

ST-E Le phénomène sédimentaire (BCPST 1)

Dans cette partie, l'étude des roches sédimentaires, formées à la surface de la Terre, souligne le rôle fondamental de l'eau dans le phénomène sédimentaire. Depuis la phase primordiale d'altération et d'érosion de roches préexistantes, les produits formés, solubles et/ou solides, sont transportés jusqu'à leur milieu de sédimentation au sein d'un bassin sédimentaire. La diversité des processus d'altération, de transport et de sédimentation explique la diversité des sédiments qui évolueront via la diagénèse en roches sédimentaires, essentiellement sous l'effet de la compaction et de la cimentation. Le phénomène sédimentaire est intimement lié au vivant. Les archives sédimentaires donnent accès à des informations utiles à la reconstitution historique et paléoenvironnementale.

ST-E-1 Modelés des paysages et transferts de matériaux en surface

ST-E-1-1 Les facteurs d'altération

Les matériaux en surface sont soumis à de multiples processus d'altération, qui engendrent des formations résiduelles, et d'érosion, avec en particulier l'entraînement de produits par les eaux.

La diversité des modelés des paysages est liée à l'action relative de différents facteurs : des facteurs intrinsèques (lithologie, relief) et des facteurs externes (climat, végétation).

Les principaux processus d'altération chimique par l'eau sont l'hydrolyse et la dissolution. L'altérabilité des silicates est due à la structure des cristaux et à la nature des ions présents dans le réseau cristallin qui interagissent avec les molécules d'eau. L'hydratation des ions est proportionnelle à leur charge ionique et inversement proportionnelle à leur rayon atomique. Cette propriété est illustrée par le diagramme de Goldschmidt. L'hydrolyse des silicates conduit à la formation d'argiles dont la nature est en relation avec l'intensité de l'altération, qui elle-même dépend du climat (bisiallittisation, monosiallittisation, allittisation).

Les produits de l'altération sont différemment mobilisables, en particulier en fonction de leur solubilité.

- Analyser le modelé d'un paysage à partir de documents photographiques et cartographiques.
- Identifier les principaux processus d'altération et d'érosion déterminant l'évolution d'un paysage.
- Proposer des hypothèses sur l'influence possible des différents facteurs structuraux, lithologiques et climatiques dans l'évolution du paysage.
- Caractériser le phénomène d'altération à partir de données de l'échelle du paysage à celle du minéral (sur l'exemple du granite).
- Relier la diversité des produits d'altération aux conditions d'altération (climat et végétation).
- Utiliser le diagramme de Goldschmidt afin de distinguer les éléments lessivés et les produits insolubles.
- Analyser l'altération des roches carbonatées en s'appuyant sur l'équilibre des carbonates et ses éléments de contrôle.
- Interpréter la présence éventuelle d'oxydes et d'hydroxydes de fer et d'aluminium (latéritisation) dans les formations résiduelles (exemple des bauxites).

Précisions et limites :

Le raisonnement est privilégié, construit sur un ou des exemples au choix qui peuvent être pris localement.

Sont à connaître, quelques facteurs de surface (altitudes, relief et pentes, végétation) et quelques facteurs climatiques (température, précipitations).

Les stades d'hydrolyse sont étudiés sur les feldspaths alcalins. On se limite à l'illite (TOT) et à la kaolinite (TO) pour mettre en évidence la bisiallittisation et la monosiallittisation, à partir de l'hydrolyse de l'orthose. La classification des argiles n'est pas au programme.

ST-E-1-2 Érosion et entraînement de matière

En surface des continents, l'érosion se traduit par des flux de matières en solution (solutés) ou en suspension (particules).

Expliquer le comportement des particules détritiques en fonction de la vitesse du courant et de la granulométrie par le diagramme de Hjulström.

Ce flux conduit à un tri minéralogique et chimique qui préfigure la formation de nouveaux matériaux.

- Expliquer le comportement des particules détritiques en fonction de la vitesse du courant et de la granulométrie par le diagramme de Hjulström.

Précisions et limites :

Ce point correspond à la phase de transport des produits d'altération. On ne traite pas de l'impact des activités humaines sur les transferts de surface.

L'étude des sols est développée en BCPST 2. À cette occasion, sont remobilisés les acquis sur les processus d'altération participant à la formation des sols.

ST-E-2 La sédimentation des particules et des solutés

La sédimentation s'opère dans des bassins sédimentaires dont la géométrie est conditionnée par le contexte géodynamique. Dans un bassin sédimentaire, la répartition des sédiments dépend de l'espace potentiellement disponible (accommodation) entre le niveau de la mer et le fond du bassin. La variation du niveau marin absolu (eustatisme) ou du niveau de base (substitut du niveau marin en domaine continental) gère les variations d'espace disponible pour la sédimentation, en lien avec les effets de la subsidence et du flux sédimentaire.

- Exploiter des données montrant le lien entre le contexte géodynamique et le type de bassin.
- Exploiter des données issues de documents complémentaires (cartes, données géophysiques et sédimentologiques) permettant de comprendre l'origine et l'histoire géodynamique (subsidence) d'un bassin sédimentaire intracratonique (le Bassin parisien).

Précisions et limites :

Le Bassin parisien est traité en TP de cartographie (partie ST-A). La stratigraphie séquentielle n'est pas au programme.

Les dépôts de particules en suspension (sédiments détritiques) sont liés aux conditions hydrodynamiques des milieux et se produisent dans des environnements variés. Les sédiments présentent des structures et des figures sédimentaires diverses, à différentes échelles, traduisant les régimes hydrodynamiques.

- Exploiter une carte montrant des formations superficielles (moraines, formations fluviales, ...).
- Analyser des structures (ou figures) sédimentaires à partir de données expérimentales (diagramme d'Allen) et d'observations actuelles pour en identifier l'origine et la dynamique de mise en place.
- À partir de données cartographiques, relier la distribution de dépôts détritiques, au niveau d'un delta et d'un estuaire, et la

	dynamique de l'hydrosphère. - Identifier macroscopiquement et de manière raisonnée diverses roches : conglomérats, grès, argilites, marnes.
Précisions et limites : <i>Dans le cas des structures sédimentaires, on se limite à l'identification des rides et au litage horizontal. Le diagramme d'Allen n'est pas à mémoriser. La structure tripartite (plaine deltaïque, front de delta, prodelta) des deltas n'est pas exigible : seuls les mécanismes à l'origine de leur dynamique (origine et dépôt des particules en fonction de l'hydrodynamisme) sont à connaître.</i>	
La sédimentation des solutés est précédée d'une bioprécipitation ou d'une précipitation chimique. La sédimentation carbonatée résulte pour l'essentiel de l'activité d'êtres vivants : organismes produisant des tests et des coquilles ou bactéries provoquant des précipitations. Elle se produit surtout en domaine marin de plateforme et caractérise aussi les environnements récifaux. La sédimentation carbonatée pélagique est le fait de micro-organismes planctoniques (Foraminifères planctoniques, Coccolithophoridés). Les dépôts ne s'observent pas au-delà d'une certaine profondeur, qui définit la profondeur de compensation des carbonates (PCC) variable d'une zone océanique à une autre et fluctuante à l'échelle des temps géologiques. La silice dissoute dans l'eau de mer peut être utilisée par des micro-organismes planctoniques (Radiolaires, Diatomées), ce qui alimente la sédimentation de boues siliceuses, non limitée par la profondeur et inégalement distribuée. La précipitation de solutés en domaine lagunaire ou littoral, peut engendrer des évaporites (gypse anhydrite, halite, sylvite) par concentration des solutions.	- Identifier macroscopiquement et de manière raisonnée diverses roches : calcaires, marnes, bauxites. - Analyser les caractères d'une roche carbonatée pour en déduire l'origine et les conditions de formation, en utilisant la classification de Dunham. - Relier le profil (transect proximal-distal) d'une plateforme carbonatée et la succession des faciès (lagon, récif, avant-récif, large) en liaison avec l'hydrodynamisme (cf. classification de Dunham). - Identifier l'origine et les facteurs de contrôle de la sédimentation carbonatée et siliceuse à partir de l'étude de la sédimentation pélagique (en se limitant à la lysocline et à la PCC de la calcite). - Identifier les principaux micro-organismes impliqués dans la production carbonatée pélagique (Foraminifères planctoniques, Coccolithophoridés) et dans la production siliceuse pélagique (diatomées, radiolaires). - Relier la localisation et les caractères d'une séquence évaporitique avec les conditions chimiques de précipitation de sels. - Identifier macroscopiquement et de manière raisonnée diverses roches : halite, gypse-anhydrite.
Précisions et limites : <i>En ce qui concerne les environnements carbonatés, on se limite à l'étude d'une plate-forme associée à un milieu récifal. Le rôle des stromatolithes en tant que bio-constructeur dans ces environnements est souligné. La nomenclature relative aux différents types de récifs est hors programme. Seule la classification de Dunham est exigible ; la classification de Folk est hors programme.</i>	
ST-E-3 La diagenèse	
Au cours de l'enfouissement, les sédiments sont transformés en roches sédimentaires (diagenèse). Ces transformations sont marquées par des mécanismes physiques de compaction et par des mécanismes chimiques de précipitation.	- Exploiter des observations pétrologiques (roches et photographies de lames minces) et des données relatives aux transformations diagénétiques (cimentation).
Précisions et limites : <i>On se limite aux phénomènes de cimentation dans les carbonates, en montrant la différence entre sparite et micrite. La dolomitisation est hors programme.</i>	

RECONNAITRE LES ROCHES SEDIMENTAIRES ET LES STRUCTURES ASSOCIEES

I. QUELQUES DÉFINITIONS

Les roches sédimentaires sont des **roches exogènes** (formation à l'extérieur du globe terrestre) qui couvrent environ 75% de la surface des continents et dont l'épaisseur n'est pas constante sur toute leur surface. Elles sont généralement disposées en couches ou **strates**. Elles contiennent généralement des **fossiles** animaux ou végétaux.

Une **roche** est un matériau constitutif de l'écorce terrestre, formé d'un assemblage de minéraux et présentant une certaine homogénéité statistique. Ce matériau est en général dur et cohérent (pierre, caillou) mais il peut être plastique (argile) ou meuble (sable).

Un **minéral** est une espèce chimique naturelle qui résulte de l'assemblage d'atomes ou d'ions agencés pour la plupart en édifices géométriques : *les cristaux*. L'état cristallin s'oppose à l'état *amorphe* (*verre par exemple*)

Un **fossile** est un reste ou un moulage naturel d'organisme conservé dans les sédiments. Selon leur taille, on distingue des **macrofossiles** (visibles à l'œil nu) et les **microfossiles** (visibles au microscope)

Un **sédiment** est un ensemble constitué par la réunion de particules plus ou moins grosses ou de matériaux précipités ayant, le plus souvent, subi un transport. Les matériaux constituant les sédiments peuvent provenir de l'érosion de roches antérieures ou résulter d'une activité organique (accumulation de coquilles par exemples).

Après leur dépôt, les sédiments subissent une diagenèse et donnent une roche sédimentaire.

✓ On parle de sédiment quand le dépôt est récent et qu'il est gorgé d'eau.

✓ On parle de roche sédimentaire quand le dépôt est induré, compacté et qu'il a perdu son eau d'imbibition originelle.

La **diagénèse** est un ensemble de processus affectant un dépôt sédimentaire, le transformant ainsi en roche sédimentaire pour des températures < 200 °C et pour des pressions < 1,5 Kb (0,15 GPa). Au-delà de ces valeurs, on parle de **métamorphisme**.

II. MÉTHODOLOGIE SIMPLE DE DÉTERMINATION

La reconnaissance macroscopique est basée sur les aspects suivants : Aspect - Couleur - Dureté - Réaction à l'HCL. Ce test s'effectue à l'aide d'une pointe d'acier, d'une lame de verre et de votre ongle. Vous testez ainsi la résistance à l'usure. Les duretés sont classées par rapport à celle de 10 minéraux-tests (**Echelle de MOHS**).

Le **tableau ci-dessous** vous donne une clé simple de détermination des principales roches sédimentaires.

Minéraux repères	Roches sédimentaires
Talc : dureté 1	
Gypse : dureté 2	ARGILE (2-3)
ongle	
Calcite : dureté 3	CALCAIRE (4-5)
Fluorine : dureté 4	
Apatite : dureté 5	
verre	
Orthose : dureté 6	GRES
acier trempé	
Quartz : dureté 7	
Topaze : dureté 8	
Corindon : dureté 9	
Diamant : dureté 10	

Si vous observez un minéral clair qui :

- ✓ fait effervescence à l'acide et qui raye l'ongle : c'est de la calcite;
- ✓ raye le verre et l'acier : c'est du quartz;
- ✓ est rayé par l'ongle : c'est du gypse;
- ✓ raye le verre mais pas l'acier : c'est de l'orthose.

La dureté est la résistance d'un minéral à la destruction mécanique. Un minéral est plus dur qu'un autre s'il le raye. Lorsque vous réalisez un essai de dureté, essayez la trace obtenue pour distinguer la rayure que produit le minéral le plus dur sur le moins dur d'une simple traînée pulvérulente due à l'écrasement d'un minéral sur l'autre.

III. ÉTUDE DE L'AGENCEMENT DES CRISTAUX

Les cristaux sont des assemblages d'atomes géométriquement agencés en une construction ordonnée limitée par des faces planes qui se recoupent selon des arêtes. L'analyse des images de diffraction aux rayons X permet donc de reconstituer la géométrie du cristal.

De plus, toujours à cause de leur structure cristalline, la plupart des minéraux ne sont pas isotropes : la vitesse de la lumière n'y est pas la même dans toutes les directions. Cette propriété est à la base des études au microscope polarisant en lumière transmise à travers des lames minces d'épaisseur comprise entre 25 et 30 μm . Le minéral sera alors étudié en lumière polarisée et analysée et en lumière polarisée non analysée. On notera alors la teinte, la biréfringence, le relief.

Au niveau de la forme, un minéral **automorphe** est un minéral qui a sa forme propre. On les oppose aux **xénomorphes** dont la forme comble les vides laissés par les cristaux automorphes voisins. Un minéral clair est pauvre en ferro-magnésiens alors qu'un minéral sombre en est riche.

Un cristal peut se briser régulièrement : il y a **cassure**. Mais il peut aussi se fragmenter selon des directions privilégiées en liaison avec sa structure cristalline : il y a alors **clivage**. On pourra déterminer un minéral par le nombre des plans de clivage et l'angle qu'ils font entre eux. Exemple : calcite deux plans à 87-90° ; mica : un clivage ; quartz : aucun clivage .

Une **macle** correspond à l'interpénétration de deux ou plusieurs cristaux mettant en commun un certain nombre de mailles dans des directions optiques différentes. Exemple : macle fer de lance du gypse.

IV. LES PRINCIPALES ROCHES SÉDIMENTAIRES

Étant donnée la complexité de leur mode de formation, il n'y a pas de classification unique des roches sédimentaires. On peut toutefois retenir plusieurs caractéristiques pour les différencier :

- nature chimique de la roche totale
- proportion relative des éléments figurés et du ciment qui les unissent
- la nature minéralogique et chimique de ces éléments et du ciment
- la taille moyenne des éléments constitutifs de la roche.

Les roches que vous devez savoir identifier sont : **conglomérats, grès, argilites, marnes, calcaires, marnes, bauxites, halite, gypse-anhydrite**. Dans le texte ci-dessous, les roches non au programme sont en marron. Quand vous observez un affleurement, sur le terrain ou sur une image, vous devez décrire la **géométrie des corps sédimentaires** c'est à dire l'organisation des dépôts qui témoigne des conditions de leur mise en place et/ou de leur reprise éventuelle par la tectonique.

Les **calcaires** sont des roches contenant au moins 50 % de carbonate de calcium (CaCO_3). Ces roches sont classées selon la classification de Folk et de Dunham. **Seule la classification de Dunham est au programme**

Les **grès** sont formés de grains de sables reliés par un ciment de nature variable. On les trouve en abondance dans les formations détritiques (Bassin permien de Lodève)

Les **pélites** sont des roches finement détritiques constituées de particules de petit diamètre (< 40 μm). On les appelle **argilites** quand ces particules sont argileuses, et **siltites** lorsque ces minéraux argileux sont associés à de très fins grains de quartz et, plus rarement, de feldspath.

I. LES ROCHES DETRITIQUES

Ce sont des roches formées en totalité ou en partie de débris d'autres roches sans intervention d'êtres vivants

1. Les roches terrigènes

Ce sont des roches résultant de l'accumulation de débris de roches arrachés à des terres émergées suivie d'une cimentation plus ou moins forte. On peut les classer selon la taille des débris constitutifs.

1.1. Les rudites (grains > 2 mm)

- Si la roche n'est pas consolidée, on parle de cailloutis ou d'agglomérats qui correspondent à des dépôts récents du quaternaire, par exemple sur les terrasses alluviales
- Si la roche est consolidée on a un **conglomérat**. Ce sera un **Poudingue** si les éléments sont arrondis et une **brèche** si les éléments sont anguleux.

La différence entre les deux provient de la durée du transport : long dans le cas d'un poudingue (les galets sont usés), court dans le cas d'une brèche. Il existe cependant des brèches non sédimentaires comme les brèches de faille et les brèches volcaniques.

1.2. Les arénites (grains compris entre 2mm et 1/16 de mm)

Les **sables** : les grains sont libres entre eux, on les qualifie en fonction de la nature des grains (sable calcaire, quartz, micacé); ils sont abondants dans les formations cénozoïques. L'étude morphoscopique des grains permet de définir 3 grandes catégories: non usé (NU), émoussé luisant (EL) et rond mat (RM). Selon les proportions relatives de chacun d'entre eux, on peut en déduire leur histoire

Les **grès** : ils résultent de la cimentation d'un sable quelle que soit la nature du grain. Le ciment peut être de nature siliceuse, calcaire, argileuse, ferrugineuse...

Les **Arkoses** : ce sont des grès formés de quartz, feldspath et micas avec un ciment argileux. Elles dérivent de granites et de gneiss par altération poussée.

Un **quartzite** : dans le cas de roche sédimentaire (il existe des quartzites métamorphiques), il s'agit d'un grès dont les grains, nourris par le ciment, ont augmenté de taille et sont devenus jointifs.

1.3. Les lutites (grains <1/16 mm)

- Si la roche n'est pas consolidée, on parle de vase, limon et loess.

Une **vase** est constituée d'éléments détritiques très fins mêlés à des matières d'origine biologique et des hydroxydes de fer; c'est un sédiment gorgé d'eau.

Un **limon** est meuble, argileux, d'origine continentale (fluviale, lacustre ou lagunaire)

Un **loess** est un limon argilo-calcaire d'origine éolienne ; ce sont des éléments périglaciaires appelés aussi *limon des plateaux*.

- Si la roche est consolidée, on distingue les catégories ci-dessous.

Les **Argiles** contiennent au moins 50% de minéraux argileux (illite, kaolinite, montmorillonite) auxquels peuvent s'ajouter d'autres minéraux. Ces sont des roches tendres, que l'on peut rayer avec l'ongle, fragiles à l'état sec, faisant pâte avec l'eau, durcissant à la cuisson. Elles happent à la langue et deviennent imperméables quand elles sont humides (on dit que l'argile gonfle). Leur couleur (blanche, rouge, noire..) provient d'impuretés.

Les **Marnes** sont des argiles dont les impuretés sont formées de carbonate de calcium.

Les **Pélites** font partie de cette catégorie. Certains auteurs réservent le terme pélite aux roches consolidées et le terme lutite quand elles sont meubles.

2. Les roches pyroclastiques

Elles résultent de l'accumulation de débris rejetés par un volcan et plus ou moins remaniés par les eaux courantes.

Cinériles: cendres consolidées

Tuf volcanique : débris volcaniques plus ou moins grossiers, soudés par l'eau ou par des débris encore incandescents.

II. LES ROCHES BIOGENES ET/OU PHYSICO-CHIMIQUES

Ces roches ne se forment pas directement à partir de roches préexistantes.

1. Les roches carbonatées

Ces roches sont constituées de carbonate de calcium (CaCO_3 sous forme de Calcite ou d'Aragonite), de dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Elles font effervescence à l'acide en dégageant du dioxyde de carbone. Sous l'action de la chaleur, elles donnent de la chaux (CaO).

On oppose les roches carbonatées **biogènes** (encore appelées **bioclastiques**) formées par l'activité des êtres vivants (dépôts de coquilles par exemple) et les roches carbonatées d'origine **physico-chimique** où les êtres vivants n'interviennent pas. Cette distinction n'est pas toujours facile.

Calcaires construits et calcaires récifaux : Le dépôt de carbonate de calcium est dû à l'activité d'organismes vivants comme les rudistes ou les cnidaires (récifs coralliens).

Lumachelle et falun : ce sont des roches formées par l'accumulation de coquilles entières ou cassées, accumulées sur place; les coquilles appartiennent à des lamellibranches, des gastéropodes. On parle aussi de *calcaires coquillers* si les coquilles sont bien cimentées. Le terme lumachelle est parfois réservé au cas où les coquilles sont entières. Quand la roche n'est formée que de débris de coquilles, on parle de *bioclaste*. Le terme falun implique en général la présence d'un ciment sableux ou argilo-sableux entre les coquilles.

Travertin ou Tuf calcaire: ces roches proviennent du carbonate de calcium au contact de végétaux réalisant la photosynthèse; on y observe des traces de feuilles et des tubes entourant les tiges aujourd'hui disparues.

Les sources pétifiantes sont également dues à une précipitation de carbonate lors de la sortie de l'eau par suite d'une hausse de température entraînant un départ de CO₂.

Les *stalactites* (concrétions calcaire en pendentif au plafond des grottes) et les *stalagmites* (concrétion calcaire en pilier sur le plancher des grottes) que l'on trouve dans les grottes ou les cavernes.

- ✓ Les premières sont dues à une circulation de l'eau qui goutte par les fissures des roches et qui subit une chute de température et une perte en CO₂.
- ✓ Les deuxièmes, souvent moins développées que les précédentes, se forment à partir de l'eau gouttant du plafond. Cette eau a déjà perdu une partie de ses carbonates et la teneur en CO₂ étant plus forte au sol, leur développement est réduit. Il peut arriver que stalactite et stalagmite se rencontrent pour former une colonne.

Calcaire oolithique : accumulation d'oolithes qui sont formés par précipitation de CaCO₃ autour d'une impureté. La formation est rythmique. Si les grains sont de la taille d'un pois, on parle de calcaire pisolithique.

Remarque: dans les installations de chauffage central ou dans les chauffe-eau électriques, si l'eau qui circule est très calcaire, de telles formations se produisent.

Calcaire lacustre (éventuellement à planorbes et limnées) : calcaire formé par précipitation de CaCO₃ dans un lac où la température de l'eau est plus élevée que celle de la rivière qui y débouche. Planorbes et limnées sont des gastéropodes d'eau douce.

Craie : résulte de l'accumulation de plaquettes calcaires (coccolithes) qui recouvrent le corps des coccolithophoridées (algues unicellulaires pélagiques). On y trouve aussi des restes d'oursins et de foraminifères.

Marne : cf ci dessus, contient 1/3 de calcaire et 2/3 d'argile (donc effervescence à l'acide et happe à la langue).

Calcaire à entroques : contient des restes d'encrines (Lys de mer).

Calcaires à foraminifère : contient des fossiles de foraminifères.

Calcaire dolomitique : contient de la calcite et de la dolomite. Cette dernière étant très peu soluble, l'altération de la calcite laisse la dolomite en place, donnant des **reliefs ruiniformes**. On parle de dolomie si la teneur en dolomite est > 50%. On trouve de tels reliefs dans la région des dolomites (Italie), dans les gorges du Tarn et de la Jonte, Causse du Larzac (Gardarem lou pais !!), Cirque de Mourèze (Hérault)

Calcaire lithographique : calcaire à grain très fin et très homogène (Calcaire à Archéoptérix de Solenhoffen en Bavière).

Calcaire cristallin : les cristaux de calcite sont visibles à la loupe ou à l'oeil nu.

2. Les roches siliceuses

La silice est le seul minéral dominant de la roche. La roche raye le verre et l'acier (caractère de la silice) et ne fait pas effervescence à l'acide (sauf si la roche est hétérogène et contient des carbonates).

2.1. Les roches d'origine chimique.

La silice provient de l'altération du granite ou du gneiss. elle précipite en des sites particuliers donnant des concrétions siliceuses. Elle est sous forme de calcédoine ou d'opale mais jamais de quartz.

Silex : dur, couleur claire, abondant dans les calcaires lacustres et la craie.

Meulière : se présente sous la forme d'une trame siliceuse enfermant un calcaire lacustre. Elle se forme par remplacement partiel de la calcite par de la calcédoine. Si la calcite est éliminée on obtient la meulière caverneuse. Son nom vient de son utilisation pour fabriquer des meules.

Localisées dans le calcaire lacustre de brie, deux formes distinctes peuvent coexister : meulière compacte et caverneuse. Cette dernière est utilisée aussi pour la construction.

2.2. Les roches siliceuses d'origine biologique

Elles ont pour origine l'activité des êtres vivants.

Radiolarites : accumulation de tests de radiolaires qui sont des protozoaires marins à squelette siliceux.

Diatomites : accumulation de diatomées qui sont des algues unicellulaires marines ou lacustres enfermées dans une coque siliceuse. La diatomite est exploitée pour la fabrication du dentifrice et comme stabilisant dans la fabrication de la dynamite.

3. Les roches carbonées

Elles sont caractérisées par une forte teneur en carbone due à leur origine organique (cf cours).

3.1. Les tourbes

La teneur en carbone est inférieure à 50%. Elle se forment dans les tourbières sous un climat humide frais avec des eaux acides (donc souvent sur une roche mère siliceuse comme le granite). Ce sont des Bryophytes: les Sphaignes qui en s'accumulant sont à l'origine de la tourbe. La tourbe est un combustible médiocre qui était largement utilisé en Irlande pour le chauffage vu la rareté des arbres sur l'île. Les tourbières sont nombreuses dans le massif central, les Vosges.

3.2. Les lignites

La teneur en carbone comprise entre 50 et 75%. Elles ont une origine végétale ligneuse (troncs et branches). Abondantes et exploitées dans l'ancienne RDA. Un gisement exploité existe en France à Gardanne (13).

3.3. La houille

La teneur en carbone supérieure à 75% avec présence de débris de végétaux (racines, tiges). Quand la teneur en carbone dépasse 95% on parle d'Anthracite.

3.4. Les pétroles

Roche liquide de densité comprise entre 0,75 et 0,98, de couleur jaune à noir, d'origine marine planctonique.

4. Les évaporites

Elles présentent souvent de grands cristaux visibles à l'oeil nu. Elles résultent de l'évaporation d'une solution saline (eau de mer en général) et la taille des cristaux est souvent d'autant plus grande que l'évaporation a été lente. On distingue le **sel gemme ou halite (NaCl)**, la **potasse ou sylvinite (KCl)** et le **Gypse (CaSO₄·2H₂O)**.

La potasse est exploitée pour être utilisée comme engrais et le gypse pour la fabrication du plâtre. Tous les trois sont rayés par l'ongle.

On considère que ces dépôts se forment dans des lagunes lors de l'évaporation de l'eau de mer. Le gypse du bassin de Paris aurait quant à lui une autre origine. L'épaisseur du gypse suppose en effet une épaisseur d'eau évaporée de 20 Km. On suppose que leur origine est identique à ce que l'on observe au sud de l'Atlas en Afrique du Nord.

Les fleuves se chargent en gypse dans les montagnes au contact des roches riches en gypse. Ce gypse se dépose lors de l'évaporation de l'eau de ces fleuves dans le désert au niveau des chotts ou Sebkhra. Dans le cas du bassin parisien le dépôt aurait eu lieu au contact de l'eau de mer.

5. Les roches phosphatées

Les phosphates marins proviennent de l'apatite des roches magmatiques, mises en solution dans la mer et fixée par des végétaux et des animaux. Après leur mort, de nouvelles solutions de phosphate se forment qui peuvent précipiter directement ou remplacer d'autres minéraux dans un sédiment. Ces phosphates se forment sur le plateau continental.

Ces gisements sont très abondants en Afrique du Nord (Maroc et Tunisie surtout), ils contiennent des restes organiques (guano), des dents de requins...

III. LES ROCHES RESIDUELLES

Ces roches peuvent être considérées comme sédimentaires. Elles se forment en surface à partir de roches préexistantes auxquelles les eaux ont enlevé des éléments en solution.

Bauxite : oxydes d'aluminium (40 % de AL₂O₃) auxquels s'ajoutent des oxydes de fer dans un ciment argileux (donc happe à la langue). Son nom vient du village "Baux en Provence".

Argile de décalcification : argile restant en place après dissolution des calcaires.

V. QUELQUES CRITERES SEDIMENTAIRES

1. Les paléocourants

Lors de leur dépôt, les sédiments peuvent avoir enregistré l'orientation, voire le sens, des courants qui les ont transportés. Il existe différents critères indicateurs de ces paléo-courants dont voici quelques exemples.

1. Les empilements de galets à plongement vers l'amont sont fiables dans un petit nombre d'environnements fluviaux et côtiers. On parle de tuilage car ils sont disposés comme les tuiles d'un toit.
2. Les tests de forme conique à semi-conique, abandonnés à la surface du sédiment après la mort des organismes, présentent généralement la partie effilée tournée vers l'amont. C'est le cas des rostrés de belemnites ou des valves dissymétriques des lamellibranches.

Dans tous les cas, la reconstitution de paléo-courants suppose que les couches sédimentaires contenant les marqueurs soient replacées en position stratigraphique initiale.

2. La polarité des couches

L'identification de la polarité initiale des couches sédimentaires repose sur de nombreux critères

Organismes en positions de vie (Polypiers, Rudistes, Brachiopodes..).

Empreintes de terriers et de figures de bioturbations

Granoclassement normal (a) ou inverse (b). Dans ce dernier cas, il peut être déterminé par une progradation deltaïque, une migration latérale de chenaux ou une inversion tectonique.

Structure géotrope. Une coquille est enfouie avec un remplissage sédimentaire partiel, ultérieurement complété par des cristallisations diagénétique de calcite sparitique.

Figures de charge

Stratifications obliques recoupant les stratifications sous-jacentes.

Etc...

Dans tous les cas, il faut rechercher des critères complémentaires et de valeur statistique dont les indications convergent vers la même interprétation.

3. Quelques structures observables dans les roches sédimentaires

Les mots et expressions ci-dessous correspondent aux diapositives projetées et/ou aux échantillons présentés. On parle de **géométrie des corps sédimentaires**.

Déformations des strates	Conditions de dépôts	Action des organismes
Plis isopaques et anisopaques	Granoclassement	Bioturbation
Discordance angulaire	Stratifications entrecroisées	Fucoides
Failles et miroirs de faille	Figures de charge	Oncolites
Stylolithe	Ripple-marks	

La planche suivante montre quelques figures sédimentaires montrant la géométrie des corps sédimentaires. Il y en a bien d'autres (cf diaporama associé).



Stratifications entrecroisées (dépôt deltaïque)



Pélites (ruffes) avec fentes de dessiccation (Salasc, Hérault)



Figure de charge donnant la polarité (bas en bas !)



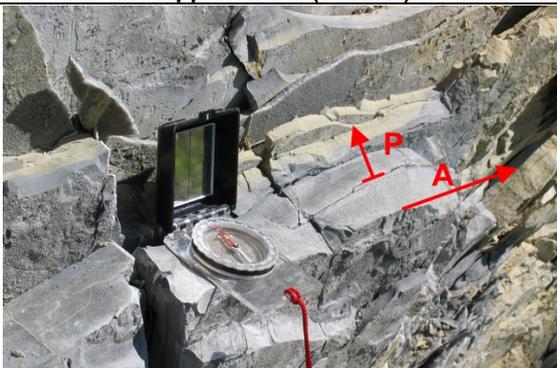
Granoclasement (conglomérat en bas, grès en haut)



Ripple-marks (Tunisie)



Fucoïdes (algues de type fucus fossilisées)



Orientation des strates (A : azimuth ; P : pendage)



Pendage et érosion différentielle (Tunisie Cap Bon)



Flut cast donnant la polarité (bas de la pile vers nous)



Tuilage dans des conglomérats (courant de droite à gauche)