



**HAL**  
open science

# La rétro-ingénierie des cultures constructives locales pour répondre aux grands enjeux globaux actuels: l'expérience de CRAterre

David Gandreau, Thierry Joffroy

► **To cite this version:**

David Gandreau, Thierry Joffroy. La rétro-ingénierie des cultures constructives locales pour répondre aux grands enjeux globaux actuels: l'expérience de CRAterre. Culture et recherche, 2024, 146, pp.102-105. hal-04645306

**HAL Id: hal-04645306**

**<https://hal.science/hal-04645306>**

Submitted on 15 Jul 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License



## Urgence écologique : la recherche à l'épreuve

# Urgence écologique :

- 1 Édito,  
*Noël Corbin, délégué général  
à la transmission, aux territoires  
et à la démocratie culturelle*
- 4 Préface,  
*C. Graindorge*



## 6-47

**Impact du  
changement  
et destruction  
des éco-  
anthroposystèmes**

## 8-20

**Inscrire l'écologie comme  
politique publique  
de la recherche culturelle**

- 8 La transition écologique :  
opportunité et nécessité  
de construire de nouveaux liens,  
*C. Pourchez et A. Wiame*
- 12 La mise en œuvre d'une démarche  
de transition environnementale  
dans un établissement public  
de recherche : l'exemple du CNRS,  
*B. de Geyer*
- 15 La recherche dans le domaine de  
l'environnement à l'Agence nationale  
de la recherche (ANR). Mobiliser  
les différents champs du savoir,  
*C. Courtet et J. Mia*
- 18 Les sciences humaines et sociales  
au défi du changement climatique,  
*S. Maljean-Dubois et S. Vermeersch*

## 21-32

**Constituer de nouveaux  
corpus de doctrines  
qui dialoguent entre elles**

- 21 Cité anthropocène : pour une  
conversation continue entre sciences,  
arts et société à l'heure de l'urgence  
écologique, *F. de Gasperi*
- 24 La climatisation du Patrimoine culturel  
immatériel (PCI), *C. Bortolotto*
- 26 Langues et cultures face aux défis  
écologiques, *J. L. Léonard  
et K. D. Léonard*
- 28 L'impensé du numérique, *C. Debray*
- 30 L'urgence climatique : un levier  
de métamorphose pour la pratique  
artistique, *F. Léaustic*

## 33-47

**Donner à comprendre  
l'histoire environnementale  
et l'écologie sociétale**

- 33 Imaginaires de l'Apocalypse, *L. Lewis*
- 36 Explorer le passé pour améliorer  
le futur, *M. Boulen, M. Cabanis  
et S. Eusèbe*
- 39 Aspects et impacts environnementaux  
des pratiques archéologiques,  
*V. Letellier*
- 42 Comprendre et réduire l'empreinte  
environnementale de nos activités  
de recherche : le Groupement  
de recherche (GDR) Labos 1point5,  
*M.-A. Foujols et C. Serrano*
- 45 Le vocabulaire de la transition  
écologique et énergétique,  
*É. Quillot*



## 48-113

**Implication,  
prévention  
et protection**

## 50-56

**Prévenir**

- 50 Les plans de sauvegarde des biens  
culturels (PSBC) : l'aide apportée par  
le Service interministériel des archives  
de France (SIAF) à son réseau,  
*T.-P. Nguyen*
- 52  La protection des collections  
patrimoniales des bibliothèques  
territoriales : vers la mise en place  
de plans de sauvegarde des biens  
culturels sur le territoire national,  
*M. Rega*
- 53  Les « ateliers plans de sauvegarde  
des biens culturels (PSBC) » du Centre  
de recherche et de restauration  
des musées de France (C2RMF),  
*M. Courselaud, J. Périllat-Mercerot  
et J. Rémy*
- 54 Bibliothèque nationale  
de France : concilier stratégie  
écoresponsable et conservation  
patrimoniale, *S. Bouvet et V. Rottier*

## 57-75

**Soutenir la décarbonation  
et la sobriété qualitative**

- 57 Les musées de France, acteurs  
de la transition écologique, *C. Chanas,  
G. Crouan, V. Donzeaud et G. Magnier*
- 61 Les bibliothèques dans la transition  
écologique : à la recherche  
de la donnée, *J. Ouazzani*
- 64 Documenter l'impact environnemental  
du livre et de la presse numériques  
en bibliothèque de lecture publique,  
*A. Inaudi et P. Legros*

# la recherche à l'épreuve

- 67 La frugalité numérique en bibliothèque publique, une stratégie pour préserver la continuité du service public et réaffirmer l'urgence d'agir, *M. Le Torrec*
- 70 Transition écologique, quelle transformation pour les bâtiments d'archives ?, *A. Leduc*
- 73 Pour un outil d'évaluation et de trajectoire carbone des chantiers « monuments historiques », *M. Bacot et R. Martin*

## 76-95

### S'engager collectivement

- 76 Le Cerema au cœur d'un écosystème d'acteurs et de projets autour de la réhabilitation énergétique du bâti ancien, *É. Héberlé et A. Litvak*
- 79 Archives et numérique responsable : un engagement collectif, *H. Maurin, D. Naud et L. Vignaud*
- 82 Faire bouger les normes... État des lieux des recherches sur le climat adapté à la conservation des biens culturels en France et en Europe, *T.-P. Nguyen*
- 84 Les objectifs de conservation verte au cœur du plan d'action des normes européennes de conservation des biens culturels, *J. Kagan et D. Liot*
- 86 Le château d'Espéran et son Obligation réelle environnementale (ORE) : une conviction, une démarche, des actions, *H.-L. Camplo, L. Déjeux et V. Lévy*

- 89 Archéologie, responsabilité sociétale des organisations (RSO) et développement durable : l'exemple du département du Calvados, *Y. Gourgoury, V. Hincker et G. Schutz*
- 92 Du projet de site au projet expérimental de territoire : le cheminement du Grand Site de France de Bibracte – Morvan des Sommets, *V. Guichard*

## 96-113

### Concilier

- 96 À l'interface du patrimoine culturel et du changement climatique : le soutien du programme Horizon Europe et de la *Joint Programming Initiative on Cultural Heritage* (JPI CH) à la recherche, *S. Shen*

- 99 Des approches sensibles pour penser les transformations des milieux de vie : expériences de recherche-création dans le projet Sensibilia, Agence nationale de la recherche (ANR), *S. Balez et O. Labussière*
- 102 La rétro-ingénierie des cultures constructives locales pour répondre aux grands enjeux globaux actuels : l'expérience de CRAtterre, *D. Gandreau et T. Joffroy*
- 106 L'approvisionnement en pierre de taille des chantiers « monuments historiques » dans le contexte carrier actuel, *P. Bromblet et L. Leroux*
- 110 Poser les bases d'un tourisme culturel et durable dans les « Petites Cités de Caractère® », *L. Mazurier et N. Monquaut*



## 114-157

### Innovation et transmission

## 116-132

### Acquérir et maîtriser de nouvelles connaissances

- 116 Le projet C-ADER (Conservation d'aéronefs anciens : diagnostic non-destructif des altérations pour une protection intelligente contre la corrosion), *D. Flotté, F. Mirambet, A. Mirambet-Paris et E. Rocca*
- 119 Vers une gestion plus durable et responsable de l'eau dans les activités de conservation-restauration : un projet du GAECO, *M. Duranton, J. Échinard, A. Gall-Ortlík, B. Lavédrine, E. Pellizzi et R. Perez*
- 122 Utilisation des photons : solution innovante au service de la conservation du patrimoine culturel, *F. Bousta, A. François et J. Leplat*

- 124 La condensation, facteur d'altération des matériaux – un nouvel enjeu patrimonial face au changement climatique, *A. Bourgès*
- 127 Renaissance d'une essence patrimoniale : l'orme, *J. Pinon*
- 129 La sauvegarde des buis, *M. Guérin*
- 131 Un outil de détection précoce des infestations au service du patrimoine pour pallier le recours aux traitements systématiques et éternivores, *F. Fohrer et S. Le Conte*

## 133-157

### Accompagner la montée en compétences

- 133 Architecture & écologies. La part enseignée, *P. Madec*
- 136 Dix ans de PoCa, formation en architecture post-carbone, *J.-F. Blassel*
- 140 Les origines et la création du réseau ENSAECO, *D. Toubanos et P. Villien*
- 143 Ambiances nocturnes durables, l'évolution des pratiques et cultures de l'éclairage artificiel au service de l'environnement et de la santé, *N. Houel*
- 146 La boussole de la transition écologique. Pour le renouvellement des pratiques de recherche en architecture face au dérèglement climatique, *P. Mantziaras*
- 149 RESSOURCES, une plateforme pédagogique pour enseigner la construction et la réhabilitation en matériaux bio-géo-sourcés, *A. Colletta, F. Dejeant et L. Fontaine*
- 152 Formation des conservateurs et restaurateurs à l'Institut national du patrimoine (INP) : recherches sur l'écoresponsabilité, *S. Blenner-Michel et O. Zeder*
- 154 La politique publique du Centre national du cinéma et de l'image animée (CNC) à l'aune de l'urgence climatique, *C. Lacoue et L. Thomas*

Dossier coordonné par

CATHERINE GRAINDORGE

Rédactrice en chef, Délégation générale à la transmission, aux territoires et à la démocratie culturelle, Sous-direction des formations et de la recherche, Bureau de la recherche

En couverture



Deux *Arecaceae* (palmiers) dans les champs vus à travers un trou dans le tronc d'un arbre abîmé par le feu à Don Tao (Si Phan Don, Laos), au coucher du soleil. Ces deux palmiers sains témoignent d'une forme de résilience, 11 décembre 2018

© Basile Morin, CC BY-SA 4.0.  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Two\\_Arecaceae\\_in\\_the\\_fields\\_viewed\\_through\\_a\\_hole\\_in\\_a\\_tree\\_trunk\\_in\\_Laos\\_at\\_sunset.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Two_Arecaceae_in_the_fields_viewed_through_a_hole_in_a_tree_trunk_in_Laos_at_sunset.jpg)

# La rétro-ingénierie des cultures constructives locales pour répondre aux grands enjeux globaux actuels : l'expérience de CRAterre

La rétro-ingénierie des cultures constructives locales consiste à interroger les pratiques anciennes pour formuler des réponses théoriques et techniques vertueuses inspirées des processus et des pratiques de conception architecturale préindustrielles.

Cette démarche scientifique adoptée par CRAterre dans les années 1970 trouve encore plus de sens aujourd'hui car elle apporte des réponses concrètes aux enjeux globaux, à la fois environnementaux et sociétaux, avec des applications autant pour la conservation et la réhabilitation des patrimoines bâtis existants que pour le secteur de la construction neuve éco-responsable.

## DAVID GANDREAU

Archéologue, docteur en architecture, enseignant-chercheur à l'École nationale supérieure d'architecture de Grenoble (ENSAG), unité de recherche « Architecture, Environnement & Cultures constructives » (AE&CC), équipe CRAterre, co-responsable de la chaire UNESCO « Architecture de terre, cultures constructives et développement durable »

## THIERRY JOFFROY

Architecte, professeur HDR à l'ENSAG, directeur de l'unité de recherche « Architecture, Environnement & Cultures constructives » (AE&CC), équipe CRAterre.

## Aux origines de la démarche

Dans le domaine de l'architecture, les années 1970 ont été une période propice à l'émergence de recherches d'alternatives au « tout béton » qui avait pris une place quasi hégémonique dans la (re)construction de l'après-guerre<sup>1</sup>. Pour le matériau terre, cette décennie apparaît comme un tournant ayant permis de revisiter son potentiel, alors que les limites des matériaux industriels, environnementales, culturelles et sociales, commençaient à poindre.

En France, sur les pas du célèbre architecte égyptien Hassan Fathy, auteur de l'ouvrage *Construire avec le peuple*<sup>2</sup>, et inspirés par les mouvements de contre-culture issus des États-Unis, de jeunes enseignants de l'école d'architecture de Grenoble entreprennent de créer CRAterre, Centre de recherche et d'application terre. L'association, fondée en 1979, puis le laboratoire de recherche rattaché à l'école d'architecture de Grenoble en 1986, sous tutelle du ministère de la Culture, en sont les deux composantes historiques<sup>3</sup>.

L'inspiration se situe dans ce contexte bouleversé de la recherche et de l'enseignement en architecture post-1968, mais, à l'instar de l'inspiration puisée dans l'architecture nubienne par Hassan Fathy, c'est avant tout dans l'observation du patrimoine en terre, très présent dans le nord de l'Isère, que la démarche trouve ses origines.

Son cadre bâti rural mais aussi urbain est parsemé de fermes, de maisons villageoises, de moulins, d'églises et de grandes bâtisses construites en pisé, technique constructive consistant à compacter de la terre dans des banches en bois avec, comme seule ressource, les terres prélevées à proximité du chantier.

Dans le domaine de la conservation/restauration du patrimoine culturel, le fait de porter des regards croisés sur les principes de conception, l'usage, l'entretien et l'évolution/adaptation du bâti ancien au fil du temps a engendré une approche spécifique, à la fois pragmatique et contextualisée, avec une prise en compte systématique des aspects immatériels qui les sous-tendent.

1. Ernst Friedrich Schumacher, *Small is beautiful. Une société à la mesure de l'homme* [1973], Contretemps/Seuil, 1978.

2. Hassan Fathy, *Construire avec le peuple. Histoire d'un village d'Égypte : Gourni*, Jérôme Martineau, 1970.

3. Patrice Doat, Alain Hays, Hugo Houben, Silvia Matuk et François Vitoux, *Construire en terre*, Alternatives et Parallèles, 1979.



© Thierry Joffroy

Moulin à huile construit en pisé,  
Saint-Agnin-sur-Bion (Isère),  
France, 2007.

L'étude holistique de ce patrimoine vernaculaire, assortie de nombreux diagnostics techniques, a nourri une méthode d'analyse innovante, à l'origine du concept de rétro-ingénierie des cultures constructives locales<sup>4</sup>, dont il est question dans cet article. Cette méthode visait à comprendre les principes non seulement techniques, mais aussi culturels et sociaux qui ont permis le développement de ce bâti singulier et les conditions qui ont garanti sa pérennité dans le temps, malgré ladite « fragilité » du matériau employé. Ces connaissances puisées dans l'expérience du passé devaient permettre non seulement de préserver ce patrimoine, mais aussi d'en tirer des leçons pour le développement d'une filière contemporaine de construction en terre crue<sup>5</sup>.

La richesse de ce patrimoine faisait en effet la démonstration qu'un matériau local, non transformé, recyclable et accessible à tous pouvait apporter des réponses aux défis environnementaux annoncés, notamment par le Club de Rome (groupe de réflexion mêlant scientifiques, économistes, industriels et anciens politiques de 52 pays) à la fin des Trente Glorieuses. Tel était le cas également dans de nombreux territoires que les chercheurs, praticiens et enseignants de CRAterre allaient étudier à travers le développement d'activités de recherche et de formation menées en partenariat avec des institutions emblématiques telles que l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), le Centre international d'études pour la conservation et la restauration des biens culturels (ICCROM), le programme des Nations unies pour les établissements humains (UN-Habitat), le Haut-Commissariat des

Nations unies pour les réfugiés (UNHCR), ainsi que des associations ou services gouvernementaux dans près d'une centaine de pays.

### De l'hypothèse initiale à son large développement

L'équipe initiale s'est progressivement enrichie de nouveaux membres, architectes, ingénieurs, anthropologues, archéologues et praticiens de divers horizons. La pluridisciplinarité mise en application sur des projets de terrain a engendré une forme de réflexivité encourageant les praticiens et les chercheurs en action à renouveler, autant que nécessaire, les questions de recherche préliminaires, les hypothèses et, au-delà, les pratiques sur le terrain.

Dans le domaine de la conservation/restauration du patrimoine culturel, le fait de porter des regards croisés sur les principes de conception, l'usage, l'entretien et l'évolution/adaptation du bâti ancien au fil du temps a engendré une approche spécifique, à la fois pragmatique et contextualisée, avec une prise en compte systématique des aspects immatériels qui les sous-tendent.

Sur des sites en usage, tels que les mosquées d'Afrique de l'Ouest (Djenné et Tombouctou au Mali, Agadez au Niger, Larabanga au Ghana), les rencontres avec les détenteurs des pratiques traditionnelles de conservation et de maintenance régulière des édifices ont été d'un grand apport<sup>6</sup>. En réalisant à quel point la préservation de ces patrimoines était avant tout une question culturelle et sociale, basée sur la transmission des connaissances, les réflexions avec les parties prenantes ont porté sur le développement de

4. Voir Thierry Joffroy et David Gandreau, « S'inspirer du patrimoine pour le développement durable : de la terre aux cultures constructives locales ! », *Patrimoines. La revue de l'Institut national du patrimoine*, « Enjeux environnementaux », n° 18, 2023, p. 99-106.

5. Thierry Joffroy (dir.), Bakonirina Rokotomamonjy (dir.), David Gandreau, Grégoire Paccoud, Emmanuelle Robert et Dora Studer, *Réhabilitation et valorisation du bâti en pisé : guide à destination des collectivités territoriales*. CRAterre, 2018 : <https://hal.science/hal-01979508> (consulté le 8 mars 2024).

6. Thierry Joffroy, *Les pratiques de conservation traditionnelles en Afrique*, Iccrom, 2005 : [https://www.iccrom.org/sites/default/files/2017-12/pratiquetradition\\_fr.pdf](https://www.iccrom.org/sites/default/files/2017-12/pratiquetradition_fr.pdf) (consulté le 8 mars 2024).



Maintenance traditionnelle de la mosquée Djingareyber à Tombouctou par la communauté locale, 2017.

plans de gestion visant à pérenniser les pratiques et les mécanismes existants en les adaptant aux conditions actuelles, sociales, économiques, culturelles, environnementales et de gouvernance.

Pour les sites archéologiques, tels Tchoga Zanbil en Iran ou Merv au Turkménistan, l'approche a amené à étudier les procédés de drainage antiques des édifices et des îlots urbains afin de redéfinir des plans d'écoulement des eaux de pluie en suivant la logique initiale. La nature de ces sites inhabités, ouverts aux intempéries et particulièrement complexes à préserver, a nécessité de revisiter le concept de conservation préventive, basé sur une compréhension maximale

Site archéologique de Tchoga Zanbil, Iran, 2017.

du contexte pour une intervention minimale, à la fois efficace et respectueuse de l'authenticité de cette catégorie de patrimoine.

Dans le domaine de l'habitat, les projets se sont graduellement multipliés avec des succès variés en fonction des soutiens politiques. Si, par exemple, l'expérience du Domaine de la terre à Villefontaine est restée longtemps sans véritables suites, à l'inverse, le programme d'habitat social mené dans l'île de Mayotte passa rapidement de quelques prototypes à la mise en place d'une filière de production impliquant plusieurs centaines d'acteurs avec en quelques années plus de 20 000 logements sociaux et nombre d'infrastructures (écoles, bâtiments publics) réalisés.

Cette réussite a mis en avant la technique de construction en BTC (Blocs de terre comprimée) avec une multiplication de projets de par le monde qui en ont fait la promotion. Mais tenter de répliquer une technologie dans des contextes différents a vite montré ses limites. C'est ainsi qu'a émergé une nouvelle pratique de projet d'habitat, avec pour base l'étude préalable des cultures constructives locales. En se basant sur celles-ci, il était plus facile de mieux connaître les ressources disponibles localement (matérielles et humaines), de cibler les besoins et les capacités financières des populations locales, et de proposer, comme cela avait d'ailleurs été fait de manière pertinente à Mayotte, de respecter la culture d'habiter locale.

Autre exemple, le projet mené en Haïti avec divers partenaires à la suite du séisme de 2010 a désormais un impact très important. Pourtant, certaines organisations non gouvernementales (ONG) locales partenaires s'étaient montrées hésitantes, avec la crainte



© David Gandreau



Habitats locatifs réalisés en blocs de terre comprimée (BTC), Mayotte, 1988.

© Thierry Joffroy

d'une sorte de « retour en arrière ». Mais après la réalisation de premiers prototypes et leur adoption par les communautés locales bénéficiaires, les applications se sont multipliées avec plusieurs milliers de réalisations et actuellement des programmes de formation officiels à ce qui a été nommé TCLA : techniques de constructions locales améliorées.

### Quelles perspectives ?

Le projet de recherche-action réalisé en Haïti fait lui aussi école et nombre d'organisations sont désormais convaincues de la pertinence de la méthode. Reste toutefois que le manque de normes de construction rend difficiles des applications à grande échelle. De nouveaux défis sont donc à relever pour chaque situation, qui nécessitent non seulement l'identification des pratiques locales pertinentes, mais aussi leur caractérisation (essais techniques) et leur normalisation.

Pour cela, CRATERre est désormais très lié à un autre laboratoire de l'Université de Grenoble, 3SR (Sols, solides, structures, risques), mais ambitionne aussi de multiplier les collaborations à travers le monde afin de pouvoir accélérer le processus et d'envisager de pouvoir répondre à la grande diversité de cultures constructives locales.

### Conclusion

Les premières réussites de cette méthodologie qui, au-delà de la rétro-ingénierie, tend à passer à une réflexion encore plus globale, la rétro-conception, démontrent tous ses potentiels pour des productions situées et écoresponsables, mais aussi en d'autres lieux où il faut de plus en plus s'adapter aux conditions qui évoluent avec le changement climatique.

Trois axes thématiques du programme de recherche actuel de CRATERre-AE&CC, qui garde toujours



© Thierry Joffroy

sa nature proche des réalités et des pratiques sur le terrain, s'en emparent :

- la rétro-ingénierie des dispositifs parasismiques résilients ;
- la rétro-ingénierie des filières de matériaux bio et géosourcés<sup>7</sup> ;
- la rétro-conception d'édifices et d'ensembles urbains, historiques ou archéologiques.

Ces recherches privilégient les contextes difficiles, isolés, présentant des pénuries de ressources ou encore fortement exposés aux aléas naturels, qui sont les plus riches en enseignements. ■

Prototype de logement inspiré des cultures constructives locales pour la reconstruction post-séisme en Haïti, 2011.

7. Voir dans ce numéro l'article d'Adélie Colletta, Florie Dejeant et Laetitia Fontaine, « RESSOURCES, une plateforme pédagogique pour enseigner la construction et la réhabilitation en matériaux bio-géo-sourcés », p.149.