L'ÉPAISSEUR ET LE SENS DU PENDAGE

Comme indiqué précédemment, l'épaisseur des couches peut être obtenue de différentes manières ; soit directement dans la légende ou dans la notice de la carte, soit par mesure de la largeur d'affleurement des couches verticales, soit par détermination des différences d'altitude entre le sommet et la base pour les couches horizontales, soit par construction, ou par calcul à condition de connaître le pendage.

Le sens de pendage est donné soit par les signes indiqués sur la carte, soit par les pendages des structures voisines, soit par l'utilisation de la règle du 'V'.

Il est possible à partir de ces informations de **construire la limite inférieure d'une couche à condition de connaître son épaisseur**. Il suffit de compléter ensuite la construction en construisant la limite supérieure de la couche de façon parallèle (figure 31).

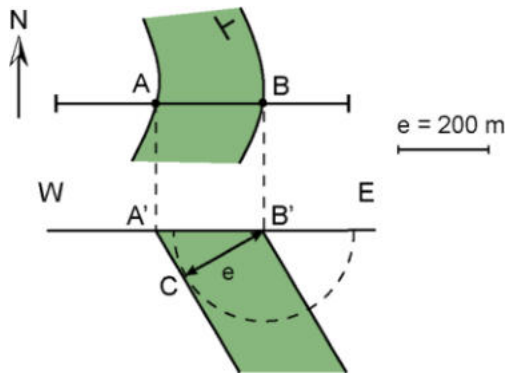


Figure 31 : Construction d'une couche en connaissant son épaisseur et le sens du pendage. (Figure redessinée d'après Foucault & Raoult, 1966).

Méthode : A partir de B', on trace un cercle de rayon e. Ensuite à partir de A', on trace la tangente au cercle (A'C), qui correspond à la limite inférieure de la couche. On trace enfin une droite parallèle à partir de B' (il s'agit de la limite supérieure de la couche).

3. VARIATION DE PENDAGE A L'INTERIEUR D'UN MEME AFFLEUREMENT

Lorsque le pendage varie à l'intérieur d'une même couche, la **construction est plus délicate** et les erreurs de constructions peuvent être fréquentes (figure ci-dessous).

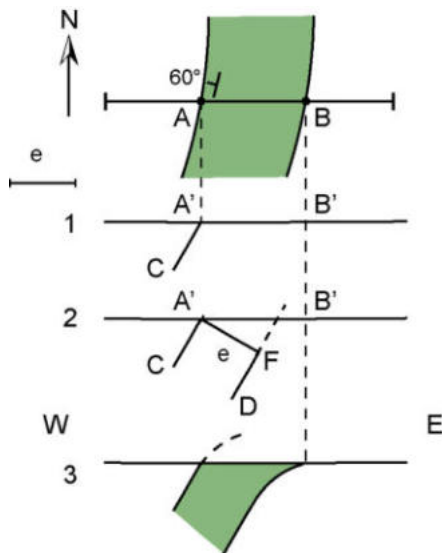


Figure 32 : Variation de pendage dans une même couche. (Figure redessinée d'après Foucault & Raoult, 1966).

Méthode : A partir de A', on trace la limite supérieure de la couche, qui fait un angle de 60° avec l'horizontale (1). Un problème se pose pour la limite inférieure : si on dessine un trait parallèle à A'C, et qui passe par B', l'épaisseur de la couche est beaucoup trop grande. Et si on respecte l'épaisseur (e), c'est la largeur d'affleurement qui n'est pas respectée (2). Pour construire correctement la couche, il faut à la fois respecter l'épaisseur et la largeur d'affleurement : pour dessiner la limite inférieure de la couche, on construit donc la droite DF, parallèle à A'C, et puis ensuite on donne une courbure à la limite (3). Attention, il ne faut pas commencer le changement de pendage avant d'arriver au point F (sinon l'épaisseur donnée à la couche sera trop grande).

4. IMPORTANCE DE BIEN REPERER LA POSITION DES AFFLEUREMENTS SUR LE PROFIL TOPOGRAPHIQUE

Il est **essentiel** tout d'abord de **construire un profil topographique correct**, et ensuite de **bien reporter la position de chaque affleurement sur le profil**. Des erreurs peuvent conduire à construire une coupe complètement fausse.

Par exemple, la présence d'une roche dure sera marquée dans le paysage par un relief prononcé (une colline), tandis qu'une roche tendre au contraire, plus facilement érodée, correspondra à une zone plane ou en creux. Si les affleurements ne sont pas correctement reportés sur le profil (figure 33), on pourra alors faire correspondre des couches tendres à des zones en relief et vice versa.

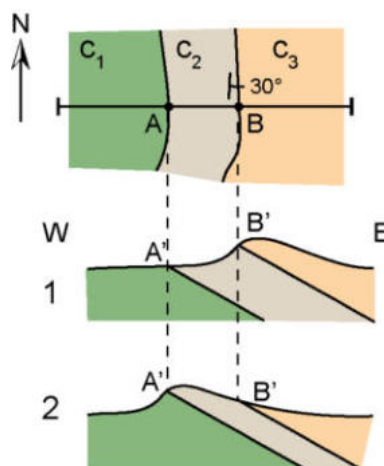


Figure 33 : Limites d'affleurement mal positionnées sur le profil (exemple 1). Figure redessinée d'après Foucault & Raoult, 1966.

Explication : Sachant que les couches c_1 et c_3 sont des marnes (roches fragiles facilement érodées) et c_2 du calcaire (roche beaucoup plus résistante), on peut en déduire que la coupe 1 est fausse car la couche c_2 correspond à une zone plane. Au contraire, dans la coupe 2, la couche c_2 correspond à une zone en relief, et les couches c_1 et c_3 à des zones planes. Cette coupe est donc correcte. On peut constater également que dans ces deux coupes, l'épaisseur de la couche c_2 n'est pas du tout la même en fonction de la localisation des limites de l'affleurement.

Un autre problème peut être lié à la représentation des pendages, qui peuvent être entièrement modifiés à cause d'une mauvaise position des limites d'affleurement (figure 34).

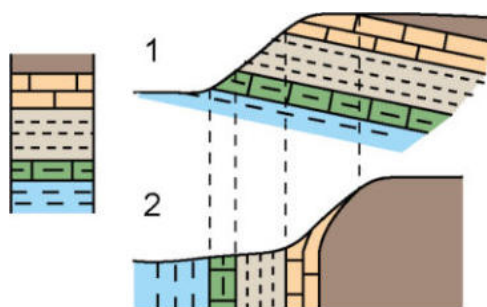


Figure 34 : Limites d'affleurement mal positionnées sur le profil (exemple 2). Figure redessinée d'après Foucault & Raoult, 1966.

Explication : Sur la coupe 1, les limites d'affleurements sont bien positionnées : les couches, construites en respectant les épaisseurs (données dans la colonne à gauche), sont faiblement inclinées. Sur la coupe 2 en revanche, toutes les limites d'affleurement sont décalées vers la gauche sur le profil topographique. Les couches, toujours construites en respectant les épaisseurs, n'ont plus du tout le même pendage.

VI- LES STRUCTURES GÉOLOGIQUES

1. INTRODUCTION

Dans certaines régions, les roches affleurant à la surface de la Terre présentent encore leur **structure sédimentaire intacte** ; autrement dit, la **stratification est encore approximativement horizontale**. Il s'agit de la structure géologique la plus simple, dite tabulaire (voir paragraphe suivant). Ce cas de figure est assez rare dans la nature.

Dans la réalité, et notamment dans les chaînes de montagne, les strates se retrouvent **fréquemment à des altitudes de plusieurs centaines de mètres au-dessus de leur position de dépôt**. Ce soulèvement est généralement associé à des **déformations**. Les strates ont donc perdu leur disposition d'origine sous l'effet de la tectonique, elles peuvent alors être **inclinées, plissées ou fracturées** (présence de failles).

2. LES STRUCTURES TABULAIRES

2.1. DÉFINITION

Dans une structure tabulaire¹², les **strates sont horizontales**, c'est donc le cas le plus simple.

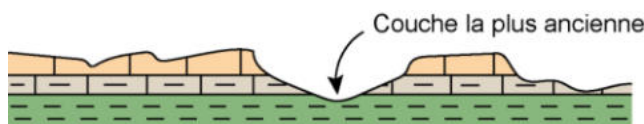


Figure 35 : Exemple d'une structure tabulaire (vue en coupe).

La présence de couches horizontales indique que la **succession sédimentaire n'a subi que peu ou pas de déformation après son dépôt**. On obtient généralement des **cartes géologiques très simples**.

Lorsque les strates sont horizontales, la **disposition des affleurements dépend de la topographie** : les **couches les plus jeunes affleurent sur les reliefs les plus hauts** (au sommet des montagnes ou des collines par exemple), tandis que les **couches les plus anciennes affleurent au fond des vallées** (en vertu du principe de superposition). Les **limites géologiques sont parallèles aux courbes de niveau**¹³ (figure 37).

2.2. COMMENT RECONNAÎTRE UNE STRUCTURE TABULAIRE SUR UNE CARTE ?

- Les **limites géologiques des couches sont parallèles aux courbes de niveau** : leur projection en carte ne recoupe jamais les courbes de niveau. Les **couches les plus anciennes** sont donc visibles **au fond des vallées**.
- Quand le relief est nul ou faible (plateau ou plaine), seule la couche la plus jeune affleure et est donc représentée sur une carte géologique.
- Les **signes de pendage sont tous identiques (+)**

¹² 'Tabulaire' : même racine que le mot 'Table' ce qui indique donc bien que les couches sont horizontales.

¹³ Les limites géologiques sont elles-mêmes des courbes de niveau, une courbe de niveau étant une ligne joignant une infinité de points de même altitude.

3. LES STRUCTURES MONOCLINALES

3.1. DÉFINITION

Dans une structure monoclinale¹⁴, les **couches présentent des pendages de même sens** sur une certaine étendue (la valeur du pendage peut varier selon les couches). Les couches **peuvent également être verticales** (figure 36). Il s'agit du type de déformation le plus simple.

Le passage d'une structure tabulaire (paragraphe précédent) à une structure monoclinale peut être rapide (c'est une flexure, aussi nommé pli monoclinal).



Figure 36 : Exemples de structures monoclinales.

3.2. COMMENT RECONNAÎTRE UNE STRUCTURE MONOCLINALE SUR UNE CARTE ?

- Les **limites des strates** sont des plans obliques ou verticaux : leur projection en carte **recoupe les courbes de niveau**.
- Lorsque le pendage des couches est incliné, leurs limites montrent des **inflexions en forme de « V » au passage des vallées et en forme de « Λ » au passage des crêtes**.
- Lorsque les couches sont verticales, leurs limites ne sont pas infléchies au passage des vallées ou crêtes, mais restent rectilignes, quelle que soit leur direction.
- **Tous les signes de pendages sont identiques** (par exemple ce signe (⊥) indique que les pendages des couches est dirigé vers l'ouest).

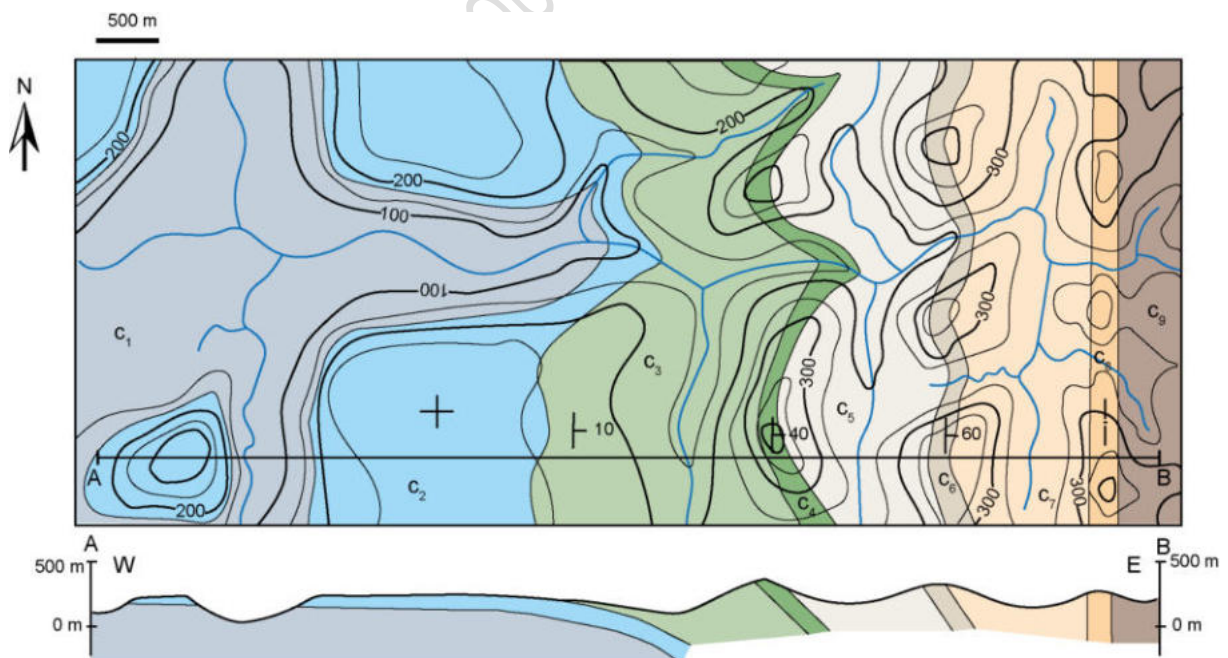


Figure 37 : Structure tabulaire et monoclinale (carte et coupe schématique). Figure redessinée d'après Sorel & Vergely, 2018.

¹⁴ 'Monoclinal' signifie littéralement 'une seule inclinaison'.

Explication : Sur la figure précédente, à l'ouest, les couches présentent un relief tabulaire (plateau). À l'est, la structure est monoclinale, avec un relief constitué de collines asymétriques (la pente des versants Est, de même sens que le pendage des couches, est plus faible que la pente des versants Ouest) et alignées selon la direction des couches (N-S). Enfin à l'extrémité Est de la carte, où les couches sont verticales, les collines sont symétriques. En analysant la limite des couches au niveau des vallées, on peut se rendre compte que les pendages deviennent de plus en plus forts vers l'est (par exemple, la pointe du 'V' est beaucoup plus prononcée pour la couche c_4 que pour la couche c_6).

4. LES STRUCTURES PLISSEES

4.1. DÉFINITION

Dans une structure plissée, les couches ont été soumises à des **forces de compression** et se sont déformées, en formant des **plis**.

Ces plis sont nommés **anticlinaux** (pli concave vers le bas, en forme de 'A') et **synclinaux** (pli concave vers le haut, en forme de 'U').

Un pli est défini géométriquement par sa **charnière** (lieu de déformation maximum), de part et d'autre de laquelle se trouvent les **flancs** (zones de déformation minimale). Le **plan axial** partage le pli en deux parties égales (figure 38).

Différents types de plis sont définis en fonction de l'inclinaison du plan axial : **plis droits** (plan axial vertical), **plis déjetés** ($90^\circ > PA > 60^\circ$), **plis déversés** ($60^\circ > PA > 0^\circ$) et **plis couchés** ($PA = 0^\circ$).

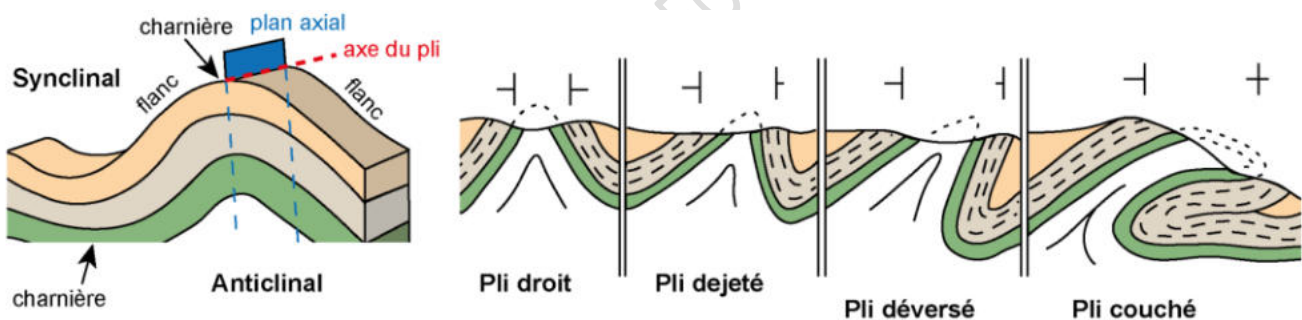


Figure 38 : Terminologie concernant les plis.

4.2. COMMENT RECONNAÎTRE UNE STRUCTURE PLISSÉE SUR UNE CARTE ?

- Comme pour la structure monoclinale, la **limite des couches recoupe les courbes de niveau**.
- Les **signes de pendages sont différents** (par exemple '└' ou '+' ou '┌').
- Les couches plissées se présentent sous la forme **d'affleurements concentriques** plus ou moins allongés (voir figure 39).
 - **Dans les anticlinaux, les couches les plus anciennes se trouvent au centre.** Un anticlinal est une structure plissée où les couches convergent vers le haut. Les pendages sont dirigés vers l'extérieur du pli.
 - **Dans les synclinaux, au contraire, ce sont les couches les plus récentes qui se trouvent au centre.** Un synclinal est une structure plissée où les couches convergent vers le bas. Les pendages sont dirigés vers l'intérieur du pli.

4.3. REPRÉSENTATION DES STRUCTURES PLISSÉES SUR UNE COUPE

Pour réaliser une coupe géologique dans une structure plissée, il **faut commencer par dessiner les couches les plus récentes** (ce sont celles qui se trouvent au centre des synclinaux).

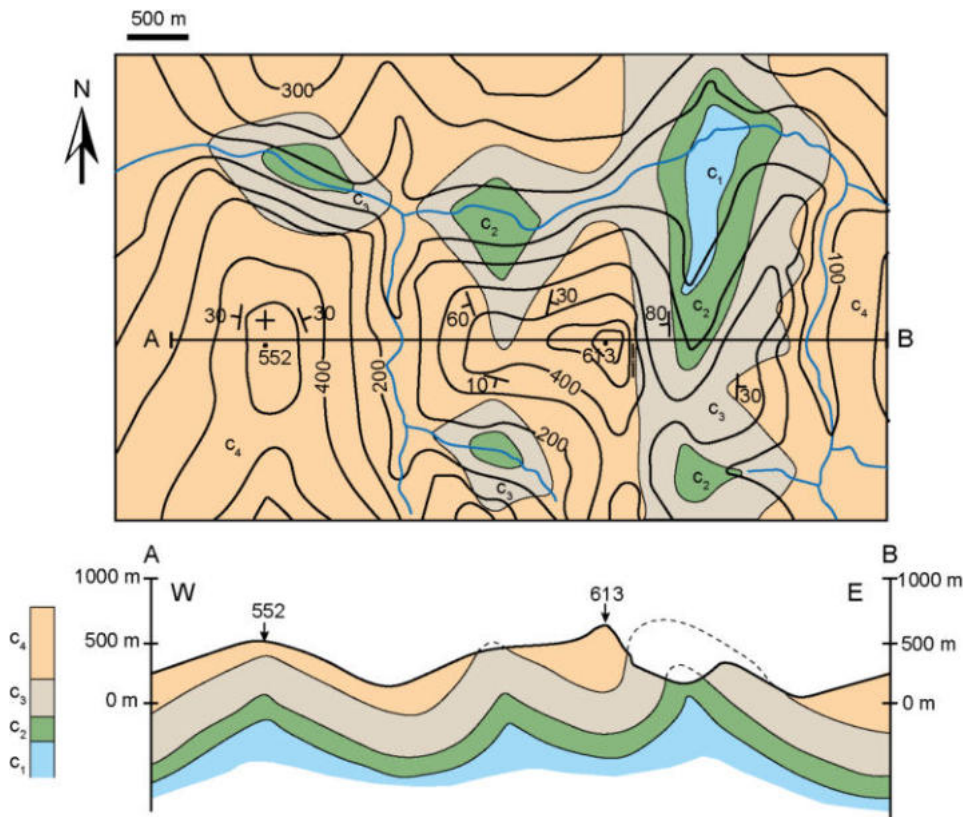


Figure 39 : Structure plissée (carte et coupe schématique). Figure redessinée d'après Sorel & Vergely, 2018.

Explication : Sur la figure précédente, on peut voir différents plis, anticlinaux (pendages divergents) et synclinaux (pendages convergents). L'anticlinal situé à l'ouest est un pli droit (plan axial symétrique), tandis que l'anticlinal situé à l'est est dissymétrique (flanc ouest avec un pendage plus fort que le flanc est).

5. LES STRUCTURES FAILLÉES

5.1. DÉFINITION

Dans une structure faillée, les roches ont été soumises à des **contraintes tectoniques** et **se sont cassées**. Lorsqu'il se produit un **déplacement le long de cette cassure**, on est en présence d'une **faille** (ou contact anormal).

La valeur du déplacement est nommée le **rejet**. Etant donné qu'une faille ne se prolonge pas indéfiniment, le **rejet diminue progressivement** puis finit par s'annuler (on parle de l'amortissement de la faille). En profondeur (et donc sur une coupe), les couches plus profondes, plus souples, se plissent sans briser.

Le mouvement d'une faille est toujours défini de manière relative. On se réfère à la disposition des compartiments (terrains séparés par la faille) par rapport à la géométrie du plan de faille, pour définir les différents types de failles. Pour toute faille non verticale, le compartiment situé au-dessus de la faille est appelé le **toit** et celui qui est situé au-dessous, le **mur** (figure 40).

Trois grands types de faille peuvent être distingués :

- Lorsque le long d'une faille le toit « est descendu » par rapport au mur, la faille est dite **normale** : ce type de faille se met en place dans un contexte d'extension (divergence).
- Si le toit « est monté » par rapport au mur, la faille est **inverse**. Les failles inverses sont observées dans les zones de compression (convergence). Notons qu'une faille inverse implique le recouvrement de terrains plus récents par d'autres plus anciens.
- Si le mouvement de la faille s'est produit dans le plan horizontal, il s'agit d'un **décrochement**, dont le mouvement peut être dextre ou senestre selon le mouvement relatif des compartiments vis-à-vis de l'observateur situé sur la faille. Les décrochements sont observés dans les zones de coulissement.

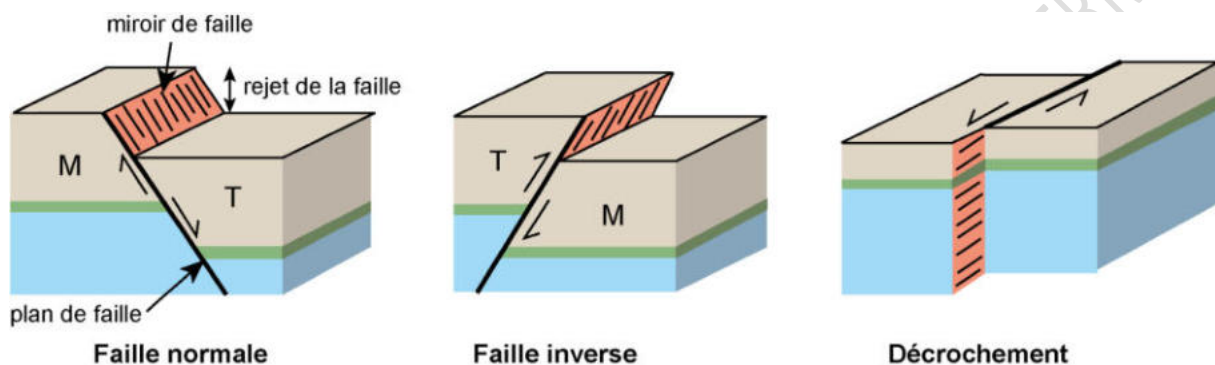


Figure 40 : Terminologie concernant les failles (M : Mur, T : Toit).

5.2. LES CHEVAUCEMENTS

Un chevauchement désigne un **ensemble géologique qui est anormalement superposé sur un autre**. La faille présente un **faible pendage**, et les couches situées au-dessus du plan de chevauchement peuvent être **déplacées sur de grandes distances** (plusieurs kilomètres ou dizaines de kilomètres) dans une **direction presque horizontale**.

Les failles inverses sont des exemples de structures chevauchantes de faible amplitude. Les **écailles** en revanche s'étalent largement sur le substratum, et les **nappes de charriage**¹⁵ sont des chevauchements de grande ampleur.

Dans tous les cas, les **couches déplacées peuvent être très différentes des autres roches présentes dans la même région**, et elles peuvent même recouvrir des roches plus récentes.

5.3. COMMENT RECONNAÎTRE UNE STRUCTURE FAILLÉE SUR UNE CARTE ?

- On reconnaît sur une carte la trace d'une faille par son **trait qui est plus épais** que celui des autres limites géologiques (figure 41);
- Lorsque l'existence de la **faille est incertaine ou supposée**, sa **trace est en tirets**.
- La **nature d'une faille** (normale, inverse ou décrochante) est **définie si on connaît l'orientation du pendage de la surface de faille** – ce qui permet de situer le compartiment représentant le toit et le mur – et si on connaît **l'âge relatif des terrains du toit et du mur**.

¹⁵ Une **nappe** (ou une **écaille**) est constituée de terrains allochtones (largement déplacés) qui reposent sur des terrains autochtones (= terrains restés en place).

- Les **chevauchements** sont des contacts anormaux qui peuvent recouvrir des **surfaces très vastes**. On les reconnaît par un **contour très sinueux** dans les vallées. Les nappes de charriage sont **généralement en relief** par rapport aux terrains qu'elles recouvrent.

5.4. REPRÉSENTATION DES FAILLES SUR UNE COUPE

Les failles doivent être **dessinées avec un trait épais** (plus épais que celui des limites de couches).

Le **pendage des failles** n'est pas indiqué sur les cartes. Il **doit donc être déterminé** grâce à l'intersection avec la surface topographique : on utilise la **règle du 'V'** (règle déjà expliquée précédemment, qui permet de déterminer le sens du pendage des couches et d'évaluer l'ampleur de ce pendage).

Lorsqu'on dessine la coupe, **il faut toujours commencer par dessiner la faille**. Le tracé de la faille ne doit pas être prolongé trop en profondeur (trop d'incertitude).

Ensuite, on peut commencer à dessiner les couches géologiques, toujours en commençant par les plus récentes.

Les **structures situées de part et d'autre de la faille doivent être considérées indépendamment**.

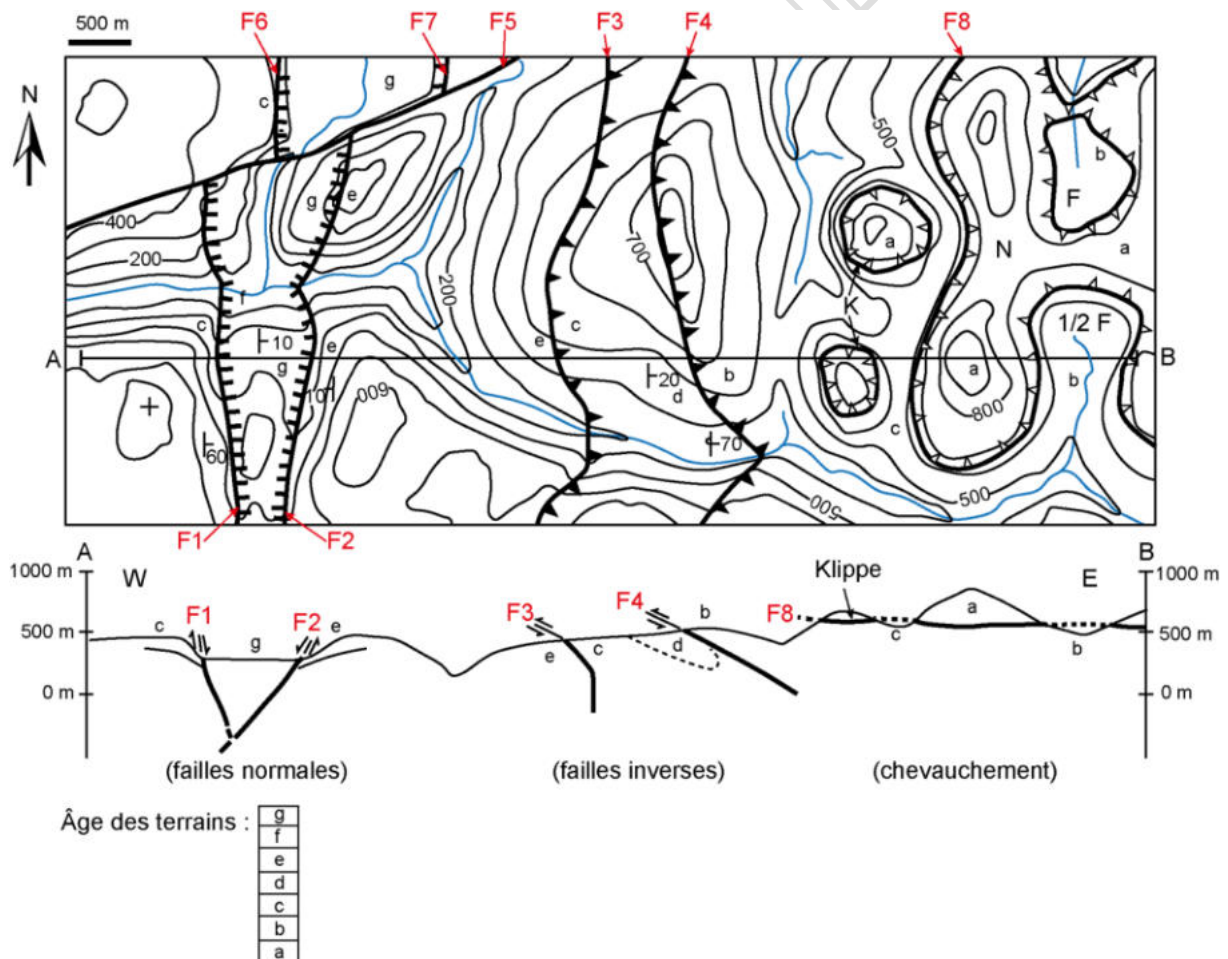


Figure 41 : Structure faillée montrant différents types de failles (en carte et en coupe). Figure redessinée d'après Sorel & Vergely, 2018.

Explication : Sur la figure précédente, on reconnaît différents types de failles.

À l'Ouest, les failles F1 et F2 sont à pendage opposé (orientation opposée du V de leur trace dans la vallée) ; la faille F1 a un pendage vers l'Est et la faille F2, vers l'Ouest. Le pendage de la faille F1 est plus fort (angle du "V" plus ouvert). Ces failles F1 et F2, ont un toit constitué de terrains plus jeunes (f ou g) que ceux du mur (c ou e) : ce sont des **failles normales**. La direction de la faille F1 est N-S, celle de la faille F2 est NNE-SSW. Symboliquement, les petits traits dessinés le long de la trace des failles indiquent la position du toit. L'association de ces deux failles normales crée un fossé tectonique (ou graben) ; le pendage des couches (g) qui remplissent le fossé montre que celui-ci est asymétrique.

Dans la partie centrale, les failles F3 et F4 ont un pendage faible (30-40°) vers l'Est. Le toit de ces failles est formé de terrains plus anciens que ceux du mur : il s'agit donc de **failles inverses**. Les triangles placés le long de leur tracé indiquent le toit. Le tracé rectiligne de la faille F3, dans le fond de la vallée, montre qu'elle est verticale en profondeur ; en revanche le pendage de la faille F4 reste constant vers l'Est.

À l'Est, une faille F8, à pendage très faible à nul, sépare des terrains anciens (a) surmontant des terrains plus récents (b ou c) : il s'agit d'une **faille chevauchante**. La partie chevauchante est appelée nappe (N) ; elle est constituée de terrains tectoniquement déplacés dits allochtones. Les lambeaux de terrains allochtones (a) isolés au front Ouest de la nappe sont des **klippes**¹⁶ (K) ; ils sont issus de son érosion partielle. Le creusement de la nappe par les rivières forme des **fenêtres** (F) ou des **demi-fenêtres** (1/2F) où affleurent les terrains non charriés dits autochtones. Les figurés triangulaires, le long du trait de la faille chevauchante, sont disposés du côté des terrains allochtones.

Dans le coin NW de la carte, la faille F5 (verticale), orientée ENE-WSW, décale les failles normales F1 et F2. Il s'agit d'une **faille décrochante** à jeu dextre (le compartiment Nord est déplacé vers l'Est par rapport au compartiment Sud). L'ampleur du déplacement horizontal (coulissement) est de l'ordre de 800 m.

6. LES STRUCTURES DISCORDANTES

6.1. DÉFINITION

Lorsque les dépôts se font régulièrement dans un bassin sédimentaire, les couches se déposent en **concordance** (de façon régulière les unes sur les autres, sans interruption).

Mais de nombreux phénomènes géologiques sont susceptibles de perturber cet arrangement : les couches sont alors dites **discordantes**.

Deux types de discordance peuvent être observées (figure 42) :

- **Par exemple, un arrêt de la sédimentation peut être observé, suivi d'une érosion.** Les couches qui se déposeront ensuite seront donc discordantes par rapport aux couches plus anciennes (on parle d'une '**discordance d'érosion**' ou '**discordance de ravinement**').
- **Les couches peuvent aussi être déformées** (effet de la tectonique), puis recouvertes d'autres couches plus récentes déposées à plat (on parle ici d'une '**discordance angulaire**', parfois très spectaculaire).

¹⁶ Une **klippe** (mot allemand) est une portion d'une unité allochtone (nappe de charriage) qui se retrouve isolée de l'unité principale, à cause de l'érosion. Une **fenêtre** (tectonique) est une zone où affleure le substratum rocheux (autochtone, donc en place) et qui est entourée par une unité allochtone.

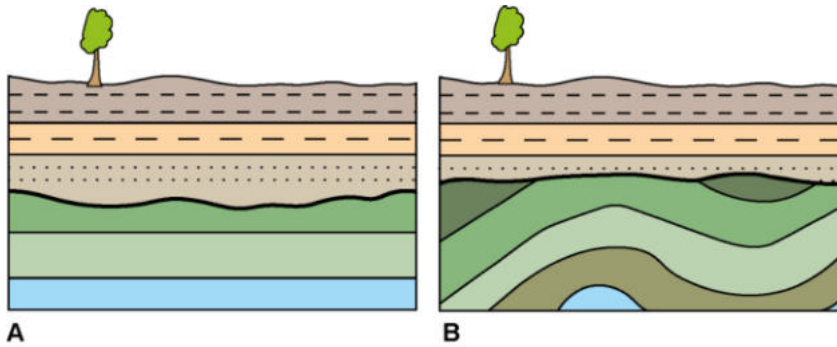


Figure 42 : Les deux types de discordances. A : Discordance de ravinement ou d'érosion (arrêt de la sédimentation, puis érosion et dépôts des couches en discordance), B : Discordance angulaire (déformation et érosion avant le dépôt de nouvelles couches).

La nature d'une surface de discordance est toujours un **contact d'origine sédimentaire**. Elle **ne devra pas être confondue avec un contact par faille** qui, par nature, vient perturber l'agencement originel des formations géologiques. Pour éviter de faire cette confusion, on se rappellera que les failles se reconnaissent à un tracé plus épais que les limites stratigraphiques.

Sur une carte, le **principal indice d'une discordance sera une différence de pendage** entre les couches sous-jacentes (sous la surface de discordance) et les couches situées au-dessus.

Attention, des **formations récentes (alluvions, éboulis, dépôts glaciaires) cachent parfois les contours géologiques**. C'est un cas particulier de discordance. La forme des contours cachés devra alors être reconstituée. Ces formations, plus récentes, **ne doivent donc pas être intégrées à l'intérieur d'un pli synclinal**, et il **ne faut pas non plus les intercaler dans la série sédimentaire**, ou prendre leurs limites comme base ou sommet des couches sous-jacentes. La plupart du temps, leur épaisseur est très faible, et ces formations seront donc **représentées par un simple épaissement du trait du profil topographique** ou par des pointillés (voir figure 43).

6.2. REPRÉSENTATION DES DISCORDANCES SUR UNE COUPE

On dessine d'abord les couches discordantes (celles qui sont situées au-dessus de la surface de discordance), ce qui ne présente pas de difficulté particulière.

Il faut ensuite **représenter les terrains cachés par les couches discordantes**. Il faut donc **imaginer les tracés de ces terrains**, en dessinant le trajet le plus probable des contours géologiques (on relie les ensemble les points les plus proches visibles à l'affleurement).

On reporte ensuite ces limites sur la surface de discordance (et non pas sur la surface topographique), et ensuite on dessine la coupe de façon classique (figure 43).

La coupe obtenue comporte **une part d'incertitude**.

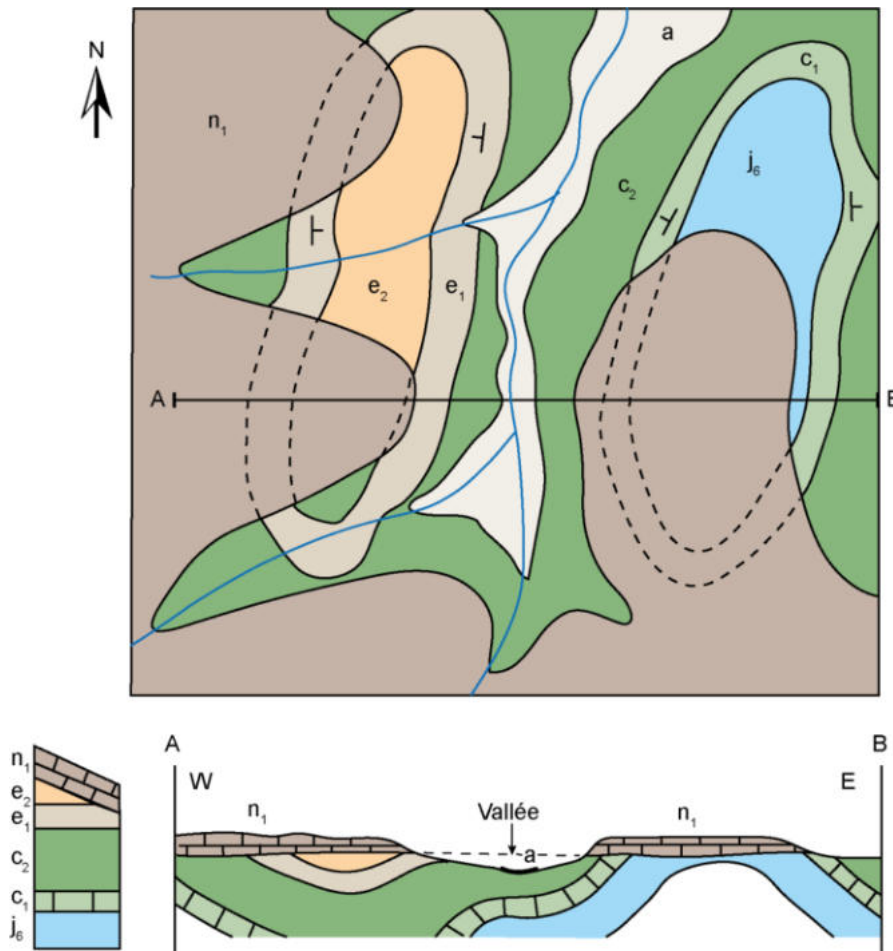


Figure 43 : Structure discordante (carte et coupe schématique). Figure redessinée d'après Foucault & Raoult, 1966.

Explication : Sur la figure précédente, la couche n_1 , horizontale, repose sur les autres couches sous-jacentes, qui forment une série plissée. La couche 'a' est un recouvrement récent (alluvions déposées par la rivière) et est donc représentée par un épaississement du trait du profil topographique.

6.3. TRANSGRESSIONS ET RÉGRESSIONS

Les **limites des mers peuvent varier au cours des temps géologiques**, pour diverses raisons.

Si la mer se retire en deçà de ses limites antérieures, il y a une **régression**. Les dépôts marins de cette période seront moins étendus que ceux de la période précédente (la ligne de rivage se déplace vers la mer).

Au contraire, pendant une **transgression**, la mer dépasse ses limites antérieures et les sédiments marins vont alors se déposer au-delà de ceux qui les ont précédés (la ligne de rivage se déplace vers le continent).

Dans une coupe géologique, une **transgression marine pourra être caractérisée par une disposition en discordance des couches transgressives**, mais cette discordance sera particulièrement faible et parfois difficile à détecter (angle de quelques degrés entre la base de la série discordante et la série sous-jacente: voir un exemple dans la figure 44).

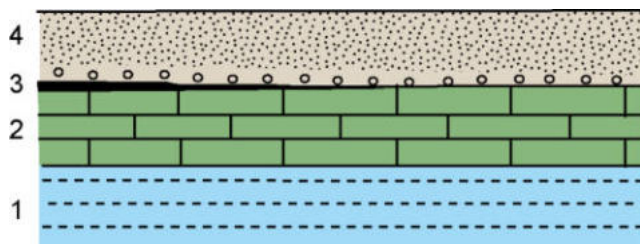


Figure 44 : Coupe montrant une transgression. Figure redessinée d'après Foucault & Raoult, 1966.

Explication : Sur la figure précédente, la couche 4 est transgressive sur la série sous-jacente. Entre les couches 4 et 2, il existe une **lacune** (une couche est absente par rapport à la série stratigraphique complète). La couche 3 (en noir) peut être absente à cet endroit à cause du retrait de la mer (lacune de sédimentation due à une régression : la couche ne s'est pas déposée), ou alors elle a été enlevée par l'érosion continentale (lacune d'érosion). La mer s'est donc retirée avant le dépôt de la couche 4.

INITIATION CARTE ET COUPE GÉOLOGIQUE - Mme DJERRAB

BIBLIOGRAPHIE

BENNISON G.M., 1990 – *An introduction to geological structures and maps* (5^{ème} édition). British Library Cataloguing in Publication Data, 69 p.

FOUCAULTA. & RAOULT J.F., 1966 - *Coupes et cartes géologiques*. Travaux pratiques de Géologie de 1^{er} et 2^{ème} cycle. Société d'édition d'enseignement supérieur, Paris, 146 p.

LISLE R.J., 2004 - *Geological structures and maps. A practical guide* (3^{ème} édition). British Library Cataloguing in Publication Data, 106 p.

SOREL D. & VERGELY P., 2018 – *Atlas d'initiation aux cartes et aux coupes géologiques* (4^{ème} édition). Edition Dunod, 128 p.

Ressources en ligne :

- (1) Geological maps: <https://opengeology.org/historicalgeology/tools-of-historical-geology/geologic-maps/>
- (2) Geological structures: a practical information: <https://openeducationalberta.ca/introductorystructuralgeology/chapter/b-orientation-of-structures/>
- (3) Introduction to Geological Maps and Cross-Sections: [https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Geology/GEOS%3A_A_Physical_Geology_Lab_Manual_for_California_Community_Colleges_\(Branciforte_and_Haddad\)/16%3A_Geological_Maps_and_Cross-sections/16.01%3A_Front_Matter](https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Geology/GEOS%3A_A_Physical_Geology_Lab_Manual_for_California_Community_Colleges_(Branciforte_and_Haddad)/16%3A_Geological_Maps_and_Cross-sections/16.01%3A_Front_Matter)
- (4) Comment déterminer l'épaisseur d'une couche géologique ? (En fonction du pendage et de la largeur d'affleurement) : <https://sciences-paysages.fr/geologie/epaisseurCoucheGeologique.htm>

Vidéos :

- THE GEOLOGICAL MAP "Drawing the Earth's skin" (9'47'') : <https://youtu.be/qdz9DN74ukY>
- GEOCOAST - Using Geological Compass: Measuring Strike, Dip & Dip Direction (4'17'') : <https://youtu.be/FbXhooadhZw>
- DRAWING A GEOLOGICAL CROSS-SECTION (13'26'') : <https://youtu.be/Vgo8Z63n60g>
- Vidéos présentes sur ma chaîne YouTube 'TP Géologie L2', en rapport avec la cartographie (cartes topographiques ou géologiques), pour les étudiants de première année (spécialité SNV). D'autres vidéos concernent les étudiants de 2^{ème} ou de 3^{ème} année de Licence (à propos des roches, minéraux, fossiles ou encore de la stratigraphie). Toutes ces vidéos ont été enregistrées en français. Des sous-titres sont disponibles en cas de besoin.
 - Page d'accueil : <https://www.youtube.com/@tpgeologie>
 - Playlist concernant la cartographie : <https://youtube.com/playlist?list=PLjepOw2WVmh18lv6bLIhYDUuqxoJZlXs>

GLOSSAIRE FRANÇAIS / ANGLAIS

Français	Anglais
Affleurement	<i>Outcrop</i>
Altération	<i>Weathering</i>
Argile	<i>Clay</i>
Basalte	<i>Basalt</i>
Boussole	<i>Compass</i>
Calcaire	<i>Limestone</i>
Carrière	<i>Quarry</i>
Carte géologique	<i>Geologic map</i>
Cartouches (géologiques)	<i>Boxes (list of the geologic units)</i>
Clinomètre	<i>Clinometer</i>
Conglomérat	<i>Conglomerate</i>
Contour géologique (contact normal)	<i>Depositional contact</i>
Couche	<i>Layer</i>
Coupe (géologique)	<i>Cross-section (geological)</i>
Courbes de niveau	<i>Contour lines</i>
Discordance (angulaire, de ravinement ou d'érosion)	<i>Unconformity (angular unconformity, disconformity)</i>
Echelle (de la carte)	<i>Scale (of the map)</i>
Echelle des temps géologiques (ou échelle stratigraphique)	<i>Geologic (or stratigraphic) time scale</i>
Eons, ères, périodes, époques, étages (unités de l'échelle stratigraphique)	<i>Eons, eras, periods, epochs, stages (units of the geologic time scale)</i>
Equidistance	<i>Contour interval</i>
Erosion	<i>Erosion</i>
Faïlle (normale, inverse, décrochement, chevauchement)	<i>Fault (normal, reverse, strike-slip, thrust fault)</i>
Fenêtre (tectonique)	<i>Window (tectonic)</i>
Figuré (géologique)	<i>Pattern, or symbol (geological)</i>
Fond topographique	<i>Base map</i>
Forage	<i>Borehole</i>
Gisements	<i>Deposits</i>
Granite	<i>Granite</i>
Grès	<i>Sandstone</i>
Klippe	<i>Klippe (plur. Klippen)</i>
Légende	<i>Map key (or legend)</i>
Ligne de faille (contact anormal)	<i>Fault line</i>
Marne	<i>Marl (type of mudstone)</i>
Monoclinale (structure)	<i>Uniformly dipping layers</i>
Notice (explicative)	<i>Note (explanatory)</i>
Pendage (symbole)	<i>Strike and Dip (symbol)</i>
Pli (anticlinal, synclinal, droit, déversé, couché)	<i>Fold (anticline, syncline, symmetrical, overfold, recumbent)</i>

Plissée (structure)	<i>Folded layers</i>
Principes (de la stratigraphie) (horizontalité, superposition, identité paléontologique, continuité, recoupement, inclusion)	<i>Principles (of stratigraphy) (original horizontality, superposition, faunal (or fossil) succession, lateral continuity, cross-cutting relation, inclusion)</i>
Roche (sédimentaire, magmatique, métamorphique)	<i>Rock (sedimentary, igneous, metamorphic)</i>
Strate	<i>Stratum (plur. Strata)</i>
Stratigraphie	<i>Stratigraphy</i>
Substratum	<i>Bedrock</i>
Tabulaire (structure)	<i>Horizontal layers</i>
Talweg ou thalweg	<i>Thalweg (thalweg also accepted but less common)</i>
Tectonique	<i>Tectonics</i>
Unité géologique	<i>Geologic unit</i>
Vallée	<i>Valley</i>