

**TP ST
H**

LA MESURE DU TEMPS : OUTILS & METHODES

COURS : *ST-H, ST-E, ST-F, ST-G, BG-C-3* TP : *ST-A3, ST-A4, ST-A5, TERRAIN*



En tant que science historique, la géologie ne peut s'envisager qu'en étant capable de reconstituer des événements ou environnements passés, et donc leur chronologie, aussi bien relative (succession des événements les uns par rapport aux autres) qu'absolue (âge des événements).

Le but de ce TP est de mettre en application les principes vus en cours, et d'appréhender les différents types de fossiles au programme.

Programme officiel :

- Exploiter les principes de la stratigraphie pour réaliser une datation relative de deux événements géologiques.
- Exploiter les informations qu'apportent les fossiles pour dater (fossiles stratigraphiques) ou reconstituer un paléoenvironnement (fossiles de faciès).
- Exploiter les données d'une crise biologique pour justifier le découpage stratigraphique.
- La connaissance des fossiles se limite à la détermination des caractéristiques principales des Trilobites, Ammonoïdés, Bivalves, Gastéropodes, Foraminifères benthiques (Nummulitidés) et planctoniques (Globotruncanidés, Globigérinidés).
- Appliquer les différentes techniques de datation relative et absolue sur des exemples divers.

Compétences :

- Exploiter des données cartographiques ou des archives sédimentaires pour reconstituer des variations climatiques.
- Datation absolue (^{14}C , K/Ar , U/Pb).
- Utiliser un tableur informatique : construire un graphique, tracer une droite de régression linéaire, etc.), réaliser des calculs.
- Identifier quelques fossiles à partir de leurs caractéristiques : Trilobites, Ammonoïdés, Bivalves, Gastéropodes, Foraminifères benthiques (Nummulitidés) et planctoniques (Globotruncanidés, Globigérinidés).
- Réaliser un dessin d'observation
- Présenter de manière pertinente un objet géologique (dessin, schéma, description, identification, présentation comparative, échelle...

Plan du TP :

1. Datations relatives et cartes géologiques

1.1. Rappels des principes de datation relative

1.2. Exemple 1 : Rouen, 1/250 000

1.3. Exemple 2 : Clermont-Ferrand 1/50 000

2. Datation absolue et géochronologie

2.1. Datations U/Pb

2.2. Datation K/Ar

3. Chronostratigraphie

3.1. Datation et taux de sédimentation

3.2. Retour sur Clermont-Ferrand

3.3. Reconnaitances de fossiles macroscopiques

3.4. Microfossiles et crise créacé-tertiaire

FICHES FOSSILES



Travail préparatoire :

 Lire le cours, chapitre ST-H sur la datation ; apprendre le cours

 Lire attentivement les fiches sur les fossiles, de manière à savoir les reconnaître

 Faire :

- exercices de datation absolue (2.1 et 2.2)
- exercice de chronostratigraphie (3.1 et 3.2)

Venir en TP avec le schéma structural de la carte de Clermont-Ferrand (TP ST-A5)

1. Datations relatives et cartes géologiques

*Voir cours ST-H
Voir poly 2 - séance*

2. Datation absolue et géochronologie

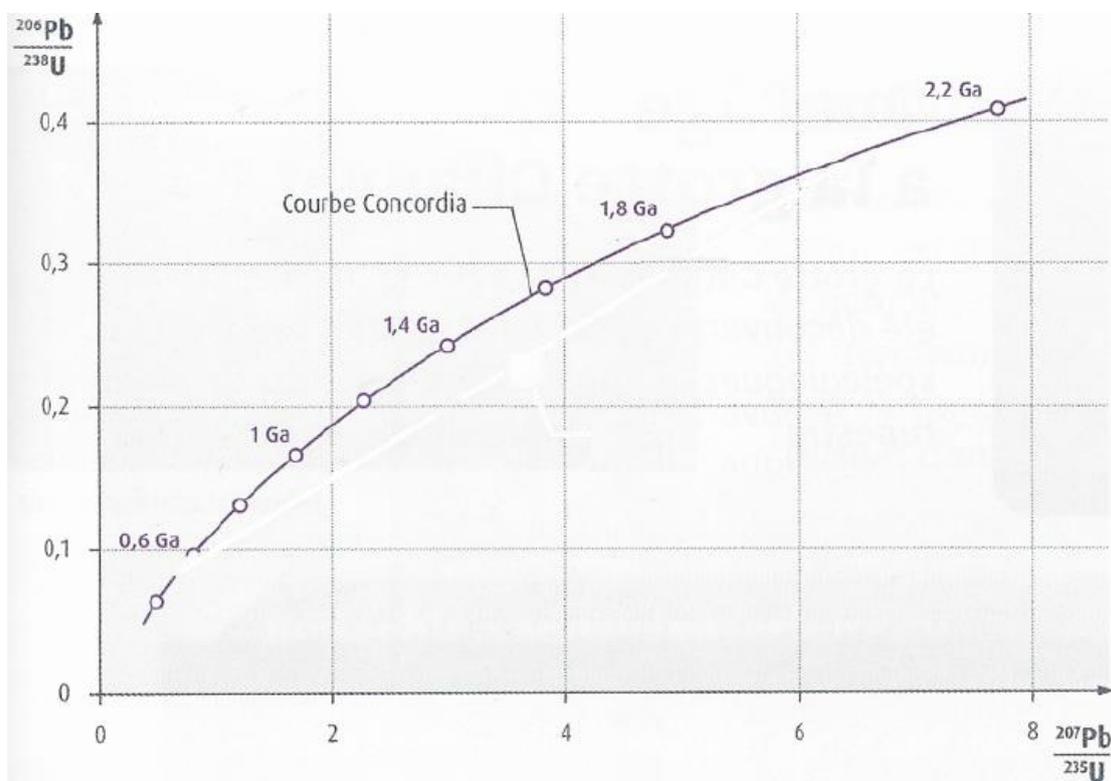
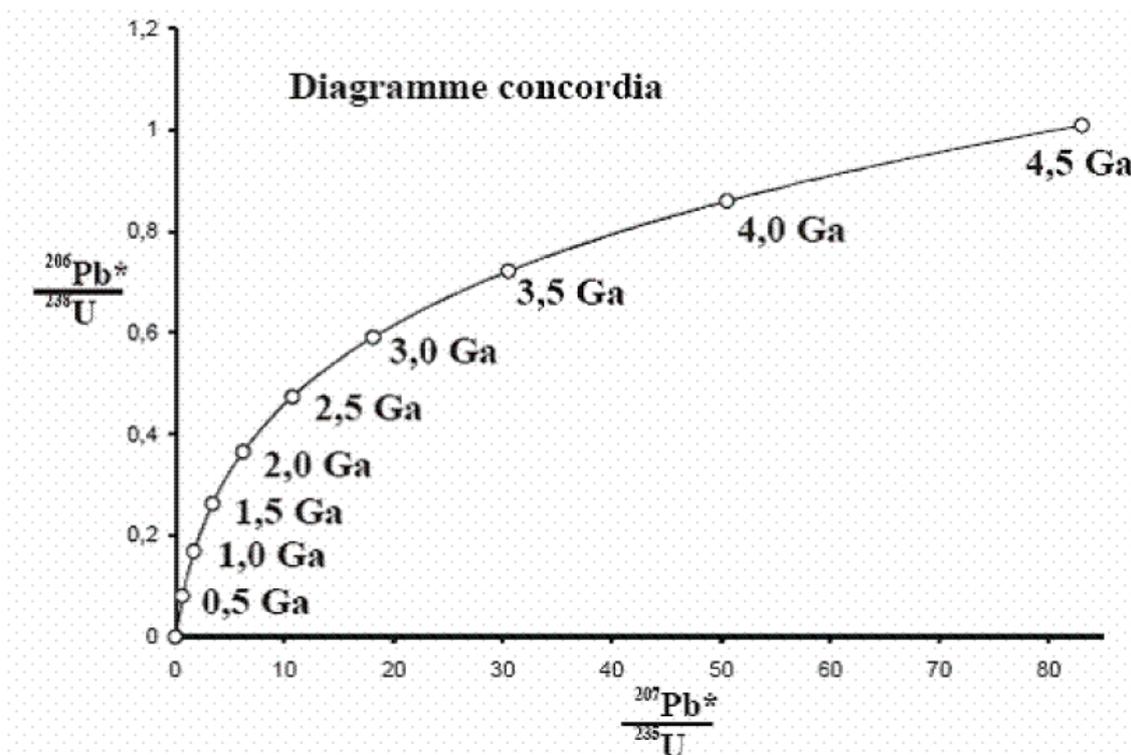
2.1. Datations U/Pb

Les teneurs en Uranium et en Plomb ont été déterminées pour des zircons issus de la planète Mars (à partir d'une météorite martienne), des zircons des gneiss de Jack Hills en Australie (considérés comme les plus vieux zircons terrestres), et des zircons de gneiss icartiens de Trébeurden (Bretagne, France).

Zircon	Météorite martienne		Gneiss australiens		Gneiss icartiens bretons				
	M-1	M-2	T-1	T-2	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1.02	1.03	0.965	0.797	0.30	0.25	0.13	0.28	0.29
$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	80	83	71.9	58.8	5.05	4	1.54	4.7	4.98

➤ A partir de ces valeurs, proposer une datation des trois roches étudiées.

➤ Quelle information supplémentaire peut être déduite des données du gneiss icartien ?



2.2. Datation K/Ar

Un basalte prélevé au niveau d'une coulée de lave contient 2,5 % en masse de potassium. 0,0118 % de ce potassium est sous forme de potassium 40.

Dans les conditions normales de pression et de température (CNTP), le volume d'argon mesuré dans un échantillon de 1 gramme est de $0,46 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3$. On rappelle que la masse molaire du potassium est de $40,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et que le volume molaire des gaz parfaits dans les CNTP est de $22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$. Le nombre d'Avogadro (nombre d'atomes contenus dans une mole) est $N_A = 6,0210^{23} \text{ mol}^{-1}$.

➔ Dater cette coulée basaltique.

3. Chronostratigraphie

La chronostratigraphie utilise les fossiles afin de réaliser une datation (*voir cours*). Sont à connaître (*voir fiches*) :

- Les Trilobites
- Trois taxons de Mollusques : les Ammonoïdés (Mollusques Céphalopodes), les Bivalves et les Gastéropodes
- Trois taxons de Foraminifères : les Nummulitidés, les Globotruncanidés et les Globigérinidés

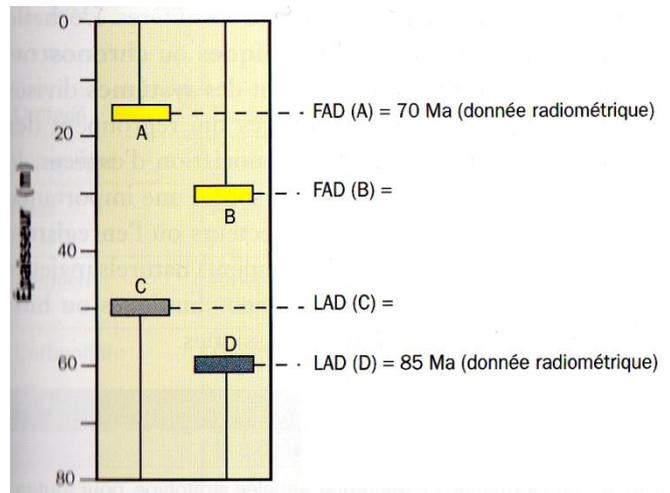
3.1. Datation et taux de sédimentation

Lors de l'analyse d'une formation sédimentaire, quatre espèces fossiles (A B C D) ont pu être observées. La répartition de la présence de ces quatre espèces sur une coupe de 80 cm d'épaisseur de la formation est présentée ci-contre.

➔ Combien de subdivisions stratigraphiques peuvent être définies sur cette coupe ?

➔ Estimer le taux de sédimentation (supposé constant) sur la période de temps représentée sur la coupe.

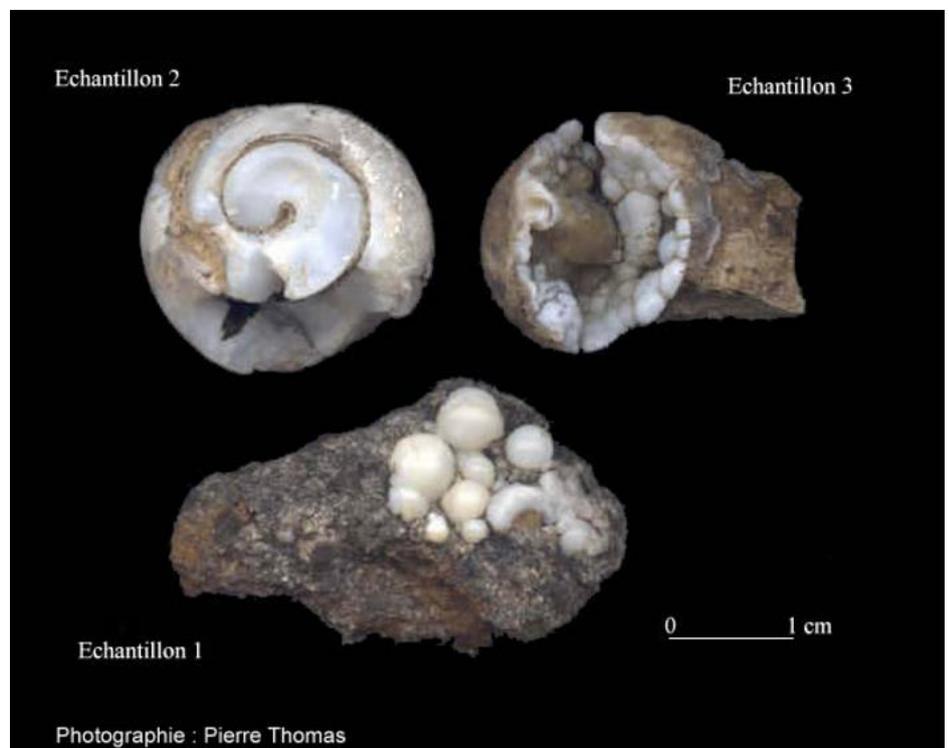
➔ Réaliser une estimation des âges d'apparition de l'espèce B et de disparition de l'espèce C.



3.2. Retour sur Clermont-Ferrand

La notice de la carte 1/50 000 de Clermont-Ferrand indique la présence, dans les calcaires oligocènes (g2-g3) de fossiles d'*Helix ramondi* : voir photographie ci-contre.

➔ Quelle information sur le milieu de sédimentation est apportée par l'observation de ces fossiles, sachant que des espèces actuelles du genre *Helix* sont des escargots terrestres ?



Suite : voir poly 2 - séance

TRILOBITES

<p style="text-align: center;"><u>Classification :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Protostomiens - Ecdyzozoaires <ul style="list-style-type: none"> - Arthropodes - Trilobites 	<p style="text-align: center;"><u>(fossiles stratigraphiques) Datation :</u></p> <p>Groupe paléozoïque : apparition au Cambrien, puis pleine expansion à l'Ordovicien, et régression lente jusqu'à disparition à la fin du Permien.</p> <p>Très bon fossiles stratigraphiques, car évolution rapide.</p>
<p style="text-align: center;"><u>Environnement :</u> (fossiles de faciès)</p>	<p>Animaux marins.</p> <p>Souvent benthiques (→ plateau continental), mais quelques espèces étaient pélagiques.</p>

Animaux métamérisés, dont le corps est constitué de trois ensembles antéro-postérieur :

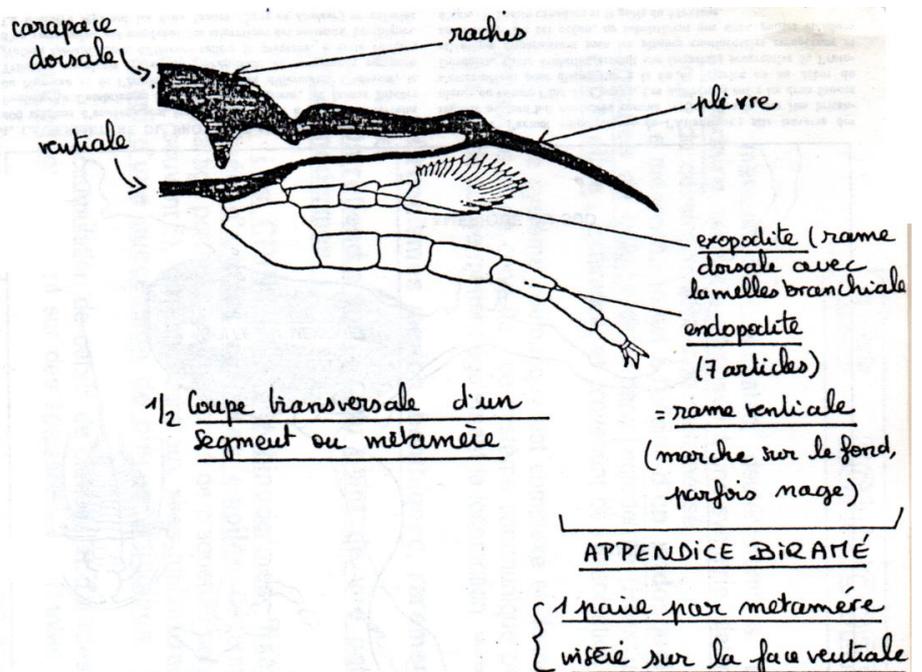
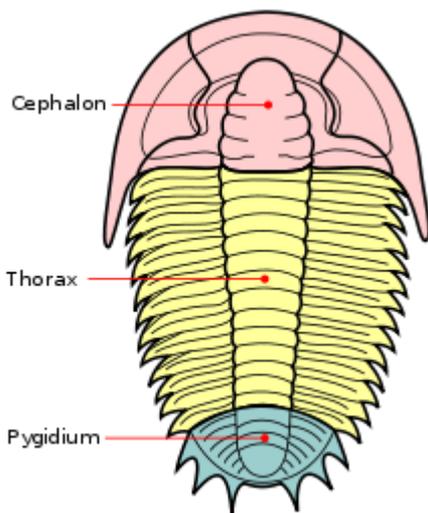
- Tête = céphalon : forme semi-circulaire, 5 segments. Une paire d'yeux composés. *La partie renflée, centrale, est nommée glabelle.*
- Thorax : 2 à 103 segments en fonction du genre. Chaque segment porte, ventralement, une paire d'appendices biramés.
- Pygidium : une dizaine de segments, soudés entre eux.

Le corps est divisé longitudinalement en trois lobes (d'où le nom *trilobite*) :

- Un lobe axial = rachis
- Deux lobes latéraux = plèvres

Taille : majoritaire 2-7 cm (de 1 mm à 70 cm)

Animaux microphages (absence de pièces buccales masticatrices).



AMMONOÏDES

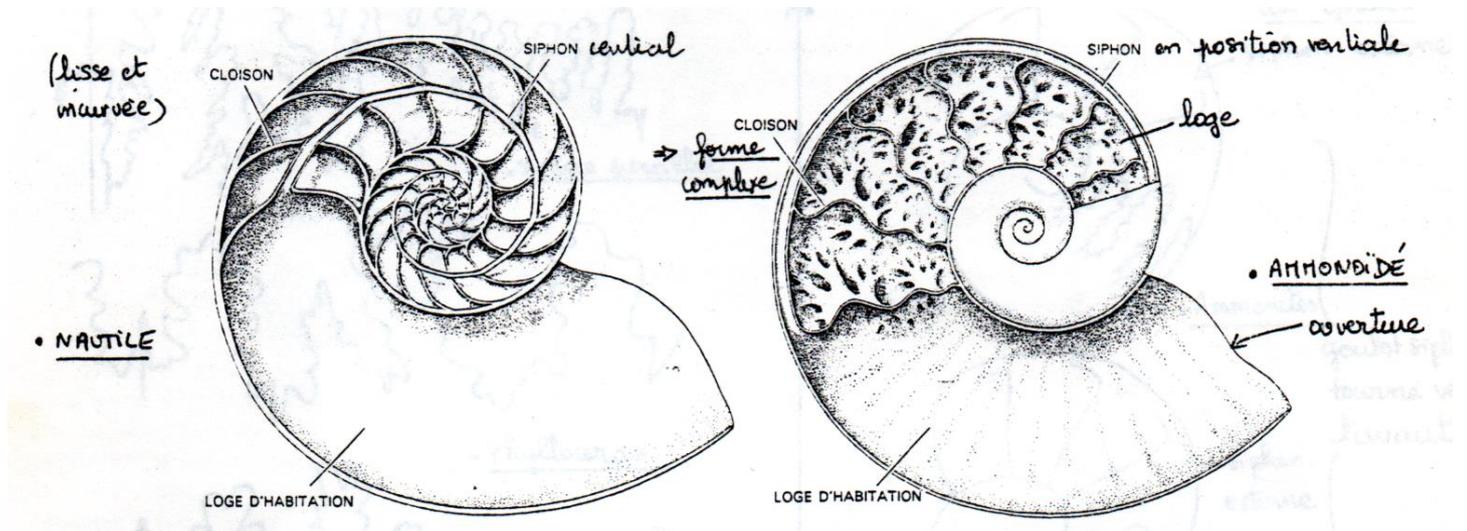
<p style="text-align: center;"><u>Classification :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Protostomiens - Lophotrochozoaires - Mollusques - Céphalopodes - Ammonoïdés 	<p style="text-align: center;"><i>(fossiles stratigraphiques)</i> <u>Datation :</u></p> <p>Groupe paléozoïque et mésozoïque : du Dévonien au Crétacé supérieur. Très bons fossiles stratigraphiques.</p>
<p style="text-align: center;"><u>Environnement :</u> <i>(fossiles de faciès)</i></p>	<p>Animaux pélagiques, plutôt de milieu de pleine mer.</p>

Coquille univalve enroulée, avec un siphon ventrale (ou dorsale) (*et non central comme chez les Nautiloïdés, actuels*). Grande diversité des coquilles :

- Plus ou moins enroulées
- Plus ou moins ornementées (plus d'ornementations au long du Mésozoïque)
- Sutures entre les loges de très linéaires (au Dévonien) à très contournées (au Mésozoïque)

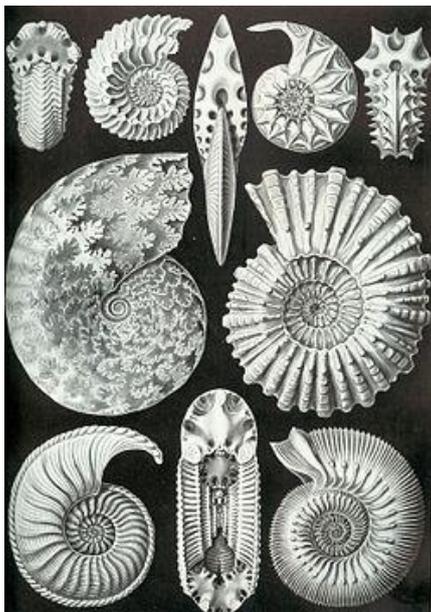
Le corps de l'animal se trouvait dans la dernière loge (les autres loges avaient probablement un rôle de flottaison), et possédait probablement 8 tentacules.

Taille : de quelques mm à plus de 2 m



* **LES COQUILLES D'AMMONOÏDÉS** et les coquilles de Nautiloïdés diffèrent en deux points. Chez les Nautiloïdés (*à gauche*), les cloisons des loges sont lisses et incurvées. Les lignes de sutures à la jonction des cloisons et de la face interne de la coquille sont régulièrement incurvées. En revanche, chez les Ammonoïdés (*à droite*), les cloisons sont froncées à leur périphérie et les lignes de

suture sont dentelées et ont des formes compliquées. Cette complexité des cloisons et des lignes de suture permet à la coquille d'avoir des parois relativement fines. La seconde différence entre les Nautiloïdés et les Ammonoïdés réside dans la position du siphon, l'organe de pompage du liquide hors des loges déjà scellées. Central chez les Nautiloïdés, il est ventral chez les Ammonoïdés.



MOLLUSQUES BIVALVES

<p style="text-align: center;"><u>Classification :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Protostomiens - Lophotrochozoaires - Mollusques - Bivalves 	<p style="text-align: center;"><i>(fossiles stratigraphiques)</i> <u>Datation :</u></p> <p>Présents depuis le début du Cambrien. Au Paléozoïque : moins abondants que les Brachiopodes. Diversification importante suite à la crise permien-trias. Rudistes : présents au Jurassique et au Crétacé seulement. <i>Mauvais fossiles stratigraphiques en général.</i></p>
<p style="text-align: center;"><u>Environnement :</u> <i>(fossiles de faciès)</i></p>	<p>Rudistes : récifaux Espèces souvent marines et vivant sur le plateau continental (= espèces benthique néritique), ou au voisinage du rivage (= espèces littorales, vivant dans le sable, ou fixées sur les rochers). Des espèces en eau douce. → <i>Importance du principe d'actualisme !</i></p>

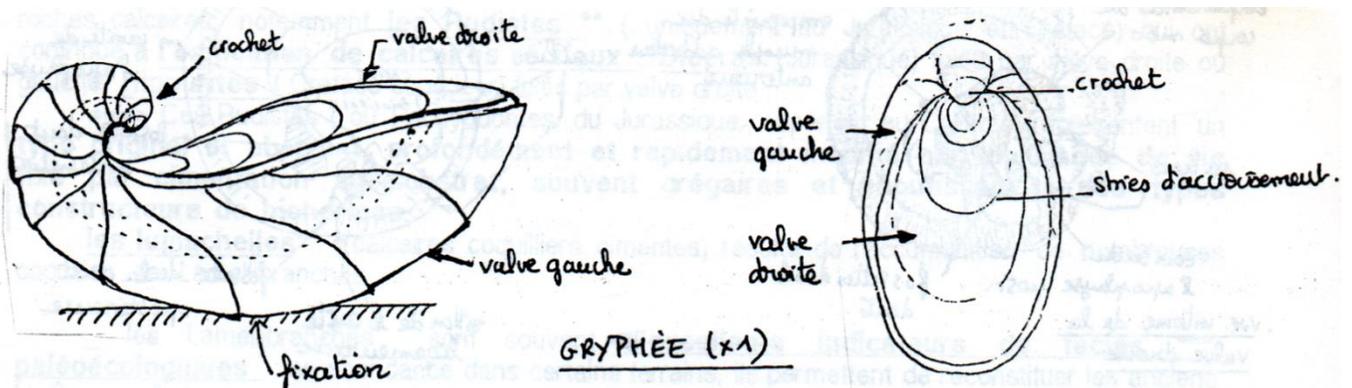
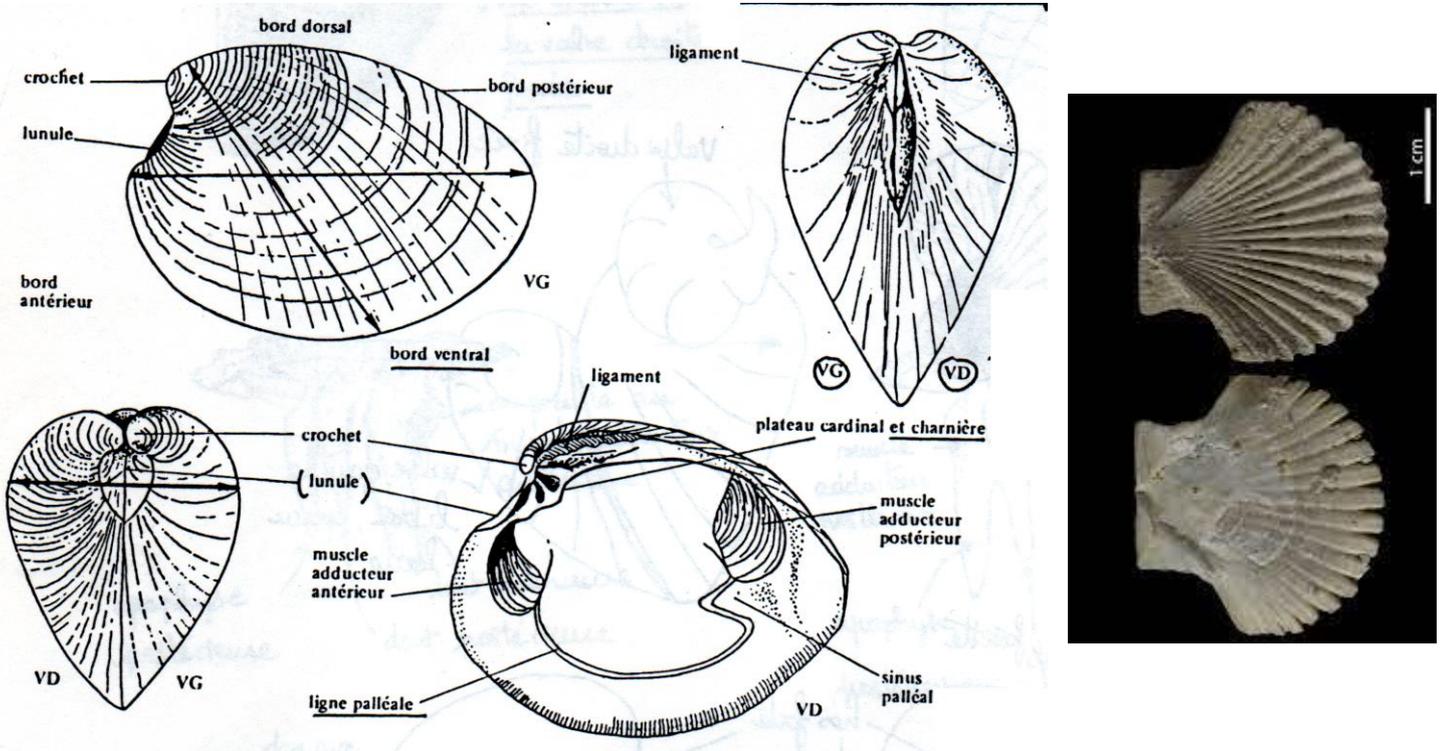
Coquille bivalve (valve droite + valve gauche)

Une éventuelle échancrure sur le sillon palléal (trace du manteau sur la coquille) montre la présence d'un siphon, ce qui traduit un mode de vie fouisseur (dans le sable)

Cas des Rudistes :

- Charnière épaisse
- Vie fixée (formation de récif) par la valve inférieure (qui peut être droite, conique, enroulée...)
- Valve supérieure en général réduite, formant un opercule

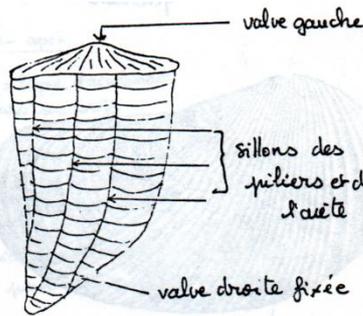
A ne pas confondre avec les Brachiopodes (*pas au programme*)



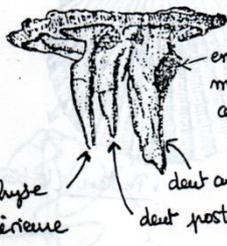
RUDISTES :



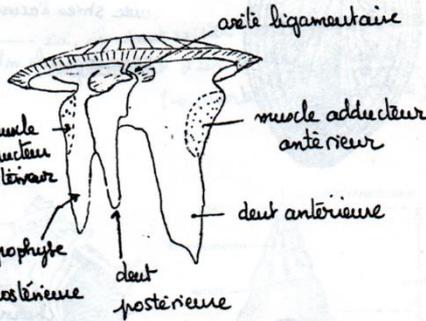
vue externe de la valve droite fixée



DICERAS (Jurassique sup.)



apophyse postérieure dent antérieure dent postérieure



vue latérale de la valve gauche

HIPPURITES (Crétacé supérieur)

POUR COMPARAISON-INFORMATION : BRACHIOPODES

Classification :

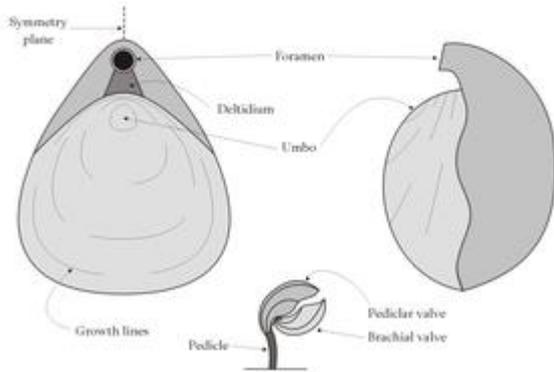
- Protostomiens
- Lophotrochozoaires
- Brachiopodes

(fossiles stratigraphiques) Datation :

Fort développement au Paléozoïque (en particulier à l'Ordovicien).
Très forte diminution (mais toujours actuels) à la fin du Permien ; supplantés par les Bivalves.

Coquille bivalve : une valve ventrale + valve dorsale.

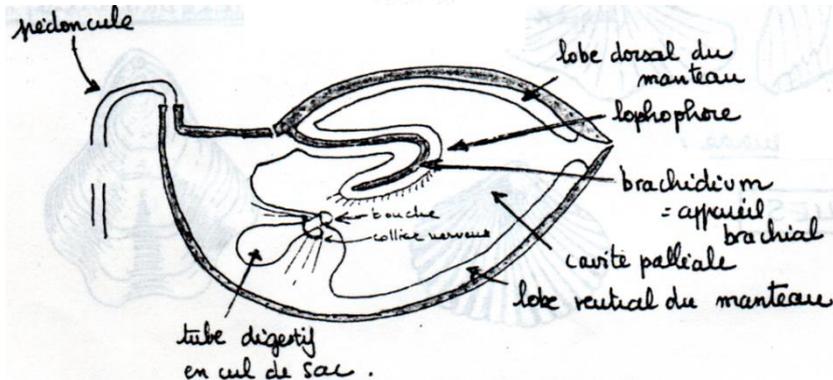
La valve ventrale « dépasse » du côté postérieur et présente un foramen, point d'insertion du pédoncule (musculeux), qui permet la fixation au substrat.



Spirifer :



Rhynchonelle :



Térébratule (encore actuelles) :

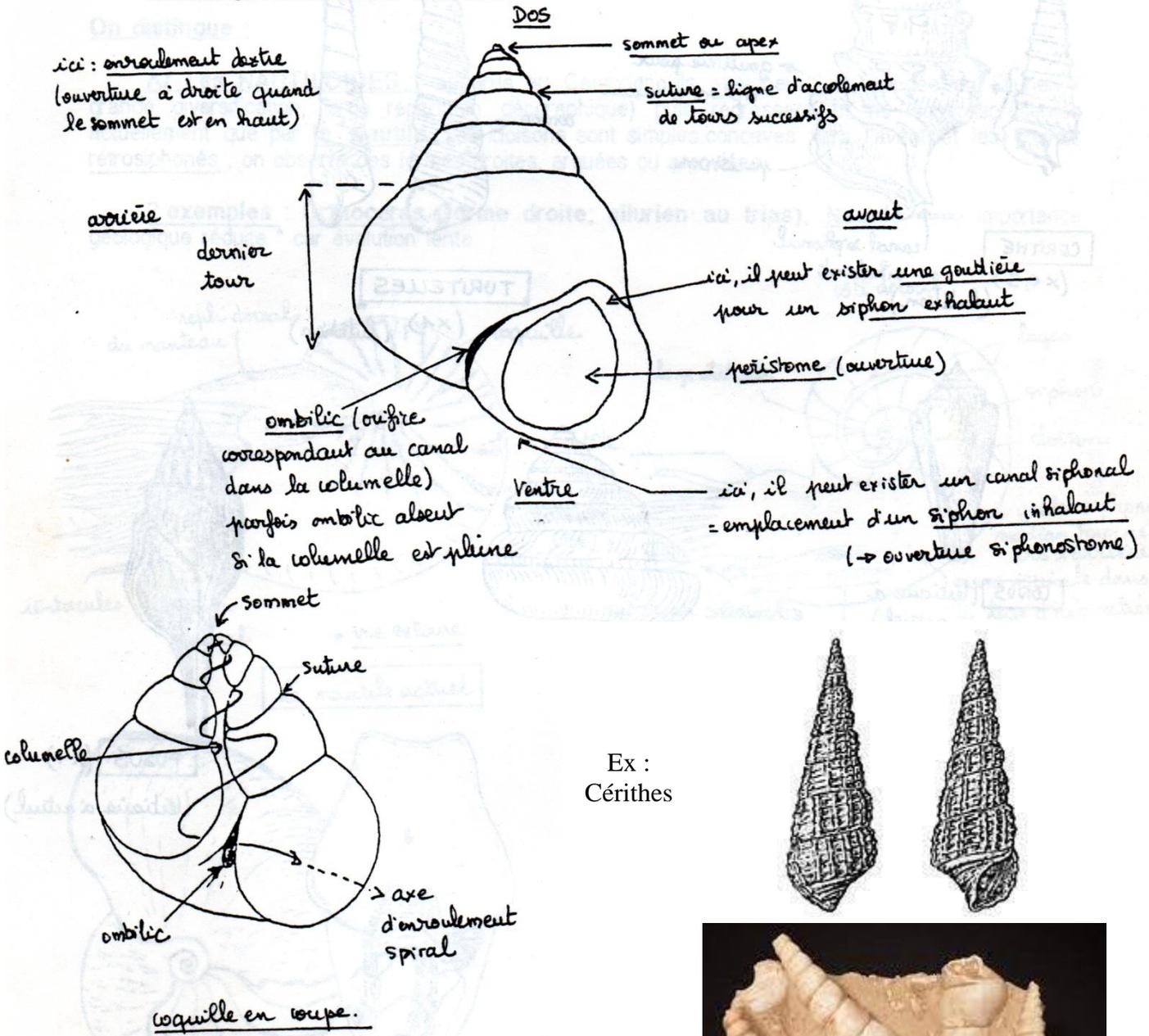


MOLLUSQUES GASTÉROPODES

<p style="text-align: center;"><u>Classification :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Protostomiens - Lophotrochozoaires - Mollusques - Gastéropodes 	<p style="text-align: center;"><i>(fossiles stratigraphiques)</i> <u>Datation :</u></p> <p>Présents depuis le Cambrien. Radiation évolutive importante au Cénozoïque. Seuls mollusques aériens, depuis le Carbonifère <i>Mauvais fossiles stratigraphiques en général</i></p>
<p style="text-align: center;"><u>Environnement :</u> <i>(fossiles de faciès)</i></p>	<p>Très grande variété de milieux de vie : milieu littoral, récifal, lacustre, milieux chauds, milieux froids... → <i>Importance du principe d'actualisme !</i></p>

Coquille univalve, conique et enroulée (*enroulement dextre ou sénestre*)
Possibilité d'ornementations

Forme générale de la coquille :



Ex : Cérithes

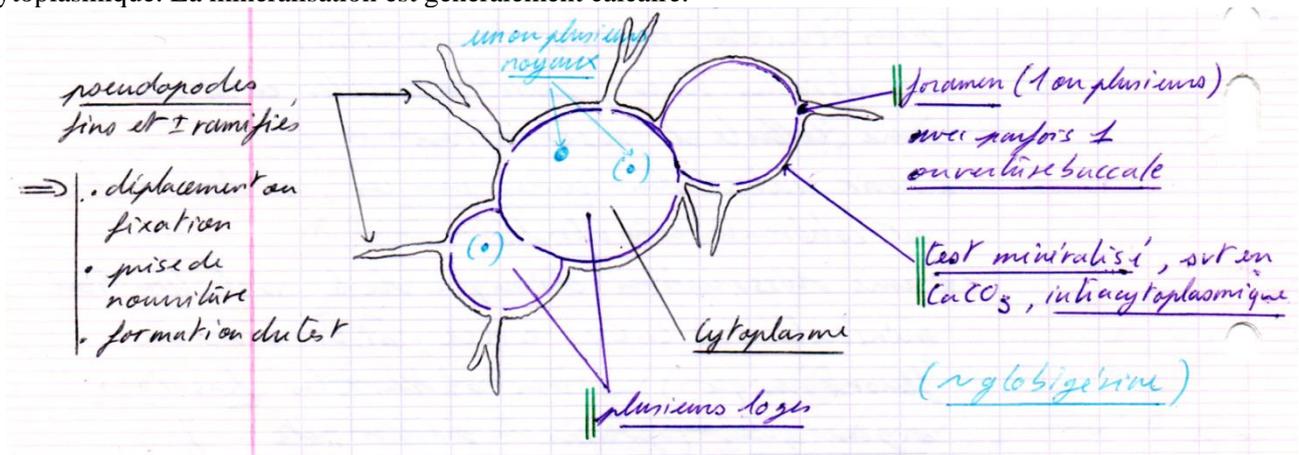


Ex : Turitelles



EXEMPLES DE FORAMINIFERES

Les Foraminifères sont des eucaryotes unicellulaires hétérotrophes, plurinucléés et possédant un test minéralisé intracytoplasmique. La minéralisation est généralement calcaire.



Ils sont présents depuis le Paléozoïque, et constituent souvent de très bons fossiles stratigraphiques comme de faciès. On distingue ainsi des Foraminifères :

- Benthiques : vie au fond de la mer, sur le plateau continental, en général à plutôt faible profondeur (< 150 m).
- Pélagiques : vie dans le plancton.

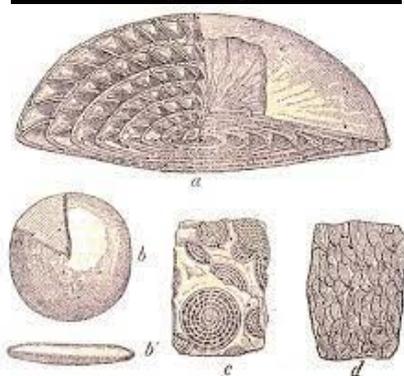
Seuls trois taxons sont au programme de BCPST1, avec de forts intérêts stratigraphiques :

- Les Nummulitidés (Nummulites)
- Deux taxons de Globigérines s.l. : les Globotruncanidés (Globotruncana) et les Globigérinidés (Globigérines s.s.)

FORAMINIFERES BENTHIQUES : NUMMULITIDES

<p style="text-align: center;"><i>(fossiles de faciès)</i> <u>Environnement :</u></p> <p>Vie benthique Mers plutôt chaudes et peu profondes</p>	<p style="text-align: center;"><i>(fossiles stratigraphiques)</i> <u>Datation :</u></p> <p>Très abondantes à l'Eocène et à l'Oligocène (Paléogène) = le Nummulitique</p>
---	--

Test spiralé et plutôt plan, en forme de « petite pièce »
Calcaire hyalin (= aspect vitreux)
Nombreuses loges par tour d'enroulement. Test lourd.
Taille de quelques mm à quelques cm : Foraminifères parfois de grande taille



FORAMINIFERES PLANCTONIQUES : GLOBOTRUNCANIDES

(fossiles de faciès) <u>Environnement</u> :	(fossiles stratigraphiques) <u>Datation</u> :
Vie pélagique (planctonique) Mers chaudes, à faibles apports terrigènes	Fin du mésozoïque : Crétacé supérieur

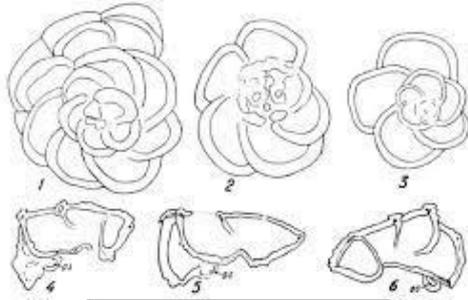
Caractères de Globigérines s.l. :

- Test spiralé avec des lorges globuleuses, peu nombreuses par tour d'enroulement ; ouverture « ventrale »
- Test léger. Petite taille (de l'ordre de 0.5 mm)
- Calcaire hyalin (= aspect vitreux)

Caractères spécifiques :

- Test avec 2 carènes saillantes

Les Globorotalia, présentes au Cénozoïque, possèdent un test avec une seule carène, souvent épineux



FORAMINIFERES PLANCTONIQUES : GLOBIGERINIDES

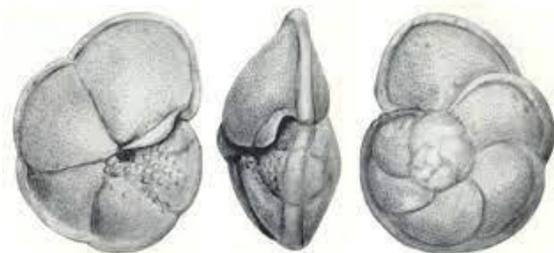
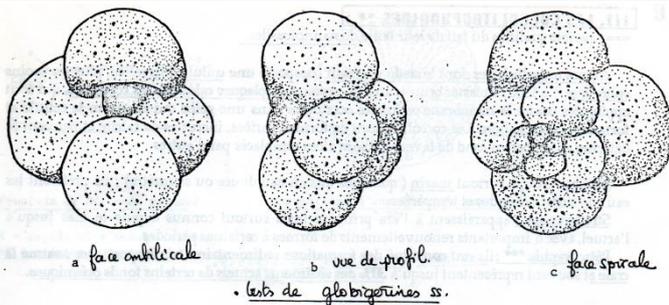
(fossiles de faciès) <u>Environnement</u> :	(fossiles stratigraphiques) <u>Datation</u> :
Vie pélagique (planctonique)	Cénozoïque

Caractères de Globigérines s.l. :

- Test spiralé avec des lorges globuleuses, peu nombreuses par tour d'enroulement ; ouverture « ventrale »
- Test léger. Petite taille (de l'ordre de 0.5 mm)

Caractères spécifiques :

- Test très arrondi, avec peu de loges en général
- Test souvent épineux



Globorotalia