

## Chapitre II : cours 2

# LES SEDIMENTS ET LES ROCHES DETRITIQUES

Le terme générique, « argile » est couramment utilisé pour désigner différentes roches sédimentaires, cristaux, présentant une forte teneur en minéraux. Selon leurs compositions et concentration en minéraux, les différentes argiles ont des structures et des propriétés différentes. Les argiles présentent un intérêt économique et industriel très remarquables.

### I. DEFINITION ET CLASSIFICATION :

Il n'existe pas une définition unique du terme argile. Le mot « argile » englobe deux sens : le premier lié à la taille des grains (granulométrie) et le second à la minéralogie (appartenance à la famille des phyllosilicates hydratés de petite taille) (Velde, 1995).



### Formations argileuses

#### 1. Définition des argiles par rapport à la granulométrie :

En géologie, on considère comme argile tout minéral de fine granulométrie dont la taille est inférieure à 2  $\mu\text{m}$ .

**Eslinger et Peaver (1988)** proposent de définir une argile comme un minéral qui domine dans la fraction fine  $\leq 2 \mu\text{m}$ , des roches et des sols.

Par contre **Weaver (1989)** regroupent tous les minéraux phyllosilicatés sans aucune connotation de taille et propose pour éviter les confusions d'utiliser le terme physils.

#### 2. Définition des argiles par rapport à la pétrographie :

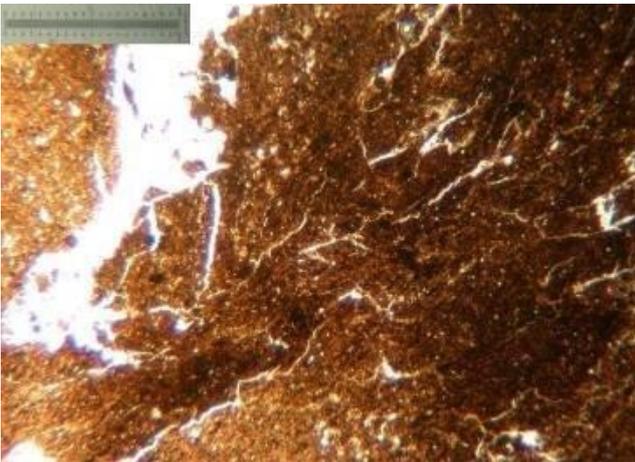
Du point de vu pétrographique, les roches argileuses représentent entre 50% -80% des roches sédimentaires détritiques. La grande majorité de ces roches provient de l'érosion des affleurements continentaux liés aux

roches exogènes (les roches sédimentaires généralement) et aux les sols résiduels ou se forment dans les zones d'altération hydrothermale.

Il n'existe pas de terme prédéfini pour décrire un roche composée principalement de minéraux argileux (Weaver 1989) ; les termes **claystone**, **mudstone**, **lutite** et **pélite** ont une spécification granulométrique (critère de taille des particules) et non minéralogique alors que ces roches sont dominées par des phyllosilicates.

**Weaver en 1989** a proposé une classification des roches argileuses à la base de la présence des minéraux argileux qui les composent.

- **Claystone** : roche argileuse indurée qui contient plus de 75 % de la fraction argileuse (Pettijohn, 1975).
- **Mudstone** : roche argileuse partiellement indurée qui s'étale facilement et qui se transforme en boue lorsqu'elle s'est séchée et mouillée d'une façon répétée. Il s'agit d'un mélange moulé avec de l'eau, de roches argileuses avec des silts.
- **Shale** : une roche argileuse à grain fin qui contient 50 à 100 % de la fraction fine argileuse, plus dure que les claystones et qui montre un litage fin net entre les niveaux. Les shales dominent les roches sédimentaires.
- **Lutite et pélite**: une classe de roches sédimentaires détritiques dont les éléments ont un diamètre inférieur à 1/16 mm (moins de 63  $\mu\text{m}$ ). Certains auteurs réservent le terme « lutite » pour les roches meubles, le terme « pélite » pour les roches consolidées.



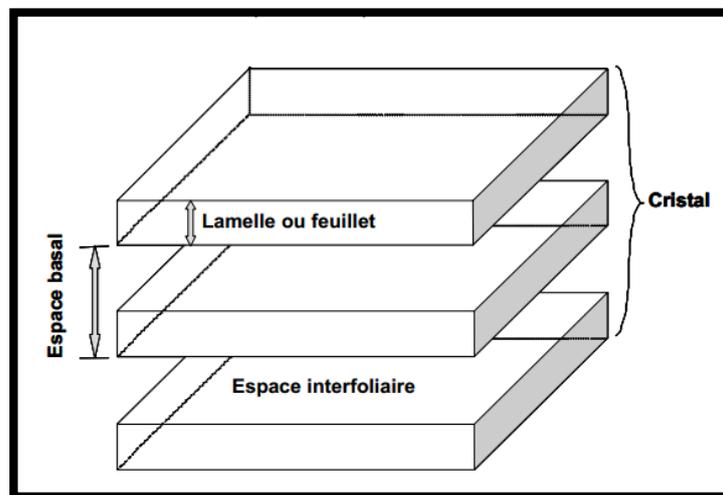
Argile vue au microscope optique

### 3. Définition des argiles par rapport à la minéralogie :

Les minéraux argileux sont principalement des phyllosilicates c.à.d. ils sont principalement composés d'un empilement de feuillets.

a. Présentation des minéraux argileux : on distingue 4 niveaux d'organisation dans les minéraux argileux :

- **Les plans** (Planes) : ils sont constitués par des atomes.
- **Les feuillets** (Sheet) : tétraédriques ou octaédriques, sont formés par une combinaison de plans.
- **Les couches** (Layer) correspondent à des combinaisons de feuillets.
- Le **crystal** (Crystal) résulte de l'empilement de plusieurs couches.



Structure générale des phyllosilicates (White 1999).

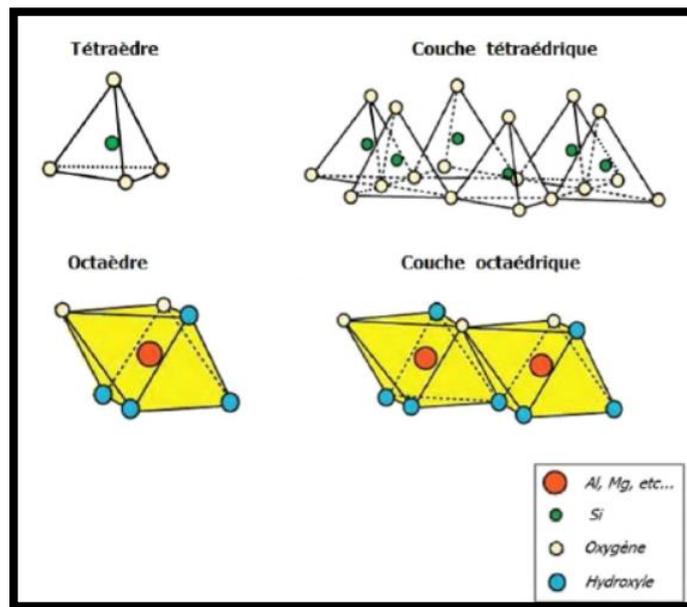
b. Structuration des minéraux argileux :

Les silicates constituent le modèle de base. Ils sont formés par un agencement de tétraèdres de  $\text{SiO}_4^{4-}$  dans lesquels un atome de Silicium est entouré de 4 atomes d'Oxygène. Les tétraèdres s'organisent en se partageant les atomes d'oxygènes en mailles hexagonales. Les hexagones s'agencent et forment une double chaîne. Dans les phyllosilicates, les tétraèdres forment des feuillets composés de 6 tétraèdres. Les tétraèdres s'associent à des feuillets octaédriques composés d'un cation central et 6  $\text{OH}^-$ .

Les minéraux argileux sont constitués de Si, Al O et OH organisés en couches de deux types selon que les oxygènes ou hydroxyles sont associés en : Tétraèdres ou Octaèdres.

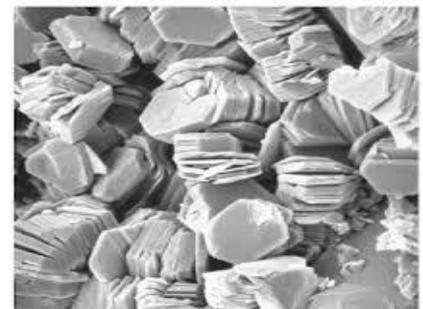
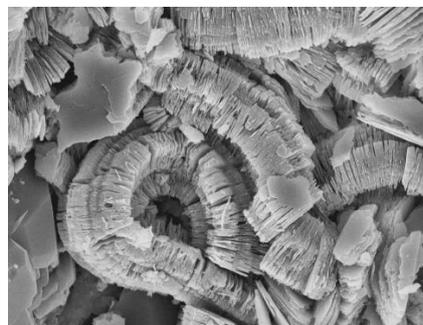
- Les couches de tétraèdres (T) sont dominées par :  $Si^{4+}$  et  $O^{2-}$
- Les couches d'octaédriques (O) sont dominées soit par :
  - $Al^{3+}$  (= couches dioctaédriques, 2 atomes suffisent pour occuper les 6 sites des sommets de l'octaèdre) et  $OH^-$ .
  - $Mg^{2+}$  (= couches trioctaédriques, 3 atomes de Mg sont nécessaires à l'équilibre des charges des octaèdres).

Les couches d'octaèdres et de tétraèdres s'accrochent selon des plans, par mise en commun d'O et d'OH, d'où la structure en feuillets séparés par des espaces interfoliaires.

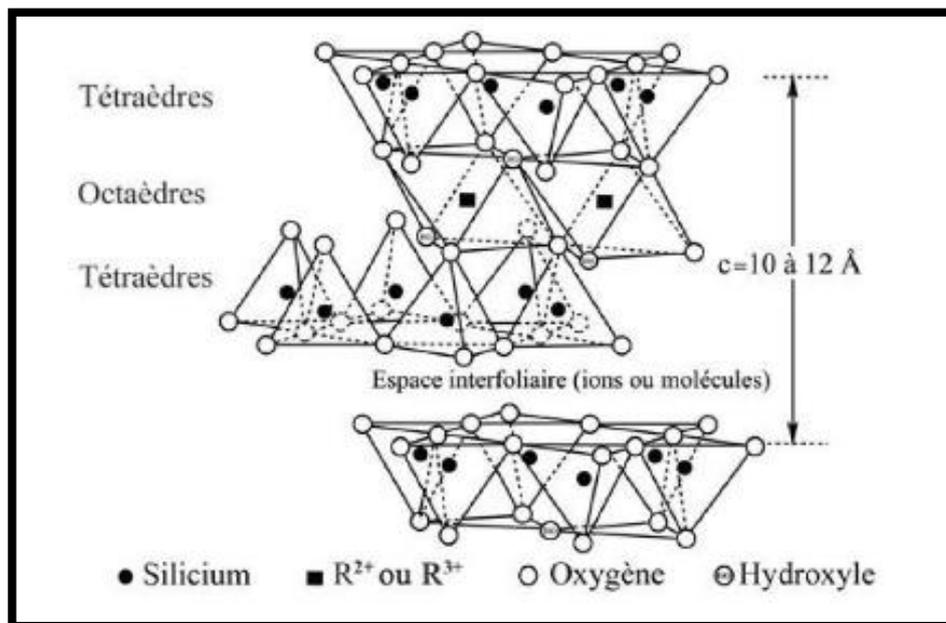
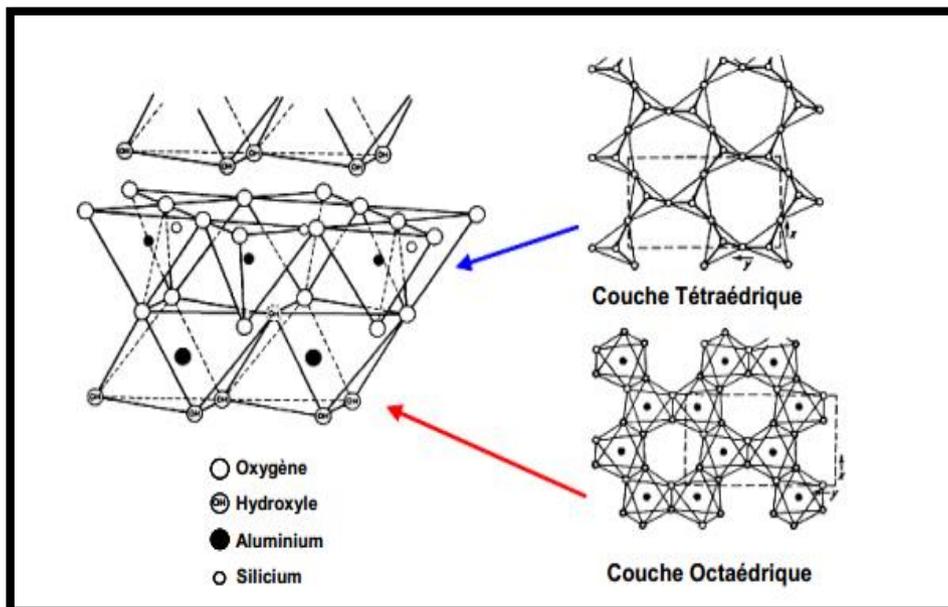


**Éléments structuraux : Les tétraèdres et les octaèdres ( Eslinger et Peaver 1988).**

Les tétraèdres s'agencent avec les octaèdres pour former les couches (Layers). Les couches peuvent être neutres ou chargées négativement, compensées par des cations qui se logent dans l'espace entre les couches (espace inter-foliaire). La charge de la couche dépend des substitutions de cations dans les feuillets T ou O.



**Structure microscopique des argiles**



**Agencement des tétraèdres et des octaèdres en feuillet 1/1 (Eslinger et Peaver 1988)**

**c. Critères de classification :**

Les principaux critères de classification sont basés sur les paramètres suivants (Eslinger et Peaver 1995) :

- La combinaison de feuillets (T/O au 1/1 : T/O/T ou 2/1 ; T/O/T/O ou 2 /1/1).
- Le type de cation dans l'octaèdre.
- La charge de la couche.
- Le type de matériel dans l'espace inter-foliaire (cations, molécules d'eau).

Il est à noter que ces critères de bases sont adaptés par l'association internationale pour l'étude des argiles (AIPEA).

**d. Classification des minéraux argileux :**

❖ **Classification selon la structure :**

Les feuillets peuvent présenter divers types d'empilements :

- ✓ **TO : Kaolinite.**
- ✓ **TOT : Talc, Smectites, Illites.**
- ✓ **TOTO: Chlorites.**

Dans tous les cas, leur épaisseur n'excède pas 2 nm (environ 7 Å pour TO, 10 Å pour TOT et 14 Å pour TOTO).

**1) Groupe de la kaolinite**

- Minéraux 1/1 ou T/O.
- Formule structurale :  $Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O$
- Système cristallin : triclinique
- Distance inter-réticulaire :  $7\text{Å}$
- Argile blanche, douce, friable, réfractaire, contient autant d'aluminium que de silice
- Disparition à  $490^\circ\text{C}$  durant 2 h
- Ce groupe de minéraux combinant un feuillet T et un feuillet O c.à.d. T/O. Il se caractérise par peu de substitutions cationiques, à l'exception de  $Fe^{3+}$ .
- Dans ce groupe, la **Dikite**, et la **Nacrite** constituent un cas particulier. Ces minéraux présentent la même formule que la **Kaolinite**. Ils se caractérisent par un mode d'empilement d'une même couche différent en fonction de la position de la charge vacante. Leur stabilité dépend de la température. La **Dikite** remplace la kaolinite à une profondeur d'enfouissement de l'ordre de 3.1-3.2 km et pour une température  $\geq 110-130^\circ$ . La **Halloysite** se forme par hydratation de la kaolinite (addition des couches d'eau entre les feuillets ce qui augmente son volume et lui attribue une forme de spirale).

## 2) **Groupe de l'illite**

- Minéraux 2/1 ou TOT
- Formule structurale :  $(K, H_3O) Al_2(Si_3Al) O_{10} (H_2O, OH)_2$
- Sa composition est riche en calcium (14%), en fer (9%) et pauvre en magnésium.
- Elle présente un bon pouvoir d'absorption environ 25 % de son poids et un faible pouvoir d'adsorption.
- Système cristallin : monoclinique
- Distance inter-réticulaire :  $10A^\circ$
- La structure est composée de 2 couches tétraédriques renversées et une couche octaédrique avec la seconde couche T renversée par rapport à la première.

## 3) **Groupe de la chlorite :**

- Minéraux 2/1/1 ou TOTO
- Formule structurale :  $Mg_5 (Al, Fe)(OH)_8 (Al, Si)_4 O_{10}$
- Distance inter-réticulaire :  $14A^\circ$
- Ils ont une couche d'octaèdres encadrée par deux couches tétraédriques, et un inter-feuillet constitué par une couche d'octaèdres.

## 4) **Groupe de Vermiculite :**

- Minéraux 2/1 ou TOT
- Distance inter-réticulaire :  $14A^\circ$
- Les Vermiculites sont caractérisées par la présence de cations hydratés dans l'espace interfoliaire (Mg ou Ca et deux couches de molécules d'eau).
- Les vermiculites sont des argiles ayant une origine volcanique, riches en magnésium. Elles sont formées par hydratation de minéraux basaltiques.

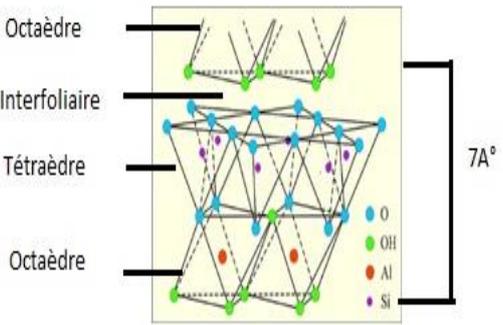
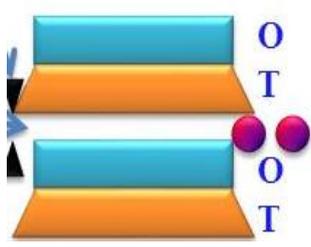
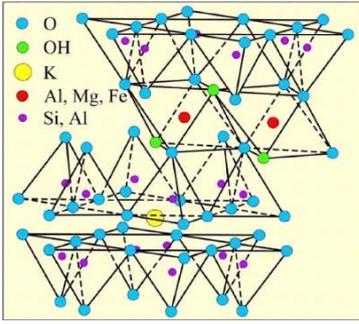
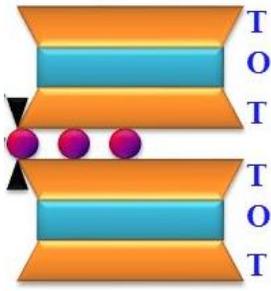
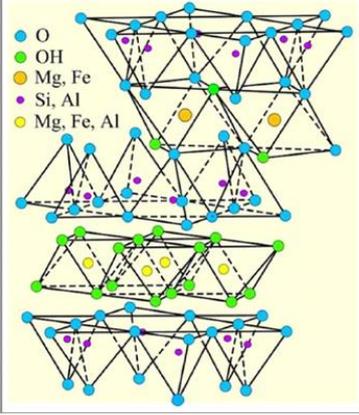
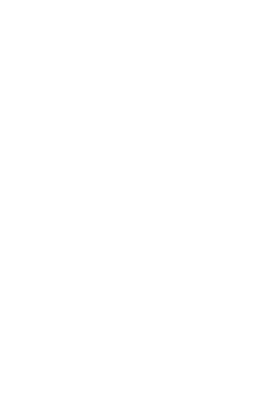
## 5) **Groupe de la Smectite :**

- Minéraux 2/1 ou TOT
- Formule structurale :  $[(1/2Ca, Na)_{0,7} (Al, Mg, Fe)_4 (Si, Al)_8 O_{20} (OH)_4 \cdot n H_2O]$
- Système cristallin : monoclinique
- Pics, généralement biconvexes, centrés sur  $15 A^\circ$ . A l'éthylène-glycol, les Pics sont centrés sur  $17 - 17,7 A^\circ$ . Après chauffage, ils rétrécissent à  $9,4$  et  $10 A^\circ$ . Cette famille d'argile regroupe les montmorillonites, les bentonites, les saponites, les nontronites, les beidelites.
- Elles se caractérisent par l'existence de l'eau interfoliaire mais avec une charge cationique plus faible. Elles renferment plusieurs variétés en fonction de la présence de différents cations échangeables (Mg-Ca).

- Ces argiles sont connues pour leur capacité à piéger les molécules d'eau. Elles sont appelées argiles gonflantes. Sous l'action de l'eau, elles peuvent augmenter leur volume jusqu'à 30%.

**6) Groupe des micas :**

- Le groupe des micas **dioctaédriques** peut être représenté par un diagramme ternaire entre la **Pyrophyllite** (pas de substitutions), **Céladonite** (substitution octaédriques) et **Muscovite** (substitution tétraédrique).
- Les micas tricotaédriques sont reliés de par leur structure au **Talc**. Ils incluent des minéraux comme la **Phlogopite** et la **Biotite**.

<p>Réseau cristallographique d'une argile de type <b>TO</b> Kaolinite</p>		
<p>Réseau cristallographique D'une argile de type <b>TOT</b> (illites- montmorillonite et vermiculite).</p>		
<p>Réseau cristallographique d'une argile de type <b>T-O-T-O</b> chlorite</p>		

### **7) Groupe des minéraux argileux inter-stratifiés :**

Les groupes cités en haut sont des minéraux simples. Il existe aussi des minéraux inter-stratifiés, l'épaisseur du feuillet est variable. Ces minéraux résultent du mélange régulier ou irrégulier d'argiles appartenant aux groupes ci-dessus.

Ce groupe dont la structure est composée par une alternance de feuillets de natures différentes correspond à une étape de transformation d'un minéral argileux à un autre. C'est le cas des illite-smectite, glauconite-smectite, chlorite-vermiculite,...

La ghassoulite, minéral interstratifié est appelée également ghassoul, rhassoul ou rassoul. Sa richesse en minéraux dont du silicium, calcium, potassium, fer, sodium, magnésium, ... en fait un produit de qualité.

#### **❖ Classification selon la couleur :**

Les argiles ne sont pas identifiées par leur couleur. Une couleur peut être attribuée à plusieurs types d'argiles, la couleur verte par exemple est retrouvée chez la montmorillonite, l'illite ou encore la chlorite, ... La variation de couleur constatée est fonction de la concentration en oxyde de fer.

#### **1) Argile verte :**

Les argiles vertes présentent une faible teneur en fer, ce sont généralement les montmorillonites, les illites et les smectites.

#### **2) Argile blanche :**

Ces argiles ne contiennent aucune substance colorée. Leur formation n'a donc pas été perturbée, elle a été uniforme. On retrouve le plus souvent des kaolinites mais également des smectites.

#### **3) Argile rouge :**

Généralement des illites, ces argiles sont riches en oxyde de fer. Très reminéralisantes, elles sont idéales en usage externe pour les peaux irritées, fatiguées ou ternes qu'elles adoucissent et purifient.

#### **4) Argile jaune :**

Ces illites riches en oxyde de fer et magnésie vont apaiser de nombreuses douleurs (articulaires, musculaires) et tonifier la peau. Appliquées en masques, la peau et les cheveux normaux l'apprécient tout particulièrement.

#### **5) Argile noir :**

Il s'agit d'une argile généralement schisteuse. Elles sont associées à l'abondance et la richesse de la matière organique.



Kaolinite –Argile blanche



Vermiculite –Argile jaune



Chlorite –verte



Argile verte



Pyrophyllite –Fibreuse



Argile noire

## **II. MODE DE FORMATION ET MILIEUX DE DEPOTS :**

### **1. Origine et formation des argiles :** elles peuvent avoir des origines diverses :

#### **a. Des minéraux hérités :**

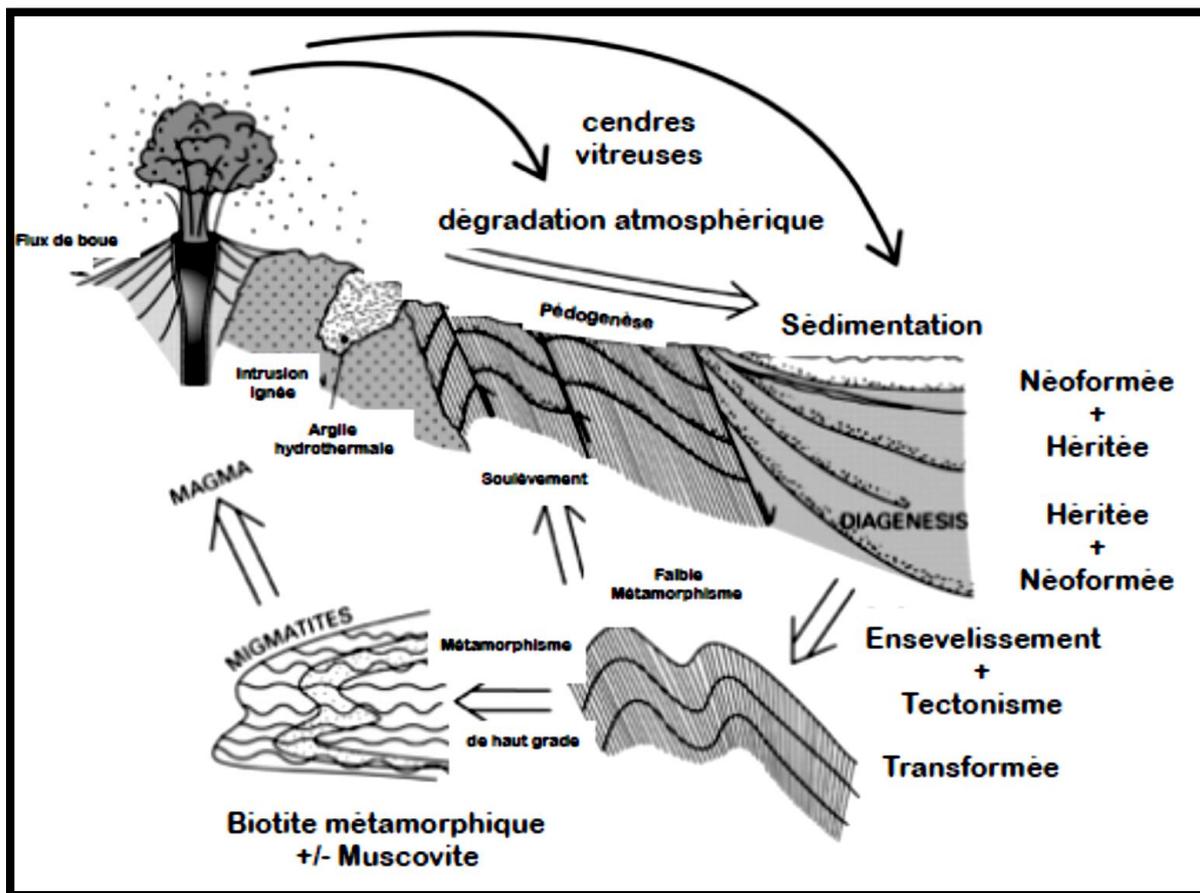
- Les phénomènes caractérisant une érosion des sols sont nombreux. La pluie, le vent, le gel, le dégel, les vagues et bien d'autres sont autant de phénomènes naturels à l'origine de la formation des argiles.
- Issus directement du continent au cœur de bassins versants.
- Ils fournissent alors des indications sur l'évolution du paléoenvironnement : climatiques et tectoniques.

#### **b. Des minéraux néoformés :**

- Minéraux néoformés à partir de solutions ioniques dans le bassin de sédimentation.
- La formation du minéral par combinaison, des substances transportées par l'eau du sol vont, par combinaison, s'arranger pour former une nouvelle structure minérale.
- Le phénomène de néoformation intervient soit au moment de la sédimentation surtout dans les milieux évaporitiques, soit plus tardivement comme dans le cas des roches poreuses.

#### **c. Des minéraux transformés :**

- Ils proviennent de la transformation des minéraux d'origine en d'autres types, par modification de la nature et de l'agencement de leurs feuilletés élémentaires.
- La transformation peut intervenir sous l'effet de l'augmentation de la pression et de la température au cours de la diagenèse d'enfouissement.
- Cette transformation dépendra beaucoup de la qualité des solutions interstitielles et dans une moindre mesure de la porosité et de la perméabilité, de la proportion d'eau par rapport au solide détermine le degré, le type de réactions chimiques et finalement le type de minéral formé.
- Les argiles résultent de l'interaction d'une solution avec une roche préexistante, les processus de dissolution et de la cristallisation conduisent à la formation ou à la transformation des minéraux argileux.
- Les argiles sont instables en milieu anhydre lorsque l'eau est abondante. Le solide devient instable et la dissolution complète constitue la première étape d'interaction eau /roche.



Processus de formation des argiles

PROF.	LITHOLOGIE	POROSITE	ZONE	MINÉRAUX			
1km	BOUE ARGILEUSE	90-70%	DIAGENÈSE PRÉCOCE	ILLITE (I)	CHLORITE (C)	KAOLINITE (K)	SMECTITE (Sm) VERMICULITE (V)
2	ARGILE PLASTIQUE	80-40					INTERSTRATIFIÉS IRRÉGULIERS (C-V) (I-V) (C-Sm) (I-Sm)
3	ARGILE COMPACTE	40-25	DIAGENÈSE PROFONDE (Temp. >100°C)	CRISTALLINITÉ CROISSANTE		DICKITE NACRITE	INTERSTRATIFIÉS RÉGULIERS CORRENSITE ALLEWARDITE C-Sm I-Sm
4	ARGILITE (MUDSTONE)	7					
5km	ARGILITE FISSILE	4	ANCHIZONE	ILLITE MUSCOVITE	CHLORITE		CHLORITE ILLITE
	SCHISTE	3%	EPIZONE	M I C A S, C H L O R I T E S			

Évolution d'ensemble des argiles au cours de la diagenèse d'enfouissement. Les profondeurs ne sont qu'indicatives.  
Chamley H., *Bases de sédimentologie*, Dunod, 2000.

## 2. Milieus de formation :

Les roches argileuses se forment sous des conditions géologiques bien déterminées, les milieux de formation comprennent les endroits suivants :

- Horizons de sol, les sédiments marins et continentaux, aux niveaux des champs géothermaux.
- La majeure partie des minéraux argileux se forme quand la roche est en contact avec l'eau, l'air ou la vapeur dans les types suivants : les sédiments des fonds des lacs et des fonds marins, les sédiments à des pores riches en eau, et les roches en contact avec l'eau chauffée par le magma.  
Ces différents environnements, peuvent former les minéraux argileux à partir des minéraux préexistants, tel que le phénomène de transformation des feldspaths en kaolinite.
- Les formations qui résultent de l'érosion des continents, des formations marines et des sols occupent la majeure partie du cycle de la formation des roches sédimentaire.
- Les argiles sont des dépôts marins et océaniques et même continentaux aquatiques comme dans les lacs, les rivières, les estuaires et les deltas.
- La stabilité des argiles se limite à quelques centaines de mètres supérieurs de la croûte terrestre dès que la température dépasse 50-80° C.
- **Le climat** joue un rôle important dans la formation des argiles :
  - Un climat froid provoquera une altération faible de la roche. Les minéraux argileux auront donc une composition similaire à celle des minéraux provenant de la roche d'origine. C'est le cas des illites et des chlorites.
  - Un climat à la fois chaud et humide va entraîner une forte hydrolyse voyant l'obtention des kaolinites et des smectites.
  - Un climat tempéré verra un processus d'altération modérée s'opérer sur la roche. Il en résultera la création d'argiles de types illites, chlorites ou encore vermiculites.
  - Un climat sec donne naissance à des argiles fibreuses et peuvent aussi se former en solution, par une richesse ionique.
- **La topographie** des sols peut également jouer un rôle dans la composition de l'argile :
  - Une zone pentée prévoit un fort drainage de l'eau, entraînant la formation de kaolinite.
  - Inversement, un milieu confiné, comme retrouvé dans les cuvettes, produira des smectites par phénomène de concentration.

### **III. METHODES D'ETUDES :**

Les minéraux argileux peuvent être étudiés à différentes échelles et avec plusieurs appareils

#### **1. Etude microscopique :**

L'étude des lames minces (LM) permet une approche micro-morphologique qui consiste à reconnaître les phases minérales argileuses et à étudier la distribution des argiles dans les roches sédimentaires ou les sols.

- a. **Le microscope optique :** au microscope optique, les argiles ne sont pas vraiment reconnaissables tellement que la taille est très fine.
- b. **Le MEB** (Microscope Electronique à Balayage) permet d'étudier l'agencement des particules argileuses.
- c. **Le MET** (Microscope Electronique à Transmission) permet d'étudier la morphologie des particules argileuse.

#### **2. Etude minéralogique :**

Dans le but de déterminer l'espèce minérale argileuse on utilise :

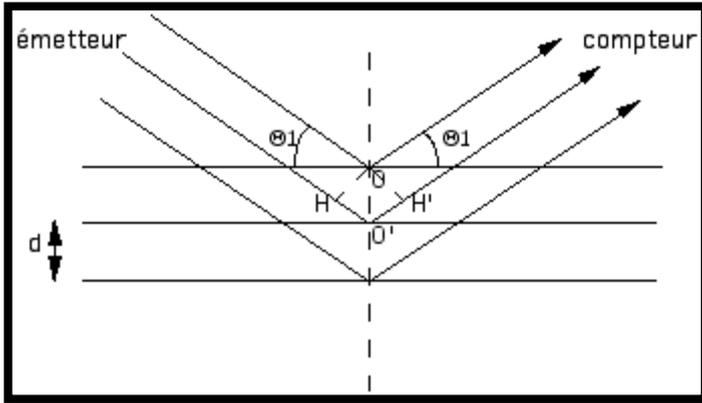
##### **a. La diffraction des rayons X :**

Elle consiste à envoyer un faisceau de rayons X sur les minéraux argileux composés de feuillets silicatés superposés. Ces derniers réfléchissent les rayons X qui les atteignent sous une incidence donnée, et dans une direction donnée.

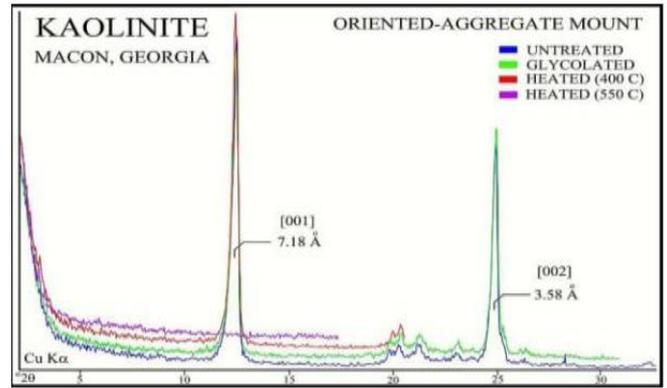
Pour un faisceau monochromatique de longueur d'onde donnée,  $\lambda$ , abondant, sous un angle  $\Theta$  une famille de plans atomiques, séparés les uns des autres d'une distance  $d$  (distance réticulaire). Les atomes diffusent cette onde dans toutes les directions et, dans le cas où les rayonnements renvoyés par les plans successifs sont en phase, l'intensité correspondante est suffisante pour être mesurée. La différence de marche  $\delta$  entre deux rayons réfléchis par deux plans consécutifs étant :  $\delta = OH + OH' = 2.d.\sin \Theta$

**Ces deux rayons sont en phase si  $\delta = n.\lambda$ .** D'où la relation dite *Loi de Bragg* :  $\delta = 2.d.\sin \Theta = n.\lambda$

En mesurant les angles  $\Theta$  de réflexion du rayonnement incident, on peut, connaissant  $\lambda$ , déterminer les distances réticulaires d'un réseau cristallin, caractéristiques d'un minéral donné. Les  $\lambda$  utilisées vont, habituellement, de 0,15 à 0,19 nm.



**Principe de diffraction des rayons X.**



**Diagramme de diffraction de la kaolinite de Georgia (USA).**

### **3. Etude géochimique :**

Pour déterminer la composition géochimique des argiles on utilise :

- a. **Fluorescence X (FX) :**
- b. **Analyses thermique différentielle (ATD) ou thermo-gravimétrique (ATG):** le degré d'hydratation des assemblages argileux.

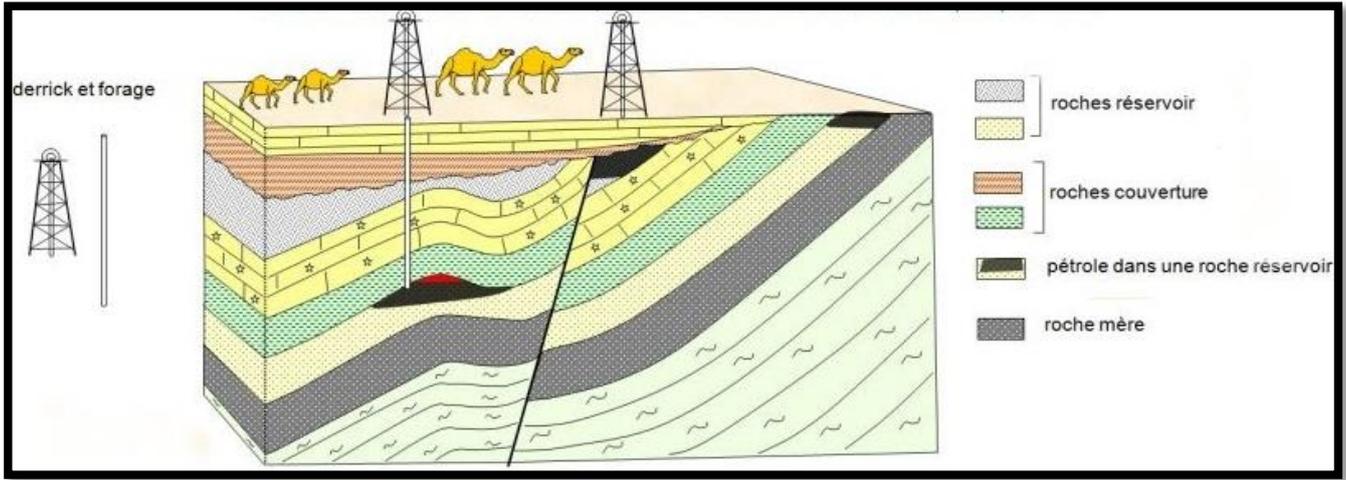
## **IV. DOMAINES D'ETUDES ET INTERET DES ARGILES :**

Quel que soit la discipline, la structure cristalline des argiles est importante car elle est responsable des propriétés spécifiques du minéral. Les argiles sont étudiées dans plusieurs domaines qu'on peut citer :

### **1. Intérêt pour l'industrie pétrolière :**

Le géologue les utilise pour apporter des informations sur les conditions environnementales et paléo-environnemental (sources, conditions de formation, diagenèse...), les conditions thermiques des gisements (degré de maturation). Les couches d'argiles peuvent correspondre à :

- Des roches-mères de pétroles ou de gaz (issues d'une boue riche en matière organique déposée en conditions anoxiques ou hypoxiques).
- Elles représentent aussi d'excellentes roches de couverture, c'est-à-dire des couches imperméables, susceptibles d'arrêter les hydrocarbures lors de leur remontée depuis leur roche-mère sous-jacente, (du fait de leur faible densité).

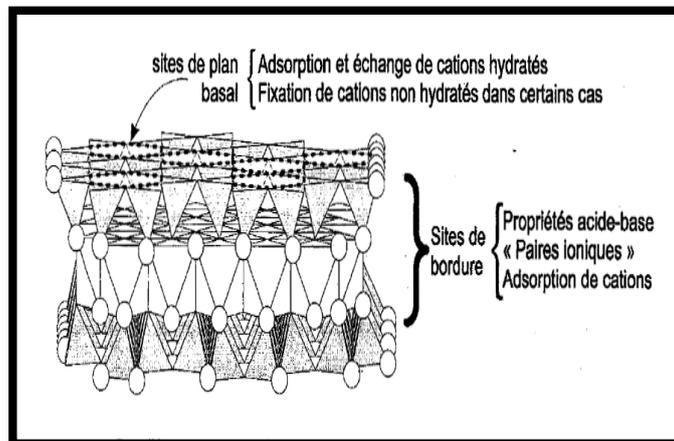


**Organisation schématique d'un gisement d'hydrocarbure.**

Les argiles sont utilisées comme une boue de forage, c'est le cas de la bentonite. Certaines smectites, dénommés bentonites, sont employées dans les forages pétroliers pour obtenir, mélangée à l'eau en proportions déterminées, une "**boue de forage**" de viscosité et de densité précises. Celle-ci a pour rôle d'empêcher la remontée brutale des fluides sous pression présents dans les roches traversées, mais aussi d'évacuer les débris créés par le trépan (l'outil de forage) tout en refroidissant l'outil.

**2. Intérêts en sciences de l'environnement :**

Les smectites (montmorillonites) en particulier, ont la capacité d'adsorber de nombreux éléments (à la surface de leurs feuillets), du fait de leur grande surface et des charges qu'elles portent (elles peuvent aussi absorber, s'ils pénètrent à l'intérieur des octaèdres silicatés). Elles ont ainsi une grande capacité d'échange cationique (C.E.C.), ce qui représente des pièges à cations polluants, comme le Cuivre, Zinc, et aussi les déchets radioactifs. L'imperméabilité des argiles en fait aussi un matériau intéressant pour l'isolement des déchets et le confinement des liquides qui peuvent se former au cours de leur dégradation.



**Les différents types de site de surface d'une smectites**

### **3. Intérêt des argiles dans le domaine de génie civil « facteur de risque »**

Le repérage des couches argileuses concerne aussi le génie civil, puisque ces couches, si elles absorbent une grande quantité d'eau, lors de fortes intempéries par exemple, commencent par devenir malléables et, au pire, perdent leur cohésion, donnant ainsi des glissements de terrains, ou des coulées boueuses, appelées aussi "laves torrentielles".

### **4. Intérêt agronomique « le complexe argilo-humique » :**

Les argiles sont une part importante des sols, où elles contribuent à l'apparition d'une structure complexe. Il provient de la formation de liaisons électrostatiques entre les minéraux argileux et la matière organique du sol, en particulier les acides humiques, à l'aide, de plus, de cations comme les ions calcium. [Ces ions assurent la floculation des argiles, c'est-à-dire la formation de micelles neutres par association des actions et des feuilletts argileux chargés négativement]. Le tout donne au sol une structure grumeleuse, stable et favorable pour l'agronome.

### **5. Intérêt des argiles dans le domaine de la construction « Les argiles, premier matériau de construction et d'outillage » :**

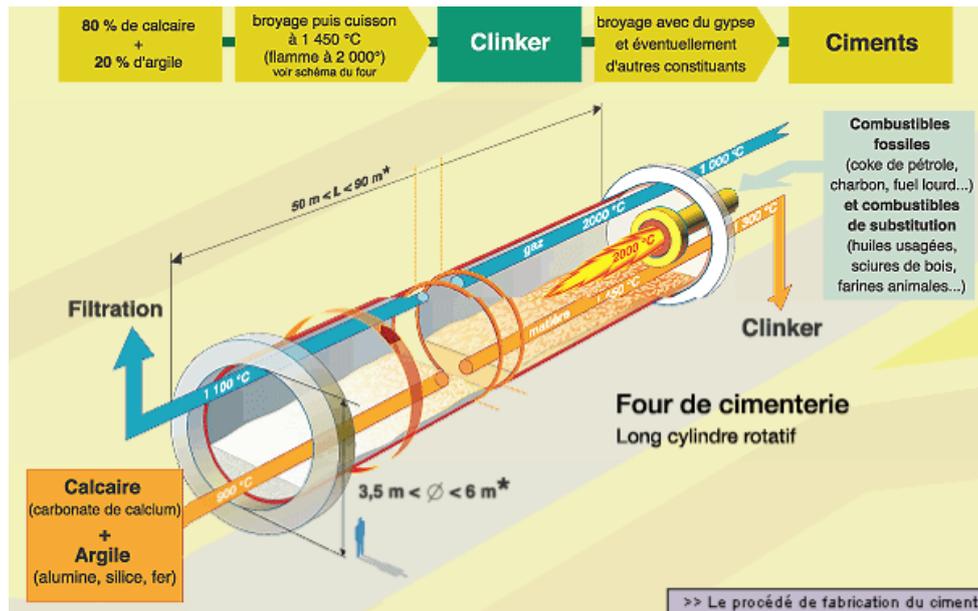
#### **a. La construction et les céramiques :**

L'argile est le matériau de base pour la création de briques, tuiles, carrelages, céramiques industrielles, robinetteries, porcelaines, faïences, poteries, etc...

Une argile pure, essentiellement constituée de kaolinite est utilisée pour la fabrication de produits fins, type faïences et porcelaines, après mélange avec d'autres produits).

#### **b. Les argiles composant du ciment :**

L'argile employée pour la formation de ciment contribue à l'apparition, à chaud, des silicates d'alumines (comme au cours de l'évolution métamorphique des argiles), principaux composants du ciment, avec le gypse.



**Schéma de procès de fabrication du ciment**

### **6. Intérêt des argiles dans l'industrie chimique :**

La finesse, et l'état très diversifiée des argiles, nous permet de les utiliser comme des catalyseurs employés dans l'industrie chimique. Pour piéger entre leurs feuillets des substances chimiques, afin de les stabiliser, et d'augmenter les rendements des réactions chimiques, ou d'orienter les molécules afin de privilégier une réaction par rapport à une autre.

### **7. Intérêt des argiles dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique :**

Les argiles sont utilisées comme divers traitements cosmétiques de la peau (hydratation de la peau, etc...), ou des "pansements gastriques" constitués de smectites (Smecta). L'industrie agro-alimentaire utilise aussi des argiles comme agents de texture de certains aliments.

### **8. Intérêt des argiles dans la recherche scientifique :**

Les argiles sont étudiées dans plusieurs domaines scientifiques :

Le géologue les utilise pour apporter des informations sur les conditions environnementales et paléo-environnemental (sources, conditions de formation, diagenèse...), les ingénieurs pétroliers déduisent les conditions thermiques des gisements (degré de maturation).

Les ingénieurs de génie civil étudient les propriétés en tant que matériel industriel (matériaux de construction, ajout de béton...). Les agronomes analysent les propriétés d'hydratation et d'adsorption des argiles pour concevoir les fertilisants.

D'une façon générale, l'intérêt de chaque argile est :

Argile	Intérêts
<b>Kaolinite</b>	Riche en silice et peu concentrée en sels minéraux, elle est utilisée pour la fabrication de <b>porcelaine et de céramique</b> . C'est une des rares argiles inerte chimiquement. Cette caractéristique en fait un composant idéal pour <b>le papier</b> , en tant que liant dans <b>les peintures, dans les plastiques</b> , ainsi que <b>dans les médicaments</b> .
<b>Smectite</b>	Elles prennent une texture de type gel, pouvant transporter des ions ou des molécules actives, cette propriété est à la base des technologies de pansements pour le tube digestif ( <b>pharmaceutique...</b> ).
<b>Montmorillonite</b>	Elle est utilisée dans la fabrication des <b>briques, sanitaires...</b>
<b>Attapulgite</b>	Utilisée dans la composition de <b>pansements gastriques</b> , dans le <b>traitement d'ulcère</b> de l'estomac, constipation, diarrhée, reflux gastrique... Elles sont aussi utilisées dans les <b>litières pour chat</b> .
<b>Bentonite</b>	Elle permet de détacher à sec et sans laisser d'auréoles, des <b>taches grasses</b> , sur les surfaces fragiles telles que textiles, ameublements, tapis, cuirs, marbres,... Elles peuvent aussi être utilisées pour <b>absorber, neutraliser les taches d'urine</b> . Elle est incorporée aux <b>cosmétiques naturels</b> . Elle est riche en calcium qui est utilisée au niveau de la <b>sphère digestive</b> .
<b>Illite</b>	On l'utilise en tant que <b>cataplasme</b> épais à appliquer sur les contusions diverses (entorses...), ou encore pour <b>absorber des impuretés</b> (déchets organiques, micro-organismes,...).
<b>Vermiculite</b>	On l'utilise comme <b>isolant thermique</b> pour les constructions, ce matériau ayant une faible masse, une incapacité à brûler et étant imputrescible et inaltérable
<b>Chlorite</b>	On l'utilise dans la fabrication des <b>briques, cosmétiques...</b>



**Domaine d'utilisation des argiles**