

TP ST A3

CARTOGRAPHIE 1

COURS : **ST-E, ST-I, ST-J** TP : **ST-A (1 à 5), ST-H**

Une **carte géologique** est une banque de données de la surface de la lithosphère. Elle représente les terrains géologiques qui **affleurent** ou sont présents juste sous une couche de terre.

L'étude d'une carte géologique a plusieurs utilisations possibles :

- En premier lieu, comprendre la structure géologique de la région étudiée (ce qui incluse la compréhension de l'organisation des couches géologiques en profondeur) ;
- Ensuite, analyser l'exploitation humaine et les risques géologiques ;
- Enfin, reconstituer l'histoire géologique de la région, à partir de l'analyse de la structure géologique.

Ces trois aspects sont totalement reliés, car il n'est pas possible de réaliser une reconstitution historique sans avoir compris la structure géologique, et la compréhension de la structure géologique n'est pas dissociable de certains aspects historiques.

En BCPST1, l'étude de la cartographie géologique est répartie dans trois séances de TP :

- TP ST-A3 : Principes généraux
 - Lecture carte géologique
 - Pendages
 - Domaine tabulaire
 - Coupe #1 (L'Isle Adam 1/50 000)
- TP ST-A4 : Discordances
 - Domaines plissés, faillés ; plutons et filons
 - Schéma structural et chronologie
 - Coupe #2 (Lavelanet 1/50 000)
- TP ST-A5 : Carte de France au 1/1 000 000 et grands ensembles géologiques
 - Cartographie numérique (MNT et SIG)
 - Etude cartographie, sédimentaire et isostatique d'un bassin sédimentaire : le Bassin Parisien
 - Coupe #3 (France 1/1 000 000)



« Carte minéralogique où l'on voit la nature et la situation des terrains qui traversent la France et l'Angleterre ». par Jean-Etienne Guettard. Carte publiée en 1746 par l'Académie des Sciences.

Cette carte est considérée comme la première carte géologique jamais publiée



Carte minéralogique des environs de Fontainebleau, Etampes et Dourdan, gravée en 1767.

Le but de ce TP est de comprendre les bases de la cartographie et de la réalisation d'une coupe géologique à main levée.

Programme officiel :

- Réaliser une coupe géologique à main levée en partant de profils topographiques fournis
- Exploiter les informations visibles sur une carte pour établir une histoire régionale simplifiée
- Repérer les indices d'exploitation par l'être humain (forage, mines, carrières)
- (ST-I) Identifier des ressources géologiques lors d'une analyse cartographique

Compétences :

- Utiliser une carte géologique :
 - Identification des principales structures tectoniques et des ensembles pétrologiques
 - Reconstitution d'une histoire géologique régionale
 - Reconstitution d'un paléoenvironnement
 - Identification des risques ou des ressources géologiques
- Traduire l'exploitation d'une carte géologique sous forme d'une coupe géologique (profil topo fourni) ou d'un schéma structural :
 - fidélité, mise en évidence pertinente des objets et structures géologiques et des roches, légendes, titre, échelle
- Exploiter des données cartographiques ou des archives sédimentaires pour reconstituer des variations climatiques

Plan du TP :**1. Introduction : généralités sur les cartes topographiques**

- 1.1. L'échelle de la carte
- 1.2. Éléments figurés sur le fond topographique d'une carte
- 1.3. Carte topographique et relief

2. Généralités sur les cartes géologiques

- 2.1. Les cartouches colorés (un cartouche)
- 2.2. Les tracés géologiques
- 2.3. Les signes de pendage et autres signes tectoniques
- 2.4. La légende technique
- 2.5. La notice explicative des cartes

3. Les terrains sédimentaires : échelle chronostratigraphique, informations apportées

- 3.1. L'échelle chronostratigraphique
- 3.2. Les informations des terrains sédimentaires

4. Méthodologie 1 : détermination de pendages

- 4.1. Première méthode de détermination du pendage : V sur une colline
- 4.2. Deuxième méthode de détermination du pendage : V dans les vallées
- 4.3. Détermination de l'épaisseur d'une couche géologique

5. Méthodologie 2 : réalisation d'une coupe géologique

- 5.1. Réaliser un profil topographique
- 5.2. Construire la coupe : représenter les relations des terrains en profondeur
- 5.3. Le résultat

6. Structures tabulaires et monoclinales et cartes géologiques

- 6.1. Définitions
- 6.2. Sur une carte
- 6.3. Relation avec la morphologie

ANNEXE : LES RESSOURCES GEOLOGIQUES

Travail préparatoire :

-  Lecture attentive des généralités (parties 1 + 2 + 3)
-  Faire : tracé du profil topographique à la fin de la partie 1

1. Introduction : généralités sur les cartes topographiques

Une carte est une représentation plane d'une portion de surface terrestre. Une carte est ainsi orientée par rapport au nord géographique. La déclinaison (angle avec le nord magnétique) est généralement précisée. Une carte présente un réseau de coordonnées, géographiques (latitude et longitude) et cartographiques (quadrillage kilométrique, ou carroyage).

1.1. L'échelle de la carte

L'échelle d'une carte est fondamentale.

- **Echelle numérique** : C'est le rapport entre une distance d sur la carte et la distance correspondante réelle D sur le terrain :
$$e = d / D$$
- **Echelle graphique** : on trace un segment gradué, subdivisé en kilomètres, hectomètres ou moins encore. Cette échelle permet de visualiser immédiatement les dimensions. Elle est conservée lors de la transformation d'un document (projection, réduction...)

En géologie, nous utiliserons essentiellement trois types de carte (France : cartes éditées par le BRGM, bureau de recherches géologiques et minières), avec des échelles différentes :

- Les cartes au **1/50 000ème** : 1 cm vaut 500 m dans la réalité. Ce sont les cartes locales, couvrant presque tout le territoire français.
- Les cartes au **1/250 000ème** : 1 cm vaut 2,5 km dans la réalité. Ce sont les cartes régionales.
- La carte au **1/1 000 000ème** : 1 cm vaut 10 km dans la réalité. C'est la carte de la France métropolitaine, utilisée pour étudier les grandes structures géologiques.

En plus de ces trois grands types de cartes, on peut trouver des extraits de cartes au 1/50 000ème, des cartes à l'échelle européenne ou mondiale, et les anciennes éditions des cartes géologiques locales, au 1/80 000ème.

1.2. Eléments figurés sur le fond topographique d'une carte

- Les **éléments d'origine humaine**, agglomérations, constructions, voies de communication, lignes électriques... sont représentées en **noir**. La couleur des routes dépend de leur importance (*non précisé sur une carte géologique*). Leur largeur est exagérée car elles ne seraient pas visibles représentées à l'échelle.
- **L'hydrographie** : cours d'eau, lac, source... est représentée en **bleu**. Repérer l'hydrographie sur une carte permet de localiser les "points bas", les rivières coulant au fond des vallées.
- La **végétation** est en **vert**. *Sur une carte géologique, la végétation n'est pas représentée.*
- Des **symboles** variés figurent et dont la légende précise la nature.

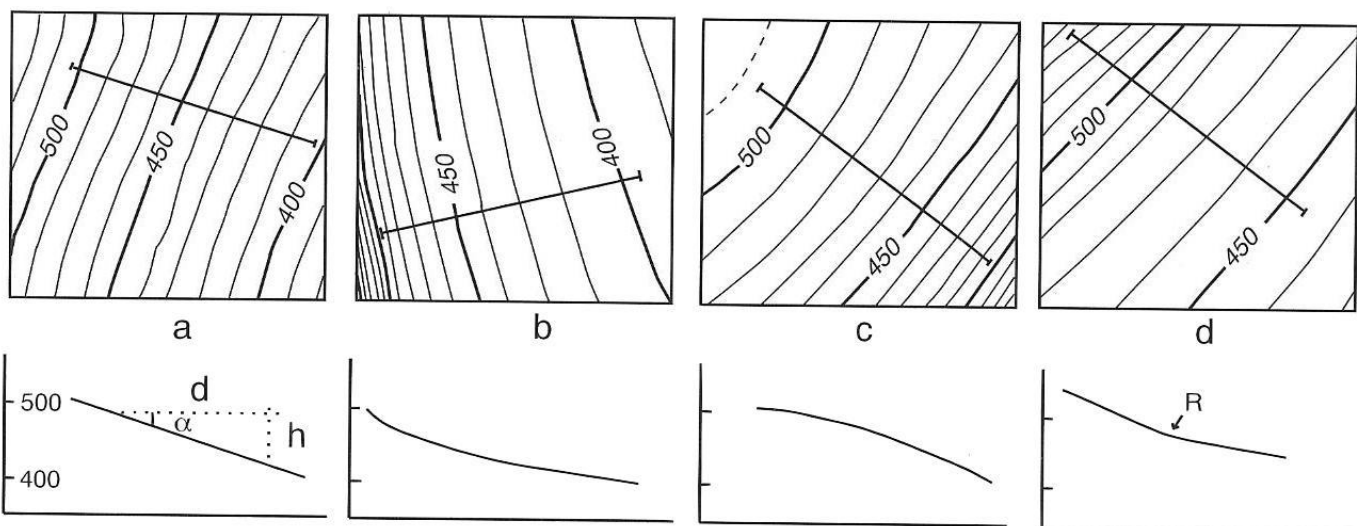
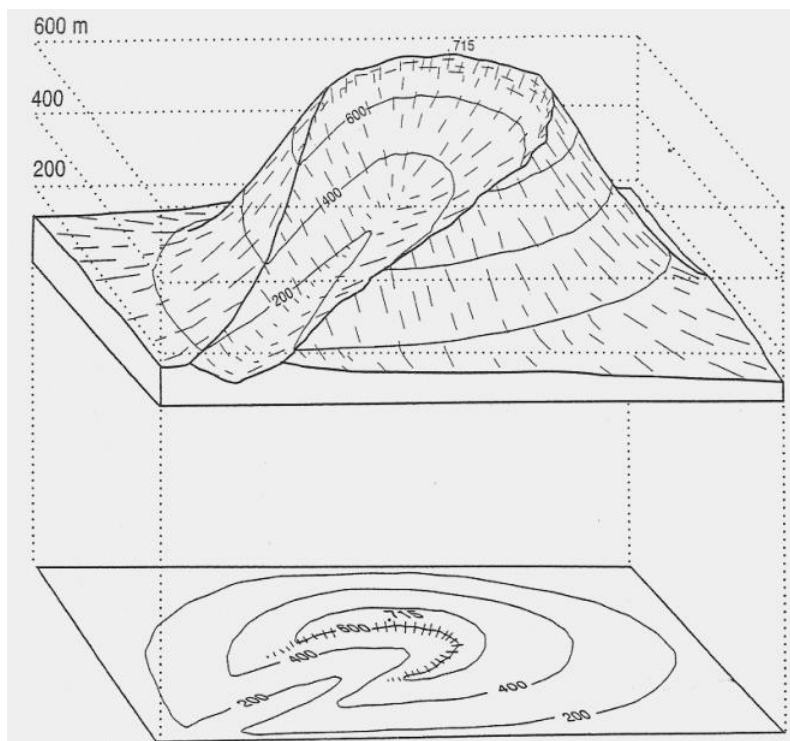
1.3. Carte topographique et relief

Le **relief** est un élément fondamental d'une carte, qu'elle soit géologique ou purement topographique.

Il est figuré par des **courbes de niveau** de couleur bistre. Ces courbes représentent les points de même altitude (**isohypse**). L'altitude des **courbes maîtresses** est indiquée : le sens d'écriture de l'altitude correspond au sens d'altitude croissante.

La différence d'altitude entre deux courbes est appelée **l'équidistance** : 10m (ou 20m en région montagneuse ; *l'équidistance est précisée dans la légende de la carte*). Il peut exister des **courbes intermédiaires** intercalaires représentées en pointillés dont l'équidistance est de 5m. Les courbes maîtresses sont représentées entrails plus épais tous les 50m (*ou autre : vérifier dans la légende*). Les **points cotés** sont des points remarquables (altitudes de référence).

L'espace entre les courbes permet d'apprécier le relief : plus les courbes sont espacées, plus la pente est faible, et inversement plus les courbes sont rapprochées, plus la pente est forte. Une variation dans l'espace des courbes traduit une variation dans la pente du terrain, qu'il faut savoir interpréter correctement.



L'espace des courbes de niveau révèle les pentes et les formes des versants.

a) espacement constant, pente constante dont on peut calculer l'angle α ;

b) espacement croissant vers le bas : versant concave;

c) espacement décroissant vers le bas : versant convexe;

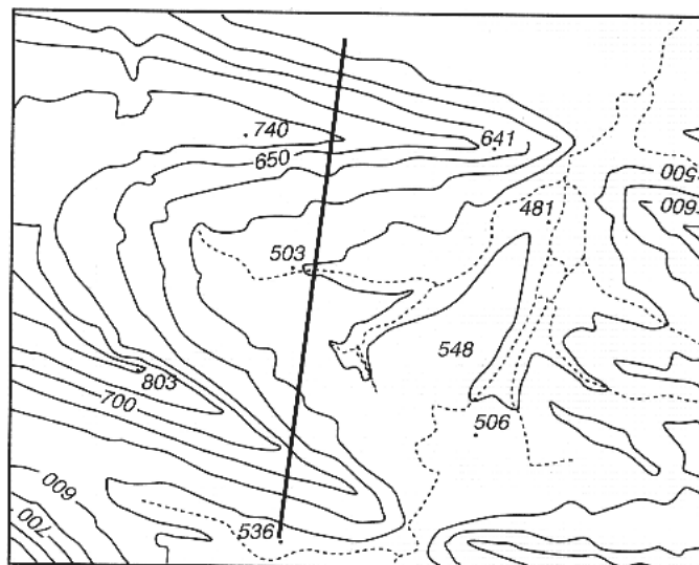
d) changement rapide d'espacement : rupture de pente (R).

Exercice d'application

Les formes du relief :

- les **crêtes** : elles se reconnaissent par des courbes qui se ferment sur elles mêmes en forme allongées entourant un sommet.
- Les **vallées** : elles se reconnaissent par la fermeture des courbes vers l'amont. Plus la vallée est étroite et plus les courbes forment un V serré, plus elle est large, plus les courbes forment un U.

⇒ **Repérer** les crêtes et les vallées sur la carte ci-contre, et réaliser le **profil topographique** selon le trait indiqué.



2. Généralités sur les cartes géologiques

Ce qui suit est valable pour les cartes géologiques locales (1/50 000) ou régionales (1/250 000).

La carte est construite sur un **fond topographique de l'IGN** (institut géographique national). Sur ce fond, un très grand nombre d'informations sont présentées : il est donc nécessaire de savoir quelles informations sont présentées et comment les retrouver.

Une carte géologique représente les roches visibles à **l'affleurement**, c'est-à-dire les roches présentes en superficie, sous l'éventuelle couche superficielle de terre.

2.1. Les cartouches colorés (un cartouche)

Chaque cartouche correspond à un terrain dont **l'âge** et parfois la **nature lithologique** sont indiqués sous le cartouche. Il est nécessaire de connaître la nature des différentes roches (calcaire, sable, granite.... Cf TP G1 et G2) afin de comprendre l'histoire de la région étudiée.

⇒ Pour les **terrains sédimentaires** (haut de la colonne)

Les cartouches du bas sont les plus anciens, les cartouches en haut à gauche sont les plus récents => ordre naturel de superposition.

	exemple
Les lettres indiquent les systèmes (=périodes) ou les séries (=époques ; sous-système)	e : Eocène
Les chiffres indiquent les étages (=âges)	e5 : Lutétien
L'ordre stratigraphique se fait par ordre croissant	e5 < e6 < e7 (< plus âgé que)
Les étages peuvent être subdivisés en sous-étages et parfois la lithologie est indiquée	e5d G=gypse et C=calcaire...

⇒ Pour les **roches magmatiques** (bas de la colonne, parfois à droite)

La lettre correspond à la nature de la roche.

Les indices des roches volcaniques (ou effusives) sont des lettres grecques correspondant à leur nature pétrographique. Par exemple : - β (bêta) : basalte - α (alpha) : andésite	Les indices des roches plutoniques : également indexé par des lettres grecques : - γ : granite. Différents types de granites peuvent être distingués dans la légende et la notice. - Etc. ρ (rhô) : rhyolite τ (tau) : trachyte....
--	--

L'âge des roches est indiqué dans la légende et leur datation radiochronologique donnée dans la notice de la carte.

⇒ Pour les formations superficielles récentes

Elles sont souvent difficiles à dater avec précision et masquent parfois les terrains plus anciens. Leurs indices utilisent des lettres majuscules, qui correspondent au type de formation et au type de dépôt :

- **F** : alluvions déposées par les cours d'eau;
- **G** : formations glaciaires (moraines, alluvions glaciaires...) qui ne se sont formées en France qu'au Quaternaire.
- **J** représente les cônes de déjection, alluvions grossières étalées en forme d'éventail au débouché des torrents.
- **E** marque des éboulis, souvent de nature très variée.
- **X** correspond aux remblais anthropiques (= remblaiements par l'Homme)

⇒ Les indices des autres roches

- Les indices des roches métamorphiques : même principe que pour les roches magmatiques.
- Les autres terrains : des couleurs, des trames ou des figurés très particuliers peuvent signaler des zones de broyage tectonique (brèches, mylonites...) des filons... Pour que les filons soient visibles sur la carte, leur épaisseur y est très exagérée par rapport à la réalité.

2.2. Les tracés géologiques

Les contours des **formations géologiques** sont tracés en **traits fins** (parfois en pointillés en cas d'incertitude).

Les limites **tectoniques** (failles, chevauchements...) sont représentés par des **traits épais**. Lorsqu'elles sont certaines et visibles en surface, le trait est continu. Lorsqu'elles sont certaines mais masquées par des éboulis ou d'autres formations superficielles, le trait est en pointillés dans les formations superficielles. (*A vérifier dans la légende de la carte*)

2.3. Les signes de pendage et autres signes tectoniques

Le **pendage** est l'angle que forme une surface (strate, contact anormal...) avec l'horizontale. Les signes de pendage des terrains sédimentaires ne sont pas identiques sur toutes les cartes au 1/50 000.

Le document ci-après montre les signes de pendage les plus fréquents.

La forme est toujours celle d'un T. La barre horizontale est la direction mesurée des couches sur le terrain et la barre verticale indique la direction du pendage.

Sur de nombreuses cartes la valeur du pendage n'est pas indiquée et se déduit en fonction de l'épaisseur des couches et de la largeur d'affleurement.

2.4. La légende technique

La légende technique concerne essentiellement les matériaux utiles (ex : gypse).

Elle indique les mines, carrières et forages, ce qui donne à la fois des indications sur les roches présentes et sur les possibilités d'exploitation par l'Homme.

Dans le cadre de l'étude d'une carte, on peut ainsi mettre en relation les roches présentes et leur exploitation par l'Homme. Voir l'annexe (à connaître dans les grandes lignes) sur les ressources géologiques.

2.5. La notice explicative des cartes

L'utilisation de la notice n'est pas au programme en BCPST.

Les cartes sont accompagnées d'une notice qui donne diverses informations. Il s'agit de données collectées lors du levé des cartes, de bibliographies, de résultats d'études de laboratoire (paléontologie, minéralogie, géochronologie, géochimie...) ou de travaux portant sur la région (forages, mines, hydrologie...). Les principales informations sont :

- Présentation générale de la région
- Evolution paléogéographique et tectonique
- Nature, âge et épaisseur des terrains géologiques
- Ressources géologiques utiles pour la région

Signes de pendage	
	Pendage incliné de la stratification
	Pendage vertical
	Pendage horizontal
	Pendage de série renversée
	Schistosité métamorphique
Signes de plissement	
	Anticlinal
	Synclinal
	Replis
	Axe de pli et son plongement

3. Les terrains sédimentaires : échelle chronostratigraphique, informations apportées

3.1. L'échelle chronostratigraphique

Les roches sédimentaires sont présentes tout au long du Phanérozoïque, éon (= division géologique de plus grande échelle temporelle) marqué par la présence de roches sédimentaires contenant des fossiles. A partir des fossiles présents, il a été possible de subdiviser le Phanérozoïque en ères, elles-mêmes subdivisées en systèmes (ou périodes) puis en séries (ou époques). *Les noms des ères et des systèmes (périodes) sont à connaître.*

Subdivisions du Phanérozoïque			Couleurs 'classiques'
ères	Périodes	Epoques pour information	
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	Jaune très clair / teintes claires
		Pléistocène	
	Néogène	Pliocène	Jaunes - Oranges
		Miocène	
	Paléogène	Oligocène	
		Eocène	
		Paléocène	
Mésozoïque	Crétacé	Supérieur	Vert
		Inférieur	
	Jurassique	Supérieur	Bleu
		Moyen	
		Inférieur	
	Trias	Supérieur	Violet
		Moyen	
		Inférieur	
Paléozoïque	Permien		Marrons – Verts foncés / teintes ternes
	Carbonifère		
	Dévonien		
	Silurien		
	Ordovicien		
	Cambrien		

3.2. Les informations des terrains sédimentaires

Les roches sédimentaires se déposent en **couches parallèles et horizontales** :

- Elles respectent ainsi le principe de **superposition** ;
- L'observation de leur **structure** actuelle (inclinée, plissée, faillée, etc.) permet donc de reconstituer les événements subits par l'ensemble géologique auquel elles appartiennent.

L'absence d'une couche sédimentaire est toujours une information utile :

- Elle peut correspondre à l'existence d'un **contact anormal** (cf. TP G5), conséquence d'un mouvement de faille, d'un chevauchement ou d'une transgression marine ;
- Elle peut marquer une **surface d'érosion**, correspondant à un épisode émergé ayant à la fois interdit toute sédimentation efficace et conduit à de l'érosion.

La **nature des roches** des couches sédimentaires donne des informations sur les conditions de dépôt et donc de paléogéographie (cf. TP G3).