Chapitre 2:
Histoire géologique d'une région sédimentaire tabulaire

INTRODUCTION:

I – Les principes stratigraphiques et la datation relative des formations géologiques:

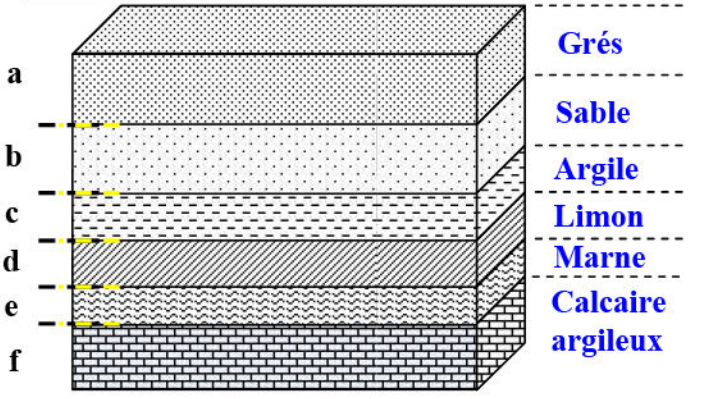
① Principe de superposition: (Voir le document 1)

Document 1: Principe de superposition:

Les roches sédimentaires ont tendance à se former en couches plus ou moins horizontales. Elles se forment en effet à partir du dépôt de sédiments. Ces derniers se déposent toujours sur des structures déjà en place, formant éventuellement de nouvelles couches qu'on appelle strates.

Figure 1: Couches sédimentaires horizontales non déformées

Figure 2: Modèle explicatif simple



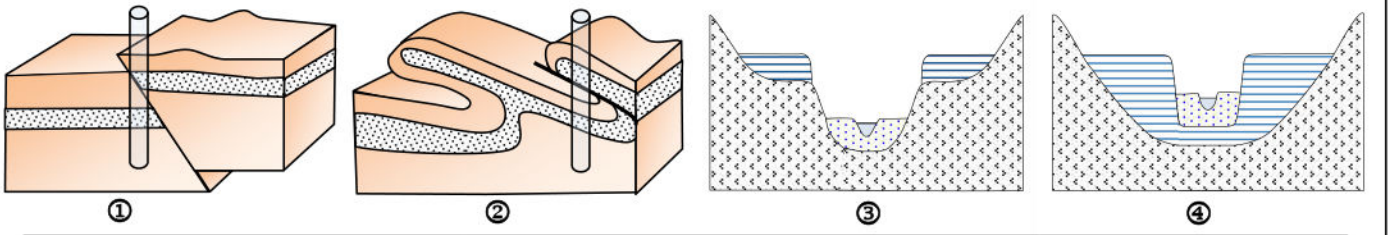


Figure 3: ①= Faille inverse ; ②= Pli couché ; ③ et ④ = Terrasses fluviatiles

En exploitant les données de la figure 1, 2 et 3:

1) Définir la strate, la stratification et la stratigraphie.
2) Classez les couches (a, b, …, f) de la plus ancienne à la plus récente sachant qu'elles représentent des couches non déformées, puis énoncez le principe de superposition.
3) Déterminez les limites d'application du principe de superposition.

1) D'après les données de la figure 1 et 2, on peut donner les définitions suivantes:

2) L'ordre chronologique des couches (a, b, …, f) de la plus ancienne à la plus récente:

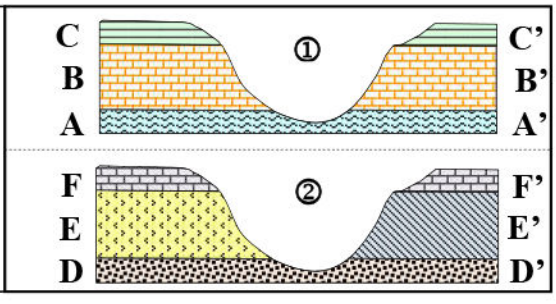
3) Les limites d'application du principe de superposition:

② Principe de continuité: (Voir le document 2)

Document 2: Principe de continuité:

Figure 1 : Grand canyon Usa

Figure 2 : schémas de coupes géologiques



Une couche sédimentaire est de même âge en tous ses points.
A partir de l'exploitation des donnés de la figure 1 et la figure 2 :

1) Est ce que les strates A, B et C ont le même âge que les strates A', B' et C'?
2) Déterminez l'âge relatif des couches E et E'. justifiez votre réponse.
3) Formulez le principe de continuité et déterminez les limites de son application.

1)

2) .....

3) .....

③ Principe de recoupement et d'inclusion: (Voir le document 3)

Document 3: Principe de recoupement et d'inclusion:

On cherche à établir la chronologie des événements géologiques ayant eu lieu dans une région donnée.

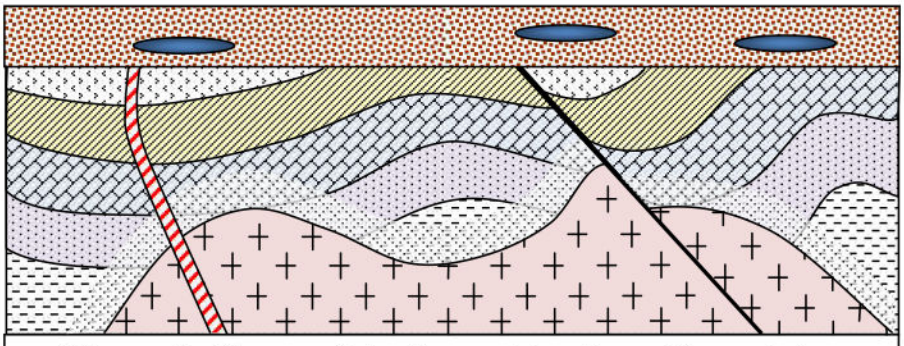


Figure 1 : Coupe géologique schématique d'une région

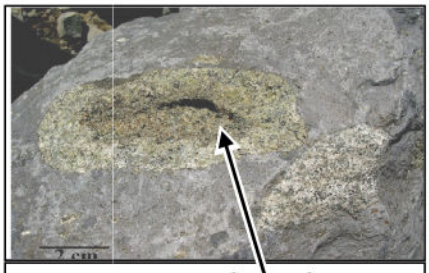


Figure 2 : Enclave du socle granitique dans une coulée de basalte

Marne | Marne bleue | Calcaire lacustre | Calcaire et dolomite

Argile | Grès | Granite | Filon

Zone de métamorphisme de contact | Inclusion (galet) | Faille

A partir des données de ce document :

1) Retracez les différentes étapes qui ont abouti à l'obtention de la coupe géologique de la figure 1.
2) Enoncez le principe de recoupement et d'inclusion.

1) .....

2) Enoncé du principe de recoupement et d'inclusion :

.....

.....

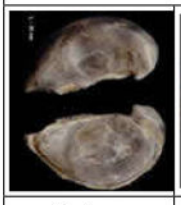
④ Principe d'identité paléontologique: (Voir document 4 et 5)

Document 4: Principe d'identité paléontologique:

Le tableau ci-dessous présente la répartition stratigraphique de quelques fossiles retrouvés dans les couches de phosphates d'Ouled Abdoun.

A partir de l'analyse des données de ce document :

1) Déterminez les caractéristiques des fossiles stratigraphiques et déduire leur importance dans la datation relative des strates.
2) Enoncez le principe d'identité paléontologique.

Odontaspis	Lamna-asc	Lamna-bia	Rhombodus	Enchodus
				
Ostrea	Pseudaspi..	Mosasaurus	Corax	

Quelques fossiles retrouvés dans les couches de phosphates d'Ouled Abdoun	Répartition stratigraphique							
	Crétacé				Eocène			
	Cénomanien	Turonien	Sénonien	Maastrichtien	Montien	Thanétien	Yprésien	Lutétien
Odontaspis substriata					+	+	+	
Lamna aschersoni						+	+	
Lamna biauriculata				+				
Rhombodus binkhorsti				+				
Enchodus libycus				+				
Corax pristodontus				+				
Ostrea canaliculata					+			
Pseudaspidoceras		+	+	+				
Mosasaurus leidon			+					

1) Caractéristiques des fossiles stratigraphiques et leur importance dans la datation relative des strates :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) .....

.....

Document 5: fossile de faciès et fossile stratigraphique:

Les récifs coralliens (Figure 1), sont des structures naturelles édifiées par des animaux marins (les coraux) apparus dans les régions tropicales et vivent encore dans les mers peu profondes, avec des eaux chaudes et riches (Entre le parallèle 30° nord et 30° sud).

Les ammonites (Figure 2), sont des mollusques marins exclusivement fossiles ayant vécus dans les mers épicontinentales du jurassique au crétacé.

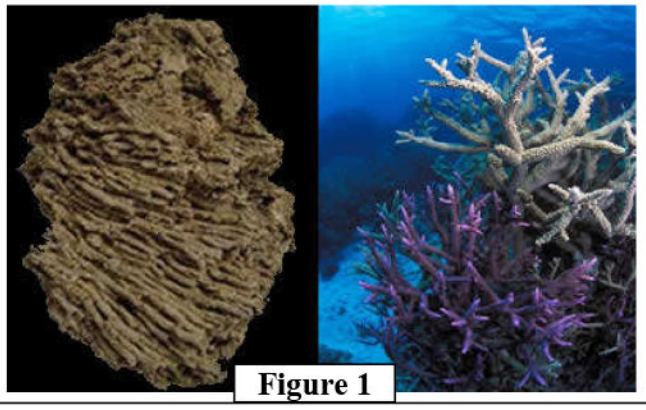


Figure 1

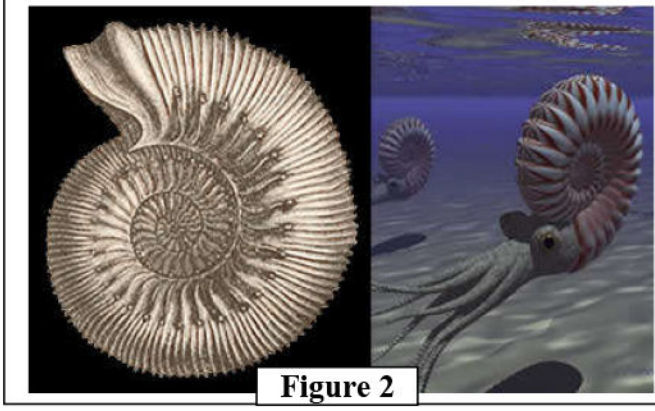


Figure 2

1) Comparez ces deux types de fossiles, et enlevez des arguments permettant d'affirmer que seules les ammonites constituent un excellent fossile stratigraphique permettant une datation relative des couches sédimentaires éloignées.
2) Déterminer l'importance des fossiles stratigraphiques dans l'établissement de l'échelle stratigraphique.

1) .....

.....

.....

.....

.....

.....

2) .....

Remarque : Les limites d'application du principe d'identité paléontologique :

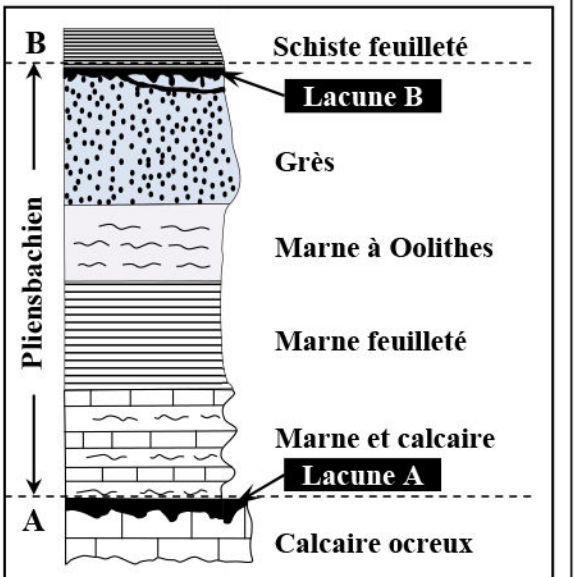
II – La construction de l'échelle stratigraphique:

① La notion d'étage et de stratotype: (Voir le document 6)

Document 6: Notion d'étage et de stratotype:

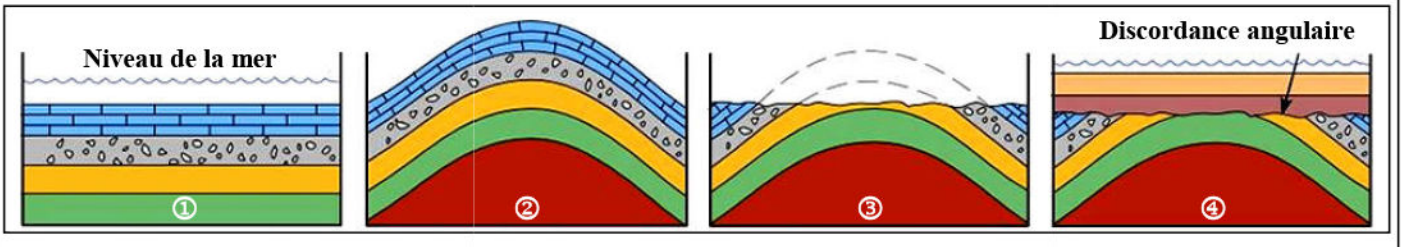
La limite A qui surplombe le calcaire ocreux, est formée d'enduit ferrugineux à nodules phosphatés, contenant des fossiles d'âges variés caractéristiques des couches rocheuses absentes dans la série sédimentaire, ce qui indique l'absence de sédimentation qui est due aux vagues et courants marins très forts. Cette limite s'appelle : lacune stratigraphique.

Dans la limite B on trouve des grès sableux et du fer Oolitique qui caractérisent des faciès marins peu profond, ce qui annonce une régression marine, cause de la lacune stratigraphique B.
A et B limitent un stratotype (Exemple : Stratotype Pliensbachien) se rapportant à la région de Pliensbach en Allemagne.



Formation géologique «type»: l'étage

La figure ci-dessous représente un modèle explicatif de lacunes stratigraphiques.



En exploitant les données de ce document:

1) Identifiez les caractéristiques des limites du stratotype Pliensbachien.
2) Définissez la lacune stratigraphique, le stratotype et l'étage.
3) Montrez l'importance de la lacune stratigraphique dans la délimitation d'un stratotype.

1) .....

2) Définitions:

✓ La lacune stratigraphique:

✓ Le stratotype:

✓ L'étage :

3) .....

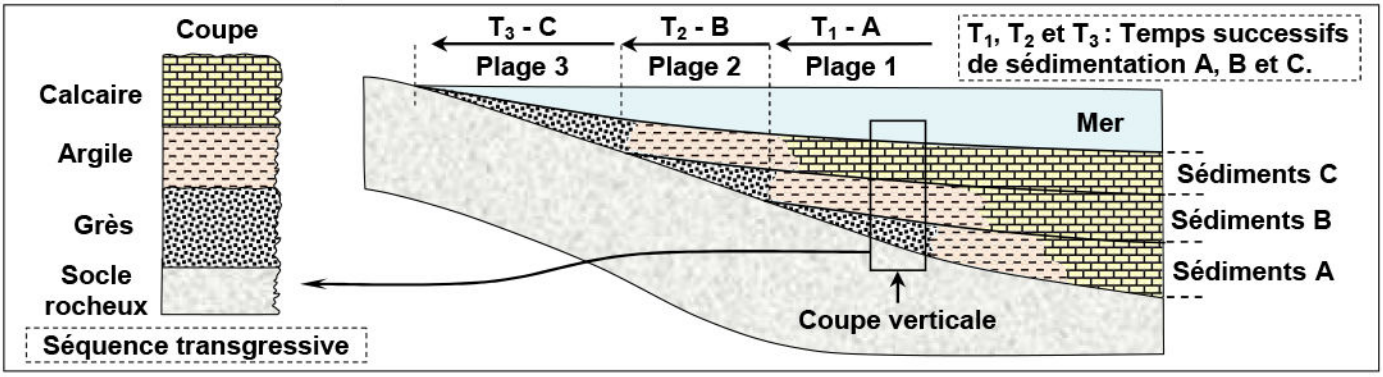
② La notion du cycle sédimentaire: (Voir document 7)

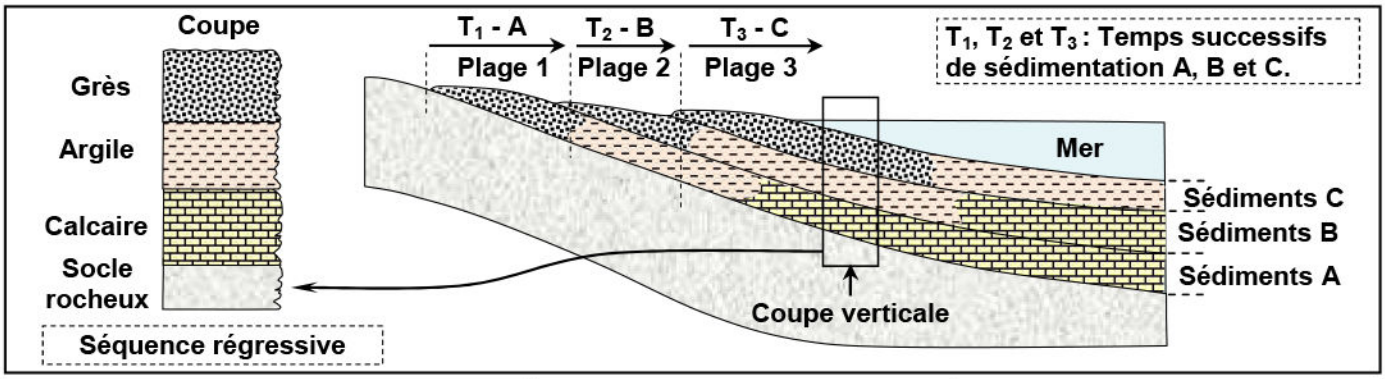
Document 7: La notion du cycle sédimentaire:

Le plateau continental est le lieu où les éléments détritiques, apportés par les fleuves ou par le vent, se déposent par gravité: les plus gros se déposent près du rivage, les plus fins sont transportés plus loin. Il en résulte un granoclassement latéral.

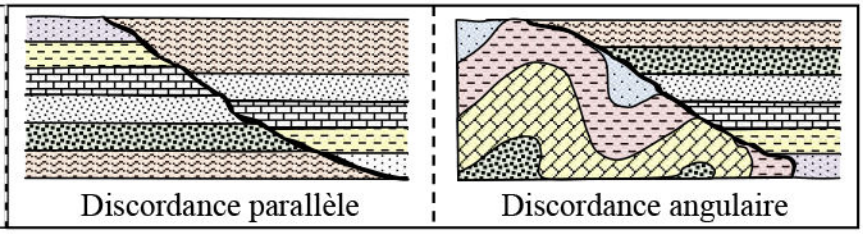
L'extension des différentes roches sédimentaires varie avec les mouvements d'avancée (transgression) ou de recul (régression) de la mer. Donc les roches sédimentaires par leur nature et leur extension enregistrent les variations relatives du niveau de la mer
La séquence verticale des roches (granoclassement vertical) va donc changer selon qu'elle a enregistré une phase transgressive (séquence transgressive ou positive) ou une phase régressive (séquence régressive ou négative) (Voir les figures ci-dessous).

Document 7: (Suite):

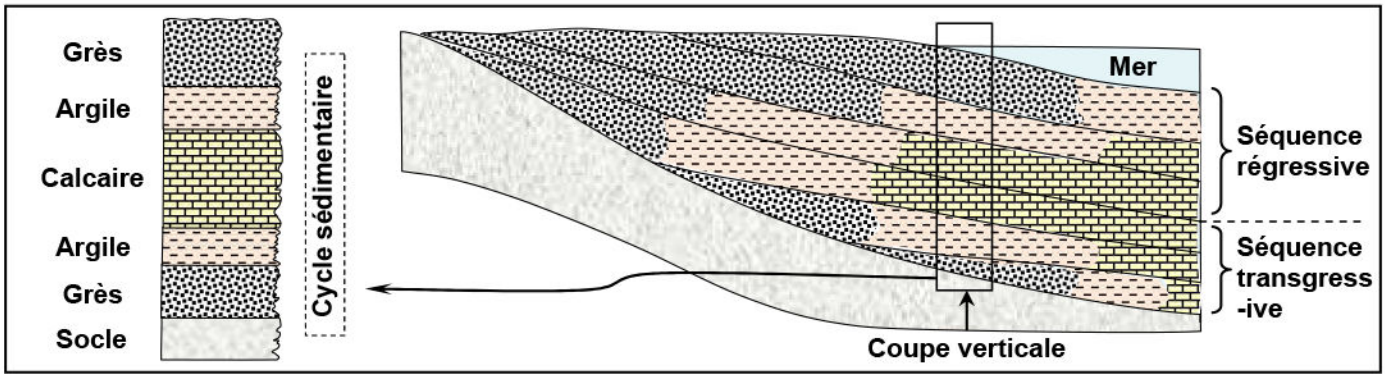




Les dépôts transgressives récents se font sur un substrat ancien, la surface de contacte entre les dépôts récents et les couches anciennes est appelée surface de discordance:



Un même bassin peut être envahi à plusieurs reprises par la mer. L'ensemble des phénomènes sédimentaires accomplis entre une transgression et la régression suivante constitue un cycle sédimentaire (Voir figure ci-dessous).



En exploitant les données de ce document, comparez deux séries sédimentaires, l'une transgressive et l'autre régressive, et en déduire les attributs distinctifs de chacune d'elle et la notion de cycle sédimentaire.

⇨ Les caractéristiques des séquences transgressives et les séquences régressives:

★ La transgression:

.....

.....

.....

.....

.....

★ La régression:

⇨ Le cycle sédimentaire:

★ Définition du cycle sédimentaire:

③ La notion de biozone: (Voir document 8)

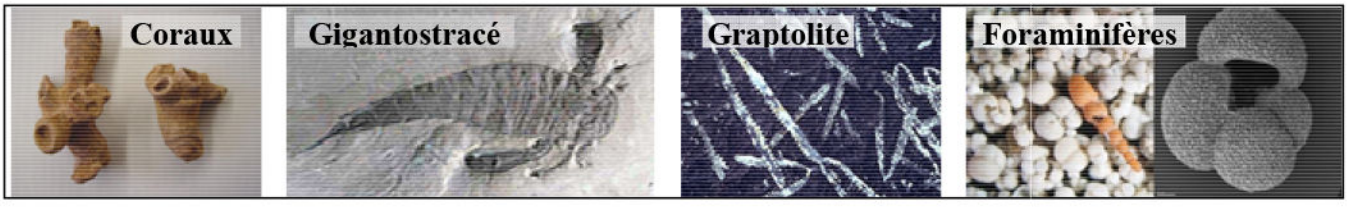
Document 8: La biozone une unité stratigraphique:

★ L'étage, en tant qu'unité stratigraphique, est essentiel dans la mise en place d'une échelle stratigraphique, mais il reste insuffisant. Ce qui a poussé les géologues à établir une unité aussi importante dite biozone. Cette dernière se base sur le contenu paléontologique de la strate étudiée.

★ La biostratigraphie est l'étude de la répartition des espèces dans les strates et donc dans les temps géologiques et qui permet un découpage en biozone (Biozonation).

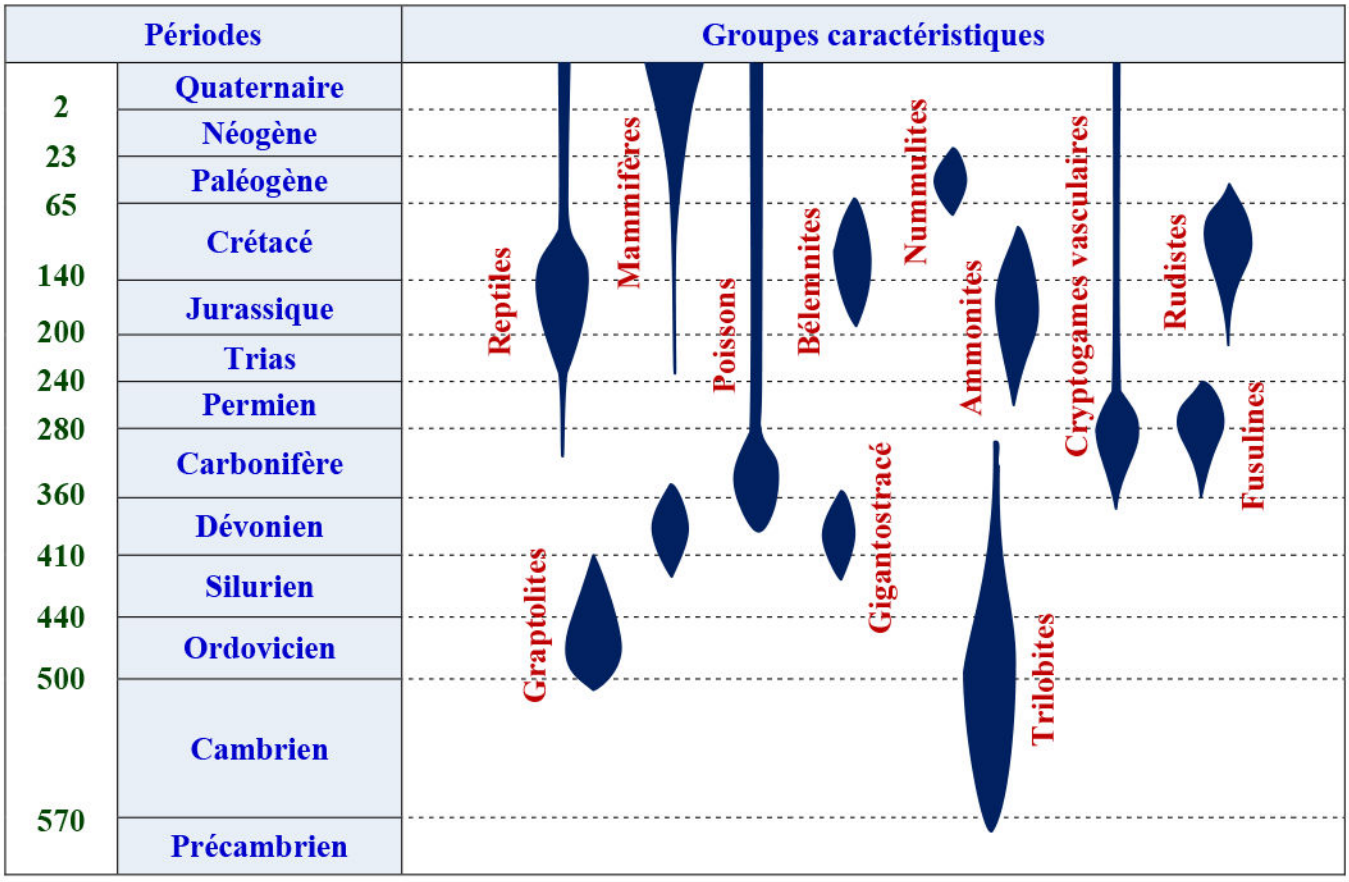
★ Les extinctions massives et simultanées qui touchent des espèces variés sur une large échelle géographique, sont plus rares et sont qualifiés de crises biologiques. Ainsi, à chaque crise correspond une coupure qui permet de délimiter des ères géologiques:

- ✓ Crise de la fin de l'ordovicien : Extinction d'environ le 1/3 de la faune marine en particulier les coraux.
- ✓ Crise de la fin du dévonien : Disparition de 90% des phytoplanctons et de 70% du zooplancton.
- ✓ Crise de la fin du permien : 96% des espèces éteintes. Cette crise a marquée la limite entre l'ère primaire et l'ère secondaire.
- ✓ Crise de la fin du crétacé et début du tertiaire : La disparition des dinosaures et d'autres animaux comme les foraminifères.



Document 8: (Suite):

★ La figure suivante présente l'extension des principaux groupes de fossiles stratigraphiques.



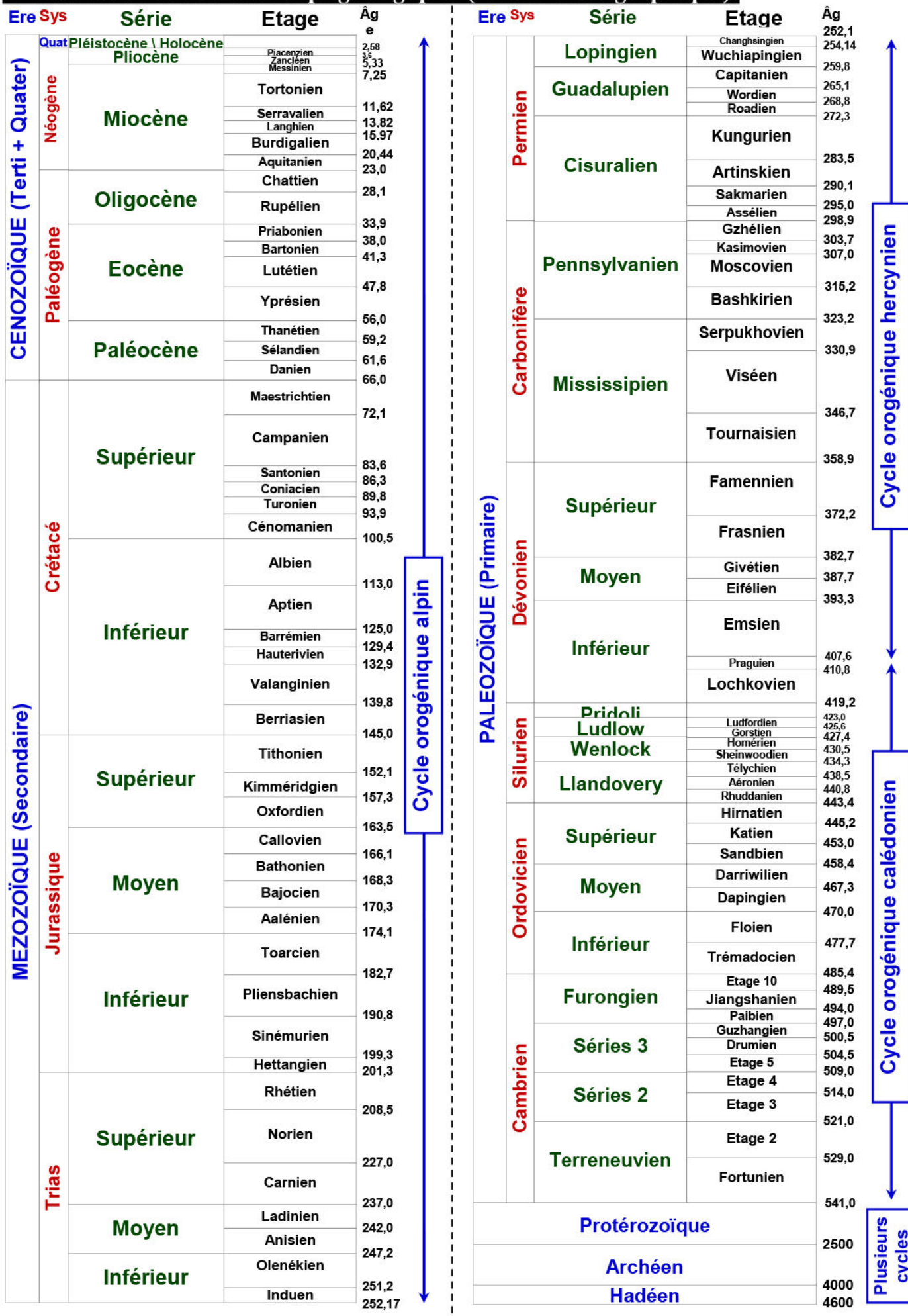
En se basant sur les données de ce document, déterminez la notion de biozone et montrez son importance dans l'établissement de l'échelle stratigraphique.

④ La notion du cycle orogénique:

⑤ **La notion de l'ère et de la période:**

⑥ **L'échelle des temps géologiques:** (Voir document 9)

Document 9: Echelle des temps géologiques (Echelle stratigraphique):



III – La carte géologique: bilan synthétique des études stratigraphiques

① Réalisation de la carte géologique:

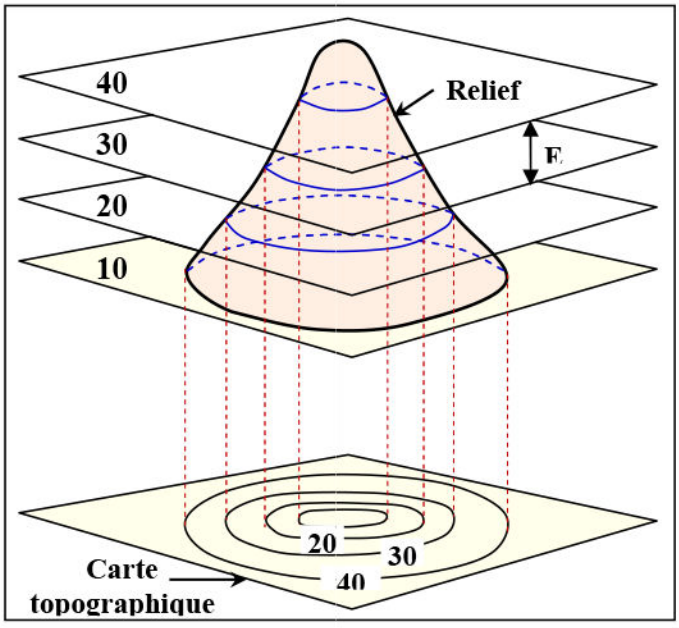
a) Rappel: la carte et profil topographique (Voir le document 10)

Document 10: La carte topographique:

La carte topographique est une représentation plane des reliefs de la surface terrestre, permettant de percevoir le relief, déterminer des altitudes et mesurer des pentes.

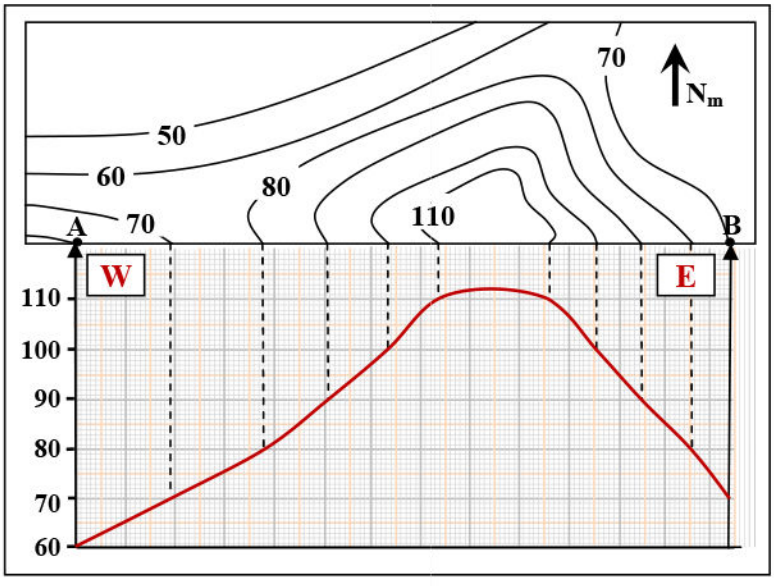
Les reliefs sont représentés par les courbes de niveau qui sont des lignes imaginaires placées sur la carte, qui joignent tous les points situés à la même altitude. Une courbe de niveau est la ligne d'intersection d'un plan horizontal avec le relief du terrain.

La figure ci-contre montre Principe de construction des courbes de niveaux.
E = équidistance : c'est la distance verticale séparant deux courbes de niveau.



La carte topographique permet de tracer un profil topographique. Il s'agit d'une coupe verticale dans le relief selon un segment tracé sur la carte.

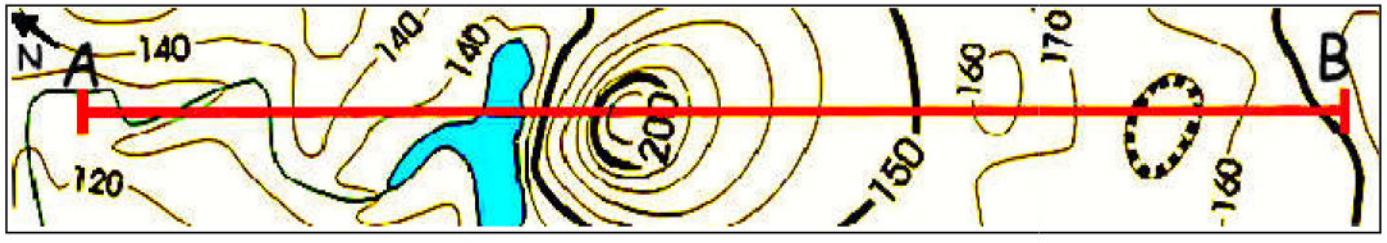
A l'aide des indications données sur la carte topographique ci-contre, reconstitue le relief situé entre A et B.



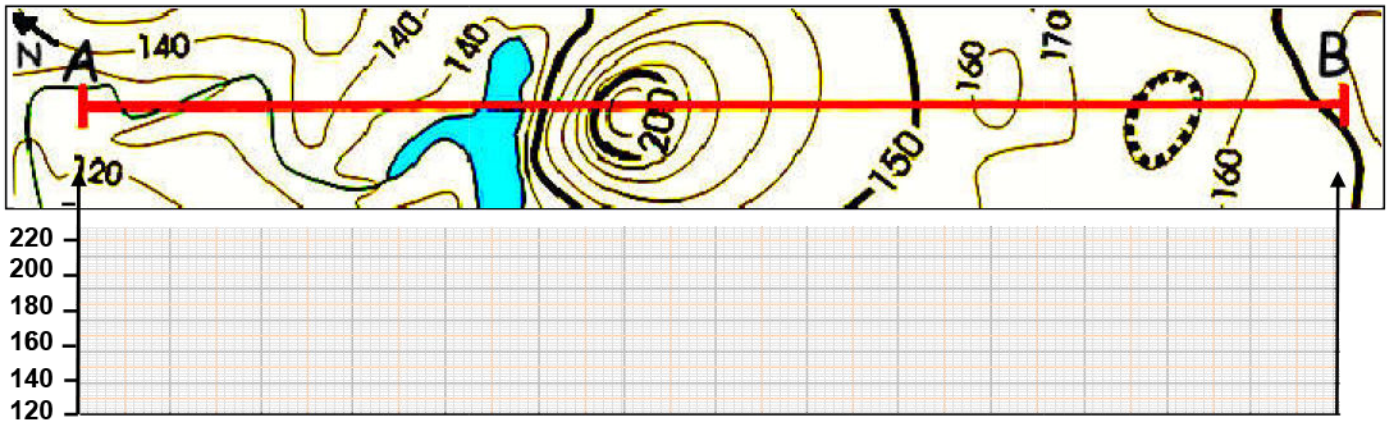
La procédure:

- ✓ Tracer un axe horizontal sur le papier millimétré en respectant l'échelle.
- ✓ Tracer un axe vertical en respectant l'échelle des
- ✓ Placer le bord du papier millimétré le long de l'axe AB. Chaque fois qu'une courbe de niveau recoupe cette ligne AB, marquer le bord du papier millimétré et indiquer l'altitude.
- ✓ Reporter ensuite chaque point en tenant compte de son altitude.
- ✓ Relier les points entre eux.
- ✓ Indiquer sur le profil topographique, l'orientation du tracé, la localisation Titre du profil Identification des éléments du paysage L'échelle horizontale L'échelle verticale Les grandes unités topographiques.
- ✓ Donner un titre en précisant à partir de quel extrait de carte géologique le profil a été réalisé.

Réalisez le profil topographique à partir de la carte topographique suivante selon AB:



Réalisation du profil topographique selon la coupe AB:



b) La carte géologique (Voir le document 11)

Document 11: La carte géologique:

★ La figure 1 représente la projection d'une colline (❶) sur un plan (❷).

★ Le tableau 1: La représentation sur une carte géologique des données stratigraphiques:

Figure 1

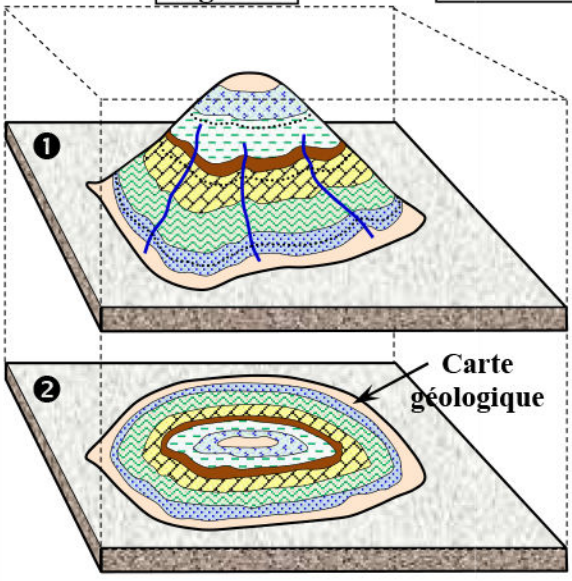


Tableau 1

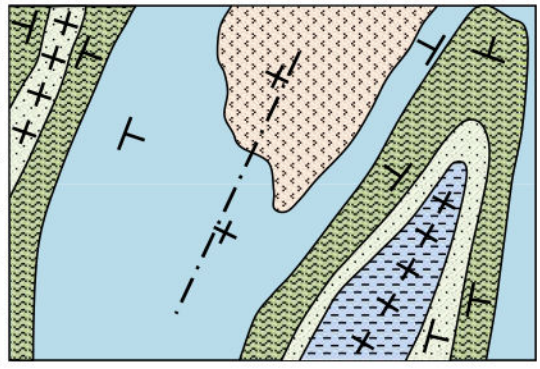
Divisions stratigraphiques		Notation	Couleur
Quaternaire		A, a ,q	Beige
Cénozoïque (Tertiaire)	Pliocène	p	Jaune
	Miocène	m	
	Oligocène	g	Orange
	Eocène	e	
Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé	c	Vert clair
	Jurassique	i et j	Bleu
	Trias	t	Rose
Paléozoïque (Primaire)	Permien	r	Violet
	Carbonifère	h	Gris
	Dévonien	d	Marron
	Silurien	s	Vert
	Ordovicien	o	
	Cambrien	k	Brun beige
Précambrien		x	Rouge

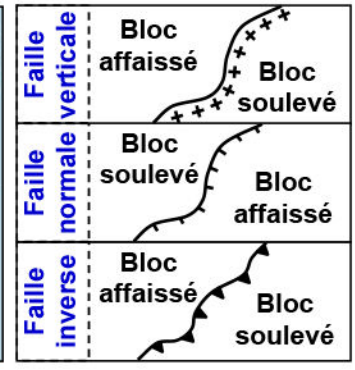
★ Le tableau 2: La représentation sur la carte géologique des données lithologiques:

Roche	Calcaire	Dolomite	Argile	Grés	Sable	Marne	Sel
Figure							

★ Le tableau 3 ci-dessous: La représentation symbolique des données tectoniques:

Degré d'inclinaison	Symbole
Nulle (0°)	+
Faible (10° → 30°)	T
Moyenne (30° → 60°)	T
Forte (60° → 80°)	T
Verticale (90°)	— · —
Inversée (> 90°)	T





En se basant sur les données de ce document, déduire les caractéristiques de la carte géologique.

② Réalisation de la coupe géologique:

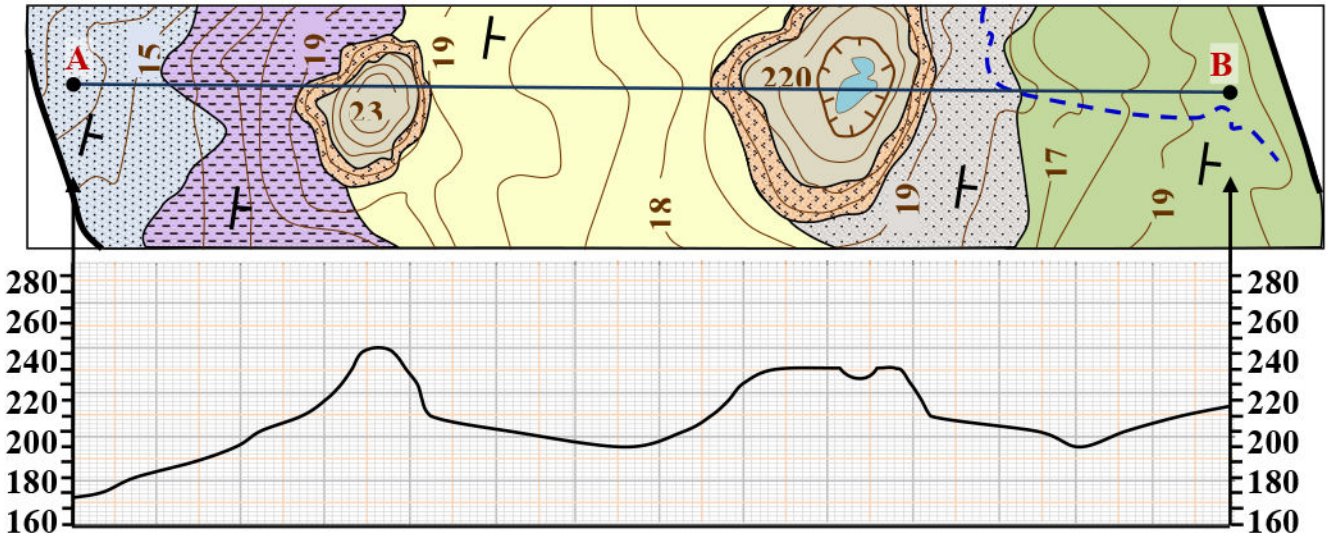
a) Principes de réalisation de la coupe géologique: (Voir le document 12)

Document 12: Principes de la réalisation d'une coupe géologique:

Les coupes géologiques permettent de montrer la structure en profondeur. Elles sont réalisées à partir de la carte géologique en respectant les étapes suivantes:

- ✓ Bien lire la carte géologique ;
- ✓ Construire le profil topographique;
- ✓ Reporter les contours des couches géologiques et les failles sur le profil topographique;
- ✓ Calculer les pendages des limites de couche et des failles et reportez leurs amorces sur la coupe. Il est conseillé de prendre en compte l'épaisseur des couches indiquées généralement sur la légende ;
- ✓ Reconstruire la structure en profondeur de façon à respecter la stratigraphie (empilement des couches de la plus âgée à la plus jeune) sauf en cas de discontinuité (faille, discordance...) ;
- ✓ Enfin, compléter le schéma avec un titre, l'échelle, l'orientation et la légende.

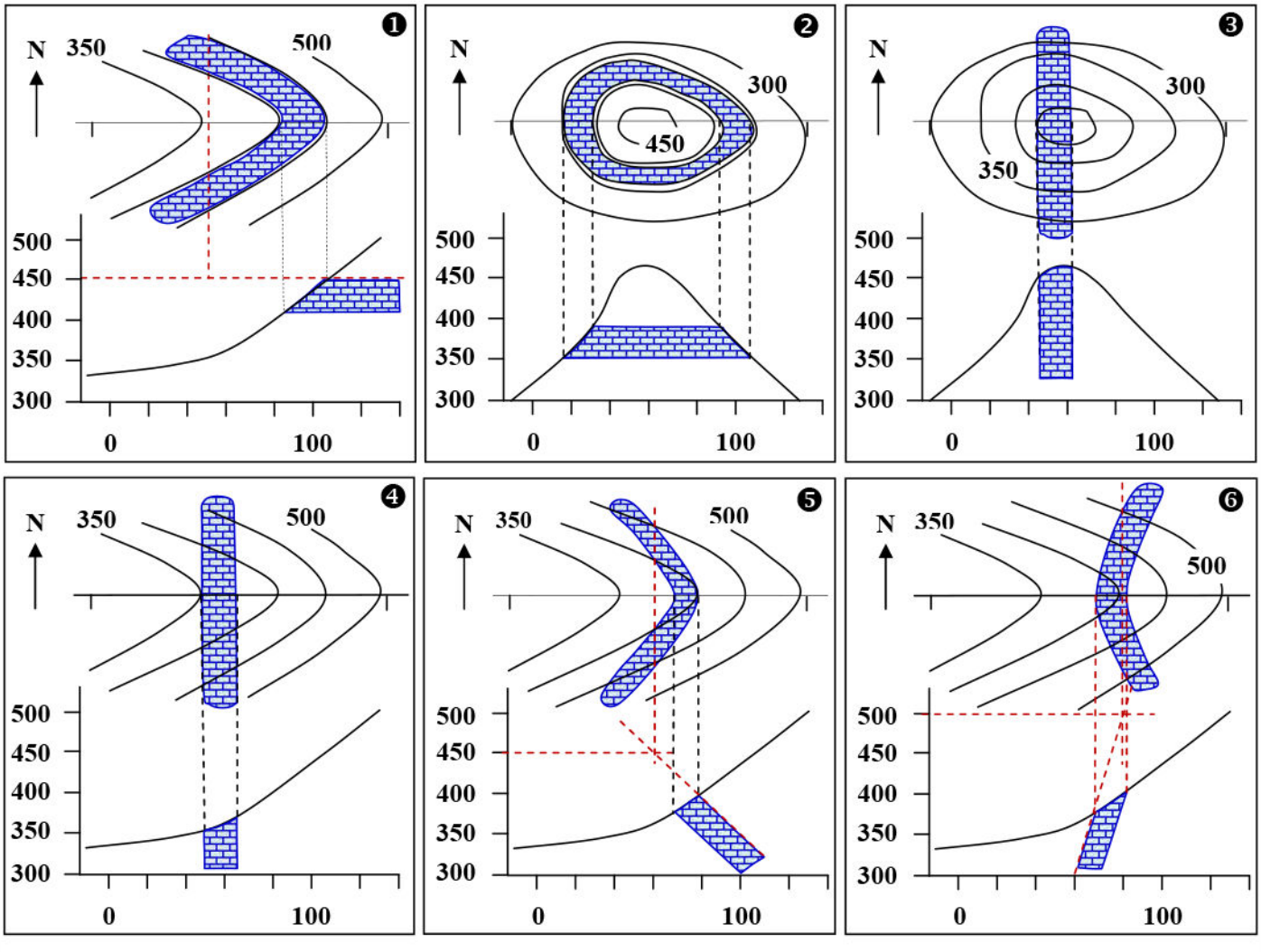
Soit l'extrait d'une carte géologique représenté par la figure ci-dessous:



b) Détermination du pendage des couches géologiques: (document 13)

Document 13 : Détermination du pendage des couches géologiques.

Tracer une coupe géologique nécessite de déterminer le pendage des couches, c'est à dire de savoir dans quelle direction elles sont inclinées. Pour cela, on repère les V que dessine l'affleurement dans les vallées et observer où la limite de la couche recoupe deux fois la même courbe de niveau et où elle recoupe la courbe de niveau inférieure. Plusieurs cas de figure sont possibles. Les figures ci-dessous présentent ces cas:

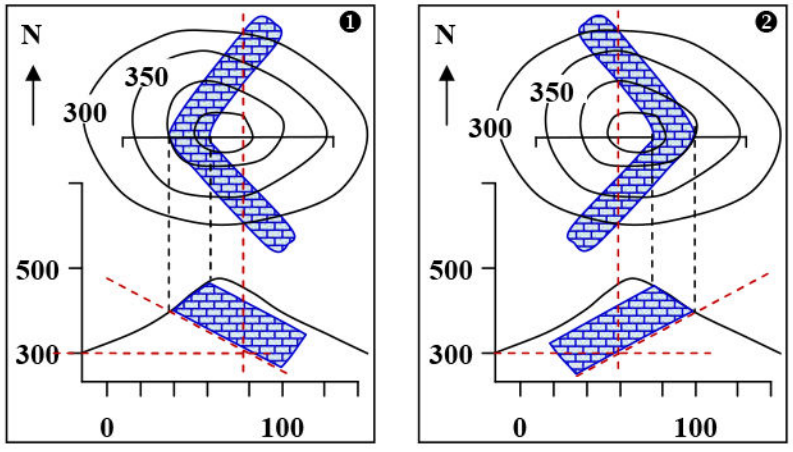


Remarque: (Voir le document 14)

Document 14 : Détermination du pendage des couches dans une colline.

La détermination du sens du pendage par l'intersection des contours d'une couche géologique avec les courbes de niveaux dépend de la topographie où le V est dessiné.
Les figures ci-contre présentent des cas d'intersection des contours de l'affleurement avec les courbes de niveau dans une colline.

Déterminez sur chaque figure le pendage de la couche géologique.



c) Exercices d'application:

Exercice 1 :

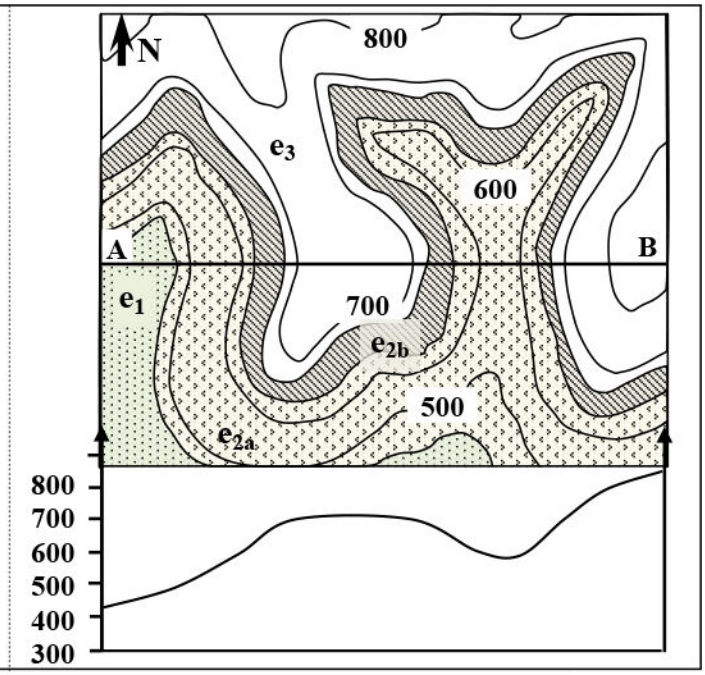
Réalisation d'une coupe géologique dans une région à structure tabulaire (Strates horizontales) ; (Voir le document 15)

Document 15 : Exercice d'application.

Soit l'extrait d'une carte géologique et le profil topographique (figure ci-contre).

$e_1 = 200m$; $e_{2a} = 50m$; $e_{2b} = 200m$; $e_3 = 200m$
Echelle : 1/100.000ème

1) Calculez la distance réelle AB, sachant que la distance AB sur la carte est 8 cm.
2) Classez par ordre chronologique de dépôt les différentes couches observées sur la carte.
3) Quelle est la structure observée sur la carte? Justifiez.
4) Réalisez la coupe géologique suivant le trait AB.



1) .....
2) .....
3) .....
.....

4) Réalisation de la coupe géologique (Voir le document 14)

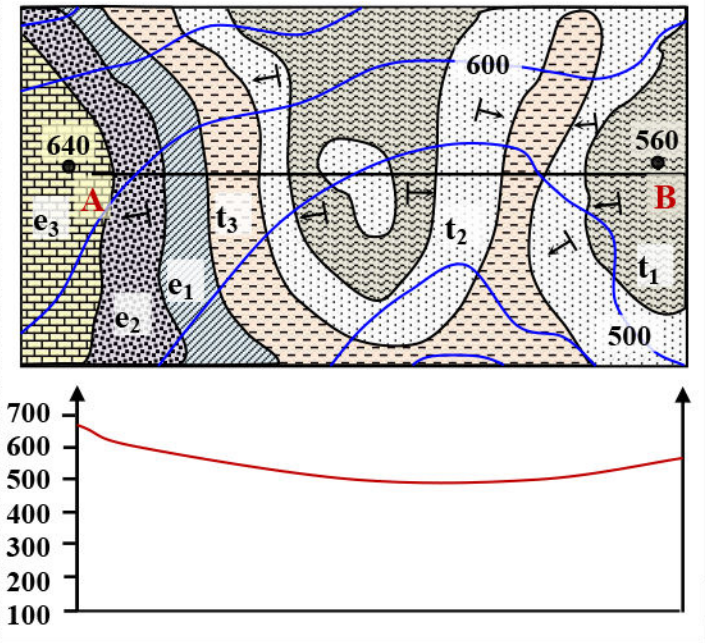
Exercice 2 :

Réalisation d'une coupe géologique dans une région à structure tabulaire (Strates déformées) (Voir le document 16)

Document 16 : Exercice d'application.

Soit l'extrait d'une carte géologique et le profil topographique (figure ci-contre).

1) Calculer l'échelle (E) de cette carte si la distance réelle (L) entre A et B est égale à 8,5 km, alors que la distance AB sur la carte est e=7cm.
2) Etablir l'ordre chronologique des couches. Quelle est l'importance de ce classement ?
3) Déterminer la structure géologique de cette carte. Justifier votre réponse
4) Réaliser le profil et la coupe géologique correspondants suivant le trait de coupe AB.



4) .....

.....

.....

.....

5) .....

6) .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7) .....

.....

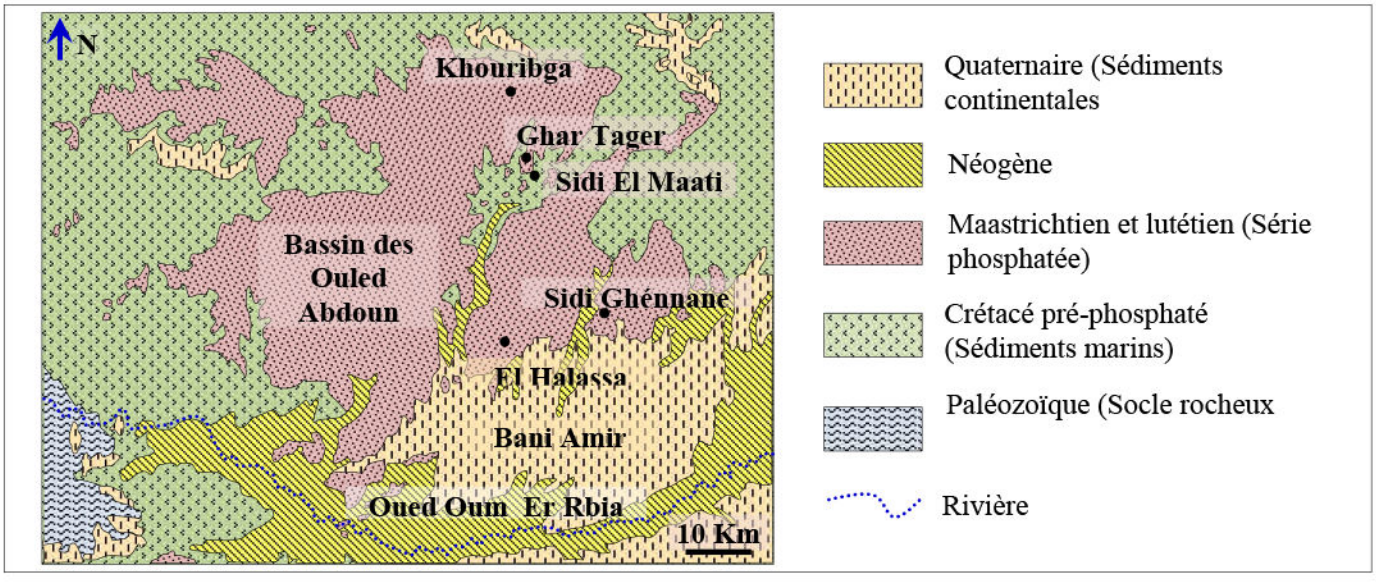
.....

IV – Reconstitution de l'histoire géologique du bassin des phosphates:

Document 17 : Reconstitution de l'histoire géologique d'un bassin phosphaté.

La série phosphatée des Ouled Abdoun constitue la dernière série sédimentaire s'étant déposée sur le socle rocheux ancien (primaire), alors que les couches de ce dernier ont subit des déformations (plis et failles) à la fin du primaire, les couches secondaires quant à eux sont restées intactes.

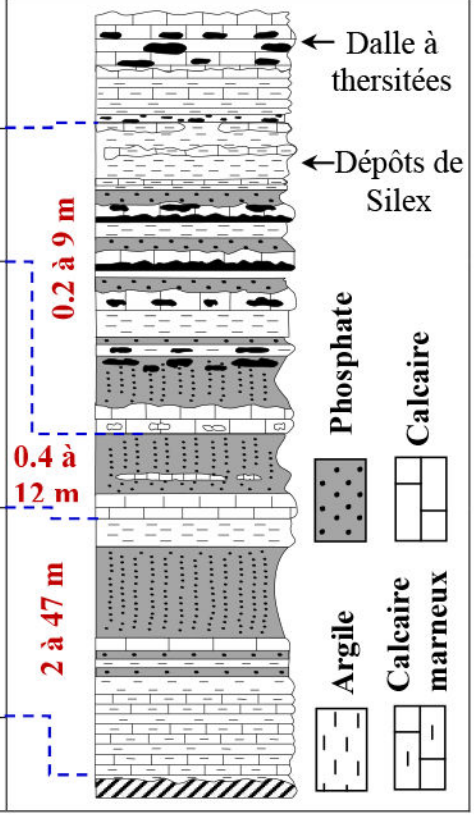
★ La figure ci-dessous représente une carte géologique synthétique représentant le plateau des phosphates (Région de Khouribga).



Le tableau ci-dessous présente des données stratigraphiques et paléontologiques et une colonne stratigraphique synthétique des formations phosphatées du bassin nord (Ouled Abdoun) :

Document 17 : (Suite).

L'étage stratigraphique	Nature des sédiments	Caractéristiques paléogéographiques	Colonne stratigraphique
Lutétien	Formation de silex, calcaires et grès quartzeux	Régression marine suite à l'orogenèse atlasienne.	
Yprésien	Dépôts de silex	Début de transgression marine	
Thanétien Danien	- Divers dépôts phosphatés. - Dépôts calcaires le long du bassin de sédimentation	- Apparition d'un effondrement du coté de Ben Guerir. - Fermeture du golfe.	
Maestrichtien	Extension du bassin de youssoufia à Timhdit	Golf de faible profondeur, Apparition de quelques iles et grands fonds.	
Primaire	Socle rocheux déformé	Cycle hercynien	



En exploitant les données de ce document, reconstituez l'histoire géologique du bassin phosphaté d'Ouled Abdoun.

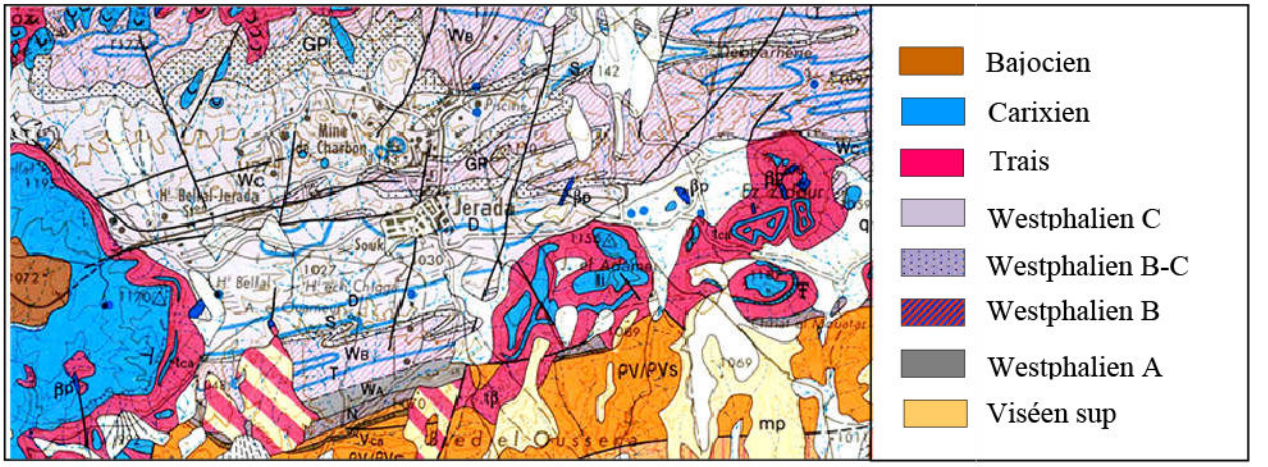
V – Reconstitution de l'histoire géologique du bassin houiller de Jérada:

(Voir document 18)

Document 18: Reconstitution de l'histoire géologique du bassin houiller de Jérada.

★ Situation géographique et cadre géologique du bassin houiller de Jérada au Maroc:

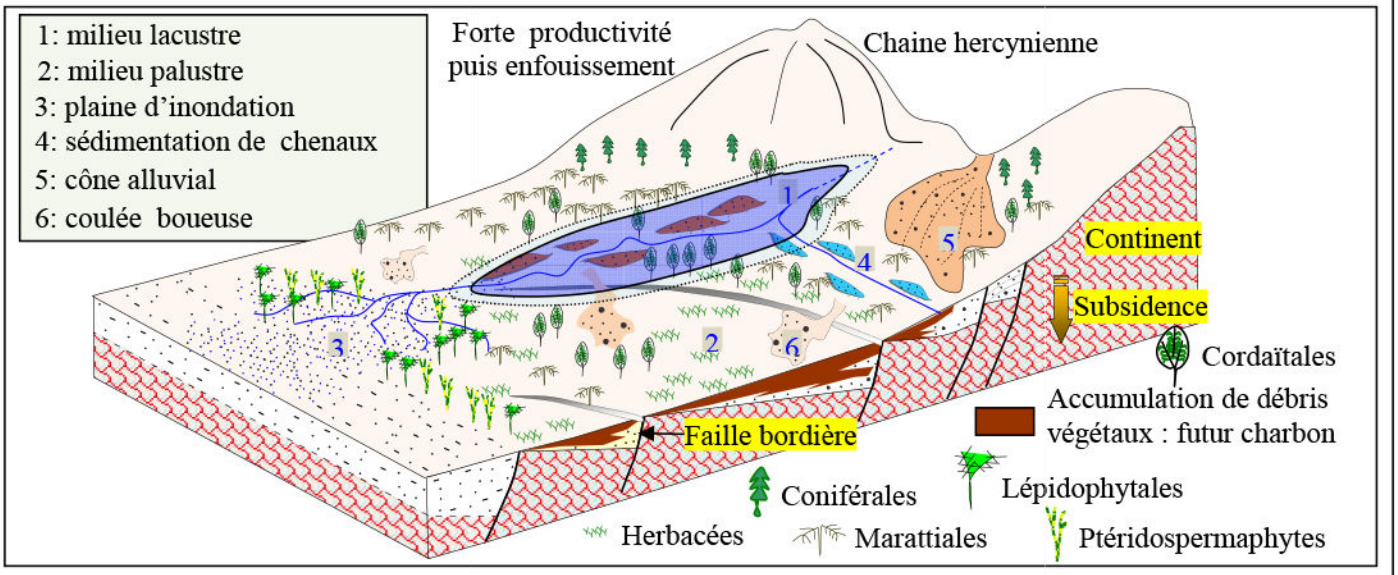
Le bassin houiller de Jérada est situé en bordure des hauts plateaux du Maroc oriental à 50km. Il forme un synclinal, orienté d'Est en Ouest, qui affleure sur 25 km de longueur et 8km de largeur. La figure ci-dessous présente un extrait de la carte géologique du bassin houiller de Jérada



★ Paléogéographique du bassin de Jérada au Maroc :

Le bassin sédimentaire houiller de Jérada se caractérise par la diversité des faciès qui témoignent de la diversité des milieux de sédimentation. L'étude de ces faciès permet la reconstitution de la paléogéographie du bassin sédimentaire de Jérada pendant la période d'accumulation et des dépôts à l'origine du charbon.

La figure ci-dessous est une coupe schématique présentant la reconstitution paléogéographique du bassin de Jérada :



Document 18: (Suite).

Les séquences sédimentaires décrites traduisent dans un premier temps l'avancée d'un delta lacustre sur un domaine inondé réalisant un comblement temporaire.
La sédimentation reprend et s'installe un système fluviatile sur la plaine deltaïque occupée par une végétation dense. Les deltas reculent progressivement jusqu'au retour des milieux inondés.

En se basant sur les données de ce document, décrire l'histoire géologique du bassin houiller de Jérada.