

Dépassement Épistémologique de l'Enseignement des Matériaux pour une Architecture Écologique : Du Savoir Théorique à l'Expérience In-Situ

Hedia Ben Nila

Equipe ASC, Laboratoire UMRAN, ED.SIA, ENAU, Université de Carthage Tunis.

Hedia.bennila@enau.ucar.tn

Résumé— Cette contribution interroge les limites épistémologiques de l'enseignement technique des matériaux en architecture, à l'heure des urgences écologiques. En s'appuyant sur la pensée de Gaston Bachelard, elle défend la nécessité d'un dépassement des approches normatives, souvent réduites à l'analyse physico-technique des matériaux, pour ouvrir vers une compréhension plus holistique intégrant les dimensions écologiques, sensibles et contextuelles. À partir d'une expérimentation menée auprès d'étudiants en architecture en Tunisie, l'article développe une méthode pédagogique croisant analyse théorique, immersion in situ dans des architectures vernaculaires et expérimentation matérielle. Cette démarche vise à former des architectes capables d'appréhender la matière comme un vecteur de relation entre le lieu, le climat et l'usager, et non comme un simple objet de performance. Le matériau devient alors un outil critique, écologique et sensible, au cœur d'une pédagogie ancrée dans le réel et tournée vers la transition écologique.

Mots-clés— *Enseignement des matériaux, architecture bioclimatique, obstacle épistémologique, expérimentation in-situ.*

I. INTRODUCTION

L'enseignement des matériaux en architecture appelle aujourd'hui une réflexion renouvelée, à la hauteur des urgences écologiques contemporaines et des défis posés par la crise climatique. Il ne peut plus se cantonner à la seule transmission de savoirs techniques normatifs, centrés sur les propriétés physiques, chimiques ou mécaniques des matériaux employés dans la construction. Bien que cette forme d'enseignement reste indispensable pour comprendre les typologies matérielles, leur résistance, leur comportement et leur mise en œuvre, elle révèle aujourd'hui ses limites.

Dans cette optique, la pensée de Gaston Bachelard nous invite à interroger les fondements mêmes de ce savoir. Selon lui, toute connaissance scientifique véritable suppose de franchir des obstacles épistémologiques : ces représentations héritées, souvent intuitives ou empiriques, qui freinent l'accès à une pensée critique et renouvelée. Appliquée à l'enseignement des matériaux, cette lecture permet de comprendre pourquoi une approche strictement technique, bien qu'objectivée, peut devenir un frein à la formation d'un regard écologique et conscient. Le matériau ne peut être réduit à un ensemble de propriétés mesurables : il est aussi porteur de sens, d'histoire, d'expérience et de relation au lieu.

C'est dans cette perspective que se situe notre démarche : proposer un dépassement épistémologique dans l'enseignement des matériaux, en croisant trois domaines de connaissance — technique, écologique et sensible — dans une approche pédagogique ouverte. En Tunisie, le patrimoine vernaculaire constitue un terrain d'observation privilégié, où les matériaux locaux témoignent d'une intelligence constructive bioclimatique adaptée aux contextes climatiques, culturels et sociaux. Ces architectures deviennent alors des lieux d'apprentissage in situ, où l'analyse théorique rencontre l'expérience vécue.

Cette recherche propose une méthode pédagogique articulant, une lecture scientifique des matériaux dans leur cycle de vie, une immersion dans des architectures vernaculaires et une expérimentation sensible des qualités spatiales et environnementales de la matière.

Ainsi, une question centrale guide notre réflexion : Comment former des architectes capables d'intégrer les propriétés bioclimatiques réelles des matériaux à partir d'un enseignement qui conjugue rigueur scientifique, expérience sensible et conscience écologique ? C'est à cette problématique que tente de répondre cette contribution.

II. OBSTACLE EPISTEMOLOGIQUE DE L'ENSEIGNEMENT DES MATERIAUX

A. Penser les fondements : Dépasser les obstacles épistémologiques

Repenser l'approche d'enseigner les matériaux en architecture implique un retour critique sur les fondements même de la connaissance scientifique. Comme l'affirmait J. Robert Oppenheimer, la science authentique va souvent à l'encontre du bon sens. Cette idée est approfondie par Gaston Bachelard, pour qui la science ne progresse qu'en franchissant les préjugés enracinés dans l'expérience immédiate, opérant ainsi ce qu'il nomme une rupture épistémologique. Ce processus marque le passage de l'intuition empirique à la rationalité, condition indispensable à l'émergence d'une connaissance véritablement scientifique

1. La lutte contre les obstacles épistémologiques

L'obstacle est dit *épistémologique* renvoie à un noyau dur du savoir, difficile à déconstruire, même par les chercheurs les plus aguerris. Gaston Bachelard nous rappelle que : « c'est dans l'acte même de connaître qu'apparaissent par une sorte de nécessité fonctionnelle, des lenteurs et des troubles » [1]. Ainsi, les obstacles ne découlent pas simplement d'un manque de connaissances, mais d'un héritage empirique souvent accepté sans remise en question. Ces obstacles, ou « causes d'inertie », résultent d'une accumulation de savoirs construits sur des intuitions, des expériences fragmentaires, parfois devenus des certitudes pédagogiques implicites.

Dès lors, toute connaissance acquise mais non interrogée risque de véhiculer des représentations probablement erronées, laissant le champ libre à l'obstacle pour s'installer insidieusement. Dans cette perspective, l'épistémologue cible une démarche de rationalisation située sur l'axe expérience-raison, un cheminement où coexistent risque et progrès. « Il n'y a que la raison qui dynamise la recherche, car c'est elle seule qui suggère au-delà de l'expérience commune (immédiate et spéculaire) l'expérience scientifique (indirecte et féconde). C'est donc l'effort de rationalité et de construction qui doit retenir l'attention de l'épistémologie » [2].

Ici les faits doivent être pris par l'épistémologie comme des idées greffées dans un système de pensée. Pour l'épistémologue, un fait mal interprété par une pensée, devient un obstacle, une *contre-pensée*. L'obstacle n'est pas alors ce contre quoi vient buter la pensée, il se constitue dans la pensée même. Bachelard explicite ainsi cette idée : « L'obstacle est la part d'ombre de la pensée qui ne peut jamais être pleinement présente à elle-même, éclaircir tous ses présupposés. Cela signifie que toute connaissance est à la fois outil et obstacle. Même les meilleurs outils, même les meilleurs concepts sont susceptibles de devenir des obstacles. (...) On ne peut donc rêver d'un apprentissage sans erreurs et sans obstacles qui s'installerait d'emblée dans la vérité. » [3].

Dans le cadre de l'enseignement des matériaux en architecture, cette vigilance épistémologique est essentielle. Il ne s'agit pas seulement de transmettre des savoirs techniques, mais aussi de former un esprit critique, capable de remettre en question ses propres références, ses habitudes cognitives, et ses certitudes apparentes.

À cet égard, Bachelard propose quatre exigences fondamentales pour tout esprit scientifique aspirant à surmonter les obstacles épistémologiques :

- *Une catharsis intellectuelle et affective* visant à se détacher des préjugés, des opinions préconçues – car, pour Bachelard, « une opinion ne pense pas ».
- *Réformer* ensuite son esprit, et cela en l'éduquant en lui apprenant à se réformer continuellement, en évitant de s'embourber dans des habitudes intellectuelles et sans pour autant être obstrué de connaissance.
- *Le refus de l'argument d'autorité* consistant à un rejet des arguments. Ceux qui ne se fixent qu'au respect dû aux autorités intellectuelles, et non à une démonstration logique ou empirique.
- *L'inquiétude de la raison*, c'est-à-dire être formé de telle sorte à ne pas laisser la raison en repos, mais plutôt l'esprit ouvert à la critique et la liberté de jugement.

2. Les obstacles de la connaissance quantitative

Toute connaissance immédiate est dans son principe même subjective. Comme le souligne Bachelard, « En prenant la réalité comme son bien, elle donne des certitudes prématurées qui entravent, plutôt qu'elles ne la servent, la connaissance objective. » [4]. Ainsi, la certitude issue d'une perception immédiate peut devenir un frein à l'objectivation scientifique. Il ne s'agit cependant pas pour Bachelard de rejeter la connaissance quantitative – bien au contraire. Il reconnaît que la science moderne s'est constituée à travers la mathématisation du réel, rendue possible par le perfectionnement des instruments de mesure. Toutefois, il invite à rester vigilant face aux risques d'une objectivation illusoire, si l'on néglige les conditions de production de ces données quantifiées.

En effet croire que la précision d'une mesure doit sans cesse se rapporter à la sensibilité de la méthode utilisée et prendre en considération les conditions de stabilité de l'objet mesuré. Le problème lié à la mesure constitue finalement une exigence fondamentale de l'esprit scientifique. Bachelard appuie que cette doctrine de la sensibilité expérimentale est une conception moderne ou chaque physicien doit déterminer la sensibilité de ses appareils avant d'entreprendre une expérimentation. Dans cette optique, Bachelard propose une conception dynamique et critique de la connaissance expérimentale, dans laquelle chacun devient, en quelque sorte, physicien, par son rapport quotidien au monde matériel. Il écrit :

« (...) nous observons, et nous éprouvons la plupart des choses, la lumière, la chaleur, le froid, le vent, l'air, l'eau, le feu, la pesanteur, le ressort, la durée, etc. Chaque coup d'œil est une observation de la nature ; chaque opération de nos sens et de nos mains est une expérience. Tout le monde est un peu physicien, plus ou moins suivant qu'on a l'esprit plus ou moins attentif, et capable d'un raisonnement naturel. » [5].

Cette remarque souligne la continuité entre l'expérience vécue et l'expérimentation scientifique, tout en mettant en garde contre les illusions de naturalité. L'expérience ordinaire ne devient science qu'à condition de s'arracher aux évidences sensibles et de se soumettre à une démarche critique, méthodique et instrumentée.

Cette réflexion sur les limites de la quantification invite à repenser les modes d'enseignement des matériaux, souvent fondés sur une approche strictement technique. Il convient désormais d'interroger les conditions mêmes de cette transmission pour ouvrir la voie à une pédagogie plus réflexive, intégrant l'expérience sensible, la critique épistémologique et les exigences écologiques contemporaines.

B. De l'Obstacle au dépassement Épistémologique de l'Enseignement Technique des Matériaux

L'enseignement des matériaux en architecture s'est historiquement construit sur un socle technique et normatif, hérité du champ de l'ingénierie. Il repose essentiellement sur la transmission des connaissances physiques, chimiques et mécaniques des différents matériaux utilisés dans le domaine de la construction. Ces derniers sont alors analysés, classifiés et quantifiés en fonction de leurs propriétés intrinsèques, de leur résistance, de leur coût ou encore de leur mise en œuvre. Si ces données sont indéniablement fondamentales, elles demeurent toutefois souvent abstraites pour les apprenants, et déconnectées des conditions concrètes d'utilisation, notamment dans des contextes climatiques et culturels spécifiques. Ce cloisonnement disciplinaire a été critiqué par plusieurs chercheurs, dont Carlo Ratti : « L'enseignement technique des matériaux en école d'architecture s'apparente encore trop souvent à une nomenclature décontextualisée » [6]. Une telle approche est aujourd'hui en décalage profond avec les enjeux contemporains du projet architectural, et notamment avec les impératifs du développement durable. Elle ne permet ni d'en comprendre le potentiel relationnel avec le lieu et l'humain, ni de l'inscrire dans une réflexion écologique pertinente. En ce sens, elle constitue un véritable obstacle épistémologique, au sens bachelardien du terme, dans la mesure où elle limite la pensée à des catégories figées et appauvrit la portée culturelle et environnementale de la matière.

Pour surmonter cet obstacle, il apparaît nécessaire d'opérer un dépassement épistémologique. Celui-ci consiste à concevoir une approche pédagogique transversale et intégrative, articulée autour de trois niveaux complémentaires de connaissance.

- Une lecture écologique, fondée sur les principes de durabilité et de l'architecture bioclimatique, qui évalue les matériaux à partir de leur impact environnemental, de leur cycle de vie, de leur provenance et de leur compatibilité avec le contexte local.

- Une lecture physico-technique, centrée sur les propriétés scientifiques des matériaux (résistance, inertie, conductivité, etc.) et leur mise en œuvre constructive, dans une perspective rigoureuse et contextualisée.
- Une lecture sensible et spatiale, qui réintègre la perception sensorielle, l'ambiance matérielle et la qualité d'usage dans l'analyse du matériau, considérant son interaction avec la lumière, la température, l'acoustique ou encore les usages sociaux.

Ce triptyque de connaissance ne saurait être enseigné de manière purement théorique. Il requiert la mise en œuvre d'une méthodologie pédagogique fondée sur l'alternance entre savoirs conceptuels et expérimentations in situ, permettant à l'apprenant de confronter ses acquis à la réalité physique et climatique du territoire, et d'y développer un regard critique et situé. Cette triple lecture trouve un écho dans les travaux de Kenneth Frampton : « La tectonique architecturale ne prend sens que lorsqu'elle relie l'artefact au lieu, par les matériaux qui portent une charge à la fois constructive, culturelle et environnementale » [7]. Dans cette perspective, l'architecture vernaculaire tunisienne offre un terrain d'expérimentation privilégié. Par l'adaptation de ses formes au climat local, par l'usage de matériaux disponibles sur place et par sa logique constructive intégrée au paysage, elle constitue un modèle heuristique pour illustrer ce croisement entre technique, écologie et sensibilité.

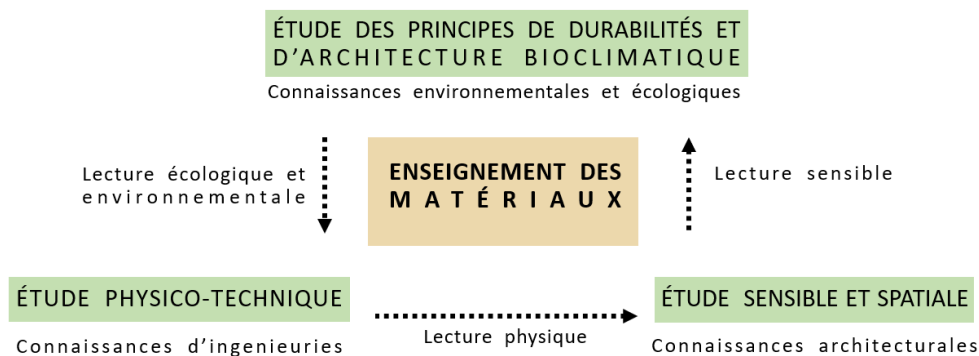


Fig. 1 Vers un dépassement épistémologique dans l'enseignement des matériaux

III. VERS UNE PÉDAGOGIE RENOUVELÉE DES MATÉRIAUX EN ARCHITECTURE

Dans une volonté de réactualisation pédagogique et épistémologique de l'enseignement des matériaux en architecture, face aux enjeux du développement durable, nous avons initié une première phase de travail consistant à repenser la classification des matériaux à partir de leur caractère écologique. Cette relecture a conduit à l'élaboration d'une typologie fondée sur l'impact environnemental et la durabilité, distinguant trois grandes catégories : Les éco-matériaux (terre, pierre naturelle), les matériaux biosourcés (bois, paille, béton de chanvre) et les matériaux recyclés (béton, métaux, verre, plastique transformés).

A. Une pédagogie fondée sur une approche intégrative

L'apprentissage est d'abord structuré autour de l'acquisition de connaissances générales sur les matériaux utilisés dans le domaine de la construction. Ces premiers objectifs visent à offrir à l'apprenant une vision globale, intégrant des critères multiples liés à la durabilité : La contribution au développement local équitable, l'impact environnement, les modalités de mise en œuvre, les performances dans le temps, l'impact sur la santé et le confort de l'usager, ainsi que les enjeux d'entretien et de cycle de vie.

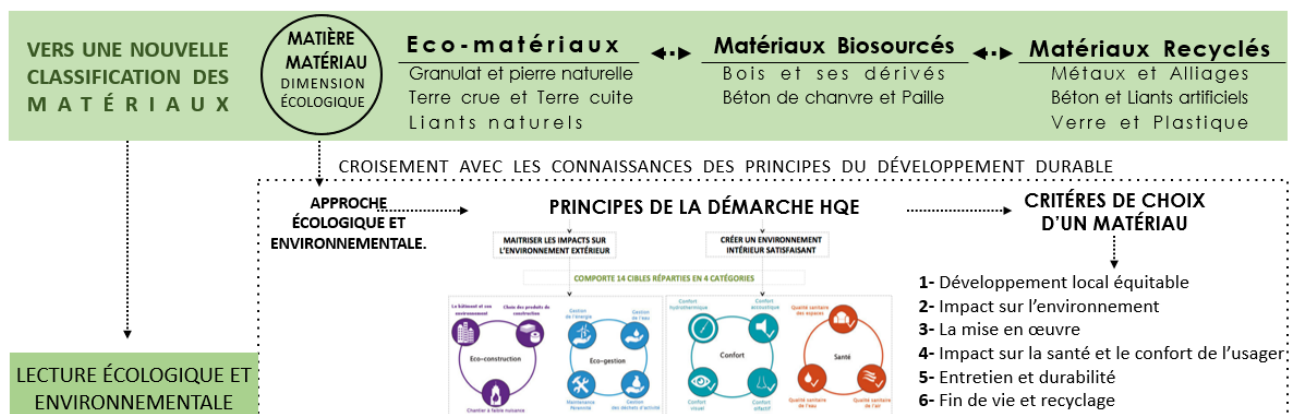


Fig. 2 Nouvelle classification des matériaux

Dans le prolongement de cette base commune, l'enseignement cherche à approfondir une réflexion plus fine en croisant, pour chaque catégorie de matériau (éco-matériau, biosourcé ou recyclé), deux types de savoirs complémentaires : D'une part, une compréhension physico-technique des matériaux, à travers l'étude de leurs propriétés mécaniques, thermiques, hygrométriques et leur comportement dans divers contextes climatiques. D'autre part, une approche sensible et environnementale, qui engage la perception sensorielle, la qualité d'usage et le rapport du matériau à l'espace habité.

Ainsi, cette approche pédagogique vise à initier les apprenants à une lecture à la fois physique, écologique et sensible de la matière, en lien direct avec les principes du confort environnemental et les préceptes d'une conception bioclimatique

B. Une pédagogie immersive et transversale

L'intérêt de cette démarche réside dans la mise en œuvre d'un regard systémique sur les matériaux, qui permet d'en appréhender les spécificités selon leur interaction avec l'environnement, les modes de vie et les pratiques constructives locales. Ce changement de posture pédagogique engage l'apprenant à considérer le matériau non plus comme une donnée figée ou purement technique, mais comme un médiateur entre science et perception, entre résistance mécanique et fragilité écologique.

L'enjeu est ici double, d'une part, faire émerger une compréhension approfondie de la matière comme support structurel, d'autre part, révéler sa puissance expressive en tant que vecteur d'une relation harmonieuse entre l'homme, l'espace et la nature.

En ce sens, l'enseignement devient une expérience immersive, où la matière est explorée non seulement dans ses dimensions scientifiques, mais aussi dans sa capacité à façonner des ambiances, à traduire une inscription territoriale, et à éveiller la conscience écologique du futur architecte.

IV. EXPERIMENTATION PEDAGOGIQUE ENTRE THEORIE, PRATIQUE ET IMMERSION

L'application de cette pédagogie renouvelée de l'enseignement des matériaux a fait l'objet d'une expérimentation pédagogique sur cinq années au sein de l'Université Ibn Khaldoun, auprès d'étudiants de deuxième année en architecture. Cette expérimentation repose sur un enseignement horizontal, favorisant un va-et-vient constant entre cours théorique et atelier de projet, avec l'objectif de tisser un lien fort entre connaissances académiques, pratiques constructives et expérimentation sensible in situ, au-delà des cadres traditionnels d'enseignement.

A. Maîtrise de la lecture physique, sensible et écologique des matériaux dans un cadre spatial

Pour la maîtrise et la saisie des caractéristiques de chaque typologie des matériaux, qu'il s'agisse d'un éco-matériau, d'un matériau biosourcé ou d'un matériau recyclé, l'objectif premier de cette pédagogie immersive est de développer une triple maîtrise des matériaux, selon trois dimensions interdépendantes : d'abord la

maitrise des spécificités écologiques du matériau, ensuite croiser aux caractéristiques physico-techniques et enfin son étude à travers un regard sensible et spatial, en évaluant leur influence sur la perception, les ambiances, le confort et l'usage architectural.

Ce croisement des registres de connaissance constitue un véritable dépassement épistémologique, en rompant avec une approche exclusivement descriptive ou normative du matériau. Il ne s'agit plus de présenter uniquement ses composants ou ses caractéristiques mécaniques, mais de les inscrire dans une lecture écosystémique et expérientielle, mettant en évidence le rôle actif du matériau dans la construction d'un habitat durable et habité.

Par exemple, le mélange de terre crue et de paille, utilisé selon les techniques de la bauge ou du torchis, illustre parfaitement cette approche croisée :

- Sur le plan technique, ce mélange améliore l'adhérence et la stabilité du matériau ;
- Sur le plan écologique, il mobilise des ressources locales à faible impact ;
- Sur le plan du confort, il contribue aux qualités hygrothermiques et acoustiques de l'espace bâti ;
- Sur le plan sensible, il participe à la construction d'une ambiance chaleureuse et enracinée dans le territoire.

Ce type d'analyse est systématiquement appliqué à chaque catégorie de matériaux étudiée, permettant aux étudiants de construire une grille de lecture critique et intégrative, mobilisable dans leurs projets. Chaque séance pédagogique donne lieu à une lecture analytique sensible et spatiale d'un projet architectural inscrit dans une démarche écologique.

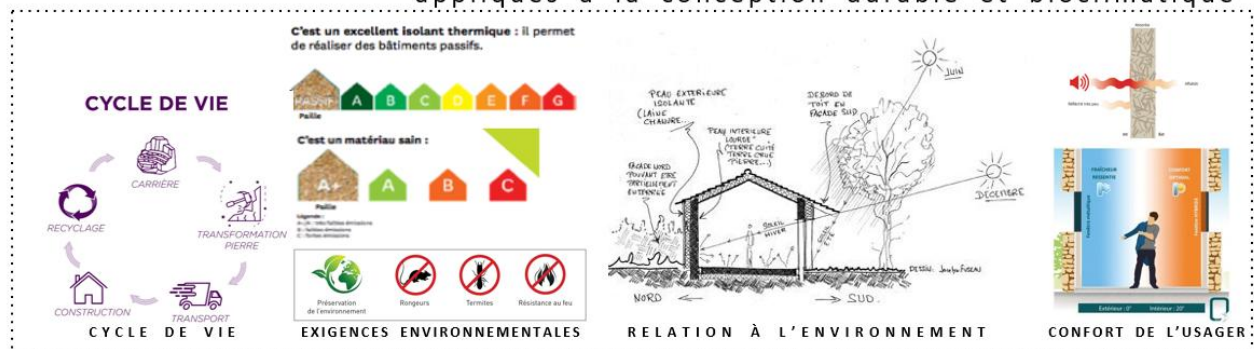
Présentation des propriétés physiques



Croisement entre les propriétés physiques et écologiques



Développer des connaissances sur les principes du confort environnemental appliqués à la conception durable et bioclimatique

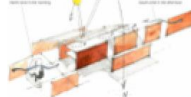


CIBLE 02: CHOIX DES PRODUITS DE CONSTRUCTION

TOUS LES MATÉRIEAUX ET TECHNOLOGIES DE CONSTRUCTION ÉTAIENT D'ORIGINE LOCALE - DANS LE RESPECT DE LA CULTURE LOCALE: LES PIERRES ROUGES PANACHÉES



LE 08: CONFORT HYGROTHERMIQUE



Le bâtiment est conçu pour répondre, simplement, au climat, avec de grands murs positionnés est-ouest pour maximiser l'ombre, et de grandes ouvertures orientées sud et nord - qui apportent le vent et la lumière en profondeur dans les pièces.



Fig. 3 Croisement entre lecture physique et environnementale des matériaux

Ce processus pédagogique permet un passage progressif de la compréhension technique du matériau vers son expérience concrète dans l'espace architectural. Il constitue une étape préparatoire essentielle pour initier les apprenants à une lecture critique du matériau en contexte, en intégrant les effets de ses choix sur la conception bioclimatique du projet.



Fig. 3 Croisement entre lecture physique, environnementale et sensible des matériaux

La finalité de ce croisement entre les dimensions physico-technique, écologique et sensible est de former des architectes capables de penser la matière non seulement comme un moyen constructif, mais aussi comme un levier de conception durable. Cette démarche permet de doter les apprenants d'outils qui conditionnent leur choix des matériaux dans la conception, en tenant compte du mode d'extraction et de mise en œuvre, de l'impact environnemental et énergétique, du potentiel de gestion thermique passive, de la qualité de la ventilation naturelle et du confort acoustique, insertion dans un cycle de vie circulaire et de la capacité à générer des ambiances sensibles.

Il s'agit au final d'amener chaque apprenant à prendre en charge consciemment la question du matériau, dans ses implications techniques, sociales et environnementales, et à l'inscrire au cœur même de son acte de création.

B. Immersion in-situ dans une architecture vernaculaire bioclimatique

La Tunisie, riche de son patrimoine architectural vernaculaire, offre un terrain d'apprentissage privilégié pour l'enseignement des matériaux dans une perspective bioclimatique. Des bâtiments de la médina de Tunis, fondés sur des systèmes constructifs en pierre et chaux, aux architectures troglodytiques berbères du Sud, les exemples sont nombreux pour illustrer des logiques constructives bioclimatiques centrées sur la matière et sur l'adaptation au milieu. Ces édifices deviennent ainsi de véritables laboratoires vivants où l'apprenant peut observer, analyser et ressentir les effets concrets des choix matériels sur le confort, les ambiances et la qualité spatiale.

La pédagogie expérimentale prend ici la forme d'un travail in situ, initié par une analyse contextuelle menée dans la médina de Tunis, suivie par un voyage d'étude dans des régions abritant une architecture vernaculaire remarquable, telles que Djerba, Nefta ou Tataouine. Ces territoires offrent un laboratoire à ciel ouvert de l'architecture bioclimatique, où les matériaux locaux sont employés de manière intuitive et sensible, en réponse aux conditions climatiques et aux modes de vie traditionnels.

Pendant le voyage d'étude, l'atelier devient un espace d'exploration immersive, au cours duquel la matière est expérimentée dans ses multiples dimensions : tactile, thermique, acoustique, lumineuse et écologique. Dans notre démarche, nous privilégions l'étude de bâtiments en ruine, qui permettent de dévoiler les couches constructives et les logiques tectoniques invisibles dans un bâtiment en bon état. Cette approche favorise une lecture physico-technique du matériau, de sa composition à son assemblage.

Dans un second temps, l'immersion se poursuit dans des bâtiments conservés, afin de faire vivre aux étudiants une expérience sensible complète, en les incitant à mobiliser leurs sens : ressentir les variations de

température, percevoir l'absorption acoustique, observer les jeux d'ombre et de lumière, ou encore mesurer l'impact sensoriel des textures et des volumes.



Fig. 4 Saisie et analyse des matériaux lors de l'immersion in-situ dans l'architecture vernaculaire de Djerba

Lors de ces expériences immersives, les apprenants sont invités à produire une analyse située, capable de croiser les échelles d'abord du physique à travers la matière perçue dans sa composition, dans son mode d'assemblage, dans son intégration contextuelle ensuite de la technique à travers la saisie du processus de mise en œuvre des matériaux et du mode constructif et enfin du sensible basé sur la stimulation sensorielle des matières vécues à travers le toucher, la variation de température.

Cette lecture est traduite graphiquement dans des planches synthétiques où ils essaient de mettre en évidence leur observations in-situ à travers des coupes bioclimatiques, des zooms sur des détails et même parfois l'usage de logiciel de simulation thermique.

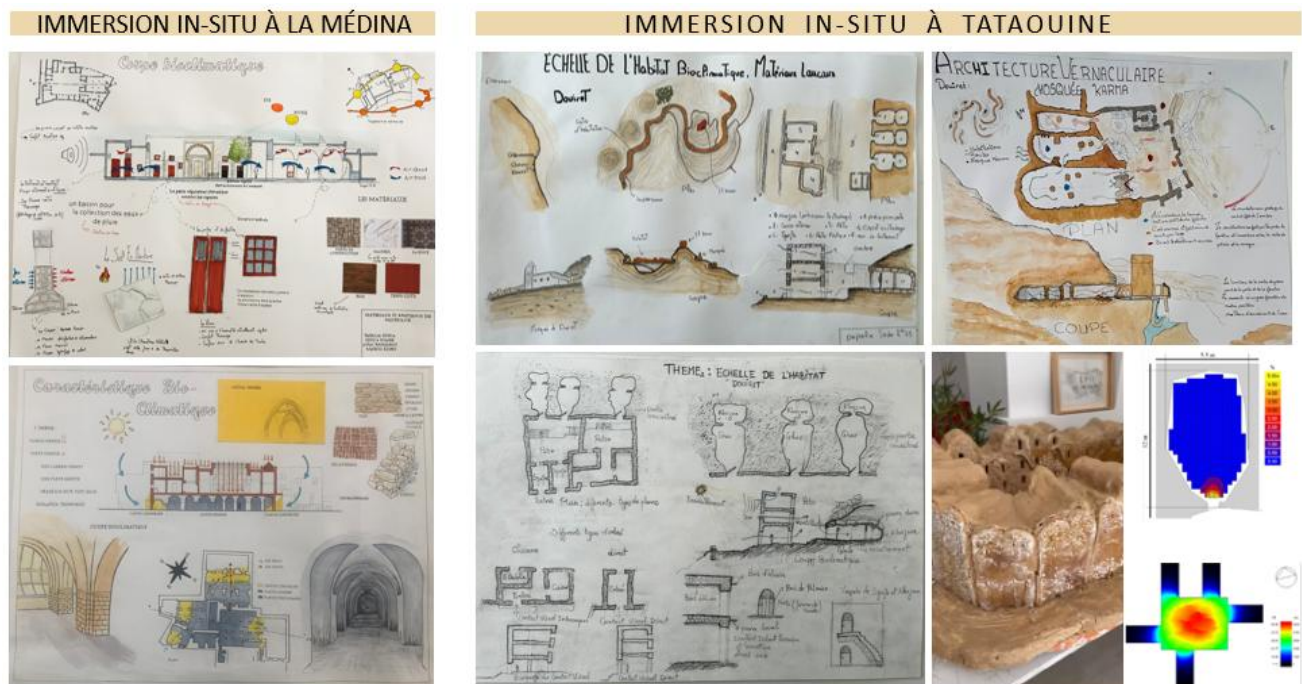


Fig. 5 Extraits du rendu de l'immersion in-situ à Tataouine, échelle habitat bioclimatique et matériaux de construction

Au terme de cette approche pédagogie immersive, les apprenants deviennent plus avertis et conscient du rôle prépondérant du matériau dans une conception bioclimatique. Cette démarche permet de former des

architectes capables de penser la matière dans sa globalité, de l'extraction à la transformation, de la mise en œuvre à la fin de vie, dans une pensée sensible des matériaux écologiques.

C. Cadre d'application pratique : Cas du workshop sur l'architecture en Terre

Pour consolider les connaissances acquises à la fois lors des cours théoriques et des expériences in-situ, nous avons mis en place des exercices pratiques intégrateurs, conçus pour encourager une réflexion conceptuelle fondée sur le matériau.

Un exemple emblématique est le workshop sur l'architecture en terre, mené sur une semaine. L'objectif de ce workshop est de permettre aux apprenants de mieux comprendre les caractéristiques écologiques et techniques du matériau, tout en expérimentant son comportement physique, sa résistance mécanique, son potentiel esthétique, ainsi que sa portée en matière de développement durable. Le workshop a été structuré en trois phases complémentaires :

• Phase 1 : Recherche et synthèse théorique

Les étudiants commencent par explorer l'histoire du matériau, ses composantes, son cycle de vie, ses critères écologiques et ses propriétés mécaniques selon les techniques choisies (pisé, adobe, BTC...). L'objectif est d'acquérir une vision holistique de la matière, au croisement des savoirs scientifiques et contextuels.

• Phase 2 : Expérimentation à l'échelle 1

Les participants sélectionnent une technique (par exemple la brique de terre comprimée) et réalisent le montage d'un mur à l'échelle réelle. Cette phase les confronte à la gestion des paramètres technico-physiques du matériau tout en éveillant leur sensibilité à l'esthétique, à la texture, à la lumière. Le contact direct avec la matière agit ici comme un catalyseur pédagogique.



Fig. 5 Extrait de l'expérimentation du workshop Terre de la phase 1 et 2

• Phase 3 : Application conceptuelle

La dernière étape consiste à intégrer la réflexion acquise dans une démarche de conception. Les étudiants élaborent un projet architectural dans lequel le choix du matériau n'est pas secondaire mais structure la pensée spatiale. Il peut s'agir d'un matériau unique (comme la terre crue) ou d'une hybridation entre deux

matériaux complémentaires (terre-paille, bois-terre, etc.), en fonction de leur cohérence écologique et constructive.



Fig. 5 Extrait de l'expérimentation du workshop Terre de la phase 3

Au terme de cette expérimentation, la majorité des étudiants témoignent d'une évolution significative dans leur manière d'aborder les matériaux. Ils assimilent plus facilement les notions théoriques, car ces dernières prennent sens dans l'expérience vécue. Ils développent également une capacité critique accrue pour intégrer le matériau comme vecteur de durabilité, en prenant en compte l'origine et la transformation de la matière, son potentiel de réemploi, sa contribution au confort environnemental (thermique, acoustique, ambiantal) et son impact global sur l'environnement et l'humain.

Ainsi, cette pédagogie expérientielle permet de former une nouvelle génération d'architectes, conscients que le matériau n'est pas un simple élément technique, mais un acteur écologique, culturel et sensible au cœur de la conception.

V. CONCLUSIONS

À travers cet article, nous avons proposé une révision épistémologique et pédagogique de l'enseignement des matériaux en architecture à l'aune des enjeux contemporains du développement durable. En mobilisant les apports de l'épistémologie bachelardienne, nous avons montré que l'approche technique et normative dominante dans l'enseignement des matériaux constitue un obstacle à la compréhension intégrale de la matière, en la réduisant à ses propriétés physico-techniques, au détriment de ses dimensions écologiques, sensibles et contextuelles.

Nous avons ainsi défendu la nécessité d'un dépassement épistémologique, en développant une approche pédagogique intégrée, fondée sur la complémentarité de trois registres de connaissance : physico-technique, écologique et sensible. Cette grille d'analyse a été mise en œuvre à travers une expérimentation pédagogique articulant cours théoriques, immersion in-situ dans l'architecture vernaculaire tunisienne et ateliers pratiques centrés sur la matière. Les dispositifs d'enseignement mis en place ont permis aux apprenants de passer d'une connaissance fragmentée à une compréhension systémique et située du matériau, en relation avec le lieu, le climat, les usages et les perceptions.

Ce travail ne prétend pas clore la réflexion, mais ouvre des pistes pour penser autrement la formation en architecture. Il suggère que l'apprentissage des matériaux peut devenir un levier pour sensibiliser les futurs architectes à une pratique plus responsable, à la fois ancrée, créative et attentive aux ressources du monde.

REFERENCES

- [1] BACHELARD, Gaston. La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective. Paris : Vrin, coll. « Bibliothèque des textes philosophiques », 1938, 4e éd. 2004, 284 p., p. 13.
- [2] Ibid., p. 20.
- [3] FABRE, Michel. Penser la formation : contribution à une épistémologie de la pratique. Paris : PUF, 1994, p. 35–36.
- [4] Ibid., p. 251.
- [5] Ibid., p. 273.
- [6] RATTI, Carlo. « Architecture and Material Pedagogy ». *Domus*, n°1039, Milan, 2019.
- [7] FRAMPTON, Kenneth. *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*. Cambridge, MA : MIT Press, 1995.