



**LES MURS EN TERRE CRUE COULÉE DE LA  
MÉDIATHÈQUE JAMES BALDWIN ET MAISON DES RÉFUGIÉS  
PLACE DES FÊTES, PARIS 19<sup>ème</sup>**

**ATELIER PHILIPPE MADEC & ASSOCIÉS (ARCHITECTE MANDATAIRE)  
NM ARCHITECTE (ARCHITECTE ASSOCIÉ)**

**nm** nicolas  
miessner  
architecte

ARCHITECTE D.P.L.G / D.S.A TERRE  
4 passage Ruelle, 75018 Paris  
[www.miessner.fr](http://www.miessner.fr)

**Nicolas Miessner** est architecte spécialiste de la terre crue. Son expertise de ce matériau a été nourrie par ses études (diplôme de spécialisation et d'approfondissement à l'ENSA Grenoble liée au laboratoire Craterre), ses stages à l'Auroville Earth institute (Inde) et sa formation amàco terre coulée. Il a également enrichie son expérience à travers des voyages en France et dans le monde (Iran, Ethiopie, Niger) pour explorer et étudier les techniques traditionnelles de mise en œuvre de ce matériau : adobe, pisé, torchis et bauge.



La proposition de murs en terre crue coulée à la médiathèque James Baldwin s'inscrit dans le travail de recherches mené à l'agence qui consiste au renouveau de la terre crue pour l'intégrer à grande échelle dans des bâtiments de logements collectifs.



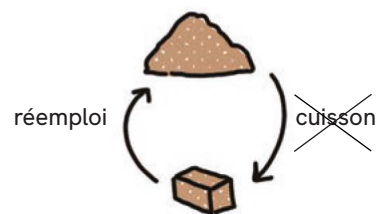
## INTRODUCTION

La réhabilitation de l'ancien lycée hôtelier Jean Quarré situé dans le 19<sup>e</sup> arrondissement de Paris a fait l'objet d'un dialogue compétitif lancé par la ville de Paris au printemps 2018. Dans une volonté de réaliser un projet exemplaire de construction à faible impact environnemental, la DCPA (Directions des Constructions Publiques et de l'Architecture) impose l'usage de matériaux biosourcés et/ou géosourcés mis en œuvre de façon innovante.

C'est ainsi que Nicolas Miessner s'associe à l'atelier Philippe Madec pour travailler la terre crue coulée.

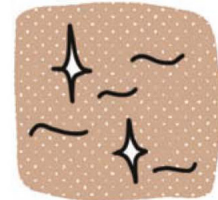
Dans ce projet, les deux bâtiments existants sont conservés et réhabilités. Un nouveau volume en bois est construit, faisant le lien entre les deux. Trente deux murs en terre crue coulée, répartis sur six niveaux, viennent en remplissage de cette structure porteuse.

**POURQUOI LA TERRE CRUE ?**



régulation hygrothermique

©Cycle Terre



esthétique

QUALITÉS

La terre crue est :

- Un matériau qui répond aux enjeux actuels de la construction :
  - bas carbone : nécessite peu d'énergie à produire (pas de cuisson ni de stabilisation)
  - ressource renouvelable, provenant de sources naturelles disponibles en quantité presque illimitées. La terre utilisée est la terre inerte (pas la terre fertile contenant l'humus) issue des travaux de déblai lors des projets de construction
  - matériau réemployable à 100% lorsqu'aucun produit chimique n'est ajouté
- Un matériau aux propriétés physiques intéressantes :
  - inertie thermique : déphasage jour/nuit des températures
  - régulation hygrométrique de l'air : procure confort et sensation de bien-être aux occupants
  - esthétique : apporte un côté chaleureux et des nuances subtiles

CONTRAINTES

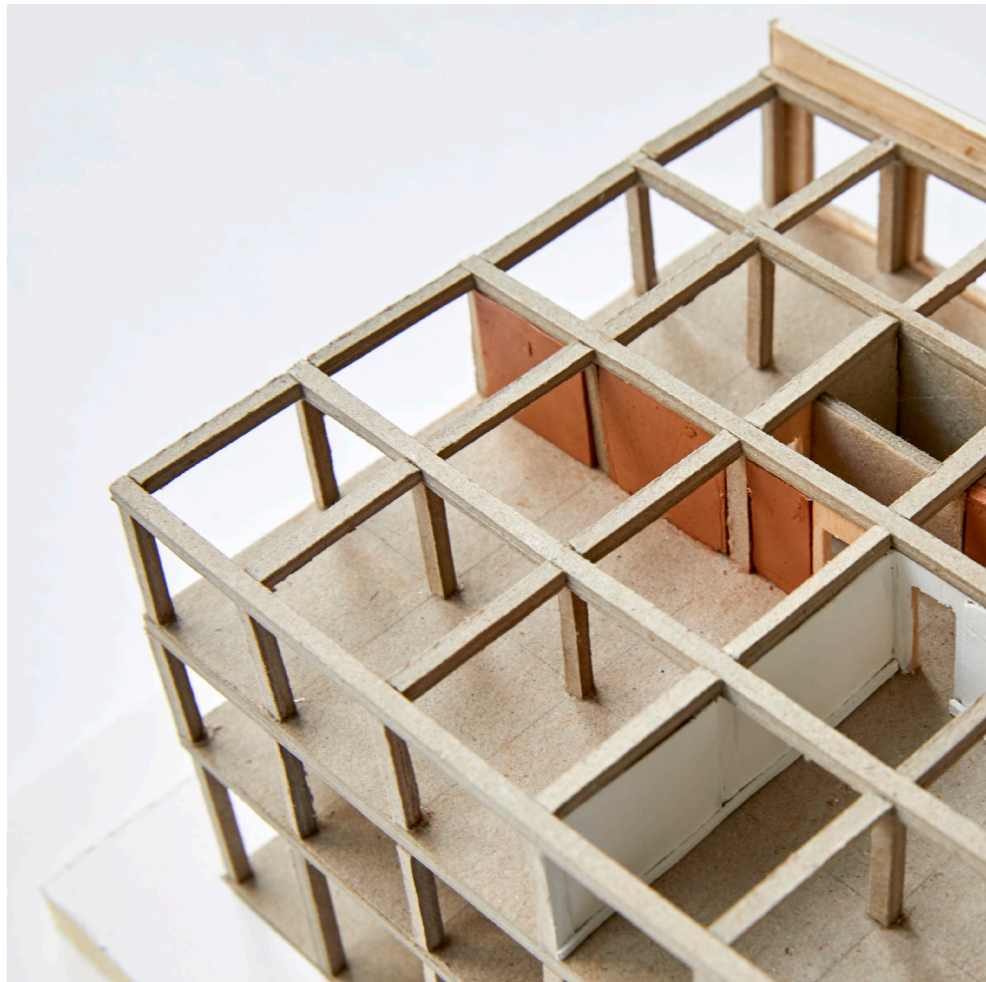
- « Bonnes bottes et bon chapeau » : la terre crue craint l'eau et doit être protégée autant de l'eau projetée que des remontées capillaires.
- Résistance mécanique plus faible que les matériaux conventionnels « cuits ».
- Disparition de son utilisation : les techniques de construction et les normes n'ont pas évoluées et les savoir-faire se font rares aujourd'hui.
- Peu isolant : matériau de masse ; la terre crue nécessite presque toujours un doublage thermique si elle est utilisée en façade.



COMMENT INTÉGRER LA TERRE CRUE DANS LE BÂTIMENT ?

LE BON MATERIAU AU BON ENDROIT

- À l'intérieur du bâtiment : pour profiter de l'inertie thermique et de la régulation hygrométrique et pour la protéger de l'eau.
- En remplissage d'une structure porteuse poteau-poutre bois : pas de contrainte structurelle.
- Dans la médiathèque James Baldwin : 32 murs en terre crue répartis sur 6 niveaux, placés à l'intérieur du bâtiment "lien" (nouveau bâtiment faisant la liaison entre les deux bâtiments existants réhabilités).



Recherches de l'agence nm architecte : détail de la maquette "le bon matériau au bon endroit"  
© nm architecte

1. une ossature porteuse poteau-poutre et dalle en béton
2. des murs intérieurs en terre crue coulée
3. une enveloppe thermique, façade ossature bois et isolation en paille - matériau bas carbone et géosourcé



Coupe sur le bâtiment "lien" dans la médiathèque James Baldwin au niveau des murs en terre crue coulée ©atelier Philippe Madec

- mur en terre coulée
- structure bois



## POURQUOI LA TECHNIQUE DE LA TERRE CRUE COULÉE OU BÉTON D'ARGILE ?

Le terme béton renvoie aujourd'hui au béton de ciment armé. Pourtant, il s'agit d'un terme générique pour désigner un mélange de granulats, de sable et d'eau agglomérés par un liant.

### DÉFINITION

La terre coulée ou béton d'argile est une innovation qui consiste à utiliser de la terre mélangée à des granulats, à l'état plastique, pour pouvoir couler le mélange dans un coffrage.

Le liant qui assure la cohésion de ce béton au séchage est l'argile contenu dans la terre, c'est pourquoi on l'appelle béton d'argile.

### MÉCANISATION

L'agence nm architecte œuvre pour une diffusion à grande échelle du matériau terre crue. Réussir à mécaniser une technique de construction en terre crue permet de concrétiser cette volonté. C'est ainsi que l'agence propose dans ce projet la terre crue coulée.

Cette technique reprend et tire parti des outils déjà développés pour le béton de ciment (grues, banches, camions toupies...) et des savoir-faire développés par l'industrie du ciment (recherches sur la formulation, le squelette granulaire...)

Elle rattrape ainsi le retard et acquiert le potentiel d'une technique permettant une rapidité de mise en œuvre, une réduction de la pénibilité et de la quantité de la main d'œuvre, une diminution des coûts et offre la possibilité de travailler à grande échelle et en grande quantité.

En remplaçant simplement le type de béton coulé, on conserve au maximum les gestes des ouvriers. Ainsi, on facilite l'acceptation, on réduit les besoins de formation et les réticences, notamment celles des bureaux de contrôle.

Pour la médiathèque James Baldwin, l'entreprise titulaire du lot est un industriel de la préfabrication du ciment armé : l'entreprise FEHR.



Outils du béton de ciment réemployés pour le béton d'argile - usine FEHR, Achern, Allemagne  
©nm architecte



**PRINCIPE ET MÉTHODOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE  
POUR LA MÉDIATHÈQUE JAMES BALDWIN**

CONSTITUTION D'UNE ÉQUIPE SPÉCIALISÉE

L'agence nm architecte s'est entourée d'une équipe d'intervenants spécialisés dans la terre crue afin de mener à bien ce projet :

- la formulation et le premier prototype ont été réalisés par amàco (atelier matière à construire).
- le principe a été développé avec l'appui du BETerre (bureau d'étude Terre).
- la terre utilisée est celle du Grand Paris, fournie par Cycle Terre.



**BETerre**



*Matières premières : granulats, terre crue, eau et paille  
©nm architecte*

NORMES

N'étant régi par aucun texte réglementaire et n'étant à ce jour pas visé par un guide de bonnes pratiques en terre crue, le procédé de la terre crue coulée préfabriquée est assimilé à une technique constructive non-courante. Toutefois, dans la médiathèque James Baldwin, de nombreuses contraintes ont été évitées : les murs sont placés à l'intérieur et sont non porteurs (ils viennent en remplissage d'une structure porteuse en bois). De plus, grâce à la présence d'une armature en bois à l'intérieur des murs en terre crue coulée, la validation du bureau de contrôle a été obtenue par rapprochement au guide des bonnes pratiques du torchis (établi par AsTerre). Ainsi, le recours à un Atex a été évité.

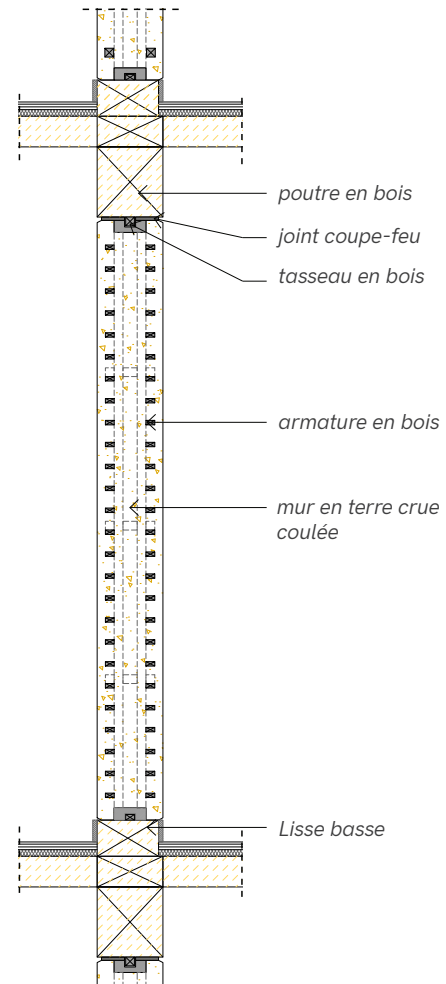
PRÉFABRICATION

La préfabrication des murs en terre crue coulée permet une meilleure gestion du temps de séchage et une mise en oeuvre en même temps que la structure bois porteuse sur le chantier.

FORMULATION

Le béton d'argile des murs en terre crue coulée de la médiathèque est constitué de 28% de terre, 71% de granulats et 1% de paille. La quantité d'eau équivaut à 15% de la masse humide. Un mur en terre coulée correspond en moyenne à 1.3m<sup>3</sup>, soit 2.1 tonnes avec une densité de 1600kg/m<sup>3</sup>.





## ARMATURE EN BOIS

Les murs en terre crue coulée contiennent une armature en bois qui fait cage et retient la terre. Elle donne immédiatement de la portance au mur, permettant de décoffrer rapidement pour faire sécher. Sa présence contribue à la diminution des effets de cisaillement et la réduction des détériorations liées au transport.

Chaque face extérieure du cadre périphérique de l'armature en bois est rainurée afin de pouvoir accueillir un tasseau bois pour le clavetage. Ces réservations permettent de générer les liaisons entre les murs en terre crue coulée et les bois d'ossature ainsi qu'entre deux murs.

- Lisse basse  
Une lisse basse, positionnée en pied de mur, permet de rehausser le mur afin qu'il ne repose pas directement sur le sol et ainsi de le protéger des rejaillissements d'eau et des remontées capillaires.  
  
Elle permet également de répartir les charges lors du transport et de réduire toute détérioration.
- Filins acier  
Chaque mur est traversé par deux filins acier. Ils sont fixés au niveau de la lisse basse grâce à une platine métallique et ressortent en partie haute du mur pour permettre le levage.

Maquette des murs en terre crue et de l'armature en bois (en haut à gauche) ; Armature en bois et filins acier (en bas à gauche) - usine FEHR, Achern, Allemagne ; Coupe de principe d'un mur en terre crue coulée (à droite)  
©nm architecte





Béton d'argile (en haut à gauche) ; Coulage du béton d'argile dans un coffrage à béton de ciment (en bas à gauche) ; Mur en terre crue coulé emballé avec un pare-pluie, placé dans un rack de transport FEHR et sarcophage en contreplaqué en cours de pose (à droite) - usine FEHR, Achern, Allemagne  
©nm architecte / FEHR Groupe

## COULAGE

Les faces intérieures du coffrage à béton classique sont recouvertes d'un revêtement de sol souple, type balatum. Ceci permet de réduire l'effet de succion lors du décoffrage. L'armature en bois est ensuite insérée dans ce coffrage.

Le mélange terre-granulat-paille-eau est malaxé dans un camion toupie, transféré dans un godet déverseur, puis coulé à la verticale. Le béton d'argile est vibré au fur et à mesure afin d'expulser toutes bulles d'air, d'obtenir un matériau homogène dense augmentant la résistance à la compression et de remplir intégralement le coffrage.

## SÉCHAGE

Les murs doivent subir un séchage de cinq semaines avant le transport jusqu'au chantier. Il s'agit d'une durée moyenne qui peut varier selon les conditions météorologiques et la ventilation de l'aire de stockage. La production des murs est optimale au printemps car ils peuvent ainsi profiter de la chaleur de l'été pour le séchage. Inversement, une production tardive en automne risque l'allongement de ce temps de séchage avec l'arrivée de la période hivernale.

## TRANSPORT

Une fois secs, les murs sont emballés dans un pare-pluie micro-perforé puis protégés sur les quatre côtés par un "sarcophage" en contreplaqué. L'ensemble est ensuite placé dans des racks et transporté jusqu'au chantier. Ces racks, produits par FEHR et brevetés pour des pré-murs béton, permettent un meilleur maintien des murs, tant pendant le transport que pendant le stockage.

Seule la combinaison de toutes ces différentes solutions assure une protection efficace des murs en terre crue coulée pendant le trajet entre l'usine et le chantier.

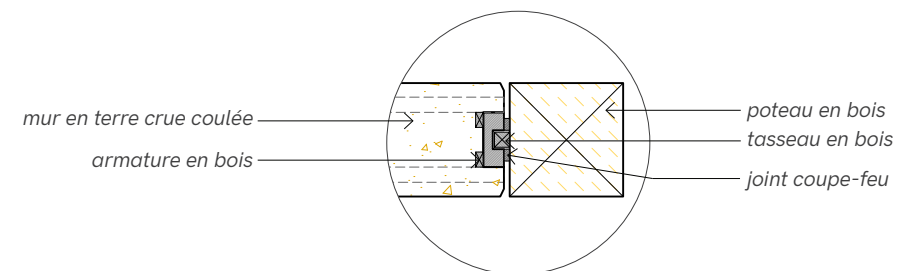


Mur en terre crue coulée levé par la grue (à gauche) ; Pose d'un mur en terre crue (à droite) - médiathèque James Baldwin, Paris 19e ©nm architecte

## MISE EN OEUVRE SUR SITE

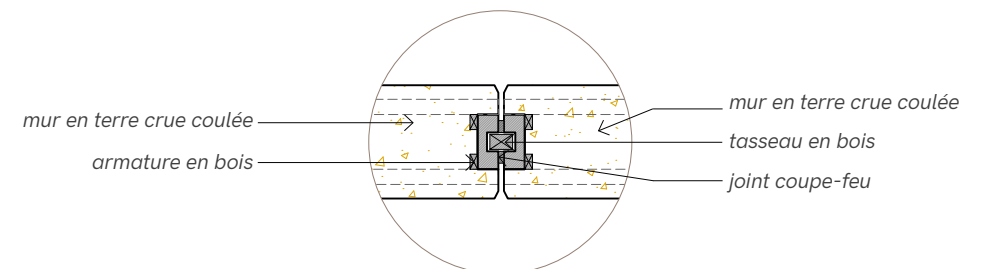
Les murs sont soulevés à l'aide des filins aciers et d'une grue. Ils sont ensuite insérés entre les poteaux en bois. Les réservations prévues dans le cadre périphérique de l'armature en bois facilitent cette insertion « en tiroir ».

- Interface poteau bois/mur en terre crue coulée  
Un tasseau en bois est fixé au centre du poteau. Le mur en terre vient se glisser contre le poteau et le tasseau bois.



Détail jonction entre mur en terre crue coulée et poteau en bois - ©nm architecte

- Interface entre deux murs en terre crue coulée  
Un tasseau en bois est fixé dans la partie latérale de l'armature du premier mur posé. Le second mur vient se caler contre le premier mur posé grâce à ce tasseau bois.



Détail jonction entre deux murs en terre crue coulée - ©nm architecte





Première reprise de surface en cours sur un mur en terre crue coulée (à gauche) ; Interface mur en terre/poteau bois traitée par une lamelle de plaque de liège (à droite) - médiathèque James Baldwin, Paris 19e ©nm architecte

## TRAITEMENTS ET FINITIONS

Après la pose des murs, une phase de reprises permet de rattraper tout éventuel choc subit entre le transport et la pose.

La qualité du chanfrein au niveau des arêtes latérales et supérieurs des deux faces du mur est aussi vérifiée.

Avant la livraison du bâtiment, une phase de finitions permet de rattraper toute dégradation liée à l'activité du chantier et d'homogénéiser la surface des murs avec un passage à l'éponge humide.

Tous les joints creux, horizontaux et verticaux, entre les bois d'ossature et les murs et entre deux murs, sont traités par la pose d'une plaque de liège ou par l'injection de liège liquide.

Afin de durcir et fixer la surface pour éviter tout farinage de la terre, il est possible d'appliquer un durcisseur de surface de type colle cellulosique, caséine ou de cire.

## ENTRETIEN

Un carnet d'entretien, réalisé par l'entreprise FEHR, permettra d'accompagner la maîtrise d'ouvrage après la livraison du bâtiment. Une quantité de chaque mélange de terre sera mise à disposition pour les éventuelles reprises post-chantier.





Béton d'argile coulé dans des coffrages de béton de ciment - usine FEHR, Achern, Allemagne  
©nm architecte



Mur en terre crue coulée décoffré et posé sur un rack FEHR - usine FEHR, Achern, Allemagne  
©nm architecte





Murs en terre crue coulée posés au niveau R+2 - médiathèque James Baldwin, Paris 19e  
©nm architecte

Le chantier de la médiathèque James Baldwin représente le premier retour d'expérience sur l'usage de la terre crue coulée. Il a permis de mieux appréhender les améliorations que nécessite l'usage de ce matériau (terre crue) et de cette technique (terre crue coulée / béton d'argile).

Le temps de séchage a été la problématique majeure. Alors, comment peut-on assurer un temps de séchage adéquat à la terre crue et ainsi éviter tout effet de succion lors du décoffrage ? C'est la recherche que poursuit l'agence nm architecte. Aujourd'hui, elle expérimente le coulage de béton d'argile dans des coffrages perspirants. Cette technique consiste à coffrer la terre crue tout en assurant une ventilation continue lui permettant de sécher naturellement.



**m** nicolas  
miessner  
architecte

ARCHITECTE D.P.L.G / D.S.A TERRE  
4 passage Ruelle, 75018 Paris  
t. +33 (0) 9 87 14 16 03  
m. +33 (0) 6 21 83 41 17  
nicolas@miessner.fr  
www.miessner.fr