

Argile

☞ Pour les articles homonymes, voir [Argile](#) (homonymie).

Historiquement, en géologie et science du sol, le terme **argile** correspond à l'ensemble des minéraux présentant une taille inférieure à $2\ \mu\text{m}$ dans une roche. Cette coupure granulométrique est héritée des études pétrographiques effectuées par microscopie optique à la fin du XIX^e siècle. Les cristaux présentant alors une taille inférieure à $2\ \mu\text{m}$ n'étaient pas reconnaissables et classés sous l'appellation argile^[2]. Aujourd'hui, l'appellation argile diffère en fonction des domaines d'étude. Ainsi, en géotechnique, où l'on s'intéresse avant tout au comportement mécanique des sols, on désigne par argile les matériaux de granulométrie inférieure à $4\ \mu\text{m}$ (entre 4 et $50\ \mu\text{m}$, on parle de limon). En science des argiles, l'argile ne correspond pas à une coupure granulométrique, mais à des minéraux. Le terme est alors utilisé pour décrire les phyllosilicates et plus particulièrement les minéraux argileux.

Ces derniers sont classés en trois grandes familles selon l'épaisseur des feuillets ($0,7$ ou 1 ou $1,4\ \text{nm}$), qui correspondent à un nombre de couches d'oxydes tétraédriques (Si) et octaédriques (Al, Ni, Mg, Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn, Na, K, etc.). L'interstice entre feuillets peut contenir de l'eau ainsi que des ions. Il en résulte des variations de la distance entre feuillets, et donc des variations dimensionnelles macroscopiques de l'argile quand elle s'hydrate (dilatation) ou s'assèche (contraction) pouvant provoquer des fissures. Un matériau sec qui contient beaucoup de minéraux argileux « happe à la langue » (absorbe de l'eau en formant une pâte plastique)^[3].

L'argilite est une roche sédimentaire composée pour une large part de minéraux argileux, en général des silicates d'aluminium plus ou moins hydratés présentant une structure feuilletée (phyllosilicates) expliquant leur plasticité, ou fibreuse (sépiolite et palygorskite) expliquant leurs qualités d'absorption.

1 Structure des minéraux argileux

Les minéraux argileux sont tous constitués à partir d'un empilement de feuillets tétraédriques et octaédriques entrecoupé par un espace appelé espace interfoliaire :

- Les feuillets tétraédriques sont agencés en mailles hexagonales et sont constitués de tétraèdres



Argilite en Estonie.



La géophagie (consommation de terre argileuse) est courante chez certaines espèces de Psittacidés, ici dans le parc national de Yasuni en Équateur.

d'oxygène entourant un atome de silicium ou d'aluminium.

- Les feuillets octaédriques sont composés d'octaèdres formés par deux plans d'oxygènes-hydroxyles encadrant des atomes plus larges tels que : Al, Fe, Mg, Li, etc. Les cations constituants du feuillet octaédrique induisent, selon leur valence, une modification du taux de remplissage de la couche. Ainsi, pour une couche octaédrique purement magnésienne par exemple, constituée donc d'atomes de Mg^{2+} , un taux de remplissage de $100\ \%$ est constitué, tous les octaèdres sont occupés, on parle d'argile trioctaédrique. À l'inverse, pour une couche octaédrique purement alumineuse par exemple, constituée donc d'atomes d' Al^{3+} , le taux de remplissage sera au $2/3$, deux octaèdres sont remplis et un est laissé vide, on parle de vacance.

- Des substitutions peuvent intervenir entre les différents atomes constituants de la couche tétraédrique ou octaédrique. Ces substitutions induisent un déficit de charge permanente, faisant de beaucoup d'argiles des espèces stablement chargées négativement. Ces charges sont compensées par l'incorporation de cations au sein de l'interfoliaire de l'argile.
- Les groupements OH⁻ présents en bordure des argiles induisent également une capacité d'échange et d'adsorption d'espèces chargées. Ces groupements hydroxyles sont cependant dépendant du pH ainsi : À bas pH, les hydroxyles de surfaces sont entièrement protonés (OH) l'argile montre une charge de bordure globalement positive. À haut pH, les hydroxyles se déprotonent, la surface est globalement négative (O²⁻). On parle alors ici de charges variables. Ces dernières sont nettement moins importantes que les charges permanentes, mais jouent tout de même un rôle dans la capacité d'échange de l'argile.
- Exemple de calcul de la charge permanente : Si on considère une Kaolinite, de formule Si₄Al₄O₁₀(OH)₈, le bilan de charge est le suivant : 4 atomes Si⁴⁺ + 4 atomes Al³⁺ + 18 atomes O²⁻ + 8 atomes H⁺ = (4*4) + (4*3) + (18*-2) + (8*1) = 0. Cette argile n'a pas de charge permanente et donc aucun cation interfoliaire pour neutraliser la charge. La totalité de la capacité d'échange de cette argile est liée à ses charges variables de bordure. À l'inverse, une Montmorillonite de formule (Na)_{0,6}(Al_{3,4}, Mg_{0,6})Si₈O₂₀(OH)₄·nH₂O montre le bilan suivant : 8 atomes Si⁴⁺ + 3.4 atomes Al³⁺ + 0.6 atomes Mg²⁺ + 24 atomes O²⁻ + 4 atomes H⁺ = (4*8) + (3.4*3) + (0.6*2) + (24*-2) + (4*1) = -0.6 ce déficit est comblé par l'incorporation de 0.6 cations monovalent, ou 0.3 cations divalent (dans l'exemple on considère Na_{0,6}). La totalité de la capacité d'échange de cette argile est liée à ses charges permanentes ainsi qu'à ses charges de bordure.

1.1 Propriétés de gonflement et d'échange

- Certaines argiles présentent la capacité d'augmenter leurs espaces interfoliaire. Cette propriété provient de l'incorporation de cations hydratés (Na, Ca, etc.) permettant de compenser les déficits de charges permanentes. Ce phénomène n'existe plus si la charge de l'argile est trop forte (ex. : micas : charge totale de l'argile de -1 parfaitement contrebalancé par les cations déshydratés (K)) ou nulle (ex. : pyrophyllite, talc : charge totale de l'argile de 0, aucun cation interfoliaire). Les espèces expansibles sont celles dont la charge varie de 0.3 à 0.8 ce qui comprend la sous-classe des Sméctites ainsi que les Vermiculites. C'est l'eau incorporée via les cations hydratés qui permet le gonflement de l'édifice cristallin. Le gonflement est d'autant plus important que l'humidité est élevée. À un état parfaitement sec, une sméctite n'aura aucune molécule d'eau, la distance feuillet + interfoliaire = 10 Å, comme une Pyrophyllite. La distance feuillet + interfoliaire d'une sméctite peut ainsi aller de 10 Å à 18 Å.
- Les cations compensant les charges permanentes et variables de l'argile restent, pour la plupart, échangeables dans l'environnement. chaque argile a ainsi une CEC propre témoignant de leur appartenance à une des grandes familles de minéraux argileux. À titre indicatif, les sméctites ont une capacité d'échange bien plus grande que les kaolinites, car, pour ces dernières, leur capacité d'échange est uniquement dictée par les charges variables
- Différence de structure entre un feuillet octaédrique dioctaédrique et trioctaédrique.
- Structure atomiques d'une argile TOT trioctaédrique.
- Structure des feuillets d'une argile TOT trioctaédrique.
- Vue du feuillet tétraédrique arrangé en mailles pseudo-hexagonales.
- Vue d'un empilement de 10 feuillets.

2 Classification des minéraux argileux^{[4],[5]}

Cette section **ne cite pas suffisamment ses sources**. Pour l'améliorer, ajoutez des références vérifiables [Comment faire ?] ou le modèle {{Référence nécessaire}} sur les passages nécessitant une source.

On différencie les argiles par leur type de combinaison d'empilement des feuillets tétraédriques et octaédriques, le cation de la couche octaédrique, la charge de l'argile et le type de matériel interfoliaire.

Les minéraux argileux se répartissent en plusieurs grandes familles :

- Les minéraux argileux dits 1 :1 ou TO : Ces derniers sont constitués d'un feuillet tétraédrique surplombant une couche octaédrique. Ils présentent typiquement une taille de 7 Å (TO+interfoliaire).
 - Tableau récapitulatif des argiles TO, Te = Nombre de cations Si tétraédriques par maille, Oc = charge de l'octaèdre par maille, les parenthèses indiquent le cation octaédrique.

- Explication du classement : exemple d'une montmorillonite de charge 0.6 (avec sodium interfoliaire) : $(\text{Na})_{0,6}(\text{Al}_{3,4}\text{Mg}_{0,6})\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$: La couche tétraédrique est entièrement Si ; on a donc $T_e=8$, à l'inverse l'octaèdre montre (par définition) une substitution $\text{Al} \leftrightarrow \text{Mg}$ on a donc bilan des charges positif (dans cet exemple) = $3.4 \times 3 + 0.6 \times 2 = 11.4$; or la charge parfaite de l'octaèdre d'une argile TOT est de 12. On se retrouve alors dans le cas $O_c < 12$. Attention, il n'est pas rare de trouver les formules par demi-maille des argiles, la montmorillonite de l'exemple devient alors $(\text{Na})_{0,3}(\text{Al}_{1,7}\text{Mg}_{0,3})\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- Les minéraux argileux dits 2 :1 ou TOT : Ces derniers sont constitués de deux feuillets tétraédriques encadrant une couche octaédrique. Ils présentent en fonction de l'espèce une taille allant de 10 Å à 18 Å (TOT+interfoliaire)
 - Tableau récapitulatif des argiles TOT, T_e = Nombre de cations Si tétraédriques par maille, O_c = charge de l'octaèdre par maille, les parenthèses indiquent le cation octaédrique
 - Le terme « sméctite » ou « smectite » souvent utilisé de manière abusive représente l'ensemble des espèces TOT, gonflantes, ayant une charge comprise entre -0.2 et -0.6 .
- Les minéraux argileux dits 2 :1 :1 ou TOT :O : Ces derniers sont constitués de deux feuillets tétraédriques encadrant une couche octaédrique, l'espace interfoliaire est rempli par un feuillet octaédrique. Ce feuillet interfoliaire octaédrique possède la même structure que la brucite, on parle dans ce cas de feuillet brucitique. Les argiles 2 :1 :1 présentent typiquement une taille de 14 Å (TOT+O). Ce groupe est constitué par le grand groupe des chlorites. On les classe selon l'aspect dioctaédrique ou trioctaédrique du feuillet octaédrique et du feuillet brucitique.
- Le groupe Tri-Tri est le plus répandu sur terre. Les groupes Di-Tri et Di-Di sont plus rares. Le groupe Tri-Di reste encore inconnu, aucun minéral de ce type n'a encore été découvert.

3 Caractérisation des argiles

3.1 Diffraction des rayons X

Une des techniques utilisées pour reconnaître les argiles est l'analyse par diffraction de rayons X. Cette technique

nécessite une préparation spécifique de l'échantillon. Chacune des méthodes de préparation permet d'obtenir des informations différentes sur la structure du minéral.

La préparation désorientée se fait, comme son nom l'indique, à partir d'une poudre compacte dont les constituants auront été désorientés. Plusieurs méthodes sont utilisées : la poudre arasée, le « *side loading* », le « *back loading* » ou encore le « *spray-dried* ». La désorientation « parfaite » d'une poudre reste une technique délicate, pouvant être fortement influencée par les éventuelles orientations préférentielles induites par certains minéraux. La poudre désorientée reste la méthode de préparation majoritairement utilisée pour l'identification des phases dans un échantillon minéral. Cette dernière permet d'obtenir l'ensemble des plans de diffraction des phases constituantes. Les argiles, quant à elles, sont plus difficilement différenciables par cette technique, car leurs plans cristallographiques sont pour beaucoup identiques d'une famille à l'autre. Les diffractogrammes montrent alors des pics superposés rendant la lecture et l'identification des phases plus complexes. Cependant, bien que présentant certains inconvénients (pour les phyllosilicates) la vision globale des plans de diffractions permet d'atteindre des paramètres tels que le taux de remplissage de la couche octaédrique, etc.

Une variante de la préparation désorientée consiste à placer la poudre dans un capillaire. Cette technique donne des résultats semblables, mais permet de travailler avec des quantités de matières bien inférieures.

La préparation de lames orientées est une méthode mise en place pour discerner les différents phyllosilicates d'un échantillon. Elle consiste à laisser sédimenter un échantillon pendant un laps de temps (*loi de Stokes*) donné afin d'en récupérer uniquement la fraction $< 2 \mu\text{m}$, considérée comme étant la fraction renfermant la phase argileuse « pure ». Cette fraction en solution est ensuite déposée sur une lame de verre, puis séchée. Lors du séchage les particules lamellaires d'argiles vont toutes s'orienter selon leur plan cristallographique (001) (à l'image d'une pile de papier tombant à terre, toutes les pages finissent grande face vers le sol). Lorsque l'on soumet cette lame à la diffraction, on n'obtient donc que les raies 00l (c'est-à-dire 001, 002, etc.). Ces raies sont caractéristiques des grandes familles de minéraux argileux.

Dans certains cas, les pics de diffractions sont fatalement superposés. Pour différencier les argiles, on effectue alors divers traitements visant à modifier l'espace inter-feuillets : chauffage, acidification, remplacement du cation interfoliaire... En regardant l'évolution des pics de diffraction aux faibles angles selon le traitement, on peut reconnaître l'argile.

Outre en géochimie, cette technique est également utilisée par la police scientifique pour essayer de déterminer l'origine des traces de terre qui peuvent constituer un indice lors d'une enquête.

3.2 Essai au bleu de méthylène

Pour reconnaître les différents types d'argile on peut pratiquer un essai au bleu de méthylène. En dosant la concentration de bleu de méthylène après un contact avec une argile, on en déduit indirectement la CEC de cette dernière. Ce qui permet de classer globalement le minéral.

3.3 Couleurs

Les particules d'argile ne sont nullement responsables de la couleur du sol. La couleur rouge, orange, jaune, vert, bleu d'un sol (argileux ou non) est due à l'état du fer dans le sol (oxydé dans les trois premiers cas et réduit dans les deux derniers). Lorsque le sol est d'une couleur tendant vers le blanc, c'est que cet élément a été dissous et évacué hors du profil.

Par ailleurs, argile (nom masculin) est le nom d'une couleur d'un gris neutre très pâle tirant sur le blanc.

3.4 Chimie

Dans l'eau, les particules d'argile se comportent comme des gouttes d'huile dans la vinaigrette : elles se regroupent et forment des « micelles » en suspension : on dit que l'argile est à l'état « dispersé ». La présence de sels minéraux dissous portant des charges positives (Ca, Mg, K, Na, NH₄, Fe, Mn, Cr, Ti, Al, Ba, Sr...) provoque la liaison des micelles entre elles : l'argile est floculée. Cette propriété des argiles va lui permettre d'être liquide à l'état dispersé, pâteuse dans la boue et solide dans un sol sec. L'argile est un colloïde qui flocule avec des cations.

4 Formation

Les argiles désignent de très fines particules de matière arrachées aux roches par l'érosion ainsi que les minéraux argileux ou phyllosilicates (Ces dernières observées au microscope ont la forme de plaquettes, ce qui explique leur plasticité). La plupart de ces particules proviennent de la désagrégation de roches silicatées : du granite (mica et feldspath), du gneiss ou encore des schistes. Ces particules sont transportées par le vent ou l'eau sous forme de limon ou de vase. Les fleuves véhiculent des argiles qui finissent par se déposer en alluvions, dans le cours d'eau lui-même, à son embouchure, dans un lac ou dans la mer. Les dépôts peuvent alors sédimenter et former une roche argileuse par diagenèse : déshydratation et compactage. En tant que roches sédimentaires, les affleurements argileux présentent une succession de strates empilées les unes sur les autres.

4.1 Argiles néo-formées

Les terres argileuses sont composées d'éléments très fins, provenant de la dégradation mécanique et chimique de roches préexistantes (en particulier les micas et les feldspaths). On trouve les bancs d'argile dans les sédiments déposés par l'érosion des eaux depuis l'ère Tertiaire, au pied des montagnes et dans les grandes vallées fluviales. Après la dissolution d'un calcaire, des argiles peuvent se former puis tapisser les dépressions karstiques (les dolines).

4.2 Argiles et plantes

Les racines des plantes, par hydrolyse et en symbiose avec la pédofaune, se nourrissent des roches, et sécrètent pour les dissoudre des acides : les racines, grâce aux sucres issus de leur photosynthèse, fournissent l'énergie nécessaire aux micro-organismes pour qu'ils transforment la roche en éléments absorbables par les racines. Les besoins des plantes en silice, fer et aluminium sont infimes, or ce sont les éléments constitutifs de la croûte terrestre majoritaires (silicium 26 %, aluminium 7 %, fer 4 %). Donc à mesure que les autres éléments sont prélevés et exportés définitivement (recyclage constant) en surface pour nourrir la plante et le sol, ces trois derniers restent et se concentrent jusqu'à saturation - d'autant plus vite que ces éléments sont déjà majoritaires. Ils recristallisent alors en argiles (formation d'un précipité). La formation biologique de l'argile serait maximale dans la zone du sol située entre 5 et 25 cm de profondeur. La production annuelle serait de 0,00001 à 0,002 g par 100 g de matériau parent, ce qui est relativement lent. En considérant qu'un mètre de terre pèse environ 10 000 tonnes à l'hectare, cela correspond à une production annuelle de 3 à 60 kg à l'hectare sur 30 cm de sol.

Les facteurs influençant positivement la formation de l'argile sont une humidité édaphique élevée (drainage modéré), une température élevée, la grande finesse de grain de la roche-mère, sa richesse en bases et sa friabilité. Plus le sol est ancien plus la formation d'argile est rapide, et c'est au final le type de sol, donc de climat et de communautés biologiques, qui influe le plus sur la quantité d'argile produite^[6].

5 Utilisation

L'argile est un des plus anciens matériaux utilisés par l'homme. Pétrie avec de l'eau, elle donne une pâte plastique qui peut être facilement moulée ou mise en forme. Après cuisson, elle donne un objet résistant et (si émaillé ou porcelaine) imperméable. Ces propriétés remarquables sont à l'origine de son utilisation très ancienne pour réaliser des objets en céramique, en porcelaine... Briques et tuiles sont également fabriquées à partir d'un



Mur à colombage en torchis.

mélange d'argile et d'eau moulé sous pression et cuit à température suffisamment élevée (1 000 à 1 300 °C).

5.1 Terre cuite

Article détaillé : Céramique.

L'argile hydratée est **malléable**, elle peut être mise en forme ; après séchage, elle devient solide, et le reste de manière permanente après un passage au four (« cuite »). Ces propriétés en font un matériau de choix pour la fabrication d'objets **céramiques**.

Une terre argileuse destinée à la cuisson est souvent appelée « glaise » ou « terre glaise ». Suivant sa destination on lui a donné des noms divers : terre à four, terre à brique, terre à pipe, terre à potier, terre à porcelaine (le kaolin), etc.

On peut nommer la plus grande partie des argiles par les termes « terres à faïence » ou « argiles communes ». Ces argiles contiennent assez de fer et autres impuretés minérales pour devenir solides, cuites de 950 à 1 300 °C environ. À l'état naturel, elles sont grises, verdâtres, rouges ou brunes à cause des oxydes qu'elles contiennent, oxyde de fer, oxyde de titane et autres.

La couleur de l'argile cuite peut aller du blanc ou du rose au noir en passant par toutes les nuances de jaune, rouge, brun, plus rarement vert ou bleu, suivant la qualité particulière de chaque argile et les conditions de cuisson. La majorité des poteries dans le monde est réalisée avec ce genre d'argile, ainsi que les briques, les tuiles, les tuyaux et autres productions similaires.

L'argile commune peut être très **plastique**, et même trop plastique et trop collante pour être employée seule ; d'autre part, il arrive qu'elle ne le soit pratiquement pas à cause de la présence de sable ou d'autres débris rocheux.

Le potier et le sculpteur recherchent une terre à faïence douce et plastique, qu'ils peuvent éventuellement modifier en ajoutant un peu de sable d'argile non plastique, de la

chamotte, ou des fibres de cellulose.

Le briquetier, lui, recherche une terre moins fine contenant du sable et d'autres débris non plastiques, qu'il pourra presser, sécher et cuire, sans crainte de gauchissement, de fentes ou de retrait excessif.

Enfin on peut pratiquer une « **minéralurgie** » pour éliminer ou ajouter les éléments indésirables ou nécessaires sur les argiles, afin de leur donner les caractéristiques nécessaires à leur utilisation plus ou moins industrielle.

5.2 Terre crue

L'argile est employée dans la fabrication de briques de terre crue. C'est aussi le matériau principal dans les techniques de torchis, de bauge, de béton de terre, etc.

La **terre-papier** est une argile contenant des fibres de cellulose, qui présente une grande résistance lorsqu'elle est sèche. La terre-papier, utilisée crue, est un matériau de création et de décoration qui adhère sur toute surface poreuse et peut recevoir des peintures, pigments et patines. Elle peut aussi être utilisée cuite ; elle est alors moins lourde que les autres argiles, plus résistante aux chocs thermiques, mais plus fragile contre les impacts.

La **terre-argile** est terme **ésotérique** associé notamment à l'emploi de l'argile pour ses propriétés thérapeutiques.

5.3 En association avec le calcaire

Associé au calcaire il est à la base de la fabrication des chaux hydrauliques et ciments.

5.4 Sols argileux et agriculture

Les argiles sont des **colloïdes** constituées de fines particules (micelles) portant chacune une charge électrique de même signe en suspension dans un milieu, l'autre colloïde du sol étant l'**humus**. Ces deux éléments s'associent grâce en particulier à l'action des lombrics pour former le **complexe argilo-humique** qui est la base du système permettant aux racines des plantes de puiser les éléments nourriciers du sol (cf. double-circuit descendant et ascendant de la sève).

L'argile a la propriété de se retrouver dans deux états réversibles :

- elle peut être dispersée. Dans ce cas elle s'infiltrerait entre les éléments sableux et ne se soude pas en agrégat. Avec la pluie, l'argile se gonfle et empêche l'eau et l'air de pénétrer dans le sol. Le sol se glace. En séchant le sol se crevasse ;
- elle peut être floculée. L'argile est agrégée en petites mottes. Dans cet état elle n'est pas diluée par l'eau. L'eau et l'air peuvent passer entre les agrégats.

Avec la présence de l'argile les agrégats retiennent de l'eau.

Dans le sol, le calcium (apporté si nécessaire par un chaulage) permettra de flocculer l'argile (entre autres). Ce calcium peut provenir de sels calciques ou de chaux. Le calcium Ca^{2+} ayant deux charges positives va pouvoir retenir deux micelles d'argile qui elle est chargée négativement.

Une fois ces paramètres intégrés, on comprend aussi que les actions mécaniques en eux-mêmes n'ont aucune influence sur ce phénomène. On peut, par exemple, laisser geler des mottes sans action à long terme sur les micelles d'argile, dès la première pluie le phénomène va se reproduire. Il sera nécessaire de prendre le problème dans son ensemble : une couverture appropriée (litière) qui protège et nourrit le processus humique, un travail racinaire qui décompacte et aère, un apport de matière organique et d'amendements à vocation structurante.

Dans tous les cas, lors d'une culture sans labour, la fragmentation n'est pas l'objet premier recherché, même s'il évite la traditionnelle semelle de labour ; celle-ci (la fragmentation), est le résultat de l'activité racinaire, soutenue par tous les échanges de la rhizosphère. C'est aussi un des intérêts majeurs du recours à certains engrais verts. Notons encore que le taux d'humus et l'usage d'amendements appropriés, outre le travail racinaire, peut-être un recours complémentaire pour fragmenter un sol argileux compacté. En tout état de cause, chaque sol à son profil et son histoire, et « la » solution doit intégrer l'ensemble des données^[7]. Si les vers de terre apportent aussi leur contribution à ce travail d'aération et de fragmentation en creusant leurs galeries, leur apport déterminant se situent dans le brassage des composés minéraux, argileux, avec les composés humiques. Le composé humique (humus) pour sa part est le fruit d'un travail complexe qui se développe depuis la litière et toute sa vie (faune et flore), associant aussi les champignons, (notamment pour décomposer la cellulose et la lignine), et les bactéries incroyablement actives et irremplaçables au niveau de la rhizosphère qui permet l'humification des matières organiques et par suite, la constitution du complexe argilo-humique.

Le CAH (complexe argilo-humique) permet l'association des deux colloïdes du sol et est beaucoup plus stable que la floculation unique, toujours grâce à l'action des liens ioniques.

L'incorporation de bois raméal fragmenté est utile de ce point de vue, si l'on respecte l'ensemble du processus, les matières ligneuses doivent en effet se décomposer lentement en surface, pour relancer la création d'humus. Le facteur taille est important -on parle de « chips »-, car si on ajoute profondément dans le sol de grosses particules non décomposées, elles ne généreront pas l'humus recherché et les micelles d'argile en dispersion continueront à gonfler, asphyxier et se rétracter ^[réf. nécessaire].

Les engrais verts peuvent permettre de limiter le phéno-

mène mais un bon drainage du sol argileux peut aussi s'avérer nécessaire, qu'il passe par un travail mécanique, par un amendement restructurant régulateur de son comportement hydrique, ou par l'adjonction d'arbres ou arbustes à enracinement plus profond.

Par ailleurs, un sol argileux présente l'inconvénient de se réchauffer moins vite au printemps. En effet, l'air chauffe plus vite que l'eau et un sol gorgé d'eau n'a plus d'air, donc se réchauffe moins vite. tout ce qui va aérer et restructurer ce sol sera donc utile.

5.5 Autres utilisations

Des chercheurs en science des matériaux travaillent sur l'intégration d'argile dans des polymères. Les plaquettes d'argiles peuvent produire un renforcement (déviation des fissures dans les polymères « choc », c'est-à-dire devant résister aux chocs). Par ailleurs, elles peuvent gêner la diffusion de gaz, et notamment de gaz combustibles issus de la pyrolyse lors d'un feu, améliorant ainsi la résistance au feu du polymère.

Certaines argiles kaoliniques très pures permettent de rendre la pâte à papier blanche ; toutefois ce procédé est de moins en moins utilisé, il est remplacé par l'ajout de carbonate de calcium précipité.

Dans les peintures, l'ajout de charges minérales comme la bentonite permet d'obtenir la rhéologie souhaitée et améliore aussi la stabilité des suspensions (cataphorèse).

Certaines argiles sont utilisées en fonderie, pour réaliser les moules.

Différents types d'argiles (verte, blanche et rouge principalement) sont utilisés pour leurs propriétés thérapeutiques (en cas de lésions, d'infections, etc.)^{[8],[9]}.

L'argile était utilisée par la civilisation suméro-akadienne (les Sumériens de Mésopotamie). De petites boules d'argile étaient aplaties pour former un rectangle approximatif afin de pouvoir y inscrire de l'écriture cunéiforme. Les Sumériens utilisaient des sortes de sceaux cylindres. Ces cylindres étaient gravés à l'intaille et lorsqu'on les faisait rouler en appuyant sur l'argile, ils laissaient une empreinte en relief.

6 Calendrier républicain

- Dans le calendrier républicain, l'Argile était le nom attribué au 12^e jour du mois de nivôse^{[10],[11]}.

7 Religions

D'après les religions abrahamiques, les ancêtres de l'humanité (Ève et Adam) auraient été créés en argile par Dieu.



La Création d'Adam par Michel-Ange, en 1512.

D'après le Coran :

« Nous avons certes créé l'homme d'un extrait d'argile, puis Nous en fîmes une goutte de sperme dans un reposoir solide. Ensuite, Nous avons fait du sperme une adhérence, et de l'adhérence Nous avons créé un embryon, puis, de cet embryon Nous avons créé des os et Nous avons revêtu les os de chair. Ensuite, Nous l'avons transformé en une tout autre création. »^[12]

(Sourate 23, Al-Mu'minūn)

8 Pour aller plus loin

8.1 Notes et références

- [1] La classification des minéraux choisie est celle de Strunz, à l'exception des polymorphes de la silice, qui sont classés parmi les silicates.
- [2] (en) Bruce Velde et Alain Meunier, *The Origin of Clay Minerals in Soils and Weathered Rocks*, Springer, 2008 (ISBN 3540756337).
- [3] Identification macroscopique des minéraux et roches
- [4] (fr+en) Alain Meunier, *Argiles*, Springer, 2005 (ISBN 3540216677).
- [5] (en) Rossman F. Giese et Carel J. Van Oss, *Colloid and surface properties clays and related minerals*, Dekker, 2002 (ISBN 082479527X).
- [6] <http://www.clays.org/journal/archive/volume%206/6-1-110.pdf>
- [7] cf. les semis directs sous couvert végétal C.Bourguignon et INRA
- [8] L'argile qui guérit - Mémento de médecine naturelle, Raymond Dextreit, ISBN 978-2-7155-0067-9
- [9] Plus de 120 Témoignages sur l'Argile qui Guérit, Raymond Dextreit, ISBN 978-2-7155-0166-9
- [10] Ph. Fr. Na. Fabre d'Églantine, *Rapport fait à la Convention nationale dans la séance du 3 du second mois de la seconde année de la République Française*, p. 22.

[11] http://www.louisg.net/calendrier_republicain.htm

[12] Sourate 23, Al-Mu'minūn (les Croyants)

8.2 Bibliographie

- (en) Folk RL. 1954. *The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature*. *Journal of Geology* 62 :344-359.
- (en) Folk RL. 1966, *a review of grain-size parameters*, *Sedimentology* 6 :73-93.
- (en) Folk RL, Ward WC. 1957, *Brazos River bar : a study in the significance of grain size parameters*. *Journal of sedimentary Petrology* 27 :3-26.
- (en) Wenworth CK. 1992. *A scale of grade and class terms for classioc sediments*. *Journal of Geology* 30 :377-392

8.3 Articles connexes

- Archéomagnétisme
- Argile blanche
- Argile de Londres
- Argile du Gault
- Complexe argilo-humique
- Géophagie
- Liant
- Marne (roche)
- Poterie
- Sol argileux constructible
- Sol argilo-calcaire
- Terre-argile
- Adobe (brique)
- Terre-papier

8.4 Liens externes

- Cours en ligne de géologie des argiles, Université de Liège.
- Préparation et collecte de l'argile, sur le site paleo-site.free.fr
- carte de France des sols argileux présentant un risque de retrait-gonflement, sur le site argiles.fr

-  Portail des minéraux et roches
-  Portail de la chimie
-  Portail de la céramique

9 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

9.1 Texte

- **Argile** *Source* : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Argile?oldid=115166362> *Contributeurs* : Shaihlud, Rinaldum, Hemmer, Orthogaffe, BORIES René, Treanna, Ggbb, Pontauxchats, Alno, Cdang, HasharBot, Abrahami, Nøjhan, Liondelyon, Loïc, MedBot, Buggs, Sam Hocevar, Phebot, Urban, Mahaba, Romary, Jef-Infojef, Jide, Ptyxs, Henri Pidoux, Criric, Vincnet, Leag, Gemme, Erasmus, Piku, Graphophile, Sherbrooke, Padawane, Blondie, Mahlerite, Gede, Wilc, Chobot, Vazkor, David Berardan, Roland45, Gzen92, EdC, Calbp, Riko6087, RobotQuistnix, FlaBot, Tavernier, LeonardoRob0t, Pako-, Litlok, TED, Vash06, Pautard, Gfsas, Xofc, Xavoux, Astirmays, Esprit Fugace, SashatoBot, Crocy, Pld, Epsilon0, ChoumX, Lamiot, Bernard33, Ton1, Mayerwin, Perditax, Bapt1steD, Rhadamante, Chaoborus, Mnémosyne, Trex, Laurent Nguyen, Elche41, Patrick.charpiat, RémiH, JAnDbot, MSBOT, Sebleouf, Christophe Dioux, PouX, CommonsDelinker, Verbex, Nerijp, VonTasha, Rei-bot, Salebot, Zorrobot, Gerakibot, DorganBot, Idioma-bot, TXiKiBoT, Tooony, Aibot, VolkovBot, Botx, Ptbotgourou, AlleborgoBot, Xbx, Lysosome, BotMultichill, SieBot, Dieumars, Lepstyleon, Vlaam, Dhatier, Kelam, ViZiT, PixelBot, Rina-ku, Alexbot, BodhisattvaBot, TroisiemeLigne, HerculeBot, WikiCleanerBot, ZetudBot, WikiDreamer Bot, LaaknorBot, CUSENZA Mario, Ginosbot, Maleine258, Géodigital, Luckas-bot, GrouchoBot, Papatt, MauritsBot, Pachycephale, DSisyphBot, Teuxe, Mikefuhr, Wkltb, Tpa2067, Xqbot, RibotBOT, Alex-F, Vincent.vaquin, Théophraste, Obamadu31, Coyote du 57, Lomita, TobeBot, JacquesN, Mekkiwik, The Titou, Toto Azéro, EmausBot, Salsero35, Klewic, Michel Awkal, ChuispastonBot, Jules78120, Splujer, Oimabe, MerIlwBot, Utilisateur disparu, OrlodrimBot, Pano38, PolBr, Jean Marcotte, Taokitao, Leluthier, Hectorite, Nantoka, Jgm18, Steffy3001, Falano, Addbot, Eveilboudha, Ghassul, Do not follow, Jean et paul, Girart de Roussillon et Anonyme : 91

9.2 Images

- **Fichier:Clay-ss-2005.jpg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2c/Clay-ss-2005.jpg> *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:Creation_of_Adam_Michelangelo.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0c/Creation_of_Adam_Michelangelo.jpg *Licence* : Public domain *Contributeurs* : http://www.wallpaperweb.org/wallpaper/drawing/the-creation-of-adam-by-michelangelo_1600x1200_19371.htm *Artiste d'origine* : Michel-Ange
- **Fichier:Disambig_colour.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Disambig_colour.svg *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Bub's
- **Fichier:Emerald_rough_300x422.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a1/Emerald_rough_300x422.jpg *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : English Wikipedia *Artiste d'origine* : Ryan Salsbury
- **Fichier:Kangxi_transitional_porcelain_Bowl.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Kangxi_transitional_porcelain_Bowl.jpg *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Transferred from en.wikipedia; Transfer was stated to be made by User:Million_Moments. *Artiste d'origine* : Original uploader was Iwanafish at en.wikipedia
- **Fichier:KaoliniteUSGOV.jpg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/KaoliniteUSGOV.jpg> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:Lehm_ausfachung.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Lehm_ausfachung.jpg *Licence* : CC BY-SA 2.0 de *Contributeurs* : photo taken by Ralph Oesker *Artiste d'origine* : Ralph oesker
- **Fichier:Many_parrots_-_Anangu,_Yasuni_National_Park,_Ecuador_-_clay_lick-8.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3a/Many_parrots_-_Anangu%2C_Yasuni_National_Park%2C_Ecuador_-_clay_lick-8.jpg *Licence* : CC BY 2.0 *Contributeurs* : Clay lick *Artiste d'origine* : Geoff Gallice from Gainesville
- **Fichier:Nuvola_apps_edu_science.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/Nuvola_apps_edu_science.svg *Licence* : LGPL *Contributeurs* : <http://ftp.gnome.org/pub/GNOME/sources/gnome-themes-extras/0.9/gnome-themes-extras-0.9.0.tar.gz> *Artiste d'origine* : David Vignoni / ICON KING
- **Fichier:Question_book-4.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Question_book-4.svg *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : Created from scratch in Adobe Illustrator. Originally based on Image:Question book.png created by User:Equazcion. *Artiste d'origine* : Tkgd2007

9.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0