

Chapitre II : cours 1

LES SEDIMENTS ET LES ROCHES DETRITIQUES

Les sédiments et les roches détritiques représentent une partie majeure des dépôts sédimentaires. Généralement, ce sont les variétés dont la taille des grains est la plus fine qui dominent.

I. DEFINITIONS :

1. Roche détritique :

Une roche détritique est une roche sédimentaire composée d'au moins 50% de débris. Si les débris sont issus de l'érosion d'autres roches : **DETRITIQUE TERRIGENE** et si les débris sont issus de l'accumulation de squelettes d'organismes vivants : **BIODETRITIQUE**

2. Roche meuble (non cohésive) :

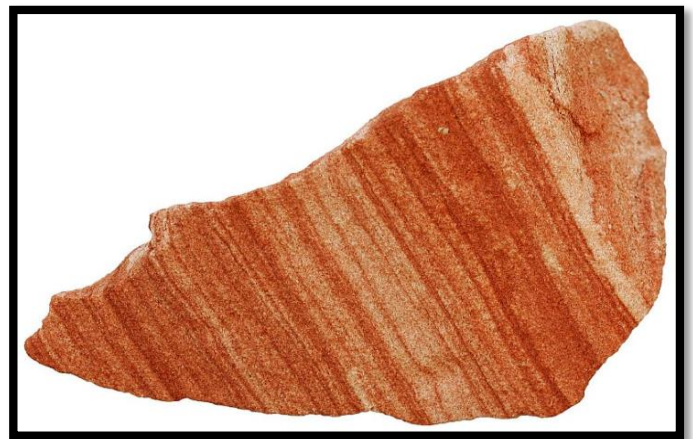
Au niveau des sédiments meubles, les grains détritiques sont entièrement indépendants et libérés les uns des autres (**non cohésifs**).

3. Roche consolidée (cohésive) :

Ce sont des roches dont les constituants sont intimement soudés (liés) les uns aux autres par un liant et la roche garde sa forme **consolidée (solide ou dure)** aussi longtemps malgré les différentes contraintes et les agents d'altération, d'érosion et de dégradation.



Roche meuble (sable)



Roche consolidée (grès)

4. Liant :

C'est la phase de liaison qui va cimenter ou relier les éléments de la roche. Elle peut être primaire et sous forme de boue (matrice) ou secondaire par précipitation diagénétique précoce ou tardive (ciment). Donc, le liant peut être de nature détritique ou chimique :

- ❖ **Détritique** : si les espaces (ou interstices) entre les grains qui composent la roche sont occupés par une phase détritique plus fine, on parlera d'une **matrice intergranulaire**.
- ❖ **Chimique** : on parle d'une précipitation in situ de la matière minérale (silice sous forme d'opale, de calcédoine ou de quartz, carbonate de calcium ou plus rarement hématite, goethite, gypse, anhydrite, etc.). Il s'agit dans ce cas du **ciment** de la roche.

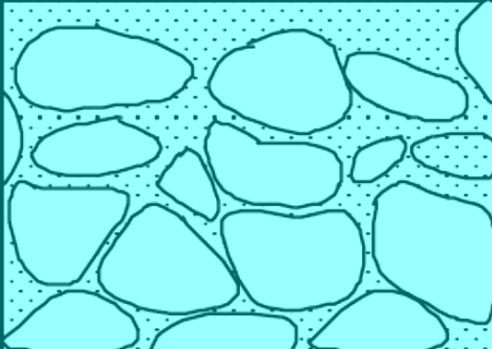
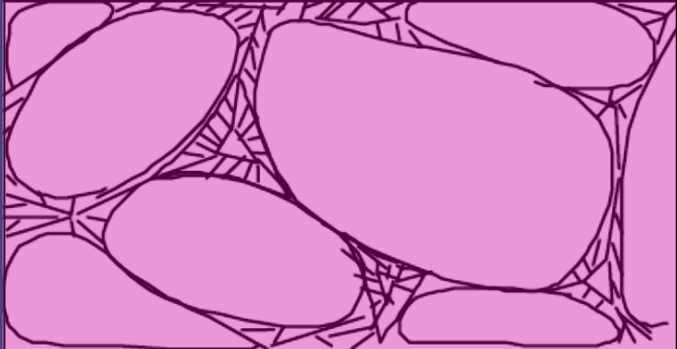
	Matrice	Ciment
Nature	C'est un sédiment (calcaire, grès, argile, ...)	C'est un (ou plusieurs) minéral (calcaire, silice, ...)
Genèse	se dépose en même temps que les éléments et entre eux	se forme après le dépôt des éléments par cristallisation de solutions saturées dans les vides entre les éléments
Origine	Primaire, synsédimentaire	secondaire, diagénétique
Porosité	en principe nulle	souvent vacuolaire
Schéma		

Tableau résumant les caractères descriptifs des deux types de liants

5. Morphoscopie :

C'est une technique qui décrit la forme des grains caractérisée par leur arrondissement (émoussé : mesure le degré d'angularité des grains) et leur sphéricité (quantifie la forme par rapport à une sphère idéale), par leur caractère de surface observés sous la loupe binoculaire (grains luisant ou mats émoussés ou anguleux). Examen microscopique de la forme des grains de quartz permettant de connaître le degré et la forme d'usure et donc de déduire l'agent de transport et l'importance de celui-ci.



Sphéricité	forte						
	faible						
		0	1	2	3	4	5
		très anguleux	anguleux	subanguleux	subémoussé	émoussé	très émoussé

					La m	
					anguleux	sub anguleux
					sub arrondi	arrondi
sphéricité	0,9					éloigné
	0,7					sphérique
	0,5					sub sphérique
	0,3					sub allongé
					allongé	
					proche	arrondi
					0,1	0,3
					0,5	0,7
					0,9	

6. Granulométrie :

La granulométrie est l'étude de la distribution statistique des tailles d'une collection d'éléments finis de matière. Elle a pour objet la mesure de la taille des particules élémentaires qui constituent les ensembles de grains de substances diverses et aussi la définition des fréquences statistiques des différentes tailles de grains dans l'ensemble étudié.

Ces mêmes roches peuvent être classées selon la dimension des grains détritiques. Cette classification à la base de la granulométrie des grains admet généralement trois grandes classes : (les Rudites- les Arénites et les Pélite lutites).

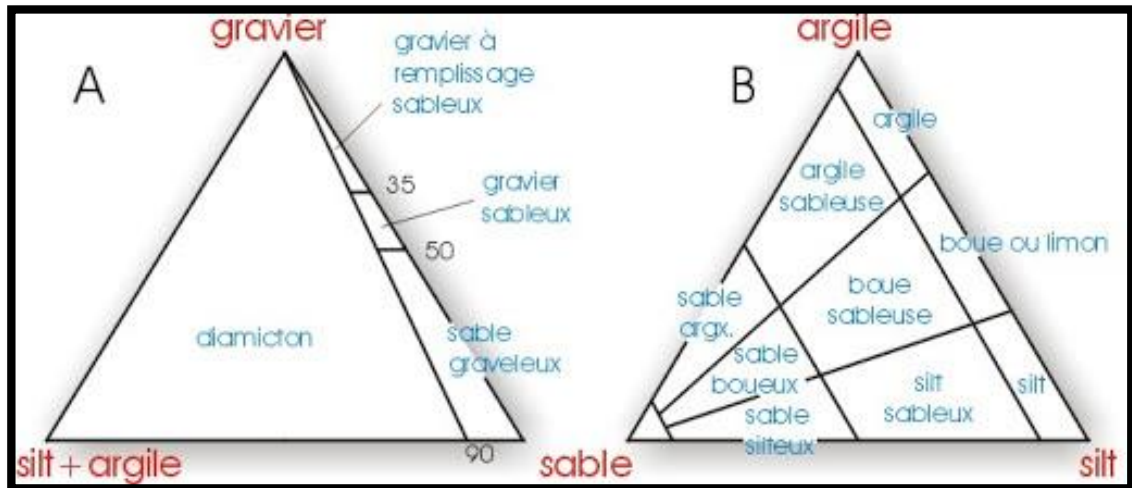
Diamètre (mm)	Sédiment meuble		Roche consolidée		Classe
10	Cailloutis et blocs		Conglomérats		Rudites
2	Graviers				
1	Très grossiers	Sables	Très grossiers	Grès	Arénites
0,5	Grossiers		Grossiers		
0,25	Moyens		Moyens		
0,125	Fins		Fins		
0,063	Très fins		Très fins		
0,0315	Très grossiers	Silts	Très grossiers	Siltites	Lutites
0,016	Grossiers		Grossiers		
0,008	Moyens		Moyens		
0,004	Fins		Fins		
0,002	Très fins		Très fins		
	Argiles		Argilites		

Etat	Taille des éléments		
	Rudites	Arénites	Pélites
	2mm	40µm	
Roches Meubles	Blocs (D>20cm) Galets (2<D<20cm) Graviers (0,2<D<2cm)	Sables	Boues Vases
Roches Consolidées	Poudingues (Éléments roulés) Brèches (Éléments anguleux)	Grès Arkoses (>30% de Feldspath) Gauwakes (débris rocheux)	Argilites

Tableaux de classification des roches et sédiments détritiques

II. LES ROCHES DETRITIQUES MEUBLES :

La classification précédente définit principalement les sédiments bien classés. Pour les sédiments mal classés (limons, moraines, silt...), Folk (1954) et Flint (1954) proposent un diagramme ternaire basé sur des analyses granulométriques des échantillons. Les mélanges de sable, silt, argile et gravier sont relativement rares dans la nature et nécessitent des agents de transport à très faible pouvoir de classement, comme la glace (moraines) et les coulées de boue. L'utilisation quantitative de ces diagrammes nécessite des analyses granulométriques.



Classification des sédiments meubles mal classés. A : diagramme de Flint et al. (1960). B : diagramme de Folk (1954)



Sable blanc moyennement grossier



Gravier



Les différents types de sédiments fin ($\leq 2\text{mm}$)

Aspect des roches détritiques meubles

1. Graviers :

a. Définition :

Ils sont les résultats de la désagrégation des roches par l'eau, le vent ou le gel. Ainsi, ils se sont formés des dépôts sédimentaires de grains de grosseur dont le diamètre est supérieur à 2 mm et de natures lithologiques et minéralogiques différentes.

b. Gisement :

Ils sont formés de la dégradation de différentes roches puis déposés dans plusieurs milieux. On les trouve dans les oueds (Quaternaire ou anciens), littorale (plage à gros galets), dans les anciennes terrasses dont les galets ne sont pas consolidés.

c. Domaines d'utilisations :

- Utilisés liés avec du ciment ou du bitume, ils représentent 80 à 90 % des mortiers et bétons hydrauliques destinés au bâtiment et ouvrages d'art, mais aussi des enrobés et graves traitées destinés aux assises de chaussées et des voies ferroviaires.
- Ils représentent 100 % des drains, des filtres et de certaines assises aussi pour faire des remblais.
- Dans les décorations intérieures ou extérieures.



Différentes formes et milieux de dépôts du gravier



Utilisations des graviers et galets

2. Sable :

a. Définition :

Le sable est une roche sédimentaire détritique meuble. Les sables sont des grains de roches ou de minéraux ayant un diamètre compris entre 0,063 mm et 2 mm.

b. Origine :

Les grains de sable proviennent de la désagrégation et de l'altération naturelle de roches exposées aux intempéries. Les matériaux fragmentés peuvent ensuite être transportés par l'eau et le vent, ultimement jusque dans les océans qui bordent les continents. Les gros grains de sable sont fréquemment des fragments de la roche-mère tandis que les sables fins sont plus communément des minéraux résistants, dissociés de la roche qui les contenait à l'origine. Les deux minéraux les plus fréquents des grains de sable sont le quartz et le feldspath.

c. Gisement :

En général, les sables fins sont constitués de minéraux détachés de leur roche d'origine. Les débris d'origine organique ne sont abondants que dans les sables marins. Les sables d'origine glaciaire ou fluvioglaciaire ne contiennent jamais de débris synthétiques et très rarement des débris organiques. En Algérie, le sable en couche se trouve dans la partie Nord (Atlas tellien) et dans l'Atlas saharien, il est d'âge Moi-Pliocène et aussi il se trouve aux bordures des cotes algériennes. Il est également sous forme de dépôt éolien formant les dunes quaternaires (Sahara).

d. Composition :

Les minéraux les plus abondants dans le sable sont les minéraux qui étaient abondants dans la roche à l'origine de ce sable, accompagné de certains minéraux moins abondants au départ, mais qui se sont concentrés par la suite. À l'intérieur des continents, le quartz est normalement le premier minéral en abondance dans la composition du sable. Pour les sables de plages marines et tropicales, là où abondent les mollusques, coraux et autres producteurs de calcite, la calcite est souvent le premier minéral en abondance. D'autres minéraux comme c'est le cas pour le grenat et la magnétite, à la fois durs et inaltérables, peuvent se concentrer dans le sable, par disparition des minéraux fragiles durant le transport. Le sable renferme aussi les minéraux suivants : chlorite, pyrite, rutil, magnétite, muscovite, biotite, olivine, hématite, zircon, pyroxène, tourmaline....

e. Classification

Selon la granulométrie des grains : le tableau suivant montre les limites inférieures et supérieures du diamètre des grains :

NOM	DIAMÈTRE DES GRAINS
Sable très grossier	1-2mm
Sable grossier	0.5-1mm
Sable moyen	0.25-0.5mm
Sable fin	0.125-0.25mm
Sable très fin	0.063-0.125mm



Différentes formations de sable

III. LES ROCHES DÉTRITIQUES COHÉRENTES

Les roches détritiques consolidées sont caractérisées par l'existence d'une phase de liaison entre les constituants. L'aspect consolidé de ces roches est dû au phénomène de la diagenèse.

1. Conglomérats :

a. Définition :

Les conglomérats ce sont des roches détritiques cohérentes composés principalement des lithoclastes (éléments ou fragments de roches) unis par un liant naturel. Si les galets sont arrondis on parle du **poudingues** et si 'ils sont anguleux on parle d'une **brèche**. Mais il peut exister des conglomérats où les éléments anguleux et arrondis coexistent (**tillites**).

Les conglomérats sont définis aussi par des fragments grossiers qui doivent représenter au moins 10% de la roche et leur dimension doit être supérieure à 2 millimètres (**Rudites**)

❖ Brèches :

Le terme **brèche** s'applique non seulement aux brèches sédimentaires constituées d'accumulations d'éléments anguleux, mais aussi aux roches broyées le long des accidents tectoniques (brèche de faille, brèche hydraulique ou brèche cataclastique). On distingue plusieurs types de brèches :

- **Les brèches d'éboulement** proviennent du démantèlement d'un relief en voie de formation.
- **Les brèches intraformationnelles monogéniques** (intraformationnelles c-à-d. formé pratiquement sur place) : elles peuvent prendre naissance sous l'eau et, dans ce cas, la cimentation est généralement rapide.
- **Les brèches de pente, ou brèches d'éboulis**, se forment à sec.

❖ Poudingues :

Les galets des poudingues ont subi un certain transport. Ils peuvent provenir de blocs et de cailloux véhiculés par les cours d'eau et déposés au pied du relief : poudingues de piémont. Parmi les plus développés de ces poudingues de piémont, postérieurs à la surrection d'une chaîne de montagnes et témoins de son érosion. Mais les poudingues peuvent aussi témoigner de l'étalement de galets sur un rivage. Ils apparaissent souvent lors d'une transgression (poudingue de base).

❖ Tillites

Les tillites sont des conglomérats d'origine glaciaire (moraines consolidées) à **fragments arrondis ou anguleux**, très hétérométriques, unis par un ciment pélitique ou arkosique, de coloration foncée. Ce sont typiquement des conglomérats polygéniques dans lesquels la disposition des galets peut indiquer le sens d'écoulement de la glace. Les tillites sont très répandues dans le Précambrien et le Paléozoïque.



Conglomérat



Brèche (éléments anguleux)



Poudingue (élément arrondis)



Tillites (éléments arrondis et anguleux)



Conglomérat vu au microscope polarisant



Conglomérat vu au microscope polarisant

b. Origine :

L'examen des éléments grossiers (lithoclastes) peut en outre donner des indications sur l'origine géographique et géologique des matériaux originels, le stade de surrection et le processus de démantèlement des reliefs, le mode de façonnement, de transport et de dépôt des éléments.

Les conglomérats proviennent de l'érosion des roches préexistantes et sont fréquemment associées aux phénomènes orogéniques. L'étude des éléments cimentés (**lithoclastes**) fournit des indices sur l'origine (**polygénique** : tous les lithoclastes possèdent la même composition) ou (**monogénique** : les lithoclastes sont de composition différente)). L'aspect anguleux des éléments des brèches traduit un transport court, alors que la forme arrondie des galets de poudingues résulte d'une usure importante en domaine fluvial ou bien marin littoral. La taille et le classement des éléments peuvent nous indiquer sur les directions et les conditions du transport. Avec le classement, l'arrondi et la diversité des constituants, on obtient ainsi la notion de **maturité** d'un conglomérat : un **conglomérat immature** contient des constituants fragiles, peu arrondis et mal classés, alors qu'un **conglomérat mature** est formé de galets résistants, arrondis et bien classés.

c. Gisement :

Les brèches représentent souvent des dépôts de pente, continentaux ou marins, sous forme d'éboulis mal classés et malheureusement stratifiés alors que les poudingues sont très exprimés dans les contextes orogéniques (molasses tertiaires des Alpes). En Algérie on les trouve : entre le passage Précambrien au Cambrien dans la chaîne de l'Ougarta (sont appelées les conglomérats de base), Permo-Trias à Chenoua, Atlas tellien, Oligo-Miocène (Kabylie),

d. Domaines d'utilisation :

Ils sont utilisés comme pierres de taille ou de décoration lorsqu'ils ne sont pas fracturés ou trop tectonisés.

e. Classification des conglomérats :

La description raisonnée d'un **conglomérat** impose de s'intéresser aux caractères des **éléments cimentés** (nature et diversité pétrographique de ceux-ci, granulométrie et distribution des tailles, forme des grains, granoclassement..) et aux caractères du **ciment** (couleur, composition chimique, proportions relatives par rapport aux grains, cohésion...). Le schéma suivant résume les différents types de conglomérats selon plusieurs critères : la nature des éléments qui le compose et aussi la dominance des éléments ou bien la matrice.

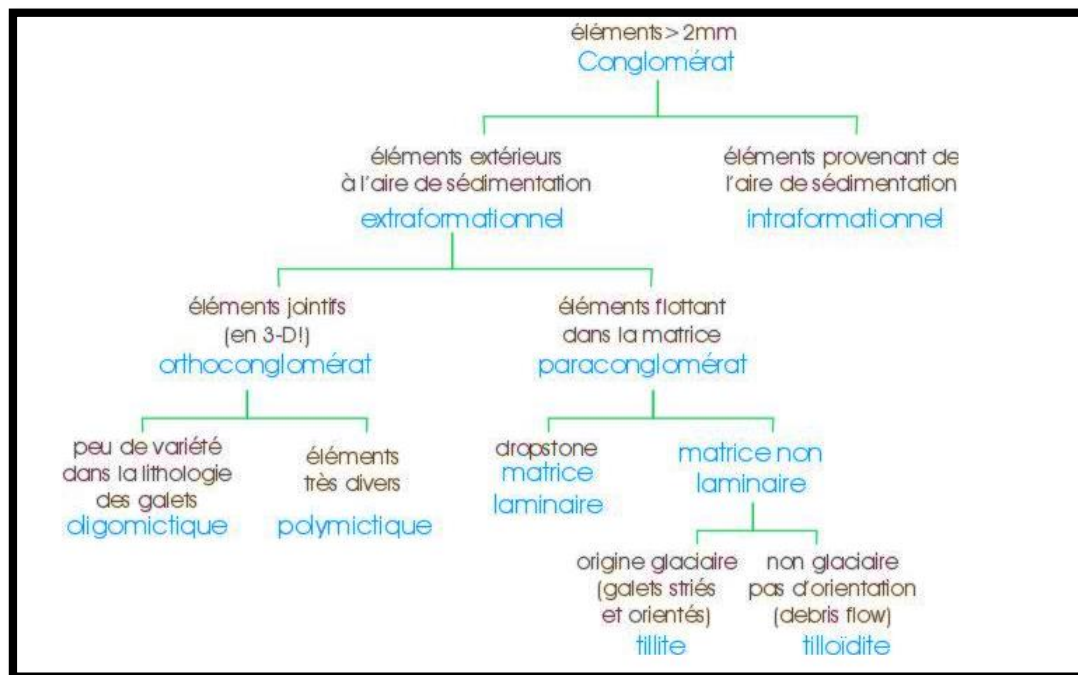


Schéma de classification des conglomérats (Prothero et Shwab) 1996.

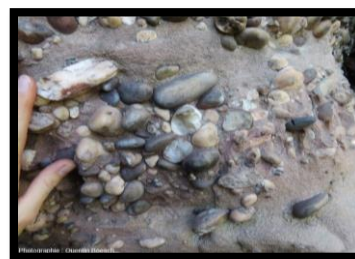
Remarque : la première classification est basée sur la proximité de la source des éléments des conglomérats par rapport au milieu de dépôts : Extérieur montre que la source est loin du milieu de dépôts alors que le terme intérieur indique que le dépôt des conglomérats est in situ ou alors la source des éléments est proche du milieu de dépôts.



Ortho-conglomérat,
monogénique
(poudingues dont les
éléments sont arrondis-
Canada-



Conglomérat bréchique
à liant ferrifère



Para- conglomérat
polymectique (polygénique)
Grain de quartz-des
quartzites, le tout dans une
matrice sableuse



Ortho-conglomérat
polygénique à ciment
gréseux et éléments de
différentes nature
(quartzite-gneiss- quartz...)

Les différents types de conglomérats

2. Les grès :

a. Définition :

Les grès sont des roches sédimentaires détritiques cohérentes (consolidées) dont la taille des éléments est inférieure à 2mm et supérieure à 0.0625mm (63µm). Ils sont l'équivalent des sables dans les sédiments non consolidés (meubles). Le grès est une roche sédimentaire détritique formée de grains de sable cimentés par de la silice, de la calcite, de l'oxyde de fer ou de l'argile.

Ils sont généralement composés d'une phase granulaire bien définie (63µm-2mm) représentée par des minéraux de différentes natures (essentiellement par : du quartz, feldspaths entre 10 à 15%, calcite, minéraux ferrifères, minéraux argileux, rutile, micas,...) et d'une phase de liaison (ciment ou matrice). Parfois la phase de liaison est remplie d'eau ou des hydrocarbures en relation avec la porosité de cette roche.

b. Origine :

Les grès résultent de l'érosion de massifs cristallins et se déposent pendant et après les orogénèses (formation des chaînes de montagne). Ils marquent souvent les conditions du transport et de sédimentation. Les figures sédimentaires de stratification et la forme des grains sont révélatrices sur l'agent de transport, les conditions hydrodynamiques du milieu : dans le cas de grès arkosiques la présence des orthoses indiquent que l'altération des granites est peu poussée sous un climat chaud et sec. La présence de nombreux Gastéropodes au sein du grès coquillier, indique un environnement marin de faible profondeur, cette roche pouvant correspondre à un sable de plage consolidé.

c. Gisement :

Les terrains paléozoïques (Cambro- ordovicien) exemple la chaîne de l'Ougarta au SW de l'Algérie, les terrains triasiques (les grès rouges) et les terrains oligocènes (destruction de la chaîne alpine ex : les zones internes du tell algérien (le massif de la grande Kabylie, le massif de Ledough Annaba, le massif de Chenoua). Ils affleurent aussi dans l'atlas saharien (les grès de Louiza à Boussaada,...). les grès Numidien (nappe de charriage) sont très présents dans la partie NE de l'Algérie (Annaba, El Taref, Souk Ahras,...), les grès du Quaternaire (le litorale).

d. Domaines d'utilisation :

Ils sont utilisés dans la construction et dans fabrication du verre, du carbure de silicium et du ferrosilicium.

- **Produit de construction.**
- **Pierres de taille (revêtement des murs, ...).**
- **Produit à base de silice : Verre**

La silice constitue le principal ingrédient du verre. Le verre est constitué de 70-72% SiO₂ (silice).

- **Produit à base de silice : Carbure de silicium**

Le carbure de silicium est un matériau réfractaire résultant de la fusion de sable de silice et de charbon chauffé à 2200 °C dans des fours électriques. $\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{SiC} + \text{O}_2$

Le carbure de silicium est utilisé dans :

- Composants de circuit électronique
- Composants de cellule solaire photovoltaïque
- Produits abrasifs industriels



Revêtement des murs



Verre



Carbure de silicium

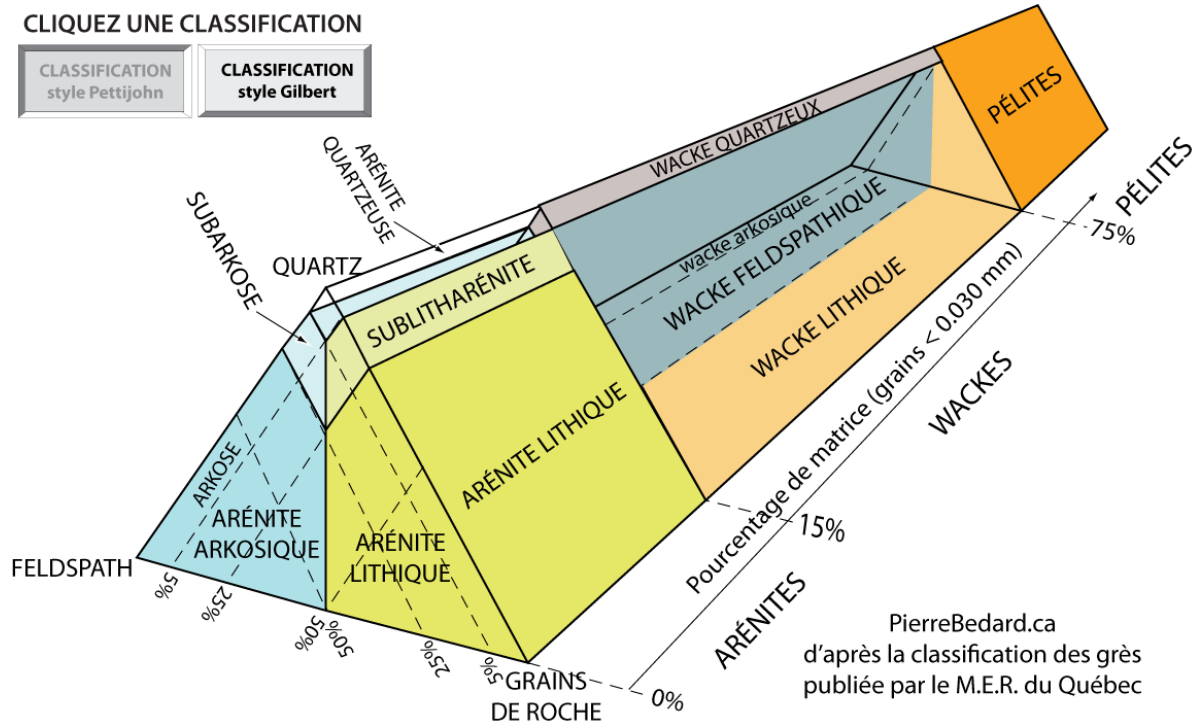


cellule solaire photovoltaïque

e. Classification des grès :

Pour décrire un grès, il faut considérer la nature des grains et du ciment (quartz, calcite...), le degré de cohésion des grains, leur forme et leur origine. Il existe ainsi une grande diversité de grès.

La majorité des classifications récentes utilisent la composition minéralogique de grès et sa teneur en matrice fine comme critères de classification. Le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec a adopté une variante de cette classification pour la cartographie géologique au Québec. Les grès sont divisés en arénites et en wackes, selon leur proportion de matrice (particules <0,030 mm). Les arénites sont les grès qui contiennent entre 0 et 15% de matrice et les wackes entre 15 et 75% de matrice. Au-dessus de 75% de matrice, la roche n'est plus considérée comme un grès et se classe alors comme pélite. Les arénites et des wackes sont ensuite subdivisés d'après la composition lithologique des grains de sable, exprimée en pourcentage de quartz, feldspath et grains de roche, les autres constituants étant ignorés.



Classification des grès selon Ministère de l'énergie et de ressources Québec (2016)

On peut distinguer les types suivants :

- ❖ **Les grès quartzeux** : ils montrent un aspect finement granuleux. Le test à l'acide ne montre aucune effervescence, dure, mais parfois friable (peu cohésifs) malgré la dureté importante des grains de quartz.
- ❖ **Les grès arkosiques** : ils montrent généralement des stratifications sous forme d'un fin litage des grains, et admettent un aspect finement granuleux. Les grains sont souvent de couleur blanc rosé qui évoque les orthoses, facilement colorés par les oxydes de fer (le taux de feldspaths dépasse parfois les 30 % de la phase granulaire).
- ❖ **Les grès fossilifères ou coquilliers** : ils sont caractérisés par la présence des coquilles et des restes de fossiles (Gastéropodes,...).
- ❖ **Greywacke** : ils sont considérés comme une poubelle détritique qui englobe plusieurs types de minéraux sous des conditions d'érosion, transport et sédimentation très rapide. Ce sont des roches généralement sombres, constituées d'une matrice et de grains de quartz, de chert, de calcaire, de roches volcaniques, de schiste, de feldspath (souvent anguleux). Il s'agit de sédiments immatures, mis en place par des courants de turbidité. Aucune altération chimique complète ne s'est produite, comme dans une ceinture orogénique où des sédiments provenant de zones sources récemment élevées ont été déversés dans un géosynclinal.



Grès quartzeux



Grès arkosique



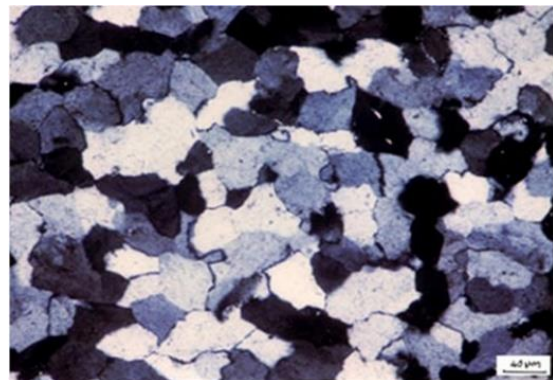
Grès coquillier



Greywacke



Grès arkosique au microscope



Grès quartzite, Ordovicien massif armoricain.

Grès quartzitique au microscope

1) Classification selon la granulométrie des grains :

On peut préciser la granulométrie des grès en utilisant le tableau suivant :

Type de grès	Granulométrie
Grès très grossier	1-2 mm
Grès grossier	500 μ m-1 mm
Grès moyen	250 μ m-500 μ m
Grès fin	125 μ m-250 μ m
Grès très fin	62 μ m-125 μ m

Classification des grès selon la taille des grains

2) Classification selon la nature du ciment :

On peut classer les grès selon la nature du ciment qui relie entre les grains :

- Grès à ciment carbonaté.
- Grès à ciment siliceux.
- Grès à ciment argileux.

Rappel : les étapes de formations des grès :

