



1. CETTE CASE OBUS bâtie par les Musgum, ethnie du Nord du Cameroun, est faite de terre, un remarquable matériau de construction qui traverse les siècles.

Le centre de Lyon est en partie bâti en terre ; plus d'un million d'habitations le sont en France, comme des centaines de millions dans le monde. La terre crue a toujours été l'un des tout premiers matériaux de construction de l'humanité. Elle le reste pour près de deux milliards d'êtres humains sur tous les continents, et elle ne sert pas qu'à construire de rudimentaires abris individuels : un bâtiment sur cinq du patrimoine de l'humanité inscrit à l'UNESCO est construit en terre.

Comment un matériau qui devient poussière s'il est trop sec, qui devient boue s'il est trop humide, peut-il servir à construire des édifices qui, comme les immeubles yéménites, dépassent dix étages, et qui, comme les murs d'enceinte de l'Alhambra ou de certaines portions de la Grande Muraille de Chine, traversent les siècles et les millénaires ? La réponse est à l'image du matériau lui-même : multiple.

tion partielle des minéraux initiaux et la formation de minéraux secondaires. La roche initiale se transforme ainsi petit à petit en une structure stratifiée faite de la superposition de différents « horizons ».

Brune, verte, grise, ocre, rouge ou blanche, la terre de chaque horizon révèle par sa couleur les grands traits de sa composition, tout particulièrement sa richesse en matières organiques et en oxydes de fer plus ou moins réduits. Grossière ou fine, la granulométrie – qui va des fractions les plus grossières, les cailloux (plus de deux centimètres), aux plus fines, les argiles (moins de deux micromètres), en passant par le gravier, le sable et le limon – révèle aussi son degré de transformation. Les fractions les plus grossières ne sont généralement que des fragments de roche-mère, tandis que les fractions les plus fines, les argiles, sont toujours des minéraux de transformation ayant incorporé à leur structure cristalline

La terre, un béton d'argile

Henri Van Damme

Pourquoi la terre constitue-t-elle un matériau de construction si universel et si robuste ? L'explication réside dans les forces capillaires qui font tenir les châteaux de sable et les forces électrostatiques s'exerçant au sein de l'argile.

À mi-chemin, sur le plan constructif, entre les châteaux de sable et les gratte-ciel, l'architecture de terre l'est aussi sur le plan scientifique. On sait désormais que la terre doit sa cohésion à des forces attractives qui relèvent soit de la physique des tas de sable, soit de celle du ciment. Nous verrons qu'elles sont tantôt capillaires, tantôt électrostatiques, mais requièrent dans tous les cas la présence d'argile et d'eau.

La terre est la matière du sol. Immobilisée ou au contraire mobilisable par les vents et les flots, cette précieuse couche résulte de l'altération des roches sous l'action des éléments et de la vie. Ce processus peut se limiter à une simple fragmentation de la roche-mère (arénisation), sans modification de la nature des minéraux, ou prendre la forme d'une transformation chimique impliquant, au sein d'un flux allant de la surface vers les profondeurs, la dissolu-

tion des fragments de molécules d'eau : des groupes hydroxyles, OH^- .

Or ces argiles jouent un rôle capital. Sans elles, la terre ne serait pas adaptée à la construction. Ce sont elles qui, en enrobant totalement ou partiellement les autres grains, assurent leur liaison. Mais les proportions d'argiles, comme celles des autres populations de grains, varient fortement d'une terre à l'autre. Les populations humaines ont adapté la technique de construction – torchis, bauge, pisé, etc. – à la nature de la terre locale, sans jamais utiliser la couche la plus superficielle riche en matières organiques, bien trop utile à l'agriculture pour la consacrer à d'autres usages. C'est donc un peu plus en profondeur que le bâtisseur va chercher sa matière première. Le pisé (terre crue à coffrer), terre apte à être damée, contient une proportion importante de cailloux et de graviers. Les terres moins grossières, plus limoneuses,

L'ESSENTIEL

- La terre reste l'un des matériaux les plus utilisés pour construire des habitations.
- Les effets de capillarité, conjugués à la présence d'argile, lui confèrent une stabilité et une solidité considérables.
- Certaines argiles, électriquement chargées, jouent un rôle en tous points comparable à celui du ciment dans le béton.

© Anthony Asael/Art in All of Us/Corbis



sont plus collantes et davantage adaptées à la bauge (terre crue à empiler), au torchis (terre crue à remplir) ou à la fabrication d'adobes (briques de terre crue).

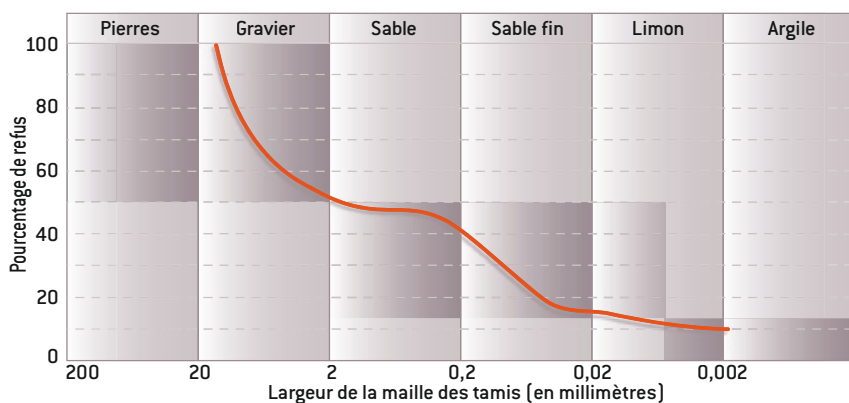
Formée de grains de tailles différentes dont une partie assure la cohésion globale, la terre, surtout sous forme de pisé, fait penser à un béton. En effet, qu'est-ce qu'un béton sinon un mélange de cailloux – de « granulats », en termes techniques – et d'une colle assurant la cohésion de l'ensemble ? Le béton ordinaire – le béton, que nous désignons ainsi sans même y réfléchir – est sans conteste le plus connu. Sa colle n'est autre que le ciment inventé au XIX^e siècle, que l'on dit « de Portland », car sa couleur rappelle celle des falaises de Portland en Grande-Bretagne. Toutefois, la terre aussi peut recevoir le label de « béton » : il faudrait juste préciser que l'on parle de « béton d'argile » plutôt que de « béton de ciment ».

Argiles : des mille-feuilles de silicates

On pourrait penser qu'à l'image de la variété de roches dont elle est issue, la fraction argileuse des sols n'est qu'un kaléidoscope : il n'en est rien. Les conditions dans lesquelles les argiles se forment – par altération à température modérée en présence d'eau – produisent une famille de minéraux ayant deux caractéristiques communes : ce sont des silicates (sels dérivant de la silice, SiO_2) ayant une structure cristalline en couches. En examinant les argiles au microscope, on peut trouver des formes variées (pétales de fleurs, plaquettes empilées, fibres enchevêtrées), mais qui ont toutes la caractéristique d'être plus larges et longues qu'épaisses (voir la figure 4).

Si l'on examine la structure de ces pétales, plaquettes ou fibres, on retrouve toujours une structure en couches formée de feuillets superposés. C'est pourquoi, dans la très vaste famille des silicates, les argiles sont classées dans la sous-famille des phyllosilicates (*phyllo* signifie feuille en grec). Cependant, tous les phyllosilicates ne sont pas des argiles. Certains, tels le talc ou les micas, sont de granulométrie souvent supérieure au seuil des deux micromètres qui définit les argiles.

Un grain d'argile est donc un mille-feuille, mais ce dernier est plus ou moins épais, avec des liaisons plus ou moins fortes entre feuillets. La brique élémentaire de



2. LA GRANULOMÉTRIE ET L'ASPECT DES TERRES sont très variables, comme l'indiquent ces exemples de gravier, sable, limon et argile. La première de ces propriétés peut être résumée par la courbe granulométrique, qui est le tracé du pourcentage de refus (pourcentage de matériau retenu par le tamis) en fonction de la largeur de maille du tamis. Cette largeur de maille indique la taille maximale des grains pouvant passer à travers le tamis. Par définition, les pierres ont un diamètre supérieur à 20 millimètres (deux centimètres), tandis que les grains d'argile ont au plus un diamètre de 0,002 millimètre (deux micromètres).