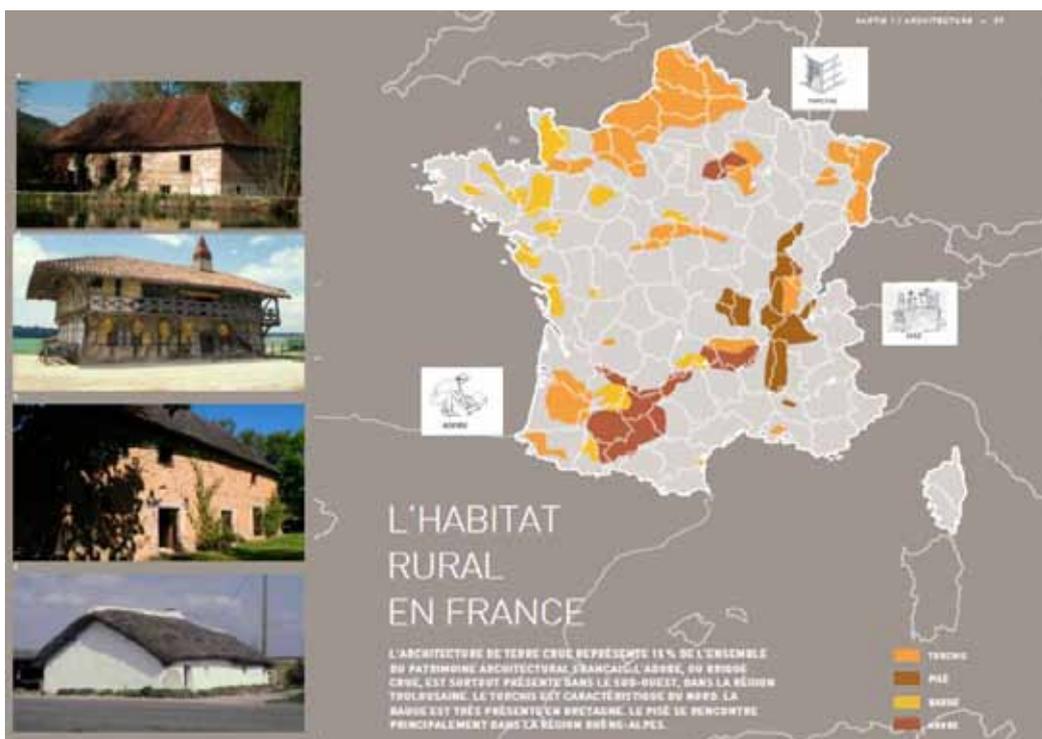


# HABITER LA TERRE DE LA GÉOLOGIE A L'ARCHITECTURE

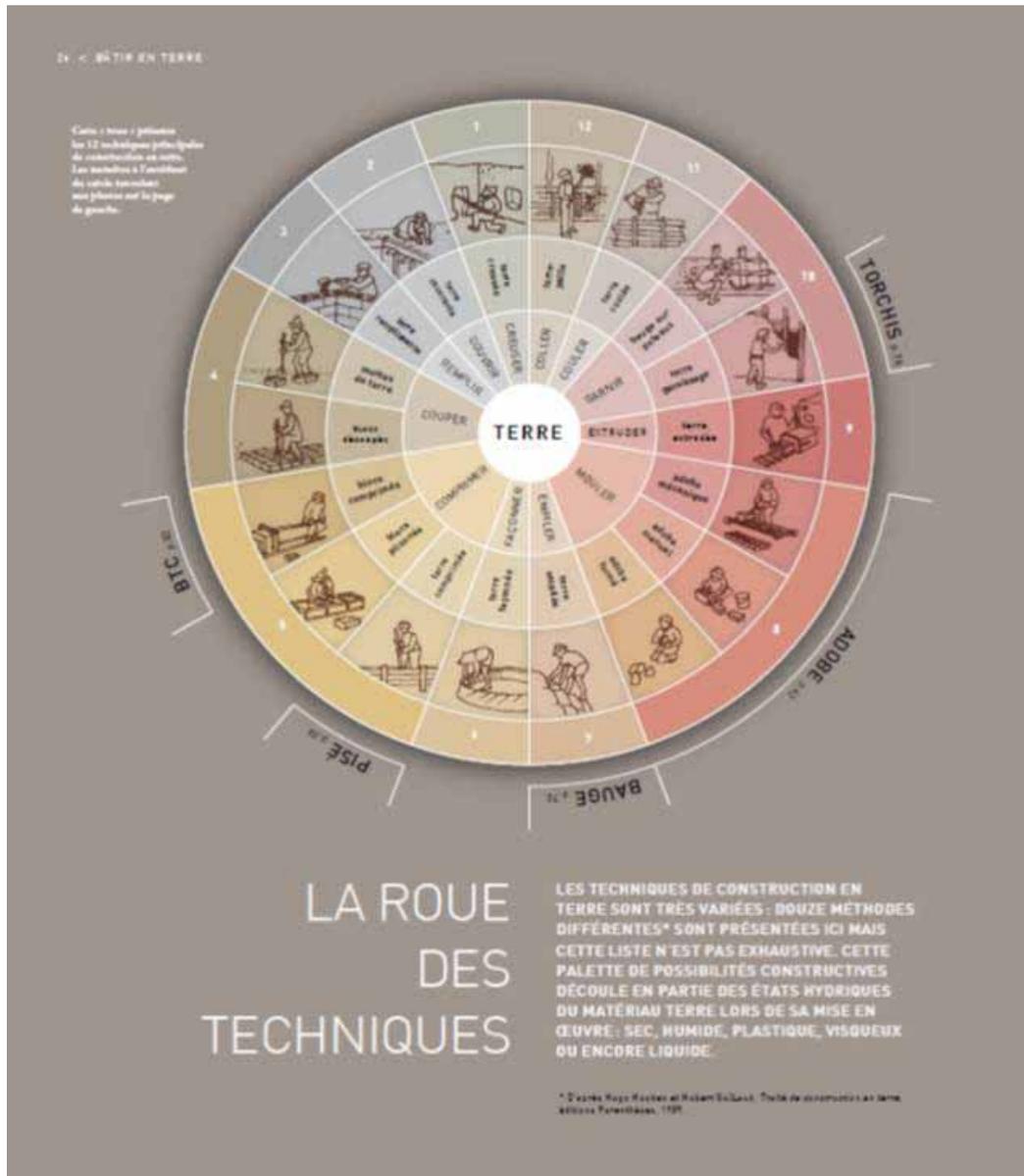
PRÈS DE LA MOITIE DE L'HUMANITÉ VIT DANS UN HABITAT EN TERRE



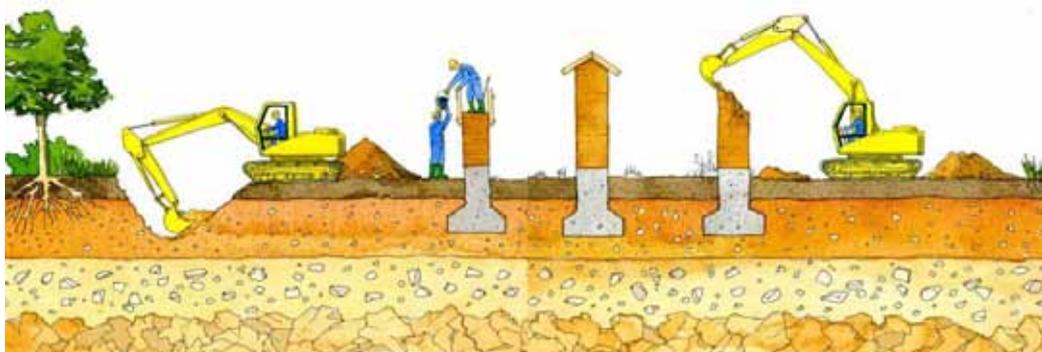
Les gens habitent dans des maisons en terre sur les 5 continents



# 12 TECHNIQUES POUR CONSTRUIRE EN TERRE



## RECYCLER un matériau de construction



# HABITER LA TERRE

## DE LA GÉOLOGIE A L'ARCHITECTURE

L'HOMME CONSTRUIT EN TERRE DEPUIS ONZE MILLE ANS

LA TERRE  
LE MATÉRIAU DE CONSTRUCTION  
le plus ANCIEN et  
le plus UNIVERSEL



Brique de terre façonnée à la main entre 7000 à 8000 ans avant J.-C.  
Jéricho, Cisjordanie

S'INSCRIRE dans le patrimoine mondial de l'humanité



*Chan Chan, ancienne capitale impériale, Pérou (Chimú), XI<sup>e</sup>- XV<sup>e</sup> s. ap. n.è.*

# HABITER LA TERRE

## DE LA GÉOLOGIE A L'ARCHITECTURE

INTRO

### DÉFENDRE LE DROIT DE CONSTRUIRE EN TERRE



Le manifeste *Habiter la Terre* revendique **LA VALEUR UNIVERSELLE DES ARCHITECTURES DE TERRE** à la fois comme patrimoine mondial et comme **SOLUTION CONTEMPORAINE INCONTOURNABLE** pour un futur éco-responsable. L'emploi de ce matériau concilie la culture avec le social, l'écologie et l'économie, piliers du développement durable. En signant ce manifeste lancé par le laboratoire CRATerre de l'École nationale supérieure d'architecture de Grenoble et la chaire UNESCO « Architecture de terre et développement durable » vous défendez **LE DROIT DE CONSTRUIRE EN TERRE CRUE**.

**DEPUIS DIX MILLENAIRES,** l'humanité fait preuve d'une incroyable capacité à bâtir en terre crue, depuis les simples habitations grecques palais et aux villes antiques.

Des palais, des temples, des citadelles, des forteresses, des palais, des villes antiques.

Le plus récent palais en terre de la République Fédérale de Sao Paulo, Brésil, conçu par Jacques Calès, architecte français, illustre parfaitement ce savoir-faire.

Modernes ou monumentales, les architectures en terre crue sont présentes dans 193 pays. Elles témoignent d'une qualité de vie et d'un savoir-faire technique qui méritent d'être reconnus et encouragés.

Mais que les constructions sont régulièrement ignorées ou négligées par les professionnels et le grand public, certains les refusent, les dévalorisent, voire les interdisent au nom de nouvelles normes de construction pour l'habitat et l'habitat rural et de l'habitat.

**CONSTRUIRE EN TERRE,** c'est promouvoir les ressources locales, à la fois humaines et naturelles, améliorer les conditions de vie, valoriser la diversité culturelle et maintenir les systèmes d'habitat associés pour la construction et l'entretien du cadre bâti.

**CONSTRUIRE EN TERRE,** c'est employer un « matériau naturel » qui offre une réelle alternative écologique et économique face à des matériaux et des procédés de production coûteux pour l'environnement.

**CONSTRUIRE EN TERRE,** c'est respecter, atténuer et transformer plus de 17 000 ans de connaissances et de savoir-faire, et apporter un matériau structurant à une architecture innovante.

**CONSTRUIRE EN TERRE,** c'est développer l'innovation pour optimiser le matériau, améliorer les modes de construction et produire de nouvelles architectures.

**L'OBJECTIF DE CE MANIFESTE** est l'adoption de la construction en terre crue.

→ Faire valoir les atouts et les bénéfices que la terre crue apporte à la construction, à l'habitat et à l'environnement.

→ Favoriser la formation de professionnels pour la construction contemporaine et traditionnelle, la restauration et la conservation du patrimoine en terre crue.

→ Approuver la recherche scientifique sur le matériau, le matériau, les techniques de production, la conservation du patrimoine et l'architecture contemporaine afin d'améliorer la qualité de l'habitat.

→ Encourager l'architecture de terre crue comme une discipline à part entière, en particulier dans les écoles d'architecture, d'ingénierie et les formations en architecture humaine.

**EN LANÇANT « HABITER LA TERRE, MANIFESTE POUR LE DROIT DE CONSTRUIRE EN TERRE CRUE », nous faisons le pari de l'innovation afin de relever le défi majeur d'une architecture contemporaine dans le pays de l'habitat rural et de l'habitat.**

→ Rendre l'effort collectif pour la construction en terre crue.

**CONSTRUIRE EN TERRE,** c'est promouvoir les ressources locales, à la fois humaines et naturelles, améliorer les conditions de vie, valoriser la diversité culturelle et maintenir les systèmes d'habitat associés pour la construction et l'entretien du cadre bâti.

**CONSTRUIRE EN TERRE,** c'est employer un « matériau naturel » qui offre une réelle alternative écologique et économique face à des matériaux et des procédés de production coûteux pour l'environnement.

**CONSTRUIRE EN TERRE,** c'est respecter, atténuer et transformer plus de 17 000 ans de connaissances et de savoir-faire, et apporter un matériau structurant à une architecture innovante.

**CONSTRUIRE EN TERRE,** c'est développer l'innovation pour optimiser le matériau, améliorer les modes de construction et produire de nouvelles architectures.

**L'OBJECTIF DE CE MANIFESTE** est l'adoption de la construction en terre crue.

→ Faire valoir les atouts et les bénéfices que la terre crue apporte à la construction, à l'habitat et à l'environnement.

→ Favoriser la formation de professionnels pour la construction contemporaine et traditionnelle, la restauration et la conservation du patrimoine en terre crue.

→ Approuver la recherche scientifique sur le matériau, le matériau, les techniques de production, la conservation du patrimoine et l'architecture contemporaine afin d'améliorer la qualité de l'habitat.

→ Encourager l'architecture de terre crue comme une discipline à part entière, en particulier dans les écoles d'architecture, d'ingénierie et les formations en architecture humaine.

**EN LANÇANT « HABITER LA TERRE, MANIFESTE POUR LE DROIT DE CONSTRUIRE EN TERRE CRUE », nous faisons le pari de l'innovation afin de relever le défi majeur d'une architecture contemporaine dans le pays de l'habitat rural et de l'habitat.**

→ Rendre l'effort collectif pour la construction en terre crue.

SIGNER LE MANIFESTE : [WWW.MANIFESTERRE.NET](http://WWW.MANIFESTERRE.NET)



habiter la terre

# MATIERE TERRE

## TRANSFORMER UNE MATIÈRE 1ère

1

*La terre est une matière première naturelle*

Verser le contenu du bol de terre brute sur le set noir.

Faire un petit tas de terre.

Observer le tas de terre obtenu.

Que voyez-vous ?

Poser le bloc de pisé au dessus, puis le toit rouge

Comment est-il possible de passer d'un tas de terre à un mur en terre ?

Comment est-il possible de construire en terre et pourquoi cela tient-il ?



# MATIERE TERRE

## TRANSFORMER UNE MATIÈRE 1ère

1

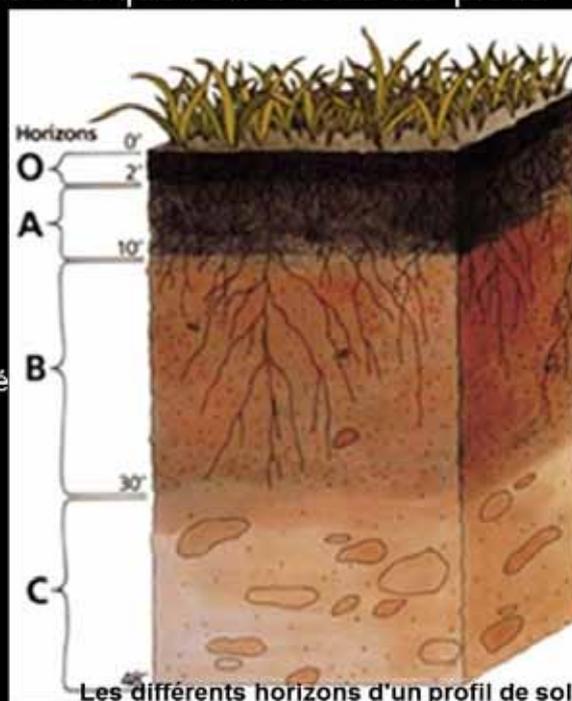
*La terre est une matière première naturelle*

### Qu'est ce que la terre? Pourquoi ça tient ?

La terre	= une couche du sol
de la roche en décomposition	= cycle des grains
un matériau granulaire	= mélange de grains de différentes tailles
un béton naturel	= béton d'argile dont le liant est l'argile
un matériau de construction	= naturel et prêt à l'emploi

### CONSTRUIRE avec ce que l'on a sous les pieds

- O - Litière
- A - Humus ou terre végétale
- B - Terre utilisée pour le pisé ou la construction en terre
- C - Roche mère



illustration



Dauphiné



Corps de ferme en adobe, Sud Ouest, Gers, 19<sup>e</sup> siècle



Le colombage et le torchis, Alsace



Bretagne

# MATIERE EN GRAINS

## TOUCHER LES GRAINS

2

*La terre est composée de grains*



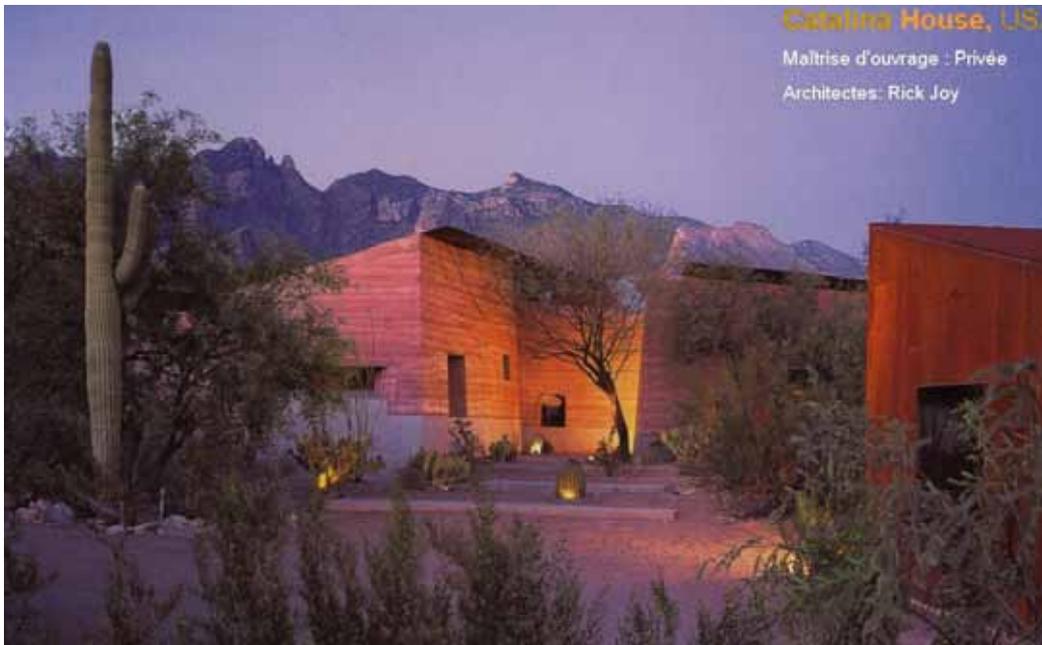
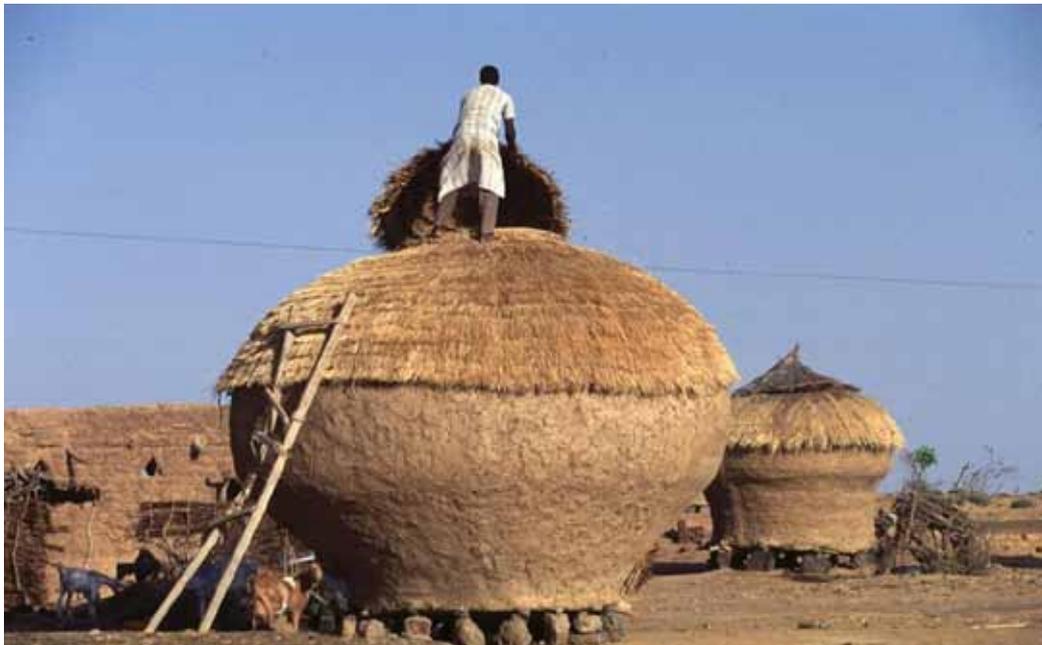


# BÂTIR EN TERRE

## COLLECTION DE TERRE

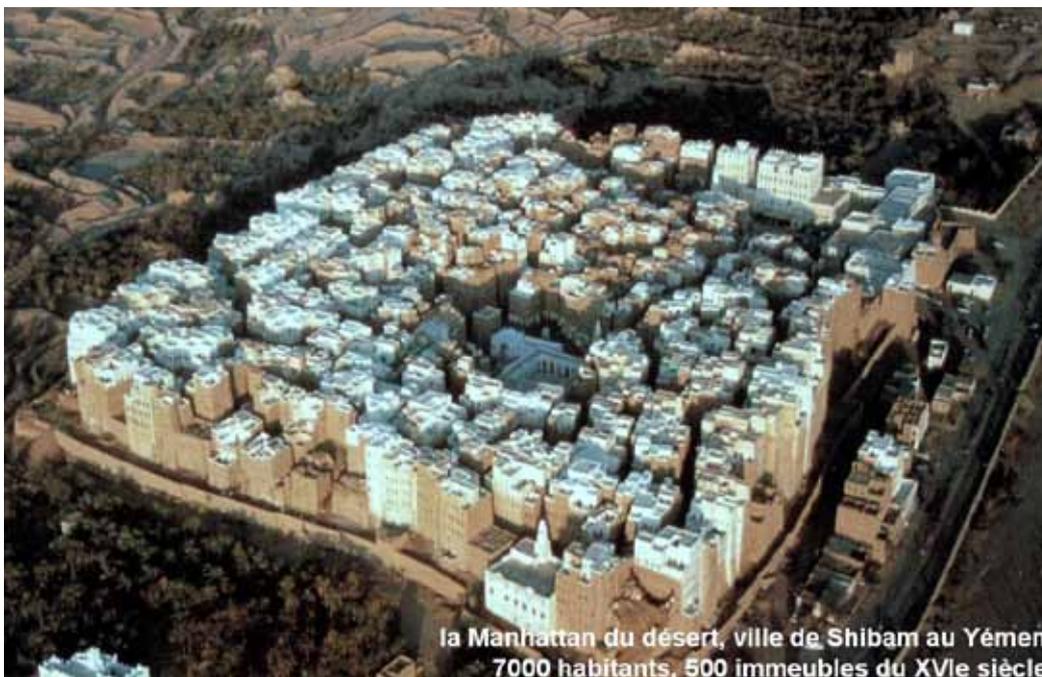
Il n'y a pas une terre mais des terres .  
Ces terres sont différentes non seulement par leurs couleurs mais surtout par la proportions de cailloux, graviers, sables, silts et argiles.



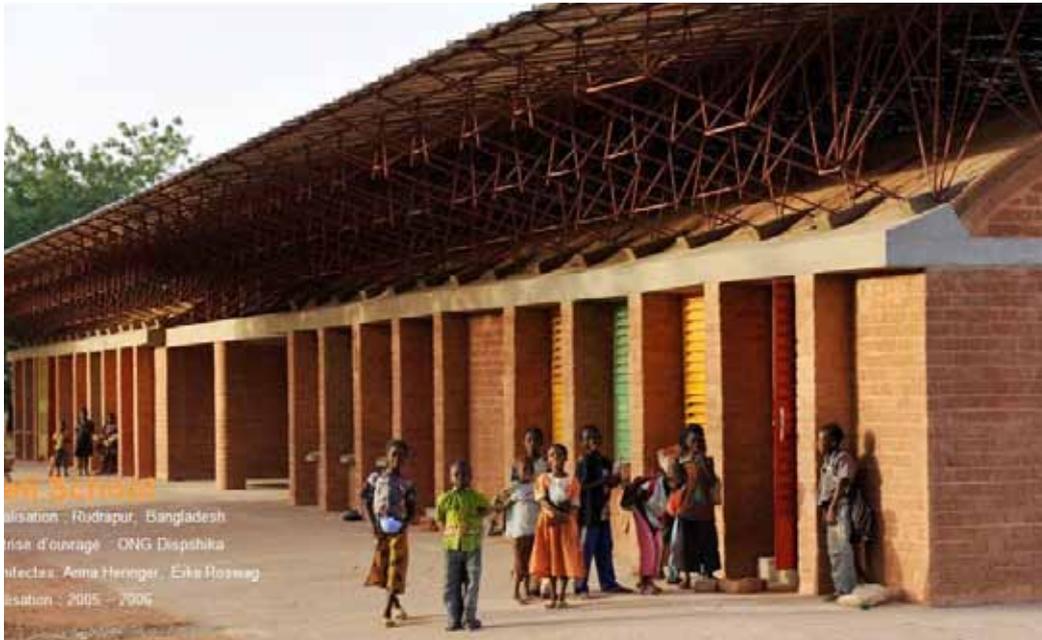


Catalina House, USA

Maîtrise d'ouvrage : Privée  
Architectes: Rick Joy



la Manhattan du désert, ville de Shibam au Yémen  
7000 habitants, 500 immeubles du XVIe siècle





# VIDE ET RESISTANCE

## REMPILIR LES VIDES

# 6

### COMPACITÉ

Un vide constitue toujours une zone de faiblesse en construction.

Ces vides entre les grains peuvent être remplis d'eau, d'air, des deux à la fois ou encore de grains extrêmement fins comme de la fumée de silice par exemple.

Compactée dans un coffrage la terre ne contient plus que 30 % de vide. En diminuant la proportion de vide entre les grains, le matériau devient plus compact et donc plus résistant.

DAMER avec un pisoir pneumatique



FAIRE du pisé, chantier à l'ancienne





Château bourgeois du XIX<sup>e</sup> siècle, bord de Saône



Shibam, vallée de l'Hadramaout, Yémen



Moulin ,



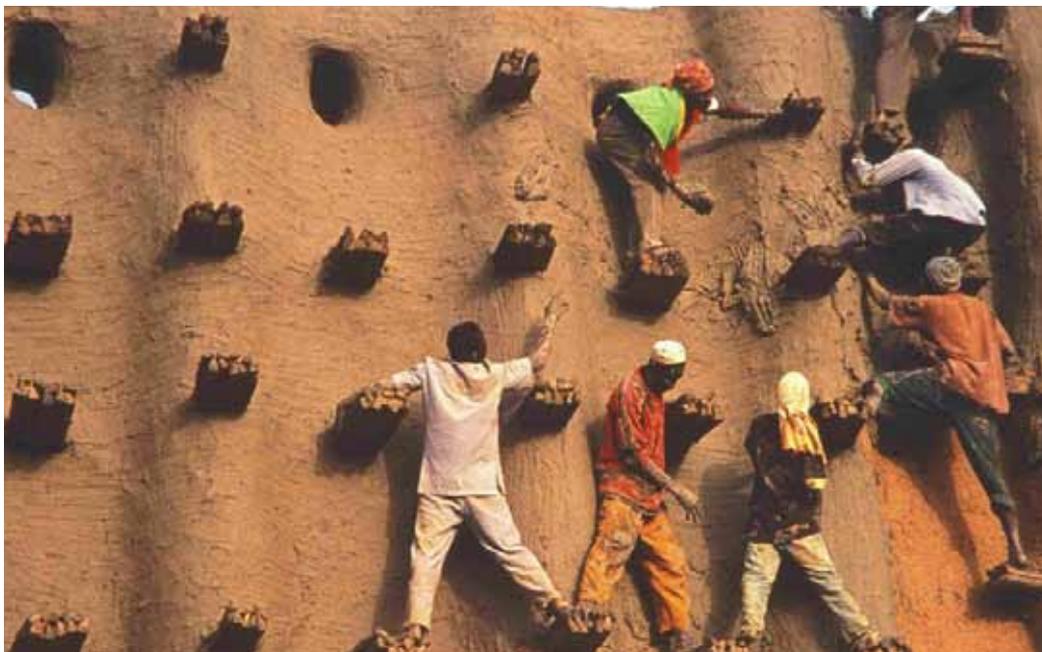


Grande mosquée de Djenné, Mali



Village du Haut atlas, Maroc



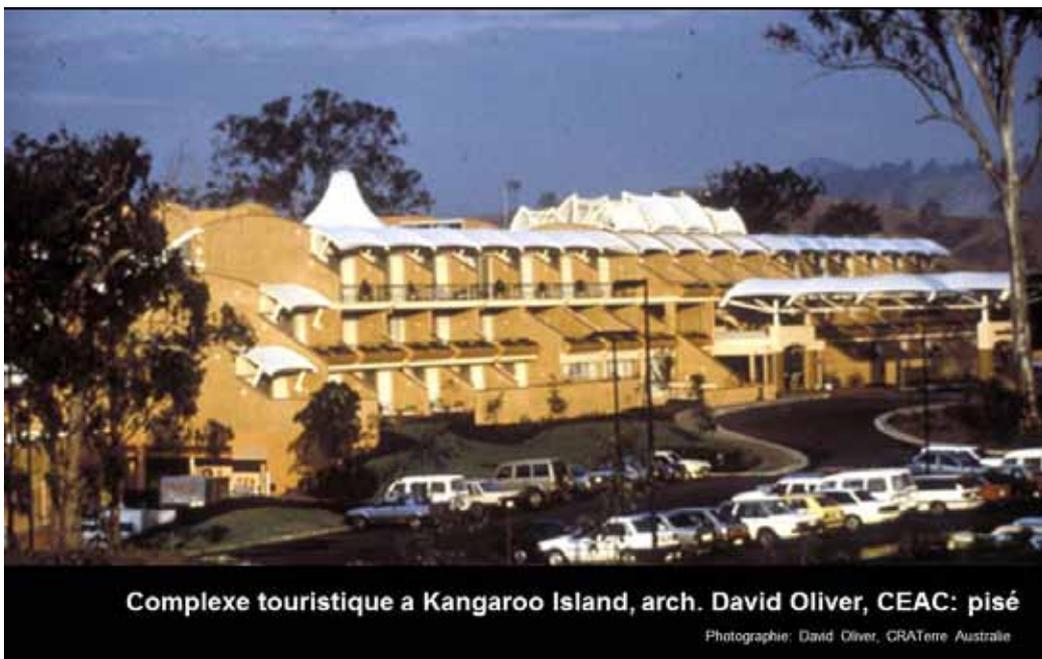




Une grande partie de la muraille de Chine est construite en terre

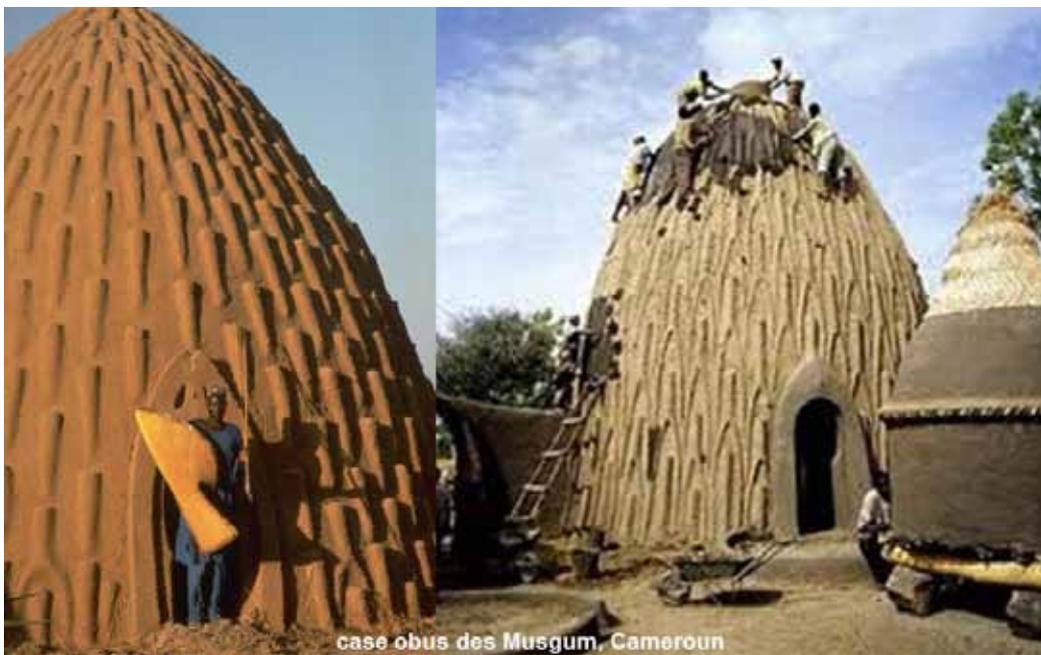


Village traditionnel, Madagascar



Complexe touristique à Kangaroo Island, arch. David Oliver, CEAC: pisé

Photographie: David Oliver, CRATerre Australie



# BALANCE MAGIQUE

## VOIR DES BLOCAGES

# 11

### *Les grains forment des voûtes*

Application à la construction

Lorsque l'on compacte les forces sont déviées sur les côtés.

Il faut donc des coffrages résistants.

Le pisé est mis en œuvre en couches fines de 8 à 15 cm parce qu'il est impossible de compacter une couche de terre trop épaisse.





## Exposition Matière à construire, CRAterre 2011

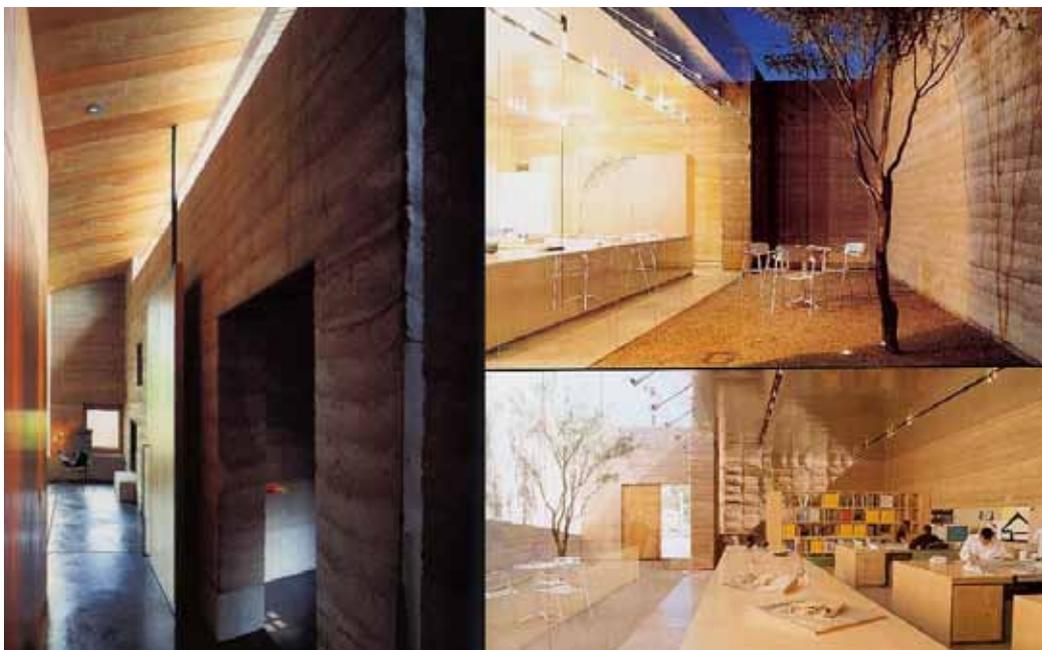




Cité Giraudon (XIX<sup>e</sup> siècle), St. Simeon de Bressieux,, France

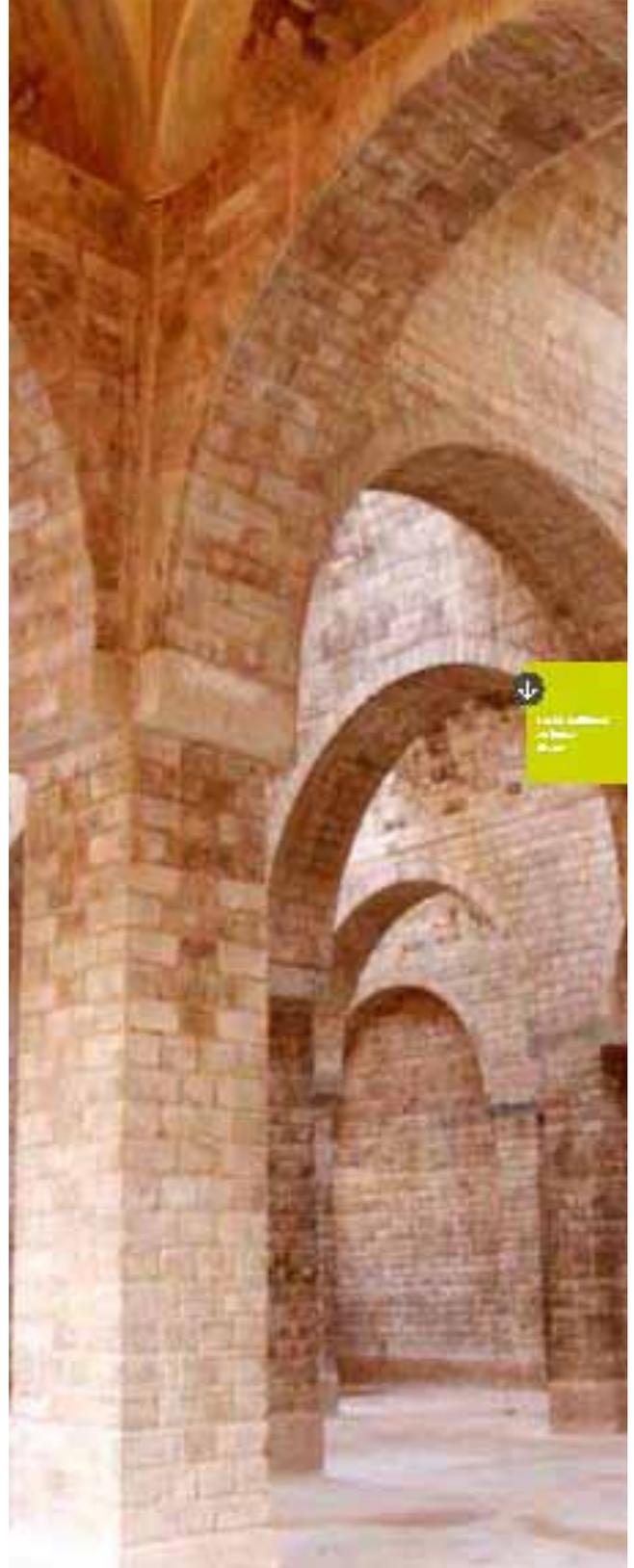


**opération exemplaire d'habitat social,  
source d'inspiration pour le développement durable**





## Exposition Matière à construire, CRAterre 2011







# GRAINS DE BÂTISSEURS

2 2 6    GRAINS DE BÂTISSEURS

## LA COHÉSION CAPILLAIRE



Il est impossible de réaliser un château de sable avec du sable sec : ce dernier ne présente quasiment aucune cohésion. Dès que l'on réalise une pente trop forte, une avalanche se déclenche et ramène la pente à la valeur de l'angle de repos déterminée par le coefficient de frottement du sable. Pour faire un pâté de sable, il faut ajouter de l'eau. L'eau confère son énergie de cohésion au sable et permet, à partir d'un ensemble divisé, d'obtenir un matériau cohésif.

Il existe un optimum de teneur en eau pour lequel le sable mouillé est particulièrement cohésif. Dès qu'il est trop mouillé, il perd sa cohésion. Ceci est lié à la formation de ponts liquides entre les grains. Dans un premier régime, la cohésion augmente avec l'humidité relative, pour atteindre un optimum. Au-delà, lorsque la présence de film liquide devient visible, la cohésion s'écroule rapidement pour finalement s'annuler lorsque le sable est saturé, c'est-à-dire lorsque tout l'espace poreux est rempli d'eau.

↑ MANIP VIALIHOI 60  
L'eau est une colle  
Si on trempe sa main dans un bac d'eau puis dans un bac rempli de billes de polystyrène, celles-ci recouvrent toute la main. L'eau les colle, de la même manière qu'elle colle les grains de sable.

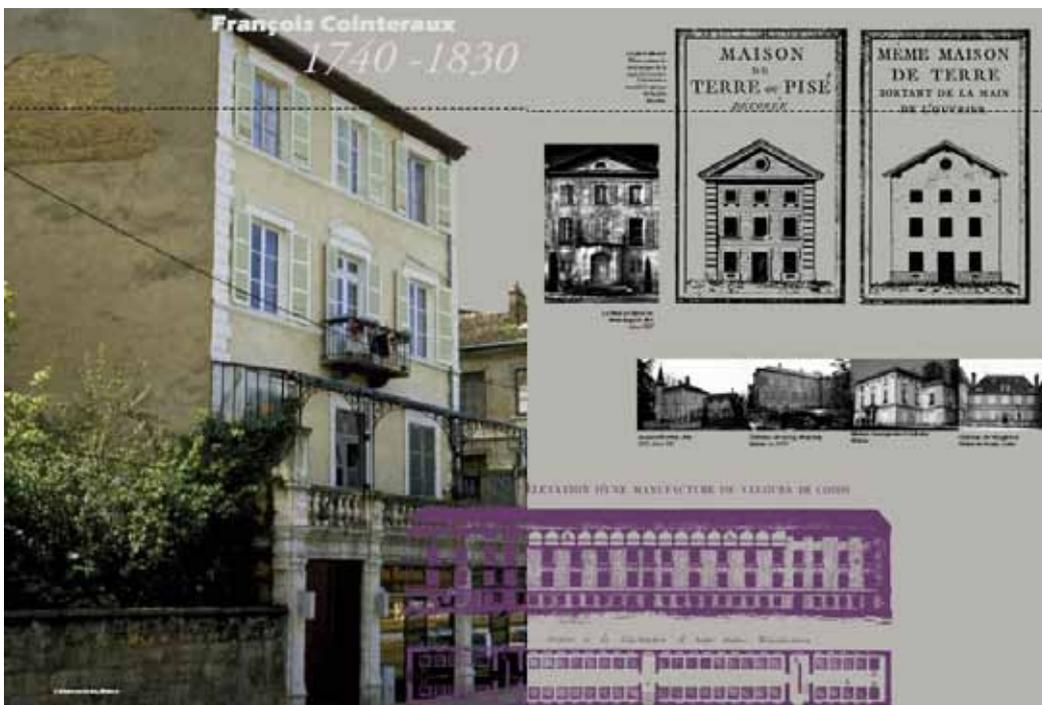


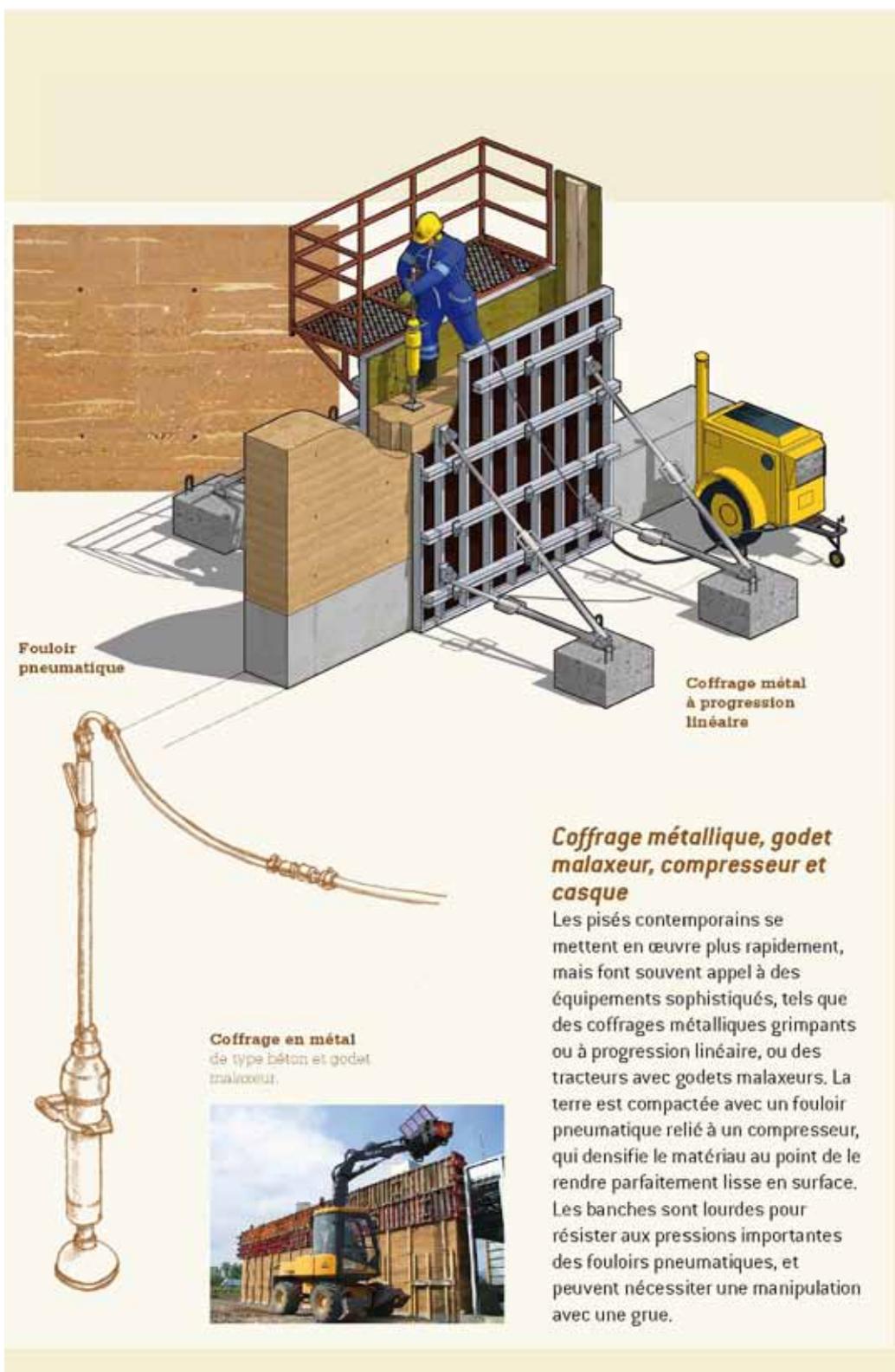
MANIP VIALIHOI 64 →  
Toille des grains,  
la ille des ménisques, cohésion  
Un pâté de sable fin résiste à une charge beaucoup plus importante qu'un pâté de sable grossier.

Il est impossible de réaliser un château de sable avec du sable sec : ce dernier ne présente quasiment aucune cohésion. Dès que l'on réalise une pente trop forte, une avalanche se déclenche et ramène la pente à la valeur de l'angle de repos déterminée par le coefficient de frottement du sable. Pour faire un pâté de sable, il faut ajouter de l'eau. L'eau confère son énergie de cohésion au sable et permet, à partir d'un ensemble divisé, d'obtenir un matériau cohésif.

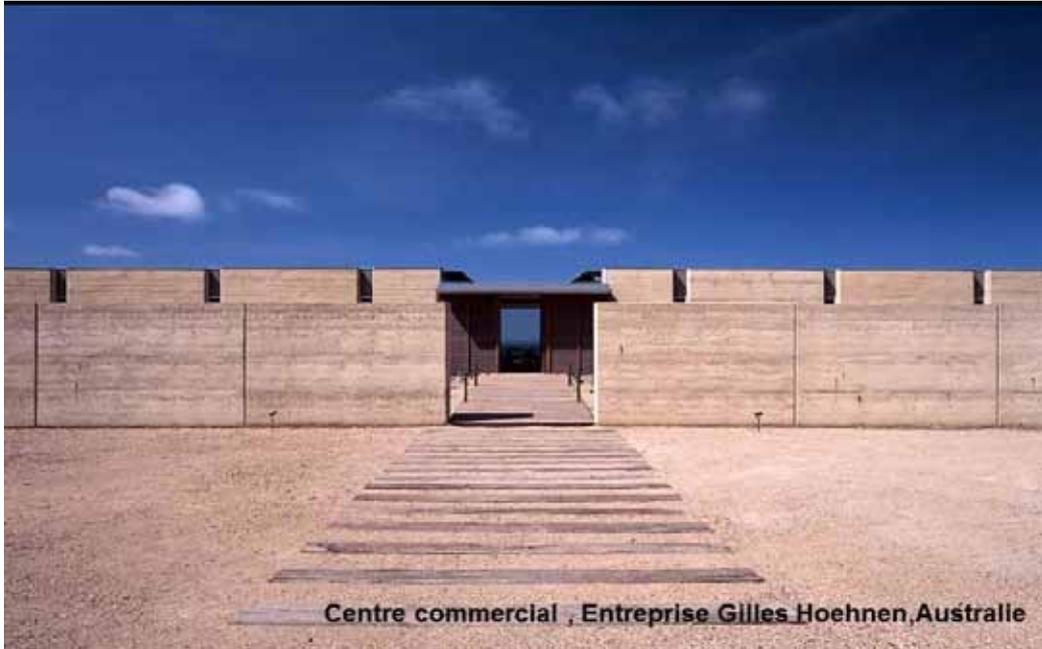
Il existe un optimum de teneur en eau pour lequel le sable mouillé est particulièrement cohésif. Dès qu'il est trop mouillé, il perd sa cohésion. Ceci est lié à la formation de ponts liquides entre les grains. Dans un premier régime, la cohésion augmente avec l'humidité relative, pour atteindre un optimum. Au-delà, lorsque la présence de film liquide devient visible, la cohésion s'écroule rapidement pour finalement s'annuler lorsque le sable est saturé, c'est-à-dire lorsque tout l'espace poreux est rempli d'eau.

extrait de *Grains de Bâtisseurs*, CRAterre Editions, 2006, page 26





In rénover et construire en pisé, parc naturel et régional Livradois-Forez, p. 4, 2011



Centre commercial , Entreprise Gilles Hoehnen,Australie

