

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université Mohamed Seddik Ben Yahia - Jijel  
Faculté des Sciences et de la Technologie

**Département d'Architecture**



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de :  
**MASTER ACADÉMIQUE**

Filière :  
**ARCHITECTURE**

Spécialité :  
**ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT URBAIN**

Présenté par :  
**Hala CHALAL**  
**Sabrina LEKMITI**

**THÈME :**

**Le BIM et l'Algérie de demain :**

**Démarche pour une architecture durable intégrée dans un environnement  
multi-échelles.**

Date de la Soutenance : 22 octobre 2017

Composition du Jury :

M. Ammar BOUCHAIR : Pr, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Président du jury.

M. Said SAFRI : MAA, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Directeur de mémoire.

M. Said GRIMES : MAA, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Membre du Jury.

*« À ceux que j'aime... et à ceux qui m'aiment ...à ma famille»*

*Merci, Hala*

*« À ceux que j'aime... et à ceux qui m'aiment ...à ma famille»*

*Merci, Sabrina*

## Remerciements

*« Sans Dieu, pas un seul pas n'est possible. »*

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr : SAFRI Said, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# SOMMAIRE

Liste des sigles et abréviations : .....	v
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b>	
Le BIM à travers le monde .....	1
La réalité de l'architecture et l'environnement en Algérie. ....	3
Le BIM en Algérie .....	4
Motivation du choix .....	5
Problématique .....	5
Objectifs .....	6
Méthodologie de la recherche. ....	6
Structure du mémoire .....	7
<b>PREMIER CHAPITRE : LE BIM VERS UNE ARCHITECTURE DURABLE ET UN ENVIRONNEMENT MULTI-ÉCHELLES</b> .....	<b>8</b>
<b>Introduction :</b> .....	<b>9</b>
<b>1. LE BIM : Bilan et tendance :</b> .....	<b>9</b>
1.1. Qu'est-ce que le BIM ? .....	9
1.1.1. Définitions : .....	9
1.1.2. Quelques principes constituant le BIM : .....	11
1.2. L'évolution du BIM : .....	13
1.2.1. L'histoire de l'apparition du BIM : .....	13
1.2.2. Le BIM à travers le monde : .....	14
1.3. Pourquoi le BIM ? .....	16
1.4. Les ingrédients du BIM : .....	17
1.4.1. Les livrables : .....	17
1.4.2. Le niveau de détail : .....	18
1.4.3. Les outils : .....	19
1.4.4. Les standards et les normes : .....	19
1.4.5. Les nouveaux rôles : .....	20
<b>2. L'architecture durable et l'environnement multi-échelles :</b> .....	<b>21</b>

2.1.	L'architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles : . . . . .	22
2.1.1.	Qu'est ce que l'architecture durable ? . . . . .	22
2.1.2.	L'importance d'une identité architecturale : . . . . .	22
2.1.3.	L'évolution de l'architecture durable : . . . . .	23
2.1.4.	L'approche globale de l'éco-conception : . . . . .	24
2.2.	L'environnement multi-échelles et l'architecture durable : . . . . .	25
<b>3.</b>	<b>Le Green BIM : le numérique au service du développement durable: . . . . .</b>	<b>26</b>
3.1.	La définition du Green BIM : . . . . .	26
3.2.	Pourquoi le Green BIM ? . . . . .	27
3.2.1.	La volonté de réduire les émissions de carbone et de gaz à effet de serre . . . . .	27
3.2.2.	Les ressources naturelles disponibles s'amenuisent : . . . . .	27
3.2.3.	Améliorer l'efficacité et la qualité de l'industrie de la construction : . . . . .	27
3.3.	Le Green BIM entre législation et initiatives : . . . . .	28
	<b>Conclusion : . . . . .</b>	<b>29</b>
 <b>DEUXIÈME CHAPITRE : LA DURABILITÉ EN ALGÉRIE : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT</b>		<b>30</b>
	<b>Introduction : . . . . .</b>	<b>31</b>
<b>1.</b>	<b>L'évolution de la durabilité en Algérie : . . . . .</b>	<b>31</b>
1.1.	La notion de durabilité : . . . . .	31
1.2.	Aperçu Historique sur l'émergence de durabilité en Algérie : . . . . .	31
1.2.1.	Les facteurs déclenchant de la crise : . . . . .	31
1.2.2.	L'état du cadre législatif et institutionnel concernant l'architecture et l'environnement: . . . . .	32
1.2.3.	Les prémices de la durabilité en Algérie: . . . . .	33
1.3.	La politique algérienne pour le développement durable : architecture et environ- nement : . . . . .	34
<b>2.</b>	<b>Perspectives de l'architecture durable en Algérie : . . . . .</b>	<b>34</b>
2.1.	Approche sur l'architecture vernaculaire en Algérie : . . . . .	34
2.1.1.	Définition de l'architecture vernaculaire : . . . . .	34

2.1.2.	Le lien entre l'architecture vernaculaire et la notion de la durabilité : . . .	36
2.2.	La construction écologique en Algérie : . . . . .	36
2.2.1.	L'intégration de l'écologie en Algérie : . . . . .	36
2.2.2.	Les constructions passives ou écologiques en Algérie : . . . . .	37
2.2.3.	L'architecture climatique en Algérie : . . . . .	38
<b>3.</b>	<b>L'environnement et la durabilité en Algérie : . . . . .</b>	<b>39</b>
3.1.	Nature des problèmes environnementaux en Algérie : . . . . .	39
3.2.	La Stratégie algérienne pour la protection de l'environnement et la durabilité:	42
3.3.	L' Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable : . .	43
3.3.1.	Le Système National d'Information Environnemental (SIE) : . . . . .	43
	<b>Conclusion : . . . . .</b>	<b>44</b>

## **TROISIÈME CHAPITRE : LA DÉMARCHE BIM EN ALGÉRIE POUR UNE ARCHITECTURE DURABLE INTÉGRÉE DANS UN ENVIRONNEMENT MULTI-ÉCHELLES**

**45**

	<b>Introduction : . . . . .</b>	<b>46</b>
<b>1.</b>	<b>Le BIM en Algérie : . . . . .</b>	<b>46</b>
1.1.	L'émergence du BIM en Algérie : . . . . .	46
1.2.	Les réflexions sur le BIM en Algérie : . . . . .	47
1.3.	Les compétences BIM en Algérie : . . . . .	49
1.4.	La connaissance du BIM en Algérie : . . . . .	51
<b>2.</b>	<b>Actions pour fonder une architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles : . . . . .</b>	<b>53</b>
2.1.	La démarche d'intégration de la durabilité en Algérie : . . . . .	53
2.1.1.	Présentation de la stratégie de base pyramidale : . . . . .	53
2.1.2.	Explication de la méthode : . . . . .	53
2.1.3.	Les principes de la démarche de base pyramidale : . . . . .	54
2.1.4.	Les principes du LEED : . . . . .	55
2.1.5.	Les étapes d'intégration de la notion de durabilité au niveau des BET : . . . . .	55
2.2.	La proposition du Green BIM en Algérie : . . . . .	57
2.2.1.	La présentation du Green BIM en Algérie : . . . . .	57

2.2.2. Les principes du Green BIM en Algérie : .....	58
2.3. Les étapes d'application du Green BIM en Algérie : .....	59
2.3.1. Présentation du principe de transversalité: .....	59
2.3.2. Une formation Green BIM : .....	59
2.3.3. La mise en place du cadre institutionnel et juridique : .....	60
2.3.4. L'accomplissement du cadre normatif : .....	60
<b>Conclusion :</b> .....	<b>61</b>
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b>	<b>62</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>65</b>
Liste des annexes .....	I
Liste des illustrations .....	XI
Résumés .....	XIII

## Liste des sigles et abréviations :

**AIC** : Architecture Ingénierie Construction (équivalent anglais : AEC pour « *Architecture Engineering Construction* »).

**APRUE** : L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie.

**BET** : Bureaux d'Études Techniques.

**BIM** : Acronyme anglais pour « *Building Information Model* » mais aussi «*Building Information Modeling* » et enfin « *Building Information Management* ».

**BBC-Effinergie** : Bâtiment Basse Consommation-Effinergie.

**CAO** : Conception Assistée par Ordinateur.

**CDER** : centre algérien de développement des énergies renouvelables.

**CNERIB** : Centre National d'Études et de Recherches Intégrées du Bâtiment.

**DD** : Développement Durable.

**EPAU** : Ecole Polytechnique d'Architecture et Urbanisme.

**GES** : gaz à effet de serre.

**HQE** : Haute Qualité Environnementale.

**HPE** : Hewlett-Packard Enterprise.

**IFC** : Industry Foundation Classes.

**LEED** : Leadership in Energy and Environmental Design.

**LOD** : Level of Detail.

**ONEDD** : observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable.

**PNAE-DD** : Plan National d'action pour l'Environnement et le Développement Durable.

**SAO** : substances appauvrissant la couche d'ozone.

**SIE** : Système National d'Information Environnemental.

**SNE** : Stratégie Nationale pour l'Environnement.

**SNE** : Stratégie Nationale pour l'Environnement.

**UNESCO** : L'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture.

**UNTEC** : Union Nationale des Techniciens et Économistes de la Construction.

**USA** : United state of América (États-Unis d'Amérique).

**XD** : X Dimensions.

## **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

«*Tomorrow will be less*»<sup>[1]</sup>: Philippe STARCK

L'architecture d'aujourd'hui est l'issue de la pensée d'hier mais l'architecture de demain sera le produit de la pensée d'aujourd'hui, Quel futur voulons-nous pour l'architecture de demain est la question qui fait apparaître le changement, l'évolution et le développement tout en commençant par des prévisions , mais quelles prévisions pouvons-nous imaginées avec les potentialités actuelles et l'héritage d'hier ? Selon Alan Kay: «*The best way to predict the future is to invent it*».<sup>[2]</sup>

### **Le BIM à travers le monde :**

Le monde de la construction fait face aujourd'hui à des projets de plus en plus complexes assortis d'exigences en matière de développement durable, de budgets de plus en plus réduits et de délais toujours plus courts. Il y est impliqué une multiplicité d'intervenants dont la collaboration et la communication ne sont pas aussi efficaces qu'elles pourraient l'être. Le BIM, peut aider à faire face efficacement à une telle situation. Aujourd'hui, le BIM est un mot à la mode dont l'usage, parfois à tort, a créé la confusion sur sa signification exacte. Selon BIM dictionary, « *la Modélisation des Informations du Bâtiment (BIM) est un ensemble de technologies, processus et stratégies permettant à plusieurs intervenants de concevoir, construire et opérer de manière collaborative un ouvrage dans un espace virtuel*».<sup>[3]</sup>

Aujourd'hui, nous constatons que le secteur du bâtiment entre inéluctablement dans une nouvelle dynamique liée notamment aux technologies numériques, aux nouveaux modes de communication, mais également à l'émergence de nouvelles pratiques métiers.<sup>[4]</sup>

La consommation d'énergie figure parmi les grandes préoccupations de notre époque. La cause en est son impact énorme sur l'environnement, en raison de sa participation directe au réchauffement climatique. Les perspectives d'une démographie croissante, la rareté de l'eau et l'épuisement des énergies fossiles non renouvelables ne font que renforcer cette préoccupation. L'industrie du bâtiment participe à cette consommation énergétique d'une manière non négligeable. En effet, des études ont révélé qu'aux États-Unis 38 % des émissions de carbone

---

1 « *Demain sera minimal* », <http://www.starck.com>, (consulté le 08/09/2017)

2 « *La meilleure façon de prévoir le futur est de l'inventer* », Guide AITE.

3 <https://bimdictionary.com>, (consulté le 08/09/2017)

4 Cad-magazine, « *Construction : la maquette numérique s'impose-t-elle ?* »; N° 152, publié en novembre-décembre 2009, p.31.

viennent du secteur du bâtiment, 72 % de l'énergie totale est consommée par ce même secteur, 37 % de l'ensemble des matériaux de construction sont finalement transformés en déchets. En France, le bâtiment est responsable d'environ 40 % de l'énergie consommée et de 25 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) – dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) essentiellement.<sup>[1]</sup>

Depuis, des études ont été conduites, des démarches nouvelles et des actions législatives et réglementaires ont été entreprises, des labels (HQE, BBC, Effinergie, LEED, BREEAM, etc.) ont été créés, des normes et des solutions techniques ont été mises en place avec l'objectif de construire de manière durable. Nous voulons que nos bâtiments, neufs ou réhabilités, soient plus écologiques, plus confortables et moins énergivores. Cependant, mêmes si elles répondent à des exigences de qualité, ces solutions restent orientées vers la qualité globale de l'ouvrage construit ; aucune ne traite ni ne remet en cause directement le processus qui a conduit à sa construction. Or, il y a matière à optimisation.<sup>[2]</sup>

Le BIM trouve là toute sa signification et tout son intérêt. Il peut nous aider dans notre quête de qualité et de durabilité. Sans une bonne compréhension du BIM, sa terminologie, sa technologie, son fonctionnement et surtout ses modes d'utilisation, il est difficile d'apprécier ses avantages.

Le BIM de chaque projet de construction est unique, si bien qu'il est difficile de le cerner et de l'englober dans une seule et unique définition. Plusieurs définitions du BIM existent, pouvant être synthétisées de la manière suivante : le BIM est une compilation structurée et ordonnée d'informations relatives à un ouvrage de construction projeté, servant à simuler ses caractéristiques physiques et fonctionnelles. Cette compilation peut être partagée et enrichie par les différentes parties prenantes du projet de construction. On parle souvent de maquette numérique ou de base de données, pouvant être exploitée de différentes manières, à de multiples fins et à différentes phases du cycle de vie du bâtiment allant de sa planification, sa conception, sa construction, son exploitation jusqu'à sa démolition/reconversion. Outre l'information relative à la géométrie, cette base de données véhicule l'information requise pouvant servir aussi bien à la génération de différents documents de visualisation (3D...etc.), qu'au calcul de la consommation énergétique de l'ouvrage, ou encore à dresser son bilan thermique, voire à la simulation

1 Anis NAROURA; Le Moniteur, Cahier pratique des travaux publics et du bâtiment « BIM, *Building information modelling*»; n° 5756, publié le 21 mars 2014, p.3, [www.lemoniteur.fr](http://www.lemoniteur.fr), (consulté le 08/09/2017)

2 Ibid; p.4.

du comportement de sa structure porteuse.<sup>[1]</sup> Grâce à ces études, un nouveau concept s'impose: le Green BIM. Celui-ci met le lien entre le BIM et le développement durable, «*Le BIM constitue un outil important pour la transition énergétique et écologique du bâtiment*», soulignent Franck Hovorka et Pierre Mit, auteurs d'un rapport paru en mars 2014, dans le cadre du Plan bâtiment durable, dont le but est d'avoir un BIM pour conjuguer le bâtiment et l'environnement.

### **La réalité de l'architecture et l'environnement en Algérie :**

La principale source qui balise le paysage de la pratique de l'architecture en Algérie est le code des marchés publics d'une part, ainsi que tout le cadre législatif et réglementaire qui régit l'exercice de la maîtrise d'œuvre et la profession d'architecte d'autre part.<sup>[2]</sup>

A travers l'histoire notamment les premières années de l'indépendance, l'architecture en Algérie était caractérisée par une production d'un certain nombre d'architectes invités par les pouvoirs publics dans le but de construire des équipements structurants et de prestige et dont nous pouvons citer Pouillon, KenzoTange, Ricardo Bofill, Mustapha Moussa pour n'en citer que ceux là. Il faut dire que ces architectes ont produit ce que compte aujourd'hui l'Algérie de bâtiments qui peuvent accéder au statut de patrimoine.<sup>[3]</sup>

Avec le changement qui s'est opéré à partir des années 1990 et qui a pris toute son ampleur les années 2000, générant au passage une libéralisation de la pratique du métier d'architecture qui a donné aux architectes algériens leurs droits de pratiquer ce métier dans leur pays. Néanmoins, ce changement n'a rien donné de nouveau car aujourd'hui nous apercevons toujours une difficulté de produire une architecture et pratiquer ce métier sans être confrontés à des problèmes dont le vide juridique, une formation académique ou professionnelle dépourvue de cohésion et un marché mal réglementé. Ainsi, il est difficile de caractériser la production des architectes algériens et les tendances qui se dessinent paraissent encore très indéterminées. La question qui se pose est la suivante : pouvons nous trouver des solutions face à ces problèmes pour voir l'Algérie de demain comme un grand pays sur lequel il faudra compter?

En fait, la situation de l'environnement dans notre pays est aussi alarmante, elle se ca-

1 Ibid; p.5.

2 «*le projet architectural en contexte Algérien* », <http://thesis.univ-biskra.dz/2416/5/chapitre%202.pdf>, (consulté le 08/09/2017)

3 Said MAZOUZ, «*L'architecture et la ville en Algérie: éléments d'une crise multidimensionnelle*». Le 23 juillet 2010; [www.architous.1fr1.net](http://www.architous.1fr1.net), (consulté le 08/09/2017)

ractérisé par une réduction des ressources naturelles, des baisses de production et productivité de la terre se traduisant par la dégradation du cadre de vie, la défaillance des services publics, l'exclusion sociale et la violence urbaine. De telles conséquences ont sérieusement affecté le cadre bâti notamment par des insuffisances de la production architecturale et le non-respect des normes élémentaires en matière de construction et d'environnement. Cette situation de crise a poussé les pouvoirs publics à introduire une politique de développement durable.

### **Le BIM en Algérie :**

La technologie a sa part d'importance, et est indispensable. Néanmoins, la question de l'outil numérique est devenue essentielle pour assurer un développement durable dans plusieurs domaines notamment dont ceux de l'architecture et de l'environnement, reste malheureusement négligée par l'État dans notre pays.

En Algérie, le premier *BIM event*<sup>[1]</sup> a eu lieu en novembre 2015 avec la participation d'experts nationaux et internationaux. Des problématiques ont été entamées sur les pratiques professionnelles qui s'enrichissent de jour en jour avec des outils dont la puissance et les performances nombreuses restent insoupçonnées par la majorité des acteurs algériens de la vie économique en général et plus particulièrement par ceux concernés par l'acte de bâtir et leurs donneurs d'ordres. Ainsi le bâtiment reste un secteur classé parmi les plus coûteux, souvent même budgétivores. Il est à la base de toute création de richesse, mais mal géré, il est source de nuisances, de consommation excessive de ressources diverses : temps, finances, énergie, santé publique, emplois, etc. A l'opposé, s'il est bien géré, le bâtiment peut réellement jouer son rôle de créateur de richesses durables infinies et renouvelables à souhait. Le BIM ouvre l'opportunité d'imaginer comment la modification des outils et processus peut donner les moyens de modifier l'environnement concurrentiel.

En 2017, un deuxième pas est franchi de manière concrète grâce à l'Université algérienne visant la promotion du BIM. Désormais, celui-ci est à enseigner dans le cadre de la licence en architecture dans tous les établissements du pays.

---

1 Organisé par *BIM's Day's* qui font leur entrée en Algérie plus exactement à Alger en collaboration avec l'institut de formation *IP-FIG*, *Archimed Concept* et la revue d'architecture et d'urbanisme *VIES DE VILLES*. <http://prescriptor.info/site/3918/les-bim-day-s-font-leur-entree-en-algerie>, (consulté le 08/09/2017)

### **Motivation du choix :**

Tout travail d'un chercheur doit avoir un caractère scientifique pour qu'il soit vérifié, accepté et justifié, à la portée de tout le monde. Sans motivation, il est impossible de s'attendre à un meilleur rendement.

Notre choix est porté sur «le BIM, cas spécifique Algérie de demain vers une architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles». Nous avons choisi ce sujet, car en voyant la progression technologique dans le domaine de construction et les solutions obtenues, particulièrement par le BIM. Ce qui a stimulé son adoption massive par nombreux pays. Cela nous a motivé à l'aborder comme thème de recherche pour la première fois en Algérie, dont le but est de trouver la réponse à une question, qui prend ces racines dans les problèmes divers de l'architecture en Algérie. Ce qui est considéré un domaine vaste. C'est pour cela, nous avons préciser notre recherche sur la durabilité.

### **Problématique :**

En premier lieu, notre question centrale est: Comment réunir les conditions pour une meilleure intégration du BIM notamment le Green BIM en Algérie?

En second lieu, nos questions auxiliaires sont:

- Quelles appréhension pour les concepts que nous traitons: BIM et Green BIM, architecture durable, environnement multi-échelles?
- Quelle est la situation (bilan et perspective) en Algérie en matière d'intégration de la durabilité en architecture?
- Quelles actions faut-il mener pour la mise en place d'une démarche BIM, Green BIM en Algérie.

Ainsi, notre recherche s'appuie sur l'hypothèse ci-après :

L'intégration du BIM notamment du Green BIM en Algérie sera une alternative incontournable pour l'émergence d'une architecture durable intégré dans un environnement multi-échelles .

### Objectifs :

Notre recherche a pour objectifs de proposer les recommandations appropriées pour l'intégration efficace du Green BIM en Algérie face à une réalité architecturale et environnementale en croisement afin de booster et normaliser une production architecturale durable et mettre à niveau le secteur de l'AIC.

Toute recherche scientifique sur le terrain présente des difficultés qu'il faut surmonter pour pouvoir continuer. Nous n'entrons pas dans les détails. Mais les difficultés majeures qui méritent d'être soulignées durant notre recherche de fin d'étude sont celles relatives, non seulement à l'absence de moyens matériels et financiers, mais aussi à la rareté des sources documentaires. Par ailleurs, nous sommes conscientes des risques d'une recherche "à chaud", alors même que le BIM en plein devenir connaît des avancées très rapides et que le recul que nous disposons concerne bien cette démarche dans ses versions disponibles.

Aussi, dans le terrain d'enquête, nous avons eu des difficultés pour contacter des acteurs maîtrisant le BIM en Algérie qui sont souvent pris pour leur occupations à l'étranger. Certaines difficultés rencontrées ont été surmontées avec le concours ont été surmontées avec le concours des uns et des autres. Pour les problèmes d'ordre technique, le BIM manager Omar SELIM<sup>[1]</sup> et certains amis nous ont assisté du début jusqu'à la finalisation de ce travail.

### Méthodologie de la recherche :

La méthodologie adoptée pour effectuer cette recherche est: l'approche systémique<sup>[2]</sup> qui a pour objectifs de connaître, d'expliquer, de comprendre, de prédire et de contrôler la réalité. Les trois étapes suivantes correspondent à trois niveaux successifs d'acquisition des connaissances dans l'étude d'un système complexe :

- a. **L'analyse de système ou exploration systémique:** Au cours de cette phase, il s'agit pour nous de se constituer une première connaissance du BIM, l'architecture durable, l'environnement multi-échelles et la réalité architecturale et environnementale de l'Algérie aujourd'hui. À travers la consultation des ouvrages, articles, revues et des

1 Chercheur égyptien, BIM manager et fondateur de BIM Arabia le 1<sup>er</sup> magazine spécialisé en BIM au monde arabe.

2 Parfois nommée analyse systémique est un champ interdisciplinaire relatif à l'étude d'objets dans leur complexité. Pour tenter d'appréhender cet objet d'étude dans son environnement, dans son fonctionnement, dans ses mécanismes,

publications pourtant sur notre thématique. Ceci nous a permis d'apprendre d'avantage sur les principaux concepts abordés ainsi dans un premier temps à définir les limites à étudier et les situer dans leur environnement.

**b. La modélisation qualitative :** Celle ci est effectuée par les outils suivants :

- *Les questionnaires* : réalisés en ligne pour collecter le maximum de données notamment chez les étudiants d'ici et d'ailleurs. (Voir annexe 1, 2).
- *Les interviews* : avec des acteurs importants dans le domaine de l'AIC en Algérie et du reste du monde qui vise à connaître leurs points de vue sur le BIM, l'architecture durable, l'environnement multi-échelles et la réalité de l'Algérie aujourd'hui (voir annexe 3).

Notre recherche découle de la problématique posée et se trouve orientée pour découvrir les solutions appropriées.

### **Structure du mémoire :**

Notre MFE est composé de trois chapitres :

- Le premier chapitre, ou nous y abordons une base de connaissances théoriques sur le sujet, traite des notions générales sur le BIM, sa signification et tout son intérêt ainsi que l'architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles et nous le finissons par traiter le Green BIM<sup>[1]</sup> comme notion qui intègre notre quête de durabilité des bâtiments.
- A travers le deuxième chapitre, nous tentons de montrer les actions et les tentatives menées en Algérie pour une bonne intégration de la durabilité en architecture selon une démarche environnementale.
- Enfin le troisième chapitre est le fruit des deux cadres précédents l'un théorique et l'autre analytique, comme décrit ci-haut. Il est consacré à un plan d'action et des recommandations pour la démarche BIM en Algérie visant l'intégration d'une architecture durable dans un environnement multi-échelles.

---

1 Utiliser le BIM sur des projets verts.

**PREMIER CHAPITRE :**  
**LE BIM VERS UNE ARCHITECTURE DURABLE ET**  
**UN ENVIRONNEMENT MULTI-ÉCHELLES**

*« Le présent est l'ombre toujours mouvante  
qui sépare le passé de l'avenir. C'est ici où réside  
l'espoir. »*

*Frank Lloyd Wright*

## Introduction :

Aujourd'hui, chaque architecte est convaincu de l'impérieuse nécessité d'adopter une démarche de développement durable dans sa vie de citoyen comme dans son exercice professionnel. L'industrie du bâtiment, comme nous l'avons déjà souligné, participe sensiblement à la consommation énergétique dont la facture est devenue lourde et insupportable pour tous.

Le développement durable s'accompagne d'une révolution des métiers du bâtiment et des travaux publics afin de répondre aux grands enjeux du secteur d'activité de l'AIC<sup>[1]</sup> (qualité, productivité, performance énergétique), les acteurs de cette filière misent aujourd'hui sur les TIC. Notre présent chapitre présentera des notions générales sur le BIM, sa signification et tout son intérêt, l'architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles et nous le finissons par traiter le Green BIM<sup>[2]</sup> comme une alternative garantissant une durabilité de l'architecture.

### 1. LE BIM : Bilan et tendance :

« *Le changement technologique du BIM représente une évolution complexe qui aura des implications multiples. Il est important d'anticiper, du point de vue des concepteurs, les effets de ces changements sur la place du « projet » architectural dans le processus, l'influence de ces modes de représentation de coproduction sur la conception et la création, la valeur ajoutée des données immatérielles...* ». <sup>[3]</sup>La nécessité du BIM de par le monde augmente jour après jour dans le secteur AIC mais surtout pour les architectes qui ont été les premiers à l'adopter massivement.<sup>[4]</sup>

#### 1.1. Qu'est-ce que le BIM ?

##### 1.1.1. Définitions :

Pour le BIM, trois définitions semblent ressortir. Si le « B » (*Building*) et le « I » (*Information*) ne laissent place à aucune interprétation. Le « M » de l'acronyme peut selon les cas signifier *model*, *modeling* ou *management*:

- *Building Information Model*: le fichier créé avec un logiciel métier spécifique, alliant

1 AIC, ce secteur est souvent appelé AEC, pour « *Architecture Engineering and Construction* » dans la dénomination anglo-saxonne.

2 Utiliser le BIM pour concevoir des projets verts.

3 Extrait de la mesure 26 de la SNA (Stratégie nationale pour l'architecture) présentée par Fleur Pellerin, Ministre de la Culture, le 20 octobre 2015 à l'ENSA de ParisBelleville.

4 BIM objectif, <http://objectif-bim.com/index.php/bim-maquette-numerique/le-bim-selon-votre-metier/le-bim-pour-les-architectes>, (consulté le 08/09/2017)

objets, géolocalisation, géométrie, informations, sémantique...;

- *Building Information Modeling*: le processus de travail de ceux qui utilisent ces outils, dans un esprit de constitution de base de données du projet et d'échanges entre les acteurs;
- *Building Information Management*: le processus de gestion du projet, à travers des outils tels que la maquette numérique, le management de l'information et des acteurs.<sup>[1]</sup>

Pour les acteurs français, le terme BIM <sup>[2]</sup>- Bâtiment et Informations Modélisées - désigne « une base de données standardisée, unique et partagée par l'ensemble des acteurs, contenant toutes les informations techniques du bâtiment, depuis la conception jusqu'à l'exploitation et la maintenance et permettant de modéliser en 3D le bâtiment. »<sup>[3]</sup>

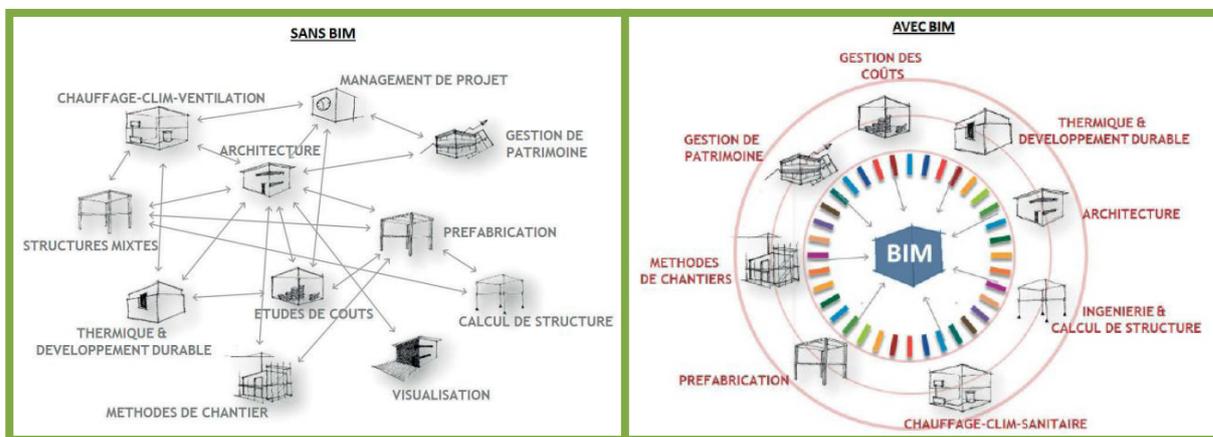


Figure.1: Comparaison entre le travail sans et avec BIM

( Source : Celnik Olivier, Eric Lebègue, « *BIM et Maquette Numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction* » )

Bien que souvent confondues, la Maquette Numérique et le BIM ne désignent pas la même chose, «*La Maquette Numérique contient deux éléments essentiels : un cœur de données et une représentation graphique du bâtiment.*»<sup>[4]</sup> La Maquette Numérique est une représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles du bâtiment ou de ces infrastructures. A la différence d'une simple représentation 3D, la Maquette Numérique permet grâce à un minimum d'informations sur les objets présents et leurs propriétés, de pouvoir analyser ou simuler certains comportements (comportement mécanique, stabilité, performance énergétique,

1 Celnik Olivier, Eric Lebègue, « *BIM et Maquette Numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction* », CSTB Editions, Editions Eyrolles, 16/09/14, pages 37.

2 Par conséquent, le BIM ce n'est pas : un outil ; une technologie ; un logiciel de représentation visuelle en 3D ; un format numérique ; ou réservé aux opérations d'envergure.

3 Anonyme, « *Qu'est-ce-que le BIM ?* », www.weber.fr, (consulté le 08/09/2017)

4 Rapport du Groupe de travail BIM et Gestion du patrimoine, « *Un avatar numérique de l'ouvrage et du patrimoine au service du bâtiment durable : le « Bâtiment et Informations Modélisés » (BIM)* », Plan Bâtiment Durable, Mars 2014, page 5 et 6.

impact environnemental ...etc).

### 1.1.2. Quelques principes constituant le BIM :

#### a. Les niveaux de maturité :

Le BIM a plusieurs niveaux, appelés niveaux de maturité (*level BIM*)<sup>[1]</sup>. Ces niveaux sont en fait des étapes vers le BIM collaboratif<sup>[2]</sup>. Les niveaux 0,1 et 2 ne doivent donc être considérés que comme des étapes et non pas une fin en soi. Les descriptions ci-dessous correspondent aux niveaux utilisés au Royaume-Uni, mais il semblerait que ceux-ci soient reconnus ailleurs également (Figure.2):<sup>[3]</sup>

- *BIM Niveau 0* : Souvent référé comme CAO 2D non gérée ou non structurée. C'est le niveau où toute notre industrie (AIC) se trouve actuellement. En effet, les normes de présentation ISO n'ont jamais vraiment réussi à s'imposer comme elles l'ont fait dans les autres industries.
- *BIM de niveau 1* : un acteur crée une maquette numérique pour son propre usage. L'architecte pour concevoir le projet et en extraire les livrables, l'entreprise pour préparer le chantier.
- *BIM de niveau 2* : chaque acteur crée sa propre maquette. Les différentes maquettes sont ensuite comparées, synchronisées, enrichies puis fusionnées.
- *BIM de niveau 3* : il s'agit d'un processus de conception intégré à partir d'un modèle numérique unique, hébergé sur un serveur centralisé accessible en temps réel par tous les acteurs du projet avec des droits d'accès distincts. La conception est concurrente et collaborative. De l'avis des spécialistes, la conception totale en BIM de niveau 3 n'est techniquement pas encore possible sauf dans un environnement mono-logiciel.

1 Il permet d'apprécier la maturité des échanges basé sur des modèles numériques selon « *the five components of BIM measurement* », B. Succar.

2 C'est un processus de gestion collaboratif du projet reposant sur les échanges et l'enrichissement de la maquette numérique par les acteurs du projet.

3 <http://objectif-bim.com>, (consulté le 08/09/2017)

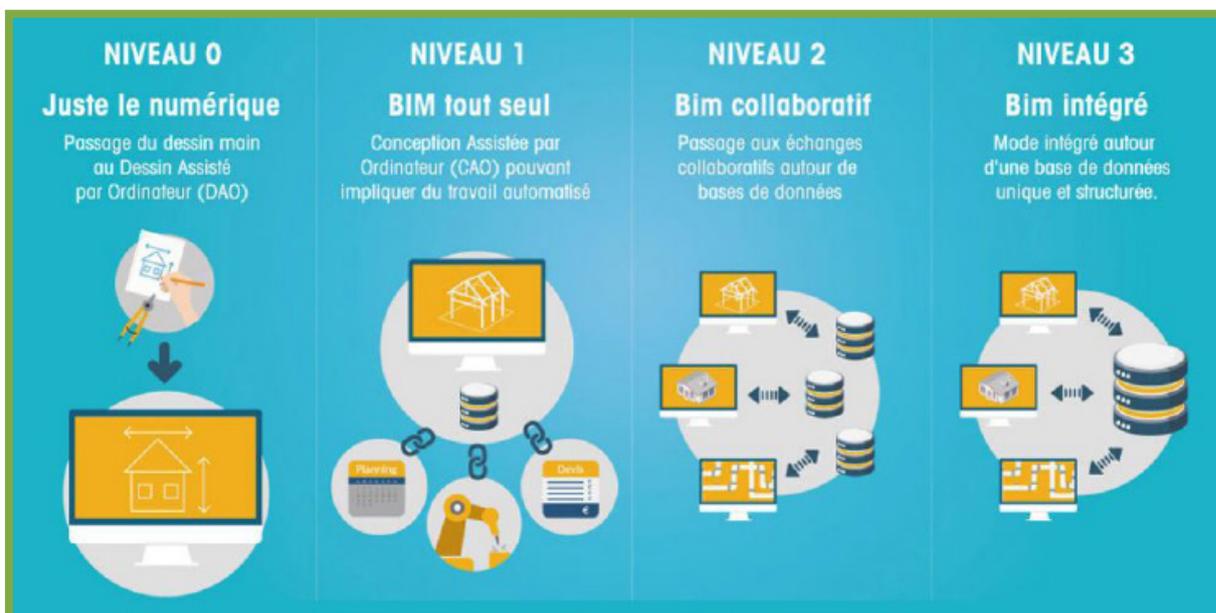


Figure.2: Les niveaux de collaboration du BIM  
 (Source : Fédération française du bâtiment 2016)

**b. Les dimensions du BIM :**

« Le BIM part du postulat suivant : un objet n'a pas seulement 3 dimensions, comme on pourrait le penser, mais il fait partie d'une base de données enrichie qui lui en confère davantage. » <sup>[1]</sup>

A peine avons-nous eu le temps de nous faire à l'idée de passer de deux à trois dimensions, que déjà apparaissent une multitude d'autres "dimensions". Si pour la 2D et la 3D les choses sont suffisamment claires, que peuvent bien signifier les autres? Afin d'en apporter des éclairages, voici une brève explication pour chacune de ces dimensions.



Figure.3: Les dimensions du BIM  
 (Source : bim-building.com)

- **BIM 2D**: Mais que vient faire la 2D dans le BIM ? Et bien les plans papier ont encore quelques années devant eux. De nombreuses entreprises travailleront encore en 2D pour

1 Florian Pouilly, lors de son intervention au dernier congrès UNTEC.

les années à venir et il faudra bien échanger avec elles.

- *BIM 3D*: Les trois dimensions géométriques X-Y-Z. Sans elles le BIM ne serait pas. Elles permettent les visualisations, les détections d'interférence, la préfabrication, les relevés de l'existant, le calcul des quantités, la mise à jour automatique des coupes et détails, etc.<sup>[1]</sup>
- *BIM 4D*: Ajout des temps de mise en œuvre pour assister la planification.
- *BIM 5D*: Pour la gestion des quantitatifs et des coûts associés (ajout des prix).<sup>[2]</sup>
- *BIM 6D*: Traite de tout ce qui concerne le développement durable d'un bâtiment, par exemple les analyses énergétiques.
- *BIM 7D*: Lie les éléments du projet à tous les aspects de la durée de vie du bâtiment. Généralement délivré à la fin de la construction, le modèle 7D tel que construit contient toutes les informations nécessaires au propriétaire pour l'utilisation et la maintenance du bâtiment.
- *BIM xD*:<sup>[3]</sup> Le X représente ici toutes les données additionnelles imaginables qui pourraient encore venir s'ajouter aux autres dimensions.

## 1.2. L'évolution du BIM :

### 1.2.1. L'histoire de l'apparition du BIM :

Le travail en maquette numérique n'est pas une nouveauté puisque les premiers logiciels basés sur le concept de « bâtiment virtuel » remontent au début des années quatre-vingt. Le terme BIM est devenu omniprésent dans le monde de la construction depuis plus de 20 ans, mais d'où vient-il ? Son histoire est riche et complexe, développée ci-dessous, avec des acteurs des États-Unis, d'Europe Occidentale et du bloc Soviétique, alors en concurrence pour la solution logicielle architecturale optimale pour mettre fin aux processus de travail associés à la CAO 2D. Les bénéfices d'un modèle de conception architectural associé à une base de données

1 <http://objectif-bim.com/index.php/bim-maquette-numerique/le-bim-en-bref/bim-2d-3d-4d-5d-6d-7d-xd>, (consulté le 08/09/2017)

2 CRTI-B (Centre de Ressources des Technologies et de l'Innovation pour le Bâtiment), «*Guide d'application BIM Luxembourgeois*» (V1.0 – 07/2017), p.29.

3 Un consensus apparait au niveau des différentes approches pour ce qui est de la définition de 4D et 5D. Au-delà, il n'existe pas de référence universelle : l'ajout d'informations se fait en fonction des besoins, multipliant ainsi les « xD » manipulées (une dimension = 1 information ajoutée (ou un ensemble d'informations)).

ont été prouvés, les entrepreneurs devenant les pilotes de la technologie BIM pour la première fois en 2012.<sup>[1]</sup>

Comment est né le BIM ? En 1995, aux USA, explique Jean-Yves Bresson d'Almadéa<sup>[2]</sup>, 12 entreprises de la filière bâtiment engagent une réflexion pour améliorer la communication des données entre logiciels qui débouche sur la création d'un langage informatique commun: les IFC (*Industry foundation classes*)<sup>[3]</sup>. Ils décrivent les objets nécessaires pour concevoir un bâtiment tout au long de son cycle de vie et selon différents points de vue (architecture, structure, thermique, estimatifs, acoustique,...). Ainsi, 700 classes d'objets –dont 400 normalisées– ont été répertoriées. La mise en œuvre progressive des IFC se fait dans le cadre d'un référentiel unique et partagé par tous les acteurs: le BIM. C'est un assemblage d'objets (les composants) avec une représentation graphique, des attributs et un comportement. Par exemple: une porte est représentée battante ou coulissante, elle est en aluminium avec un double vitrage (attribut), elle s'ouvre et «troue» le mur (comportements). Comme on navigue sur son smartphone qui utilise différentes applications, les acteurs de la filière vont bénéficier d'une interopérabilité. Que ce soit pour un projet de construction, de rénovation ou de gestion technique, ils n'ont plus à traduire ou à enrichir, souvent manuellement, des données d'un format à l'autre.

Les gains de productivité et de fiabilité sont considérables et les altérations de données sont fortement réduites. On peut ainsi simuler le projet jusqu'au bout (le cycle de vie inclue même la déconstruction) avant de construire, pas uniquement sur des aspects techniques mais aussi, par exemple, organisationnels comme le phasage ou la protection du chantier . De même, on est en mesure d'obtenir une maquette numérique d'un bâtiment existant.

### 1.2.2. Le BIM à travers le monde :

Il est constaté une large adoption du BIM à travers le monde. Figurent parmi les leaders mondiaux en la matière la Finlande et Singapour : la première requiert le BIM pour les projets

---

1 François Appéré, «*Histoire de l'apparition du BIM*», <https://fr.linkedin.com/pulse/histoire-de-lapparition-du-bim-fran%C3%A7ois-app%C3%A9r%C3%A9>, (consulté le 08/09/2017)

2 Société de conseil stratégique spécialisée dans l'assistance et la mise en œuvre de système d'information immobilier; elle a développé des méthodes d'accompagnement notamment auprès d'organismes HLM sur les SITP (systèmes d'information technique et patrimoniale).

3 Le format IFC est un format d'échange créé pour assurer l'interopérabilité entre les logiciels qui permet de décrire de manière universelle les « éléments » qui composent un bâtiment tout au long de son cycle de vie (conception, construction, exploitation) et selon différents points de vue (architecture, structure, thermique, estimatif, etc.). Les IFC sont inclus dans un fichier dont le format est prédéfini selon une norme internationale (STEP) ISO 10303-21.

de construction publics depuis 2007, la seconde depuis 2010 et, à partir de juillet 2015, le BIM sera exigé pour toutes les disciplines et tout projet neuf dépassant 5 000 m<sup>2</sup>. Aux États-Unis, le BIM est obligatoire depuis 2008 ; en Norvège, depuis 2010 et, aux Pays-Bas, depuis 2011. À l’instar de la Grande-Bretagne, la Corée du Sud connaîtra le même sort à partir de 2016 (Figure.4).<sup>[1]</sup>

BIM obligatoire			
Norvège	2005	Emirats Arabes Unis	2014
Etats-Unis	2006	Hong Kong	2014
Danemark	2007	Royaume-Uni	2016
Finlande	2007	Russie	En cours
Corée du Sud	2010	Chili	En cours
Australie	2011	Espagne	2018-2020
Singapour	2012	Allemagne	2020
Pays-Bas	2012		

BIM en voie d'adoption		
Afrique du Sud	France	Nouvelle-Zélande
Autriche	Hongrie	Pologne
Belgique	Irlande	Portugal
Brésil	Islande	Suède
Canada	Japon	Suisse
Chine	Lituanie	
Estonie	Malaisie	

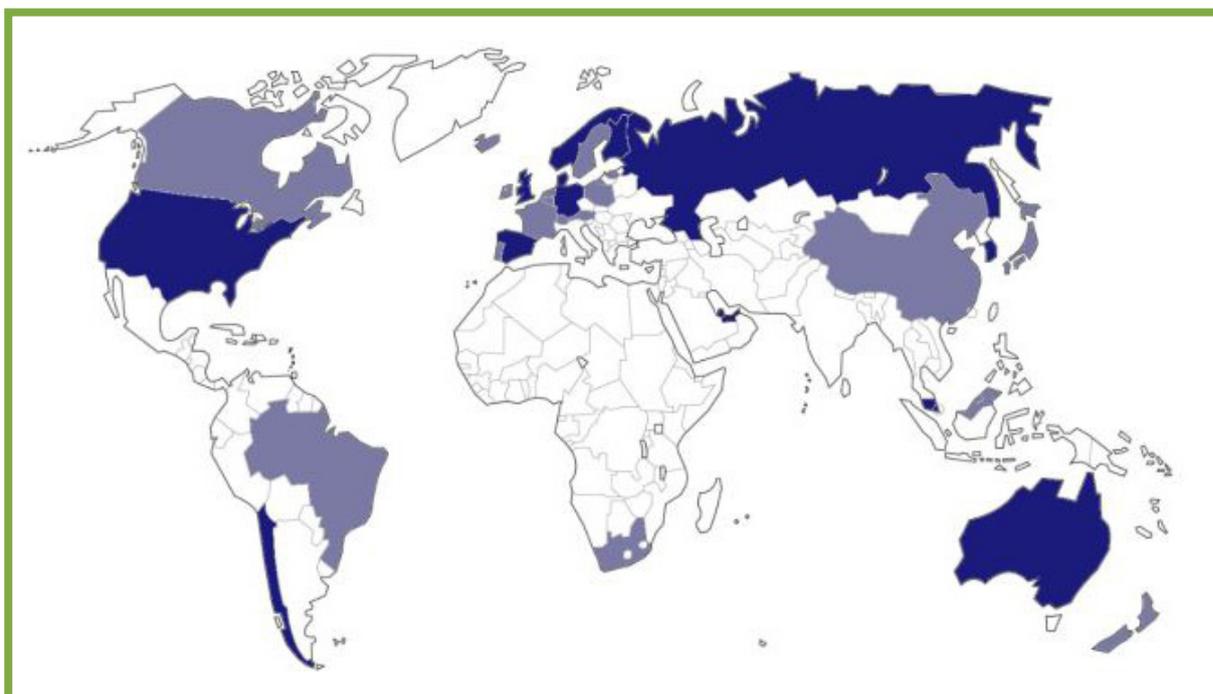


Figure.4: Implication du BIM au monde  
(Source: Santiago Rodriguez, Laurent Colin, «LE BIM DANS LES INFRASTRUCTURES» )

Malgré les différences de localisation géographique, de taille, de culture et de pratique de la construction, ces pays ont tous perçu l’intérêt et le potentiel du BIM, et se sont engagés sur la route de son adoption. Un intérêt perçu à la fois par l’industrie de la construction et les gouvernements qui ont rendu le recours au BIM obligatoire (Figure.5).<sup>[2]</sup>

1 Anis Naroura ; Op. cit. p.30.

2 Le Gouvernement britannique a d’ores et déjà estimé à 1,7 milliard de livres les économies réalisées grâce au BIM depuis 2012. Le Construction news indique également que 66 % des projets de la *Major project authority* sont désormais réalisés dans les délais et le budget impartis, alors qu’ils n’étaient que de 33 % en 2010.



Figure.5: La chronologie de l'évolution du BIM dans le monde  
( Source : bim-france.fr )

### 1.3. Pourquoi le BIM ?

Tout d'abord la récente progression fulgurante de la puissance des ordinateurs permet maintenant d'utiliser des solutions qui n'étaient pas disponibles pour le grand public. Ensuite plusieurs autres raisons ont favorisé son adoption (Figure.6) .<sup>[1]</sup>

Le BIM facilite la gestion d'un projet dans tout son cycle de vie, par l'ensemble des parties prenantes, en générant et partageant des modélisations graphiques, physiques et fonctionnelles des ouvrages. Il permet donc aux différents métiers de travailler en parallèle le plutôt possible vers un même but. On parle d'ingénierie simultanée<sup>[2]</sup> (ou concourante) et non plus séquentielle<sup>[3]</sup>. Cette dernière offre un gain de productivité (Figure.7).

« Le premier objectif est donc de pouvoir disposer d'une maquette interactive permettant de simuler divers scénarios de comportement du bâtiment en fonction de tel ou tel paramètre, environnemental ou énergétique par exemple. »<sup>[4]</sup>

1 <http://objectif-bim.com/index.php/bim-maquette-numerique/le-bim-en-bref/le-pourquoi-et-l-origine-du-bim> , (consulté le 08/09/2017)

2 C'est une méthode qui consiste à engager simultanément tous les acteurs d'un projet, dès le début de celui-ci, dans la compréhension des objectifs recherchés et attendus avec une vision claire des éléments à réaliser.

3 C'est un mode de fonctionnement au cours duquel chaque étape démarre lorsque la précédente est complètement achevée.

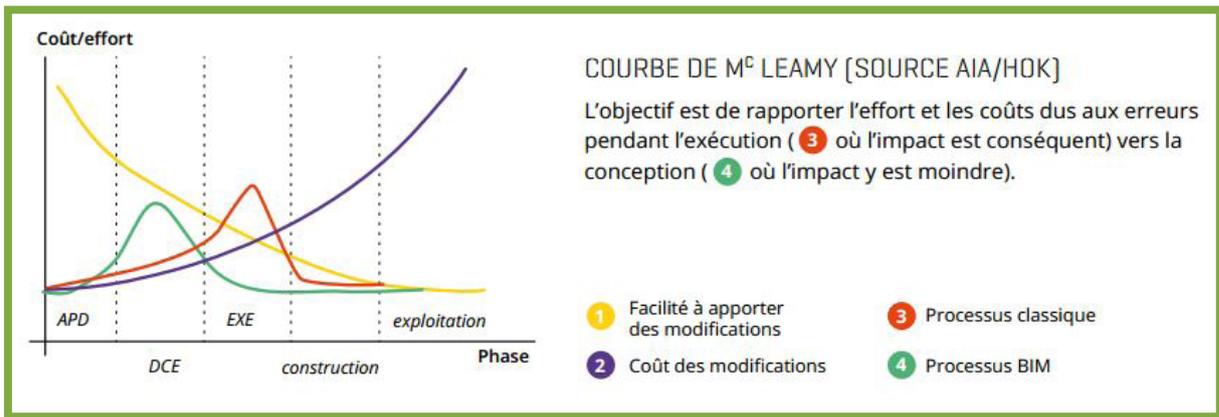


Figure.6: L'intérêt du BIM dans le secteur de construction  
( Source : AQE agence qualité construction, *Le bon usage du BIM*).

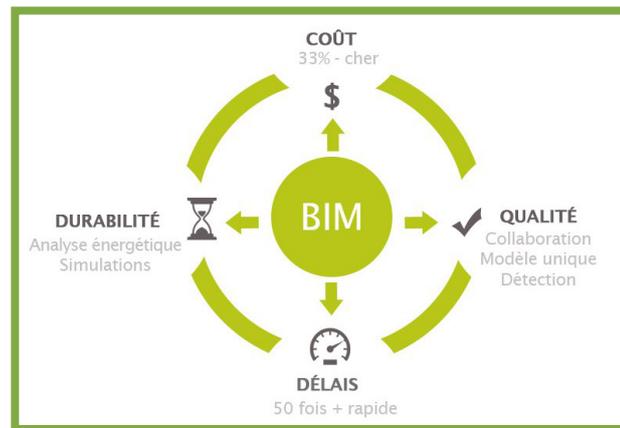


Figure.7: Les avantages du BIM  
( Source : mmi-deco.com )

#### 1.4. Les ingrédients du BIM :

##### 1.4.1. Les livrables :<sup>[1]</sup>

Le BIM offre aux acteurs du bâtiment un gros potentiel dont l'exploitation résulte de la création d'un ou de plusieurs modèles appelés livrables BIM. Le livrable BIM contient l'information nécessaire à l'exploitation dudit potentiel, par exemple l'estimation des coûts, la coordination des différents intervenants, l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage, etc. Par ailleurs, il n'est pas exclu que des documents de type 2D issus de modèles BIM fassent partie des livrables BIM exigés lors d'un projet (Figure.8).<sup>[2]</sup>

1 Un livrable est tout résultat, document, mesurable, tangible ou vérifiable, qui résulte de l'achèvement d'une partie de projet ou du projet. Ex : Un cahier des charges et une étude de faisabilité sont des livrables. [http://www.gestiondeprojet.net/articles/taches\\_jalons\\_livrables.html](http://www.gestiondeprojet.net/articles/taches_jalons_livrables.html), (consulté le 08/09/2017)

2 Anis Naroura ; Op. cit. p.30.

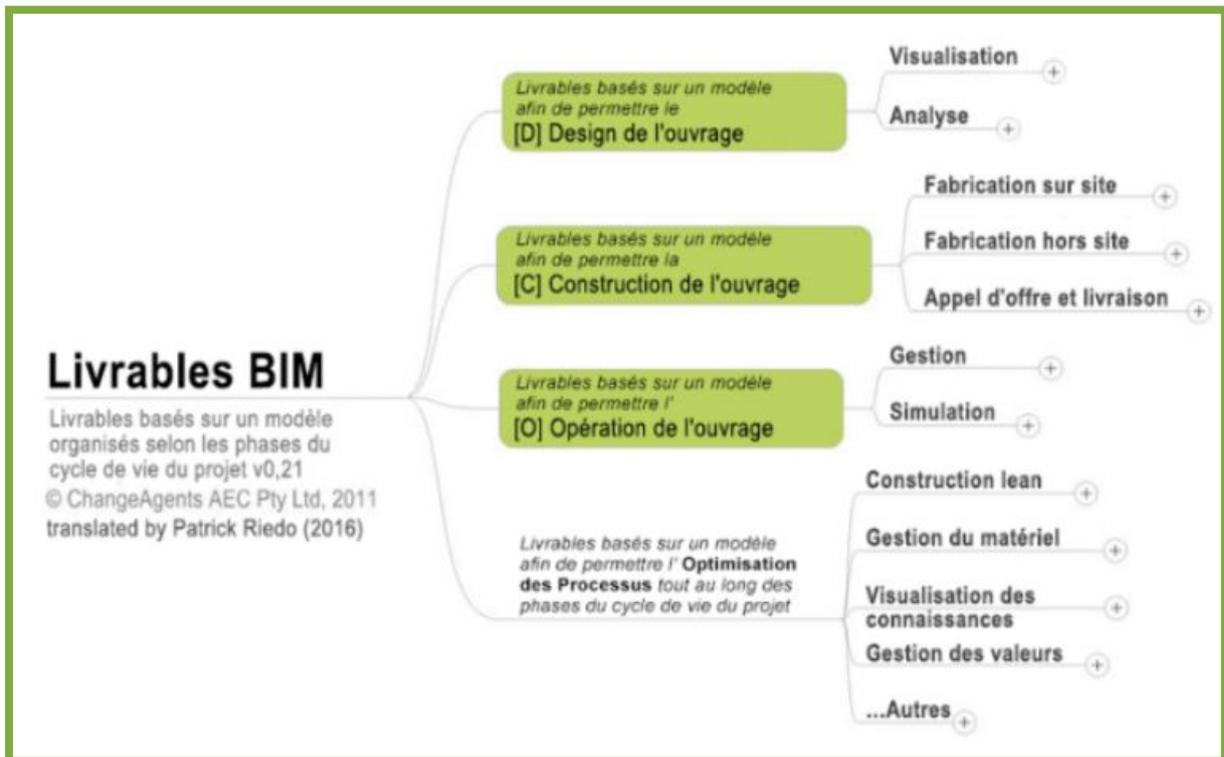


Figure.8: Un résumé des livrables basé-modèle  
(Source : Patrick Riedo, «Leçon 15: Lancement d'un projet BIM collaboratif»)

#### 1.4.2. Le niveau de détail :

Ce qui caractérise un livrable BIM est la qualité et la fiabilité de l'information qu'il contient. Cette information est véhiculée par les objets et leurs attributs dans la maquette, sous forme géométrique (2D et 3D) et non géométrique. Une question légitime se pose alors : comment s'assurer de la qualité de cette information ? C'est là que le niveau de détail, ou le niveau de développement, (LOD) entre en jeu. Le Niveau de détail de la maquette dépend de la phase du projet dans laquelle vous trouvez. Internationalement les différents niveaux de détails suivants (appelés LOD de l'anglais *Level of Detail*) ont été adoptés (Figure.9) :

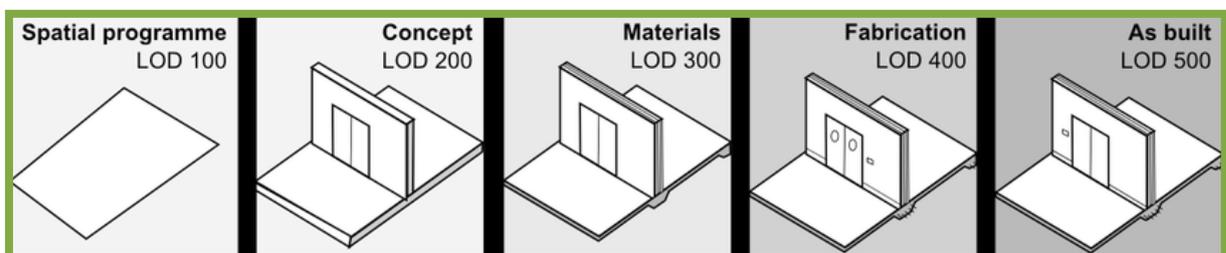


Figure.9: LOD BIM  
( Source : researchgate.net )

- LOD 100: Les éléments du modèle peuvent être représentés par un symbole ou de manière générique.
- LOD 200: Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière générique.

rique en tant qu'objet ou assemblage.<sup>[1]</sup>

- LOD 300: Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière spécifique en tant qu'objet ou assemblage. <sup>[2]</sup>
- LOD 350: Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière spécifique en tant qu'objet ou assemblage. Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations sont spécifiques aux éléments. Les éléments interagissent avec les autres éléments (Figure.10).
- LOD 400: idem que LOD 350 mais avec en plus les informations sur le détail (la fabrication, l'assemblage et l'installation) qui sont contenues dans les éléments.
- LOD 500:<sup>[3]</sup> idem que LOD 400 mais tel que construit et vérifié sur place.

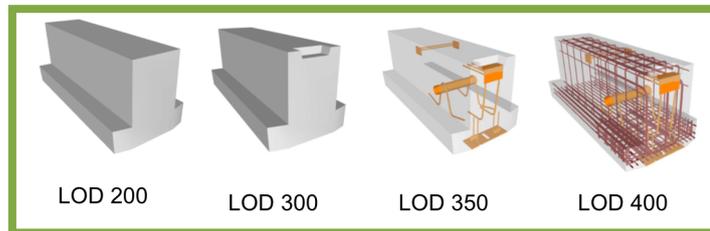


Figure.10: La différences entre les différents LOD  
( Source : blog.areo.io )

#### 1.4.3. Les outils :

À la différence des logiciels CAO 3D qui manipulent des entités dont la géométrie et les propriétés sont figées, les outils BIM sont fondés sur des objets paramétriques, c'est-à-dire des objets dont la géométrie peut être pilotée par des paramètres et des formules logiques, et des objets capables de véhiculer de l'information et d'interagir avec leur contexte d'une manière dynamique.

#### 1.4.4. Les standards et les normes :

Modéliser l'information pour soi la rend exploitable uniquement pour celui qui la modélise. D'une région à l'autre, dans le bâtiment, un même objet peut avoir des appellations différentes. C'est encore plus vrai lorsque l'on change de pays. Recourir à un standard à ce niveau permettrait de structurer d'une manière uniforme la modélisation de l'information de façon qu'elle puisse être exploitée par un plus grand nombre. De plus, le standard introduit un niveau

1 Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations des éléments peuvent être approximatives.

2 Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations sont spécifiques aux éléments.

3 A noter que des informations non graphiques peuvent être attachés aux éléments à tous les niveaux.

d'abstraction permettant de s'affranchir des technologies propriétaires (Figure.11).<sup>[1]</sup>

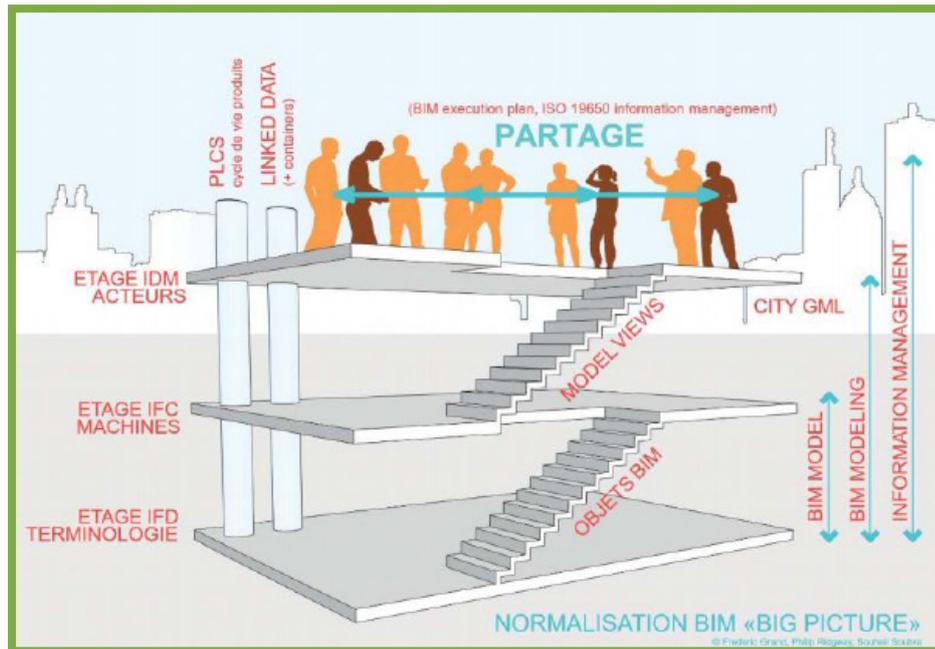


Figure.11: La normalisation BIM  
( Source : batiment-numerique.fr)

#### 1.4.5. Les nouveaux rôles :

Plus que la maîtrise d'un nouvel outil, le BIM implique de savoir comment gérer l'information le long du processus BIM au regard des objectifs de ce dernier. De même, pour une meilleure efficacité dans le travail et dans la progression de l'apprentissage du BIM, il peut être judicieux de mettre en place une sorte de hiérarchie au niveau des rôles joués par les différents membres de l'équipe BIM (Figure.12). La différenciation des rôles peut se traduire comme suit:

##### a. BIM Manager :

Il est indispensable dès qu'une maquette numérique est réalisée, y compris sur des petits chantiers. Son rôle est double : Il met en place le plan BIM du projet et ses règles de réalisation : comment découper le projet en zones, quelles sont les familles d'objets à utiliser, qui fait quoi et à quel rythme. Lors de points réguliers, il récupère les maquettes de chacun, prépare les réunions de coordination, assemble les maquettes et réalise les rapports de conflits consacrés aux interférences des différentes copies de la maquette.<sup>[2]</sup>

##### b. Le « Modeleur BIM » ou BIM Modeler :

Il est « l'évolution » du projeteur<sup>[3]</sup> et doit à être formé à la maîtrise des outils de dessin 3D

1 Anis Naroura ; Op. cit. p.30.

2 Cercle Promodul, « *Le BIM : 6 questions pour comprendre et agir* », Association Cercle Promodul, Juin 2016, p.23. [www.cercle-promodul.fr](http://www.cercle-promodul.fr) , (consulté le 08/09/2017)

3 Il s'agit ici de qualifier l'acte de « projeter », qui peut aussi bien être entrepris par un architecte, un ingénieur ou un dessinateur.

tels que Revit, Archicad, Allplan, etc. Il a la responsabilité de fournir un modèle exact géométriquement mais aussi la bonne information en fonction des besoins. C'est donc un profil avant tout « technique » : il devra être formé de manière adéquate (logiciels de modélisation BIM et plateformes collaboratives).<sup>[1]</sup>

**c. BIM Coordinateur :**

Il prend connaissance des règles et chartes de modélisation définies par son interlocuteur le BIM Manager et veille à ce que ses collaborateurs, les BIM Modeleurs les respectent et les appliquent. Il est le garant de la qualité de la maquette numérique.<sup>[2]</sup>

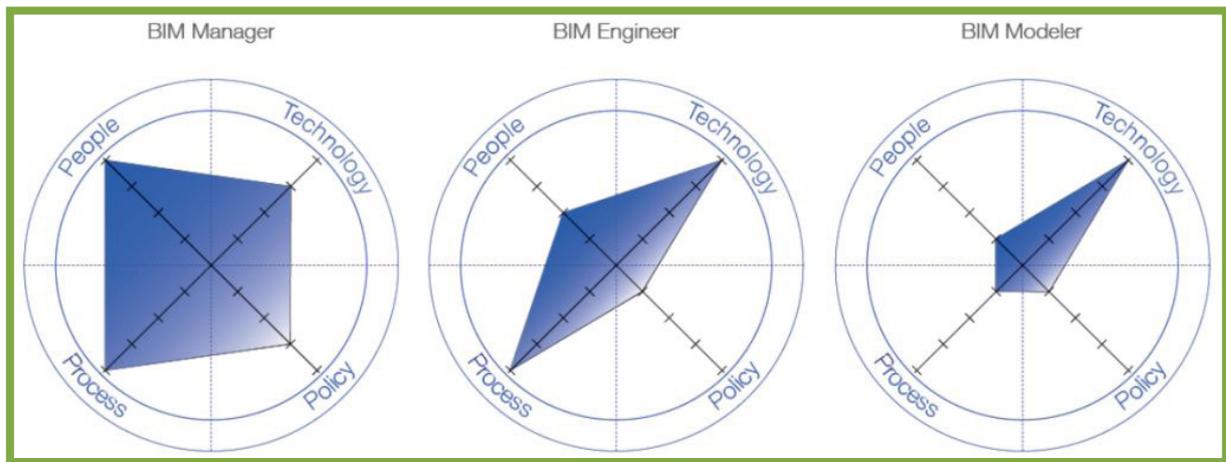


Figure.12: Comparaison entre les différents acteurs BIM  
( Source : Guide d'application BIM Luxembourgeois )

**2. L'architecture durable et l'environnement multi-échelles :**

« A l'heure actuelle parler d'architecture durable, c'est parler d'une architecture non pas durable en terme de durabilité dans le temps et donc de solidité des bâtiments, mais «soutenable»<sup>[3]</sup> pour la planète. Il s'agit donc d'une architecture répondant aux incitations du développement durable.

«Le développement durable est une notion qui fait de plus en plus parler d'elle. En effet, apparu dès la fin des années 80 avec le rapport Brundtland, il tente de concilier les exigences économiques avec les exigences sociales et environnementales - ces dernières étant devenues particulièrement urgentes face au réchauffement planétaire et aux pertes non négligeables ob-

1 CRTIB ; Op. cit. p.8.

2 Cercle Promodul, «l e BIM : 6 questions pour comprendre et agir», Association Cercle Promodul, Juin 2016, p.24 , www.cercle-promodul.fr , (consulté le 08/09/2017)

3 Précision d'emblée que les qualificatifs de soutenables ou durable ont été utilisés dans la traduction française du terme anglo-saxon *sustainable développement* bien que pouvant prêter à confusion, nous utiliserons quant à nous essentiellement le terme plus couramment usité de développement durable.

*servées en termes de biodiversité...»*<sup>[1]</sup>

Cette notion est devenue très familière de nos jours et fait partie de la responsabilité de citoyens, Etat, acteurs du BTP...mais surtout pour nous autant qu'architectes. Dans la section qui suit, nous traiterons les notions de l'architecture durable et son intégration à plusieurs échelles dans l'environnement.

## 2.1. L'architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles :

### 2.1.1. Qu'est ce que l'architecture durable ?

La philosophie de l'architecture durable se concrétise à travers différentes pratiques qui ont pour objectifs de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement et de prendre soin de la qualité de vie des utilisateurs et des communautés riveraines. La mise en œuvre d'une architecture durable se manifeste par un ensemble de choix de techniques, des méthodes de gestion, la sélection des matériaux employés et l'organisation interne des fonctions et des espaces, afin de maîtriser, en particulier, la consommation d'énergie et l'aménagement du cadre de vie des utilisateurs.

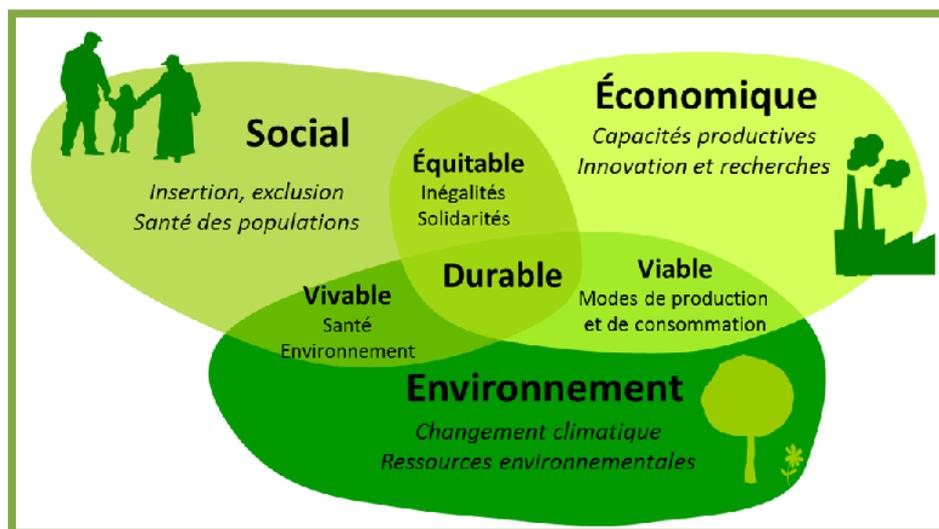


Figure.13:Schéma du développement durable selon Agenda 21  
(Source : cdcmortainais.fr)

### 2.1.2. L'importance d'une identité architecturale :

*« Tout projet s'inscrit dans un contexte paysager, architectural, urbain et écologique à analyser pour comprendre ses contraintes et ses potentialités afin de s'y intégrer durablement»*<sup>[2]</sup>

1 Susini, Jean-François, Le Conseil de l'Ordre des architectes. «*Les architectes et le Développement Durable : 10 propositions de l'Ordre des architectes*». Paris: Ecodurable, 2004. p.6

2 CAUE 82 ,[http://ftp2.caue-mp.fr/cauemp/CAUE82/particuliers/82\\_archi\\_durable.pdf](http://ftp2.caue-mp.fr/cauemp/CAUE82/particuliers/82_archi_durable.pdf) , (consulté le 08/09/2017)

De même les entretiens ont mis en avant qu'une architecture nouvelle n'est acceptée et donc durable que si elle rentre en lien avec une identité architecturale préexistante. Le type de lien sous-entendu est très variable (mimétisme, rupture, rappel aux éléments naturels...). Ainsi M<sup>me</sup> Sabbar, architecte du CAUE 41 travaillant sur « *la valorisation du bois local dans la construction* » dans le Pays du Grand Sologne constate que « *cette opposition [au bois dans la construction] n'est vraiment qu'une histoire de culture* ». La prise en compte de références architecturales devient donc un élément important, car elles sont l'expression de l'histoire locale et donc d'une identité locale. Or, de l'avis général il serait important de savoir d'où l'on vient.<sup>[1]</sup>

### 2.1.3. L'évolution de l'architecture durable :

De tout temps, l'homme a essayé de tirer parti du climat et de l'environnement naturel pour construire son habitation en économisant de l'énergie tout en gagnant du confort. Les principes de base sont constants : une implantation tenant compte des particularités du site, des volumes compacts, des matériaux naturels, des percements et avant-toits étudiés en fonction de l'orientation, etc.

En réponse à la première crise énergétique des années 70, correspondant au choc pétrolier, sont apparues les maisons solaires, "passives" ou "actives", suivant leur conception architecturale ou leurs équipements techniques choisis pour capter, stocker et distribuer l'énergie naturelle. Avec les problèmes climatiques des années 80 (trou de la couche d'ozone, effet de serre, ...) les maisons solaires sont devenues des maisons bioclimatiques, intégrant le confort des habitants, tout en économisant de l'énergie.

De nos jours, la notion de développement durable, largement répandue par la vague écologique dans les domaines de la santé et de l'alimentation, ouvre la voie de l'architecture durable pour un habitat offrant une meilleure qualité de vie tout en préservant l'environnement. En France, la démarche HQE définit 14 exigences ou "cibles", qui touchent à la fois l'environnement intérieur des usagers qui doit être sain et confortable, et l'environnement au sens large, avec des objectifs d'économie de ressources et de réduction de rejets dans l'environnement.

Enfin, le concept de maisons passives, élaboré en 1988 en Allemagne, se répand avec plus de 1 000 maisons construites à ce jour en Europe : il s'agit d'une maison pratiquement

---

1 Laetitia Zappella, « *Quelle architecture durable pour demain en Val de Loire ? Le cas des constructions bois, Projet de fin d'étude AGE* », Tuteur BOTTÉ François, Année universitaire 2007/2008, p.17

autonome pour ses besoins en chauffage (15 kWh/m<sup>2</sup> par an, soit 20 fois moins qu'un logement moyen), du fait de l'utilisation des apports solaires, des apports métaboliques et d'une isolation thermique renforcée.<sup>[1]</sup>

#### 2.1.4. L'approche globale de l'éco-conception :

L'éco-conception<sup>[2]</sup> se caractérise par une démarche multi-étapes, multicritères et multi-acteurs comme suite :

- L'éco-conception est une démarche multi-étapes : elle prend en compte les diverses étapes du cycle de vie du produit (extraction des matières premières, production, distribution, utilisation et fin de vie)(Figure.14);

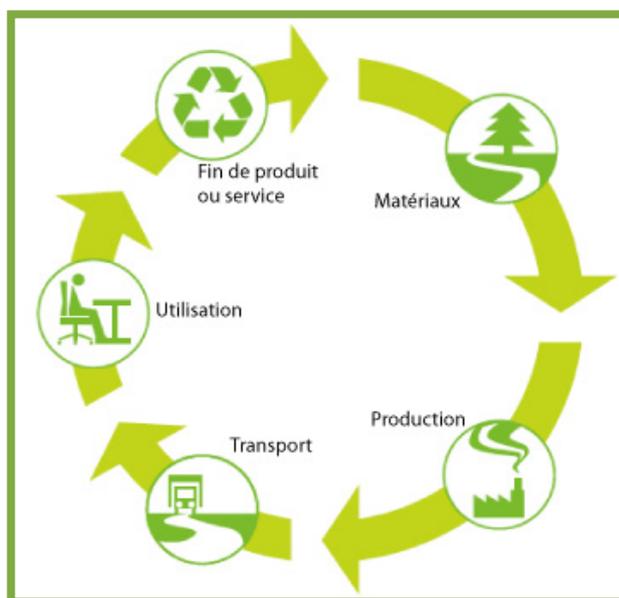


Figure.14:Le cycle de vie d'un produit  
(Source : jardinbio.fr)

- L'éco-conception est une démarche multi-critères : elle prend en compte les consommations de matière et d'énergie<sup>[3]</sup>, les rejets dans les milieux naturels, les effets sur le climat et la biodiversité...;
- L'éco-conception est une démarche multi-acteurs : une démarche d'éco-conception est

1 B. Bourdoncle , «De l'architecture vernaculaire ... à l'architecture durable», ARCHITECTURE DURABLE, en Tarn-et-Garonne, [www.tarn-et-garonne.pref.gouv.fr/sections/l\\_etat\\_en\\_tarn-et-ga/les\\_services\\_de\\_l\\_et/ddt](http://www.tarn-et-garonne.pref.gouv.fr/sections/l_etat_en_tarn-et-ga/les_services_de_l_et/ddt) , (consulté le 08/09/2017)

2 L'ISO/TR 14062 sur le Management environnemental, publié en 2002, définit l'éco-conception comme l'intégration des « aspects environnementaux dans la conception et le développement de produits ».

3 La directive 2009/125/CE du 21 octobre 2009, déterminant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'éco-conception applicables aux produits liés à l'énergie, définit l'éco-conception comme « L'intégration des caractéristiques environnementales dans la conception du produit en vue d'améliorer la performance environnementale du produit tout au long de son cycle de vie ».

mise en œuvre par une entreprise ou un organisme public, mais elle implique l'ensemble des parties prenantes pour qu'elle soit réussie. Les fournisseurs, ainsi que les recycleurs, réparateurs et récupérateurs font partie intégrante du cycle de vie d'un produit ainsi que les consommateurs, acheteurs ou utilisateurs qui influencent la phase d'usage.<sup>[1]</sup>

## 2.2. L'environnement multi-échelles et l'architecture durable :

L'environnement multi-échelles est celui composé de plusieurs composants à plusieurs dimensions pour créer un résultat qui est issu de la totalité de tout. Nous ne pouvons pas parler alors d'une architecture durable sans l'insérer dans son environnement mais toute en prenant en considération les différentes composantes de ce dernier. Un environnement est composé en principe de deux composantes principales :

- Les différentes échelles : globales, territoriales ex:(Figure.15), régionales, locales ...etc.
- Les différentes dimensions : sociale, culturelle, historique, identitaire, architecturale, humaine, urbaine, naturelle...etc.

Concevoir une "architecture durable", c'est donc proposer un habitat qui établit un équilibre harmonieux entre l'Homme et son milieu, en préservant les ressources et l'environnement et en favorisant le confort et la santé des habitants.



Figure.15: Les trois échelles du territoire  
( Source : even-conseil.com )

1 Sébastien Faure, Contraception, «Guide pratique d'une démarche responsable», p.5.

### 3. Le Green BIM : le numérique au service du développement durable:

La réduction de notre consommation d'énergie passe par l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments. La demande pour des bâtiments verts est de plus en plus forte. Le BIM, grâce à ses capacités d'analyses, permet très tôt de vérifier et d'adapter la conception d'un projet afin de réduire son impact environnemental.

Mais, il n'y a pas de maîtrise de la consommation énergétique ni de garantie du respect des exigences de développement durable dans le bâtiment sans une solide maîtrise de l'information technique de l'ouvrage dès la programmation, puis la conception et la construction. Sur un plan technique, ce type de conception passe par une modélisation simultanée du bâtiment et de ses équipements techniques, et cela dès la phase de préconception. Cela oblige à développer un nouveau concept de modèles transversaux permettant de récupérer toutes les informations utiles (dimensionnelles, réglementaires, énergétiques,...) pouvant être utilisées à ce stade du projet aussi bien par l'architecte que par un bureau d'études. Le BIM normé IFC correspond exactement à cette demande.<sup>[1]</sup>

#### 3.1. La définition du Green BIM :

Selon La norme ISO 29481-1:2016 le BIM définit ainsi : « *l'utilisation d'une représentation numérique partagée d'un objet construit pour faciliter les processus de conception, de construction et d'exploitation de manière à constituer une base fiable permettant les prises de décision* »<sup>[2]</sup>.

Le Green BIM alors est l'utilisation du BIM comme processus collaboratif chargé de plusieurs données à fin de concevoir un bâtiment durable intégré dans un environnement multi-échelles. Comme l'utilisation du BIM pour évaluer des projets LEED<sup>[3]</sup> par exemple : Utilisez un modèle et des outils d'analyse BIM simples pour évaluer les avantages que présentent des projets de certification LEED typiques en termes d'énergie et de coût, ces derniers impliquant la modification de fenêtres pour mieux exploiter la lumière naturelle, l'installation de capteurs de mouvements préservateurs d'énergie de nouvelle génération dans toutes les salles de conférence et bureaux ou l'utilisation d'urinoirs sans eau et de toilettes à chasse d'eau à double flux

1 L'ordre des architectes de l'île de France, «*Maquette numérique Bâtiment (BIM) et Développement Durable*», Informations et démonstrations, le 2 juillet 2008, à la Maison de l'architecture.

2 CRTIB ; Op. cit. p.5.

3 *Leadership in Energy and Environmental Design*

ou faible flux.

### **3.2. Pourquoi le Green BIM ?**

Le Green BIM permet maintenant d'utiliser des solutions qui n'étaient pas disponibles pour le grand public. Ensuite plusieurs autres raisons, écologiques et économiques, ont favorisé son adoption :

#### **3.2.1. La volonté de réduire les émissions de carbone et de gaz à effet de serre :**

Les gouvernements qui adoptent ou sont sur le point d'adopter le BIM le font souvent en relation avec une obligation légale de réduire les émissions de carbone et de gaz à effets de serre. Cette réduction ne peut se faire avec les méthodes de travail actuellement en vigueur dans la construction. Une nouvelle façon de travailler doit être mise en place et le BIM s'est naturellement imposé comme une des solutions ayant le potentiel de transformer les habitudes et de structurer l'industrie de la construction.

#### **3.2.2. Les ressources naturelles disponibles s'amenuisent :**

D'ici à 2050, la Terre devrait compter 9 milliards d'habitants. Si nous continuons à utiliser les ressources naturelles de la même façon pour nos infrastructures et bâtiments, il y aura pénurie. Si nous désirons tous vivre à un certain niveau de vie, nous devons trouver des solutions afin de construire différemment et stopper le gaspillage actuel des ressources.

#### **3.2.3. Améliorer l'efficacité et la qualité de l'industrie de la construction :**

Dernier et non des moindre, le piètre état de notre industrie de la construction. Dépassement de budget, sous-productivité comparée aux autres industries, relation tumultueuse entre les différents acteurs, mauvaise qualité, désorganisation, gaspillage. La construction souffre d'une terrible réputation et il faut bien avouer qu'il est difficile de la défendre tant les problèmes sont nombreux.<sup>[1]</sup>

Comme précisé dans un rapport du gouvernement anglais, la construction ne doit pas améliorer ses méthodes de travail mais les changer radicalement. Le Green BIM a de multiples avantages. <sup>[2]</sup>

---

1 [www.objectif-bim.com/index.php/bim-maquette-numerique/le-bim-en-bref/le-pourquoi-et-l-origine-du-bim](http://www.objectif-bim.com/index.php/bim-maquette-numerique/le-bim-en-bref/le-pourquoi-et-l-origine-du-bim), (consulté le 08/09/2017)

2 Exemple :réduire les modifications tardives de la conception.

### 3.3. Le Green BIM entre législation et initiatives :

Le Green BIM est considéré comme une nouvelle notion par rapport au BIM malgré l'existence du principe depuis longtemps, la concrétisation de toute sa philosophie ne s'est concrétisée que de manière limitée.

Commençons par examiner rapidement certains des principaux mandats exécutifs, mandats législatifs, initiatives de durabilité et plans de relance économique aux États-Unis qui encouragent les techniciens d'immeubles à rénover et à améliorer les performances de construction. Certains ne s'appliquent qu'à des organismes gouvernementaux et d'autres à tous les bâtiments :

- *La loi « Energy Policy Act » de 2005 (EPACT 2005)* traite principalement de l'efficacité énergétique, de la conservation de l'eau et de l'amélioration de la responsabilisation des propriétaires de bâtiments fédéraux.
- *La loi « Energy Independence and Security Act » de 2007 (EISA 2007)* exige une réduction importante de l'utilisation de combustibles fossiles, encourage l'utilisation de chauffe-eaux solaires rentables et prolonge la période du coût du cycle de vie d'amélioration capitale des projets.
- *Mandat exécutif 13423* : le renforcement de la gestion fédérale de l'environnement, de l'énergie et des transports exige que les agences réduisent leur consommation annuelle d'énergie de 3 pour cent par an et leur consommation d'eau de 2 pour cent jusqu'à 2015, puis qu'elles réduisent leurs émissions de gaz à effet de serre.
- *La norme LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)* classe les critères de constructions écologiques en cinq catégories principales (Figure.16) : conception de site, qualité environnementale d'un intérieur et utilisation efficace de l'énergie, des matériaux et de l'eau.<sup>[1]</sup>

---

1 Autodesk, «*Les avantages du BIM pour l'analyse des performances de construction*», LIVRE BLANC AUTO-DESK®, Paris France, 2010, [www.autodesk.fr/bim](http://www.autodesk.fr/bim), (consulté le 08/09/2017)



Figure.16: Les catégories principales du LEED  
( Source : westerndisposalservices.com ).

### Conclusion :

Au terme de ce chapitre, nous avons vu dans un premier temps une présentation générale du BIM et son émergence au monde. Dans un second temps, nous avons examiné comment concevoir une architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles. Ensuite, nous avons analysé le mode de fonctionnement du Green BIM <sup>[1]</sup> comme une alternative qui répond aux besoins présents et futurs.

Ainsi, l'intégration de ces nouvelles notions suppose des mesures d'accompagnement et de suivi adéquates accompagnées par une mise en œuvre de stratégies. Celles-ci devraient porter sur un champ sans cesse plus vaste.

1 Utiliser le BIM pour concevoir des projets verts.

**DEUXIÈME CHAPITRE :**  
**LA DURABILITÉ EN ALGÉRIE :**  
**ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT**

*« Il ne faut pas appeler richesses les choses  
que l'on peut perdre. »*

*Léonard De Vinci*

**Introduction :**

L'Algérie, à l'instar des pays développés a désormais pris la conscience de la nécessité d'agir et d'impliquer le concept de la durabilité suite à une crise qui sape son potentiel écologique dont ses ressources naturelles depuis quelques décennies. C'est grâce à ce chapitre que nous tentons de montrer les actions et les tentatives de l'Algérie pour une bonne intégration de la durabilité selon une approche environnementale de l'architecture.

**1. L'évolution de la durabilité en Algérie :**

La pensée à la durabilité et la nécessité de l'introduire a pris différentes échelles notamment en architecture et environnement. A ce titre, nous avons fait une évaluation de son émergence et son état actuel.

**1.1. La notion de durabilité :**

La durabilité, est, selon le dictionnaire *Le Petit Larousse*, la qualité de ce qui est durable, ou la période de transition vers la durabilité peut se faire par le développement durable<sup>[1]</sup>, ce terme désigne ainsi la finalité de ce processus du développement durable.

Selon Massive change en action<sup>[2]</sup>, la durabilité est la « *capacité d'un développement, d'un mode de production ou d'un système à répondre aux besoins présents (et locaux) sans empêcher les générations futures (ou les populations vivant ailleurs) de subvenir à leurs propres besoins* »<sup>[3]</sup>. Elle est très souvent employée comme un synonyme raccourci du développement durable.

**1.2. Aperçu Historique sur l'émergence de durabilité en Algérie :****1.2.1. Les facteurs déclenchant de la crise :****a. Facteur socioéconomique : les trois décennies (1970-2000) :**

Le développement socioéconomique, suivi ces trois décennies en termes de performance et programmes et institutions, a connu des progrès importants en matière de croissance d'emplois et de revenus d'éducation, de santé, de nutrition.

Durant la période 1970-1985, le développement économique est basé sur une planification centralisée. En 1986, la manifestation des faiblesses de ce système ont eu des effets sur le niveau de vie, le chômage et la crise de logement, la régression en matière de santé et d'édu-

1 <https://fr.wikipedia.org/wiki/Durabilit%C3%A9>, (consulté le 08/09/2017)

2 Le glossaire de Massive Change vise à définir des termes employés dans le contexte du projet Massive Change, <http://www.museevirtuel-virtualmuseum.ca>, (consulté le 08/09/2017)

3 <http://www.greenfacts.org/fr/glossaire/def/durabilite.htm>, (consulté le 08/09/2017)

cation.<sup>[1]</sup>

L'ouverture vers l'économie de marché et la croissance démographique sur le littoral et l'urbanisation accélérée de ce dernier ont eu des effets néfastes sur l'environnement et une dégradation du cadre bâti et du cadre de vie au milieu des années 1980 jusqu'aux années 2000.<sup>[2]</sup>

**b. Facteur environnemental :**

« Les externalités générées par les activités économiques se traduisent par une forte dégradation du cadre environnemental. Cette vision est justifiée par l'étendue du pays ainsi que l'existence d'une manne pétrolière qui ne fait pas du développement durable un lieu de conjoncture entre développement, environnement et préservation des richesses naturelles ». <sup>[3]</sup>

Une crise écologique a commencé à se manifester suite à l'industrialisation et l'exploitation des ressources naturelles et de l'agriculture ainsi que l'urbanisation accélérée et la construction d'un cadre bâti non convenable ce qui a causé l'apparition de toutes sortes de pollution.<sup>[4]</sup>

**1.2.2. L'état du cadre législatif et institutionnel concernant l'architecture et l'environnement:**

Un cadre législatif insuffisant et un degré d'application limité des lois. L'Algérie a élaboré une loi-cadre pour l'environnement en 1983<sup>[5]</sup>, établissant des principes généraux de gestion et de protection de l'environnement.

Cependant, son application a été retardée du fait de procédures excessivement longues et de déficiences au niveau de sa conception. Les dispositions juridiques ne permettent pas le contrôle intégré des pollutions et la gestion adéquate des déchets. Elles sont insuffisantes pour protéger le littoral et assurer l'exercice effectif de la puissance publique. Au niveau architectural, l'Algérie a connu une dégradation du cadre bâti qui est parmi les causes des problèmes environnementaux récentes, absence d'identité architecturale, l'acte de construire pour habiter se fait souvent avec un manque de créativité et dans la négligence des lois qui préserve notre environnement.

1 Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, «*Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD)*», Janvier 2002, p.23

2 Ibid.

3 Abdelatif Kerzabi; «*Entreprises, développement et développement durable : le cas de l'Algérie, Marché et organisation*», n°8, 61-77, 1999.

4 Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement; «*Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD)*», Janvier 2002, p.25.

5 Ibid; p.27.

Malgré la diffusion du décret législatif n° 94-07 du 7 au 18 mai 1994 relatif aux conditions de la production architecturale et à l'exercice de la profession d'architecte<sup>[1]</sup>, nous sommes toujours en retard de cadrer et normaliser le domaine de l'architecture pour la préservation de l'environnement dans ses différentes échelles.

### 1.2.3. Les prémices de la durabilité en Algérie:

Après *le Sommet de la Terre Rio 1992* et son *Agenda 21* pour le 21<sup>ème</sup> siècle sur l'efficacité sociale, et le respect de l'environnement et celui de *l'habitat II (Istanbul 1996)* sur la nécessité de protéger l'environnement, et combattre la pauvreté, l'accessibilité pour tous à un logement adéquat et aux services urbains pour une meilleure qualité de vie<sup>[2]</sup>, le développement durable est devenu la seule stratégie qui peut construire et préserver l'environnement en même temps et d'améliorer le cadre de vie.

Conscients de l'immense retard de l'Algérie dans ce domaine, les pouvoirs publics ont fini par prendre une décision de la mise en œuvre du programme «*action 21* »<sup>[3]</sup> pour la durabilité deux ans après la conférence de Rio. En outre, durant ces dernières années le Gouvernement s'est efforcé d'inscrire son programme de développement dans ce cadre et la nécessité de protéger l'environnement en 2001, d'utiliser rationnellement les ressources et de les préserver pour les générations futures, ce programme qui était abordé dans sa participation dans *le Sommet de Johannesburg en 2002* et le lancement des plans d'actions pour l'environnement et le développement durable<sup>[4]</sup>

Vers une architecture durable, cette notion visant à introduire le développement durable en tant que concept dans le champ opérationnel de l'aménagement et la construction est très récente en Algérie. Elle se matérialise pour l'instant, plutôt par des réalisations ponctuelles à travers quelques projets, la raison de ce retard est l'absence d'un cadre législatif et institutionnel permettant aux différents acteurs de travailler avec lors de la conception des projets.

1 Ordre des architectes conseil national, « *decret législatif No97-07* », Fait à Alger 18 mai 1994, <https://www.cnoa-dz.com/ordre-architectes/textes/3>, (consulté le 08/09/2017)

2 Le glossaire des concepts liés au développement durable, Version provisoire datée du 15 octobre 2001, p.15 [http://www.svt.ac-aix-marseille.fr/ancien\\_site/eedd/outilped/glossdd.pdf](http://www.svt.ac-aix-marseille.fr/ancien_site/eedd/outilped/glossdd.pdf), (consulté le 08/09/2017)

3 *Rapport de l'Algérie au sommet de Johannesburg*, N° 02,199-20, en 2002, p.4, <http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/wssd/algeria.pdf>, (consulté le 08/09/2017)

4 *Le Rapport National sur l'Etat et l'Avenir de l'environnement (RNE 2000)*,

### 1.3. La politique algérienne pour le développement durable : architecture et environnement :

Les programmes de la politique environnementale en Algérie ont été lancés afin d'atteindre des objectifs et envisager des solutions, pour résoudre les problèmes de l'environnement, en adoptant des lois que des institutions de l'État comme privées sont appelés à mettre en œuvre dès le début des années 2000.

La politique environnementale touche les différentes échelles, nous pouvons considérer que l'action gouvernementale pour la protection de l'environnement est basée sur six axes<sup>[1]</sup>:

- Renforcement du cadre juridique et institutionnel;
- Réduction des pollutions et nuisances;
- Préservation de la diversité biologique et des espaces naturels;
- Formation, information et sensibilisation;
- Renforcement de l'organisation et des moyens de fonctionnement;
- Dynamisation de la coopération internationale;

D'autres actions ont été élaborées par le gouvernement pour la protection de l'environnement. D'abord, il y a eu la mise en place du PNAE-DD introduisant la notion de durabilité, ensuite la signature du Protocole de Kyoto qui vise la protection de l'environnement et la réduction des émissions de gaz à effet de serre, et enfin le renforcement du cadre législatif et la création des plusieurs institutions.

Dans le domaine de l'architecture, l'Algérie reste toujours en retard en comparaison avec les pays voisins. Nous voyons pratiquement l'absence totale de la pensée durable dans le domaine de la construction mise à part de rares initiatives réservées à des projets d'envergure.

## 2. Perspectives de l'architecture durable en Algérie :

### 2.1. Approche sur l'architecture vernaculaire en Algérie :

#### 2.1.1. Définition de l'architecture vernaculaire :

1 Djamila Demri, « *Protection de l'Environnement et Réglementation en Algérie*, fait référence à la loi de 1983 qui a été abrogée par une nouvelle législation en 2003 ». publié 13 Février 2010, <http://www.nouara-algerie.com/article-protection-de-l-environnement-et-reglementation-en-algerie-presente-par-madame-demri-djami-la-44852134.html> , (consulté le 08/09/2017)

Dans une acception générale, selon les auteurs, le "vernaculaire" fait allusion à plusieurs significations; "*rustique<sup>[1]</sup>, populaire<sup>[2]</sup>, indigène, tribal et folklorique<sup>[3]</sup>*", il est aussi synonyme de "*spontané, rural et primitif ou même anonyme*"(Image.1)<sup>[4]</sup>.



Image.1:Quelques villes classées patrimoine mondial, (de haut en bas) la ville de Djenné au Mali et Shibam au Yémen et l'ancienne ville de Damas

(Source: inventaire de l'architecture de terre, patrimoine mondial de l'Unesco).

En architecture, selon Jean Paul Loubes, le vernaculaire est désigné généralement pour signifier des architectures liées à "*un territoire, à un groupe ethnique*", faites par un artisan et non par un professionnel "*architecte*" c'est pourquoi Bernard Rudofsky l'a qualifié d'une architecture sans architectes. De ce côté, il y a probablement une entente sur le sens général mais en terme d'application cela s'avère plus compliqué car l'architecture vernaculaire est différente d'un pays à un autre. Ce qui a emmené, en 1978, ICOMOS à demander de chaque pays de donner sa définition du "vernaculaire", Le régionalisme de ces architectures et le vaste champ de recherche à couvrir, explique la complexité de donner une définition déterminée.

1 John Brinckrhqff Jaqckson, «à la découverte du paysage vernaculaire», Arles, Éd. Acte du Sud, 2003, p. 175.

2 Du faite de l'origine sociale de leurs bâtisseurs et utilisateurs petit peuple des campagnes et des villes.

3 Paul Olivier, « *Encyclopedia of vernacular architecture of the world* », Tome1, New York, Éd. Cambridge University Press, 1997.

4 Silvio Guindani et Ulrich Doepper, «*architecture vernaculaire, territoire, habitat et activités productives*», Lausanne, Presses Polytechniques et Universités Romandes. 1990.

### 2.1.2. Le lien entre l'architecture vernaculaire et la notion de la durabilité :

Depuis les années 1990, les enjeux du développement durable ouvrent la voie à une architecture dite durable qui permet de répondre à une offre de qualité tout en intégrant les normes de soutenabilité (l'environnement, le social et l'économie), où certains tentent aussi de revisiter les principes du vernaculaire pour atteindre cet objectif (Figure.17).<sup>[1]</sup>

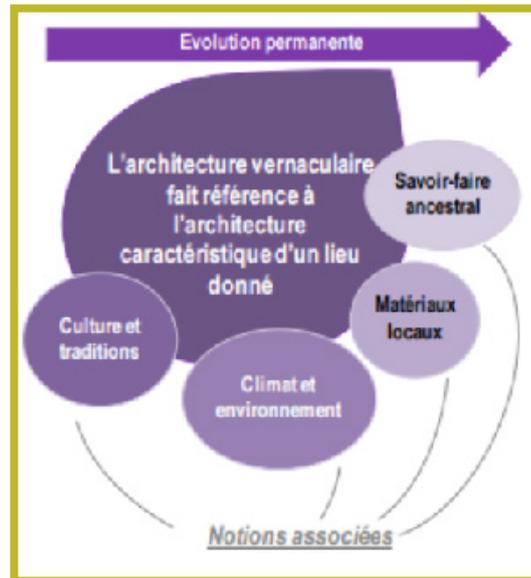


Figure.17:Schéma de l'architecture vernaculaire  
(Source : le rapport de Nomadéis, Aréna Ile de France Année 2012).

Aujourd'hui, l'architecture vernaculaire est abordée dans un contexte marqué par un souci environnemental et écologique où souvent elle est qualifiée de "*leçon de construction durable*".<sup>[2]</sup> Les principes et les techniques qui y sont utilisés apportent des solutions que l'architecture soutenable essaye de dresser actuellement<sup>[3]</sup>, dont l'intégration au site, l'utilisation des matériaux locaux, les solutions climatiques à moindre cout, en plus de la prise en considération des aspects culturel et social.

## 2.2. La construction écologique en Algérie :

### 2.2.1. L'intégration de l'écologie en Algérie :

#### a. Définition de l'écologie :

L'écologie, également connue sous les noms de *bio-écologie*, *bionomie* ou science de l'environnement ou environnementale, est la science qui étudie les êtres vivants dans leur milieu et les interactions entre eux<sup>[4]</sup>.

1 NOMADEIS, rapport sur «*Bâti vernaculaire et développement urbain durable*», Mai 2012.

2 Ouvrage collectif, «*La construction durable*», Éd. Université Saint-Esprit de Kaslik, Liban, 2007, p287.

3 Ibid.

4 <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89cologie> , (consulté le 08/09/2017)

Une définition généralement admise, particulièrement utilisée en écologie humaine, consiste à définir l'écologie comme étant le rapport triangulaire entre les individus d'une espèce, l'activité organisée de cette espèce et l'environnement de cette activité. L'environnement est à la fois le produit et la condition de cette activité, et donc de la survie de l'espèce<sup>[1]</sup>.

### 2.2.2. Les constructions passives ou écologiques en Algérie :

La consommation énergétique des bâtiments en Algérie est estimée à 40 %, et c'est dans ce contexte, que le gouvernement algérien entend réaliser 3000 logements écologiques et la rénovation thermique de 4000 autres logements existants, ainsi que 20 pour le tertiaire (*audit énergétique*) dans le cadre du programme quinquennal 2010/2014. Avec son potentiel solaire évalué à plus de 3000 heures d'ensoleillement par ans, l'Algérie est l'un des pays les plus aptes à promouvoir l'énergie solaire<sup>[2]</sup>.

Cependant, la politique nationale de mise en valeur des technologies des énergies renouvelables doit s'articuler autour d'une stratégie financière en mesure d'allouer des ressources adéquates à ce secteur d'activité d'avenir.

Rappelons juste, que la mise en application de la loi 99.09 relative à la maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment, s'est concrétisée par la promulgation le 24 avril 2000 d'un décret exécutif n°2000-90 portant réglementation thermique dans les bâtiments neufs. Celle-ci a pour objectif, l'introduction de l'efficacité énergétique dans les bâtiments neufs à usage d'habitation et autre et dans les parties de constructions réalisées comme extension des bâtiments existants<sup>[3]</sup>.

Afin d'y associer une optimisation des pratiques, un projet pilote a été mis en place à Souïdania, privilégiant l'utilisation de matériaux locaux et de sources alternatives d'énergie. Le projet pilote *MED-ENEC de Souïdania* (Figure.18) a été pensé afin de réunir ces conditions, du stade de la construction à celui de l'utilisation<sup>[4]</sup>. Ce projet pouvant intéresser l'ensemble du bassin méditerranéen, selon le professeur Hamid Afra, directeur du centre national d'études et

1 Guy Konunckx, Gilles Teneau, «*Résilience organisationnelle*», Bruxelles, Belgique, De Boeck Supérieur, 2010, 296 p.

2 «*Maitrise de la Consommation de l'Energie dans le Bâtiment, l'autre Défit: des Logements de Haute Efficacité Énergétique seront Construits*», la Tribune, 18 Octobre 2010.

3 Khaled Imessad, «*Application RETA : Réglementation Thermique Algérienne*»; 29 novembre 2015, <http://portail.cder.dz/spip.php?article4969>, (consulté le 08/09/2017)

4 Eurojar, «*L'Algérie s'essaye à une ruralité verte*», ENPI info centre, 15 mars 2010.

de recherches intégrées du bâtiment.

Le *CNERIB* et le centre algérien de développement des énergies renouvelables (*CDER*) se sont associés afin d'élaborer une construction-type de 80 m<sup>2</sup>, résidentielle, pouvant porter des enseignements intéressants pour le plan national de construction<sup>[1]</sup>.

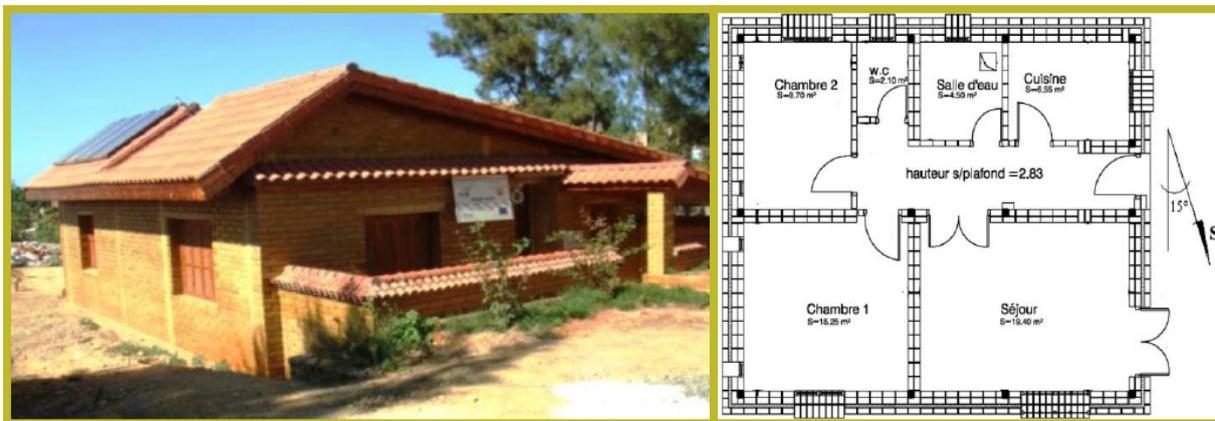


Figure.18: Maison prototype *Souïdania*  
(Source : revue des énergies renouvelables vol)

### 2.2.3. L'architecture climatique en Algérie :

#### a. Bref historique :

L'architecture climatique n'est pas une invention nouvelle, elle n'est qu'une redécouverte de principes très anciens. Dans l'évolution de la pensée liée à la démarche climatique trois périodes distinctes et complémentaires peuvent être décelées. D'abord dans les années 70, l'émergence de l'architecture impulsée par les ingénieurs. Ensuite, l'avènement de l'architecture bioclimatique des années 80 où la conception des bâtiments visait à utiliser les éléments du site et du climat en vue de la création du confort. Puis durant les années 90, l'approche multicritère a pris son essor pour résoudre les problèmes environnementaux<sup>[2]</sup>.

Actuellement, nous assistons à l'émergence de plusieurs approches liées au concept de développement durable qui visent la préservation des ressources naturelles et de l'environnement en veillant sur la qualité sociale et économique.

#### b. L'émergence de l'architecture climatique en Algérie :

En Algérie, ces pratiques sont restées à l'ombre pendant longtemps et n'ont pas bénéficié d'une vulgarisation à la hauteur des enjeux qu'elles charrient. Dans ce domaine, l'Algérie a

1 Hamid Afra, «L'Algérie s'essaie à l'habitat rural économe : Le projet de Souïdania peut intéresser l'ensemble de la Méditerranée», Ed Horizons - 12/09/2010, Jeudi 23 septembre 2010.

2 Séminaire organisé par la laboratoire Architecture et environnement;EPAU, «L'architecture climatique en Algérie Retours d'expériences», le 29 janvier 2015, <https://labolae.wordpress.com/2014/11/23/seminaire-larchitecture-climatique-en-algerie-retours-dexperiences/>, (consulté le 08/09/2017)

connu plusieurs expériences telles que: Le village solaire de Boussaâda, Ain El Hdjer, réalisé dans les années 80, le ksar de Tafilelt à Béni-Isguen (Image.2)<sup>[1]</sup>, le projet MED-ENEC de Souïdania et celui de l'habitat écologique à Tlemcen (Figure.19)<sup>[2]</sup>, le programme "Eco-Bât" des 600 logements à HPE (APRUE 2010-2011), ainsi que la maison solaire passive réalisée par (C.N.E.R.I.B) destiné pour les régions sahariennes de l'Algérie.<sup>[3]</sup>



Image.2: Le ksar de Tafilelt à Béni-Isguen  
(Source : tafilelt.com)

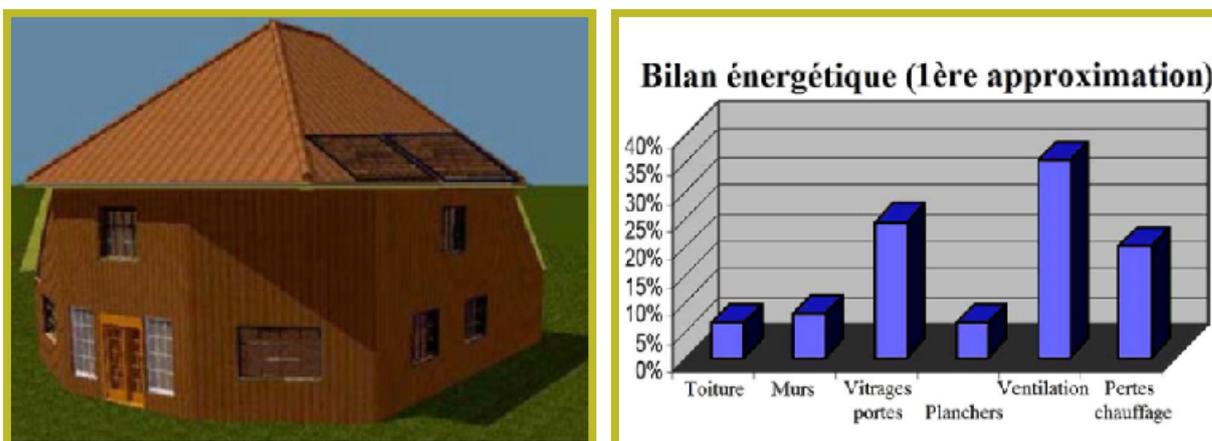


Figure.19: L'habitat écologique à Tlemcen (De droite à gauche), bilan énergétique de l'habitat, la vue sud sud-est,  
(Source : revue international d'Héliotechnique, Energie environnement)

### 3. L'environnement et la durabilité en Algérie :

#### 3.1. Nature des problèmes environnementaux en Algérie :

##### a. Les prédispositions du territoire du climat :

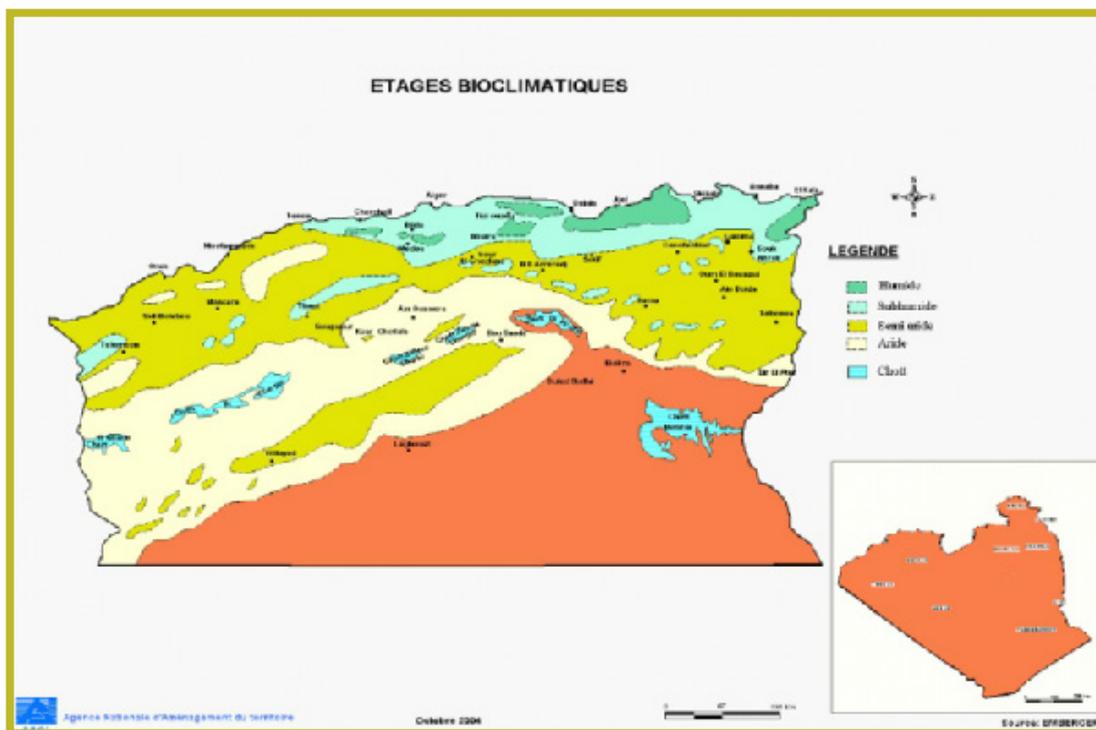
1 Ahmed Nouh, président de la Fondation Amidoul, initiatrice du projet du ksar Tafilelt qui s'inscrit dans le cadre de la préservation de l'environnement, témoigne du savoir-faire des Algériens qui ne cessent de prouver leur ingéniosité. mariant l'architecture et le développement durable avec un intérêt particulier pour la préservation de l'environnement et le cadre de vie.

2 M.A. Boukli Hacène and N.E. Chabane Sari, «Le Concept Maison Ecologique, Revue Internationale d'Héliotechnique, Energie Environnement», Vol. 40, pp. 24 - 27, 2009.

3 Séminaire organisé par la laboratoire Architecture et environnement; l'EPAU, «L'architecture climatique en Algérie Retours d'expériences», le 29 janvier 2015, <https://labolae.wordpress.com/2014/11/23/seminaire-larchitecture-climatique-en-algerie-retours-dexperiences/>, (consulté le 08/09/2017)

Un territoire essentiellement aride et semi-aride; la portion du territoire qui reçoit plus de 400 mm de pluie se limite à une bande de 150 km de large à partir du littoral (bande réduite à moins de 100 km en Oranie). On passe ensuite, au-delà de l'Atlas tellien, à un climat semi-aride (pluviométrie se situant entre 100 et 400 mm) qui concerne une bande de 300 à 350 km de large. Enfin, et sur plus de 1 000 km en poursuivant vers le Sud, c'est la zone aride où la pluviométrie tombe à moins de 100 mm d'eau par an.

Un territoire différencié; l'ensemble tellien du Nord (4 % du territoire): il s'agit de l'espace le plus favorisé par le climat, les ressources marines et les richesses de ses diverses plaines et vallées côtières, mais également le plus convoité et soumis à diverses pressions (peuplement, activités), les hauts plateaux (9 % du territoire): ils occupent l'espace compris entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien et sont caractérisés par de hautes plaines et un climat semi-aride (céréaliculture à faible rendement, agro-pastoralisme); le Sahara (87 % du territoire): ensemble totalement aride ou hyper-aride (Carte.1).



Carte.1: Carte bioclimatique de l'Algérie  
(Source ANAT, 2004)

**b. La biodiversité :**

La flore ; La diversité floristique marine se compose essentiellement de 600 espèces d'algues qui ont un intérêt économique, répartie dans les différents écosystèmes (forêts, steppes, zones sauvages, déserts, mer, massifs montagneux, etc.) est menacée par certaines pratiques

agricoles, par la construction d'infrastructures, par l'urbanisation et par la déforestation.

La faune ; 8 espèces sont cependant protégées. La diversité faunistique marine est également à signaler. Les actions entreprises consistent essentiellement en la création d'aires protégées conformément au décret n° 83- 459 portant statut type des parcs nationaux. Il existe ainsi 17 aires protégées dont neuf parcs nationaux, quatre réserves naturelles et quatre réserves cynégétiques. Un programme d'élargissement des aires protégées à d'autres zones est en cours. Les zones humides n'ont pas encore fait l'objet de plans de protection adéquats.

**c. Les forêts :**

La destruction progressive des couverts forestiers est liée à des facteurs anthropiques, quelquefois naturels (pathogènes), et ce malgré la réalisation d'importants programmes forestiers. L'état des forêts est très variable mais, de manière générale, les espèces nobles régressent par rapport aux espèces rustiques.

**d. L'écosystème steppique :**

Désertification et la perte de productivité.

**e. L'écosystème saharien :**

La vulnérabilité des oasis. Ces derniers constituent des écosystèmes très particuliers (caractères physiques, climatiques, écologiques et sociaux spécifiques). Elles sont formées par la superposition de deux systèmes, l'un naturel en limite d'amplitude bio-écologique et l'autre artificiel, tous deux sont fortement conditionnés par les ressources hydriques. Dégradation des oasis a cause des facteurs de la salinisation, les eaux usées.

**f. Les zones urbaines :**

L'urbanisation accélérée, la croissance démographique, la densité de population et les changements de modes de consommation ont engendré une dégradation constante du cadre de vie (pollutions des ressources en eaux, pollutions de l'air, déchets solides, etc.), exposant l'environnement à des risques de pollution permanente tout en portant atteinte à la salubrité et la santé publique.

**g. Les zones industrielles :**

L'Algérie est aujourd'hui confrontée à de sérieux problèmes de pollution industrielle. Le parc industriel national est ancien et vétuste, fréquemment inefficace et polluant. Il faut noter

en outre que le processus d'industrialisation s'est effectué dans des conditions ne tenant pas compte des impératifs écologiques. Les pollutions engendrées par le rejet d'eaux industrielles non traitées, les émissions atmosphériques et la production de déchets spéciaux (dont la gestion est inadaptée) menacent très sérieusement la qualité des écosystèmes.

#### **h. Patrimoine archéologique et histoire menacé :**

Le patrimoine archéologique, témoin matériel de l'histoire, acquiert une place de plus en plus importante dans toute politique de développement économique, social et culturel. Jusqu'à ces dernières années, ce patrimoine n'a pas fait l'objet d'une attention soutenue et n'a pas donné lieu à la définition d'une politique de préservation et de promotion.

#### **i. Les problèmes globaux :**

- Changement climatique ; l'Algérie a signé la Convention Cadre sur les changements climatiques et souscrit pleinement aux engagements y stipulés, en particulier la stabilisation des émissions à effet de serre.
- Les atteintes anthropiques.
- Les substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO).insérer le tableau ci après

### **3.2. La Stratégie algérienne pour la protection de l'environnement et la durabilité:**

La stratégie nationale du développement durable en Algérie<sup>[1]</sup> tire son essence du programme du gouvernement, issu du programme présidentiel, et est mise en œuvre par le « plan de soutien de la relance économique 2001-2004 » ainsi que par le plan quadriennal projeté pour la période 2005-2008. Avec l'intégration des trois dimensions de développement durable.

Cette approche stratégique globale est renforcée pour l'aspect environnemental par la stratégie nationale de l'environnement planifiée pour la période 2001-2010 que coordonne (MATE). part le PNAE-DD pour la période 2001-2004.

La loi sur l'Environnement et le développement durable intègre les principes suivants : la préservation de la biodiversité par la non dégradation des ressources naturelles, la substitution, l'intégration, les actions préventives et de correction, le « pollueur - payeur »<sup>[2]</sup>, l'information

1 Rapport national de mise en œuvre de l'Agenda 21 en Algérie (MAE, décembre 2002).

2 C'est un principe découlant de l'éthique de responsabilité, selon lequel les frais résultant des mesures de prévention, de réduction et de lutte contre la pollution doivent être pris en charge par le pollueur Son principe a été développé par l'économiste libéral Arthur Cecil Pigou au début des années 1920.

et la participation, la coopération et enfin le principe de subsidiarité.

### 3.3. L' Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable :

Le *ONEDD* constitue un élément du dispositif mis en place par l'État algérien pour évaluer la politique environnementale dans le cadre de la Stratégie Nationale pour l'Environnement (SNE) et du *PNAEDD*.

La France a été choisie pour la mise en œuvre d'un jumelage institutionnel d'appui à l'*ONEDD* en partenariat avec l'Autriche et sur financement de l'Union Européenne. L'OIEau apporte aux partenaires algériens ses compétences en matière d'architecture de système d'information partagé et d'interopérabilité.

C'est dans ce contexte et dans l'optique d'un renforcement institutionnel, qu'a été créé l'*ONEDD*, par le décret exécutif n° 02-115 du 3 avril 2002. L'observatoire qui est placé sous la tutelle du Ministère chargé de l'Environnement est doté d'un statut d'établissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC). Administré par un Conseil d'Administration, Orienté par un Conseil Scientifique<sup>[1]</sup>.

#### 3.3.1. Le Système National d'Information Environnemental (SIE) :

Le *SIE* est avant tout un système fédérateur pour la gestion cohérente des données sur l'environnement. Pour lancer le système, le jumelage couvre quelques domaines pilotes pour la gestion durable des ressources en eau, de la pollution industrielle, du littoral et du milieu marin,



des ressources naturelles et des déchets solides (Figure.20).

1 Amina Benzekri, *L'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable (ONEDD) Le Système National d'Information Environnementale (SIE)*, Alger, le 06 mars 2016, p 2.

Figure.20: Un système évolutif de l'information environnementale dans un cadre fédérateur et sécurisé  
(Source : Amina Benzekri, *L'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable*)

**a. Les objectifs :**

- Mise en place et gestion des réseaux d'observation et de mesure de la pollution et de surveillance des milieux;
- Collecte des données et informations liées à l'environnement et au développement durable;
- Traitement des données et informations environnementales en vue d'élaboration d'outils d'aide à la décision et d'information;
- Initiation et réalisation d'études pour l'environnement et le développement durable;
- Publication et diffusion de l'information environnementale;
- Promotion des programmes d'échanges et de partenariat (national, régional et international).<sup>[1]</sup>

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons vu que la durabilité en Algérie, introduite suivant des facteurs qui ont déclenché la crise écologique, est devenue une nécessité traduite des différentes actions et initiatives qui restent à nos jours limitées notamment en matière d'architecture et de préservation de l'environnement, aussi nous y avons cerné la situation afférente à l'architecture durable en Algérie ainsi qu'à l'état de l'environnement.

Notre étude, à travers de tels développements vise à montrer la réalité de l'architecture durable en Algérie et son intégration avec l'environnement.

---

1 Ibid; p 8.

**TROISIÈME CHAPITRE :**

**LA DÉMARCHE BIM EN ALGÉRIE POUR UNE ARCHITECTURE  
DURABLE INTÉGRÉE DANS UN ENVIRONNEMENT MULTI-ÉCHELLES**

*« La première étape vers le changement  
est la prise de conscience. La deuxième étape est  
l'acceptation. »*

*Nathaniel Branden*

## **Introduction :**

Aujourd'hui le BIM est devenu une réalité qui s'impose dans le monde, une tendance qui s'accélère et une technologie qui se développe de plus en plus dans le secteur du bâtiment. Le BIM vient d'impacter l'ensemble des acteurs de la valeur du bâtiment par une base de données standardisée contenant toutes les informations du bâtiment permettant de simuler les divers scénarios du comportement de la construction en fonction de son environnement énergétique ou autre. De ce fait, de nombreux pays obligent son utilisation, sinon mettent sur place des démarches pour l'intégrer. En Algérie, la technologie BIM s'invite mais d'une façon limitée, comparativement à son essor mondial, les retards sont considérables.

Dans ce chapitre qui diffère des deux premiers, en revenant sur le but principal de notre thème de recherche, nous présentons des actions en terme de recommandations et de propositions pour la démarche BIM en Algérie visant l'intégration d'une architecture durable dans un environnement multi-échelles.

### **1. Le BIM en Algérie :**

A l'occasion de notre MFE, nous avons effectué deux questionnaires en ligne, à destination de deux catégories de population : des étudiants et professionnels, sur la réalité du BIM notamment le Green BIM en Algérie. Des interviews ouvertes ont été aussi faites avec des professionnels algériens en BIM qui nous ont aidées à enrichir notre recherche et à avoir une idée claire sur l'apparition du BIM en Algérie et des visions sur son avenir ( voir annexes 1, 2 et 3).

#### **1.1. L'émergence du BIM en Algérie :**

Au moment où, le monde avance dans l'adoption du BIM, la pratique de ce dernier se trouve toujours dans ses étapes embryonnaires, était déjà présente en Algérie et se résume à l'usage des professionnels et étudiants des outils BIM tels que : Archicad, Revit., etc. La connaissance de ces logiciels s'est faite pendant leur cursus universitaire ou leur exercice professionnel, en cherchant à faciliter la modélisation des projets. Nous avons obtenu le témoignage des architectes algériens, à l'instar de Ali.Telli<sup>[1]</sup>« *J'ai connu le BIM pour la première fois en 2004 pendant mon cursus universitaire, ou j'ai réalisé mon projet final de la 4ème année en utilisant le logiciel Archicad* ». Nous avons aussi Merouan.Chaggou<sup>[2]</sup>, qui a commencé à travailler sur

1 Architecte diplômé de l'EPAU, Alger.

2 Architecte designer et BIM manager.

le Revit pendant sa formation en Algérie en 2005 : «*J'ai connu le BIM pour la première fois en 2005 pendant ma formation au niveau du BET à constantine, notre chef a participé à une conférence en France est venu nous informer sur ce dernier* ».

Ces témoignages montrent l'intérêt des architectes algériens à se développer, chercher le savoir faire et améliorer les compétences individuelles en terme de BIM, malgré les obstacles rencontrés dans le pays. Après avoir été entièrement dépendantes des dessins à la main, de la CAO et des visualisations 3D, un nombre croissant et de professionnels particuliers, ici chez nous, en Algérie, comme ailleurs, se décident à franchir le vide de l'innovation et investissent dans des applications BIM basées objets (Figure.21)<sup>[1]</sup>

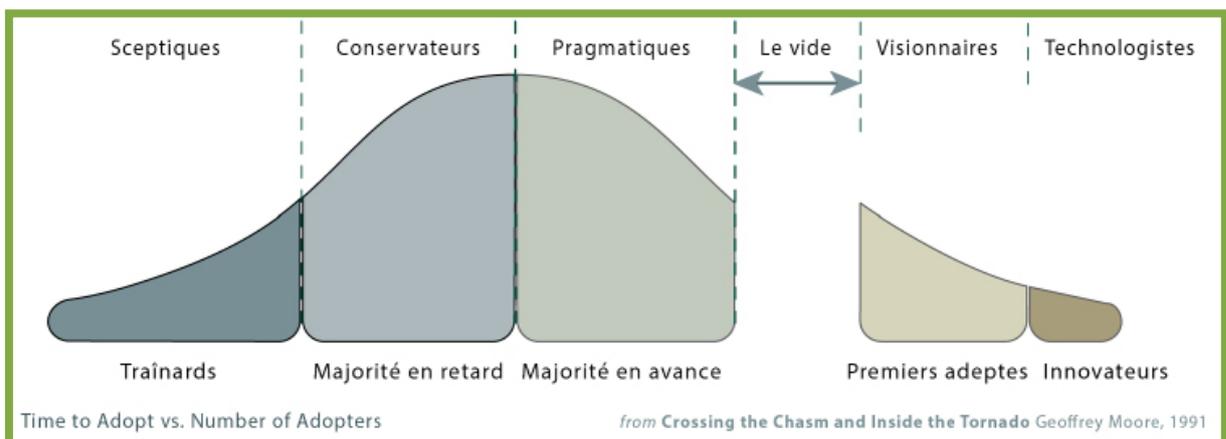


Figure.21: Traverser le vide par Geoffrey Moore  
( Source : objectif-bim.com )

## 1.2. Les réflexions sur le BIM en Algérie :

L'Algérie fait enfin l'entrée du BIM au niveau académique par l'organisation des conférences et des formations des outils BIM. Des réflexions sont engagées mais ne sont pas nombreuses. Le premier *BIM event* a eu lieu à Alger en 2010, avec la présence de Anis Naroura, architecte algérien diplômé de l'EPAU promotion 1993, devenu depuis quelques années une personnalité et une figure incontournable du BIM en France mais aussi dans le monde où il intervient très régulièrement. Son expertise est riche, sa vision est claire et pragmatique. Un bel exemple de réussite. Dahbia Meddahi<sup>[2]</sup>, Abdelkader Boutemadja, autres spécialistes du BIM ayant intervenu au BIM event d'Alger, figurent parmi les personnes interviewés. Ce dernier nous a parlé de cette expérience et la réaction des participants : «*à ce moment là les participants semblaient découvrir le BIM mais je pense qu'ils ont compris les enjeux*».

1 Traduit par Patrick Riedo, *Leçon 08: Comprendre les Phases BIM*, objectif-bim.com, (consulté le 08/09/2017)

2 Architecte diplômée de l'EPAU, co-fondatrice et directrice de l'IP-FIG Formation, un établissement spécialisé dans la formation et les services dédiés au monde de l'AIC et de l'industrie.

Aux universités et écoles, deux conférences ont été organisées à l'EPAU, l'une en 28 avril 2016, sous le thème de «*Processus BIM et son émergence dans le monde*», animé par Dahbia Meddahi, et l'autre le 10 avril 2017 traitant du BIM comme des ambiances et des enjeux environnementaux, «*Ambiances et Enjeux environnementaux*», animé par Suzel Balez et Dalil Hamani.

Il y a aussi, le Laboratoire de Conception et de Modélisation des Formes et des Ambiances Architecturales et Urbaines (LACOMOFA) ayant organisé *Les premières journées BIM*, le 10-11 février 2017 au Département d'architecture de Biskra, qui ont été riches par des présentations et des débats sur le BIM.

La technologie BIM s'invite aussi à Oran. Organisation d'une journée d'étude qui s'est tenue le 22 mai 2017 par le Département d'architecture et de génie civil de la Faculté d'Oran, qui a abordé l'architecture paramétrique et la démarche BIM. Beaucoup ont dû se poser la question de savoir si sommes-nous prêts à résorber ce gap. Nous avons fait une synthèse spatialisée de ces rencontres scientifiques ci-après. la carte ci-après (Figure.22).

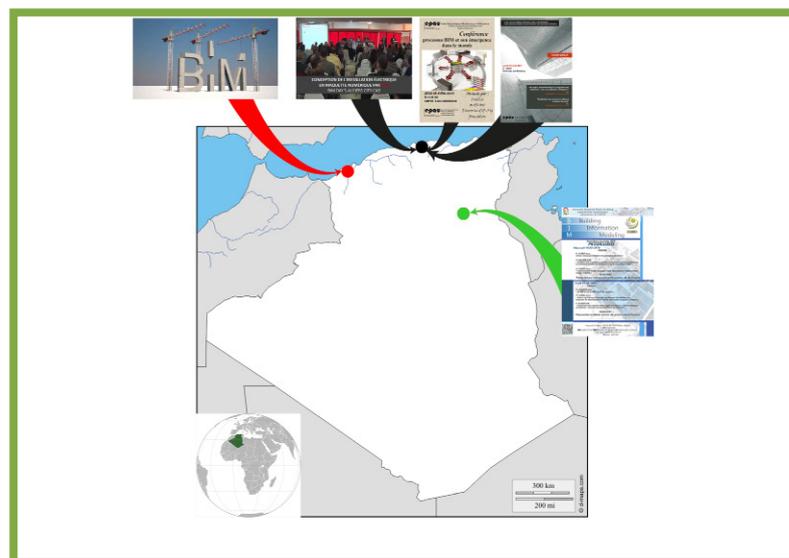


Figure.22: Les BIM events en Algérie  
(Source : auteur )

Au niveau professionnel, l'intégration du BIM est limitée aux BET gérés souvent par des architectes trouvant un intérêt dans le BIM, qui ont déjà exercé leur métier avec recours aux outils suscités et les résultats sont jugés satisfaisants, nous avons l'expérience de Ali Telli qui a réalisé son projet en Revit «*Avec l'ouverture de mon propre bureau d'études en 2010, c'était un projet d'un bloc administratif, j'ai pu réaliser un résultat satisfaisante en un temps record*

*malgré que j'étais seul sur ce projet, l'expérience était très positive*». Malheureusement ces réflexions n'ont pas connu une propagation importante, car ces architectes finissent toujours par quitter le pays. D'après Dahbia Meddahi, « *le BIM est inexistant à ce jour dans les pratiques en Algérie* », ce constat peut se justifier par le manque de volonté et le désintérêt de certains professionnels du monde de la construction dont les entreprises et les milieux d'affaires ne s'apercevant pas encore de la plus-value du BIM..

### 1.3. Les compétences BIM en Algérie :

Aujourd'hui, le BIM en Algérie connaît une propagation qui reste toujours limitée au niveau des individus, et comme notion ambiguë pour la plupart des chercheurs. Mais nous ne pouvons pas ignorer une minorité existante de professionnels. Surtout, ceux qui essaient d'apprendre par des formations en autodidactes. ayant même prouvé leurs capacités autour du monde. Nous avons vérifié ce constat grâce à des interviews avec différents BIM managers algériens qui exercent leur métier à l'étranger.

Toutefois, ce n'est pas facile de déterminer quel niveau de compétence cette minorité a atteint pour déterminer le degré de maturité du BIM en Algérie, le cas d'un éventuel retour de ce potentiel sachant bien sur que les niveaux et les compétences diffèrent. (Figure.23). Par contre, nous avons essayé d'étudier les compétences individuelles par rapport aux exigences d'un rôle spécifique, d'une activité en particulier afin d'avoir la possibilité d'intégrer chaque niveau par rapport aux potentialités qui s'offrent à nous aujourd'hui.

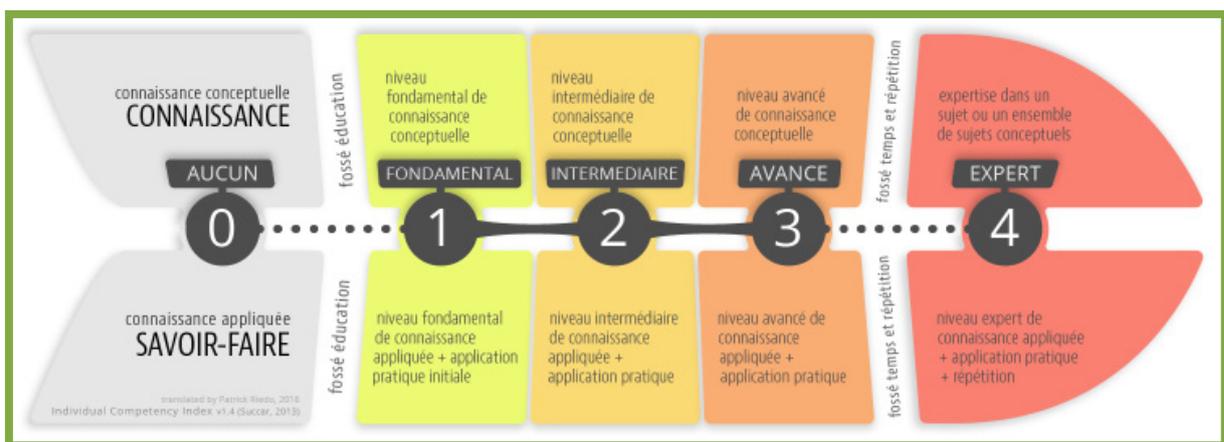


Figure.23: Index de compétence individuelle – La flèche du savoir-faire  
(Source : objectif-bim.com)

Les 5 niveaux de compétence, qui s'appliquent uniquement aux individus sont comparables aux 5 niveaux de maturité de l'index de maturité BIM qui eux s'appliquent aux organi-

sations et équipes.<sup>[1]</sup>

BIM Phase 1: modélisation basée objets

BIM Phase 2: collaboration basée modèle

BIM Phase 3 : intégration basée réseau

Le BIM Phase 1 (Figure.24) expliqué ( voir les niveaux abordés en chapitre I) nécessite un savoir de base du BIM avec une maîtrise de l'un de ses logiciels ( Revit, Archicad...) avec un matériel adapté à l'outil choisi. Ce niveau est le plus courant entre les BIM GEEKS<sup>[2]</sup> en Algérie car ce n'est pas facile de trouver un autre partenaire qui maîtrise le sujet et qui peut travailler en collaboration avec. À ce stade, la collaboration entre acteurs n'est pas nécessaire mais une coordination dans la maquette numérique est incontournable. D'après M. Merouan CHAGGOU<sup>[3]</sup> ce niveau est à la portée de tout le monde (BIM GEEK).

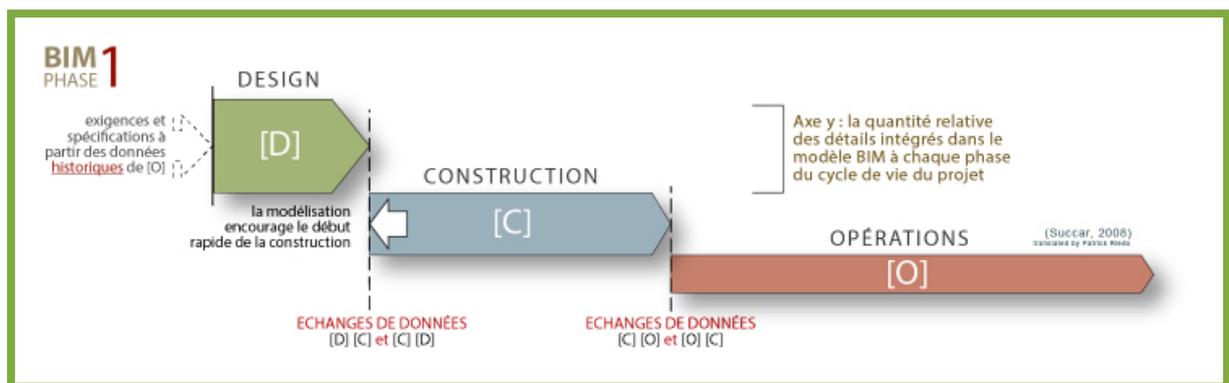


Figure.24: Phases du cycle de vie d'un projet durant la Phases BIM 1 – modèle linéaire  
(Source : objectif-bim.com)

Le BIM Phase 2 (Figure.25) est plus élaboré que le premier. À ce stade le travail de collaboration entre acteurs est nécessaire avec une maîtrise de coordination. C'est à ce niveau que la présence d'un BIM manager est importante pour synchroniser et fusionner les différentes maquettes numériques travaillé séparément au début. Cette étape est considérée loin de ce que nous avons actuellement comme compétence car la majorité des Algériens formés en BIM sont des autodidactes qui souvent ne restent pas en Algérie et partent à l'étranger pour des raisons liées à progression dans leur carrière professionnelle.

1 Traduit par Patrick Riedo, *Leçon 17: Compétence BIM Individuelle*, [www.objectif-bim.com](http://www.objectif-bim.com), (consulté le 08/09/2017)

2 Appellation anglo-saxon donner aux fans du BIM.

3 BIM manager à DUBAI (Emirats Arabes Unis).

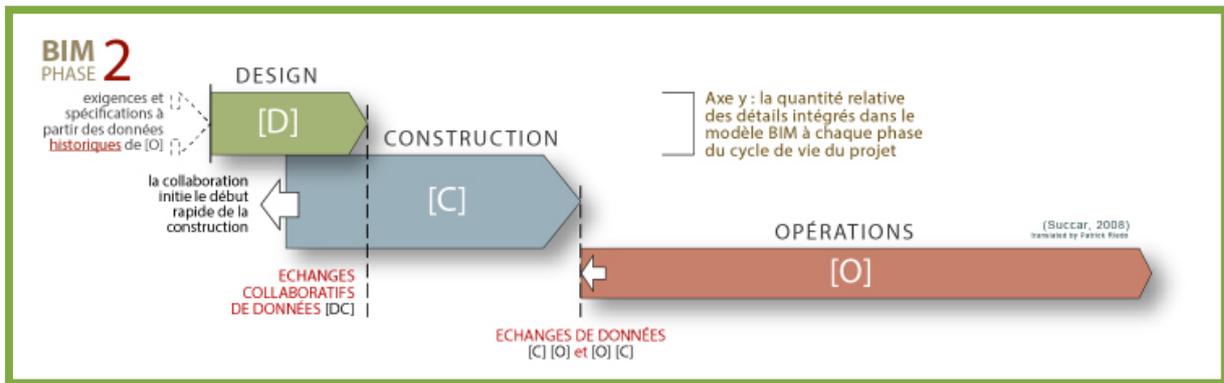


Figure.25: Phases du cycle de vie d'un projet durant la Phases BIM 2 – modèle linéaire  
(Source : objectif-bim.com)

En effet, parmi BIM manager et mêmes des responsables BIM à l'étranger, que nous avons interviewés, beaucoup sont des Algériens autodidactes amoureux du BIM mais qui n'ont pas trouvé de la valorisation en Algérie. La question qui se pose alors n'est pas comment avoir des formateurs mais plutôt comment les garder?

#### 1.4. La connaissance du BIM en Algérie :

La connaissance du BIM présente un niveau particulier, diffère d'un usager à un autre. Nous avons effectué une évaluation rapide basé sur un questionnaire en ligne visant les étudiants et les professionnels sur la connaissance du BIM en Algérie, ainsi que les avis des professionnels algériens à l'étranger. Certes, le résultat obtenu ne détermine pas le niveau réel de connaissance, mais le but est d'optimiser une vision générale sur le BIM en Algérie d'aujourd'hui.

En effet, nous avons constaté un nombre important qui ont une idée clair sur le BIM, la maquette numérique ( voir la définition en chapitre I), chacun a donné sa signification (Figure.26). La majorité s'intéresse aux logiciels BIM sans connaître le processus (Figure.27), qui d'après Abdelkader Boutemadja peut provoquer des retards : *«Beaucoup pensent qu'il suffit de se former à un logiciel BIM pour faire du BIM et cela va provoquer un retard dans la compréhension des enjeux du BIM»*.

D'après le questionnaire, Les expériences personnelles vis-à-vis du le BIM sont limitées et presque inexistantes (Figure.28), il y a même une minorité qui n'a aucune idée sur le BIM. La question qui s'impose : est-ce que le retard sur l'adoption du BIM en Algérie revient à l'État ou bien c'est le manque de volonté des professionnels?

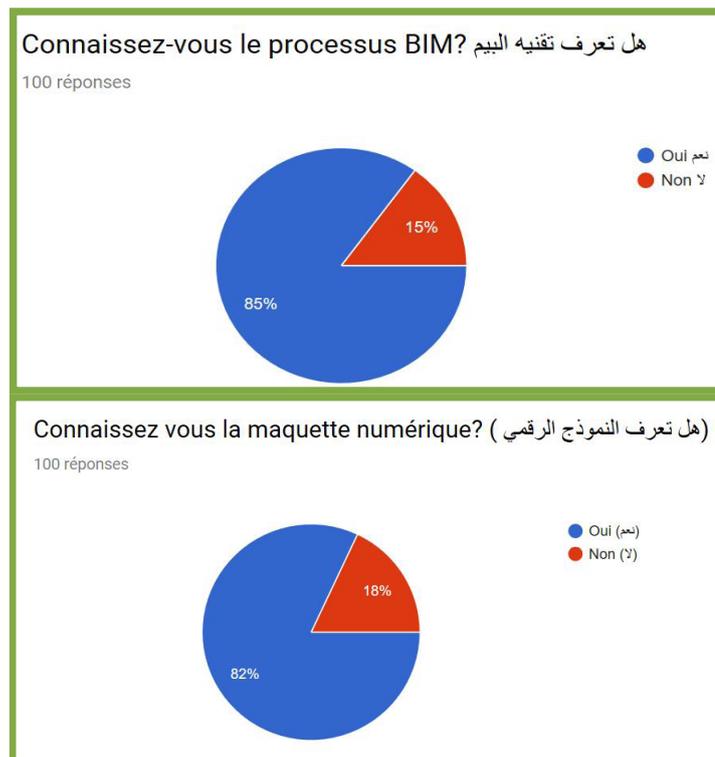


Figure.26: Connaissances BIM et maquette numérique en Algérie  
(Source : auteur)

Toutefois, nous ne pouvons conclure qu'il n'y a pas d'actions sur ce sujet, nous avons contacté une entreprise qui est un distributeur exclusif des produits Autodesk leader mondial dans l'édition des logiciels. «*Le BIM occupe une partie très importante chez autodesk* » d'après Abdelmadjid Siab, qui nous a expliqué ces services pour le BIM en Algérie «*On a un ensemble de solutions pour le BIM allant de fournir les logiciels, formation, accompagnement et implémentation BIM avec des projet pilotes. On a des partenaires que ça soit des revendeurs : Intellisolutions – IPFIG – CIVISOFT ou bien des clients telque : COSIDER ENGINEERING – CNIC ....*», En rajoutant, «*Le BIM en Algérie n'est pas si répandu car il y manque l'implication de l'état*».

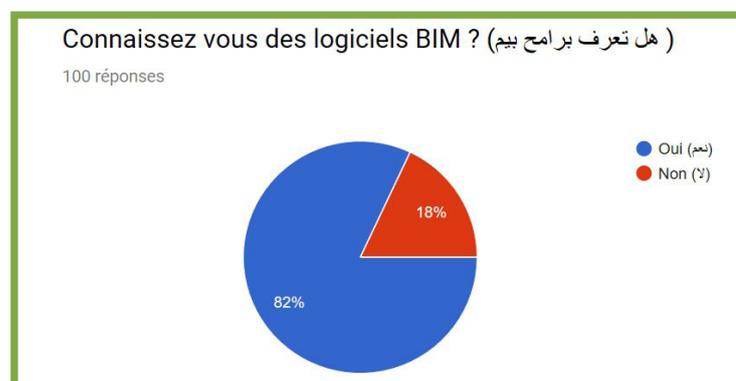


Figure.27: Connaissance des logiciels BIM en Algérie  
(Source : auteur)

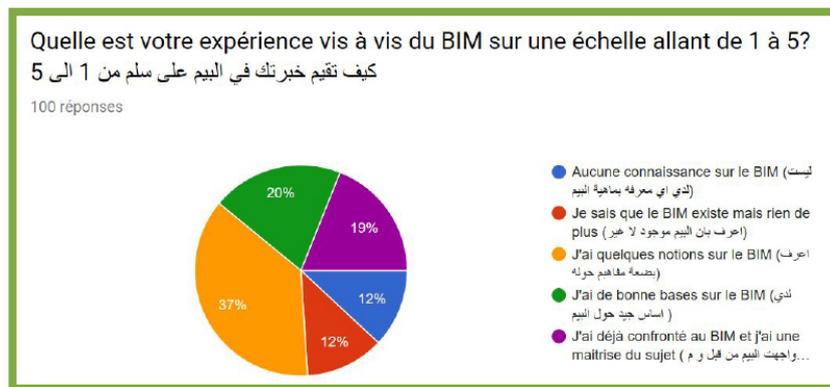


Figure.28: Les expériences personnelles vis à vis le BIM  
(Source : auteur)

## 2. Actions pour fonder une architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles :

L'État algérien fait toujours l'illusion sur la durabilité, nous n'apercevons aucune réflexion concrète concernant ce sujet, par contre les générations émergentes montrent son intérêt et la volonté de faire le changement, faire sortir l'architecture de sa médiocrité, d'appliquer la notion de durabilité à l'architecture et l'environnement. C'est notre vision pour l'Algérie de demain que nous essayons de montrer grâce aux recommandations qui suivent.

### 2.1. La démarche d'intégration de la durabilité en Algérie :

#### 2.1.1. Présentation de la stratégie de base pyramidale<sup>[1]</sup> :

C'est une stratégie de travail suivant une représentation symbolique de pyramide, visant à promouvoir l'architecture en Algérie pour l'amener à adopter des pratiques plus durables. Nous proposons ce schéma de la pyramide, qui signifie un symbole de développement et d'ascension, passer par les divers niveaux afin d'atteindre l'objectif principal.

#### 2.1.2. Explication de la méthode :

Notre démarche se base sur la division de la pyramide en quatre catégories avec un développement en quatre étapes chacune suivant un emplacement spécifique (Figure.29).

- La base est destinée pour les BET, les premiers invités à appliquer la notion de durabilité car c'est la gamme la plus importante et influente en Algérie, aussi c'est le point développé dans cette démarche.
- La deuxième catégories destinées sous-traitants, catégorie la moins nombreuse, qui occupe l'espace intermédiaire entre la base et le haut, influence également ou encourage

1 Une stratégie reconnu dans plusieurs domaines notamment le Marketing. Les stratégies BoP (Bottom of the Pyramid) offrent des opportunités dans les pays émergents mais également dans les pays développés.

activement les plus grandes organisations, associations et autorités situées vers le haut.

- La troisième catégorie, présente les grandes entreprises car c'est la gamme qui prend en charge la majorité des projets mais dont le nombre est limité, elle participe à l'influence de l'État d'adopter et éventuellement standardiser ses solutions.
- La quatrième qui est le sommet de la pyramide, représente l'État algérien, responsable de diriger et promulguer les lois et les règlements et les soumettre pour application par les différentes.



Figure.29: Schéma de la stratégie de base de pyramide  
(Source : auteur)

### 2.1.3. Les principes de la démarche de base pyramidale :

Cette démarche s'appuie sur la concentration sur la gamme dominante par nombre dans la hiérarchie générale de la structure. Intégrer la notion de durabilité dans les BET algériens n'est pas une tâche facile à appliquer, notamment les problèmes concernant les normes et les règlements, qui ont été déjà mentionnés dans le chapitre 2.

La création de nos propres normes de durabilité pour l'architecture et l'environnement sont importantes, mais la meilleure façon pour avancer actuellement et au proche future est, celle d'utiliser des références déjà existantes pour gagner le temps, en attendant la création de nos propres règles de durabilité. Selon Omar Selim «... *Il est préférable d'utiliser des normes et des standards existants déjà pour gagner le temps; en attendant la créations des normes qui convient le plus au pays. Ce qui prend beaucoup de temps en générale...*».

Dans le cas d'une architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles, le

LEED<sup>[1]</sup> est considéré comme la norme<sup>[2]</sup> la plus adaptée à ce cas. Il prend en considération le bâtiment et son environnement à la fois, ce qui améliorera la qualité architecturale et environnementale en Algérie.

#### 2.1.4. Les principes du LEED :

LEED vise à améliorer le bien-être des occupants, la performance environnementale et le rendement économique des bâtiments par l'emploi de pratiques, de normes et de technologies éprouvées et novatrices (Figure.30).

- Site durable,
- Pollution d'éclairage nocturne,
- Gestion d'énergie,
- Gestion d'eau,
- Sélection matériaux,
- Qualité environnement intérieur.

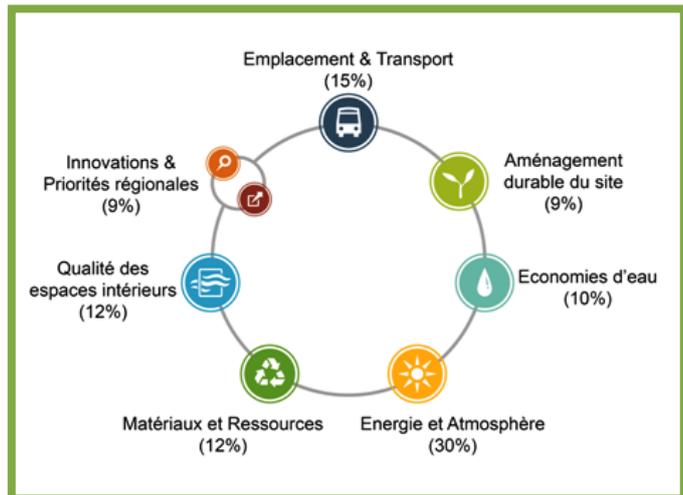


Figure.30: Les principes du LEED (Source : vizea.fr)

#### 2.1.5. Les étapes d'intégration de la notion de durabilité au niveau des BET :

En parlant de la démarche en pyramide et de l'intégration de la notion de durabilité, pour améliorer la qualité de production et de conception architecturale, ce qui changera et développera le tissu urbain algérien seulement, il faut mentionner que la signification de cette notion diffère en Algérie par rapport aux autres pays. La durabilité pour les Algériens, en général, notion utopique, qui n'a pas de sens dans leur vie, toutefois, nous allons en présenter une signification que nous acceptons.

Le soubassement de la du pyramide est aussi assez important durant une première étape, d'ailleurs il représente la base de tout. Il est représenté dans notre cas par les étudiants, ou ce que nous appelons les futures architectes. Afin de mieux préciser nous avons deux catégories ciblées dans deux domaines ( académique et professionnel ), l'un au dessus de l'autre. Ils sont représentés par les futures architectes pour la première, et les petits BET dans le deuxième cas.

1 Le LEED est un système de notation certifiant créé par l'USGBC (United States Green Building Council). Il est selon ses concepteurs destiné à « accompagner la conception, la construction et la certification des bâtiments les plus respectueux de l'environnement sur la planète »

2 Nous proposons d'utiliser le LEED comme référence est non pas comme système de certification .

Toute volonté de développement est effectuée en premier lieu dans le domaine académique suivi par le domaine professionnelle pour formé et réintégré les architectes aussi. Les étapes peuvent êtres appliqué pour les deux catégories et nous pouvons les résumé dans les points suivantes (Figure.31):

- La sensibilisation : Une démarche de conscientisation sera bien souvent essentielle, pour permettre l'identification du problème de mauvais état de l'architecture algérienne d'aujourd'hui et favoriser une prise de conscience collective du problème en question. Cette démarche s'inscrit donc dans un processus qui permet non seulement de susciter la réflexion mais aussi de passer à l'action. Elle peut être appliquer à travers les médias et les réseaux sociaux par exemple.
- La formation : En détaillant ce point et avec le développement académique reconnu. Aujourd'hui la formation régulière aux centres de formation ou même aux universités, n'est plus la seule source d'enseignement. De nos jours le e-learning<sup>[1]</sup> est une nouvelle notion qui connait une diffusion et propagation internationale et qui apparait la plus convenable pour les professionnels ou même pour les étudiants qui veulent avoir plus de liberté d'apprendre où et quant ils veulent.
- L'application : mettre en pratique les notion apprises en formation, est l'étape qui présente la véritable compréhension des notions, ou de la théorie, selon Vitruve *l'architecture est composer de la théorie et de la pratique*. L'application de la notion de durabilité en un projet présente la véritable compréhension de ce dernier.
- La production : La dernière étape est celle de réaliser des projets durable assurent, qui assure à la fois les besoins actuelle, tout en respectant le droit des générations futures dans les ressources actuels. Une architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles est le résultat de toute un processus.

---

1 L'e-learning (parfois orthographié « elearning »), ou formation en ligne, permet de suivre une formation à distance. Plus besoin de se déplacer dans un centre de formation ou de faire venir un formateur dans l'entreprise... Le point sur l'avènement des nouvelles technologies de l'information et de la communication à l'origine de ce phénomène, <http://e-learning.prestataires.com/conseils/quest-ce-que-le-learning> , (consulté le 08/09/2017)

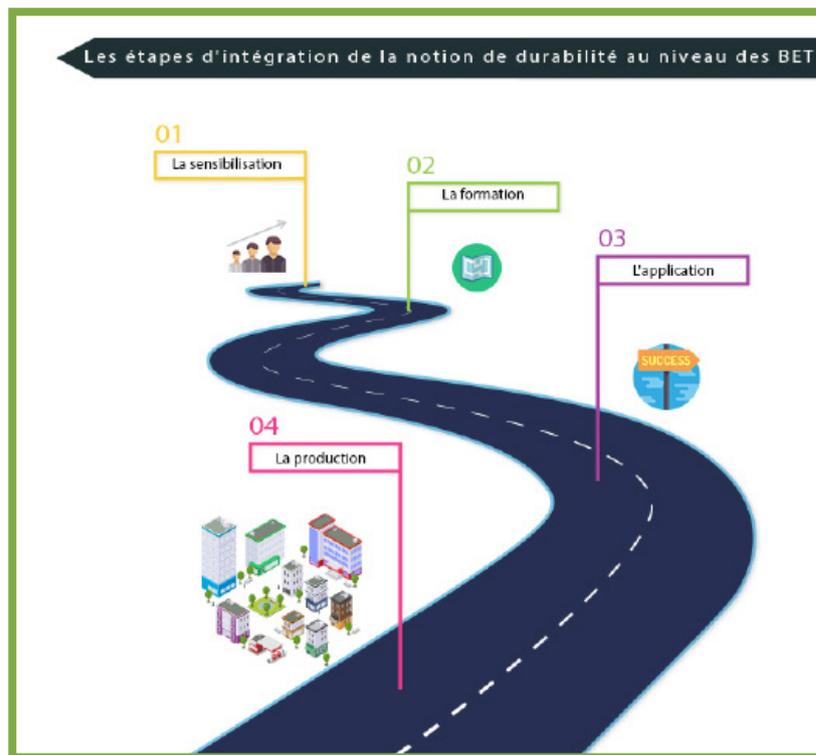


Figure.31: Les étapes d'intégration de la notion de durabilité au niveau des BET algériens  
(Source : auteur)

## 2.2. La proposition du Green BIM en Algérie :

### 2.2.1. La présentation du Green BIM en Algérie :

Au moment, le BIM fait évoluer le processus de travail et dans les meilleurs cas la qualité du produit final, le Green BIM assure une haute qualité de production architecturale en parallèle avec l'évolution et la facilitation du processus de travail. C'est à partir de cette comparaison que nous pouvons constater que le Green BIM est la meilleure solution proposée pour répondre aux besoins du domaine de l'AIC en Algérie.

Le Green BIM en Algérie est spécifique par plusieurs dimensions et cotés par rapport à ce que nous avons présenté précédemment. C'est l'utilisation du processus BIM à fin de concevoir une architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles. La spécification de cette démarche en Algérie est fortement liée aux problèmes de cette dernière, principalement la crise d'identité qui a vidé même meilleures constructions de leur signification. Ce nouveau processus de travail qui facilite la tâche et la rend à la portée de tout le monde. Concevoir un bâtiment qui préserve l'identité de son contexte est la représente au même temps. Créer une continuité et non pas une rupture est l'objectif principale d'une architecture de qualité. Offrir un environnement intérieur confortable est le désir de tout le monde mais pas à la portée de tous.

### 2.2.2. Les principes du Green BIM en Algérie :

La conception d'une architecture durable est devenue de plus en plus facile à maîtriser avec le Green BIM. Pour appliquer ce nouveau processus, nous proposons de suivre deux principes hiérarchisés :

#### a. La forme du bâtiment :

Ce principe est basé sur la bonne analyse du site et de l'environnement, à partir de la situation géographique, ainsi que des données météorologiques et celles socioéconomiques. Il comporte aussi l'orientation du bâtiment.

La forme du bâtiment selon ce nouveau processus est issue des données, ainsi que de la création de l'architecte guidée et orientée par une gamme de données qui facilite la tâche. Nous pouvons résumer la collecte et l'utilisation de ces données comme suite :

- *L'orientation du bâtiment* : elle se base sur les données climatiques et géographique du terrain, pour assurer la meilleure orientation du bâtiment, qui économise la consommation des énergies en offrant le confort.
- *La volumétrie du bâtiment* : dépend de la localisation du terrain ainsi de l'impacte de la culture, l'histoire et l'héritage. Afin d'avoir une conception qui répond aux besoins du terrain et qui représente aussi l'identité existante du site.
- *L'éclairage naturel* : L'utilisation de l'éclairage naturel est très importante durant la conception d'une architecture durable. Afin d'assurer un meilleur confort et réduire la consommation énergétique.

#### b. Les systèmes de bâtiment :

Ce deuxième principe succède au premier et s'intéresse précisément à l'intérieur du bâtiment même et ses différents systèmes qui le composent. C'est une stratégie hiérarchique qui assure l'intégration du bâtiment à ses différents échelles architecturales, environnementales et urbaines. Il se compose des éléments suivants :

- L'eau,
- L'énergie,

- Les énergies renouvelables,
- Les matériaux renouvelables.

### **2.3. Les étapes d'application du Green BIM en Algérie :**

Penser à demain mais commencer à agir maintenant, c'est notre vision pour faire le changement, nous proposons une démarche d'application du Green BIM en Algérie qui se résume dans ces trois principales étapes : former, créer, normer, suivant un principe de transversalité.

#### **2.3.1. Présentation du principe de transversalité<sup>[1]</sup>:**

C'est notre démarche à suivre pour inviter à appliquer le Green BIM en Algérie en se basant sur les trois principales étapes, c'est de traiter ce sujet dans son entièreté, c'est à dire que ces trois enjeux sont liés et participeraient au processus d'intégration dans le cadre de gouvernance. Nous avons développé ce principe dans ces trois étapes ainsi :

#### **2.3.2. Une formation Green BIM :**

C'est une étape importante qui doit être réalisée conformément à deux niveaux : académique et professionnel, pour avoir des connaissances et compétences acquises dans le but de l'insertion. IL s'agit d'une action de former et se former proposée comme suit :

##### **a. Académique :**

- C'est à l'université et aux écoles de commencer d'introduire des cours et des conférences sur le Green BIM, pour mieux comprendre le concept, ses avantages et les outils, inviter des spécialistes algériens ou bien étrangers en BIM qui ont atteint le succès dans ce domaine.
- Passer à l'intégration du master green BIM pour encourager les chercheurs et les doctorants à continuer de développer ce concept.
- Fournir des formations privées pour avoir des certificats spécialisées pour développer une génération émergente bien formée et des formateurs spécialisés.

---

<sup>1</sup> Le principe de transversalité s'inscrit dans une démarche globale prenant en considération les différents enjeux des sujets traités et les débattant dans un cadre de démocratie participative, c'est une démarche appliquée aussi dans le développement durable.

**b. Professionnel :**

- Envoyer des architectes et ingénieurs à l'étranger pour se former et revenir faire diffuser le concept de Green BIM en Algérie.
- Inviter les BET et les entreprises algériennes à participer à des conférences pour faire connaître ce concept.
- Inviter les entreprises étrangères en Algérie pour informer les BET algériens sur les avantages de l'application du Green BIM dans les bureaux et les entreprises.
- Organiser des concours de Green BIM pour encourager et créer la volonté, la concurrence dans le domaine professionnel.

**2.3.3. La mise en place du cadre institutionnel et juridique :**

- Nous proposons de créer des associations qui joueraient un rôle important et participatif à l'intégration définitif du Green BIM en Algérie, par la création des différents rôles qui participeraient à l'application de ce concept.
- Ces associations qui ont pour but d'obliger et sensibiliser chaque acteur qui travaille sur des projets, d'impliquer les principes de Green BIM que nous avons proposés.
- Encourager la collaboration entre les acteurs du projet par l'application du Green BIM qui assure l'affaire.
- Déterminer des politiques d'actions pour intégrer le Green BIM dans un cadre législatif en Algérie.

**2.3.4. L'accomplissement du cadre normatif :**

C'est à l'État de prendre la décision de normaliser le domaine d'architecture visant l'intégration de la durabilité. La normalisation sera effectuée par les membres et les acteurs des associations.

Donner l'opportunité aux générations émergentes qui sont déjà formés précédemment de créer notre propre cadre normatif adapté à la réalité de l'architecture algérienne et notre propre identité. La (Figure.32) résume Les étapes d'application du Green BIM en Algérie.

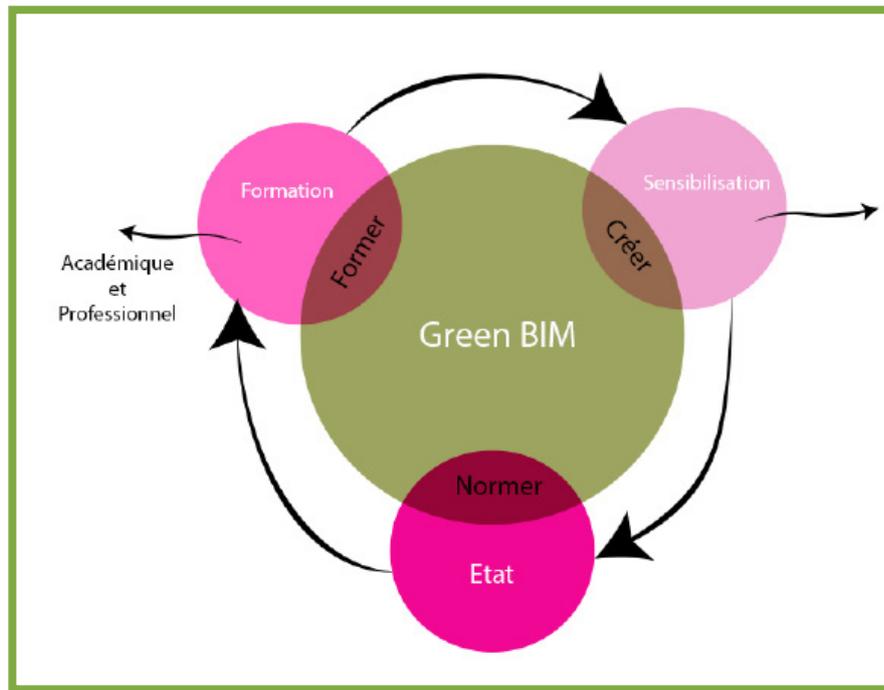


Figure.32: Les étapes d'application du Green BIM en Algérie  
(Source : auteur)

### Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons vu que l'émergence du BIM en Algérie reste limitée à des connaissances et compétences individuelles. Des réflexions et des initiatives y sont engagées mais demeurent insuffisantes. De ce fait, nous sommes enclines à relever que le débat reste ouvert et le chemin semble tracé. Il appartient aux politiques d'amener les acteurs à prendre conscience de la nécessité d'adoption du BIM en Algérie, pour améliorer la production architecturale et assurer l'identité.

Nous avons proposé une démarche Green BIM vers une architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles, à travers des stratégies et recommandations pour une meilleure application de ce dernier, et déterminer l'objectif principal de ce mémoire.

## **CONCLUSION GÉNÉRALE**

*«La complexité est l'un des grands problèmes du design environnemental.»*

Christopher ALEXANDER

La conclusion générale fait appelle à l'idée de départ. En reprenant les conclusions obtenues respectivement dans les trois chapitres. Ce MFE s'inscrit dans la thématique du BIM en Algérie comme étant un thème nouveau, à chaud, abordé pour la Première fois en Algérie. Il a pour objectif de répondre à la question de recherche : Comment réunir les conditions pour une meilleure intégration du BIM notamment le Green BIM en Algérie ?

Il faut rappeler que dans le contexte mondiale, la demande du BIM comme processus de travail collaboratif qui intègre la notion de durabilité (Green BIM), est de plus en plus importante, comparativement au contexte algérien qui connaît un retard et une négligence. C'est dans ce contexte que ce travail a été effectué, il a pour but de démontrer que la meilleure solution pour faire évoluer le niveau de l'architecture, d'urbanisme et de l'environnement en Algérie, est d'implémenter le Green BIM.

Enfin, pour répondre à la question de l'intégration, nous avons proposé une démarche Green BIM vers une architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles, à travers des stratégies et recommandations pour une meilleure application de ce dernier, ce qui nous amène à confirmer notre hypothèse et à atteindre l'objectif principal de ce mémoire.

Ce travail s'oriente spécifiquement sur le Green BIM pour une meilleure application dans le processus de conception d'architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles. Car il présente la voie la plus courte qui nous a menées à faire progresser le niveau architecturale et même environnementale en Algérie afin d'assurer une production qui reflète l'identité algérienne dans les plus restreintes durées.

## BIBLIOGRAPHIE

- Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., et O'Reilly, K; (2011). *Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice*. Automation in Construction, 20(2), 189–195.
- Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., et O'Reilly, K; (2009, October). *BIM implementation for an architectural practice*, Istanbul, Turkey.
- Arayici, Y., et al; (2012). *Building information modelling (Bim) implementation and remote construction projects: Issues, challenges, and critiques*. Electronic Journal of Information Technology in Construction, 17, 75-92. Autodesk, inc. (2010).
- Afra, Hamid; (2010); «*L'Algérie s'essaie à l'habitat rural économe : Le projet de Souï-dania peut intéresser l'ensemble de la Méditerranée*», Ed Horizons.
- Appéré , François, «*Histoire de l'apparition du BIM*».
- Arenes; (2012); « *Bâti vernaculaire et développement urbain durable d'île de France* ». voir : NOMADEIS <http://www.arenidf.org/publication-arene/b%C3%A2ti-vernaculaire-d%C3%A9veloppement-urbain-durable>.
- Autodesk BIM Deployment Plan: *A practical framework for implementing BIM*.
- Benzarki, Amina; (2016); « *L'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable (ONEDD) Le Système National d'Information Environnementale (SIE)* », Alger.
- Bourdoncle ,B; «*De l'architecture vernaculaire ... à l'architecture durable*», architecture durable, en Tarn-et-Garonne, consulté sur : [http://www.tarn-et-garonne.pref.gouv.fr/sections/l\\_etat\\_en\\_tarn-et-ga/les\\_services\\_de\\_l\\_et/ddt](http://www.tarn-et-garonne.pref.gouv.fr/sections/l_etat_en_tarn-et-ga/les_services_de_l_et/ddt).
- Braun, C., Wortmann. F., Hafner, M. and Winter, R; (2005); « *Method Construction – A Core Approach to Organizational Engineering*. Papier présenté à la 2005 ACM Symposium on Applied Computing, Santa Fe, New Mexico.
- BuildingSMART Alliance; (2007); « *National BIM Standard. Chapter 4. United States*

*National Building Information Modeling Standard: Version 1 – Part 1: Overview, Principles, and Methodologies.*

- Charles, Henri; (1980); « *L'ÉCOLOGIE* », Encyclopédie du monde actuel, Collection dirigée par Favrod.
- Davies, R., et Harty, C; (2013). « *Implementing 'Site BIM': A case study of ICT innovation on a large hospital project.* *Automation in Construction*, 30, 15-24. 115
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., et Liston, K; (2008). « *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors.* (Première édition). Hoboken (New Jersey): John Wiley & Sons.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., et Liston, K; (2011). « *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors* ». (Seconde édition). Hoboken (New Jersey): John Wiley & Sons.
- Forgues, D. et Staub-French, S; (2014). « *L'inévitable passage à la modélisation des données du bâtiment (BIM) dans l'industrie de la construction au Canada : synthèse de trois expérimentations* ». Montréal, Québec : Ecole de technologie supérieure.
- Françoise, O., Bourgault, M., et Pellerin, R.; (2009). *ERP implementation through critical success factors management* ». *Business Process Management Journal*, 15(3), 371-394.
- Froese, T; (2010). « *The impact of emerging information technology on project management for construction* ». *Automation in Construction*, 19(5), 531–538.
- Gallaher, M.P., O'Connor, A.C., John, J., Dettbarn, L et Gilday, L.T; (2004). « *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S* ». Capital Facilities Industry. Gaithersburg, MD, National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce Technology Administration.
- Grim, N, (2004); *L'économie algérienne otage de la politique*, édition. Casbah, Alger.
- Guindani, Silvio et Doepper , Ulrich, (1990)«*architecture vernaculaire, territoire, habitat et activités productives*», Lausanne, Presses Polytechniques et Universités Romandes.

- Joachim, S et Olivier, Cateura (2010); « *Maitrise de la Consommation de l'Energie dans le Bâtiment, l'autre Défit: des Logements de Haute Efficacité Energétique seront Construits* », Le Quotidien, la Tribune.
- John, B; (2003); « *à la découverte du paysage vernaculaire* », Arles, Éd. Acte du Sud.
- Kerzabi, A; (1999); « *Entreprises, développement et développement durable : le cas de l'Algérie* », Marché et organisation, n°8, P61-77.
- M.A. Boukli Hacène, N.E. Chabane Sari and S. Amara; (2011);« *Conception of a Passive and Durable House in Tlemcen (North of Algeria)* », Journal of Renewable Sustainable Energy », Vol. 3, N°3.
- M.A. Boukli, Hacène et N.E. Chabane, Sari; (2009); « *Le Concept Maison Écologique* », Revue Internationale d'Héliotechnique, Energie Environnement, Vol. 40, pp. 24 - 27.
- M.A Boukli, Hacène;(2009); « *Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Econome, Utilisant les Energies Renouvelables* », Mémoire de Magister en Physique, Tlemcen, Mars.
- Mazouz, Said; (2010); «*L'architecture et la ville en Algérie: éléments d'une crise multidimensionnelle*». Consulté sur: [www.architous.1fr1.net](http://www.architous.1fr1.net).
- Naroura, Anis; (2014); Le Moniteur, Cahier pratique des travaux publics et du bâtiment « *BIM, Building information modelling*»; n° 5756. Consulté sur : [www.lemoniteur.fr](http://www.lemoniteur.fr).
- Nicolas, M; (2009); « *l'architecture vernaculaire* ». Consulté sur:<http://www.icomos.org/en/home-doc/116-english-categories/resources/publications/303-isc-vernacular-architecture>.
- Promodul, C; (2016); «*le BIM : 6 questions pour comprendre et agir*», Association Cercle Promodul. Consultable sur : [www.cercle-promodul.fr](http://www.cercle-promodul.fr) .
- Rotillon G. (2008)*Faut-il croire au développement durable?*, édition. L'Hrmattan,
- Théron, Julien; (2010); « *L'Algérie s'essaye à une ruralité verte* », ENPI info centre.

## **ANNEXES**

## LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 Questionnaire en ligne sur le BIM en Algérie( internationale + Algérie ) cibler les étudiants, professionnels. **Source de documentation utile** : Auteur. ....II
- Annexe 2 Questionnaire en ligne sur le **Green BIM** en Algérie( échelle Algérien ) cibler les professionnels. **Source de documentation utile** : Auteur. ....V
- Annexe 3 *Le guide synthétique des entretiens mené en ligne* : .....VII

**Annexe .1:**Questionnaire en ligne sur le BIM en Algérie( internationale + Algérie ) cibler les étudiants, professionnels. **Source de documentation utile :** Auteur.

## Le BIM en Algérie

## تقنية البيم في الجزائر

BIM ( Building information modeling ) est une réalité mondial aujourd'hui, mais quel est son état en Algérie ?

Faites entendre votre voix en répondant au questionnaire (2 minutes environ) et merci :

البيم هو واقع عالمي اليوم لكن ما هي اخباره ة حالته في الجزائر؟  
اسمع صوتك في دقيقتين باجابتك عن الاسئلة التالية و شكرا لمساهمتك :

\*Obligatoire

1.

**Merci d'entrer ici votre pseudonyme**

\* تفضل بادخال اسمك المستعار

---

2.

**\* هل انت ؟ Vous êtes :**

*Une seule réponse possible.*

جزائري(ة) Algérien

Autre : \_\_\_\_\_

3.

**هل انت ؟ Vous êtes :**

*Une seule réponse possible.*

طالب جامعي étudiant

عامل professionnel

4.

**\* هل تعرف تقنية البيم? Connaissez-vous le processus BIM?**

*Une seule réponse possible.*

نعم Oui

لا Non

5.

**\* (هل تعرف النموذج الرقمي) Connaissez vous la maquette numérique?**

*Une seule réponse possible.*

(نعم) Oui

(لا) Non

6.

**Quelle est votre expérience vis à vis du BIM sur une échelle allant de 1 à 5? كيف**  
**\* تقييم خبرتك في الـ BIM على سلم من 1 إلى 5**

*Une seule réponse possible.*

- Aucune connaissance sur le BIM (ليست لدي اي معرفه بماهية الـ BIM)
- Je sais que le BIM existe mais rien de plus (اعرف بان الـ BIM موجود لا غير)
- J'ai quelques notions sur le BIM (اعرف بضعة مفاهيم حوله)
- J'ai de bonne bases sur le BIM (لدي اساس جيد حول الـ BIM)
- J'ai déjà confronté au BIM et j'ai une maitrise du sujet ( واجهت الـ BIM من قبل و متمكن ( من هذا الموضوع

7.

**Donnez votre propre définition du BIM ? (ما هو تعريفك للـ BIM)**

---



---



---



---



---

8.

**Connaissez vous des logiciels BIM ? (هل تعرف برامج الـ BIM) \***

*Une seule réponse possible.*

- Oui (نعم)
- Non (لا)

9.

**Si oui les quels ? (اذا كان جوابك نعم اذكرها)**

---

10.

**Quels seraient selon vous les freins pour l'intégration du BIM et la maquette numérique en Algérie ? (ما هي معوقات ادماج الـ BIM في الجزائر) \***

*Une seule réponse possible.*

- Les outils et les méthodes complexes (الوسائل و الطرق المعقدة)
- Le manque de compétences (نقص الكفاءات)
- L'investissement que nécessite le BIM (الاستثمار الذي يتطلبه الـ BIM)
- Le manque du temps pour l'adoption du BIM (نقص الوقت لتبني الـ BIM)
- Manque de volonté (نقص الارادة)
- Autre : \_\_\_\_\_

11.

**Envisagez-vous d'intégrer le BIM pour vos opérations futures ? ( هل تخطط لاستعمال (البيم في مشاريعك القادمة** \*

*Une seule réponse possible.*

Oui (نعم)

Non (لا)

Autre : \_\_\_\_\_



Fourni par

 Google Forms

**Annexe .2:**Questionnaire en ligne sur le **Green BIM** en Algérie( échelle Algérien ) cibler les professionnels. **Source de documentation utile :** Auteur.

## Le Green BIM en Algérie

Ce questionnaire est réalisé par Hala CH et Sabrina L, étudiantes master 2 architecture et environnement urbain à l'université de Jijel en Algérie dans le cadre de notre MFE autour du " BIM et le Green BIM en Algérie".

Protéger la nature est la responsabilité de tout le monde ; c'est pourquoi le développement durable est devenu un mode de vie et non pas une stratégie sur papier seulement afin de protéger le droit des génération futures en ressources naturelles;

**\*Obligatoire**

1.

**Votre nom \***

---

2.

**Que pensez-vous de l'architecture durable en Algérie ? \***

---

---

---

---

---

3.

**Que pensez-vous du BIM en Algérie ? \***

---

---

---

---

---

4.

**Quel future pour l'architecture durable en Algérie selon vous ? \***

---

---

---

---

---

5. **Est-il possible d'intégrer le BIM pour une architecture durable en Algérie ? \***  
*Une seule réponse possible.*

- Oui
- Non

6. **Pourquoi ? \***

---

---

---

---

---

7. **Quel future pour le Green BIM en Algérie selon vous ? \***

---

---

---

---

---



**Annexe .3:** Le guide synthétique des entretiens mené en ligne :

**Source de documentation utile :** Auteur

Dans le cadre du MFE consacré à :

" Le BIM et l'Algérie de demain: démarche vers une architecture durable intégré dans un environnement multi-échelles "

**Les mots clé :** BIM, Algérie, Green BIM, architecture durable

Les interviews sont effectués par des questions ouvertes menées en ligne avec des professionnels en BIM de majorité algérienne qui exercent leurs métiers à l'étranger. Afin de trouver des réponses sur les questions ci-dessous. Il ne sont en aucun cas exhaustifs mais motivés par des visées qualitatives relatives à L'intégration du BIM en Algérie vers une



Omar Selim  
Founder of BIMarabia Magazine|BIM Manager|RICS|BIM  
Implementation Expert| Autodesk Certified Instructor  
Égyptien habite à Qatar  
Via : discussion vocale

architecture durable.

### **Interview .1:**

Les questions :

- Vous êtes BIM manager, pouvez-vous nous dire quelques mots sur votre parcours à titre personnel, vos études, puis votre arrivée dans la vie professionnelle ?
- Quel sont les contraintes que vous avez rencontrées lors de votre transition vers le BIM?
- Que pensez-vous de l'état du BIM en Égypte ?
- Que pensez-vous de l'état du BIM en Algérie d'après vos relations professionnels ?



Merouane CHAGGOU  
ARCHITECT DESIGNER | BIM Specialist | Autodesk Certified Professional /ENG. ADNAN SAFFARINI OFFICE (EAS)  
University of Constantine, Architecture and Urban Design Department  
Algérien habite à Émirats arabes unis  
Via : discussion vocale

- Comment pouvons-nous intégrer le BIM en Algérie ?
- Est-il important de créer des normes et des standards algérienne pour l'architecture et l'environnement durable ? ou peut-ont utiliser les normes reconnu à l'échelle international comme le LEED?

### Interview .2:

Les questions :

- Vous êtes architecte de formation, pouvez-vous nous dire quelques mots sur votre parcours à titre personnel, vos études, puis votre arrivée dans la vie professionnelle ?



**Abdelmadjid Siab**  
Le représentant de Ideate Technologies (le seul distributeur africain autorisé des logiciels Autodesk) en Algérie  
Algérien  
Via : E-mail

- Comment avez vous connu le BIM ?
- Quel sont les avantages essentiels que le BIM apporte à votre entreprise de travail ?
- Qu'es-ce qu'il est le plus dur dans vos mission de BIM manager ? Le BIM est-il dur à faire intégrer au sien des agences ?
- Que pensez-vous de l'état du BIM en Algérie depuis ces dernières années ?



**Ali TELLI**  
Technical engineer chez Ghantoot Transport & General Contracting  
Est. Ghantoot Transport & General Contracting Est. EPAU  
Algérien habit à Oman  
Via : E-mail

- Quel est la meilleur stratégie ou démarche pour intégré le Green BIM en Algérie au niveau d'un petit bureau d'étude par exemple ?

### Interview .3:

Les questions :

- Pouvez-vous me présenté les services BIM présenté par votre entreprise en Algérie ? des

formations, maintenance... etc

- Avez-vous des partenaires algériens ( d'autres entreprises) en BIM?
- Que pensez-vous de l'état actuels du BIM en Algérie?
- Est-ce qu'il connait une diffusion ?

### Interview .4:

Les questions :



**Moncef CHAFAI**  
Services Building Engineer  
USTHB USTHB  
Algérien  
Via : Messenger

- Vous êtes un architecte de formation? Pouvez-vous nous dire quelques mots sur votre parcours à titre personnel, vos études, puis votre arrivée dans la vie professionnelle ?
- Comment avez-vous connu le BIM?
- Avez-vous travaillé avec le BIM en Algérie? si c'est oui, pouvez vous nous parler en quelques mots sur votre expérience? et comment vous avez trouvé le travail avec le BIM?.
- D'après vous, quelles sont les avantages et les négatifs du BIM dans le domaine de construction?



**Rafik Remal**  
Architect BIM Consultant Owner at R-BIM / R-BIM ei ENSAG, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble  
Algérien habit à France  
Via : E-mail

- Vous êtes un formateur en BIM pour un an et demi, l'expérience était comment?
- Est ce qu'il y a un réel engouement envers le BIM en Algérie?
- Comment pouvons-nous intégrer le BIM en Algérie?
- Que pensez-vous de l'avenir du BIM en Algérie, pour les BET par exemple?

### Interview .5:

Les questions :

- Vous êtes un ingénieur en équipements techniques du bâtiment? Pouvez-vous pou-



**Dahbia MEDDAHI**  
FONDATRICE ET DIRECTRICE D'IP-FIG FORMATION  
IP-FIG FORMATION Ecole d'Architecture Paris Conflans  
Algérien habit en France  
Via : Messenger

vez-vous nous dire quelques mots sur votre parcours à titre personnel, vos études?

- Comment avez vous connu le BIM ?
- vous préparez votre doctorat en efficacité énergétique des maisons à basse consommation en Algérie, que pensez-vous de l'architecture durable en Algérie?
- Comment le BIM peut participer à l'intégration de la durabilité en Algérie?
- connaissez vous le Green BIM?



**Abdelkader Boutemadja**  
Architecte et BIM consultant, enseignant et chercheur à la Faculté d'Architecture de l'Université de Liège  
Algérien habit en France  
Via : Messenger

- Selon vous, qu'elle est la démarche la plus adaptée pour intégrer le green BIM en Algérie?

### **Interview .6:**

Les questions :

- Monsieur Rafik, pouvez vous te présenter?
- Comment avez vous connu le BIM?
- Que pensez vous du BIM? Brièvement
- Pouvez vous me donner une définition sur le BIM?
- D'après vous quelles sont les avantages et les inconvénients du BIM dans le domaine de construction?
- Ma question principale c'est comment pouvons nous intégrer le BIM en Algérie?

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

### Figures :

<b>PREMIER CHAPITRE :LE BIM VERS UNE ARCHITECTURE DURABLE ET UN ENVIRONNEMENT MULTI-ÉCHELLES</b>		<b>8</b>
Figure 1	Comparaison entre le travail sans et avec BIM( Source : Celnik Olivier, Eric Lebègue, « <i>BIM et Maquette Numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction</i> ») . . . . .	10
Figure 2	Les niveaux de collaboration du BIM (Source : Fédération française du bâtiment 2016) . . . . .	12
Figure 3	Les dimensions du BIM (Source : bim-building.com) . . . . .	12
Figure 4	Implication du BIM au monde (Source: Santiago Rodriguez, Laurent Colin, « <i>LE BIM DANS LES INFRASTRUCTURES</i> » ) . . . . .	15
Figure 5	La chronologie de l'évolution du BIM dans le monde ( Source : bim-france.fr ) .	16
Figure 6	L'intérêt du BIM dans le secteur de construction ( Source : AQE agence qualité construction, <i>Le bon usage du BIM</i> ). . . . .	17
Figure 7	Les avantages du BIM ( Source : mmi-deco.com ) . . . . .	17
Figure 8	Un résumé des livrables basé-modèle (Source : Patrick Riedo, « <i>Leçon 15: Lancement d'un projet BIM collaboratif</i> »). . . . .	18
Figure 9	LOD BIM ( Source : researchgate.net ) . . . . .	18
Figure 10	La différences entre les différents LOD( Source : blog.areo.io ) . . . . .	19
Figure 11	La normalisation BIM ( Source : batiment-numerique.fr). . . . .	20
Figure 12	Comparaison entres les différents acteurs BIM ( Source : Guide d'application BIM Luxembourgeois ) . . . . .	21
Figure 13	Schéma du développement durable selon Agenda 21 (Source : cdcmortainais.fr)	22
Figure 14	Le cycle de vie d'un produit (Source : jardinbio.fr). . . . .	24
Figure 15	Les trois échelles du territoire ( Source : even-conseil.com ) . . . . .	25
Figure 16	Les catégories principales du LEED ( Source : westerndisposalservices.com ). . .	29
<b>DEUXIÈME CHAPITRE : LA DURABILITÉ EN ALGÉRIE : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT</b>		<b>30</b>
Figure 17	Schéma de l'architecture vernaculaire (Source : le rapport de Nomadéis, Aréna Ile de France Année 2012). . . . .	36
Figure 18	Maison prototype Souïdania (Source : revue des énergies renouvelables vol). . . .	38
Figure 19	L'habitat écologique à Tlemcen (De droite à gauche), bilan énergétique de l'habitat, la vue sud sud-est, plan d'étage, plan RDC (Source : revue international d'Héliotechnique, Energie environnement). . . . .	39

Figure 20	Un système évolutif de l'information environnementale dans un cadre fédérateur et sécurisé (Source : Amina Benzekri, <i>L'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable</i> ) . . . . .	43
-----------	--	----

**TROISIÈME CHAPITRE : LA DÉMARCHE BIM EN ALGÉRIE POUR UNE ARCHITECTURE DURABLE INTÉGRÉ DANS UN ENVIRONNEMENT MULTI-ÉCHELLES** **45**

Figure 21	Traverser le vide par Geoffrey Moore ( Source : objectif-bim.com ) . . . . .	47
Figure 22	Les BIM events en Algérie (Source : auteur ). . . . .	48
Figure 23	Index de compétence individuelle – La flèche du savoir-faire (Source : objectif-bim.com) . . . . .	49
Figure 24	Phases du cycle de vie d'un projet durant la Phases BIM 1 – modèle linéaire (Source : objectif-bim.com) . . . . .	50
Figure 25	Phases du cycle de vie d'un projet durant la Phases BIM 2 – modèle linéaire (Source : objectif-bim.com) . . . . .	51
Figure 26	Connaissances BIM et maquette numérique en Algérie (Source : auteur). . . . .	52
Figure 27	Connaissance des logiciels BIM en Algérie (Source : auteur) . . . . .	52
Figure 28	Les expériences personnelles vis à vis le BIM (Source : auteur) . . . . .	53
Figure 29	Schéma de la stratégie de base de pyramide (Source : auteur). . . . .	54
Figure 30	Les principes du LEED (Source : vizea.fr ) . . . . .	55
Figure 31	Les étapes d'intégration de la notion de durabilité au niveau des BET algériens (source : auteur). . . . .	57
Figure 32	Les étapes d'application du Green BIM en Algérie (Source : auteur) . . . . .	61

**Images :**

**DEUXIÈME CHAPITRE : LA DURABILITÉ EN ALGÉRIE : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT**

Image 1	Quelques villes classées patrimoine mondial, (de haut en bas) la ville de Djenné au Mali et Shibam au Yémen et l'ancienne ville de Damas. . . . .	35
Image 2	Le ksar de Tafilelt à Béni-Isguen (Source : tafilelt.com). . . . .	39

**Cartes :**

**DEUXIÈME CHAPITRE : LA DURABILITÉ EN ALGÉRIE : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT**

Carte 1	Carte bioclimatique de l'Algérie (Source ANAT, 2004). . . . .	40
---------	---	----

## **Résumé :**

Aujourd'hui, l'Algérie connaît une dégradation du cadre bâti qui est parmi les causes des problèmes environnementaux récentes, absence d'une identité architectural. Cela est l'issu d'un processus de travail non réussi et limité basé sur de méthodes anciennes. Or, depuis la prise de conscience des problématiques de l'architecture durable et l'environnement multi-échelles, le BIM comme processus de conception intelligente est reconnu dans certaines petites entreprises algériennes autant que solution efficace. À travers notre recherche nous avons focalisé sur l'intégration du Green BIM en Algérie, proposé comme stratégie de conception et gestion architecturale efficace. Afin de produire une architecture durable intégrée dans un environnement multi-échelles.

**Les mots clés :** BIM - Algérie - Architecture durable - environnement multi-échelles - Green BIM.

## **Abstract :**

Today, Algeria is experiencing degradation of building environment witch is among the causes of the recent environmental issues, lack of an architectural identity. This is the result of an unsuccessful and a limited work process based on old method. Now, since the realization of the problems of sustainable architecture and the multi-scale environment, BIM as Intelligent design process is recognized in some small Algerian companies as much as effective solution. Through our research we focused on integrating the Green BIM in Algeria, proposed as an effective design strategy and architectural management. In order to produce a sustainable architecture integrated in a multi-scale environment.

**Keywords:** BIM - Algeria - sustainable Architecture - multi-scale environment - Green BIM.

## ملخص

اليوم، تعاني الجزائر من تدهور اطار البناء التي ولدت مشاكل بيئية حديثة، اضافة الى هندسة معمارية بلا تعريف ذاتي و بدون مرجعية ثقافية. هذا الوضع ناتج عن عملية غير ناجحة تعتمد على طرق قديمة. لكن منذ الوعي بمصالح ومزايا العمارة المستدامة والبيئة متعددة المقاييس، مفهوم البيم صار معروفا كتنصميم ذكي و خطوة اساسية لدمج هذه الاستدامة على نحو فعال.

من خلال بحثنا، ركزنا على دمج البيم الاخضر في الجزائر، قمنا باقتراحه كاستراتيجية تصميمية وتصميم وتدبير معماري فعال، من أجل إنتاج بنية مستدامة مندمجة في بيئة متعددة المقاييس.

الكلمات الجوهرية البيم – الجزائر – البنية المستدامة – بيئة متعددة المقاييس – البيم الاخضر.