

La Poétique des Matériaux en Architecture Bioclimatique : Un Enjeu Pédagogique pour le XXI^e Siècle

Hedia Ben Nila

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

first.author@first-third.edu

Résumé— Dans un monde d'une crise environnementale systémique, l'enseignement des matériaux en architecture ne peut plus se cantonner à une approche technique et normative, déconnectée des enjeux contemporains. L'irruption de la pensée écologique dans le champ de la conception architecturale appelle à un déplacement épistémologique majeur : il s'agit de ne plus penser la matière comme une donnée brute à maîtriser, mais comme un événement sensible, symbolique et vivant, à écouter, à ressentir, à comprendre dans sa relation avec les écosystèmes. Comment réconcilier rigueur scientifique, responsabilité environnementale et sensibilité poétique dans la transmission des savoirs sur les des matériaux ?

Pour répondre à cette question, nous proposons une approche pédagogique interdisciplinaire, articulée autour de deux références fondamentales : la conception phénoménologique des atmosphères de Peter Zumthor et la pensée poétique des éléments de Gaston Bachelard. Cette démarche permet de relier des savoirs traditionnellement disjoints : la technique, le sensible, l'écologique et le symbolique. Elle révèle une nouvelle manière d'habiter le monde, fondée sur une écologie de la perception et une esthétique de la matière.

Mots-clés— Matériaux, approche pédagogique, pensée écologique, sensibilité poétique.

I. INTRODUCTION

Traditionnellement, l'enseignement des matériaux en architecture a été l'apanage des ingénieurs, centré sur une approche technique et normative, interrogeant uniquement les connaissances physiques, chimiques et mécaniques des différents matériaux utilisés dans le domaine de la construction. Ces derniers étaient analysés, classifiés et quantifiés en fonction de leurs propriétés, de leur résistance, de leur coût ou encore de leur mise en œuvre. Bien que cette logique demeure indispensable, elle est aujourd'hui considérée comme insuffisante pour faire face aux défis du développement durable et pour former des concepteurs capables d'appréhender la matière dans sa complexité. En effet, cette approche d'enseignement devient réductrice, ne permet ni de saisir la profondeur ontologique des matériaux, ni leur potentiel relationnel avec les vivants et les milieux, ni de les insérer pleinement dans les problématiques environnementales contemporaines.

Dans le cadre de cette expérimentation pédagogique, nous avons repensé les contenus et les supports de cours selon une approche holistique. Celle-ci considère le matériau comme un élément vivant, en interaction avec les cycles naturels, les usages, et les imaginaires. Ce changement épistémologique a pour objectif de réintégrer la matière dans un continuum écologique et symbolique, où la technique se joint au sensible et où les principes du développement durable et de l'architecture bioclimatique sont pleinement intégrés.

Notre réflexion s'appuie ainsi sur une approche interdisciplinaire, croisant la perception phénoménologique des matériaux développée par Peter Zumthor et la pensée poétique des quatre éléments formulés par Gaston Bachelard. Cette double lecture permet d'envisager les matériaux non seulement à travers leurs propriétés techniques (chimique, physique, mécanique), mais aussi à partir de leur impact environnemental, leur fonctionnalité constructive et leur résonance sensorielle. Elle ouvre la voie à une pédagogie renouvelée, dans laquelle l'enseignement des matériaux devient une exploration à la fois scientifique et poétique, enracinée dans une conscience écologique. Dans ce changement de paradigme, le matériau n'est plus seulement un objet d'étude, il devient un phénomène. Il est vécu à travers ses qualités sensibles - thermiques, tactiles, olfactives, sonores - et porteur d'un imaginaire, d'un lieu incarné au monde. Il devient porteur d'un imaginaire et d'une relation incarnée au monde. C'est dans cette expérience sensible que la matière devient, selon la terminologie de Zumthor, un "événement atmosphérique".

II. UNE RECONFIGURATION PEDAGOGIQUE DE L'ENSEIGNEMENT DES MATERIAUX

Afin de renouveler les cadres de référence de l'enseignement, nous avons mis en place une classification physico-sensible et écologique des matériaux, fondée sur la réflexion phénoménologique et conceptuelle du concepteur-rêveur Peter Zumthor et les principes de durabilités et architecture bioclimatique issus de la pensée écologique.

A. *Les matériaux au croisement des lectures physique, sensible et écologique*

Le point d'ancrage de ce cours est la dimension concrète et physique du matériau. A cette lecture technico-théorique, nous ciblons une lecture sensible basée sur la saisie du rôle prépondérant du matériau dans la définition de la matérialité d'un espace lors du processus réflexif et la maîtrise de son appréhension dans l'espace architectural par les sens.

Dans son approche conceptuelle, l'architecte Peter Zumthor, accorde beaucoup d'importance dans les premières traces de son architecture à la « matière ». Qu'il s'agisse de Pierre, de brique, de béton, de métal ou de verre, pour lui il n'y a aucune différence dans leur emploi, ce qui dicte ses choix, c'est le contexte d'étude et les lieux dans lesquels il s'enracine, dans la finalité d'extraire de la qualité physique du matériau, une qualité sensible et poétique. Comme il le cite :

« Dans mon travail, j'essaie de faire un usage similaire des matériaux. Je crois que, dans le contexte de l'objet architectural, les matériaux peuvent revêtir des qualités poétiques. Mais il faut pour cela créer, au sein de l'objet lui-même, un certain rapport de forme et de signification, parce que les matériaux ne sont intrinsèquement pas poétiques. » [14]

Pour révéler ses qualités sensibles et poétiques, Zumthor ne considère jamais la matière de manière isolée. C'est par sa confrontation à la lumière, il cherche à l'aborder suivant ses différentes formes et reflets, il étudie son acoustique ainsi que l'odeur qu'elle exprime dans l'air et par la présence de l'eau dans certains projets tels que les Thermes de Vals il explore ses effets de reflets. La manière avec laquelle Zumthor aborde la matière dans un espace, va au-delà des qualités sensuelles et des règles de composition ; telles qu'explorées habituellement par tout concepteur. Il s'engage plutôt dans une quête de la réalité poétique et sa capacité à produire du « sens ». Et par extension faire résonner et rayonner les autres éléments dans leurs réalités sensibles et poétiques, englobant une « atmosphère » qui touche celui qui l'appréhende.

Chaque matériau, ouvre sur une infinité de possibilités pour former et incarner l'architecture. Leur combinaison subtile donne naissance à une harmonie matérielle, à une atmosphère singulière. Ainsi, le choix des matériaux ne peut être arbitraire : il doit être pensé en lien avec le lieu, la vocation du projet, l'utilisateur, et son impact environnemental.

Dans le développement de ce cours, nous avons essayé d'approfondir un peu plus cette réflexion. Pour chaque typologie des matières et des matériaux qu'il s'agisse d'un éco-matériau, d'un matériau biosourcé ou d'un matériau recyclé, nos objectifs pédagogiques sont axés d'une part sur les connaissances des propriétés physiques et des caractéristiques des matériaux de construction, ainsi que et des conditions environnementales. D'autre part, nous cherchons à initier l'apprenant à avoir une compréhension à la fois physique et sensible des matériaux, le développement des connaissances des principes de confort environnemental réalisés dans le cadre des préceptes d'une conception durable.

Cette réflexion nous a mené à réfléchir à une nouvelle démarche pédagogique, intégrant pleinement la dimension écologique des matériaux, en continuité avec la lecture physique et sensible. Nous avons ainsi élaboré une classification écologique des matériaux, articulée autour de leur impact environnemental et de leur durabilité : éco-matériaux (terre, pierre), matériaux biosourcés (bois, paille, béton de chanvre) et matériaux recyclés (béton, métaux, verre, plastique transformés).

L'apprentissage est d'abord axé sur la connaissance générale des différents matériaux exploités dans le domaine de la construction. Ces premiers objectifs pédagogiques, développés dans la première partie du cours, visent à transmettre à l'apprenant une vision globale des matériaux dans une perspective durable. Ainsi l'amener à intégrer plusieurs critères écologiques dans son choix des matériaux : Le développement local équitable, l'impact sur l'environnement, la mise en œuvre et ses performances dans le temps, l'impact sur la santé et le confort de l'utilisateur, l'entretien et son cycle de vie.

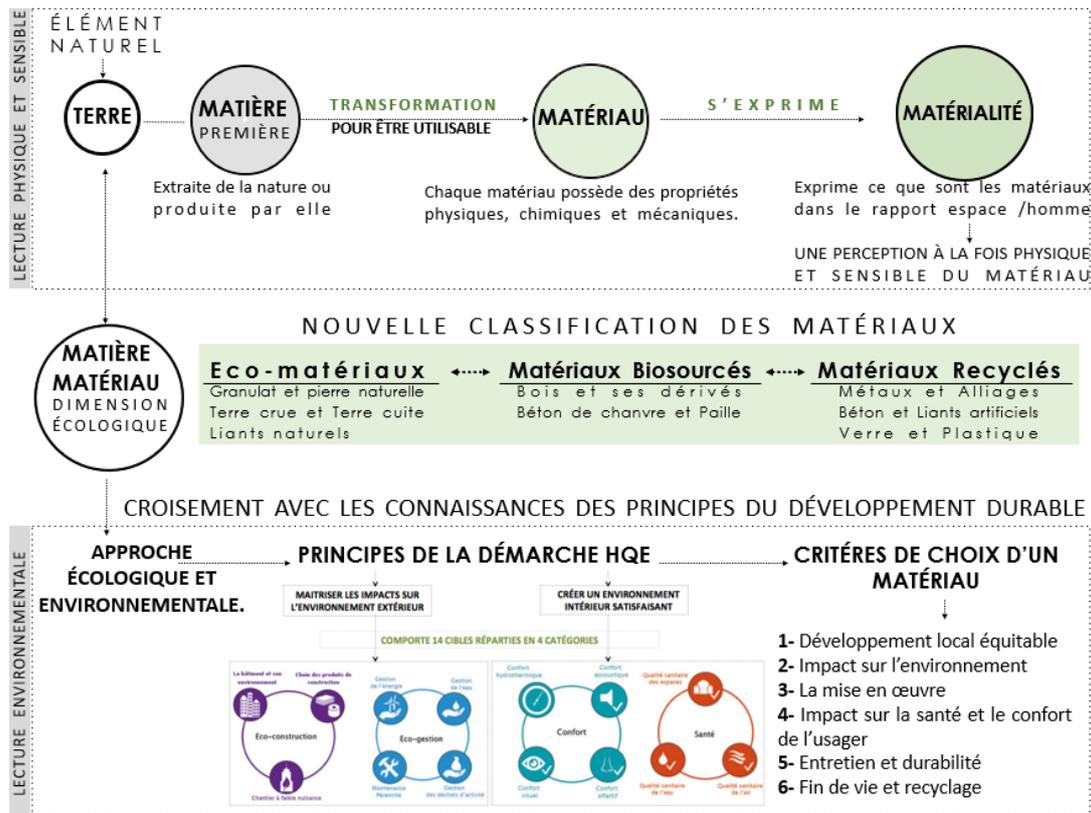


Fig. 1 Nouvelle classification des matériaux entre lecture physique, sensible et environnementale

B. Une classification élémentaire des matériaux : écologie et poésie en dialogue

Cette démarche novatrice a permis d'établir une classification écologique et sensible des matériaux, croisant leur impact environnemental et leur signification symbolique en s'inspirant des quatre éléments bachelardiens. La matière, dans la réflexion philosophique agit comme source d'inspiration, stimulant l'imagination. Dans la continuité de cette pensée, chaque élément a été considéré comme point de départ pour analyser les matériaux dans leur dimension physique, écologique et sensible et poétique. L'intérêt de cette approche est de développer un regard systémique sur la matière suivant sa catégorie écologique et de permettre de saisir ses spécificités suivant son interaction avec l'environnement et l'homme.

1) *L'élément Terre* : symbole d'enracinement et de stabilité [6] [7], correspond aux éco-matériaux comme la terre crue ou la pierre, dont l'inertie thermique contribue au confort passif et à l'ancrage territorial du projet. La pierre, la brique de terre crue ou de terre cuite, employés depuis des millénaires, retrouvent leur place au cœur des pratiques architecturales durables. Leurs performances thermiques exceptionnelles, en particulier leur inertie, permettent de maintenir une température intérieure constante, diminuant ainsi les besoins en chauffage et en climatisation. De plus, leur capacité à réguler l'humidité favorise un confort hygrothermique optimal. Dans sa dimension sensible et poétique ces éco-matériaux offrent une expérience d'enracinement grâce à la lourdeur de la pierre et aux textures rugueuses et naturelles.

2) *L'élément Eau* : symbole de fluidité et de régulation [9], évoque les matériaux biosourcés tels que le bois, la paille ou le béton de chanvre, qui assurent une gestion hygrométrique et une isolation naturelle des espaces. Grâce à leur porosité, ils absorbent l'excès d'humidité et la restituent lorsque l'air est sec, contribuant ainsi à un environnement intérieur sain et confortable. Par ailleurs, ces matériaux participent à la réduction des besoins énergétiques en chauffage, grâce à leur capacité à atténuer les variations de température. Dans sa dimension sensible et poétique, ces matériaux biosourcés assure fraîcheur et sensation de légèreté et stimule aussi le sens de l'odorat.

3) *L'élément Air* : porteur du mouvement [8], évoque la délicatesse des constructions, assure une ventilation naturelle et offre un confort thermique. Affecter cet élément à une catégorie des matériaux n'a pas été évidente, mais nous avons pu le lier aux structures légères, aux membranes, aux textiles ainsi qu'aux matériaux souples issues du recyclage. Entre légèreté et fraîcheur, l'expérience sensible associée à des matériaux légers offre une appréhension différente de l'espace.

4) *L'élément Feu* : énergie transformatrice [5], symbolise la chaleur, la captation thermique et l'interaction entre matière et lumière, éléments déterminants dans la conception bioclimatique. L'intégration de matériaux qui interagissent avec la lumière, comme le verre, les métaux, le béton, le bois recyclé, permet de créer des atmosphères intérieures chaleureuses et stimulantes. La capacité de ces matériaux à emmagasiner et à restituer la chaleur contribue également à une meilleure performance énergétique des bâtiments et à une meilleure expérience sensible.

		DIMENSION SYMBOLIQUE	DIMENSION ÉCOLOGIQUE	DIMENSION SENSIBLE ET POÉTIQUE
LÉGÈRETÉ ↑ (FEU) ↓ (AIR) ↓ (EAU) ↓ (TERRE) ↓ PESANTEUR	Matériaux Recyclés Métaux et Alliages Béton et Verre	Transformation, énergie, lumière, chaleur	Gestion énergétique et thermique passive	Chaleur, brillance, vibration lumineuse ...
	Matériaux Recyclés Plastique, membranes, tissus	Mouvement, respiration, légèreté	Ventilation naturelle, Confort <u>thermique</u>	Transparence, légèreté, fraîcheur....
	Matériaux Biosourcés Bois et ses dérivés Béton de chanvre et Paille	Fluidité, régulation	Gestion hygrométrique, Isolation biosourcés	Fraîcheur, souplesse, odeur végétale....
	Eco-matériaux Granulat et pierre naturelle Terre crue et Terre cuite	Stabilité, gravité, ancrage	Inertie thermique, régulation thermique passive	Lourdeur, texture rugueuse, odeur minérale, obscurité....

Fig. 2 Nouvelle classification des matériaux entre lecture physique, sensible et environnementale

Cette classification des matériaux, s'appuyant sur les quatre éléments offre une grille de lecture innovante, alliant performances environnementales et évocations sensorielles. Cette approche holistique permet de sensibiliser les apprenants à une lecture systémique et sensorielle de la matière. Elle révèle les dimensions invisibles ou immatériels des matériaux : leur pouvoir de moduler l'atmosphère et de stimuler les sens, leur capacité à entrer en résonance avec le corps et l'environnement.

L'enjeu pédagogique est que le matériau devient un médiateur entre la rigueur scientifique et la poésie du construit, entre la résistance mécanique et la fragilité écologique. L'objectif est de transformer l'enseignement en une expérience immersive, où la matière se révèle dans toute sa complexité, à la fois comme support structurel et d'expression d'une relation harmonieuse entre l'homme et la nature.

III. EXPERIMENTATION DANS L'ENSEIGNEMENT DES MATERIAUX POUR UNE ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE

Cette expérimentation pédagogique, a été menée pendant cinq années à l'université d'Ibn Khaldoun, dans le cadre du cours théorique sur les matériaux, avec une collaboration horizontale avec l'atelier d'architecture du même niveau. Elle articule un enseignement théorique à une expérimentation pratique, permettant aux apprenants de concevoir des projets d'architecture bioclimatique à la fois fonctionnels et durables, mais également porteurs de sens et d'émotions. Ainsi, cette pédagogie participe à l'élaboration d'une véritable écologie de la perception. Cette expérimentation se structure suivant trois moments clés :

A. Moment 1 : 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, les objectifs pédagogiques visent d'une part l'acquisition de connaissances techniques -des propriétés physiques, mécaniques et environnementales-, d'autre part le développement d'une sensibilité à la matérialité.

Notre contribution dans le développement de cette partie par rapport aux objectifs de la plaquette, consiste à intégrer lors de chaque séance dédiée à une catégorie de matériau, une lecture analytique d'un projet architectural inscrit dans une vision durable. Cette mise en perspective permet aux étudiants d'effectuer un passage progressif entre la compréhension technique du matériau et son expérience sensible et écologique au sein d'un espace architectural.

1) *Expérimentation* : Pour la maîtrise de la lecture physique, sensible et environnementale d'un matériau, nous proposons dans une première phase un exercice d'analyse d'une œuvre architecturale en continuité avec la thématique développée en atelier. Chaque apprenant est amené à dégager les matériaux de construction en lien avec les intentions architecturales de l'œuvre choisie, avec une mise en avant de l'impact de ces choix sur la conception bioclimatique. Ce travail constitue une étape préparatoire qui vise à développer une capacité de lecture critique des matériaux.



Fig. 3 Extraits du rendu sur l'analyse d'une œuvre architecturale à travers les matériaux

2) *Résultat* :

- Connaissance des matières et des matériaux
- Compréhension et distinction entre caractéristiques des matériaux de construction et de leurs critères environnementaux

B. *Moment 2 : Compréhension et maîtrise du choix des matériaux dans la réflexion conceptuelle*

Au-delà de l'acquisition d'une compréhension physique et sensible des matériaux, ce deuxième moment de l'expérimentation vise à développer les connaissances sur les principes de confort environnemental appliqués à la conception durable et bioclimatique. L'objectif est de doter les apprenants d'outils qui conditionnent leur choix des matériaux dans la conception, en tenant compte du contexte, du mode d'extraction et de mise en œuvre, des spécificités fonctionnels et de leur capacité à générer des ambiances sensibles.

La finalité de cet apprentissage est d'initier l'apprenant à la prise en charge du choix des matériaux de manière consciente et soucieuse de son impact sur l'environnement et sur l'homme lors de son approche conceptuelle.

1) *Expérimentation* : Développement du choix des matériaux dans l'approche conceptuelle

Dans cette phase d'expérimentation, les apprenants sont invités à développer leur choix des matériaux de construction en lien avec leurs intentions dans la réponse architecturale du projet avec une mise en avant de l'identité écologique.



Fig. 4 Extraits du rendu sur la représentation du choix des matériaux dans l'approche conceptuelle

2) Résultat :

- Développement d'un choix conscient des matériaux et distinction entre les typologies des matériaux : éco-matériaux, matériaux biosourcés et matériaux recyclés
- Acquisition des paramètres qui conditionnent le choix des matériaux à intégrer dans une conception bioclimatique : intégration à l'environnement / gestion thermique passive / gestion de l'énergie passive / ventilation naturelle / confort acoustique / confort environnemental / confort ambiantal
- Initiation à la réflexion sur le choix des matériaux lors de l'approche conceptuelle

C. Moment 3 : Immersion in-situ dans une architecture vernaculaire (bioclimatique)

Le troisième moment de cette pédagogie expérimentale prend la forme d'un travail in-situ lors d'un voyage d'étude dans des régions ayant une architecture vernaculaire, comme Djerba, Nafta ou Tataouine. Ces territoires offrent un laboratoire à ciel ouvert de l'architecture bioclimatique, où les matériaux locaux sont utilisés de manière intuitive et sensible en réponse au climat et aux modes de vie. Durant une semaine, l'atelier devient alors un espace d'exploration immersive, où la matière est expérimentée dans ses multiples dimensions : tactile, thermique, acoustique, lumineuse, écologique, imaginaire.

1) *Expérimentation* : A l'issue de cette immersion, les apprenants sont invités à produire une analyse située, capable de croiser les échelles du sensible (matière perçue), du technique (matière mise en œuvre), et du symbolique (matière vécue) en prenant comme principe fondamentale celui d'une architecture bioclimatique.

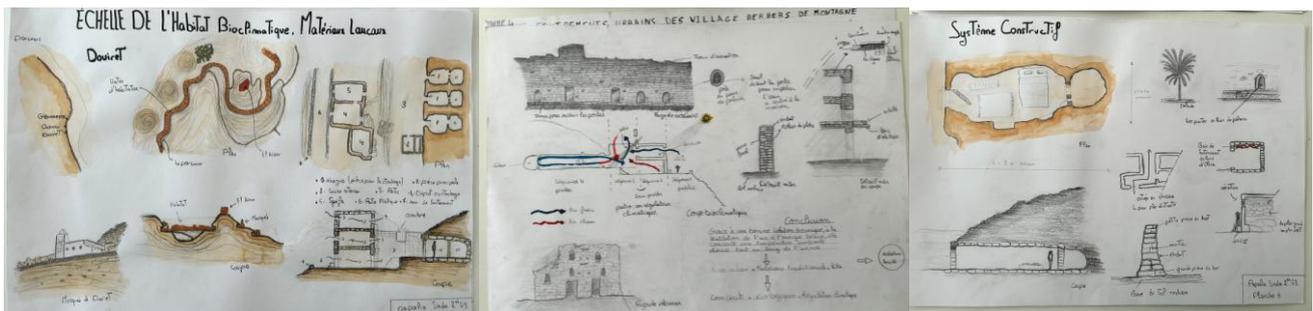


Fig. 4 Extraits du rendu de l'immersion in-situ à Tataouine, échelle habitat bioclimatique et matériaux de construction

2) Résultat : Cette pédagogie vise à 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 poétique des matériaux écologiques.

IV. CONCLUSIONS

Cette expérience pédagogique invite à reconsidérer l'enseignement des matériaux comme un lieu de convergence entre savoirs techniques, exigences écologiques et sensibilité poétique. En mobilisant à la fois la pensée des éléments de Bachelard et l'approche des atmosphères de Zumthor, nous avons tenté de construire une pédagogie de la matière capable de sensibiliser les futurs architectes à la beauté fragile du monde construit.

Ainsi, enseigner les matériaux, ce n'est plus transmettre uniquement des données techniques, il s'agit d'ouvrir un imaginaire écologique, de cultiver une vision poétique envers la matière et les lieux. Cela revient à habiter le monde avec attention, à concevoir des espaces où la matière ne fait pas seulement structure, mais émotion, présence et lien avec le l'être qui l'habite.

REFERENCES

- [1] A. De Herde, A. Evrard, *Béton et construction durable*. Fédération de l'industrie cimentière Belge, Bruxelles (2010).
- [2] A. Picon, A. *La matérialité de l'architecture*. Parenthèses, Marseille, 2018.
- [3] F. Chiron F, "Le réemploi dans la construction : Une perspective pour une architecture soucieuse des enjeux environnementaux". Mémoire de Master, Ensanantes, (2017).

- [4] G. Bachelard, *La Poétique de l'espace*, 1957, Paris, Les Presses universitaires de France, coll. « Quadrige », 11e édition, 2014, 224 p.
- [5] G. Bachelard, *La psychanalyse du feu*, 1938, Paris, Gallimard, coll. « Folio/Essais », 2015, 192 p.
- [6] G. Bachelard, *La Terre et les Rêveries de la volonté : Essai sur l'imagination de la matière*, 1948, Paris : Librairie José Corti, coll. « Les Massicotés », 2e édition, 2004, 384 p.
- [7] G. Bachelard, *La Terre et les Rêveries du repos*, 1948, Paris, Librairie José Corti, coll. « Les Massicotés », 2e édition, 2010, 384 p.
- [8] G. Bachelard, *L'Air et les Songes : Essai sur l'imagination du mouvement*, 1943, Paris, Librairie José Corti, 11e édition, 2015, 352 p.
- [9] G. Bachelard, *L'Eau et les Rêves : Essai sur l'imagination de la matière*, 1942, Paris, Librairie José Corti, 15e édition, 2015, 224 p.
- [10] H. Ben Nila, "Poïétique d'une atmosphère poétique : Croisement de la posture Ontologique de Gaston Bachelard avec l'approche Créatrice de Peter Zumthor". Thèse de doctorat en Architecture. Ecole Doctorale Sciences et Ingénieries Architecturales (ED SIA), ENAU, Tunis (2019).
- [11] J-P. Pierron, *Études Bachelardiennes, n°1, "Bachelard, penseur de l'écologie ?"*, Paris, Mimesis, 2020.
- [12] M. Moevus-Dorvaux et co.: Béton argile environnemental. CRAterre édition, Villefontaine (2016)
- [13] P. Zumthor, P. Atmosphères : Environnements architecturaux. Ce qui m'entoure. Birkhäuser, Berlin, 2008.
- [14] P. Zumthor, P. Penser l'architecture. Birkhäuser, Berlin, 2006.
- [15] Y. Couasnet, *Propriétés et caractéristiques des matériaux de construction : Eco-matériaux, énergie grise, bilan carbone*. Le Moniteur, Paris (2019).