



Noura Arab
François Fleury

Ressources pour l'architecture écologique

Tome 1 - Matériaux de construction

Noura Arab et François Fleury (Dir.), *Ressources pour l'architecture écologique, Tome 1 - Matériaux de construction*, Paris, Presses des Mines, collection Énergie et développement durable, 2023.

© Presses des MINES - TRANSVALOR, 2023

60, boulevard Saint-Michel - 75272 Paris Cedex 06 - France

presses@mines-paristech.fr

www.pressedesmines.com

ISBN: 978-2-38542-417-6

Dépôt légal: 2023

Achevé d'imprimer en 2023 (Paris)

© Couverture:

1a	1b	1c	1d	1e	1f
2a	2b	2c	2d	2e	2f

1a : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hemp_plants_big.jpg, Auteur : Jungbim, Détail

1b : <https://www.flickr.com/photos/blmoregon/11424340453>, Auteur : Bureau of land management Oregon and Washington, Détail

1c : Photographie des auteurs

1d : <https://www.flickr.com/photos/miguelveraleon/2944405503>, Auteur : Miguel Vera León, Détail

1e : <https://www.flickr.com/photos/jeffanddayna/3662156128>, Auteur : Jeff Golden, Détail

1f : Photographie des auteurs

2a : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hempcrete_wall.jpg, Jnzl's Photos , Détail

2b : <https://www.flickr.com/photos/martyswoodshop/40334358943>, Auteur Syahmir, Détail

2c : Photographie des auteurs

2d : <https://www.flickr.com/photos/smallape/2568819503/>, Auteur : Ziggy Liloia, Détail

2e : Photographie des auteurs

2f : <https://www.flickr.com/photos/bartoszanusz/6344746584>, Auteur : Bart Lumber Détail

Cette publication a bénéficié du soutien de l'Institut Carnot M.I.N.E.S.

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et d'exécution réservés pour tous les pays.

Ressources pour l'architecture écologique

Tome 1 - Matériaux de construction

Collection Énergie et développement durable
Dans la même collection :

OSE Association Événement,
La place du numérique dans la transition énergétique

Mélanie Douziech, *L'empreinte chimique*

Renaud Gicquel *Systèmes énergétiques*
Tome III, Cycles avancés, systèmes innovants à faible
impact environnemental par,

Tome II, Applications « classiques »

Tome I, Initiation à la discipline, méthodes et outils

OSE Association Événement,
Le rôle du Carbon Capture Utilization and Storage
(CCUS) dans la transition énergétique

Julien Garcia, Tatiana Reyes, Stéphane Le
Pochat, Louis Dupuy,
et Anne-Laure Capomaccio
Monétarisation, Quels enjeux pour l'écoconception ?

Marilyn Pradel (dir.), Guillaume Busato,
Stéphanie Muller,
Mineral resources in Life Cycle Assessment -
EcoSD Annual Workshop 2020

Lynda Aissani (dir.)
Spatialization in LCA

Isabelle Blanc
EcoSD Annual Workshop

Junqua Guillaume, Brulot Sabrina
Écologie industrielle et territoriale

Association Événement OSE
Énergie, citoyens et ville durable

Labaronne Daniel
Villes portuaires au Maghreb

Emmanuel Garbolino
Les bio-indicateurs du climat

Bruno Peuportier (dir.)
Eco-conception des ensembles bâtis
et des infrastructures

Bruno Peuportier (dir.)
Livre blanc sur les recherches en énergétique
des bâtiments

Association Événement OSE
Smart grids et stockage

Ouvrage coordonné par Gilles Guerassimoff,
Nadia Maïzi
Smart grids

François Mirabel
La Déréglementation des marchés de l'électricité
et du gaz

Fabrice Flipo, François Deltour, Michelle
Dobré, Marion Michot
Peut-on croire aux TIC vertes ?

Benjamin Israël
Quel avenir pour l'industrie dans les places portuaires ?

Association Événement OSE
Eau et Énergie

Ouvrage coordonné par Bruno Duplessis
et Charles Raux
Économie et développement urbain durable 2

Ouvrage coordonné par Gilles Guerassimoff,
Nadia Maïzi
Eau et Énergie : destins croisés

Christophe Gobin
Réussir une construction en éco-conception

Ouvrage coordonné par Jean Carassus
et Bruno Duplessis
Économie et développement urbain durable 1

Ouvrage coordonné par Gilles Guerassimoff
et Nadia Maïzi
Carbone et prospective

Peuportier Bruno
Éco-conception des bâtiments et des quartiers

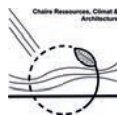
Ouvrage coordonné par Gilles Guerassimoff
et Nadia Maïzi
Îles et énergie : un paysage de contrastes

Noura Arab et François Fleury (Dir.)

Ressources pour l'architecture écologique

Tome 1 - Matériaux de construction

Cet ouvrage est publié avec le concours du laboratoire Architecture, Territoire, Environnement (ATE, EA 7464) de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Normandie et du ministère de la Culture, Direction de l'architecture et du patrimoine, Bureau de la recherche architecturale, urbaine et paysagère (BRAUP).



COMITÉ SCIENTIFIQUE

Anger Romain: docteur, directeur scientifique de amàco, professeur associé STA-CIMA, EVS-LAURE, ENSA de Lyon.

Arab Noura: docteure, maîtresse de conférences STA-CIMA, ATE, ENSA Normandie.

Fleury François: professeur HDR STA-CIMA, ATE, ENSA Normandie.

Hellouin de Menibus Arthur: docteur, ENMP, responsable R&D d'Eco-Pertica.

Leguern Malo: docteur, enseignant-chercheur, Builders for society, Caen.

Mastrorilli Antonella: professeure HDR STA-CIMA, LACTH, ENSAP Lille.

Toubanos Dimitri: docteur, maître de conférences, EVCAU, ENSA Paris-Val-de-Seine.

Vinceslas Théo: docteur, enseignant-chercheur, ATE, ENSA Normandie.

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

Cet ouvrage rassemble les contributions écrites faisant suite au séminaire «Les matériaux, ressources constructives en architecture», qui s'est tenu à l'École nationale supérieure d'architecture de Normandie, les 20 et 21 Juin 2022. Il s'agissait de la première rencontre d'un cycle de trois intitulé «Entre ressources et écologie, l'architecture en question – Méthodes, mises en œuvre, formes produites» et organisé par la chaire partenariale d'enseignement et de recherche «Ressources naturelles renouvelables, Climat et Architecture» labellisée par le ministère de la Culture et portée par le laboratoire «Architecture, territoire, environnement». Chacun des trois séminaires se concentre en effet sur l'un des trois piliers de la chaire : les ressources matérielles, climatiques, et bâties, le but étant d'interroger l'évolution des méthodes de leur intégration en architecture vers une écologie constructive.

En tant que produit de cette chaire partenariale, la particularité de ce livre réside dans la variété des propositions de différentes natures, avec des contributions scientifiques, des synthèses bibliographiques, des retours d'expérience pédagogiques et des controverses. Une diversité complémentaire qui permet d'exposer toute la dynamique actuelle de la question des ressources en architecture et de s'adresser à un public varié : enseignants-chercheurs, praticiens architectes ou ingénieurs, jeunes chercheurs, doctorants et étudiants en architecture ou en ingénierie.

Les organisateurs tiennent à remercier les membres du comité scientifique pour l'ensemble de leur travail, de la sélection des résumés à l'expertise des textes rassemblés ici. Nous tenons à remercier également les différents services de l'école nationale supérieure d'architecture de Normandie qui ont participé au bon déroulement du séminaire à l'origine de cette publication.

Toutes les contributions ont été relues et corrigées par Cécile Torquebiau, dont le professionnalisme, l'efficacité et l'écoute méritent d'être soulignés ici.

TABLE DES MATIÈRES

Comité scientifique.....	9
Avant-propos et remerciements.....	11
Architecture et écologie, les matériaux en question	15
Noura Arab et François Fleury	
PARTIE 1 - CULTURE ET TECHNIQUE	25
Le liège dont on fait les chalets : une chasse au trésor à Rome	27
Viviana Comito	
Expérimenter la transformation des ressources constructives locales	43
Christel Marchiaro, Chiara Silvestri et Gianluca Cadoni	
La construction en terre crue : revue critique des freins et leviers	61
Antoine Pelé-Peltier, Rabia Charef et Jean-Claude Morel	
La culture de la bauge par l'état de l'art : un outil de conception	77
Raphaël Rattier	
Rôle des architectes dans la filière du bloc de terre comprimée (BTC) à Mayotte depuis 2009	91
Gaëlle Faguet	
PARTIE 2 - PÉDAGOGIE ET EXPÉRIMENTATION	107
Expérimenter la chènevotte pour en révéler le potentiel d'ambiances	109
Céline Drozd et Virginie Meunier	
Trajectoire - De la matière à l'architecture	123
Adrien Henocq et Cyril Pressacco	
Expérimenter avec le roseau ; en posture naïve ou experte.....	141
Carole Lemans	
Enseigner la recherche et le développement pour l'écoconception architecturale ...	157
Robert Le Roy, Loïc Couton et Thierry Ciblac	
Culture constructive et pédagogie pratique en école d'architecture	173
Clémentine Laborderie	

PARTIE 3 - TERRAIN ET RÉALITÉ	187
L'expérimentation architecturale pour partager savoirs et matières	189
Quentin Prost-Roy, Géraldine Casaux-Ginestet et Lactitia Fontaine	
Performances des enduits correcteurs thermiques pour la rénovation	205
Pierre-Antoine Chabriac	
Transformations et potentiels écologiques des matériaux biosourcés	219
Jean-Philippe Costes	
FrankenWood, outil numérique pour le réemploi en construction bois	231
Florent Collin et Philippe Marin	
 PARTIE 4 - CONTROVERSE ET CRITIQUES	 247
Les arbres ne montent pas jusqu'au ciel.....	249
Stéphane Berthier	
Vers une architecture sans bâtiment? Construire le temps	261
Ghislain His	
Biographie Auteurs	273
Index.....	281

ARCHITECTURE ET ÉCOLOGIE, LES MATÉRIAUX EN QUESTION

NOURA ARAB ET FRANÇOIS FLEURY

L'architecture doit changer, peut changer. Elle doit reprendre sa mission culturelle, assumer son rôle structurant pour notre société en cette période de multiples transitions. Nous constatons en même temps beaucoup de changements et beaucoup d'inertie. Le changement climatique ne cesse de s'accélérer; l'économie capitaliste concurrentielle à l'échelle mondiale ne sait pas ralentir; notre attention, toujours plus détournée du réel, est tous les jours davantage captée, confisquée et marchandisée; les inégalités franchissent des records à tous les niveaux; la biodiversité se réduit drastiquement, etc. Chacun aura sa propre idée de ce qui compte le plus, ou de ce qui porte le plus de sens.

Face à ces défis, quelles sont nos ressources ?

Depuis les chocs pétroliers, nous nous préoccupons de nos ressources énergétiques, d'abord avec la peur de manquer. La crise de la COVID-19 et la guerre en Ukraine réactivent cette problématique de l'indépendance tout en élargissant le périmètre de la pénurie jusqu'aux matériaux de construction. Mais la prise de conscience environnementale, qui reconnaît les limites de la croissance fondée sur la production de «richesses», pose la question de la ressource de façon plus large.

Au-delà des enjeux de pouvoir et d'équité, la disparition ou la concentration de certaines ressources impacte l'équilibre des milieux; leur production ou extraction, leur transformation et leur transport contribuent largement aux diverses pollutions, dont les émissions de gaz à effet de serre. Cette problématique concerne avant tout la ressource-matière, et constitue le sujet du premier tome de cet ouvrage dédié à la relation entre architecture et ressources. Devant l'ampleur des changements à opérer pour retrouver un nouvel équilibre écologique, l'architecture doit se refonder, se ressourcer à sa réalité d'objet en interaction physique avec son environnement et inscrit dans le temps.

Comme la matière, le climat – donné ou modelé – peut aussi constituer une ressource pour l'architecture. Le second tome explore le potentiel d'une telle approche qui vise à concevoir *avec* plutôt que *contre*, à appréhender le climat comme un continuum entre extérieur et intérieur, entre donnée et visée de conception. Dernière catégorie de ressource considérée dans cet ouvrage et objet du troisième tome, le bâti existant se voit attribuer de nouvelles valeurs, associées pour partie

aux efforts, à l'énergie et aux émissions de gaz à effet de serre impliqués dans son édification. Mais ces édifices ne sont pas simplement des gisements. Il s'agit d'une ressource intelligente en quelque sorte, pour peu que l'on redécouvre les qualités spécifiques de ces architectures et leurs cohérences avec leurs contextes originels.

PREMIER TOME : MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Les matériaux dont est faite l'architecture sont en première ligne : ils impactent les lieux de vie, de travail, ce sont des supports d'expression, ils sont une composante majeure de l'activité économique et consomment des ressources, de l'énergie, tout en constituant des puits temporaires de carbone et/ou des émetteurs de pollution, dont les gaz à effet de serre.

Le titre de l'ouvrage général, «Ressources pour l'architecture écologique», invite à considérer les matériaux comme des ressources. L'idée est, d'une part, de se reconnecter avec l'amont, c'est-à-dire la roselière, la carrière, le champ de chanvre, la forêt... D'autre part, il s'agit de questionner la finitude de la ressource. Le terme «renouvelable», par exemple, s'applique à la ressource plus qu'au matériau. Le fait de titrer «ressources pour l'architecture» ne signifie pas pour autant qu'il faille considérer que les ressources d'un territoire sont par essence destinées à l'architecture. L'idée est plutôt que ces ressources sont des *opportunités* d'architecture. On aurait pu ainsi écrire «ressources et architecture».

En effet, la ressource aujourd'hui ne peut plus être considérée comme une denrée de consommation, dont l'exploitation n'a que la rentabilité économique comme limite. D'après les contributions rassemblées ici, nous cherchons tous à développer un nouveau rapport à ces ressources, qui participe d'une relation bilatérale avec notre environnement. Ce mouvement de reconnexion conduit à considérer des matériaux moins transformés, moins standardisés, et plus «vivants», d'une certaine manière. Ceci est de nature à modifier en profondeur les processus de projet, qu'il convient d'étudier selon des méthodes de recherche également à repenser.

De nombreux travaux se sont déjà interrogés sur la manière de «penser l'architecture par la ressource». L'un des dossiers des *Cahiers de la recherche architecturale, urbaine et paysagère* titrait précisément ainsi. Il montre la volonté d'un certain nombre d'architectes internationaux de tisser de nouveaux «liens de l'architecture avec son milieu». Mais, dans ce dossier, la succession d'énoncés théoriques et d'études de cas décrit davantage des postures et discours que des productions, et peine à montrer l'existence d'une tendance et à la caractériser le cas échéant. Plus problématique, l'efficacité écologique des réalisations – au sens de l'analyse de cycle de vie, par exemple – n'est jamais évoquée. Au regard de ces approches essentiellement monographiques et toujours laudatives, le présent recueil se veut plus critique, mais

aussi plus concret. Il ne s'agit pas seulement de penser l'architecture, mais aussi de la faire, de l'évaluer, de la critiquer.

Ainsi, les questions à l'origine de ce travail étaient multiples et la première portait sur les filières : comment sont-elles mobilisées dans les pratiques professionnelles des agences d'architecture et des bureaux d'étude ? Ces différents acteurs du projet ont-ils un nouveau langage en commun ? Faut-il repenser leurs articulations ? Quel impact cet intérêt pour la filière peut-il avoir sur le processus de conception ?

Il s'agissait aussi de trouver des moyens d'évaluer l'efficacité écologique : au-delà de leurs potentiels, comment garantir la valeur ajoutée écologique de ces matériaux peu standardisés et dont le cycle de vie dépend tant d'une logistique encore largement inefficace ? À quelle condition l'expression d'une vertu écologique est-elle performative ?

Nous posions également la question de la forme architecturale : est-il possible de dégager des traits communs d'architectures qui feraient de ces matériaux l'origine, le moyen et l'expression d'un rapport respectueux, enthousiaste et sensuel à la ressource et au savoir-faire associé ?

Enfin, s'agissant de matériaux aujourd'hui peu usités, peu enseignés, quelle place l'expérimentation matérielle peut-elle prendre dans le processus de conception et dans l'enseignement ? Un nouveau rapport à la ressource est-il nécessaire qui réactualise la question de la « logique du matériau » ?

LES CONTRIBUTIONS

Sur les 27 propositions reçues en réponse à l'appel à contribution, 19 ont été retenues pour une communication orale lors de deux jours de séminaire¹, et 17 textes ont finalement été soumis pour publication. Ce sont finalement 16 articles qui sont rassemblés ici, après leur double expertise par le comité scientifique.

En cohérence avec l'adossement de ce séminaire à une chaire partenariale d'enseignement et de recherche, une variété de contributions était encouragée de sorte à exposer toute la dynamique actuelle de la question des ressources en architecture, qui génère des controverses, de la recherche académique et de nouvelles façons d'enseigner. Nous souhaitons notamment encourager les enseignants-praticiens à partager leur retour d'expérience pédagogique et contribuer de cette manière à rapprocher enseignement et recherche.

¹ Les présentations orales sont accessibles sur le site de la chaire « Ressources naturelles renouvelables, climat et architecture » : <https://rnarchi.hypotheses.org/materiaux-darchitecture>.

C'est ainsi que les consignes données au comité scientifique ont décliné les critères de qualité en quatre groupes : les contributions scientifiques, les synthèses, les controverses et les retours d'expérience pédagogique. Si les deux premières catégories sont relativement classiques dans les publications académiques, en revanche, il nous semble utile de préciser ici les exigences formulées pour les deux autres.

Un article accepté dans la catégorie de la controverse doit exprimer une idée, une opinion ou un jugement qui en conteste un autre, ou qui se pose en décalage d'une pensée dominante. Les termes du débat doivent être clairement identifiables ; les positions, qui peuvent être subjectives, doivent être argumentées. L'argumentation elle-même doit être de qualité, c'est-à-dire structurée, étayée par des références, l'observation (même partielle) du réel ou l'expérience personnelle, respectant les règles de la logique (qualité des axiomes, absence d'autocontradiction, etc.).

Quant au retour d'expérience pédagogique, il ne doit pas consister en une autopromotion de son enseignement. Le fait de se référer à un cadre théorique (sciences de l'éducation, psychologie cognitive, processus d'innovation ou de projet, etc.) orienterait la contribution davantage vers la catégorie des publications scientifiques. En revanche, un retour d'expérience doit présenter le contexte et des objectifs pédagogiques et se doter de critères d'autocritique, offrir un niveau de description des dispositifs suffisant pour une appropriation par les pairs et mettre l'accent aussi bien sur les réussites que sur les échecs.

Ces articles sont rassemblés en quatre parties qui organisent la proximité des visées, des postures, des méthodes de recherche, ainsi que les catégories définies ci-dessus. Les corrélations entre ces caractères semblent en effet réelles, bien que relativement lâches.

Dans la première partie intitulée « Culture et technique », les contributions cherchent à dégager des systèmes de potentialité en architecture pour diverses ressources, sans nécessairement créer directement un savoir technique, lequel est extrait de documents préexistants ou de témoignages. Il s'agit davantage d'inscrire ces savoirs dans la culture, en tissant des liens entre auteurs, acteurs, phénomènes, échelles. Ce sont des enquêtes historiques, documentaires, sociologiques, voire parfois une forme d'archéologie expérimentale.

Si cette recherche de type plutôt académique a vocation à être enseignée, une autre forme de connaissance émerge de situations pédagogiques particulières. Ainsi, la deuxième partie – « Pédagogie et expérimentation », présente les travaux réalisés dans le cadre de l'enseignement dans les écoles d'architecture, assortis d'une contribution visant à les caractériser. Il ne s'agit généralement pas de recherche académique, mais leur observation peut contribuer à dégager des connaissances de

type scientifique. L'expérimentation est la méthode courante de ces contributions, avec différents degrés de contrôle selon les objectifs visés.

Sortant de l'univers parallèle qu'est celui de l'enseignement, la troisième partie s'intitule «Terrain et réalité». Les articles qui y sont rassemblés ont en commun de s'intéresser aux situations concrètes, aux aspérités non réductibles de la réalité. La variabilité des propriétés des matériaux écologiques locaux non industrialisés est au cœur de ce chapitre, où les auteurs partent pour la plupart de situations de projet. Les méthodes sont ici variées, incluant le développement d'algorithmes, le récit de projets d'architecture, ou la conception d'essais *in situ*.

Enfin, les deux propos de la dernière partie, intitulée «Controverse et critique», alertent sur l'illusion d'une résolution facile des problèmes écologiques par l'emploi massif de matériaux biosourcés, géosourcés ou de réemploi. En traquant nos certitudes et présupposés implicites, ces auteurs mettent au défi notre capacité à changer profondément nos modèles, nos pratiques et nos modes de vie : ce sont les fondements mêmes du système qui sont ébranlés.

PARTIE 1 - CULTURE ET TECHNIQUE

Les articles rassemblés dans cette partie se focalisent plus spécifiquement sur la dimension culturelle des matériaux écologiques. Ces travaux visent à décrire, comprendre et modéliser des éléments de notre culture constructive qui s'y rapportent, généralement en vue de construire leur «système de potentialité²» en architecture.

Puisque la plupart des matériaux biosourcés et géosourcés sont des redécouvertes, il paraît naturel de se tourner d'abord vers l'histoire et l'architecture vernaculaire pour commencer à reconstruire un système de potentialité qui leur est associé. Les réinterprétations de corpus ruraux modestes vernaculaires irriguent depuis toujours la culture constructive et architecturale, et c'est particulièrement vrai depuis le XIX^e siècle, qu'il s'agisse de se référer aux formes, de jouer de leurs connotations, ou d'en transposer les logiques.

Ainsi, Viviana Comito étudie sous l'angle historique un édicule du XIX^e siècle issu d'une *tendance* architecturale qui réinterprète notamment le «chalet suisse». Cette

2 Selon l'usage de ce terme qu'en fait Ezio Manzini dans *La matière de l'invention* (Paris, éd. du Centre Pompidou, 1989) : «La construction d'un système mental cohérent des systèmes de potentialité est la clé qui permet d'accéder à l'énorme gisement de possibilités que le développement technico-scientifique a accumulé, à une vitesse supérieure à celle avec laquelle évoluent les cultures.» Cette notion s'applique bien entendu au gisement de possibilités que la tradition a accumulé, et qui s'est perdu avec une vitesse bien supérieure à celle avec laquelle elle s'est constituée...

petite «folie» assume le contraste de sa vêtue de liège avec la matérialité «solide» de l'environnement urbain qui le voit naître. Il semble que ce soit précisément *l'image* qui est recherchée ici, par la mise en scène du matériau, qui en détermine le choix, plutôt qu'une quelconque logique économique ou de performance. Ce travail nous invite implicitement à interroger les conditions de la mise en visibilité actuelle de ces matériaux naturels peu transformés, et souvent connotés.

En contrepoint, les travaux de Christel Marchiaro, Chiara Silvestri et Gianluca Cadoni visent à constituer un inventaire systémique des ressources constructives locales à la biorégion «Sud», en s'appuyant sur un corpus rural, vernaculaire et/ou ancien (XVIII^e et XIX^e siècles). Il s'agit de faire émerger des relations entre les cas étudiés et les composants de leurs milieux : climat, géologie, ressource, matière, matériau, savoir-faire, construction et architecture, dont les dispositifs bioclimatiques. L'effort holistique et systémique permet d'enraciner, d'incorporer³ la culture constructive, de saisir différents niveaux de cohérence associés à l'utilisation des ressources.

Pour réinsérer les matériaux traditionnels et les matériaux écologiques plus récents dans la culture contemporaine des bâtisseurs, on peut certes se tourner vers des exemples historiques, mais il existe également toute une dynamique de recherche – scientifique ou non – plus récente, initiée dans les années 1970 et toujours en plein essor, qui a elle aussi fortement contribué à la constitution de nos savoirs et représentations, et qu'il est intéressant d'observer.

Formuler une synthèse des freins et leviers à l'emploi de la terre crue est une manière de contribuer à la fabrication du système de potentialité de ce matériau. C'est ce à quoi s'attachent Antoine Pelé-Peltier, Rabia Charef et Jean-Claude Morel, qui ont analysé quarante-huit articles scientifiques sélectionnés selon une méthode visant l'exhaustivité des freins identifiés et des moyens pour les transcender. Ces éléments sont ensuite classés en cinq catégories : technique, économique, politique, organisationnelle et socioculturelle. La bonne conception – qui suppose une bonne connaissance des obstacles – constitue justement un levier pour lever ou mitiger bon nombre d'entre eux.

Avec le même objectif de construire une représentation du système de potentialité de la ressource, mais focalisant sur la bauge, Raphaël Rattier exploite un vaste corpus de documents et propose une méthode de décomposition du savoir véhiculé par ces textes dans une base utile au concepteur, lequel exploite des *figures*, cherche à prévoir les *phénomènes* cadrant le *potentiel* de la matière à *concrétiser* une architecture écologique et expressive. Il apparaît notamment que la contribution des artisans à cette culture livresque est faible, ce qui pose implicitement la question de l'accès

3 C'est-à-dire de la situer dans un corps, dans son milieu physique.

du concepteur aux enjeux de la fabrication et laisse entrevoir un décalage possible entre les cultures constructives détenues par chaque acteur.

Or c'est précisément sur les acteurs que se concentre Gaëlle Faguet, qui étudie la filière du BTC⁴ à Mayotte, pour en comprendre les conditions de développement. Recoupant certaines conclusions de l'article précédent, son travail montre que les freins sont largement attribuables à l'absence de connaissance et de culture partagée entre habitants, artisans et bureaux d'études. Elle décrit le rôle clé des architectes, qui savent montrer le potentiel du BTC pour répondre aux intérêts des divers acteurs. En tant qu'expression de la culture (notamment constructive), les projets exemplaires constituent alors des points d'appui importants de cet effort de traduction.

PARTIE 2 - PÉDAGOGIE ET EXPÉRIMENTATIONS

Les articles présentés dans cette deuxième partie abordent l'intégration de l'utilisation des matériaux biosourcés dans l'enseignement en école d'architecture. Que ce soit dans des travaux dirigés sous toutes ses formes, l'atelier de projet, ou le séminaire de recherche, ces contributions présentent l'articulation entre, d'une part, les intentions de projet ou de production de connaissances et les protocoles d'expérimentation pédagogique et, d'autre part, les modalités de l'expérimentation des matériaux mise en œuvre par les étudiants et les résultats finaux. L'objectif commun de ces expérimentations pédagogiques est d'examiner la possibilité de régénérer le rapport aux matériaux et en conséquence réinitialiser la pédagogie en vue de la transition écologique.

Ainsi, Céline Drozd et Virginie Meunier invitent, par l'enseignement «Matières d'ambiances», à un nouveau rapport à la matière pour en découvrir les caractéristiques techniques et sensibles. Elles pointent la nécessité d'avoir en première étape une connaissance des aspects liés à la production, à la mise en œuvre et aux contraintes techniques de la matière (ici la chènevotte), avant de passer à une étape d'expérimentation dont l'objectif est d'en révéler un nouvel aspect, qui devra être exemplifié par un projet architectural. L'expérimentation dans ce cadre-là est complètement libre de toute contrainte ou obligation imposée par les enseignants.

En suivant sensiblement le même trajet mais dans le cadre de l'atelier de projet, et selon une «pédagogie en mouvement permanent», les étudiants de Adrien Hénocq et Cyril Pressacco commencent par enquêter sur les matières naturelles du territoire normand. Suivre la trajectoire de la matière (le hêtre et le lin) jusqu'à la fabrication de fragments de références architecturales, puis intégrer au processus de conception

4 Bloc de terre comprimée.

une expérimentation constructive (en terre) permettraient de combler l'écart entre la théorie et la pratique. Le caractère non contrôlé de cette expérimentation autorise l'installation de doutes et constituerait ainsi le moteur de découverte d'un nouveau langage architectural.

C'est avec plus de précision que Carole Lemans interroge la différence entre une expérimentation scientifique contrôlée (dans le cadre de sa thèse) impliquant certains savoirs préalables sur le matériau et une autre plus libre (dans un cadre pédagogique de master) laissant plus de la place à l'intuition et à la naïveté. Il s'agit dans les deux cas d'étudier le potentiel de l'architecture de roseau. Par l'observation des processus de projet et en interrogeant les qualités et les limites de l'innovation constructive produite dans chaque type d'expérimentation, elle cherche à identifier le degré d'importance de la maîtrise des connaissances liées aux matériaux biosourcés dans la conception de projets innovants.

Contrairement aux précédentes contributions, l'enseignement présenté par Robert Le Roy, Loïc Couton et Thierry Ciblac vise explicitement l'initiation à la recherche scientifique. Situé en master, ce séminaire du département «Transitions» vise le développement de l'écoconception. L'expérimentation fait l'objet d'un protocole d'essai – physique et/ou numérique – dont l'objectif est d'améliorer la compréhension des phénomènes ou de valider des performances techniques (mécanique, thermique, etc.) par la mesure. Contrôler l'expérimentation par l'interrogation de son potentiel architectural assure une connexion avec le monde professionnel qui peut devenir partenaire de projets doctoraux, eux-mêmes en interaction avec le séminaire.

Dans l'idée de caractériser de manière plus générale la place de l'expérimentation dans l'enseignement de l'écoconstruction et discuter de son rôle dans l'élaboration d'une nouvelle culture constructive, Clémentine Laborderie examine vingt-huit fiches pédagogiques bien choisies des écoles d'architecture sous l'angle de la pédagogie active (théorie constructiviste) et de la pédagogie par l'expérience (courant pragmatique). Les critères d'analyse portent à la fois sur la forme de l'enseignement en observant le lien avec le milieu extérieur, et sur le contenu, en repérant le rôle de la pratique dans l'enseignement. Ce travail montre finalement tout l'effort que doit faire le milieu des écoles pour exploiter pleinement et efficacement ce type de pédagogie.

Ces travaux incitent à multiplier ces retours d'expérience et à en approfondir l'analyse selon deux niveaux d'interaction : entre enseignants et étudiants au sein de l'unité d'enseignement, et entre ces modules et les cours de construction proprement dits (structure, ambiances, chantier). D'un point de vue méthodologique, il serait intéressant d'un côté d'exploiter le retour d'expérience des étudiants eux-mêmes, et, de l'autre, de tenter de suivre la «fortune critique» de ces expérimentations,

d'évaluer leur portée au sein d'autres enseignements du cursus. Ces éléments pourraient conduire à mieux comprendre comment l'expérimentation, qu'elle se déroule dans un cadre pédagogique ou professionnel, permettrait d'accélérer la transition vers une écoconception qui renouvelle son rapport aux ressources.

PARTIE 3 - TERRAIN ET RÉALITÉ

Les expérimentations avec la matière présentées dans la partie précédente ont pour objet de connecter la théorie avec la réalité. Or, seuls certains aspects de la réalité peuvent être reproduits dans l'école ou en laboratoire. Ce chapitre rassemble les contributions qui s'intéressent au non-conforme, au local, à l'opportunité, à la variabilité des caractéristiques des matériaux naturels ou de réemploi.

Quentin Prost-Roy, Géraldine Casaux-Ginestet et Laetitia Fontaine explorent ainsi les interactions entre l'expérimentation dans le cadre d'un projet réel et les pratiques constructives existantes. L'étude détaillée du projet expérimental de logement de la ZAC de la commune de Biganos (Gironde) montre que l'expérimentation pratique et scientifique au sein d'une collaboration entre les différents acteurs du projet représente un contexte sociotechnique riche qui a permis le développement et le partage d'expérience sur la construction en terre crue. La connexion avec le territoire basée sur le diagnostic du patrimoine existant, l'exploration des connaissances et des savoir-faire locaux et la recherche et développement ont, de cette manière, contribué à l'innovation architecturale.

Toujours dans le cadre d'un projet réel, mais d'intervention sur l'existant, Pierre-Antoine Chabriac explore la faisabilité d'application d'enduits à base de terre et de fibres comme correcteurs thermiques, pour remplacer les matériaux non perspirants généralement appliqués pour la rénovation/réhabilitation du bâti en pierre ou en terre. Associant tests en laboratoire et *in situ*, l'objectif de son expérimentation est d'aboutir à des formulations adaptées à la situation concrète du mur en pierre. Il s'agit de garantir la bonne accroche de l'enduit, d'évaluer l'effet sur le confort, et de caractériser son comportement thermohydrique. Ce travail contribue à mieux cerner la manière dont les différents types d'essais peuvent s'inscrire dans le processus de conception/construction.

C'est aussi par des tests appropriés que Jean-Philippe Costes propose de composer avec la variabilité des matériaux naturels, en transposant l'approche normative et l'organisation de la filière bois aux autres matériaux dits «vivants». Ce serait une alternative aux processus de transformation industriels qui corrigent les écarts au prix de la dégradation des propriétés thermohydriques et du bilan environnemental des matériaux naturels. En exposant l'arbitrage complexe entre performance de produit, énergie grise et cycle de vie de ces matériaux, l'auteur questionne leurs

perspectives de développement au-delà d'une logique de substitution à des matériaux industriels, par l'innovation architecturale.

De leur côté, Florent Collin et Philippe Marin se confrontent au caractère aléatoire et évolutif des gisements de réemploi: comment la découverte de nouvelles opportunités d'approvisionnement peut-elle être intégrée tout au long du processus de conception et jusqu'à la construction? Dans cet objectif, les auteurs ont développé un outil numérique d'aide à la conception pour les agences d'architecture, capable de simuler, de visualiser et d'évaluer les impacts technico-économiques, environnementaux et architecturaux de l'intégration d'éléments issus du réemploi. Testé sur une situation réelle d'un projet de préau d'école, l'outil a permis d'optimiser significativement le processus d'adaptation des gisements et de faciliter leur intégration au projet.

PARTIE 4 - CONTROVERSES ET CRITIQUES

Cet ouvrage s'achève avec une partie qui incite à reprendre de la hauteur de vue, à replacer les efforts de recherche scientifique, pédagogique, opérationnelle – dont la focale réduite est l'une des conditions de la valeur du savoir produit – dans une perspective résolument politique.

En s'appuyant sur l'exemple de la filière bois, Stéphane Berthier montre comment la tendance – aussi inexorable que peu écologique – à l'artificialisation maximale des matériaux vise essentiellement à changer le moins possible nos habitudes, tout en endormant notre vigilance écologique. L'analyse technique critique d'un corpus de projets d'immeubles de grande hauteur en bois explique très concrètement les limites d'une approche par substitution, qui tente vaille que vaille de remplacer un matériau par un autre, sans remise en cause fondamentale des règles et des modèles. Ainsi plaide-t-il pour que les travaux de recherche sur les ressources s'inscrivent dans un projet de transformation radicale de l'architecture et de son écosystème.

Pour Ghislain His, cette radicalité peut s'opérer selon trois modalités qui, toutes, impliquent un autre rapport au temps: déconstruire, entretenir et détruire. Dans cette vision, l'ajout de matière devient exceptionnel et n'est possible qu'à condition d'organiser au préalable sa réutilisation ou son autodestruction. Ainsi la création par enlèvement de matière – valorisée par ailleurs – et l'entretien de l'existant deviennent des composantes fondamentales de la compétence de l'architecte, et pourraient donc devenir légitimement des objectifs pédagogiques. Mais sans doute faut-il également comprendre que c'est l'égo de l'architecte que l'auteur nous incite à réduire, si celui-ci doit renoncer à la création d'une œuvre intouchable et éternelle.

PARTIE 1
CULTURE ET TECHNIQUE

LE LIÈGE DONT ON FAIT LES CHALETS : UNE CHASSE AU TRÉSOR À ROME

CONTRIBUTION SCIENTIFIQUE PAR VIVIANA COMITO

MOTS-CLÉS

Liège, biosourcé, chalet suisse, construction bois, pavillon de jardin, Giocchino Ersoch.

RÉSUMÉ

Un pavillon singulier en bois et liège se niche dans les jardins du prestigieux palais Barberini à Rome et n'a pas fait l'objet de recherche. Il déstabilise par son altérité dans une ville de pierre et de brique. Pourtant, en retraçant sa genèse, sa construction éclaire un moment de l'histoire urbaine européenne, dans le dernier tiers du XIX^e siècle, au cours duquel Rome connaît un essor d'expérimentation et de modernisation. On rattachera ce bâtiment avec deux typologies en vogue au XIX^e siècle : le chalet suisse et les folies de jardin revêtues en liège. En sortant ce bâtiment de l'anonymat, nous soulignons le manque d'attention qui pèse sur le patrimoine biosourcé. Les matériaux naturels renouvelables comme le liège et le bois – utilisés dans la plupart des pavillons évoqués dans cet article – demeurent négligés par les historiens de l'architecture : si l'on ignore les témoignages restants, comment prendre conscience que ces matériaux nous accompagnent dans la construction depuis des millénaires ?

INTRODUCTION

Tout débute devant une étrange cabane, posée dans le jardin du palais de l'une des plus puissantes familles de la noblesse romaine, les Barberini. Cette petite bâtisse, que j'identifierais comme l'œuvre inconnue d'un architecte connu, reflète une double influence : d'une part, celle d'un programme iconographique cultivé à réminiscence piranésienne et, d'autre part, celle d'échanges internationaux entre architectes de talent. Mais sa technique constructive annonce aussi la modernité. Car le bâtiment cumule plusieurs aspects que l'histoire de l'architecture se montre réticente à reconnaître : l'influence d'un imaginaire aujourd'hui désuet, celui du chalet suisse ; la construction en matériaux biosourcés, dont le liège, et donc son

association péjorative à la ruralité; ainsi que les œuvres des architectes municipaux, souvent laissés dans l'ombre. Par le biais de cet exemple, mon intention est de mettre en évidence les préjugés que nous nourrissons envers les matériaux renouvelables.

Le bâtiment étonne par sa conception: mais peut-on connaître l'usage du liège et du bois dans l'histoire si l'on ignore les témoignages restants? Le palais Barberini est propriété de l'État depuis 1949, mais ce bâtiment singulier dans son jardin n'a fait l'objet d'aucun travail de recherche. Retracer l'histoire complexe du palais au cours des XVII^e et XVIII^e siècles a monopolisé l'attention des chercheurs et des gestionnaires au sein du *Ministero della cultura* (ministère de la Culture). Dans la pourtant pléthorique bibliographie sur le palais Barberini, un seul ouvrage mentionne brièvement ce bâtiment. Il n'existe aucun relevé architectural ni analyse scientifique des matériaux, et les modifications subies n'ont pas été répertoriées. Ce manque d'attention a orienté notre méthode de recherche vers l'observation de la technique constructive et la quête de références similaires, ce qui a mené à un élargissement du contexte historique. Notre objectif est à la fois de comprendre comment cet objet apparemment incongru a atterri à son emplacement et d'enrichir notre connaissance de l'histoire de l'usage du liège dans la construction.

ARRIÈRE-JARDIN ET ARRIÈRE-PENSÉES

Le palais Barberini, où se sont succédé et confrontés Maderno, Bernini et Borromini¹, est un bâtiment en H, loin de la typologie courante à Rome du palais avec cour. À l'arrière, un large escalier monte vers les jardins. Sur la droite s'élève une petite bâtisse avec un toit à deux pans. Si sa position par rapport à la perspective et à l'articulation des terrasses fait qu'on ne peut pas ne pas la voir, peu de touristes remarquent ce qui n'est pas sur les guides: son revêtement en écorce de bois. Ce *suber*² par excellence, le liège, est dans un état de conservation remarquable. Mais quand cette maisonnette a-t-elle été construite, et par qui? De très occasionnelles mentions livrent le nom qui lui est attribué, la *Casina di sughero* («maison de liège»). Les mentions de la *Casina* apparaissent surtout lors de la cession des terrains derrière son emplacement, le *giardino di sopra* («jardin supérieur») en vue de la construction en 1936 de la *palazzina* Savorgnan di Brazzà.

Les demandes de renseignements auprès du palais Barberini se sont avérées infructueuses: une brève mention dans un livre (1998) de Lorenza Mochi Onori, directrice de la Galerie Barberini entre 1982 et 2003; pas plus de succès auprès de

1 Les architectes Gian Lorenzo Bernini (1598-1680) et Francesco Borromini (1599-1667) sont italiens et Carlo Maderno (1556-1629) est né en Suisse (Tessin).

2 Dans l'anatomie du bois, ce mot latin, traduit par «liège», indique l'écorce externe de tout tronc d'arbre.

la Biblioteca pontificia, dont les archives n'éclairent l'histoire du palais Barberini que jusqu'au XVIII^e siècle.



Figure 1 : L'escalier qui monte du palais Barberini vers le jardin. À droite la Casina et le mur arrière de la serre, au fond la statue d'Apollon et la palazzina Savorgnan di Brazzà

Sur l'époque de construction et l'usage de la *Casina*, des hypothèses contradictoires sont avancées. Il s'agirait :

- de la maison du jardinier (ce qui correspond à son usage actuel, pour l'entretien des espaces verts) ou son usage serait plutôt ludique ;
- d'un divertissement du *Settecento* (XVIII^e siècle), contemporain de la plantation d'arbres hauts dans l'esprit d'un jardin romantique (Galleria Barberini, 2012) ou d'une construction contemporaine de la serre (Mochi Onori, 1998) qui daterait de 1875 (Negro, 1982)³.

Une eau-forte (Alessandro Specchi⁴, 1699) de la façade postérieure du palais, avec un point de vue depuis le jardin supérieur, proche de l'emplacement de la

³ Ou encore de 1883, date gravée sur la plaque en marbre à l'intérieur de la serre, au-dessus d'une fontaine.

⁴ Alessandro Specchi, «Veduta posteriore del medemo Palazzo Barberino», *Raccolta di fabbriche di Roma e di altrove* (Domenico de Rossi éditeur, 1699).

Casina, laisse supposer que son implantation aurait été incohérente avec le jardin classique. La *Casina* n'est pas reportée sur la *Pianta Grande di Roma* (1736-1748) de Gianbattista Nolli. Elle n'apparaît pas non plus sur les plans de Paul Letarouilly, levés dans les années 1820⁵. Il en ressort que la *Casina* serait postérieure à cette date.

La structure interne de la *Casina*, poteau-poutre en bois équarri, s'accompagne d'une ossature secondaire, à laquelle se superposent, du côté extérieur, d'épaisses planches de bois. Un revêtement en écorce de liège brut est cloué de manière continue à l'extérieur et, du côté intérieur des lisses en bois horizontales, le partitionnent. Le soin décoratif additionnel du revêtement intérieur ne plaide pas en faveur d'un usage « technique » de la bâtisse.

À Rome, une maîtrise insoupçonnée de la construction en bois se retrouve aussi dans le socle surélevé en pierre rustique et dans les détails qui permettent de gérer l'eau. Les portes d'origine, à en juger par les traces de liège présentes sur les encadrements, devaient également être revêtues en liège. Le parement de façade assure la bonne conservation du support de bois. Des losanges décoratifs en listels de bois viennent se superposer à cette peau en partie basse. La façade n'a pas forcément été entretenue, alors que le revêtement de toit et les menuiseries semblent avoir été remplacés, mais pas nécessairement à l'identique.



Figure 2: *La Casina di sughero*

⁵ Paul Letarouilly (1795-1855), architecte et graveur, fait un voyage en Italie en 1820, et publiera ses relevés plus de vingt ans plus tard.



Figure 3: Élévation intérieure de la façade principale.
Photo Gabriele Mari, Gallerie Nazionali Barberini Corsini Roma



Figure 4: Le socle en pierre surmonté d'une rangé de briques



Figure 5: Restes de liège sur l'encadrement
d'une porte



Figure 6: Détail du revêtement
intérieur

PROMENADE AU PINCIO

Notre réflexion sur la *Casina* se poursuit dans un autre site romain bien connu, près de la villa Borghese, sur les hauteurs du Pincio. Dans le parc public s'élève un pavillon octogonal très dégradé, dont les façades imitent le bois. Ici aussi, cet édifice, qui détonne dans le style patriotico-romantique de ce jardin, ne livre au public ni son nom ni son usage, un anonymat finalement similaire à la *Casina*.

Sa fonction ici est, en revanche, bien déterminée: il s'agit d'un réservoir d'eau. L'architecte communal, Gioacchino Ersoch (1815-1902), avait été chargé d'intégrer cet aménagement fonctionnel dans la nouvelle promenade publique, qui devait être digne du nouveau statut de la ville, celui de la capitale du nouvel État italien (1870). Chargé de l'aménagement des espaces verts, Ersoch proposa un habillage en chalet suisse, et le chantier se déroula entre 1872 et 1874 (Impiglia, 2013). Ersoch effectuera sa carrière durant plus d'un demi-siècle à la mairie de Rome, où il deviendra architecte en chef⁶. Sa famille, originaire du canton suisse d'Argovie, vit à Rome depuis le XVIII^e siècle. Figure longtemps négligée, une exposition lui a été consacrée en 2015⁷.



Figure 7: La promenade patriotique sur le Pincio, avec le pavillon



Figure 8: Détails de l'habillage de la maçonnerie

Cette idée du chalet suisse, qui semble aujourd'hui saugrenue dans un tel environnement⁸, ne doit pas être attribuée aux seules racines familiales de l'architecte: en réalité, toute l'Europe succombe à cette époque à cette mode. Depuis la fin du XVIII^e siècle, les naturalistes explorent les Alpes, les géographes les cartographient, les artistes racontent leurs ascensions, des voyageurs instruits y

6 Assurant la transition qui s'opère dans la gestion de la ville entre l'État pontifical et la commune, Ersoch sera le dernier à porter le titre d'«architecte du peuple romain» (Tamblé, 2017).

7 Gioacchino Ersoch 1815-1902, *un architetto per Roma capitale*, 16 mai-20 septembre 2015, palais Braschi, Rome.

8 Il semble que le bâtiment souleva des critiques à l'époque de sa construction, telle celle de Augustus Hare dans ses *Walks in Rome* (1874): «*Al Pincio hanno innalzato uno chalet svizzero, stranamente fuori posto in mezzo alle vecchie statue.*»

fuients les villes (Vernes, 2006) : la montagne entre dans l'imaginaire collectif, ainsi que ses dépayés chalets. Il s'agit aussi d'un élargissement des modèles des bâtiments à copier. Aux modèles classiques pour anoblir banques ou gares, s'ajoutent désormais le médiéval fantasmé et la cabane rustique de Vitruve, revitalisée par l'abbé Laugier. Le chalet suisse surgit de la nostalgie de ce type primordial⁹ tout comme il porte une nouvelle utopie (Leniaud, 2005).

Dans la transition vers une architecture qui se libère des contraintes formelles du « modèle », le chalet devient un masque, souvent un habillage sur une structure maçonnée. Mais quand il s'agit de bâtiments en bois, la « sincérité constructive » (principe cher à Viollet-le-Duc) ouvre la voie à la modernité et l'ossature se dévoile. Ces chalets – nom sous lequel on regroupe « toute construction dans laquelle le bois prédomine¹⁰ » – vont par leur rationalité et leur légèreté ouvrir la voie à la standardisation, tout en gardant le charme du pittoresque. Ce qui n'empêche pas le constat de Jean-Michel Leniaud (2005) : « La question des chalets n'a pas été intégrée au discours de l'histoire de l'architecture, malgré l'intérêt que des architectes aussi importants que Viollet-le-Duc, Gaudet et Le Corbusier lui ont témoigné. »

Les Expositions universelles, telles celles de 1867 à Paris¹¹ et de 1873 à Vienne, accroissent l'intérêt vers l'architecture alpine, et cet engouement stimule l'utilisation du bois. Si le réservoir-chalet aménagé par Ersoch sur le Pincio est tombé en désuétude, son revêtement aspect bois s'inscrit dans une vogue internationale, et l'aménagement de la promenade intervient dans la modernisation de la capitale laïque. Au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle, les architectes communaux jouent un rôle important dans la modernisation des capitales européennes et finissent par gérer de nombreuses innovations. Dans l'instabilité issue de l'accélération des progrès techniques, l'époque habille le fonctionnel en oscillant entre le pittoresque et le classique (tel le *Mattatoio*¹² de Ersoch). Nous sommes alors sur un point de bascule, un monde en transition entre la Rome oisive de la papauté et la capitale nouvelle d'un État moderne, où la noblesse s'apprête à lotir les terres qu'elle possède dans la nouvelle capitale.

9 La Casina est en étroite relation avec un arbre, à sa droite. Si on l'imagine coiffée d'un toit en chaume, elle s'attache à une référence savante, celle des origines de l'architecture et de l'archétype du refuge primitif.

10 B. Recordon, « Chalet », in Encyclopédie de l'architecture et de la construction cité dans Leniaud, 2005.

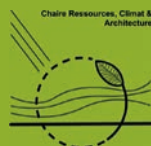
11 À cette occasion, l'Idrocronometro du père Embriaco Domenicano reçoit un prix. Ce dominicain proposera ensuite ses services à la mairie de Rome en 1872, et c'est ainsi qu'Ersoch intègre l'Orologio ad acqua à la promenade du Pincio. Mais alors qu'on célèbre encore aujourd'hui la prouesse romantico-technologique de cette horloge habillée en faux bois, le réservoir-chalet suisse reste ignoré.

12 L'abattoir municipal, terminé en 1891.

Aujourd'hui, les matériaux de construction ne peuvent plus être considérés comme des denrées de consommation, dont l'exploitation n'aurait pour limite que la rentabilité économique.

Cet ouvrage, premier d'une série de trois volumes, aborde les enjeux de l'intégration des matériaux à faible impact environnemental (biosourcés, géosourcés et de réemploi) dans le monde de l'architecture et introduit un nouveau rapport à ces ressources, qui participe d'une relation bilatérale avec notre environnement. Cette approche modifie en profondeur les processus de conception et nous pousse à repenser les méthodes de recherche.

Contributions scientifiques, retours d'expériences pédagogiques, exemples d'expérimentations et controverses s'enrichissent mutuellement dans cet ouvrage qui expose toute la dynamique actuelle de la question des ressources en architecture. La pluridisciplinarité et la variété des points de vue montrent la complexité des problèmes, apportent des connaissances et des solutions, ouvrent des perspectives méthodologiques et créatives dans les domaines de l'enseignement, de la recherche et de la pratique sur la question des matériaux écologiques pour la construction.



35 euros

