



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE**

**DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE**

### **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par :**

**DERMACHE Med Abdelouahab**

**DOMAINE : ARCHITECTURE, URBANISME ET**

**METIER DE LA VILLE**

**FILIERE : ARCHITECTURE**

**OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT**

### **Thème**

## **MUSEE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE DURABLE DANS LA VILLE DE LAGHOUAT**

**Etude de cas : l'effet des brises soleil horizontaux mobiles sur le confort  
visuelles dans les salles de lecture**

### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mr REZZOUG AEK	M.A.B	Président
Mr MERDJANI HAMZA	M.A.A	Examineur 1
Mr SAAD SAOUD WAHID	M.A.A	Examineur 2
Mr BEN HOHO MED NAIM	M.A.A	Rapporteur
Mme BAALI SAIDA	M.A.A	Co-Rapporteur

**Promotion : 2016/2017**



## UNIVERSITE AMAR THELIDJI- LAGHOUAT

### FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE

#### DEPARTEMENT : D'ARCHITECTURE

### RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

**Domaine : Architecture, Urbanisme et métier de la ville**

**Filière : Architecture**

**Option : Architecture et environnement**

**Thème : Culture, conception d'un musée des sciences et technologie durable dans la ville de Laghouat**

**Présenté par : DERMACHE Med Abdelouahab**

**Encadré par : Mr BEN HOHO MED NAIM**

**Mme BAALI SAIDA**

**Résumé** : Depuis l'antiquité L'homme a été considéré comme la source de pollution de l'environnement (désertification, érosion des sols, déforestation, etc.)

Cette situation a eu une incidence directe sur l'architecture et le confort des usagers, et a conduit à l'apparition des bâtiments qui ne disposent pas des concepts de confort ni d'économie, ce qui a émergé l'apparence d'un nouveau concept d'architecture appelé l'architecture bioclimatique qui cherche à adapter au mieux les bâtiments et son environnement et à établir une relation entre eux.

La ville de Laghouat a connu un développement scientifique et technologique grâce à la mise en place des instituts scientifiques pour différents branches, ainsi que de nombreux clubs scientifiques et culturels, mais la ville souffre encore du manque d'équipements pour l'exposition et la promotion de ces potentialités scientifiques et technologiques.

Dans notre projet qui est la réalisation d'un musée des sciences et technologie durable à Laghouat , nous avons visé à créer un espace d'exposition qui répond aux besoins de la ville , et participe à l'état de développement de la ville dans tous les domaines en plus de son rôle dans l'encouragement de la créativité et l'innovation et la réduction de la consommation énergétique et l'amélioration du confort pour les employés et les visiteurs par l'intégration des solutions architecturales bioclimatiques tel que le mur végétalisé, la façade en double peau, le chauffage solaire, la double toiture ventilée...etc , Compatible au climat de la région où l'été est chaud et sec et l'hiver froid et rigoureux

**Mots clés** : Pollution, l'architecture, le confort, l'architecture bioclimatique, Laghouat, sciences et technologie, musée

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة عمار ثليجي – الأغواط

كلية الهندسة المدنية والهندسة المعمارية  
قسم : الهندسة المعمارية  
ملخص مذكرة الماستر

الميدان: هندسة معمارية , تخطيط و مهن المدينة  
الشعبة: هندسة المعمارية  
التخصص: هندسة معمارية وبيئة  
عنوان المذكرة: ثقافة , تصميم متحف للعلوم و التكنولوجيا مستدام بمدينة الأغواط  
تقديم : درماش محمد عبد الوهاب

الأستاذ المؤطر: بن حوحو نعيم  
بعلي سعيدة

**ملخص المذكرة:** منذ القدم اعتبر الإنسان المصدر الأول للتلوث البيئي (التصحر، انجراف التربة , انعدام الغطاء النباتي , ... الخ) مما أثر مباشرة على الهندسة المعمارية و راحة المستخدمين على حد سواء , و أدى إلى ظهور مباني تفتقر إلى مفاهيم الراحة و الاقتصاد مما نتج عنه ظهور مفهوم جديد للعمارة تدعى بالعمارة البيئية تسعى إلى أفضل تلائم بين المبنى و بيئته و إنشاء علاقة في ما بينهما.

تعرف مدينة الأغواط تطورا علميا وتكنولوجيا غير مسبوق من خلال إنشاء كليات علمية بتخصصات مختلفة وكذا العديد من النوادي العلمية والثقافية الا أن المدينة تفتقر الى مرافق عرض وتعزيز للعلوم والتكنولوجيا.

في مشروعنا هذا والمتمثل في إنشاء متحف مستدام للعلوم والتكنولوجيا بمدينة الأغواط سعينا إلى توفير فضاء للعرض يلبي احتياجات المدينة وتطورها الدائم والدفع بعجلة التنمية وتربية النشء على التطور و الإبداع و تشجيع الابتكار والحد من الاستهلاك الطاقوي وكذا توفير أساليب الراحة القصوى للعاملين والزائرين على حد سواء من خلال دمج حلول معمارية بيئية بامتياز مثل: الجدار النباتي , الواجهات ذات الغلاف المزدوج , السخان الشمسي , السقف المزدوج المهوى ... الخ مما تتوافق وطبيعة المنطقة الشبه جافة الحارة صيفا والباردة شتاء.

**الكلمات المفتاحية:** التلوث، الهندسة المعمارية، الراحة، العمارة البيئية، الأغواط، علوم وتكنولوجيا، متحف

## Remerciement

Avant tout, je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir accordé la force et les moyens afin de pouvoir accomplir ce mémoire.

Je remercie mes encadreurs Mr BEN HOUHOU Med Naim et Melle BAALI Saida pour leur disponibilité, pour leur suivi, leurs nombreux conseils et leurs critiques constructives pour l'élaboration de ce travail de recherche.

Je tiens à remercier l'ensemble de ma famille et plus particulièrement mon père et ma mère (qu'ALLAH les protège), , qui m'ont accompagné tout au long de mes études, pour leur amour inconditionnel, pour leur constant soutien moral et qui n'ont cessé de m'encourager.

Merci beaucoup à mes frères et mon oncle Brahimi Massoud, qui m'ont permis de mener ces études m'ont soutenu et m'ont tant encouragé durant ces années d'études.

A tous mes collègues et mes amis, qui ont contribué de près ou loin à la réussite de ce travail qu'ils trouvent toute ma gratitude.

ABDELOUATHAB



## Sommaire

Introduction général  
Problématique  
Les objectifs du projet  
L'hypothèse  
Méthodologie de recherche  
Organisation du mémoire

### Chapitre I : Recherche thématique

<b>I-1 L'architecture Bioclimatique</b> .....	<b>01</b>
Introduction.....	01
I-1-1 Aperçu historique .....	01
I-1-2 Concepts lié à la bioclimatique .....	02
I-1-3 Principes De Base De L'architecture Bioclimatique.....	06
Synthèse .....	07
<b>I-2 Le Thème (La Culture)</b> .....	<b>09</b>
I-2-1 Motivons Du Choix Du Thème .....	09
I-2-2 Définition de la culture .....	09
I-2-4 Définition de la science .....	09
I-2-5 Définition de la technologie .....	10
I-2-6 la culture à travers le monde .....	10
I-2-7 la culture algérienne .....	10
I-2-7 la culture algérienne .....	11
I-2-9 les musées .....	12
Synthèse.....	14
<b>I-3 Analyse Des Exemples</b> .....	<b>15</b>
I-3-1 Les critères de choix des exemples .....	15
I-3-2 musée d'Académie des sciences de Californie .....	16
I-3-3 Musée d'histoire naturelle de Shanghai .....	27
I-3-4 MUSE Musée de Science .....	41
Synthèse Des Exemples .....	50

### Chapitre II : Programmation

Introduction .....	51
IV- 1 Programme Qualitatif .....	51
IV- 2 Programme Quantitatif .....	63
Synthèse .....	64

### Chapitre III : Projet Architecturale

<b>III-1 Etude Contextuelle</b> .....	<b>65</b>
Introduction .....	65
III-1-1 Échelle territoriale .....	65
III -1-2 Échelle Urbaine .....	69
III -1-3 Échelle Locale .....	72
Synthèse .....	76

---

<b>III- 2 La Conception Architecturale</b> .....	<b>77</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>77</b>
<b>III-2-1 l'idée du projet</b> .....	<b>77</b>
<b>III-2-2 La genèse de projet</b> .....	<b>77</b>
<b>III-2-3 Description de projet</b> .....	<b>82</b>
<b>III-2-4 Les concepts bioclimatiques</b> .....	<b>87</b>
<b>Synthèse</b> .....	<b>94</b>
<b>IV- Etude technique</b>	
<b>Introduction</b> .....	<b>95</b>
<b>IV- 1 Le système structurel</b> .....	<b>95</b>
<b>IV - 2 Les joints</b> .....	<b>99</b>
<b>IV - 3 Bardages (façades)</b> .....	<b>100</b>
<b>IV - 4 les cloisons</b> .....	<b>101</b>
<b>IV - 5 Les faux plafonds</b> .....	<b>102</b>
<b>IV - 6 Les revêtements de sol</b> .....	<b>103</b>
<b>IV - 7 Menuiserie</b> .....	<b>104</b>
<b>IV - 8 Les solutions bioclimatiques</b> .....	<b>105</b>
<b>IV - 9 Les Corps d'états secondaires</b> .....	<b>107</b>
<b>IV- 10. La protection contre l'incendie</b> .....	<b>110</b>
<b>IV- 11. Système de sécurité</b> .....	<b>111</b>
<b>V- La simulation</b>	
<b>V-2 l'effet des brises soleil horizontaux mobiles sur le confort visuelles dans les salles de lecture</b> .....	<b>112</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>112</b>
<b>V-2-1 Problématique</b> .....	<b>112</b>
<b>V-2-2 Les objectifs</b> .....	<b>113</b>
<b>V-2-3 L'hypothèse</b> .....	<b>113</b>
<b>V-2-4 Méthodologie de recherche</b> .....	<b>114</b>
<b>V-2-5Partie théorique</b> .....	<b>114</b>
<b>V-2-6 Partie expérimentale</b> .....	<b>131</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>139</b>
<b>Conclusion Générale</b> .....	<b>141</b>

---

## Liste Des Figures

N.F	Titre De La Figure	N P
<b>Figure 1</b>	Structure de travail	IV
<b>Figure I.1</b>	historique de l'architecture durable	1
<b>Figure I.2</b>	stratégie du chaud	7
<b>Figure I.3</b>	stratégie du froide	7
<b>Figure I.4</b>	stratégie de la ventilation	8
<b>Figure I.5</b>	classification des équipements culturels par les catégories, élaborées parmi des définitions	12
<b>Figure I.6</b>	l'Académie des sciences de Californie	16
<b>Figure I.7</b>	Vue aérienne sur l'Académie des sciences de Californie	16
<b>Figure I.8</b>	plan de masse de l'Académie des sciences de Californie	17
<b>Figure I.9</b>	vue aérienne sur l'Académie des sciences de Californie	17
<b>Figure I.10</b>	la façade principale d'Académie des sciences de Californie	18
<b>Figure I.11</b>	la façade postérieure d'Académie des sciences de Californie	18
<b>Figure I.12</b>	Académie des sciences de Californie	19
<b>Figure I.13</b>	Plan Sous-Sol D'Académie des sciences de Californie	19
<b>Figure I.14</b>	Plan RDC D'Académie des sciences de Californie	20
<b>Figure I.15</b>	Vue En 3D sur l'Académie des sciences de Californie	20
<b>Figure I.16</b>	Toiture D'Académie des sciences de Californie	21
<b>Figure I.17</b>	Toiture D'Académie des sciences de Californie	22
<b>Figure I.18</b>	coupe schématisée sur le dôme D'Académie des sciences de Californie	22
<b>Figure I.19</b>	coupe schématisée sur l'Académie des sciences de Californie	23
<b>Figure I.20</b>	Atrium D'Académie des sciences de Californie	23
<b>Figure I.21</b>	Les types de l'atrium	24
<b>Figure I.22</b>	atrium Centrale	24
<b>Figure I.23</b>	choix de l'éclairage dans l'atrium Centrale	25
<b>Figure I.24</b>	modification de la distribution lumineuse en fonction de l'inclinaison des parois d'un atrium	26
<b>Figure I.25</b>	organisation de la ventilation par l'atrium	26
<b>Figure I.26</b>	Musée d'histoire naturelle de Shanghai	27
<b>Figure I.27</b>	Vue aérienne sur le Musée d'histoire naturelle de Shanghai	27
<b>Figure I.28</b>	Vue aérienne sur le Musée d'histoire naturelle de Shanghai	28
<b>Figure I.29</b>	Musée d'histoire naturelle de Shanghai	28
<b>Figure I.30</b>	tube coquillage	28
<b>Figure I.31</b>	La Façade principale du Musée d'histoire naturelle de Shanghai	29
<b>Figure I.32</b>	Vue Globale Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	30
<b>Figure I.33</b>	Le détail de mur cellulaire Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	30
<b>Figure I.34</b>	le mur vivant Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	31
<b>Figure I.35</b>	La façade nord Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	32
<b>Figure I.36</b>	La toiture Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	32
<b>Figure I.37</b>	l'accès de terrasse	33
<b>Figure I.38</b>	les espaces de Sous-sol 3 de Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	34
<b>Figure I.40</b>	les espaces de Sous-sol 1 de Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	35
<b>Figure I.40</b>	plan de RDC de Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	36
<b>Figure I.42</b>	les espaces de 1 <sup>ER</sup> ETAGE de Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	37
<b>Figure I.43</b>	Plan de 2 <sup>Emme</sup> ETAGE de Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	38
<b>Figure I.44</b>	coupe schématisée sur les technique bioclimatique de Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	39
<b>Figure I.45</b>	hall d'accueil de Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	39
<b>Figure I.46</b>	vue aérienne sur le Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	40

<b>Figure I.47</b>	vue intérieur sur le Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	40
<b>Figure I.48</b>	vue intérieur sur le Musée D'histoire Naturelle De Shanghai	40
<b>Figure I.49</b>	MUSE musée de Science	41
<b>Figure I.50</b>	vue aérienne sur le MUSE musée de Science	42
<b>Figure I.51</b>	vue aérienne sur le MUSE musée de Science	42
<b>Figure I.52</b>	Esquisse de MUSE musée	43
<b>Figure I.53</b>	La Façade principale de MUSE musée	43
<b>Figure I.54</b>	La Façade est de MUSE musée	44
<b>Figure I.55</b>	le détaille de La Façade est de MUSE musée	44
<b>Figure I.56</b>	La Façade ouest de MUSE musée	44
<b>Figure I.57</b>	La Façade nord de MUSE musée	45
<b>Figure I.58</b>	Plan De RDC	46
<b>Figure I.59</b>	coupe sur l'atrium centrale de musée	46
<b>Figure I.60</b>	Plan De 1er étage	47
<b>Figure I.61</b>	Coupe sur le MUSE musée	47
<b>Figure I.62</b>	les techniques de MUSE musée	49
<b>Figure I.63</b>	la certification LEED OR	49
<b>Figure II.1</b>	galerie d'art d'Ontario, canada	52
<b>Figure II.2</b>	musée de francfort	52
<b>Figure II.3</b>	Position de l'éclairage muséale	53
<b>Figure II.4</b>	Position de l'éclairage des tableaux	53
<b>Figure II.5</b>	Position de l'éclairage des vitrines	54
<b>Figure II.6</b>	la disposition de l'éclairage mural	54
<b>Figure II.7</b>	la disposition de l'éclairage des œuvres	54
<b>Figure III.1</b>	Situation géographique de la ville de Laghouat	65
<b>Figure III.2</b>	Carte administrative de la wilaya de Laghouat	65
<b>Figure III.3</b>	Aéroport de Laghouat - Moulay Ahmed Medeghri	66
<b>Figure III.4</b>	Laghouat l'accessibilité terrestre	66
<b>Figure III.5</b>	fréquence des cieux ensoleillés, intermédiaires et nuageux	67
<b>Figure III.6</b>	Courbe de température annuelle	67
<b>Figure III.7</b>	Courbe de l'humidité annuelle	68
<b>Figure III.8</b>	Rose des vents de la ville de Laghouat	69
<b>Figure III.9</b>	Les différentes phases de développement urbain de la ville.	69
<b>Figure III.10</b>	Systèmes routiers	70
<b>Figure III.11</b>	les différents équipements culturels dans la ville de Laghouat	70
<b>Figure III.12</b>	Les éléments architectoniques de Laghouat	71
<b>Figure III.13</b>	Plan de Situation de site d'intervention	72
<b>Figure III.14</b>	Vue de site d'intervention	73
<b>Figure III.15</b>	l'accessibilité vers le site d'intervention	73
<b>Figure III.16</b>	L'environnement immédiat de site d'intervention	74
<b>Figure III.17</b>	les dimensions de site d'intervention	74
<b>Figure III.18</b>	Profil d'élévation A-A du site d'intervention	75
<b>Figure III.19</b>	Profil d'élévation B-B du site d'intervention	75
<b>Figure III.20</b>	Les Vents du site d'intervention	75
<b>Figure III.21</b>	La genèse de projet 1 <sup>er</sup> étape	77
<b>Figure III.22</b>	La genèse de projet 2 <sup>ème</sup> étape	78
<b>Figure III.23</b>	La genèse de projet 3 <sup>ème</sup> étape	79
<b>Figure III.24</b>	La Matérialisation Du L'idée De Projet	81
<b>Figure III.25</b>	L'implantation Du Projet	81
<b>Figure III.26</b>	L'affectation Des Entités Du Projet	82
<b>Figure III.27</b>	La Façade Est	85
<b>Figure III.28</b>	La Façade Sud	85

<b>Figure III.29</b>	La Façade Ouest	86
<b>Figure III.30</b>	La Façade Nord	86
<b>Figure III.31</b>	Façade Est En Double Peau	84
<b>Figure III.32</b>	Façade Ouest En Double Peau	88
<b>Figure III.33</b>	Façade Sud Végétalisée	88
<b>Figure III.34</b>	Vue En 3D coté EST	90
<b>Figure III.35</b>	Vue En 3D coté SUD-EST	91
<b>Figure III.36</b>	Vue En 3D coté SUD	92
<b>Figure III.37</b>	Vue En 3D coté NORD	93
<b>Figure IV.1</b>	le système structurel	95
<b>Figure IV.2</b>	poteau en béton armée	96
<b>Figure IV.3</b>	les éléments principaux d'un plancher à corps creux	96
<b>Figure IV.4</b>	exemple de portique métallique poteau en H et poutre en I	97
<b>Figure IV.5</b>	exemple de plancher collaborant	97
<b>Figure IV.6</b>	Type de poutre en treillis	98
<b>Figure IV.7</b>	Poutre en treillis	98
<b>Figure IV.8</b>	plancher en dalle pleine	98
<b>Figure IV.9</b>	structure tridimensionnelle d'une géode	99
<b>Figure IV.10</b>	détail joint de dilatation	99
<b>Figure IV.11</b>	la fixation de la façade double peau	100
<b>Figure IV.12</b>	principe de fonctionnement d'une façade double peau ventilé naturellement sur plusieurs niveaux.	100
<b>Figure IV.13</b>	le mur interactif	101
<b>Figure IV.14</b>	Détail de fixation du faux plafond	101
<b>Figure IV.15</b>	faux plafond en aluminium	101
<b>Figure IV.16</b>	porte d'entrée principale coulissante à ouverture automatique	104
<b>Figure IV.17</b>	porte d'aluminium	104
<b>Figure IV.18</b>	atrium Centrale	104
<b>Figure IV.19</b>	fonctionnement de la façade double peau	107
<b>Figure IV.20</b>	Le détail de mur végétalise	107
<b>Figure IV.21</b>	le fonctionnement de chauffage solaire	107
<b>Figure IV.22</b>	Bouche de soufflage de centrale de climatisation	108
<b>Figure IV.23</b>	ampoule de type «cool beam»	108
<b>Figure IV.24</b>	ampoule «led»	109
<b>Figure IV.25</b>	Les Avantages des ampoules LED	109
<b>Figure IV.26</b>	détecteur d'incendie	110
<b>Figure IV.27</b>	sprinklers	110
<b>Figure IV.28</b>	Eclairage de sécurité	110
<b>Figure IV.29</b>	IP caméra de surveillance	111
<b>Figure IV.30</b>	détecteur de mouvement	111
<b>Figure V.1</b>	La lumière naturelle directe et indirecte	115
<b>Figure V.2</b>	les stratégies de l'éclairage naturel	117
<b>Figure V.3</b>	Les différentes sources de lumière du jour	118
<b>Figure V.4</b>	Comportement des ouvertures latérales	119
<b>Figure V.5</b>	Pénétration approximative de la lumière naturelle	120
<b>Figure V.6</b>	Dispositifs d'éclairage bilatéral	120
<b>Figure V.7</b>	Eclairage bilatéral à ouverture parallèle et perpendiculaire	121
<b>Figure V.8</b>	Eclairage bilatéral à ouverture parallèle et perpendiculaire	121
<b>Figure V.9</b>	Comportement des ouvertures zénithales	122
<b>Figure V.10</b>	Inclinaison recommandée des tabatières	123
<b>Figure V.11</b>	Eclairage direct (halle d'exposition)	123

<b>Figure V.12</b>	Composantes des sheds	124
<b>Figure V.13</b>	Modèles des valeurs recommandées de Réflectivité	126
<b>Figure V.14</b>	Les masques végétaux	127
<b>Figure V.15</b>	Protection Solaire par emplacement des ouvertures	127
<b>Figure V.16</b>	Protection Solaire par les espaces tampon	127
<b>Figure V.17</b>	Protection Solaire par l'auvent	128
<b>Figure V.18</b>	Protection Solaire par une marquise	128
<b>Figure V.19</b>	Light Shelf	128
<b>Figure V.20</b>	Le fonctionnement du système de brise soleil	129
<b>Figure V.21</b>	les Types des brises soleil	129
<b>Figure V.22</b>	schéma précise les brises soleil horizontaux et verticaux	130
<b>Figure V.23</b>	des dispositifs appliqués	130
<b>Figure V.24</b>	dispositifs (Louvre)	130
<b>Figure V.25</b>	plan de salle de lecture	131
<b>Figure V.26</b>	L'ombre portée du projet le 21 décembre à 9h	132
<b>Figure V.27</b>	L'ombre portée du projet le 21 décembre à 15h	132
<b>Figure V.28</b>	L'ombre portée du projet le 21 juin à 9h	133
<b>Figure V.29</b>	L'ombre portée du projet le 21 juin à 15h	133
<b>Figure V.30</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel dégagé Cas initial en hiver. à 09 h	134
<b>Figure V.31</b>	niveau d'éclairement Cas initial en hiver. à 09 h	134
<b>Figure V.32</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en hiver. à 15 h	134
<b>Figure V.33</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en hiver. à 15 h	134
<b>Figure V.34</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en été. à 09 h	135
<b>Figure V.35</b>	niveau d'éclairement à ciel couvert. Cas initial en été. à 09 h	135
<b>Figure V.36</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en été. à 15 h	136
<b>Figure V.37</b>	niveau d'éclairement à ciel couvert. Cas initial en été. à 15 h	136
<b>Figure V.38</b>	niveau d'éclairement à ciel couvert. Cas été. à 15 h	136
<b>Figure V.39</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en été. à 15 h	137
<b>Figure V.40</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en été. à 15 h	137
<b>Figure V.41</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel dégagé. Cas amélioré en été. à 09 h	137
<b>Figure V.42</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel dégagé. . Cas amélioré en été. à 09 h	137
<b>Figure V.43</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel dégagé. Cas amélioré en hiver. à 09 h	138
<b>Figure V.44</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel couvert. . Cas amélioré en hiver. à 09 h	138
<b>Figure V.45</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel dégagé. Cas amélioré en hiver. à 15 h	139
<b>Figure V.46</b>	niveau d'éclairement à des points différents à ciel couvert. Cas amélioré en hiver. à 15 h	139

## Liste Des Tableaux

<b>N.T</b>	<b>Titre De Tableau</b>	<b>N P</b>
<b>Tableau I.1</b>	Les critères de choix des exemples	15
<b>Tableau I.2</b>	Les Surfaces Des Entités De MUSE musée	45
<b>Tableau II.1</b>	les exigences de l'accueil de musée	55
<b>Tableau II.2</b>	les exigences de l'accueil des Boutiques	55
<b>Tableau II.3</b>	les exigences de Cafétéria	56
<b>Tableau II.4</b>	les exigences de Salle exposition temporaire	56
<b>Tableau II.5</b>	les exigences de Salle exposition permanente	54
<b>Tableau II.6</b>	les exigences de Comptoir de prêt	54
<b>Tableau II.7</b>	les exigences de Salle de Lecture	58
<b>Tableau II.8</b>	les exigences d'Espace Périodique	58
<b>Tableau II.9</b>	les exigences de l'Auditorium	59
<b>Tableau II.10</b>	les exigences de Salle d'informatique et internet	59
<b>Tableau II.11</b>	les exigences de l'accueil de Salle Audiovisuel	60
<b>Tableau II.12</b>	les exigences des Ateliers	60
<b>Tableau II.13</b>	définition de CRAZY LABO	61
<b>Tableau II.14</b>	les exigences de Secrétariat	61
<b>Tableau II.15</b>	les exigences de Bureau de direction	62
<b>Tableau II.16</b>	les exigences de Bureau de service	62
<b>Tableau II.17</b>	les exigences de l'Archives	63
<b>Tableau II.18</b>	programme quantitatif	64
<b>Tableau III.1</b>	Extrait des caractéristiques de la zone D	66
<b>Tableau III.2</b>	Les températures de la ville de Laghouat	67
<b>Tableau III.3</b>	l'humidité de la ville de Laghouat	68
<b>Tableau III.4</b>	Evolution des précipitations pendant une décennie à la ville de Laghouat	68
<b>Tableau IV.1</b>	Les revêtements des sols de notre musée	103
<b>Tableau V.1</b>	Les Grandeurs photométrique	115
<b>Tableau V.2</b>	Normes d'éclairément	125
<b>Tableau V.3</b>	les normes de la salle de lecture	132

---



***PARTIE***  
***INTRODUCTIVE***

## **Introduction Générale**

L'Algérie est confrontée actuellement à de sérieux problèmes de pollution. Ces pollutions sont engendrées par le rejet d'eaux industrielles non traitées, les émissions de gaz nocifs, la production de déchets dangereux, la déforestation, la désertification, et la dégradation de l'écosystème,

Le secteur du bâtiment et de la construction est l'un des secteurs qui affecte le plus sur l'environnement (le bâtiment représente environ 40 % des émissions de CO2 des pays développés, 37 % de la consommation d'énergie et 40 % des déchets produits.) et qui pose de sérieux problèmes environnementaux Conséquente de notre mode de vie d'une part et d'autre part sur le visage de notre équipement qui a un effet directe sur le confort des usagers.

Causant progressivement à l'émergence d'une architecture dite L'architecture bioclimatique redécouverte des principes de construction qui permettaient aux bâtisseurs d'autrefois de composer avec le climat. Elle recherche un équilibre entre la conception et la construction de l'habitat, son milieu (climat, environnement,...) et les modes et rythmes de vie des habitants.

Au vu de cette situation alarmante l'Algérie a adopté une stratégie de développement durable reposant sur différents axes. Il s'agit de politiques mises en place d'une façon progressive, à travers des instruments de planifications et d'actions qui concernent notamment la gestion de ses actifs naturels et la lutte contre la pollution, des choix économiques et sociaux, et l'implication des différents acteurs de la société au processus de développement soutenable.

La culture algérienne est riche, variée et très ancienne, chaque région, chaque ville ou oasis constitue un espace culturel particulier. La Kabylie, les Aurès, l'Algérois, Haut-plateaux, la vallée du Mزاب, le Gourara, le Hoggar, la Saoura sont chacune des régions avec des particularités culturelles et parfois linguistiques et le Musée c'est le miroir qui reflète la culture dans une société .il constitue donc un bon moyen qui favorise la diffusion et vulgarisation de la science, la technologie, l'art et l'innovation.

on a remarqué qu'il y'a un manque de musées dans la ville de Laghouat donc on a voulu proposer la réalisation d'un musée des sciences et technologie durable pour préserver et promouvoir la culture et l'encouragement de développement technologique et scientifique et contribuer au progrès social et économique de la région sud de notre pays d'une part , et d'autre part pour obtenir le meilleur confort aux usagers et de consommer le moins d'énergie possible.

## **Problématique**

Les sciences et les technologies sont vastes et variés et Jouent un rôle important dans le développement et la prospérité des sociétés et servent l'être humain et réalisent son bien-être.

- ❖ Comment concevoir un musée durable de sciences et technologie qui pourra sensibiliser les visiteurs sur l'importance de la science et la technologie dans notre vie , et pour l'initiation de la créativité et l'encouragement de l'innovation et prendre en considération la typologie architecturale et les conditions climatiques de la ville de Laghouat et assurer le confort intérieur ?
-

### *Les objectifs du projet*

- Le musée des sciences et technologie est un espace interactif destiné aux visiteurs qui sont divisés en deux catégories :

- Par niveau d'éducation : écolier – lycien – universitaire (étudiants) – chercheur ...etc.
- Par les tranches d'âges : enfants – jeunes – adultes ....etc.

- Concevoir un projet durable qui économise la consommation énergétique et assure les conditions de confort optimal aux usagers à travers les techniques d'architectures bioclimatiques.
- Création des espaces qui se conjugue (reflet) l'importance de développement durable dans notre vie pour initier les générations futures.
- Notre musée permettra le développement du tourisme et les activités culturelles et de loisirs dans la ville de Laghouat.
- Notre musée est fréquenté par les familles c'est pour cela que ce projet donne aux enfants et à leurs parents le plaisir de comprendre et découvrir les médias, les sciences et la technologie.
- Faire de notre musée de science et technologie un pôle attractif qui attire les populations de la ville de Laghouat.
- Créer un espace de publicité pour les Inventions des étudiants.
- Suivre le développement technologique et ses utilisations dans divers domaines de la vie.
- promouvoir aux enfants et aux jeunes l'intérêt de la science et de la technologie.
- initier les enfants sur l'importance des soins de santé.
- Sensibiliser les générations futures sur l'importance de la science et la technologie dans notre vie.
- Initier les jeunes sur le développement de leur créativité et encourager l'innovation.
- Stimuler la science-fiction chez les enfants.
- Mettre à la disposition des étudiants un lieu de découverte et de recherche scientifique.
- Encourager l'utilisation des technologies de l'information comme un outil couramment utilisé.

### *L'hypothèse*

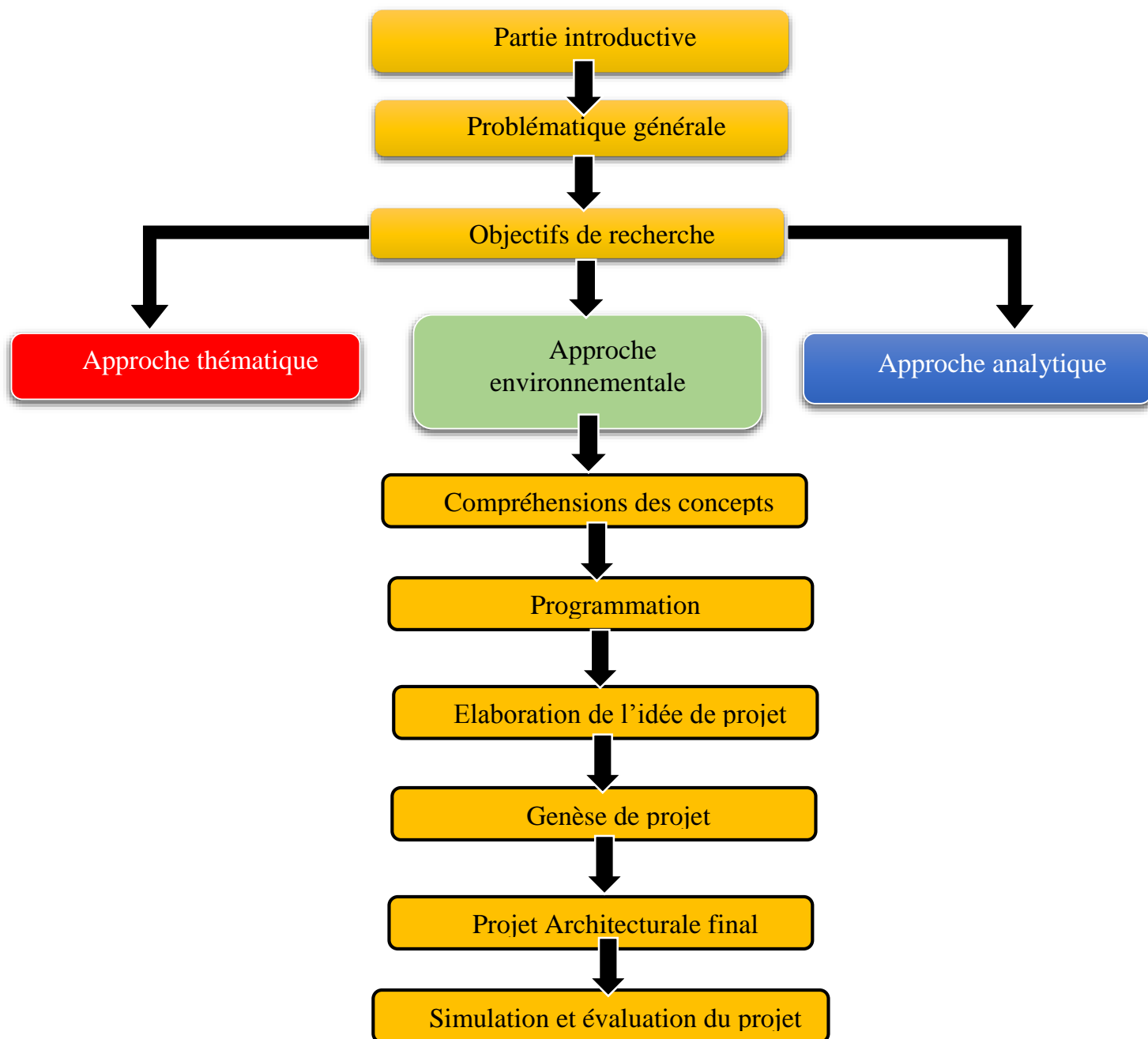
- La réalisation d'un musée durable par l'usage des techniques de l'architecture bioclimatique aura un impact positif sur l'environnement et l'amélioration du confort des visiteurs.
-

**Méthodologie de recherche**

Le travail est élaboré selon deux axes, le premier théorique qui est appuyée sur la bonne compréhension des différents concepts lie à l'architecture durable plus un traitement total sur les aspects théorique d'un Musée dans le cadre du développement durable.

La deuxième partie consacrée à la conception architecturale et au travail de simulation.

**Organisation du mémoire**



**Figure 1 :** Structure de travail



***CHAPITRE I  
RECHERCHE  
THEMATIQUE***

## I-1 L'architecture Bioclimatique

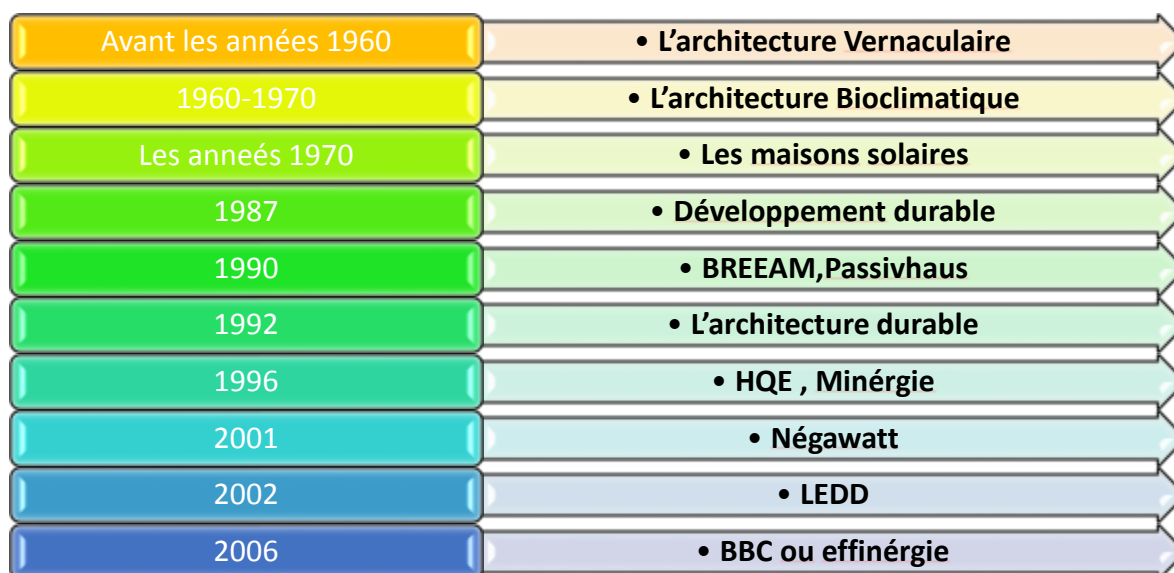
### Introduction

Quand on aborde le sujet de l'architecture et l'environnement, on s'appuyant sur la relation entre l'homme et son environnement et la liaison qui existe entre l'architecture et le climat.

Cette liaison ne date pas d'aujourd'hui, nos anciens ont déjà construit en tenant compte des données climatiques, comme l'orientation du soleil et la protection contre les vents, et en composant avec la configuration du site de construction.

### I-1-1 Aperçu historique

Se protéger des aléas du climat est le premier but de la démarche bioclimatique, car c'est historiquement la première fonction de l'habitat. Dès les premières habitations aménagées par des êtres humains, cet impératif s'est imposé. La possibilité de profiter des bienfaits du climat est du ressort du confort, et est donc une préoccupation beaucoup plus récente.



**Figure I.1 :** historique de l'architecture durable **Source :** journal de l'environnement, Jean Carassus  
Professeur à l'Ecole des Ponts ParisTech

Avec le premier choc pétrolier de 1970 les bâtiments conçus selon le style moderne sont apparus gourmands en énergies. Ce critère vient s'ajouter à l'ensemble des critiques qui visent déjà à ce style. Cela a conduit à une reconversion profonde de notre approche de bâtir mais également au changement du regard envers l'architecture vernaculaire. Ce problème a conduit à la conception de constructions moins consommatrices d'énergie ; l'apparition des " maisons solaires " dans les années 1970, capable de capter, stocker et distribuer l'énergie naturelle. Les années 1980 quant à elles étaient marquées par les soucis environnementaux. Alors un autre type de bâti apparaît le bioclimatique. Un habitat bioclimatique permet d'utiliser l'environnement, afin d'assurer de façon totalement passive une ambiance maintenant sans effort les conditions de confort du corps humain ". Cette architecture essaye d'offrir le même niveau de confort en exploitant aux maximums les données du site et de l'environnement,

"Une adéquation entre la construction, le comportement des occupants et le climat, pour réduire au maximum les besoins énergétique». En Allemagne dans les années 1988, l'habitat passif fait son apparition, totalement autonome en énergie. Tous ces modèles ne sont pas de nouvelles inventions, signale Dominique GAUZIN-MÜLLER, ils se sont référés aux architectures traditionnelles qui maîtrisaient déjà depuis longtemps les données bioclimatiques. 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 sociale et l'économie), où certains tentent aussi de revisiter les principes du vernaculaire pour atteindre cet objectif.<sup>1</sup>

### *I-1-2 Concepts lié à la bioclimatique*

Cette partie est un support théorique, méthodologique de la recherche. Il s'agira de définir et d'expliquer les différents concepts lié à la bioclimatique

**L'environnement** : est l'ensemble des éléments qui constituent le voisinage d'un être vivant ou d'un groupe d'origine humaine, animale ou végétale et qui sont susceptibles d'interagir avec lui directement ou indirectement. C'est ce qui entoure, ce qui est aux environs.<sup>2</sup>

**L'architecture et l'environnement** : Elle est définie comme le mode de conception architecturale qui recherche la meilleure adéquation possible entre le climat, le bâtiment et le confort de l'occupant, elle permet :

- ✓ De participer au confort et à la santé des usagers.
- ✓ De réduire les besoins énergétiques en s'adaptant au climat environnant

L'architecture et l'environnement est une Conception Architecturale qui provient essentiellement d'une réflexion sur les rapports entre l'espace construit, l'être humain et son environnement.<sup>3</sup>

**L'architecture vernaculaire** : L'architecture vernaculaire a toujours cherché à s'intégrer au climat environnant et a un tirer parti, une réflexion profonde sur l'habitat local.

L'architecture vernaculaire est façonnée ayant par le climat que par les matériaux disponibles, L'habitat troglodytique, recouvrant l'ensemble des habitations humaines situées dans le sol ou utilisant des cavités naturelles ou artificielles est une architecture vernaculaire très particulière.

La condition principale à ce type d'habitat réside dans la présence d'un sol de roche tendre et exempt d'humidité.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> L'ARCHITECTURE VERNACULAIRE (Une partie d'un mémoire de master 2 recherche, Université de Paris Diderot)

<sup>2</sup> Livre les 100 mots de la construction durable 2eme Édition

<sup>3</sup> Site internet : [www.coduform.be/pdf](http://www.coduform.be/pdf)

<sup>4</sup> Livre Traité d'architecture et d'urbanisme

**Bioclimatique** : la conception bioclimatique d'un bâtiment vise à optimiser l'utilisation des apports solaires et de la circulation naturelle de l'air, limitant ainsi le recours au chauffage et à la climatisation. Elle valorise les avantages du terrain (orientation du bâtiment), l'orientation des pièces, les surfaces vitrées, l'inertie du bâtiment.<sup>5</sup>

### **Développement durable** :

Définition : Selon le rapport Brundtland :

Le développement durable se définit comme « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs besoins. »

Selon la Commission des Communautés Européennes :

Le développement durable est « Une politique et une stratégie visant à assurer la continuité dans le temps du développement économique et social, dans le respect de l'environnement et sans compromettre les ressources naturelles indispensables à l'activité humaine<sup>6</sup>

**BREEAM** (la méthode d'évaluation de la performance environnementale des bâtiments développée par le BRE) est le référentiel le plus ancien et le plus utilisé à travers le monde. BREEAM est le standard de référence en termes de construction durable et est devenu la méthode d'évaluation utilisée de facto pour décrire la performance environnementale d'un bâtiment.<sup>7</sup>



### **Passivhaus**

Est un label allemand de performance énergétique dans les bâtiments. Il est devenu obligatoire pour les nouvelles constructions dans certains cantons d'Allemagne. Le Passivhaus est un concept global de construction de bâtiment à très faible consommation d'énergie. Le but de ce concept est de créer des logements qui permettent de se passer de chauffage conventionnel. En français, cela signifie maison passive, c'est à dire une maison ne se chauffant pas par un moyen nécessitant des éléments consommant de l'énergie. Les bâtiments labélisés Passivhaus permettent de réaliser des économies d'énergie allant jusqu'à 90% par rapport à un bâtiment classique. Des économies d'énergie considérables ont été mises en évidence dans les climats chauds, où les bâtiments classiques exigent un refroidissement actif. Les maisons Passivhaus font un usage efficace du soleil, des sources de chaleurs internes et de la récupération de chaleur, ce qui rend les systèmes de chauffage conventionnels inutiles.<sup>8</sup>



<sup>5</sup> Livre les 100 mots de la construction durable 2<sup>ème</sup> Édition

<sup>6</sup> le rapport Brundtland

<sup>7</sup> Site internet : <http://www.vedura.fr/guide/ecolabel/breem>

<sup>8</sup> Site internet : <http://www.projetvert.fr/labels-energetique/label-passivhaus/>

### **Le label Suisse Minergie**

Créé en 1996, le label suisse MINERGIE peut se prévaloir de 13 ans d'expérience et d'avoir été délivré à plus de 12 500 bâtiments neufs ou rénovés, principalement en Suisse mais aussi en France, en Italie, au Luxembourg et en Allemagne<sup>9</sup>



### **Construction durable :**

Cette notion est utilisée pour toute construction qui, tout en assurant confort et santé des occupants, limite au mieux les impacts sur l'environnement, en cherchant à s'intégrer le plus respectueusement possible dans un milieu et en utilisant le plus possible les ressources naturelles et locales.<sup>10</sup>

### **La démarche HQE :**

Démarche HQE a été mise en place par l'Association HQE dans le but de favoriser les constructions saines et confortables, tant dans le public que dans le privé, maîtrisant leur impact sur leur environnement extérieur, dans une perspective de Développement Durable. Elle vise à concilier et à optimiser, pour chaque projet de construction ou de réhabilitation :

- ✓ le respect des exigences des textes réglementaires,
- ✓ la prise en compte des préoccupations environnementales et sanitaires retenues par le Maître d'ouvrage.

La Démarche HQE s'appuie :

- ✓ d'une part sur un système de management environnemental de l'opération, établi et conduit sous la responsabilité du maître d'ouvrage,
- ✓ d'autre part, sur les exigences environnementales définies à l'origine du projet selon son contexte et les priorités du maître d'ouvrage.
- ✓ La Démarche HQE® vise à améliorer la Qualité Environnementale des Bâtiments (QEB) sur l'ensemble de leur cycle de vie. Elle concerne la durée de vie des bâtiments depuis leur programmation jusqu'à leur démolition.<sup>11</sup>

### **Négawatt**

Association à but non-lucratif créée en 2001, négaWatt est dirigée par un collège de membres actifs, qui rassemble une vingtaine d'experts impliqués dans des activités professionnelles liées à l'énergie. Tous s'expriment et s'engagent à titre personnel au sein de l'association.



<sup>9</sup> Site internet : <http://www.minergie.fr/>

<sup>10</sup> Livre les 100 mots de la construction durable 2<sup>ème</sup> Edition

<sup>11</sup> Site internet : <http://www.sballiance.org/fr>

Démarche négaWatt s'appuyant sur trois leviers :

- ✓ Plus de sobriété énergétique
- ✓ Une meilleure efficacité énergétique
- ✓ Un recours plus important aux énergies renouvelables<sup>12</sup>.

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

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) est un système d'évaluation reconnu comme la marque internationale d'excellence pour les bâtiments durables dans plus de 132 pays. Depuis 2002, le Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCa) et LEED Canada ont contribué à redéfinir les bâtiments et les communautés durables au pays.



Le système LEED fonctionne bien parce qu'il reconnaît que la durabilité doit être au cœur de tous les bâtiments – dans leur conception, leur construction et leur exploitation. Au cours des 11 dernières années, le CBDCa a accordé une certification LEED à plus de 1 000 bâtiments au Canada et en a inscrit plus de 4 000 à la certification, se classant au deuxième rang mondial à cet égard<sup>13</sup>

### **Effinergie :**

Collectif Effinergie est une association française créée en 2006, qui a pour objectif de promouvoir les constructions et rénovations de bâtiments à basse consommation d'énergie. <sup>14</sup>



### **BEPOS : Bâtiment à énergie positive :**

Un bâtiment à énergie positive (BEPOS) est un bâtiment dont le bilan énergétique global est positif, c'est-à-dire qu'il produit plus d'énergie (thermique ou électrique) qu'il n'en consomme.

Cette différence de consommation est généralement calculée sur une période d'un an. Le calcul se fait sans tenir compte de l'énergie grise, énergie nécessaire pour réaliser le bâtiment et ses constituants.<sup>15</sup>

<sup>12</sup> Site internet : <https://negawatt.org/L-Association-negaWatt>

<sup>13</sup> Le Conseil du bâtiment durable du Canada

<sup>14</sup> Site internet : <http://www.effinergie.org>

<sup>15</sup> Site internet : <https://www.connaissancedesenergies.org/>

### **I-1-3 Principes De Base De L'architecture Bioclimatique**

S'inscrivant dans une démarche de développement durable, l'architecture bioclimatique se base sur les principes suivants :

**- la protection de la chaleur :**

L'objectif est de gérer l'énergie fournie par le soleil ou par les activités intérieures au Bâtiment. Dans les pays tempérés, les hivers sont froids. Souvent, les chauffages traditionnels sont coûteux, polluant ou nocifs pour l'environnement.

L'architecture bioclimatique cherche donc à capter la chaleur naturelle du soleil et privilégier les apports thermiques naturels :

- Ouvertures et vitrages sur les façades exposées au soleil
- Stockage de la chaleur dans la maçonnerie lourde.
- Installations solaires pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

**- Minimiser les pertes énergétiques en se basant sur :**

- Compacité du volume.
  - Isolation performante pour conserver la chaleur.
  - Réduction des ouvrants et surfaces vitrées sur les façades exposées au froid ou aux intempéries.
- Cependant, l'architecture bioclimatique va également proposer des solutions pour éviter que les constructions durant les périodes estivales ou dans les régions chaudes du globe ne se transforment en fours solaires et permettre que celle-ci reste confortable toute l'année.

Par exemple en Algérie, l'objectif est de réduire l'apport solaire, d'augmenter la circulation de l'air et de rafraîchir le bâtiment naturellement. Le bâtiment devra donc être orienté suivant un axe perpendiculaire au vent dominant. La ventilation pourra alors être maximale grâce à un positionnement judicieux des portes et des fenêtres propices aux courants d'air. Des plafonds élevés faciliteront la circulation de l'air, et les balcons ou des auvents en surplomb créeront davantage d'ombre.

**- La transformation et la diffusion de la chaleur :**

La lumière captée doit être transformée en chaleur, puis diffusée dans tous les endroits du bâtiment. Cette phase doit être faite en tenant compte de l'équilibre thermique, de la qualité lumineuse et de la ventilation et de la conductivité thermique des parois. De bonnes méthodes de ventilation sont utilisées pour assurer la diffusion de la chaleur ou de la fraîcheur.

**- Le stockage de la chaleur ou de la fraîcheur selon les besoins :**

Lors de la conception d'un bâtiment, il est essentiel de trouver un équilibre pour conserver et optimiser l'énergie qu'on reçoit l'hiver, tandis que pendant l'été, il faut évacuer l'excédent de chaleur.

**- Privilégier les apports de lumière naturelle**

L'architecture bioclimatique a pour but de créer une ambiance lumineuse agréable pour permettre le bon déroulement des activités et de valoriser le confort visuel tout en réduisant le recours à l'éclairage artificiel et à la dépense d'énergie en procédant de la sorte :

- Intégration d'éléments transparents bien positionnés.
- Choix des couleurs.<sup>16</sup>

---

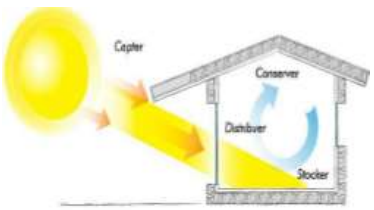
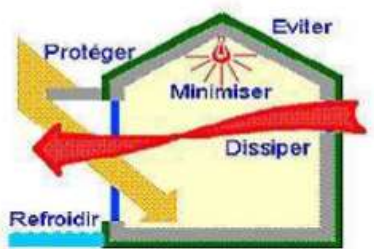
<sup>16</sup> NADJI Mohamed Amine. Réalisation d'un éco-quartier. Mémoire de Magister, université d'Oran 2015

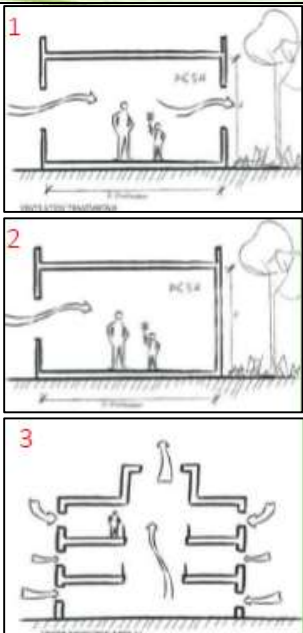
**Synthèse**

Architecture écologique, architecture bioclimatique, architecture durable, haute qualité environnementale : toutes ces appellations répondent à la même préoccupation : Concevoir une architecture plus respectueuse de l'environnement. Mais chacune relève d'une période, parfois d'un pays donné et répond souvent à des logiques différentes. Certaines s'intéressent surtout à la technologie et à la gestion, d'autres privilégient la santé de l'homme, d'autres encore placent le respect de la nature au centre de leurs préoccupations.

- D'après notre recherche sur l'architecture durable (pour aider sur le développement de notre musée durable) on a conclu quelque technique pour assurer le confort des usagers de notre projet :

**1-Le confort thermique :**

Les Stratégies		Photo Explicatifs
<p><b>A. Stratégie du chaud (confort d'hiver) :</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Capturer : Le captage est assuré par les surfaces vitrées</li> <li>➤ Stocker : Dépend de l'inertie thermique des matériaux exposés au rayonnement solaire.</li> <li>➤ Conserver : Ce fait par l'isolation des parois pour accumuler la chaleur dans l'air.</li> <li>➤ Distribuer : Assurer par la convection et le rayonnement pour rétablir la chaleur emmagasinée.</li> </ul>	 <p><b>Figure I.2 :</b> stratégie du chaud <b>Source :</b> Traité d'architecture et d'urbanisme</p>
<p><b>B. Stratégie du froid (confort d'été) :</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Protéger : Éviter la pénétration directe des rayonnements solaire par l'installation de diverses techniques d'ombrage</li> <li>➤ Eviter : Se contourner du transfert de la chaleur vers l'intérieur des matériaux par l'isolation des parois.</li> <li>➤ Dissiper : Ventiler la chaleur emmagasinée à l'intérieur du bâtiment.</li> <li>➤ Rafraichir : Par l'utilisation des plans d'eau pour rafraîchissement de l'air entrent.</li> <li>➤ Minimiser : Minimiser les gains internes pouvant causer des surchauffes notamment en été.</li> </ul>	 <p><b>Figure I.3 :</b> stratégie du froid <b>Source :</b> Traité d'architecture et d'urbanisme</p>

<p><b>C. Stratégie de la ventilation naturelle :</b></p>	<p>➤ La ventilation a trois fonctions essentielles :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Le renouvellement de l'air.</li><li>- Réglage de la température.</li><li>- Réglage de l'humidité.</li></ul> <p>➤ On distingue trois grands types de système de ventilation naturelle :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ventilation traversant.</li><li>2. Ventilation par simple exposition.</li><li>3. Ventilation par tirage thermique.</li></ol>	 <p><b>Figure I.3 :</b> stratégie de la ventilation</p> <p><b>Source :</b> Traité d'architecture et d'urbanisme</p>
--	---	---

Après cette recherche on a essayé d'appliquer le maximum d'idées.

## **I-2 Le Thème (La Culture)**

Laghouat comme toutes les villes algériennes souffre d'un déficit en matière d'équipements culturels. Et par rapport à la place qu'elle occupe Laghouat entre les villes par sa richesse en patrimoine culturel matériel et immatériel, témoignage d'une histoire architecturale et artistique marqué par l'empreinte de différentes civilisations qui ont donné à la ville de Laghouat l'identité d'une ville d'art et d'histoire.

Et aussi par ses poètes, sa littérature, son théâtre, la calligraphie arabe et arabesques décoratives, et l'image qu'elle a donné annuellement des festivités qui ont un cachet touristique indéniable, Ces festivités ont un caractère traditionnel : courses hippiques, fantasias ...etc. il est impératif de créer une structure de valorisation de culture pour la sauvegarder et l'évoluer.

### **I-2-1 Motivation Du Choix Du Thème**

- D'après notre analyse sur la ville de Laghouat on a remarqué d'une part que la ville est riche culturellement d'autre part il y a un manque d'équipements culturelles.
- Donc pour assurer la valorisation de cet héritage culturel on s'est orienté vers le thème culture.

### **I-2-2 Définition de la culture**

#### **A- selon l'UNESCO**

«La culture, dans son sens le plus large, est considérée comme l'ensemble des traits distinctifs, spirituels et matériels, intellectuels et affectifs, qui caractérisent une société ou un groupe social. Elle englobe, outre les arts et les lettres, les modes de vie, les droits fondamentaux de l'être humain, les systèmes de valeurs, les traditions et les croyances.»<sup>17</sup>

#### **B- selon LAROUSSE**

La culture est l'ensemble des connaissances acquises.

C'est l'ensemble des structures sociales, religieuses, de manifestations intellectuelles et artistiques qui caractérisent une société donnée. <sup>18</sup>

### **I-2-4 Définition de la science**

1- Ensemble de connaissance ou des objectifs sur la nature, sur la société, sur l'homme sa pensée et ses réalisations.

2-ensemble bien organisé de connaissances relatives à certaines catégories de faits ou de phénomènes.

3- l'ensemble des connaissances humaines qui obéissent à des lois, découlent de la recherche et sont vérifiables par l'expérience.

4- Ensemble des travaux des sciences ; connaissance exacte, universelle et vérifiable exprimée par des lois.

5- Ensemble de connaissances, d'études d'une valeur universelle, caractérisées par un objet (domaine) et une méthode déterminés, et fondées sur des relations objectives vérifiables.<sup>19</sup>

---

<sup>17</sup> <https://www.bak.admin.ch/bak/fr/home/themes/definition-de-la-culture-par-l-unesco.html>

<sup>18</sup> Dictionnaire la rousse : <http://www.larousse.fr>

<sup>19</sup> Dictionnaire la rousse : <http://www.larousse.fr>

### **I-2-5 Définition de la technologie**

« La technologie est l'application de la connaissance aux buts de la vie humaine, ou de changer et manipuler l'environnement de l'homme. » Le mot technologie est employé pour dénoter les sens suivants :

- L'utilisation des outils et matériels issus de l'application de la technologie.
- L'application du savoir pour créer les outils et pour faciliter la vie
- Les techniques, les méthodes, les procédures et les compétences utilisées pour augmenter la productivité, rendre les systèmes d'organisation plus efficaces et la vie plus aisée.
- La manipulation des sources de l'énergie pour rendre la vie plus aisée.<sup>20</sup>

### **I-2-6 la culture à travers le monde**

Chaque pays conçoit sa culture en conformité avec les caractères nationaux qui lui sont propres. Mais il apparaît que la définition de la culture est directement liée à l'idéologie ou à la croyance dominante de la nation concernée. De ce fait, la culture se construit selon :

- les caractéristiques.
- les besoins.
- les aspirations de la société.
- le converge.
- la cohésion nationale.
- l'affirmation de la nation.<sup>21</sup>

### **I-2-7 la culture algérienne**

L'Algérie a connu un nombre assez important des civilisations qui se sont succédé sur cette terre depuis la préhistoire jusqu'au début de XIXe siècle.

En commençant par les berbères passant par les numidiens, les romains et les vandales et arrivant à la civilisation arabo-islamique et après la colonisation française.

Ce qui a légué à l'Algérie un héritage culturel digne de considération et par lequel elle a pu construire une culture riche et propre à elle.

Après l'indépendance, l'Algérie a lancé des politiques au but de rechercher et de revaloriser l'identité culturelle de l'Algérie surtout selon l'arabo-islamique et la transmission d'une image claire et précise sur la culture algérienne au reste du monde, par l'organisation des congrès, séminaires et festivals tant sur le territoire national que dans les autres pays : L'année de l'Algérie en France, Alger capitale de la culture arabe, Tlemcen capitale de la culture islamique ...etc.

---

<sup>20</sup> <http://lewebpedagogique.com/aoudedutic/files/2010/10/Définition-de-la-technologie.pdf>

<sup>21</sup> Mémoire de fin d'études : ZIDI Abdullah et NEDJAR Abdelhak, centre culturel, 2011-2012

### I-2-8 les équipements culturelles

#### I-2-8-1 Définition

**Selon Claude Mouillard :**

« un équipement culturel est une institution, également à but non lucratif, qui met en relation les œuvres de création et le public, afin de favoriser la conservation de patrimoine, la création et la formation artistiques et plus généralement, la diffusion des œuvres de l'art et de l'esprit, dans un bâtiment ou un ensemble de bâtiments spécialement adaptés à ces missions »<sup>22</sup>

#### I-2-8-2 Les utilisateurs Des Équipements Culturels

- ❖ Créateurs : artistes, écrivain poètes.
- ❖ Médiateurs : journalistes intellectuels, critiques.
- ❖ Public : public professionnel, public amateur, usagers.
- ❖ Décideurs : pouvoirs publics, entreprises culturels, producteurs.

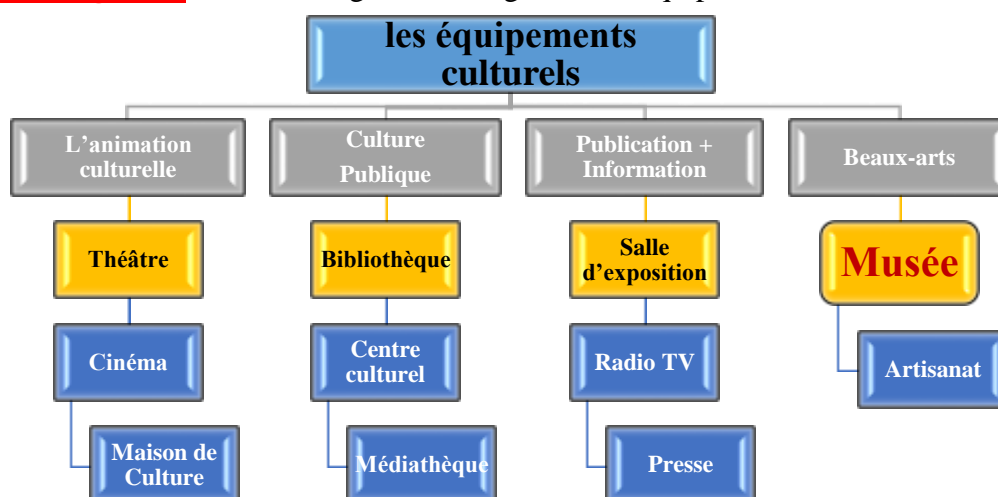
I-2-8-3 Les Rôles Des Équipements Culturels : Les équipements culturels ont pour mission de contribuer au développement d'une culture vivante et populaire et les buts visés par la construction de ces équipements sont multiples et qu'on peut résumer comme suit :

- ❖ Offrir à tout le monde la possibilité de se cultiver et pratiquer l'activité désirée.
- ❖ Encourager l'échange d'idée, d'expérience, augmenter le contact entre individus.
- ❖ L'évolution du niveau d'instruction et de connaissance.
- ❖ L'affirmation d'identité culturelle algérienne et favoriser le développement sous toutes ses formes.

#### I-2-8-4 Classification des équipements culturels

Les équipements culturels diffèrent selon la nature du projet et son utilité, ils sont classés chaque commune selon son programme et ses besoins, aussi sur le plan national et international, Nous avons restreint ces types ou classements en ce qui suit :

A- par catégories : nous distinguant 4 catégories des équipements culturels



**Figure I.5 :** classification des équipements culturels par les catégories, élaborées parmi des définitions,

**Source :** Auteur

<sup>22</sup> <https://www.societe.com/societe/sarl-claude-mouillard-379742679.html>

### **B- Autre classification :**

- **La taille :** on retient les critères du budget, de la fréquentation et des surfaces.
- **La notoriété :** on distingue les équipements culturels en fonction de leurs notoriétés, en s'appuyant sur les critères suivants :
  - la qualité des artistes reçus (des artistes de dimension internationale).
  - les retombées médiatiques.
  - la part de public international
- **La fonction :** on reprend ici les fonctions de conservation, de diffusion, de création de formation, et on opère ce classement en mettant l'accent sur le rôle prioritaire des différents types d'équipements.<sup>23</sup>

### **I-2-9 les musées :**

#### **I-2-9-1 Motivation du choix de projet**

Le Musée est un véhicule de la culture dans une société .il constitue donc un bon moyen qui favorise la diffusion et vulgarisation de la science, la technologie, l'art et l'innovation.

- ❖ On a remarqué qu'il ya un manque de musée dans la ville de Laghouat,

Sachant que La ville de Laghouat a un pôle universitaire connu digne d'une ville universitaire dotée d'une faculté des sciences et d'une faculté de technologie regroupant plus de 15 départements dans divers sciences et une faculté en médecine tandis que la wilaya souffre du manque d'espaces d'expositions et de publicité.

Donc pour compléter ce développement et ouvrir des nouveaux horizons pour les étudiants et tous les tranches d'âges et pour diffuser la science et la technologie dans notre ville,

- ❖ **On a voulu proposer la réalisation d'un musée de science et technologie pour générer une certaine attention et l'intérêt du grand public.**

#### **I-2-9-2 Définition de musée selon ICOM**

Un musée est une institution permanente sans but lucratif au service de la société et de son développement ouverte au public, qui acquiert, conserve, étudie, expose et transmet le patrimoine matériel et immatériel de l'humanité et de son environnement à des fins d'études, d'éducation et de délectation. <sup>24</sup>



#### **I-2-9-3 Définition de musée selon LAROUSSE**

Lieu, édifice où sont réunies, en vue de leur conservation et de leur présentation au public, des collections d'œuvres d'art, de biens culturels, scientifiques ou techniques. En apposition, avec ou sans trait d'union à un nom de lieu, indique que ce lieu est remarquable par l'abondance de monuments, de vestiges anciens <sup>25</sup>

<sup>23</sup> page Facebook Université de batna -architecture

<sup>24</sup> ICOM (Conseil international des musées)

<sup>25</sup> Dictionnaire la rousse : <http://www.larousse>.

#### **I-2-9-4 Définition de musée selon le Petit Robert**

Un musée est un lieu dans lequel sont rassemblées et classées des collections d'objets présentant un intérêt historique, technique, scientifique et artistique en vue de leur conservation et de leur présentation au public <sup>26</sup>

#### **I-2-9-5 Définition de Musée des Sciences et technologie**

- C'est un centre d'exposition à caractère scientifique et technologique.
- C'est un lieu de savoir ; d'éducation et de formation.
- C'est un lieu d'information et de communication.
- C'est un lieu de rencontre, d'écoute et d'échange des savoirs.
- C'est un lieu de diffusion et d'animation.
- C'est un lieu qui regroupe les spécialistes, les universitaires, les ingénieurs, les amateurs et le grand public, pour les rapprocher et pour créer un échange de connaissances et du savoir.

#### **I-2-9-6 Historiques Des Musées**

Les 1<sup>ers</sup> musées, ont été des établissements religieux, à l'époque les hommes de pouvoirs et de culte, réunissaient des trésors déposés dans les temples en -guise de reconnaissance et de témoignage envers les dieux.

Lorsque ces derniers furent morts, les temples deviennent des musées.

- Au 14<sup>ème</sup> siècle, cette passion de la collection des œuvres d'arts fut à la renaissance, par la découverte de l'art antique dans le sol de l'Italie, ce n'est qu'à partir de 1902 que les musées européens renoncèrent à cette image de chefs-d'œuvre, car voilà 100 ans que les musées sont ouverts au grand public.<sup>27</sup>

#### **I-2-9-7 Le Rôle des musées**

Les musées actuels cherchent à remplir deux rôles contradictoires : un rôle didactique et un rôle de préservation, La fonction didactique est d'exposer les pièces les plus représentatives des différents courants artistiques, de montrer les relations entre ces courants, et d'éclairer le visiteur avec une ample documentation. Le rôle de préservation, qui donne au musée une dimension sacramentelle, met au contraire en avant la nécessité de préserver les œuvres pour les générations futures, et de les présenter telles qu'en elles-mêmes, pour inciter le visiteur à ne pas les appréhender comme le produit d'une époque, mais à les considérer du point de vue de la pure esthétique.

Le premier rôle implique de faire des expositions larges, abondamment documentées, et de toujours montrer les pièces les plus importantes et les plus célèbres. La nécessité de préservation incite au contraire à garder le plus possible en réserve les pièces les plus importantes pour les réserver au travail du spécialiste, et à exposer les pièces les moins connues pour permettre au visiteur de s'abstraire de ses idées préconçues sur le type d'œuvre considérées.

Le musée se voit attribuer plusieurs fonctions essentielles : collecter, conserver et exposer. Etudier et enrichir leurs collections.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> Dictionnaire le Petit Robert : <http://www.le-dictionnaire.com>

<sup>27</sup> [www.museebal.fr/sites/default/files/img/PDF02/Role-et-fonctions-des-musees.pdf](http://www.museebal.fr/sites/default/files/img/PDF02/Role-et-fonctions-des-musees.pdf)

<sup>28</sup> [www.museebal.fr/sites/default/files/img/PDF02/Role-et-fonctions-des-musees.pdf](http://www.museebal.fr/sites/default/files/img/PDF02/Role-et-fonctions-des-musees.pdf)

### **I-2-9-8 Les types des musées**

- **Artistique** : ensemble d'œuvres d'art, tableaux, sculptures... choisies pour leurs intérêts stylistique, artistique, ou encore montrant les différentes phases de la carrière d'un artiste (musée Picasso par exemple).
- **Historique** : Eléments réunis autour d'un thème historique représentatif d'une époque (le XIXe par exemple avec musée d'Orsay) ou de la vie d'un homme célèbre (musée Victor Hugo) ou d'un événement (musée de la première guerre mondiale)...
- **Culturel** : Objets dont la réunion permet de mettre en avant les particularités d'un pays, d'une région, d'une époque (musée du costume, des arts et métiers, musée d'Afrique et d'Océanie, musée du monde arabe...)
- **Universelle ou Général** : musée regroupant plusieurs départements, qui ont chacun un thème différents (musée du Louvre, musée de l'Evêché ...)
- **Les musées spécialisés**

### **Synthèse**

Laghouat est une ville riche dans le domaine culturel, artistique et scientifique tandis qu'elle souffre du manque d'infrastructures convenables à la conservation et la valorisation de ces potentialités.

Donc on a voulu proposé la réalisation d'un musée (Culturel) des sciences et technologies durable à la ville de Laghouat pour générer une certaine attention et l'intérêt du grand public.

**I-3 Analyse Des Exemples**

**I-3-1 Les critères de choix des exemples**

Pour mieux comprendre les diverses fonctions d'un musée de science et technologie et assimiler le programmes du notre projet et la logique d'un projet durable on a essayé de faire l'analyse des exemples, pour montrer les particularités architecturale de notre projet à travers quelques critères :

L'exemple	Le développement durable	Le climat
musée d'Académie des sciences de Californie	- On peut inspirer les techniques bioclimatiques et écologiques utilisé.	climat tempéré
Musée d'histoire naturelle de Shanghai	- On peut inspirer les aspects formels de projet et les idées passives -les systèmes structuraux - Des aspects architecturaux harmonieux	subtropical humide
Muse musée de science	- Des aspects architecturaux harmonieux - On peut inspirer les techniques bioclimatiques et les solutions passives.	

**TABLEAU I.1 :** Les critères de choix des exemples **Source :** Auteur

Le choix a été porté sur 03 exemples, les plus représentatifs.

### *I-3-2 musée d'Académie des sciences de Californie*

#### *I-3-2-1 Fiche technique du projet :*

- **Nom du projet :** musée d'Académie des sciences de Californie.
- **Architecte :** Renzo Piano
- **Lieu :** San Francisco, CA 94118, états-unis
- **surface :** 9 870 m<sup>2</sup>
- **Climat :** Le climat méditerranéen est un type de climat tempéré (ou « tempéré chaud » ou « subtropical de façade ouest », selon les considérations), qui se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides.
- **Date d'achèvement :** 2008
- **cordonnées :** 37° 46' 11" N, 122° 28' 0" O



**Figure I.6 :** l'Académie des sciences de Californie **Source :** <https://www.gralon.net>

#### *I-3-2-2 La définition de projet*

Une des dernières créations de l'architecte Renzo Piano, L'Académie des sciences de Californie, est l'un des plus grands écomusées du monde, Sa situation est parfaite pour un écomusée "vert" au milieu du Parc du Golden Gâte.

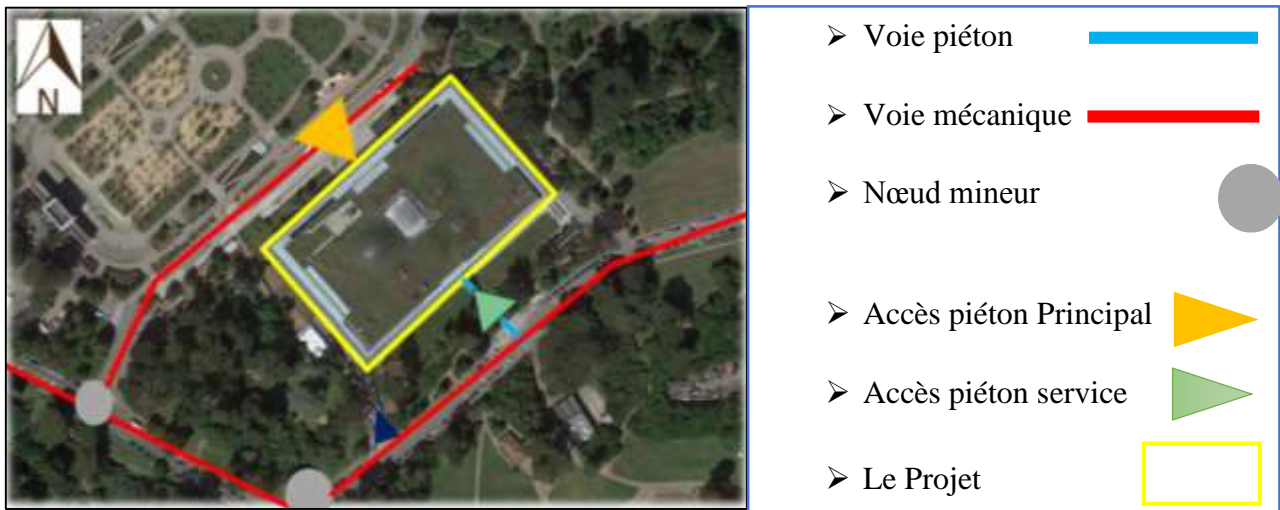
#### *I-3-2-3 la Situation :*

- Situé dans l'un des poumons verts de San Francisco, le Golden Gate Park, Californie, États-Unis.



**Figure I.7:** Vue aérienne sur l'Académie des sciences de Californie **Source :** Google Earth

**I-3-2-4 Accessibilité**



**Figure I.8 :** plan de masse de l'Académie des sciences de Californie **Source :** Google Earth

**I-3-2-5 La Volumétrie**

L'ensemble du complexe est composé d'un monobloc sous forme d'un carré comme un morceau du parc qui a été coupée et a levé 10 m au-dessus du sol. Le toit est plat à son périmètre, comme un paysage naturel, devient de plus en plus vallonné comme il se déplace loin du bord pour former une série de dômes de différentes tailles hausse à partir du plan du toit. Les deux dômes principaux couvrent les planétariums et de pluie expositions forestières. Les dômes sont tachetés avec un motif de puits de lumière automatisés pour ouvrir et fermer la ventilation.



**Figure I.9 :** vue aérienne sur l'Académie des sciences de Californie **Source :** <http://www.architectfuture.com>

**I-3-2-6 Les façades**

**A- La façade principale**



**Figure I.10:** la façade principale d'Académie des sciences de Californie **Source :** <http://www.architectfuture.com>

- L'entrée principale apparente et remarquable avec quelques marches.
- toiture vitrée avec des Panneaux photovoltaïque intégré, Et joue le rôle d'un brise de soleil. L'utilisation des couleurs claire on se pose que pour des raisons climatiques.

**B- La façade postérieure**



**Figure I.11 :** la façade postérieure d'Académie des sciences de Californie **Source :** <http://www.architectfuture.com>

- les façades en verre, ce qui permet un éclairage naturel.
- La verrière a été traitée pour contenir une très faible teneur en fer.
- Cette caractéristique améliore la clarté et élimine la teinte verte habituellement constatée.
- L'entrée secondaire avec une passerelle.

**C- Les façades latérales**



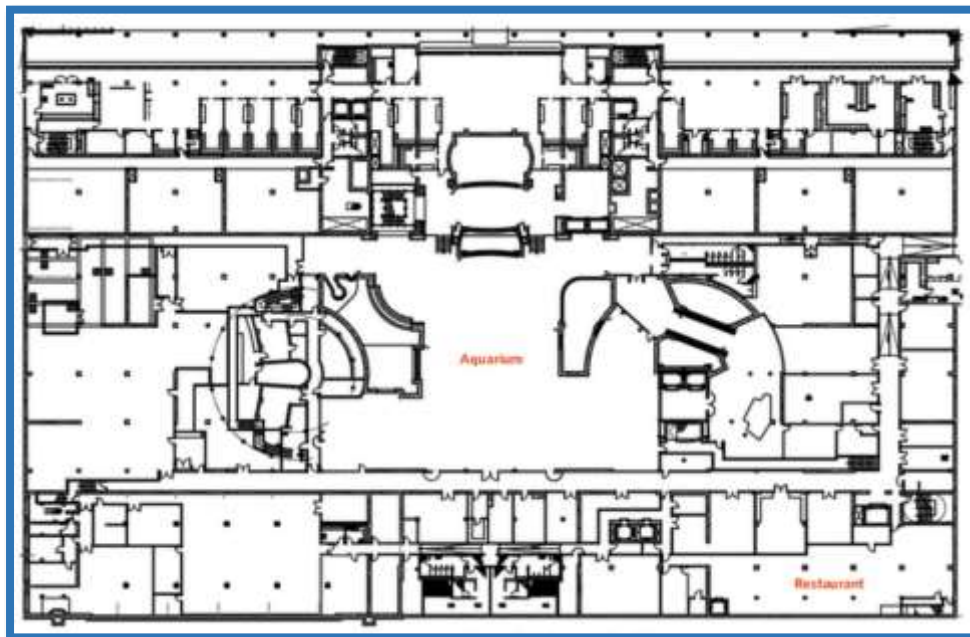
**Figure I.12 :** Académie des sciences de Californie **Source :** <http://www.architectfuture.com>

- Les façades latérales en verre pour l'éclairage naturel
- Avec des entrées secondaires remarquable et apparente
- Avec l'apparence des dômes pour des raisons climatique

**I-3-2-7 Étude intérieur**

Le musée se compose de zones très uniques comme un aquarium, un planétarium et un livre vert à l'intérieur, outre les salles d'exposition différents, contrairement galeries traditionnelles ont été conçus pour beaucoup de lumière naturelle.

**A- sous-sol :** se trouve le grand aquarium : haut de plus de 7 mètres



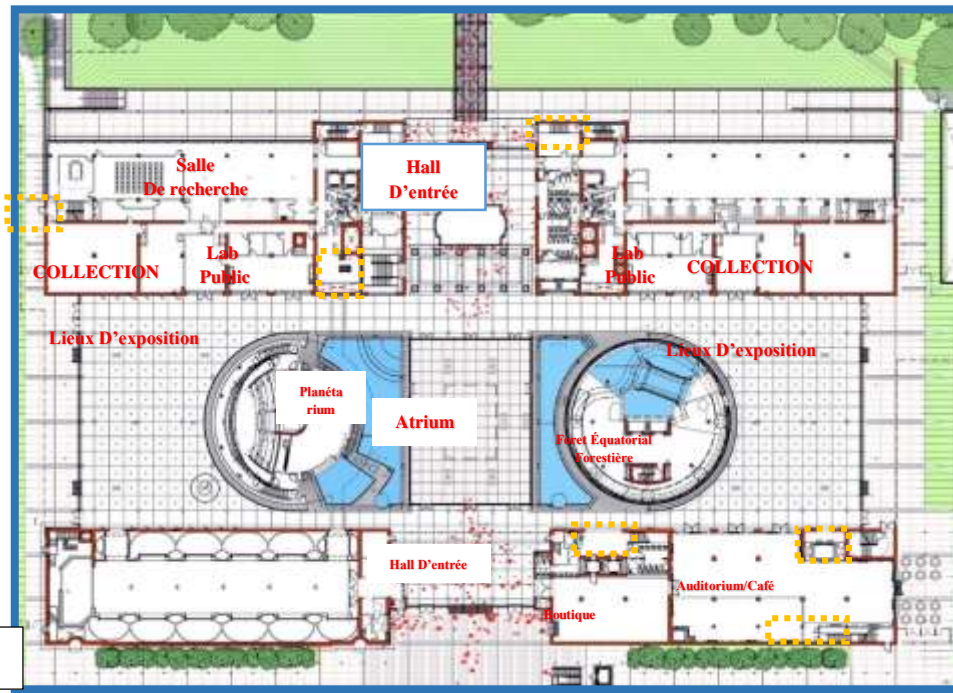
**Figure I.13 :** Plan Sous-Sol D'Académie des sciences de Californie **Source :** <https://www.archdaily.com>

## Chapitre I : Recherche thématique

**Agarium** : Parmi les caractéristiques les plus importantes de l'immeuble comprennent un grand réservoir d'eau, qui abritera les requins du musée et autres créatures des profondeurs. Un ascenseur permettra à la promenade publique à travers et au-dessous de ces grands réservoirs.

### **B- Rez-de-chaussée :**

Les pièces du rez-de-chaussée proposent aux visiteurs un diorama sur les milieux naturels africains et une serre présentant la forêt équatoriale. Des lieux d'exposition sur les séismes et sur la protection de l'environnement, un café et une boutique occupent le reste de ce niveau.



**Figure I.14 :** Plan RDC D'Académie des sciences de Californie **Source :**



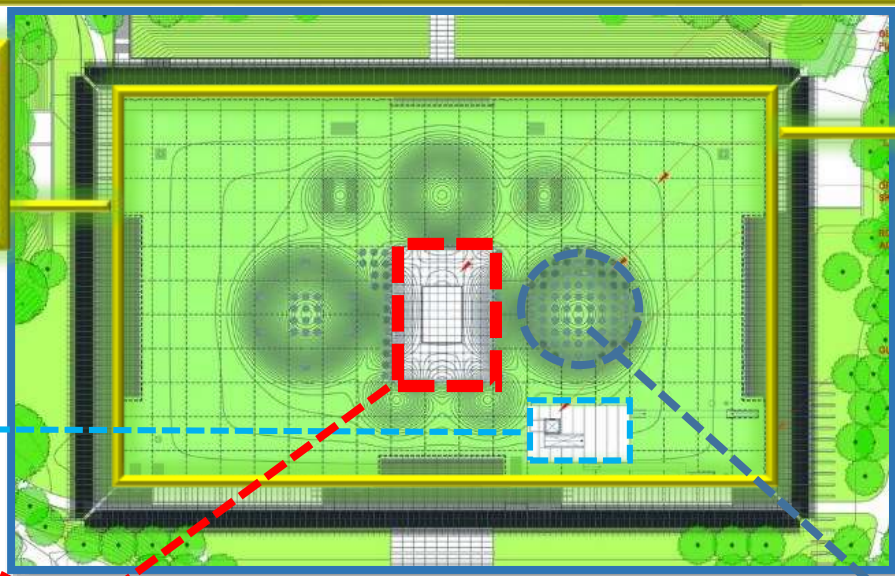
**Figure I.15 :** Vue En 3D sur l'Académie des sciences de Californie **Source :** <https://www.archdaily.com>

**C- Le toit**

Le toit est plat à son périmètre et comme un paysage naturel, devient de plus en plus ondulant comme il s'éloigne du bord pour former une série de dômes de diverses tailles montant du plan de toit.

Les deux dômes principaux couvrent les expositions du planétarium et de la forêt tropicale. Les dômes sont parsemés d'un modèle de puits de lumière automatisé pour ouvrir et fermer pour la ventilation. La toiture est accessible pour les visiteurs.

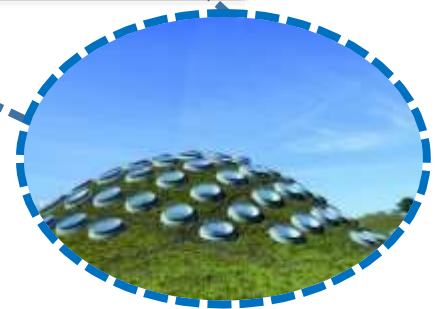
- Le toit en acier / verre, qui mesure environ 4 800 m<sup>2</sup>, est équipé d'un système photovoltaïque intégré.
- Les six pouces de substrat de sol sur le toit agir comme isolation naturelle, et chaque année permettra de garder environ 3,6 millions de gallons d'eau de pluie de devenir des eaux pluviales



L'accès des visiteurs vers Terrasse sur le toit

Dôme pour ventilation avec des puits puits de lumière

Atrium



**Figure I.16 :** Toiture D'Académie des sciences de Californie **Source :** élaborée par l'auteur

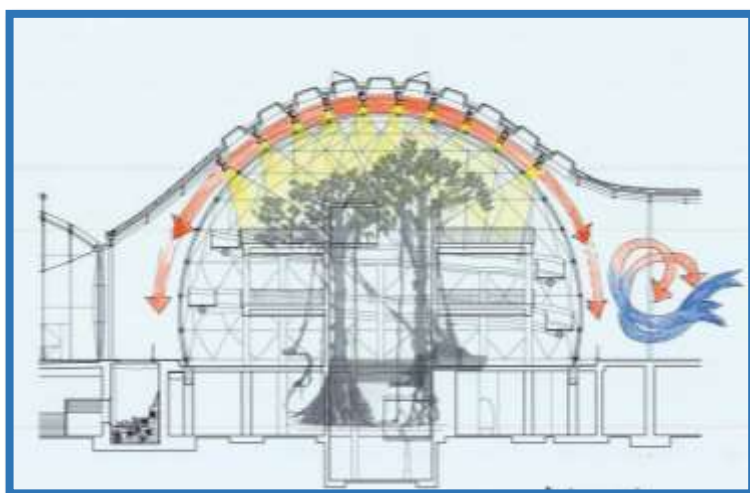


**Figure I.17** : Toiture D'Académie des sciences de Californie **Source** <https://www.archdaily.com>

Les cellules photovoltaïques sont contenues entre les deux panneaux de verre qui forment la verrière transparente autour du périmètre du toit vert, Ils fournissent plus de 5% de l'électricité nécessaire au musée. Il a également 60.000 cellules photovoltaïques pour produire de l'énergie et des panneaux solaires pour produire l'eau chaude. Les propriétés d'isolation thermique réduire l'utilisation de la climatisation.

### **I-3-2-8 Les techniques**

- Les pentes escarpées du toit agissent également comme un système de ventilation naturelle, canalisation de l'air frais dans la place en plein air sur les jours ensoleillés. Les puits de lumière fonctionnent comme des sources lumineuses ambiantes et un système de refroidissement.
- La hausse de la toiture provoque un stockage de chaleur dans les zones plus élevées, la chaleur qui peut alors être expulsé par les ouvertures (ouvrant automatiquement) appropriées dans les mois d'été.



**Figure I.18** : coupe schématisée sur le dôme D'Académie des sciences de Californie **Source** : <https://www.archdaily.com>

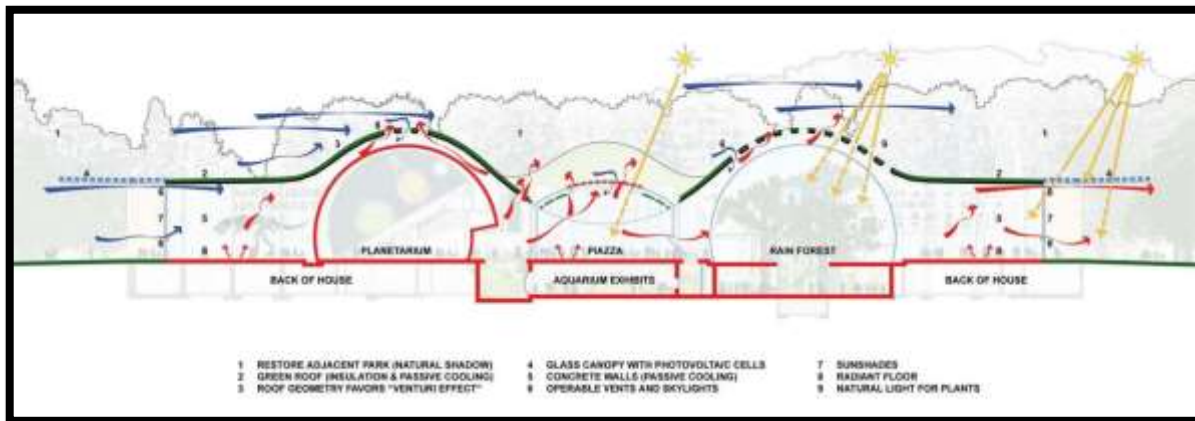


Figure I.19 : coupe schématisée sur l'Académie des sciences de Californie Source : <https://www.archdaily.com>

Les puits de lumière fournissant la lumière naturelle à la forêt tropicale et à l'aquarium, sont conçus pour ouvrir et fermer automatiquement. Comme l'air chaud monte toute la journée, les puits de lumière s'ouvrent pour permettre l'échappement d'air chaud du haut de l'Académie tandis que les persiennes au-dessous aspirent l'air frais aux étages inférieurs sans avoir besoin d'énormes ventilateurs ou de liquides de refroidissement chimiques.



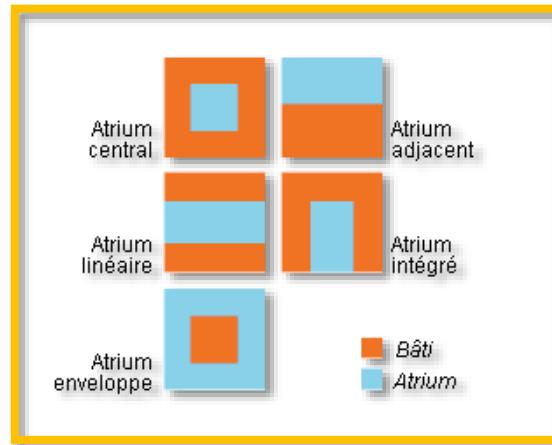
Figure I.20 : Atrium D'Académie des sciences de Californie Source : <https://www.archdaily.com>

Le toit vert qui a pour fonction d'isoler thermiquement l'intérieur, et la mésange permis verts récupération des eaux pluviales et de sauver environ 13 millions de litres par année. Parlant de l'eau, celle requise pour l'aquarium, minimisant ainsi l'utilisation de l'eau potable.

- pour la construction du musée, ont été employées 120 tonnes de matériel résultant de la démolition de l'ancienne Académie, que le 100% des 'acier est utilisé Recyclé
- En ce qui concerne l'isolation thermique, il est prévu que le 85% de déchets industriels, y compris Blue jeans recyclés et le coton.
- Tous les choix ont été faits dans un durable, comme l'a dit la même Renzo Piano lors de la cérémonie d'ouverture, à donner à les générations futures un outil avec lequel pour donner Terre toute l'aide dont il a besoin.

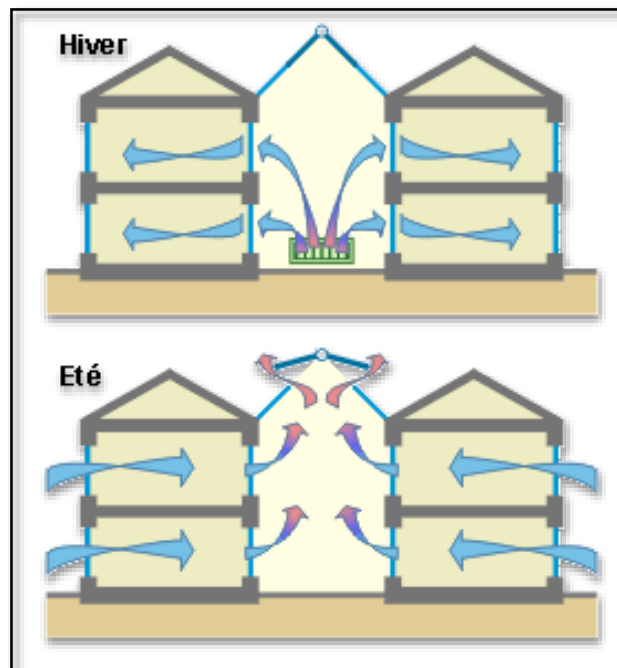
**A- Définition de l'atrium (dans cet exemple)**

Un atrium est créé "en ouvrant le cœur d'un large bâtiment". Sous ce regard, c'est un puits de lumière qui est recherché, C'est un espace convivial, nœud de communication au sein du bâtiment.<sup>24</sup>



**Figure I.21 :** Les types de l'atrium **Source :** [https://www.energieplus-](https://www.energieplus-lesite.be)

- 1- **Un Outil De Climatisation Passive :** Thermiquement, un espace tampon est créé : un espace dont la température est à l'équilibre entre la température extérieure et celle du bâtiment
- 2- **Choix de la ventilation :** la présence de l'atrium modifie l'organisation de la ventilation du bâtiment. Les mouvements d'air dépendront de la saison et de l'effet recherché.



**Figure I.22:** atrium Centrale **Source :** <https://www.energieplus-lesite.be>

<sup>24</sup> Site internet : [https://www.energieplus-](https://www.energieplus-lesite.be)

- **En hiver :** l'air de l'atrium est sensiblement plus chaud que l'air extérieur. Si la prise d'air est réalisée dans l'atrium, un préchauffage de l'air neuf hygiénique des locaux est réalisé. En quelque sorte, c'est la chaleur du bâtiment lui-même qui est recyclée.
- **En été :** on peut tirer profit de l'effet de cheminée afin de créer un mouvement d'air traversant, de l'extérieur vers l'atrium. Lorsqu'il fait très chaud cette thermo-circulation peut être maintenue de nuit afin de refroidir les structures comprises dans l'atrium. Une ventilation efficace pourra s'établir à condition de disposer d'ouvrants au niveau du sol et de la toiture (afin de tirer profit de l'effet de cheminée).

### 3- Choix du chauffage

En principe, un atrium ne doit pas être chauffé, sa température doit être "flottante".

Même si la température intérieure d'un atrium est souvent inférieure à 20°C en hiver, elle est toutefois largement suffisante pour certaines activités (circulations, loisirs). D'autre part, dès qu'un peu de soleil pénètre dans l'atrium l'occupant a très rapidement une sensation de confort quand bien même la température de l'air y est inférieure à 20°C. On isolera donc les parois communes au bâtiment principal.

Privilégier le chauffage par rayonnement

Tout chauffage à air chaud va générer une stratification des températures dans le hall : l'air chaud montera, augmentant encore les pertes thermiques, tandis que les occupants auront froid au niveau du sol.

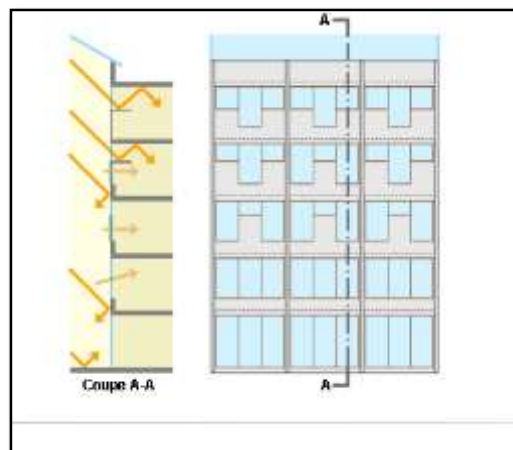
Sans hésitation, un mode de chauffage par rayonnement doit être choisi. Par exemple sous forme d'un chauffage par rayonnement dans le sol.

Chauffer près de la source

Une autre manière de gérer le chauffage du lieu consiste à combattre le froid à sa source. Les grandes surfaces vitrées vont créer des coulées d'air froid désagréables pour l'occupant. Un rideau de chaleur peut combattre localement cet effet : placement de convecteurs statiques au pied de la vitre, jet d'air chaud dynamique, ...

### 4- Choix de l'éclairage

- Le niveau de lumière naturelle dans l'espace vitré peut être maximalisé par l'utilisation de revêtements réfléchissants ou de vitrages clairs. De cette façon, la lumière naturelle est fournie aux pièces adjacentes et il n'est pas nécessaire d'éclairer artificiellement l'atrium durant la journée.
- L'inclinaison des murs de l'atrium (par exemple de 10°) permet un accroissement important de lumière, car la composante directe augmente.
- Cependant, le coût, la possibilité d'éblouissement et les pertes énergétiques à travers la toiture s'accroissent également..



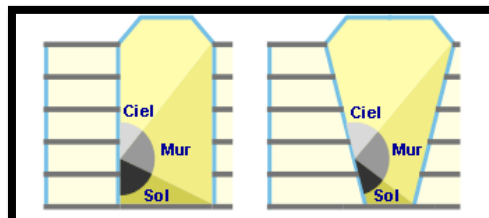
**Figure I.23** : choix de l'éclairage dans l'atrium Centrale **Source :**  
<https://www.energieplus-lesite.be>

## Chapitre I : Recherche thématique

- La pénétration en profondeur de la lumière naturelle est privilégiée par des surfaces de parois claires et réfléchissantes.
- Dans cette logique, on peut imaginer des vitrages réfléchissants pour les étages supérieurs.

Pour favoriser la pénétration de lumière dans les étages inférieurs, on peut adopter un pourcentage de vitrage différent suivant les étages. Le gain est double :

- la réduction des espaces vitrés des étages supérieurs limite l'éblouissement,
- les murs clairs de ces étages réfléchissent la lumière vers les étages inférieurs



**Figure I.24** : modification de la distribution lumineuse en fonction de l'inclinaison des parois d'un atrium

**Source** : <https://www.energieplus-lesite.be>

### 5- Limiter les apports solaires

- Des dispositifs d'ombrage amovibles sont essentiels en été pour éviter les surchauffes.
- Rappelons ici que des vitrages horizontaux captent 2 fois plus d'énergie solaire que des vitrages verticaux orientés vers le sud. On privilégiera donc un apport de lumière par des ouvertures vitrées verticales, Nord ou Sud suivant le désir d'un rayonnement direct.

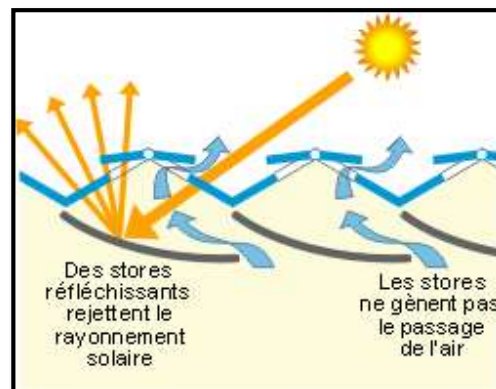
### 6- Organiser la ventilation

Il est utile d'analyser la distribution du rayonnement solaire direct sur les parois intérieures de l'atrium. Si le sol n'est pas "atteint", les parois verticales chauffées vont échanger leur chaleur par convection avec l'air ambiant. Un "bouchon d'air chaud" va se former en partie supérieure de l'atrium. Ce n'est pas grave (puisque l'occupant vit sur le sol de l'atrium) pour autant que l'excédent puisse être évacué par ventilation.

Deux difficultés apparaissent :

- 1- Concilier protections solaires et ventilation.
- 2- Apporter l'air en partie inférieure. A défaut, on tentera la ventilation transversale.

En quelque sorte, c'est le principe de la voiture décapotable qui doit être adopté.



**Figure I.25** : organisation de la ventilation par l'atrium

**Source** : <https://www.energieplus-lesite.be>

### *I-3-3 Musée d'histoire naturelle de Shanghai*

#### *I-3-3-1 Fiche technique du projet :*

- **Nom du projet** : Musée d'histoire naturelle de Shanghai
- **Architecte** : Perkins/will architects (est un cabinet d'architecture basé à Chicago aux États-Unis.)
- **Lieu** : 510 Bei Jing Xi Lu, Jingan Qu, Shanghai Shi, China
- **Superficie** : 44517 m<sup>2</sup>
- **Gabarit** : R+2 +avec les trois étages inférieurs
- **Climat** : subtropical humide
- **Date d'achèvement** : 19 Avril 2015



**Figure I.26** : Musée d'histoire naturelle de Shanghai **Source** : <http://perkinswill.com>

#### *I-3-3-2 La définition de projet*

le musée d'histoire naturelle de Shanghai est compatible avec la conception de jardin chinois en ce qu'il s'approche de l'esprit de la nature., , offre aux visiteurs la possibilité d'explorer le monde des animaux anciens, l'histoire humaine et l'évolution des animaux et des plantes Grâce à son intégration avec le site, Bâtiment représente l'harmonie de l'homme et la nature et est une abstraction des éléments fondamentaux de l'art et du design chinois. Le musée se trouve à côté d'un parc de sculptures urbaines.

Sa conception doit répondre à des exigences de durabilité très strictes. La direction du musée a demandé à Royal HaskoningDHV de former une équipe de développement durable internationale et multidisciplinaire pour superviser tous les aspects des processus de conception et d'ingénierie structurale. Afin d'obtenir les ambitions élevées et d'obtenir la certification LEED Gold

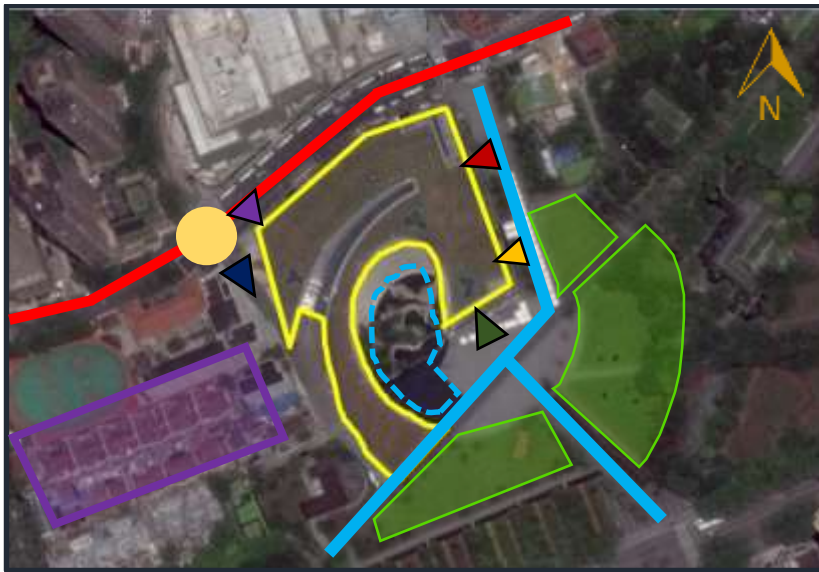
#### *I-3-3-3 la Situation :*

Le musée est situé dans le centre-ville de Shanghai (à l'est de la Chine.), dans le Jing An Sculpture Park.et dans un Paysage urbain.



**Figure I.27** : Vue aérienne sur le Musée d'histoire naturelle de Shanghai **Source** : Google Earth

***1-3-3-4 Accessibilité***



LEGENDE	
Voie piéton	
Voie mécanique	
Nœud mineur	
Accès piéton Principal	
Accès piéton service	
Accès piéton secondaire	
Accès mécanique	
Accès de parking	
Projet	
Placette (sculpture Park)	
Ilots Résidentiel	
jardin chinoise	

**Figure I.28 :** Vue aérienne sur le Musée d'histoire naturelle de Shanghai **Source :** élaborée par l'auteur

Le musée est délimité par une voie mécanique, et voie piéton en face de l'entrée de musée Elle est conçue comme une seule entité de gabarit : R+2

-L'entrée principale est orientée vers le côté sud.

- Le forme de musée est irrégulière.

***1-3-3-5 La Volumétrie***

"L'organisation générale de la forme et la construction a été inspiré par le coquillage, l'une des plus pures formes géométriques trouvées dans la nature», Perkins will architecte



**Figure I.29 :** Musée d'histoire naturelle de Shanghai **Source :** <http://perkinswill.com>



**Figure I.30 :** tube coquillage **Source :** <http://clipart-library.com>

**I-3-3-6 les façades**



Les éléments naturels sont Représentés à travers les façades du bâtiment :

**A- La Façade sud (principale) :**



**Figure I.31** : La Façade principale du Musée d'histoire naturelle de Shanghai

**Source** : <http://trends.archiexpo.fr>



 Mur-rideau En verre  
 Brise soleil

L'entrée principale remarquable et attractive par mur-rideau pour :

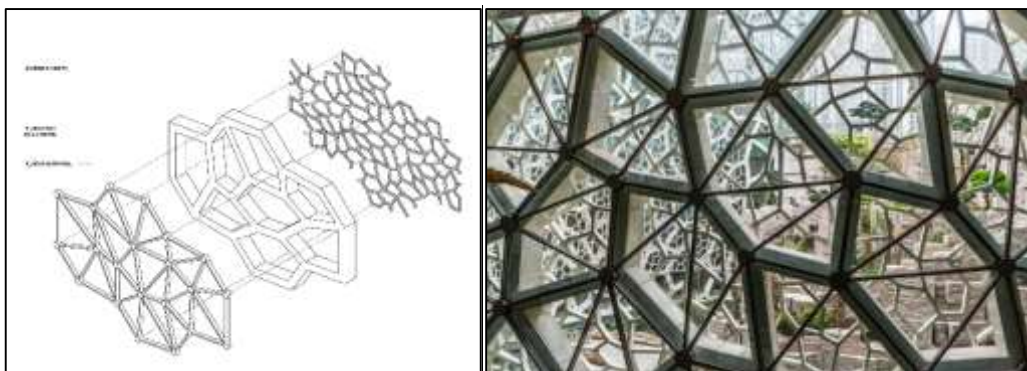
- La légèreté
- Profiter de l'éclairage naturel
- Assurer la continuité visuelle avec l'extérieur



**Figure I.32:** Vue Globale Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai  
**Source :** <http://trends.archiexpo.fr>

 Mur-rideau En verre  
 Mur-cellulaire

La paroi cellulaire centrale représentant la structure cellulaire des plantes et des animaux, Le mur cellulaire est la caractéristique emblématique, Composé de trois couches, chacune avec son propre motif géométrique unique et sa forme organique, le mur a forme conique elliptique. Au cœur se trouve la couche principale, la couche cellulaire structurelle, qui met l'accent sur les cellules organiques comme blocs structurels de la nature. Une couche intérieure, l'enveloppe imperméable à l'eau du bâtiment, est formée par le mur-rideau en verre et en meneaux en aluminium.



**Figure I.33 :** Le détail de mur cellulaire Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai  
**Source :** <http://trends.archiexpo.fr>

***B- La façade est (Latérale Droite) :***



**Figure I.34 :** le mur vivant Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai  
**Source :** <http://www.contemporist.com>

Le mur vivant de l'est signifiant la végétation de la terre, Ces caractéristiques focalisent prise de conscience sur les éléments fondamentaux du monde naturel : les plantes, la terre et l'eau.

La végétation représente 80% de surface de mur avec des grandes baies vitrées pour l'éclairage naturel et un grand écran publicitaire.

***B-1 Les Avantages de mur végétalisé :***

- Pour protéger les bâtiments contre l'effet corrosif des pollutions urbaines (pluie...pollution atmosphérique)
- -intérêt visuel et esthétique
- -le mur végétalisé permet une meilleure régulation thermique du bâtiment
- -pour améliorer qualité d'air
- -isolation phonique <sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Site internet : <http://www.lejardineur.net>

### **C- La façade Nord :**

Le mur de pierre du nord suggérant le déplacement des plaques tectoniques et les parois du canyon érodées par les rivières



Une baie vitrée sur la façade nord pour assurer un éclairage de qualité

**Figure I.35 :** La façade nord Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai **Source :** <http://perkinswill.com>

### **D- Le toit :**

Le toit en spirale devient une cinquième façade, dominée par les immeubles de grande hauteur qui entourent le parc de sculptures. Accessible aux visiteurs par des escaliers à l'extérieur, le toit offre une plate-forme panoramique sur le jardin en son cœur, et double comme un système de collecte des eaux pluviales avec rangement dans l'étang de la cour.



**Figure I.36 :** la toiture Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai **Source :** <http://perkinswill.com>

PERKINS + WILL a également fait le toit vert pour :

-l'aspect esthétique de toiture.

-le rafraichissement par évapotranspiration et l'élévation de l'humidité ambiante de l'air.

-la fixation des poussières (lutte contre la pollution atmosphérique.

-diminution des variations thermique annuelles à l'intérieur du bâtiment.

-protection contre le bruit grâce à l'effet d'isolation.



**Figure I.37 :** l'accès de terrasse **Source :** <http://perkinswill.com>

### **I-3-3-7 Étude intérieur**

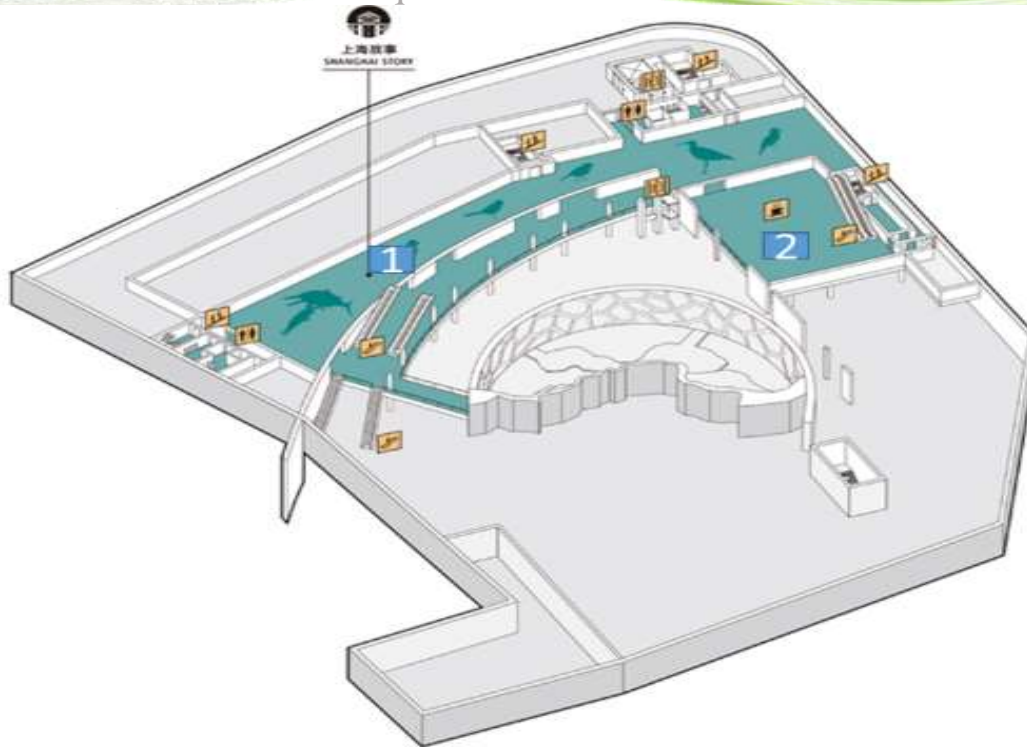
#### **Sous-sol 3 :**

Dans cet étage on se trouve 5 salles d'expositions et un labo de recherche :

1-La salle d'exposition de La vie colorée / 2-la salle d'exposition trésors de la terre / 3-la salle d'exposition Attaché à la Terre / 4-la salle d'exposition de la diversité écologique / 5-La salle d'exposition Techniques de survie / 6-laboratoires d'exploration / 7- hall de accueil / 8-boutique / 9-jardin chinois

On remarque que dans tous ces espaces d'exposition de cet étage l'utilisation de l'éclairage artificielle :

- éclairage artificielle d'ambiance
- éclairage artificiel décret projeté sur les objets sans éclairer la totalité de salle



**Figure I.38 :** les espaces de Sous-sol 3 de Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai **Source :** <http://perkinswill.com>

**Sous-sol 2 :**

Dans cet étage on se trouve une salle d'exposition avec une cafétéria

1-la salle d'exposition (Les environs de Shanghai) : Dans cette salle nous pouvons examiner le passé, le présent et l'avenir Natural de Shanghai et L'éclairage dans cette salle est un éclairage artificiel.

2- Le Café qui utilise l'espace de loisirs du Musée pour introduire un thème culturel, prend l'histoire du Musée d'histoire naturelle de Shanghai comme point de départ pour une lecture de la culture de la ville / 3-dépôts /4-les ateliers



**Figure I.39 :** les espaces de Sous-sol 2 de Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai **Source :** <http://perkinswill.com>

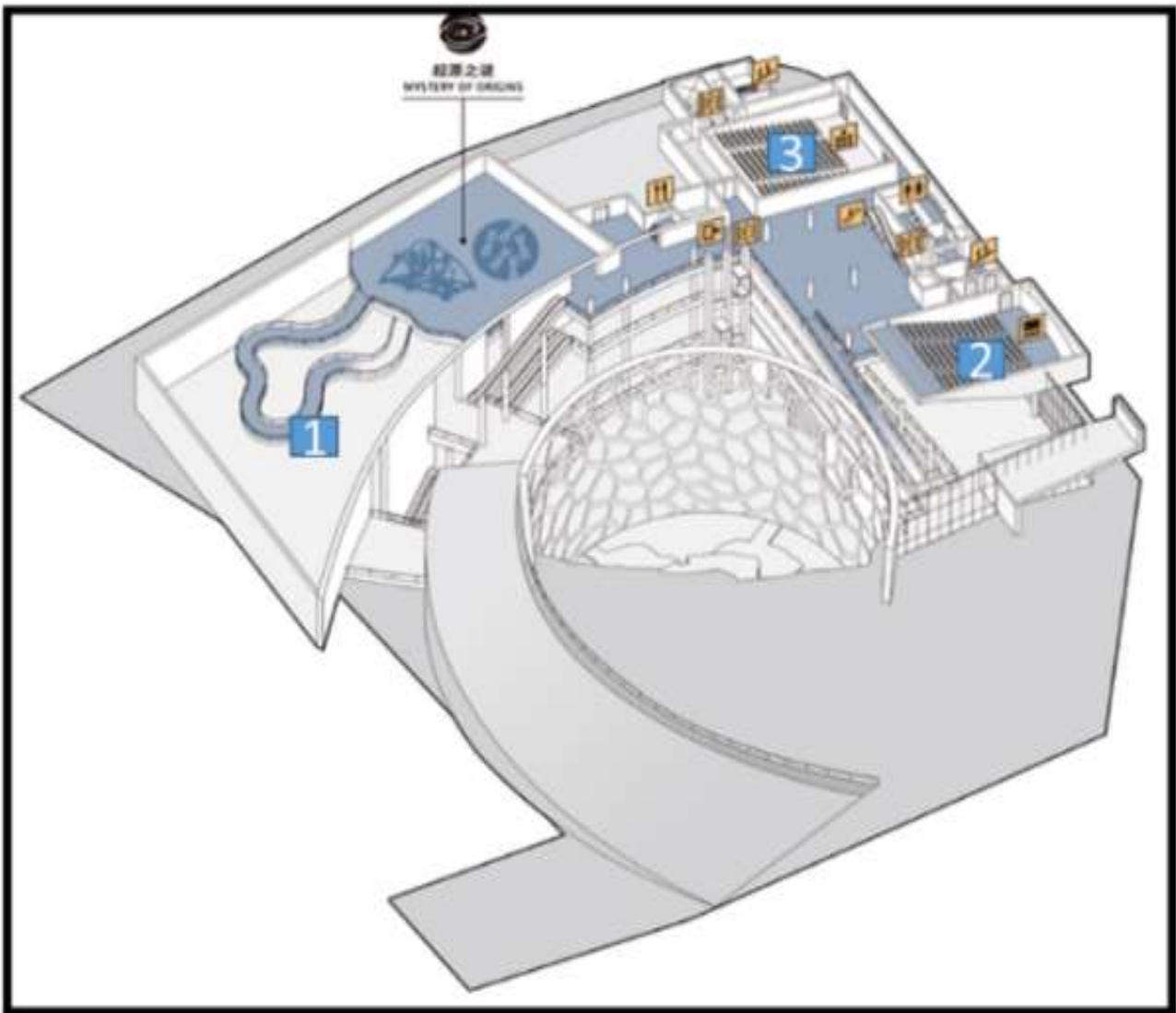
**Sous-sol 1 :**

Dans cet étage on se trouve deux salles d'expositions :

1-la salle d'exposition le Chemin futur. Est une salle créer pour sensibiliser les gens du changement climatique et montrer le chemin pour préserver la vie Natural à la future

La salle est fermé ne dispose aucune ouverture à l'extérieur, l'éclairage est purement artificiel

2-la deuxième salle d'exposition c'est Les voies de l'évolution, il raconte l'histoire de l'évolution des vies Natural / 3-parking / 4-hall d'exposition temporaire / 5-des boutiques



**Figure I.40 :** les espaces de Sous-sol 1 de Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai **Source :** <http://perkinswill.com>

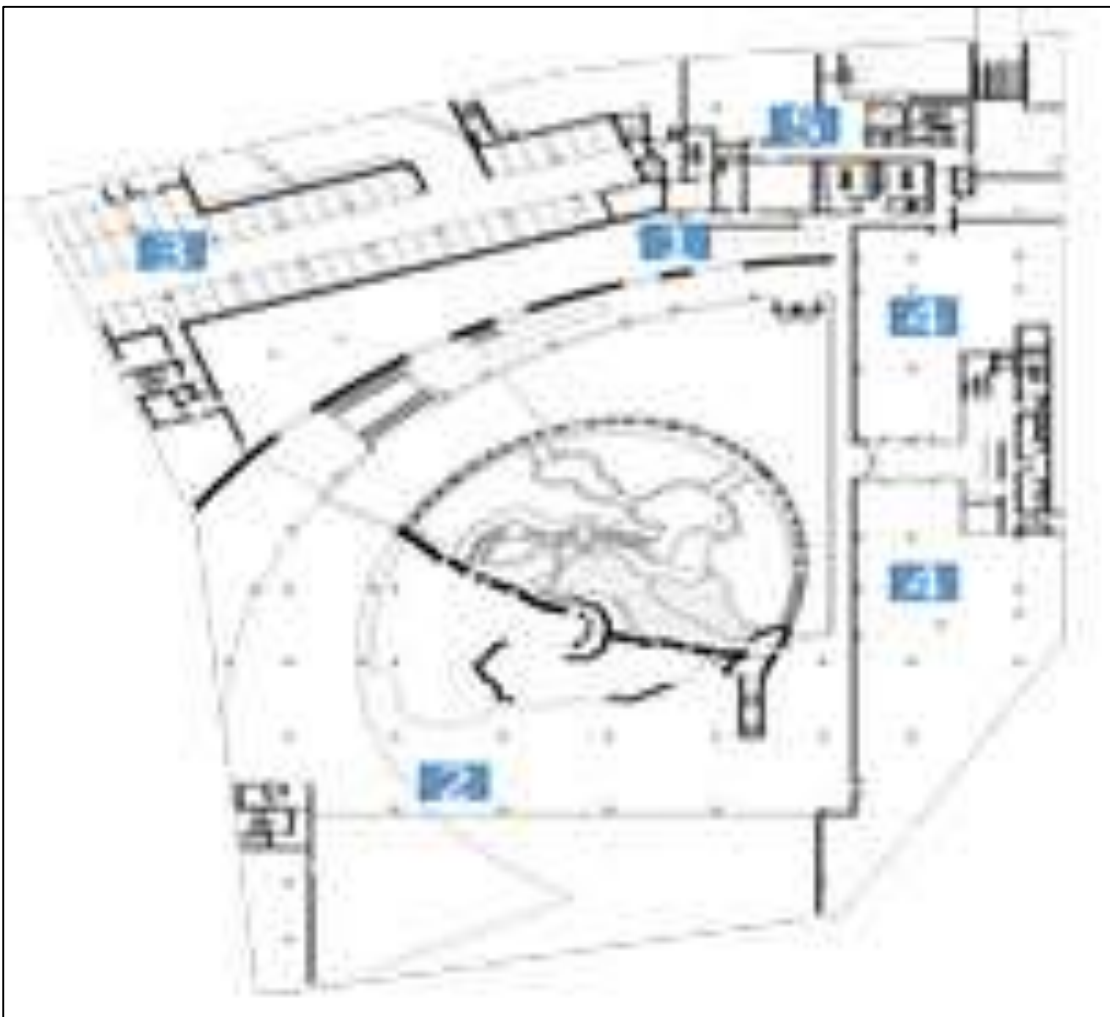
**D- RDC :**

1-La salle d'exposition la Rivière de la vie c'est une grand salle ouvert sur la salle début mystérieux tectoniques accessible par une parcours sinueux

- Éclairage de salle est une combinaison de l'éclairage Natural indirect obtenu par des ouvertures dans la façade nord avec l'éclairage artificiel pour l'ambiance

2-La salle d'exposition Redécouverte de la nature / 3-la salle des spectacles multimédias à grande échelle "Epic of Nature" dépend des bâtiments du Musée et se concentre sur le contenu des expositions du Musée. Son thème central est «Le temps et le progrès»,

L'éclairage de la salle est un éclairage artificiel

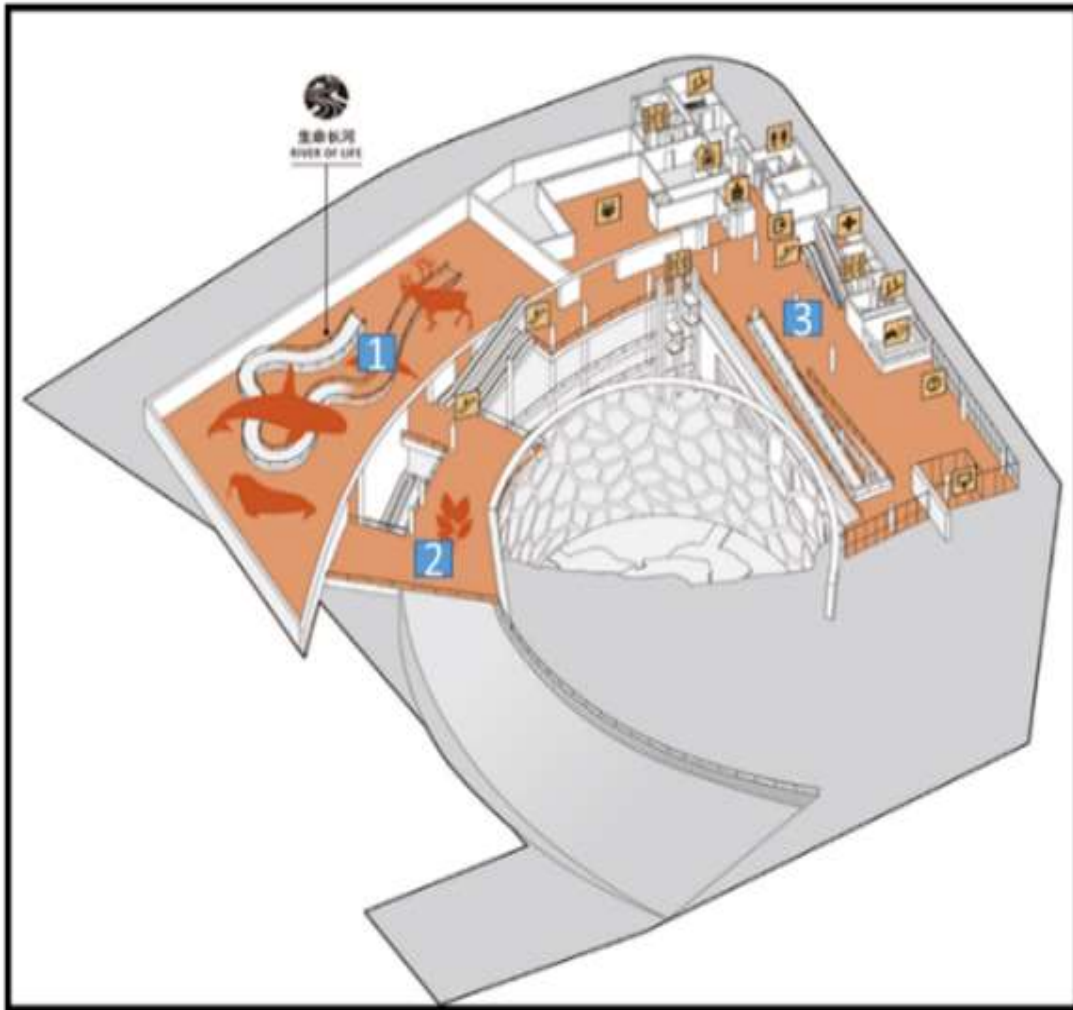


**Figure I.41** : plan de RDC de Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai **Source :**  
<http://perkinswill.com>

**1<sup>ER</sup> ETAGE :**

Dans ce niveau on se trouve une salle d'exposition et deux salles de cinéma

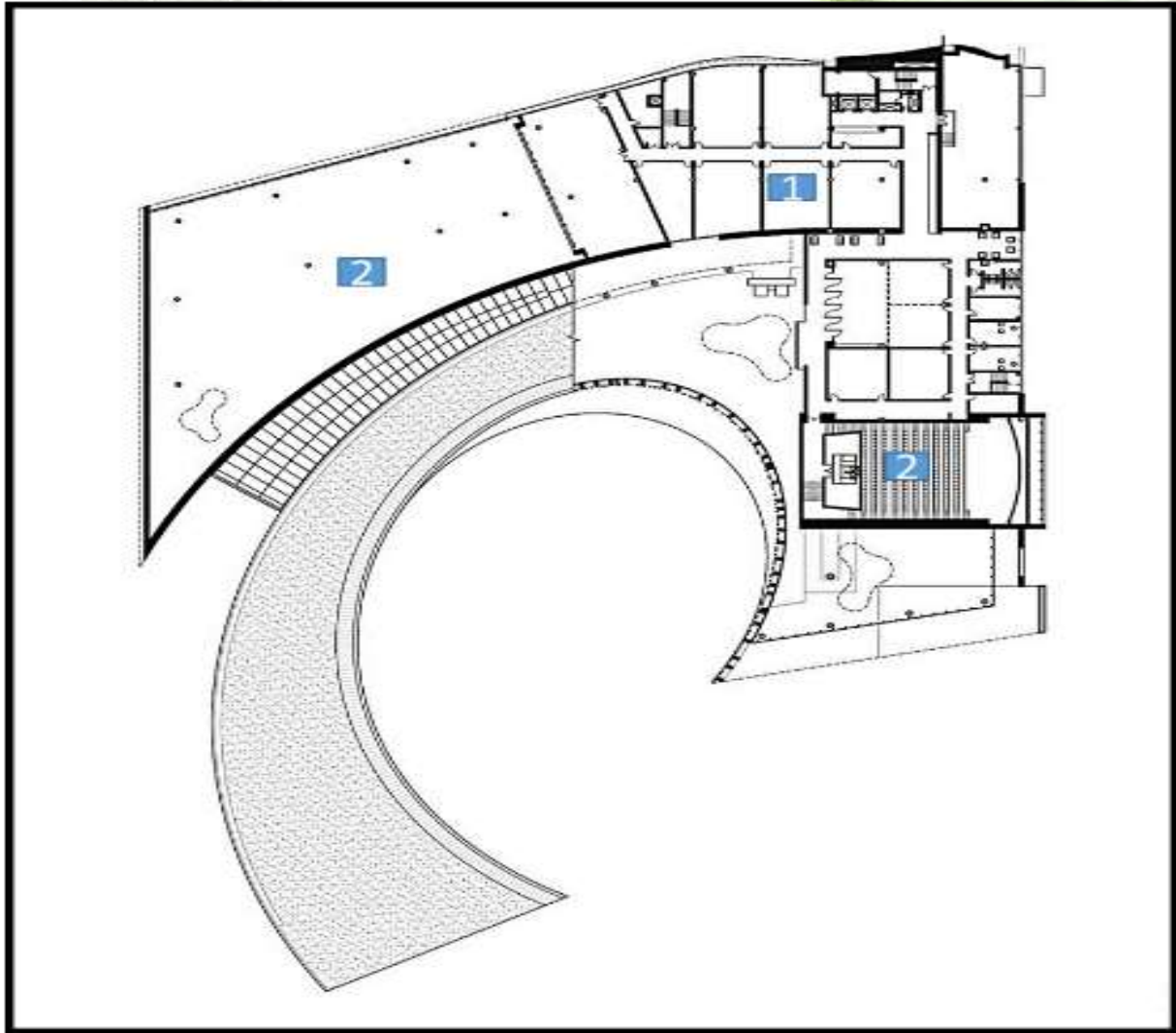
- 1-La salle d'exposition il raconte l'histoire de création de L'univers de le Bige Bang Le type d'éclairage : c'est un éclairage artificielle d'ambiance
- 2- Le cinéma 4D du musée se trouve au 1 étage, Il peut accueillir 180 personnes
- 3- Salle de lecture



**Figure I.42 :** les espaces de 1<sup>ER</sup> ETAGE de Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai  
**Source :** <http://perkinswill.com>

**Le deuxième étage**

- 1-administration / 2-la salle d'exposition début mystérieux tectoniques / 3- Salle D'animation 4d

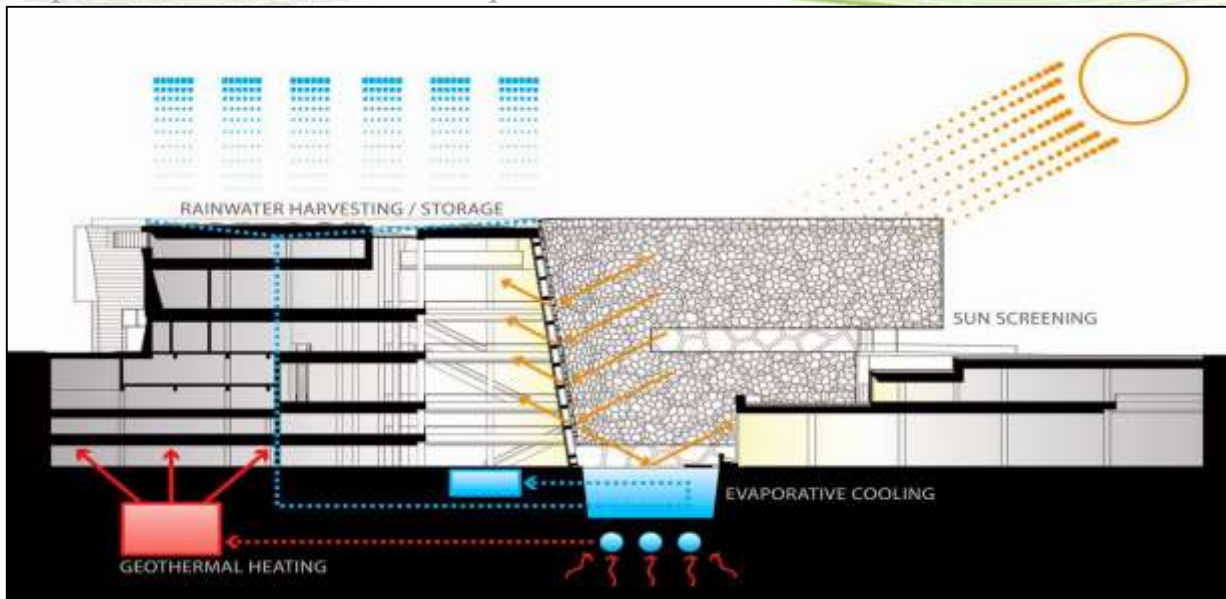


**Figure I.43** : Plan de 2<sup>ème</sup> ETAGE de Du Musée D'histoire Naturelle De Shanghai **Source** : <http://perkinswill.com>

### **I-3-3-8 Les techniques**

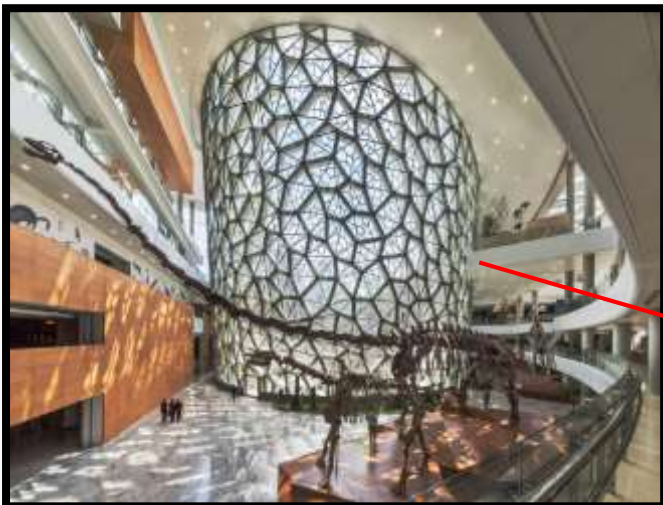
La conception durable utilisée dans le projet comprend **un grand bassin ovale qui favorise le refroidissement par évaporation. L'étang est alimenté par l'eau grise recyclée et eau de pluie recueillie au sommet d'un toit vert du musée.** En outre, le bâtiment arbore un mur vert, et un **système géothermique** va vers le maintien d'une température confortable.

- Perkins + Will a également fait mention d'une "**peau de bâtiment intelligent**" qui maximise la lumière du jour et minimise le gain solaire.



**Figure I.44 :** coupe schématisée sur les technique bioclimatique de Musée D'histoire Naturelle De Shanghai  
**Source :** <http://perkinswill.com>

- Avec **des atriums** Pour favoriser la pénétration de lumière naturelle dans les différentes entités de musées.



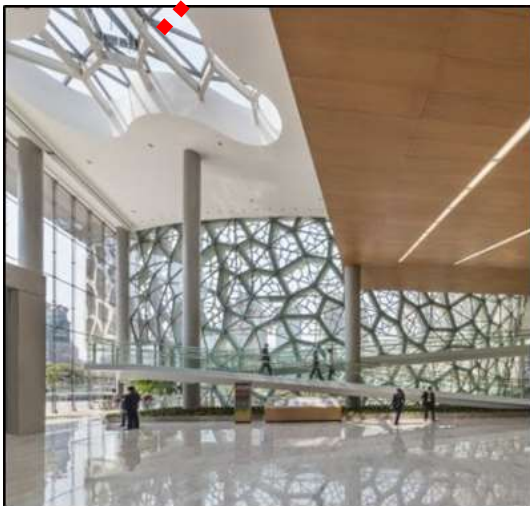
Un atrium de 30 mètres de haut qui accueille les visiteurs avec une abondance de lumière naturelle filtrée par un mur de verre

**Figure I.45 :** hall d'accueil de Musée D'histoire Naturelle De Shanghai  
**Source :** <https://www.archdaily.com>



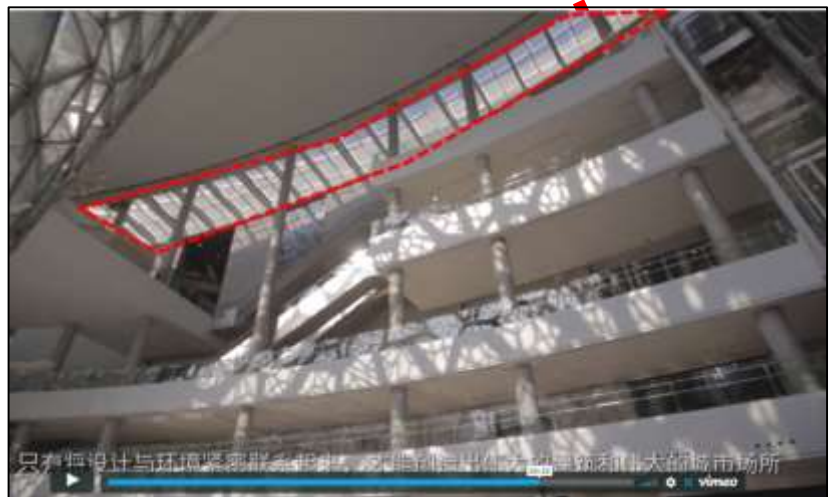
**Figure I.46 :** vue aérienne sur le Musée D'histoire Naturelle De Shanghai

**Source :** <https://www.archdaily.com>



**Figure I.47 :** vue intérieur sur le Musée D'histoire Naturelle De Shanghai

**Source :** <https://www.archdaily.com>



**Figure I.48 :** vue intérieur sur le Musée D'histoire Naturelle De Shanghai

**Source :** vidéo sur YouTube sous-titre de "Shanghai Natural History Museum"

### *Synthèse*

- le projet se détermine par son implantation au site urbaine.
- le musée à forme irrégulier et chaque façade symbolise un élément naturel.
- l'utilisation de la végétation en toiture et sur la façade est.
- la façade principale expose vers le jardin (sculpture Park) pour représente l'harmonie de l'homme et la nature.
- l'utilisation de mur vitrée sur la façade principale pour assurer la transparence et attirer le public et favoriser la pénétration de lumière naturelle.
- l'utilisation des couleurs claires dans les espaces intérieurs pour une réflexion confortable
- l'Utilisation des technique passive comme la toiture végétalisée et le mur végétalise et le système géothermique.

### *I-3-4 MUSE Musée de Science*

#### *I-3-4-1 Fiche technique du projet :*

**Nom du projet :** MUSE Musée de Science

**Genre :** histoire naturelle , la paléontologie

**Architecte :** Renzo Piano

**Lieu :** à Trento, en Italie.

**Superficie :** 12.600 m<sup>2</sup>

**Gabarit :** R+5 (deux souterrains et quatre au-dessus du sol )

**Climat :** Tropical

**Date d'achèvement :** Juillet 27, 2013



**Figure I.49 :** MUSE musée de Science  
**Source :** <http://www.cyberarchi.com>

#### *I-3-4-2 La définition de projet*

Le nouveau musée des sciences naturelles (MUSE), conçu par Renzo Piano, Construit sur le site industriel d'une ancienne usine de fabrication de pneus Michelin, le musée intègre la durabilité au niveau macro et au niveau micro.

Ce n'est pas seulement un bâtiment durable, mais une intervention urbaine durable conçue pour avoir un impact sur toute la ville, MUSE deviendra une partie intégrante de la ville centrale et accueillera une série d'expositions entièrement consacrées aux sciences naturelles et aux écosystèmes qui entourent Trento.

Le bâtiment éco énergétique vise la certification LEED Silver.

**I-3-4-3 la Situation :**

MUSE se situé dans une zone de Trente qui accueillait un site industriel et autre résidentielle, au cœur d'un grand parc. Dans un quartier se caractérise principalement par son tissu urbain,



**Figure I.50 :** vue aérienne sur le MUSE musée de Science  
**Source :** Google Earth

**I-3-4-4 Accessibilité :**



**Figure I.51 :** vue aérienne sur le MUSE musée de Science  
**Source :** Google Earth

Le Musée est délimité par deux voies mécaniques, au sud par le chemin MONTE BALDO et à l'est par le chemin de fer. , au nord par l'historique PALAZZO DELLE ALBERE et grand Park, à l'ouest par voie mécanique et la rive gauche de l'Adige.il est conçue comme seul entité de gabarit : R+4, L'entrée principale est orientée vers la voie principale au côté Sud.

### I-3-4-5 la volumétrie :

Le MUSE s'étend sur un lot rectangulaire sur 130 mètres de long et 35 mètres de large, Le bâtiment, dont le profil rappelle les sommets des montagnes environnantes, est constitué successivement d'espaces et de volumes, Il a deux étages souterrains et cinq au-dessus du sol, le long desquels sont répartis les itinéraires des visiteurs, qui vont du haut vers le bas.

L'idée architecturale est le résultat de l'équilibre entre le besoin de flexibilité et la réponse, traduite en formes précises et cohérentes



**Figure I.52 :** Esquisse de MUSE musée **Source :** <https://www.archdaily.com>

### I-3-4-6 les façades

#### A- La Façade sud (principale) :



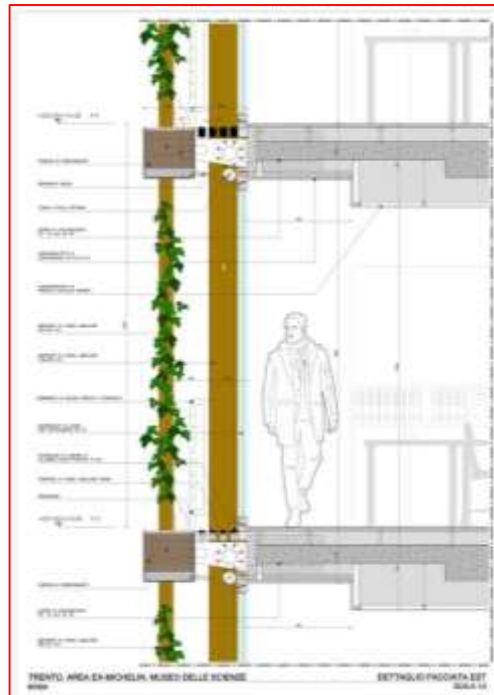
**Figure I.53 :** La Façade principale de MUSE musée  
**Source :** <http://www.cyberarchi.com>

- Une entrée principale remarquable et apparente
- Un contraste entre le plein et le vide
- l'utilisation des différents matériaux au niveau de façade - des grandes bai vitrées pour favoriser l'éclairage naturelle et assure une continuité visuelle entre l'intérieur et l'extérieur – et la pierre locale.
- des brises soleil horizontaux

***B- La Façade Est :***



**Figure I.54 :** La Façade est de MUSE musée  
**Source :** <http://www.cyberarchi.com>



**Figure I.55 :** le détail de La Façade est de MUSE musée  
**Source :** <https://www.arch2o.com>

- Une façade verte joue également un rôle d'isolant thermique. Et phonique (contre le bruit de la voie ferrée)
- Aussi pour la protection contre l'humidité et la pollution.

***C- La Façade ouest :***



**Figure I.56 :** La Façade ouest de MUSE musée  
**Source :** <http://www.cyberarchi.com>

## Chapitre I : Recherche thématique

- La façade ouest vitrée complètement pour favoriser l'éclairage naturelle au niveau de la serre tropicale (la serre tropicale est un espace physiquement séparé du reste du musée pour des raisons techniques et climatiques et dédié à la biodiversité, il est située du côté ouest), sachant que l'éclairage naturelle jouent un rôle clé dans la définition de l'environnement naturel.

### ***D- La Façade Nord***



**Figure I.57** : La Façade nord de MUSE musée  
**Source** : <http://www.cyberarchi.com>

- Cette façade est en face au grand parc.
- Une entrée secondaire apparente.
- l'utilisation des différents matériaux au niveau de façade - des grandes bai vitrées pour favoriser l'éclairage naturelle et assure une continuité visuelle entre l'intérieur et l'extérieur – et la pierre locale.
- Un contraste entre le plein et le vide.

### ***E- LE TOIT***

Les toits de verre et de zinc à grand angle s'adaptent aux géométries des bâtiments, ce qui en fait l'une des principales caractéristiques architecturales du projet.

La conception de l'immeuble semble être un hommage aux montagnes environnantes La ligne de toit dynamique se projette entre trois et six étages pour créer un rythme avec les montagnes au-delà et diviser le bâtiment en quatre sections.

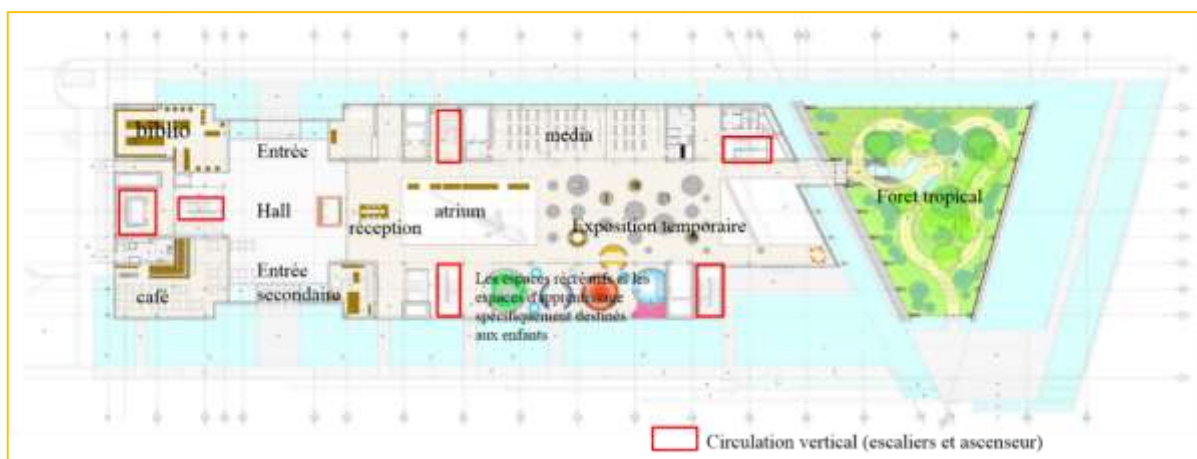
### I-3-4-7 Étude intérieur

#### A- RDC

Dans le bâtiment, une vaste place couverte par des murs en verre accueille le visiteur et divise la partie publique du bâtiment de la partie dédiée au personnel.

Les espaces de travail comprennent les bureaux, les laboratoires de recherche, les ateliers, les aires de stockage des collections scientifiques et des expositions, les archives de la bibliothèque et les espaces techniques. L'espace public est constitué d'espaces d'exposition, de petits espaces pour enfants, d'une salle de conférence, de laboratoires, de laboratoires éducatifs, d'une serre tropicale, d'une bibliothèque et d'une cafétéria.

L'exposition se développe sur 6 étages et occupe une superficie d'environ 5.000 mètres carrés. De ce nombre, 2 700 m<sup>2</sup> sont consacrés à des expositions permanentes, 780 m<sup>2</sup> à des expositions temporaires, 700 m<sup>2</sup> à une serre tropicale, 100 m<sup>2</sup> à un petit coin enfants et 680 m<sup>2</sup> à des expositions instantanées et à divers événements culturels.

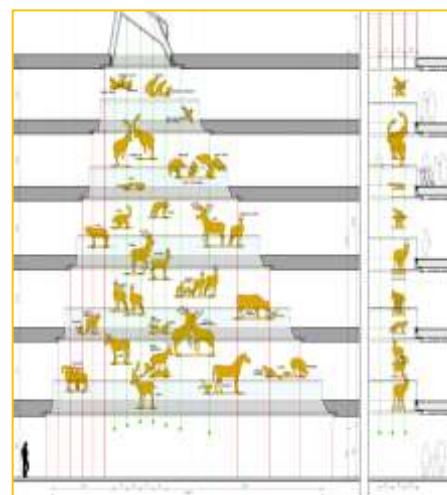


**Figure I.58** : Plan De RDC **Source** : <http://www.cyberarchi.com>

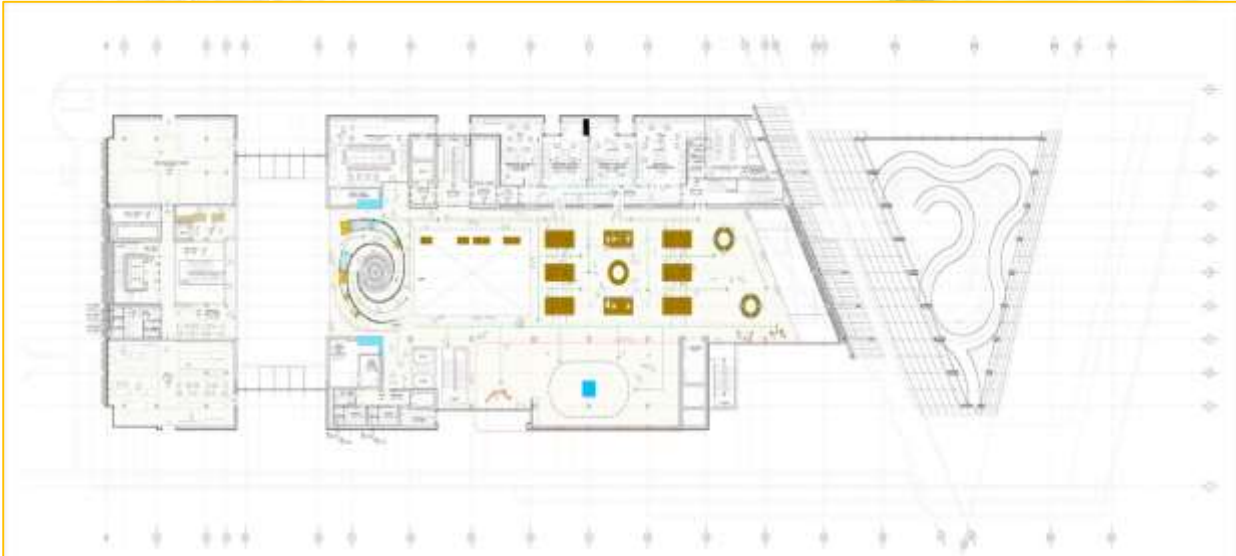
#### B- 1<sup>er</sup> étage

L'intérieur de musée est composé d'espaces multifonctionnels hybrides et interconnectés.

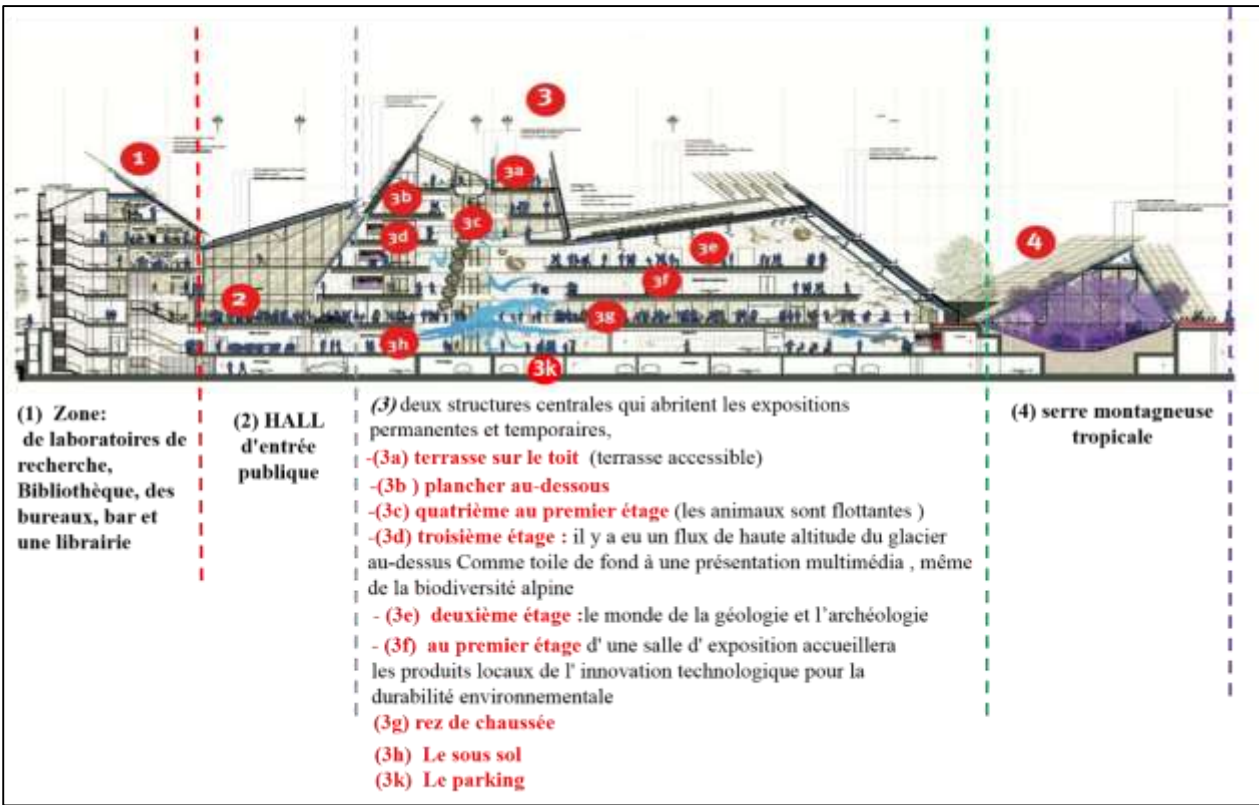
Les galeries d'exposition, présentant un thème différent à chaque niveau du bâtiment (hauts de montagne, nature / climat alpine, géologie, personnes / durabilité, histoire de la vie sur terre / serre tropicale) sont couplés à des zones présentant des expositions pratiques, des ateliers, Les espaces récréatifs et les espaces d'apprentissage spécifiquement destinés aux enfants et aux écoles. Les galeries, qui doivent idéalement être visitées à partir du haut du bâtiment et descendant progressivement au rez-de-chaussée, sont disposées autour du noyau du musée, un grand vide central conçu pour laisser les visiteurs percevoir le musée comme un ensemble cohérent. A l'intérieur de cet espace en hauteur, une installation imposante est logée, faite d'animaux suspendue dans le vide et agencée de façon à refléter la distribution verticale de la faune alpine.



**Figure I.59** : coupe sur l'atrium centrale de musée **Source** : <https://www.arch2o.com>



**Figure I.60** : Plan De 1<sup>er</sup> étage **Source** : <http://www.cyberarchi.com>



**Figure I.61** : Coupe sur le MUSE musée  
**Source** : <http://www.cyberarchi.com>

Entités	Surface m <sup>2</sup>
<b>Exposition permanente</b>	3700
<b>Exposition temporaire</b>	500
<b>serre tropicale</b>	600
<b>zone d'enfants</b>	200
<b>zone de réception</b>	600
<b>archive et bibliothèque</b>	800
<b>Magasin et boutiques</b>	1800
<b>Espace d'apprentissage et éducation</b>	500
<b>Labos de recherche</b>	800
<b>Des bureaux de service</b>	900
<b>Salle de conférence (100 places)</b>	200
<b>Administration</b>	900
<b>Surface total</b>	11500

**Tableau I.2 :** Les Surfaces Des Entités De MUSE musée  
**Source :** Auteur

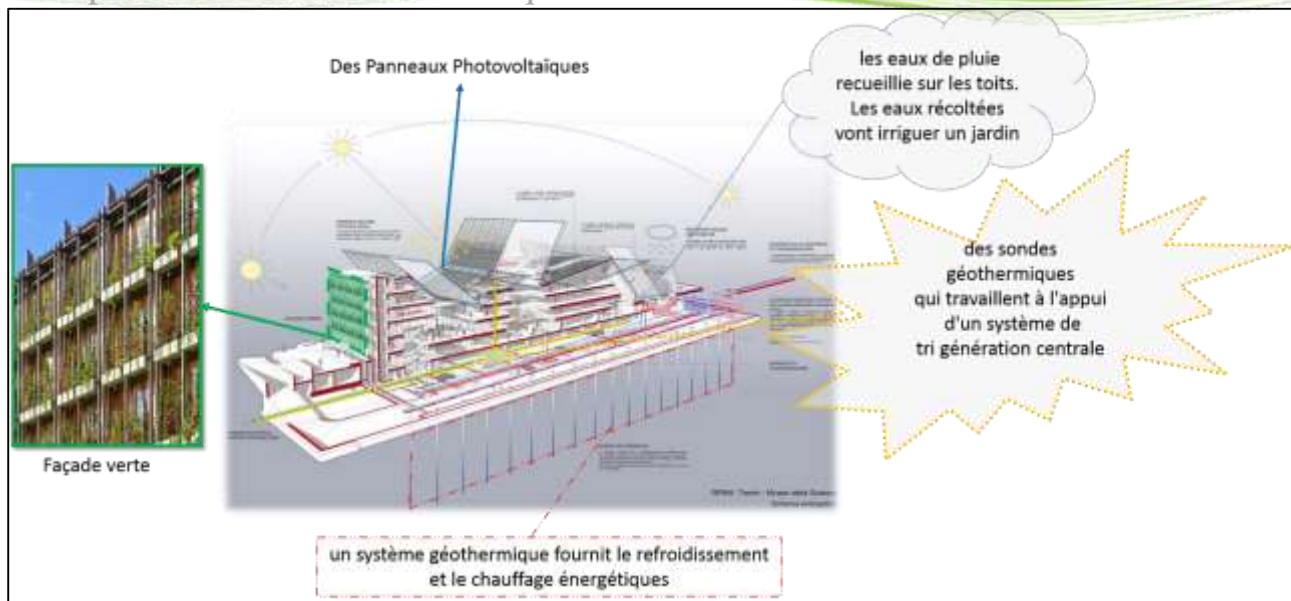
### I-3-4-8 Les techniques

- Les techniques de construction poursuivent des critères de durabilité environnementale et d'économie d'énergie et reposent sur une utilisation large et diversifiée de ressources renouvelables et de systèmes à haut rendement. Le bâtiment utilise des panneaux photovoltaïques et des sondes géothermiques pour soutenir un système central de climatisation, de chauffage et d'électricité qui dessert tout le district.

Les systèmes fonctionnels du musée sont tous centralisés et automatisés, exploitant diverses sources d'énergie renouvelables (notamment l'énergie solaire via l'utilisation de cellules photovoltaïques et de panneaux solaires, ainsi que l'énergie géothermique via l'utilisation de sondes d'échange thermique). Le système énergétique repose sur la conception soignée de la stratification, de l'épaisseur et du type d'isolation utilisés, ainsi que sur les systèmes d'éclairage et d'ombrage, de manière à optimiser l'efficacité énergétique du bâtiment. Un système automatique de brise-soleil et de rideau actionné par les sondes de température et de rayonnement solaire réduit le rayonnement du soleil pendant les heures d'été plus chaudes et permet plus de soleil entrant pendant les jours froids d'hiver.

- Des solutions d'éclairage et de ventilation naturelles dans certaines parties du bâtiment contribuent à réduire la consommation d'énergie et à rendre les espaces intérieurs plus confortables.

- Des solutions spéciales ont été adoptées pour augmenter les économies d'énergie, comme le réservoir qui recueille l'eau de pluie à des fins sanitaires, irrigue la serre et fournit de l'eau fraîche aux aquariums et aux fossés qui entourent le bâtiment, réduisant ainsi l'utilisation de l'eau ( eau de 50%).



**Figure I.62 :** les techniques de MUSE musée  
**Source :** <https://www.detail-online.com>

- Le choix des matériaux de construction favorise ceux provenant de sources locales afin de limiter la pollution des transports. Le respect des critères de durabilité et de faible impact est évident dans le choix particulier et plutôt inhabituel d'utiliser du bambou italien pour le revêtement de sol en bois des zones d'exposition. Le bois est une substance constituée principalement de CO2 séquestré de l'atmosphère pendant la vie de la plante.

- Puisque le bambou ne prend que quatre ans pour atteindre la taille requise pour être découpé en lattes de parquet, il s'agit d'un décapant à CO2 super efficace et son utilisation dans la construction ou la décoration intérieure est bénéfique pour réduire et limiter les changements climatiques mondiaux.

- Enfin, le projet prévoit la création d'une aire de stationnement pour vélos, équipée de vestiaires et de douches, et d'un nombre limité de places de parking, afin de stimuler l'utilisation des transports en commun par les visiteurs. Le musée, situé près de la piste cyclable, est facilement accessible en vélo. Grâce à la coopération avec le district technologique de Trentino, le projet a suivi les procédures d'obtention de la certification LEED OR.



**Figure I.63 :** la certification LEED OR  
**Source :** <https://www.cascades.com>

**Synthèse Des Exemples**

D'après l'analyse des exemples on peut dire que les Musées n'ont pas un programme standard Mais, tous dépendent de sa destination, type, situation, et les besoins de la population concernée. On a remarqué :

Critère	Description
<b>Plan de masse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Création de jardin offre multiples avantages, il permet d'éloigner le Musée des vibrations de la rue et minimiser le bruit</li> <li>➤ L'utilisation de la végétation</li> <li>➤ Variété des accès dans les différentes cotés pour assurer la fluidité</li> <li>➤ Circulation mécanique limité en périphérique</li> <li>➤ Aménager l'espace extérieur comme une extension fonctionnelle (continuité d'activité entre le bâti et le non-bâti)</li> <li>➤ jardin est un élément important commun entre tous les exemples pour cloisonner le bâti contre les nuisances sonores</li> </ul>
<b>L'orientation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Expose la façade principale vers le vois principale</li> <li>➤ Expose l'entrée principale du bâtiment vers l'accès principale de projet</li> </ul>
<b>Volumétrie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Utilise des nouvelles techniques structurelle, concepts (attractivité, dynamisme, modernité), variété formelle reflète la variété fonctionnelle pour donner une particularité.</li> <li>➤ Assurer la transparence pour attirer le public.</li> </ul>
<b>Organisation fonctionnelle et spatiale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Assurer la hiérarchisation spatiale du public/privé, active/calme.</li> <li>➤ Séparation d'espace (enfant/adulte).</li> <li>➤ Eloigner espace de service (administration) dans partie postérieur</li> <li>➤ Immense hall d'entrée avec façade vitrée donne accès au musée et amenée les visiteurs.</li> </ul>
<b>Matériaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Le vitrage isolant pour la continuité visuelle et la vue vers l'extérieur.</li> <li>➤ utilisation des couleurs claires pour donner une réflexion confortable</li> </ul>
<b>Systèmes passives</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ les verdure (Utilisation de toiture végétalisée/Mur végétalisée/Matériaux locaux.</li> <li>➤ Façade double peau.</li> <li>➤ Système géothermique fournit le refroidissement et le chauffage énergétique</li> <li>➤ Utilisation de l'atrium</li> </ul>
<b>Eléments architecturaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Utilisation de Mur Rideau (mur cellulaire)</li> <li>➤ Utilisation brise de soleil</li> </ul>



# ***CHAPITRE II***

# ***PROGRAMMATION***

### **Introduction**

« Le programme est le fruit d'une instruction, il détermine des exigences et des besoins de tous ordres, activités, surfaces, hauteurs, rapport de proximité et l'éloignement, qualité de lumière, de chauffage, de ventilation, de climatisation...mais il est aussi porteur d'élément symbolique »

Patrick O' Byrne.

D'après la recherche thématique et l'analyse des exemples que nous avons faits, on a élaboré un programme qui répondre aux exigences architecturales, afin de maîtriser la qualité des espaces et leur agencements.

#### **IV- 1 Programme Qualitatif**

**A- L'accessibilité** : C'est l'un des éléments les plus importants de celui-ci et il faut assurée :

- Une entrée principale pour les visiteurs : il doit avoir une grande importance en termes de conception et d'emplacement, et sa superficie doit être proportionnelle à la taille de l'exposition et au nombre de visiteurs (avec une largeur de 1,5 m par 90 personne et ses portes s'ouvrent à l'extérieur.)
- une entrée secondaire : éloignée de l'accès principale
- une entrée de service.<sup>1</sup>

**B- La circulation** qui est l'une des fonctions les plus importantes qui doivent être étudiées attentivement, Et ça se fait par un ordre logique pour les salles d'exposition, et qui est lié à l'objectif de la création du musée.

**B-1 circulation des visiteurs** : La circulation commence à partir de l'entrée du musée, qui mène à l'entrée, dans lequel toutes les activités de service requis pour les visiteurs (la billetterie l'orientation bancs pour se reposer...), il y a un élément clé qui devrait être renvoyé à un aperçu général du musée pour comprendre le visiteur comment se déplacer entre les sections du musée.

**B-2 circulation de service** : les musées doit être équipé dans plusieurs autres entrées pour le personnel et les administrateurs et les utilisateurs ...

Leur circulation se fait par des couloirs et les ascenseurs d'une manière privée pour qui ne gêne pas la circulation des visiteurs avec la possibilité de contact entre les deux très réduite sauf si c'est nécessaire.

**C- l'exposition** : On doit choisir un ou plusieurs de sorte qu'ils sont plus appropriés pour le but des expositions, telles que l'assemblage linéaire ou central ou rayonnement ou d'un cluster ou un réseau d'expositions.

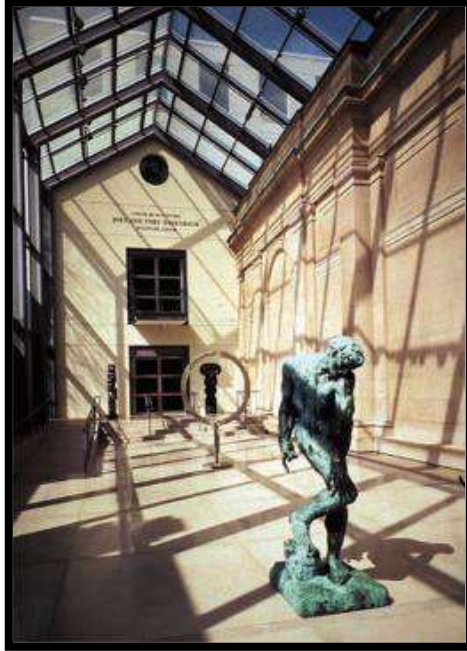
**C-1 Les méthodes d'expositions** : Les méthodes d'expositions dans musée varient en fonction du type de musée la forme des salles d'expositions et le type et la taille des pièces, on peut résumer ces méthodes dans :

---

<sup>1</sup> Source livre : Museum .Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE . Iris Bcttcmbourg

## Chapitre II : Programmation

- L'affichage sur les murs sous la forme de tableau suspendu comme dans les musées Arts.
- Présentation sous forme de portefeuille accroché sur le mur souvent vitrée.
- L'affichage sur le sol directement sans base, cette méthode est généralement utilisée dans les musées techniques ou des musées avec de grandes expositions.<sup>2</sup>



**Figure II.1 :** galerie d'art d'Ontario, canada **Source :** Magazine ANA ME3MARY

- Affichage sur des supports suspendus comme dans les musées scientifiques.



**Figure II.2 :** musée de francfort **Source :** Magazine ANA ME3MARY

- L'affichage sur des coffres fixes ou mobiles avec des formes et taille variées basé sur le sol.
- Affichage sur un socle basé sur le sol.
- L'affichage sur des tableaux verticaux.

<sup>2</sup> Magazine ANA ME3MARY vol 13 .déc. 2012

### **C-2 Les supports**

**La texture :** elle ne doit pas être attirante ayant comme objet de mettre en valeur l'œuvre exposé.

**La forme :** doit être simple sans aucune décoration et cela pour qu'il ne soit pas plus attirant que l'œuvre.

**La couleur :** les œuvres sont mises en valeur par le contraste qui existe entre la couleur du support et la couleur de l'objet.

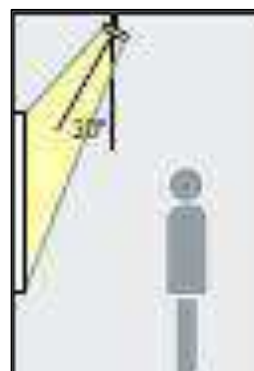
**La disposition :** la disposition des supports n'est pas anarchique mais réfléchi de telle sorte de ne pas déranger le parcours des visiteurs ne dégageant l'espace de l'exposition. <sup>3</sup>

### **D- L'éclairage**

devraient profiter de l'éclairage naturel autant que possible et que ne pas provoquer d'éblouissement à l'intérieur du musée sur la base de la formation du plafond, des murs et des trous dans le plafond ne doit pas être inférieure angle d'inclinaison de son environ  $45^\circ$ , et sont à intensité réglable par des miroirs dans les coins. <sup>4</sup>

- **Bien positionner les appareils d'éclairage**

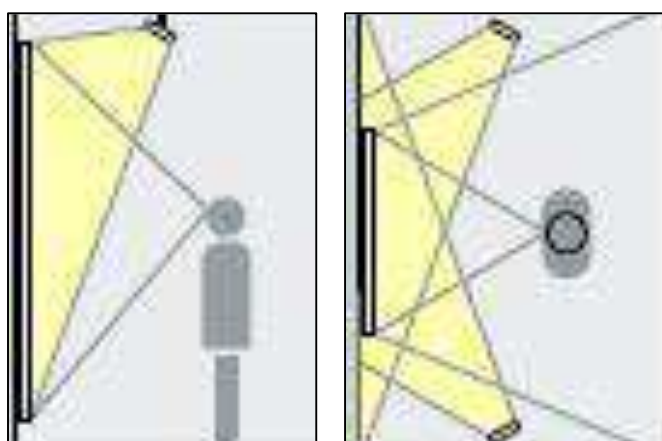
Pour éclairer les peintures et les sculptures, l'angle d'incidence optimal de la lumière est de  $30^\circ$ . Avec un angle plus ouvert, si l'appareil est éloigné de l'objet à éclairer, l'observateur risque de voir son ombre portée sur le tableau au moment où il se trouve devant. Un angle plus fermé produirait en revanche une lumière rasante, projetant sur le tableau des ombres allongées.



**Figure II.3:** Position de l'éclairage muséale **Source :** Magazine ANA ME3MARY

- **Réduire l'ombre portée du visiteur**

Deux projecteurs placés sur le côté éclairent les tableaux sans éblouir par réflexion ni former aucune ombre portée sur le tableau quand l'observateur se trouve face à l'œuvre.



**Figure II.4 :** Position de l'éclairage des tableaux **Source :** Magazine ANA ME3MARY

<sup>3</sup> Magazine ANA ME3MARY vol 13 .déc. 2012

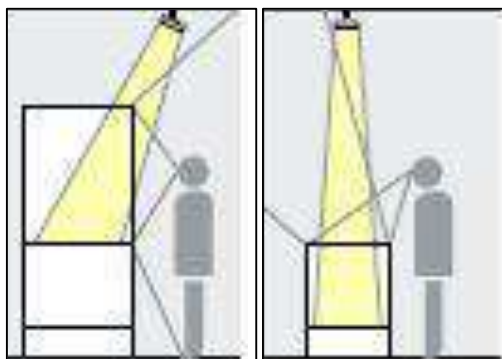
<sup>4</sup> Brochure «ÉCLAIRAGE POUR MUSÉES ET GALERIES»

- **Éviter tout éblouissement par réflexion**

Les tableaux sous verre peuvent générer des réflexions parasites quand les appareils d'éclairage montés au plafond se reflètent sur la vitre protectrice. Une disposition adéquate des appareils, des faisceaux étroits et des sorties de lumière occultées évitent ces éblouissements par réflexion.

- **Éclairer les vitrines sans éblouir**

Les vitrines peuvent aussi être éclairées par des projecteurs placés à l'extérieur, dès lors que ces projecteurs sont disposés, du point de vue de l'observateur, en dehors des surfaces de réflexion.

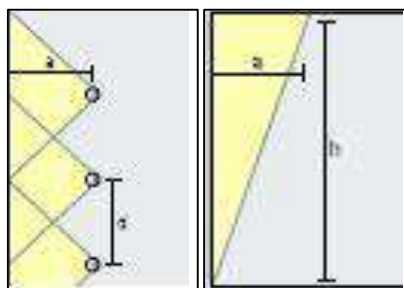


**Figure II.5 :** Position de l'éclairage des vitrines **Source :** Magazine ANA ME3MARY

- **Bien disposer les appareils d'éclairage mural**

La distance au mur des appareils à faisceau mural doit être d'un tiers de la hauteur sous plafond pour que la lumière soit répartie sur le mur avec homogénéité

L'entraxe des appareils doit être équivalent à la distance d'éloignement du mur.



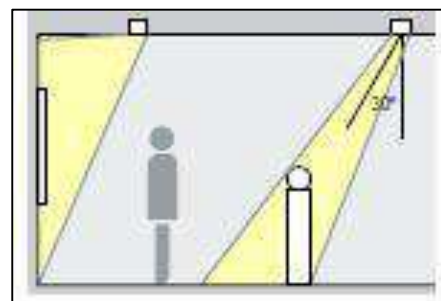
**Figure II.6 :** la disposition de l'éclairage mural **Source :** Magazine ANA ME3MARY

- **Souligner les murs et les œuvres**

Un éclairage équilibré des salles et de l'exposition résulte de l'association d'un éclairage mural homogène, pour donner un sentiment de clarté, et d'un éclairage d'accentuation, pour modeler les sculptures.

- **Disposer les appareils éclairant des objets imposants**

Plusieurs appareils diffusant un faisceau étroit éclairent à la perfection les œuvres imposantes, sans éblouir l'observateur.



**Figure II.7 :** la disposition de l'éclairage des œuvres **Source :** Magazine ANA ME3MARY

**E- Les exigences des espaces intérieures**

<b>L'Accueil</b>			
<b>Définition</b>	l'accueil est une action qui vise à informer, recevoir et orienter le public selon ses besoins et sa demande. C'est un espace tampon collecteur et diffuseur des flux,		
<b>Fonction</b>	<p><b>Réceptionner :</b> La réception des visiteurs./ prendre des informations/affichage de lecture</p> <p><b>Orienter :</b> Pour offrir la faculté de se déplacer sans se perdre, les cheminements doivent être étudiés pour être facilement perçus et lus</p>		
<b>Localisation</b>	-Doit être Placée dans un endroit visible de l'entrée principale. - Son positionnement central permet d'assurer la distribution vers les différentes entités du musée.		
<b>Volumétrie</b>	-Un volume généreux et largement ouvert sur l'extérieur est souhaitable. - Double hauteur pour l'accueil permettant un renouvellement d'air rapide		
<b>Exigences particulières</b>	s'ouvre directement sur l'extérieur pour des raisons de sécurité l'accueil devra s'ouvrir sur chacun de ces espaces		
<b>Équipement</b>	<p>Panneaux d'affichage, Affichage des consignes de sécurité, affichage du règlement intérieur de musée, des comptes rendus du conseil</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><b>Accueil :</b> Sas d'entrée Information Orientation Affichage</td> <td style="width: 50%; border: none;"><b>Réception :</b> 1. comptoir de réception 2. Bagagerie 3. Service fax et standard</td> </tr> </table>	<b>Accueil :</b> Sas d'entrée Information Orientation Affichage	<b>Réception :</b> 1. comptoir de réception 2. Bagagerie 3. Service fax et standard
<b>Accueil :</b> Sas d'entrée Information Orientation Affichage	<b>Réception :</b> 1. comptoir de réception 2. Bagagerie 3. Service fax et standard		



Muse Museum

**Tableau II.1 :** les exigences de l'accueil de musée  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttombourg

<b>Boutiques</b>	
<b>Fonction</b>	Espace commercial à caractère culturel et scientifique Où ils vendent tout type des produits technologique et scientifique tel que les livres les photos, les appareils ... etc.
<b>Localisation</b>	En relation proche avec l'espace d'accueil et tous Les accès secondaires de public
<b>Exigences particulières</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espace sécurisé</li> <li>• Elle sera visible par le public dès son entrée dans le hall</li> <li>• être éclairé et bien aéré</li> <li>• bien isolé de l'humidité</li> </ul>
<b>Équipement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étagères, Bureau, Comptoir de prêt, vitrine</li> </ul>




La boutique du Musée de Dieppe

**Tableau II.2:** les exigences de l'accueil des Boutiques  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttombourg

<b>Cafétéria + restaurant</b>		
<b>Fonction</b>	Boire, Reposer, Espace De Travail	
<b>Localisation</b>	- Les espaces cafétéria-restaurant peuvent s'ouvrir à la fois sur l'accueil principal et sur l'extérieur (rue et/ou espace privatif comme des terrasses, jardins) au rez-de chaussée du musée -Au 1er étage de l'exposition, l'espace café offre une vue imprenable sur le hall d'entrée	
<b>Exigences particulière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bonne orientation pour assurer un bon éclairage naturel</li> <li>• l'espace ne doit pas être trop éloigné des bureaux principaux</li> <li>• Il doit être correctement chauffé, ventilé et éclairé</li> </ul>	
<b>Equipement</b>	Les tables /chaises hautes et chaises de bar/la machine à café/canapés et de fauteuils/ Un ou plusieurs écrans de télévision peuvent même y être installés.	

**Tableau II.3 :** les exigences de Cafétéria  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttcm bourg

<b>Salle exposition temporaire</b>		
<b>Définition</b>	Espace dominant dans tous les musées, il a pour but de redynamiser le musée En incident les visiteurs.	
<b>Fonction</b>	Introduisant les différents moyens de communication, elle est dotée d'un point d'information afin de réserver la meilleure instruction aux visiteurs.	
<b>Localisation</b>	Située au les niveaux (au niveau de l'accueil,,1er étage et 2ème,,etc)	
<b>Exigences particulière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• protéger contre la destruction le vol, l'humidité, la sécheresse, le soleil et la poussière</li> <li>• Isolation phonique des locaux.</li> <li>• La bonne visibilité</li> </ul>	
<b>Equipement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panneaux d'affichages.</li> </ul>	

**Tableau II.4 :** les exigences de Salle exposition temporaire  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttcm bourg

<b>Salle exposition permanente</b>	
<b>Définition</b>	<p>Espace dominant dans tous les musées, sa fonction est Présentation Et conservation des œuvres des peintres, des sculpteurs, des décorateurs, et des artistes dans tous les domaines de l'art .De façon à permettre la lecture de l'évolution des tendances dans ces domaines</p>
<b>Fonction</b>	<p>Introduisant les différents moyens de communication, elle est dotée d'un point d'information afin de réserver la meilleure instruction au visiteur</p>
<b>Localisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• s'ouvrent très largement sur l'accueil général ou sur un accueil spécifique lorsqu'ils en comportent un</li> <li>• Ils sont également en étroite relation fonctionnelle avec les espaces de magasins et les ateliers de muséologie</li> </ul>
<b>Exigences particulière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les accès publics aux espaces exposition doivent être évidents ces espaces devront être rigoureusement contrôlables (accès sécurité-incendie et vol-climat)</li> <li>• L'éclairage naturel le meilleur est souvent zénithal, toutefois l'éclairage latéral peut être plus adapté à certains types de musées</li> <li>• circulations fluides et sans entrave, ils répondront aux critères de circuit de visite définis par le responsable du musée</li> <li>• requièrent des ambiances climatologiques particulières (température, hygrométrie)</li> <li>• En aucun cas, ils ne devront s'ouvrir directement sur un extérieur en liaison directe avec la rue.</li> <li>• doivent comporter des locaux de services clos et isolés pour permettre le renouvellement des objets ou la préparation des expositions</li> <li>• Ne pas utiliser les portes tournantes pour ne pas gêner le mouvement des personnes âgées et handicapées.</li> <li>• La Continuité : on doit assurer la continuité des salles d'exposition dans le musée, à la fois verticale et horizontale.</li> </ul>
<b>Equipement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panneaux d'affichages de chaque section</li> </ul>




**Tableau II.5 :** les exigences de Salle exposition permanente  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttcmbourg


<b>Comptoir de prêt</b>	
<b>Fonction</b>	<p>Le comptoir de prêt est le point central de la bibliothèque. C'est à cet endroit que s'effectuent toutes les opérations liées à la circulation des documents (prêts, réservations, renouvellement, paiement des frais et des amendes, abonnement, etc.) ainsi que l'aide aux usagers.</p>
<b>Localisation</b>	<p>Situé à proximité de l'entrée principale de la bibliothèque ou la Salle de lecture /salle de périodique</p>




**Tableau II.6 :** les exigences de Comptoir de prêt  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttcmbourg

<b>Salle de Lecture (pour les adultes)</b>		
<b>Fonction</b>	<p>La salle de lecture représente l'espace principal de la bibliothèque, autoriser l'élaboration d'une stratégie spatiale. Susceptible de mettre en contact ou d'éloigner certaines catégories de lecture. Les usages sont (des étudiants, chercheurs, public...)</p>	
<b>Localisation</b>	Positionnement permet d'assurer la distribution vers les différentes entités de Musée	
<b>Exigences particulière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• à l'écart des grands flux de circulation (nuisance sonore).</li> <li>• dans tous les cas ils seront isolés acoustiquement</li> <li>• Les rayons du soleil ne doivent pas pénétrer dans la salle.</li> <li>• La salle de lecture est orientée sud, la solution est d'avoir un éclairage zénithal qui permet la pénétration de la lumière blanche du nord.</li> <li>• Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux-ci ont plutôt des qualités thermiques</li> <li>• Pour le personnel, ils seront en étroite relation fonctionnelle avec les bureaux de conservation, pour le public, ils seront en contiguïté avec l'accueil général</li> <li>• ils ne s'ouvrent pas directement sur un extérieur en relation directe avec la rue.</li> <li>• Les espaces de stockage des documents doivent être isolés de la lumière du jour</li> </ul>	
<b>Équipement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bureau de la bibliothécaire, Tables, Chaises,</li> <li>• la connexion internet</li> </ul>	


**Tableau II.7 :** les exigences de Salle de Lecture  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bttcmbourg

<b>Espace Périodique</b>		
<b>Fonction</b>	<p>L'espace périodique est toujours flexible et il a des casiers spéciaux pour périodiques, tables plus longues que dans les salles de lectures pour une même surface, à côté, pièce pour les vieux numéros non encore reliés</p>	
<b>Localisation</b>	<p>-En relation proche avec l'espace de lecture                      -L'espace périodiques est invitant et visible du comptoir de prêt, du hall d'entrée et de l'extérieur de l'édifice. L'aire de référence est située près du comptoir de prêt pour permettre une aide technique si nécessaire</p>	
<b>Exigences Particuliers</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un bon éclairage naturel ou artificiel.</li> <li>• Une bonne aération</li> <li>• Aménagement de l'espace par un mobilier confortable</li> <li>• L'utilisation des revêtements qui donne à l'espace le confort acoustique</li> </ul>	
<b>Équipement</b>	Bureau de la bibliothécaire, Tables, Chaises, corbeille	


**Tableau II.8 :** les exigences d'Espace Périodique  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bttcmbourg

<b>Auditorium (Salle de conférence et de la projection)</b>		
<b>Fonction</b>	Cet espace accueille les conférences sur différents domaines de communication, pour recevoir des réunions, conférence, fêtes, et des projections.	
<b>Localisation</b>	Positionnement permet d'assurer la distribution vers les différentes entités de Musée avec une sortie vers l'extérieur	
<b>Exigences particulière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La bonne visibilité</li> <li>• La pente est nécessaire pour la visibilité</li> <li>• Isolation acoustique de l'auditorium.</li> <li>• Ils s'ouvrent directement sur l'accueil général et n'ont comme ouverture sur l'extérieur que les issues de secours réglementaires</li> <li>• Ils doivent pouvoir être utilisés en dehors des heures d'ouverture des espaces</li> <li>• Perméabilité par rapport à l'ensemble des espaces de la Musée</li> <li>• Ils sont situés de préférence au rez-de-chaussée ou en sous-sol</li> </ul>	
<b>Equipement</b>	Scène, des sièges, Les draperies, les tentures, les éléments de décoration ou d'habillage flottants	


**Tableau II.9 :** les exigences de l'Auditorium  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttcm bourg

<b>Salle d'informatique et internet</b>		
<b>Fonction</b>	une salle équipée par des ordinateurs portables ou des pc du bureau avec des matériel réseau filaire et sans fil.	
<b>Localisation</b>	A proximité de secteur audiovisuel	
<b>Exigences Particuliers</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage.</li> <li>• Le besoin d'une bonne séparation entre les postes.</li> <li>• La nécessite d'un espace de circulation.</li> <li>• La pose des stores ou de rideaux spéciaux favorisera aussi la rétroprojection</li> <li>• Utilisation d'un éclairage artificiel.</li> <li>• Le confort pour les utilisateurs.</li> <li>• La bonne aération</li> </ul>	
<b>Equipement</b>	Des ordinateurs, Rayonnage, des tables, des chaises	

**Tableau II.10 :** les exigences de Salle d'informatique et internet  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttcm bourg

<b>Salle Audiovisuel</b>		
<b>Fonction</b>	C'est l'espace où se trouvent les documents audiovisuels Les Documents sont : Disque, cassette, DVD, ... C'est des documents fragiles et rarement en libre accès	
<b>Localisation</b>	Habituellement près de salle d'informatique ou vidéothèque	
<b>Exigences Particuliers</b>	Une bonne isolation acoustique de cet espace sera indispensable. Pour cela, on peut utiliser le béton armé avec comme isolant : laine de verre.	
<b>Equipement</b>	Bureaux avec des chaises et des postes informatiques avec des casques	

**Tableau II.11** : les exigences de l'accueil de Salle Audiovisuel  
**Source** : livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttcm bourg

<b>Ateliers</b>		
<b>Fonction</b>	on entend les espaces dans lesquels se déroulent des fonctions de production, soit : atelier de maintenance du bâtiment ; atelier de muséologie, atelier d'entretien ou de restauration des objets ; laboratoires photographiques ; studio de prise de vues photographiques ; atelier de simulation des équipements ; atelier de reprographie ; atelier d'entretien des véhicules.	
<b>Localisation</b>	peuvent s'ouvrir directement sur l'extérieur, toutefois il demeure préférable de les protéger par une zone tampon contrôlable	
<b>Exigences particulière</b>	Tenir compte des contraintes de fonctionnement (logique des processus) et éviter les ruptures de charge dans les transports. Certains ateliers devront être isolables entre eux et avec le reste des activités pour Des raisons de sécurité. Les ateliers de restauration des objets posent des problèmes spécifiques en fonction de la nature des collections du musée.	
<b>Equipement</b>	Des tables. Matérielle de maintenances	

**Tableau II.12** : les exigences des Ateliers  
**Source** : livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttcm bourg

<b>LABORATOIRE SCIENTIFIQUE POUR LES ENFANTS (CRAZY LABO)</b>	
<b>définition</b>	<p>CRAZY LABO met en place des expériences scientifiques qui visent à stimuler la curiosité des enfants de 3 à 12 ans, offrir une activité ludique et scientifique pour enfants diversifier les activités en la rendant éducative à les sensibiliser aux manipulations scientifiques, à les émerveiller devant des réactions spectaculaires.</p>
<b>Fonction</b>	<p>Labo permet à les enfants de faire les expériences et ce dernier sont classées par thème : bien être, les 5 sens, la santé, la couleur, l'énergie, la matière, la chimie de notre quotidien.</p> <p>- Une activité originale, scientifique et ludique à proposer à votre clientèle</p>
<b>Localisation</b>	Pole D'enfant
<b>Equipement</b>	Des Tables et des chaises, Microscopes, Lunettes de sécurité pour enfant de taille, tabliers de laboratoire et des gants de protection en caoutchouc.




**Tableau II.13** : définition de CRAZY LABO  
**Source** : élaborée par l'auteur


<b>Secrétariat</b>	
<b>Définition</b>	Service en relation direct avec le responsable d'un service pour faciliter le travail, traiter les documents, assurer la relation entre le directeur et les autres services
<b>Fonction</b>	La réception des visiteurs.
<b>Localisation</b>	A proximité du bureau de directeur
<b>Exigences particulière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espace sécurisé</li> <li>• Elle sera visible par le public dès son entrée dans le hall</li> </ul>
<b>Equipement</b>	Étagères, Bureau avec 2 chaises visiteurs, 1 poste informatique



**Tableau II.14** : les exigences de Secrétariat  
**Source** : livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttcm bourg

<b>Bureau de direction</b>		
<b>Fonction</b>	Permet d'assurer la gestion administrative du Musée.	
<b>Localisation</b>	- En relation proche avec l'espace d'accueil. - situés à la fois au centre des espaces de bureaux et proches de l'accueil des visiteurs spécialisés	
<b>Exigences particulière</b>	-Ils doivent être isolés phobiquement et visuellement des autres espaces de bureaux. Ils peuvent être en liaison directe avec les appartements de fonction. - Cet espace, du fait de sa fonction singulière, doit être sécurisé des visiteurs et de l'extérieur	
<b>Equipement</b>	1 bureau 80 x 150 cm au minimum (prévoir l'implantation avec 2 chaises visiteurs), 1poste informatique, des rangements intégrés fermant à clef.	

**Tableau II.15 :** les exigences de Bureau de direction  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttcm bourg

<b>Bureau de service</b>		
<b>Fonction</b>	Un lieu de détente et de travail pour l'équipe des travailleurs	
<b>Localisation</b>	En relation courte avec le bureau de direction. Une liaison (visuelle au moins) avec la cour	
<b>Exigences Particuliers</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espace plutôt réservé aux administrateurs.</li> <li>• Elle sera invisible par le public dès son entrée dans le hall</li> </ul>	
<b>Equipement</b>	Bureaux avec des chaises visiteurs, des Poste informatiques et de la photocopieuse	

**Tableau II.16 :** les exigences de Bureau de service  
**Source :** livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttcm bourg

<b>Archives</b>	
<b>Définition</b>	Espace pour ranger les dossiers, cet Espace doit être sec pour conserver les documents avec éclairage artificiel
<b>Fonction</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Accueil et renseignement</li> <li>✓ Rayonnage</li> <li>✓ Bureau documentaliste</li> <li>✓ Dépôt</li> </ul>
<b>Localisation</b>	Indifférente
<b>Exigences Particuliers</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espace sécurisé.</li> <li>• Une relation avec les locaux du traitement du livre et la salle de lecture et du prêt</li> </ul>
<b>Equipement</b>	Des armoires à archives et petite table de consultation et une seul poste d'informatique



**Tableau II.17** : les exigences de l'Archives

**Source** : livre : Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttembourg

### **F- Aire De Stationnement**

Stationnement des véhicules Le stationnement concerne à la fois le public et les services : stationnement des cars et des véhicules privés, stationnement des véhicules de service ou de livraison.

L'implantation des stationnements de service (livraison de produits et d'œuvres) et des stationnements pour les véhicules de service doit respecter ces consignes de sécurité spécifiques : la séparation entre zone des produits et zone des œuvres sera recherchée dans la mesure du possible.

Les zones de déchargement étant en relation directe avec les zones de réserve et de stockage seront contrôlées et devront pouvoir être clôturées. Le stationnement des véhicules privés sera implanté de manière à minimiser les problèmes de sécurité et à réduire les cheminements vers l'accueil du musée.<sup>5</sup>

### **IV- 2 Programme Quantitatif**

L'élaboration de ce programme s'appuie sur les études de cas présentés dans la phase thématique, ainsi nous avons procédé à un croisement de plusieurs programmes pour arriver à une surface plancher totale de répartie comme suit :

<sup>5</sup> Museum Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE. Iris Bcttembourg

Entité	Espaces	Surface (m <sup>2</sup> )
<b>Accueil</b>	Hall dégagement	120
	Accueil générale du public	60
	Accueil groupe et scolaire	35
	Billetterie	10
	Boutique	20
	Cafeteria	30
	Vestiaires	20
	Sanitaires publics	20
	Infirmierie	15
<b>Animation</b>	Ateliers animation	70
	Rangement	15
	Terrasse informatique	60
<b>Expositions</b>	Exposition permanente	650
	Forum	60
	Exposition temporaire	200
<b>Conservation</b>	Ateliers	64
	Réserve	100
<b>Bibliothèque</b>	Gestion et banque de prêt	20
	Lecture/rayonnages enfant/ Adultes/périodiques	80
	Multimédias/audio	40
	Rangement bibliothèque	60
Salle Conférence pour 100 places		220
Gestion Musée		140
Locaux Techniques		50
<b>Surface Totale</b>		<b>2200 m<sup>2</sup></b>

**Tableau II.18** : programme quantitatif

**Source** : normalisation des infrastructures et équipements culturels février 2008

### Synthèse

Ce chapitre a touché le programme qualitatif et quantitatif des espaces de musée pour avoir à la fin un programme spécifique qui contient tous les surfaces de tous les espaces avec leurs exigences architecturales dans le but de faciliter le passage à l'approche architecturale.



***CHAPITRE III***  
***PROJET***  
***ARCHITECTURALE***

### III-1 Etude Contextuelle

#### Introduction

On a essayé dans Cette approche d'étudié les variables contextuelles susceptibles d'influencer sur la conception architecturale du notre musée, à travers les trois échelles suivants : territoriale, Urbaine et locale,

L'intérêt de Cette approche est de choisir le site qui accueillir notre musée et de découvrir les différent principes et concept de conceptions appropriées à la région de Laghouat.

#### III-1-1 Échelle territoriale :

##### III-1-1-1 Situation géographique de Laghouat :

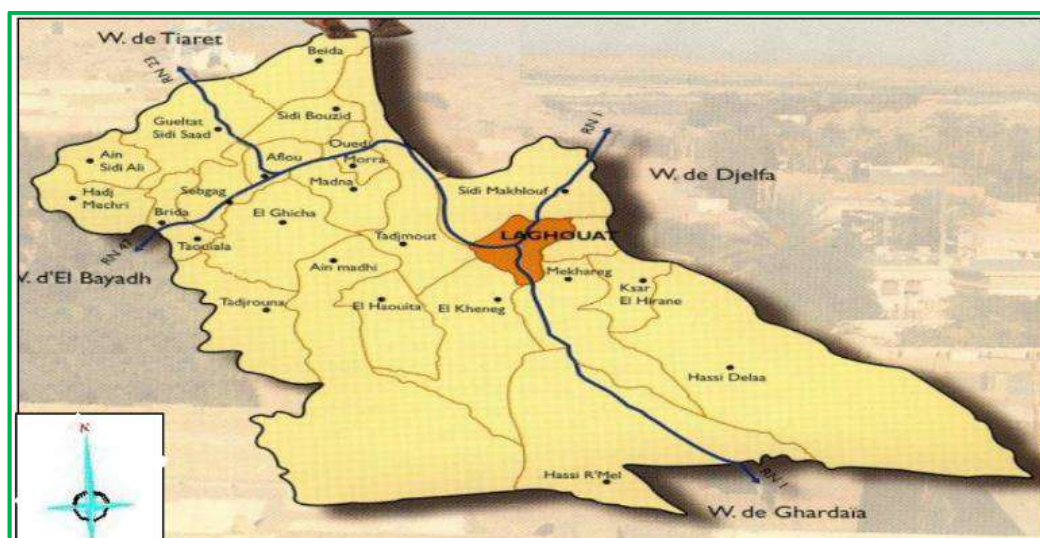
Laghouat est située au piémont de l'atlas saharien de la côte nord à une altitude de 760 m, constituant la liaison entre le nord et le sud du pays, elle est considérée comme la porte du Sahara. Elle est définie par les coordonnées (latitude de 33 ° 46' N et longitude de 2° 56' E) Le relief de la région est en général avec une faible pente de 0,1 % à 4 %.



**Figure III.1 :** Situation géographique de la ville de Laghouat  
**Source :** encarta 2010

##### III -1-1-2 Situation Administrative :

La wilaya Laghouat partage ces limites avec deux wilayas du haut plateau (Tiaret et Djelfa) et deux autres du sud qui sont (El Bayadh et Ghardaïa).



**Figure III.2 :** Carte administrative de la wilaya de Laghouat  
**Source :** encarta 2010

**III -1-1-3 Accessibilité de la ville :**

**A- Infrastructure aérienne :**

La ville est dotée d'un important aéroport  
Situé à 14 Km de la ville de Laghouat,  
Toutefois son activité reste limitée.



**Figure III.3 :** Aéroport de Laghouat - Moulay Ahmed Medeghri **Source :** www.billetavion.info

**B- Infrastructure routière**

- la route nationale N° 01
- la route nationale N° 23



**Figure III.4 :** Laghouat l'accessibilité terrestre **Source :** Google earth

**III -1-1-4 Etudes climatiques :**

Sur le territoire Algérien quatre zones climatiques sont distinguées (A.B.C et D).  
La zone de Laghouat se trouve dans la zone D appelée la zone pré Sahara et Sahara.<sup>1</sup>

Zone D : pré Sahara et Sahara	
Variations saisonnières	02 saisons, chaude et froide
Précipitations	Pluies rares, torrentielles par moments
humidité	Humidité réduite entre moins de 20% après midi à plus de 40% la nuit
Conditions célestes et rayonnements	Ciel clair pour une grande partie de l'année, rayonnement solaire intense augmenté par les rayons réfléchis par le sol
Végétations	Extrêmement clairsemées
Vents	Généralement locaux, les vents de sable et les tempêtes sont fréquents observé généralement pendant les après midi.

**Tableau III.1 :** Extrait des caractéristiques de la zone D **Source :** Mazouz. S. 2004

**A- Le climat lumineux de Laghouat :**

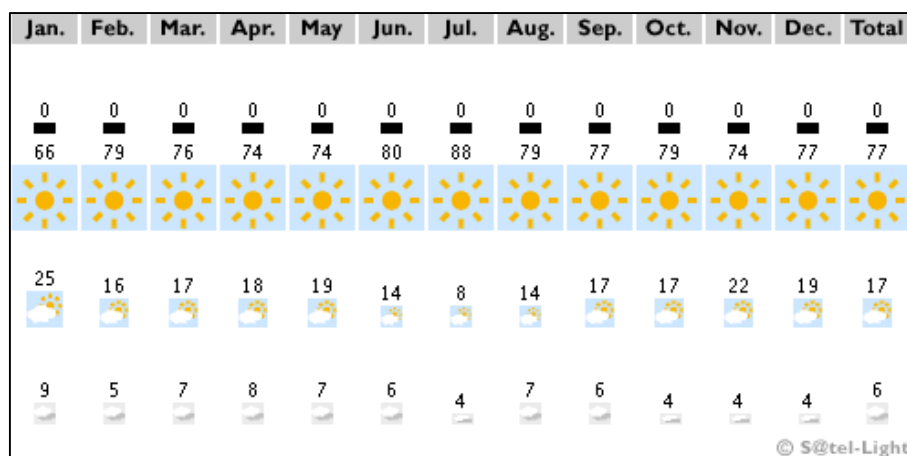
La ville de Laghouat se caractérise par un éclairage lumineux horizontal moyen égal à 42 kilo lux et la dominance du ciel clair (la troisième zone).<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mazouz. S., 2004.

<sup>2</sup> thèse de Doctorat, N. Zemmouri

**A-1 Le type de ciel :**

La zone se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l'année. Cependant les jours nuageux sont rares. Le soleil dominant a un impact majeur sur les aspects thermique, énergétiques et lumineux.

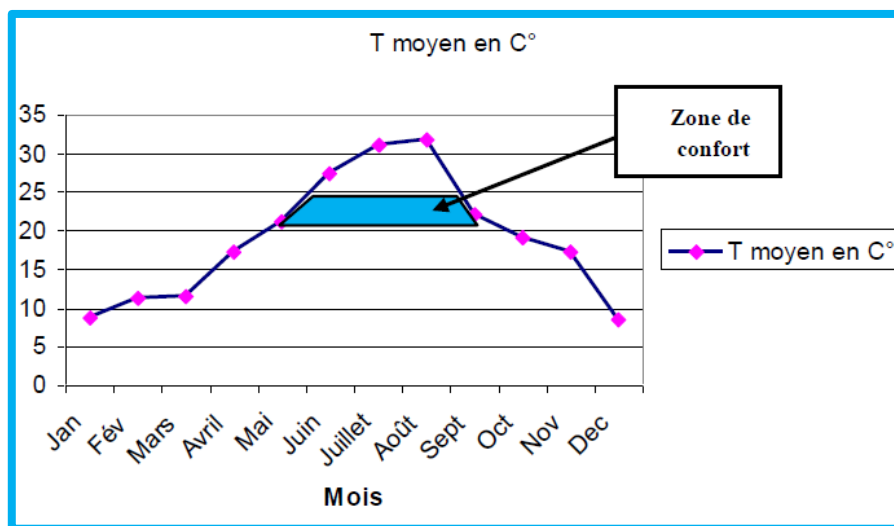


**Figure III.5 :** fréquence des ciels ensoleillés, intermédiaires et nuageux.

**Source :** www.satel-light.com

**B- La température :**

Laghouat est connue par un été très chaud avec des températures moyenne max pouvant atteindre jusqu'à 31,8°C en période estivale et un hiver est très rigoureux, la température moyenne min descend jusqu'à 8,5°C.



**Figure III.6 :** Courbe de température annuelle

**Source :** la station météorologique.

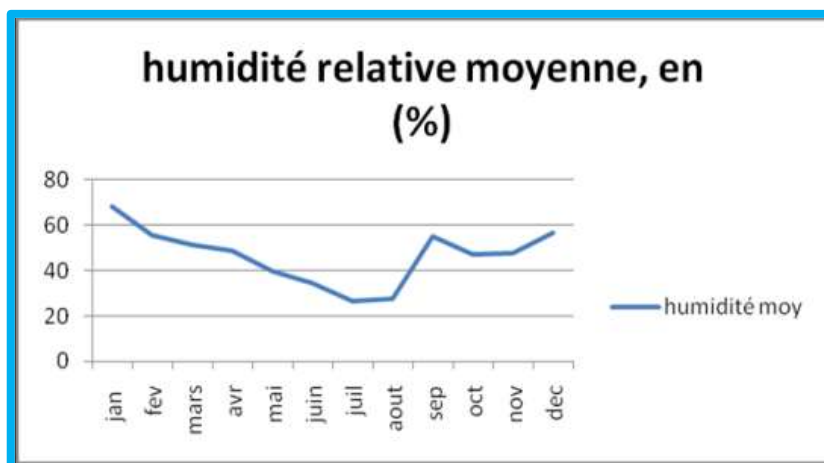
Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
T en (C°)	8,75	11,25	11,5	17,3	21	28	31	31,8	22	19	17,25	8,5

**Tableau III.2 :** Les températures de la ville de Laghouat

**Source :** la station météorologique.

**C- Humidité relative :**

Dans le mois de Janvier on enregistre le taux d’humidité relative le plus élevé (68,2%), et le plus bas (26,4%) pendant le mois de juillet.



**Figure III.7 :** Courbe de l’humidité annuelle.  
**Source :** la station météorologique.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
H en (%)	68,2	55,6	51,5	48,4	39,4	34,1	26,4	27,2	55	47,1	47,4	56,5

**Tableau III.3 :** l’humidité de la ville de Laghouat  
**Source :** la station météorologique.

**D- Les Précipitations**

Les précipitations sont faibles, elles sont évaluées à mm/an.

La période de sécheresse s’étale de Mai à Octobre soit sur 06 mois de l’année, ce qui est très élevé.

Précipitations											
Années	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Moyenne décennale
Quantité de pluie	236,7	62,7	253,3	88,9	95,0	101,0	154,2	311,9	121,5	252,1	167,73
Nombre de jours	52	24	47	27	44	30	54	53	42	60	43,3

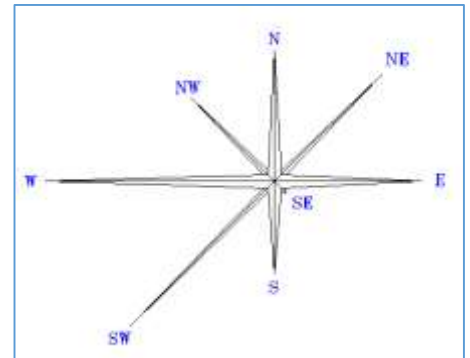
**Tableau III.4 :** Evolution des précipitations pendant une décennie à la ville de Laghouat  
**Source :** station de météo-2013 - Laghouat

**E- Les vents :**

**-Les vents dominants** à Laghouat soufflent de l'ouest, mais aux Changements saisons la fréquence du vent est tout aussi importante du sud-ouest. Il y a très peu de vent d'orientation nord-ouest et presque nul au sud-est.

**-Le siroco** souffle 65- 70jours par an à partir du mois de mai, il est fréquent du côté nord et ouest.

**-Le chehili** venant du sud, souvent violent et sa vitesse varie de 15 à30M/S. et de direction sud-ouest fréquence 687heures/mois



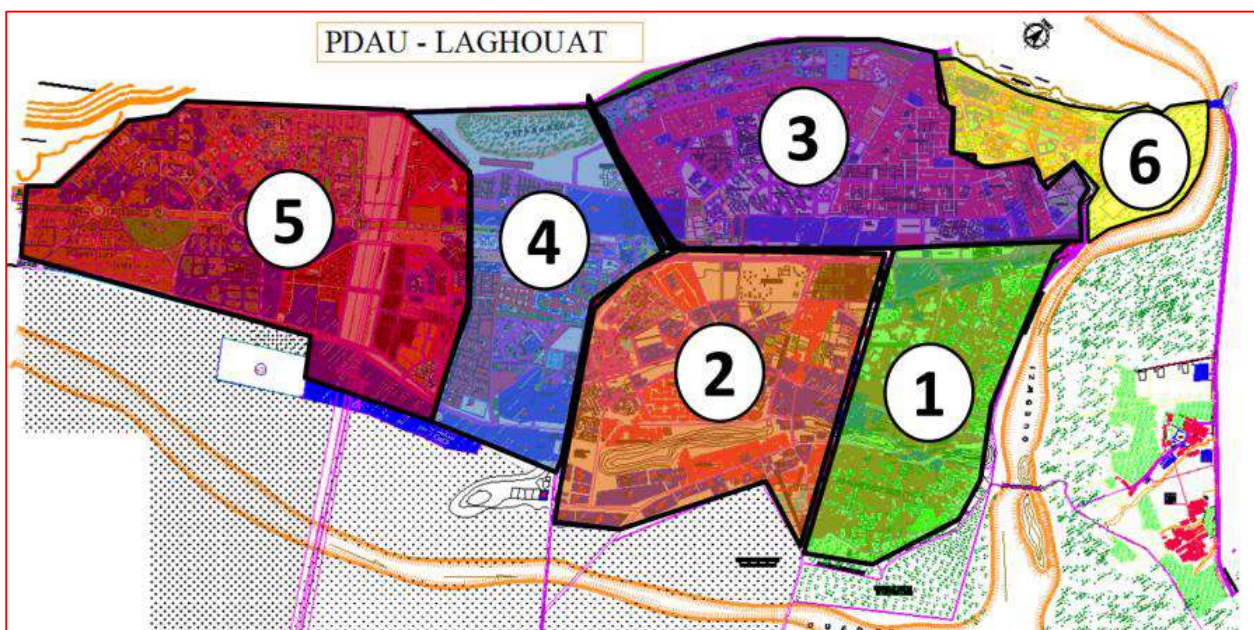
**Figure III.8 :** Rose des vents de la ville de Laghouat.  
**Source :** la station météorologique.

**III -1-2 Échelle Urbaine :**

Laghouat tire son nom du mot « ghout » qui signifie maisons et ksour entourés de jardins, d'après Ibn Khaldoun une autre explication est avancée, Laghouat et le nom d'une tribu berbère Maghraoua appelée « Laghouat » ou « Béni El Agouant » qui habitait la région.

**III -1-2-1 Synthèse de différentes phases de développement de la ville :**

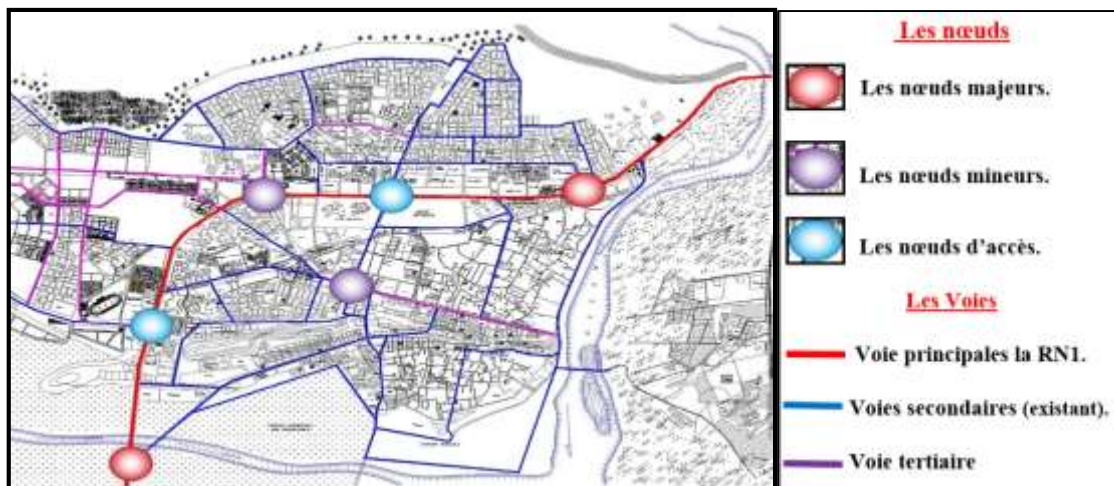
- **la 1ère phase :** l'ancienne ville.
- **la 2ème phase :** les lotissements et les Z.H.U.N 01 et Z.H.U.N 02. Après le dédoublement de la ville par un axe structurant RN01
- **la 3eme phase :** lotissements de l'OASISNORD et des nouveaux quartiers.
- **la 4eme phase :** l'extension vers l'Ouest et l'apparition des nouveaux lotissements tels que EL WIAAM .
- **la 5eme phase :** future extension.



**Figure III.9:** Les différentes phases de développement urbain de la ville.  
**Source :** (P.D.A.U) de Laghouat révision 2012.

**III -1-2-2 Le système routier :**

L'analyse de la structure urbaine démontre que la majorité des voies et nœuds majeurs se trouvent sur et à proximité de RN1.



**Figure III.10 :** Systèmes routiers  
**Source :** P.D.A.U Laghouat, révision 2008

**II-1-2-3 Les équipements culturels dans la ville :**



**Figure III.11 :** les différents équipements culturels dans la ville de Laghouat  
**Source :** Google Earthe

**III -1-2-4 les potentialités de la ville :**




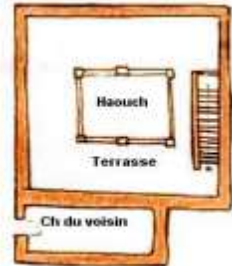
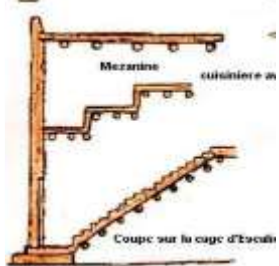
- A- **Situation** : La ville de LAGHOUAT située dans un emplacement stratégique est considérée comme la porte du Sahara, et un point de communication très important entre le nord et le sud.
- B- **Climatique** : la ville de Laghouat est caractérisée par un climat semi-aride, et que deux facteurs climatiques sont les plus importants :
  - 1 - l'ensoleillement.
  - 2 - les vents.
- C- **Scientifiquement** : La ville de Laghouat a bénéficié d'un pôle universitaire digne d'une ville universitaire doté d'une faculté des sciences et d'une faculté de technologie regroupant plus de 15 départements dans divers sciences et une faculté en médecine.

**III -1-2-5 La typologie architecturale de la ville de Laghouat :**

**A- Le style architectural de Laghouat est caractérisé par :**

- Tissu compact pour diminuer les surfaces exposées à l'ensoleillement et de se protéger contre les vents.
- Les constructions ont été implantée sur les oasis « les palmeraies » et l'eau ("Ghout " maison entourée de jardins).
- L'intimité et la spécificité de la maison (la sgiffa).
- Façade fermée qui suit le tracé de la rue
- L'utilisation des couleurs claires pour se protéger des Fortes chaleurs et réfléchir le rayon solaire.

**B –les éléments architectoniques :**

Le patio	Les arcades	Claustras	La terrasse accessible	La mezzanine
		 Claustura à l'intérieur		 Coupe sur la cage d'escalier

**Figure III.12 :** Les éléments architectoniques de Laghouat

**Source :** Auteur

### **III -1-3 Échelle Locale :**

#### **III -1-3-1 motivation du choix de site**

- Le site se trouve sur un axe important RN n°1 qui est le support de la plupart des équipements principaux dans la ville (hôpital, hôtels, université...).
- Le site se trouve à l'entrée nord de la ville de Laghouat.
- Notre site est à proximité de la gare routière.
- Une situation stratégique offre une perspective qui invite à la découverte architecturale.
- Forme et morphologie adéquate pour notre projet.

#### **III -1-3-2 Situation**

Le site d'intervention se situe dans un milieu urbain (CITE EL GWATINE) au Nord-ouest de la ville et il possède une bonne accessibilité à proximité de La route nationale N1.



**Figure III.13 :** Plan de Situation de site d'intervention  
**Source :** Google earth



**Figure III.14 :** Vue de site d'intervention  
**Source :** Auteur

***III -1-3-3 Accessibilité et flux :***

- Le terrain est accessible coté est par un axe principal (RN N°1) et sur la côte sud par un axe secondaire et deux axe tertiaire sure les côtes nord et l'Ouest.



**Figure III.15 :** l'accessibilité vers le site d'intervention  
**Source :** Google earth

**III -1-3-4 L'environnement immédiat :**

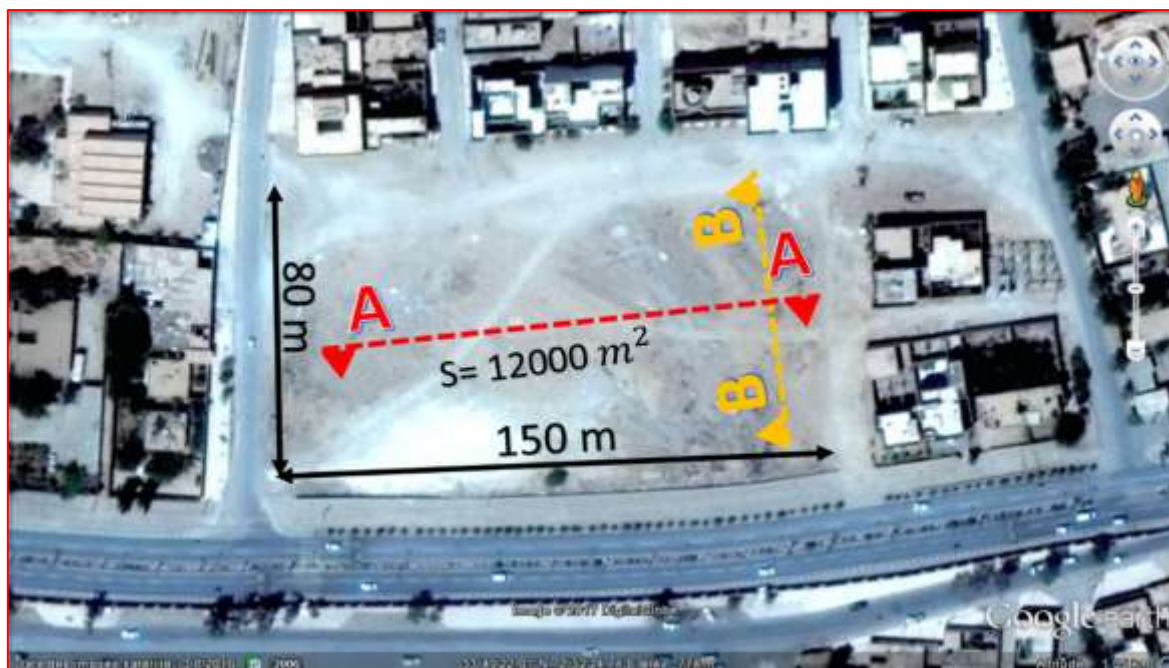
Le site avec un caractère résidentiel (habitat individuel) et un caractère administratif (Espace réserve pour les équipements).



**Figure III.16 :** L'environnement immédiat de site d'intervention **Source :** Google earth

**III -1-3-5 Caractéristiques de site :**

- La forme de terrain est rectangulaire avec une surface de 1.2 Ha,
- Le terrain est plat légèrement.



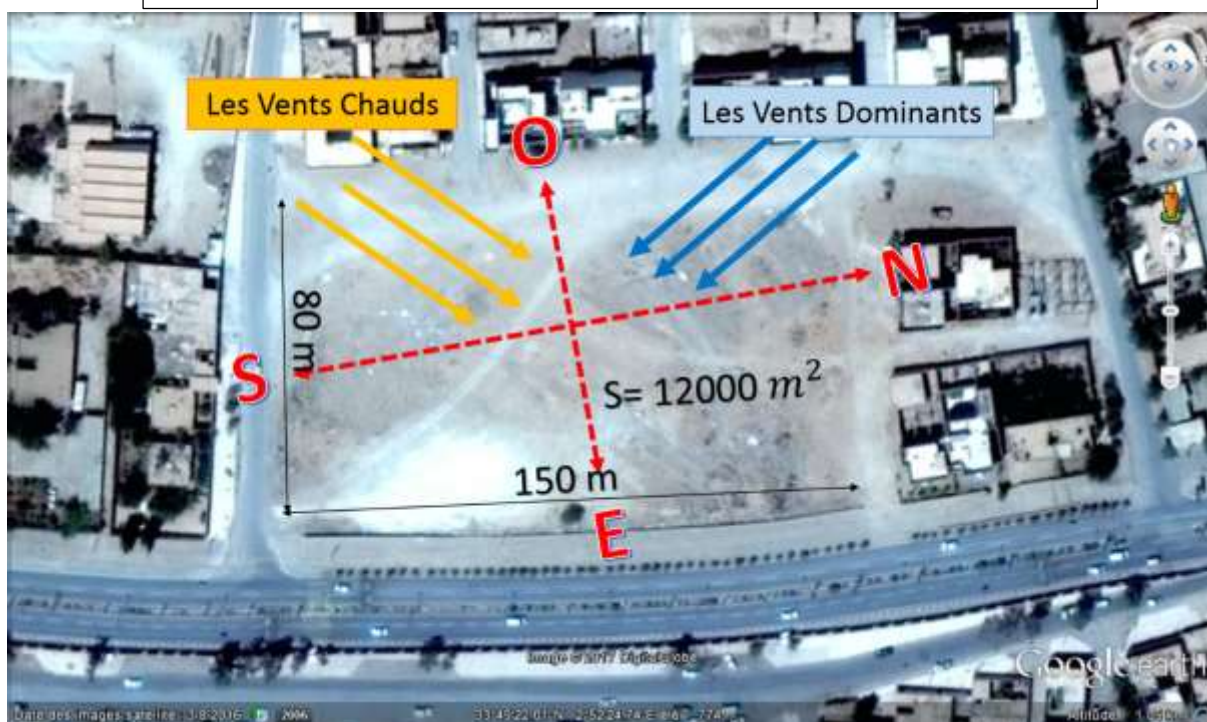
**Figure III.17 :** les dimensions de site d'intervention **Source :** Google earth



**Figure III.18** : Profil d'élévation A-A du site d'intervention  
**Source** : Google earth



**Figure III.19** : Profil d'élévation B-B du site d'intervention  
**Source** : Google earth



**Figure III.20** : Les Vents du site d'intervention  
**Source** : Auteur

- Les vents dominants pendant toute l'année sont de direction nord-ouest D'origine océanique et nordique.
- Les vents d'été (sirocco) viennent du sud-est dont la durée varie de 30 à 40 Jours par ans.

### Synthèse

Après l'étude de la ville et l'analyse du site, nous avons extrait quelques éléments conceptuels liés au contexte :

La conception du projet sera basée sur l'implantation des différentes entités du projet tout en intégrant ces derniers avec les éléments structurants du site à savoir les voies, et les potentialités du site ainsi que l'environnement immédiat.

D'après savoir les éléments importants de climat on conclut :

#### **-Température :**

- Utilisation des matériaux d'isolations thermique
- Créer un micro climat assuré par le patio les fenêtres les jets d'eau

#### **-L'ensoleillement :**

- prendre en considération l'orientation des façades.
- L'utilisation des brises soleil.

#### **-Vent :**

- la forme curviligne pour minimiser les rayons solaires et diminue et la vitesse des vents.
- la création d'une ceinture d'arbre au côté du vent dominant
- L'utilisation des brises du vent

## III- 2 La Conception Architecturale

### Introduction

« Un projet est un espace vivant tel qu'un corps humain ce qui induit que les espaces qui le constituent doivent être complémentaires et fonctionnels tel que les organes vitaux »

*Louis Kahn*

La lecture et l'analyse des phases précédentes nous a permis d'entamer la partie architecturale

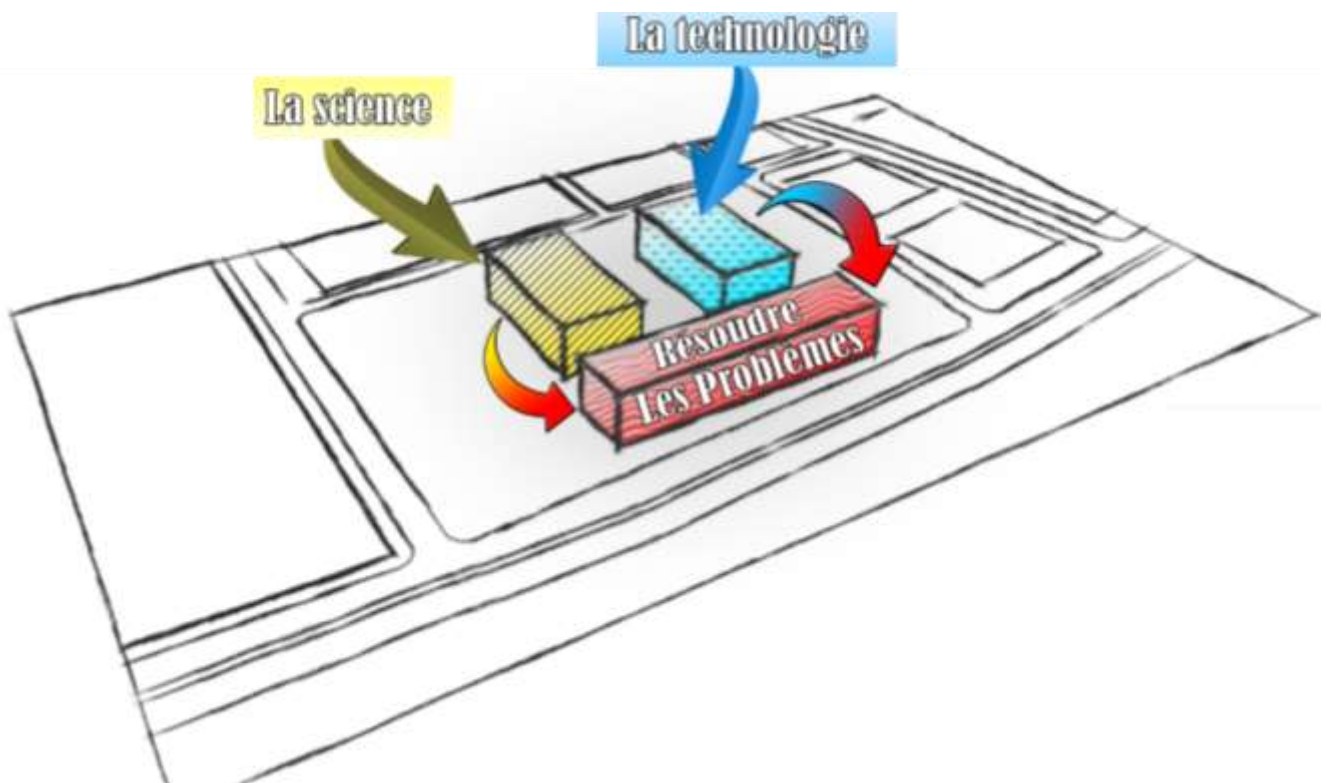
### III-2-1 l'idée du projet

On a entamé notre projet musée durable de science et technologie par une idée philosophique, sachant que la science c'est l'ensemble des connaissances et la technologie c'est les techniques et les théories de l'application de ces connaissances (l'exemple le plus proche c'est les mathématiques qui représentent la science et la calculatrice qui représente la technologie).

La science et la technologie ont un but primordial c'est de résoudre les problèmes.

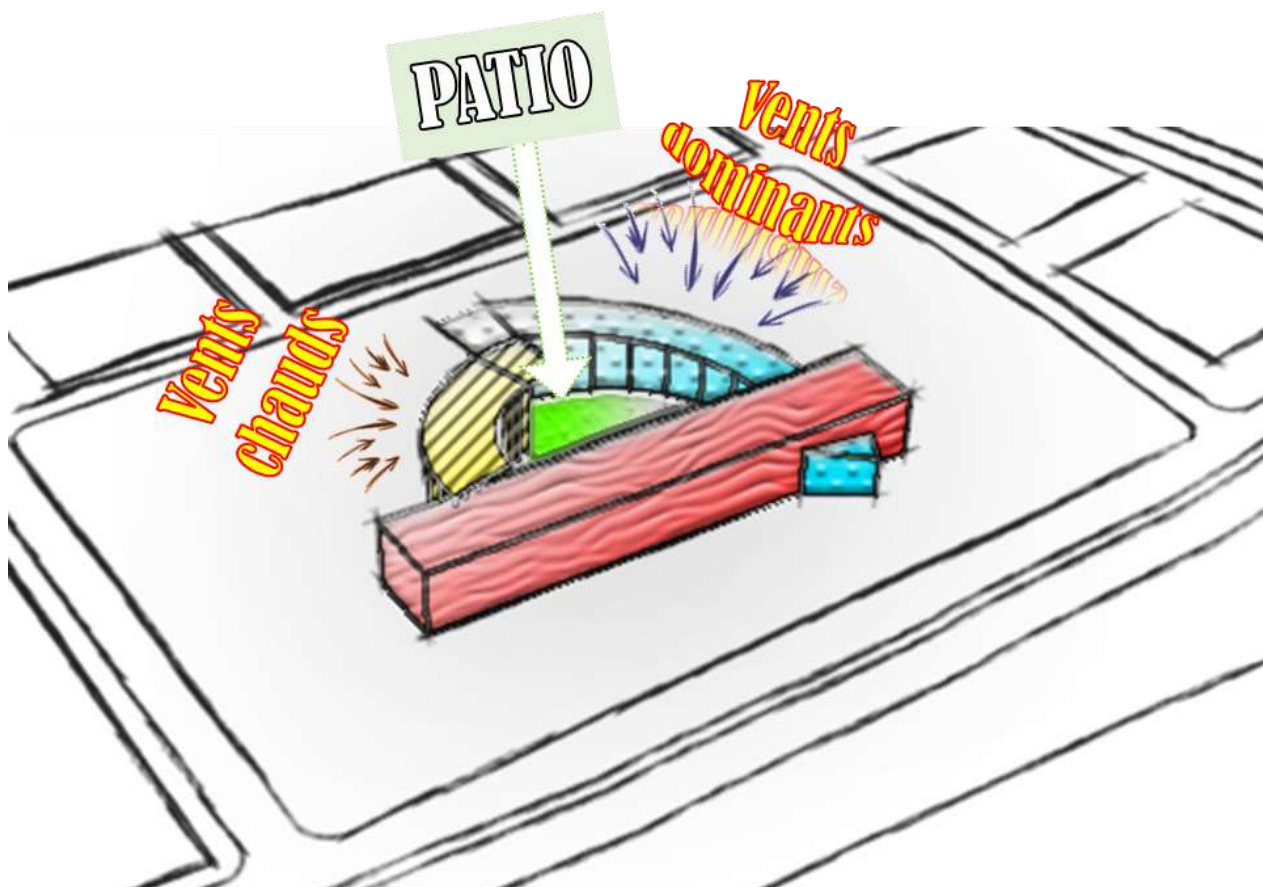
### III-2-2 La genèse de projet

- On a matérialise cette philosophie par deux formes de base l'un représente la science et l'autre représente la technologie.



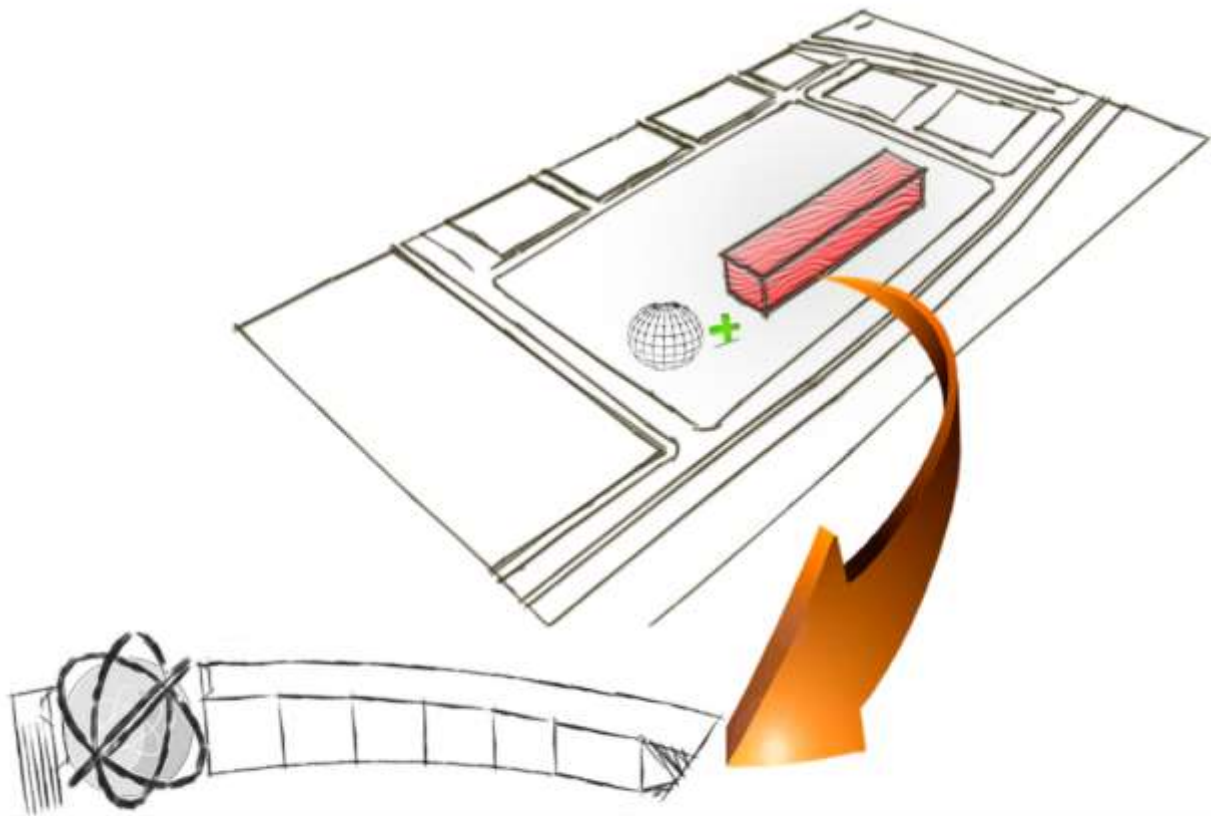
**Figure III.21 :** La genèse de projet 1<sup>ER</sup> étape  
**Source :** Auteur

- On a créé une relation entre les deux formes pour concevoir un espace clos qui représente un patio reflétant la typologie architecturale de la ville ,pour alléger le volume , mieux aérer les espaces et capter le maximum d'éclairage naturel.
- Pour changer la direction des vents dominants et les vents chauds vers la périphérie et minimiser les rayons solaires on a choisie des volumes dynamiques.



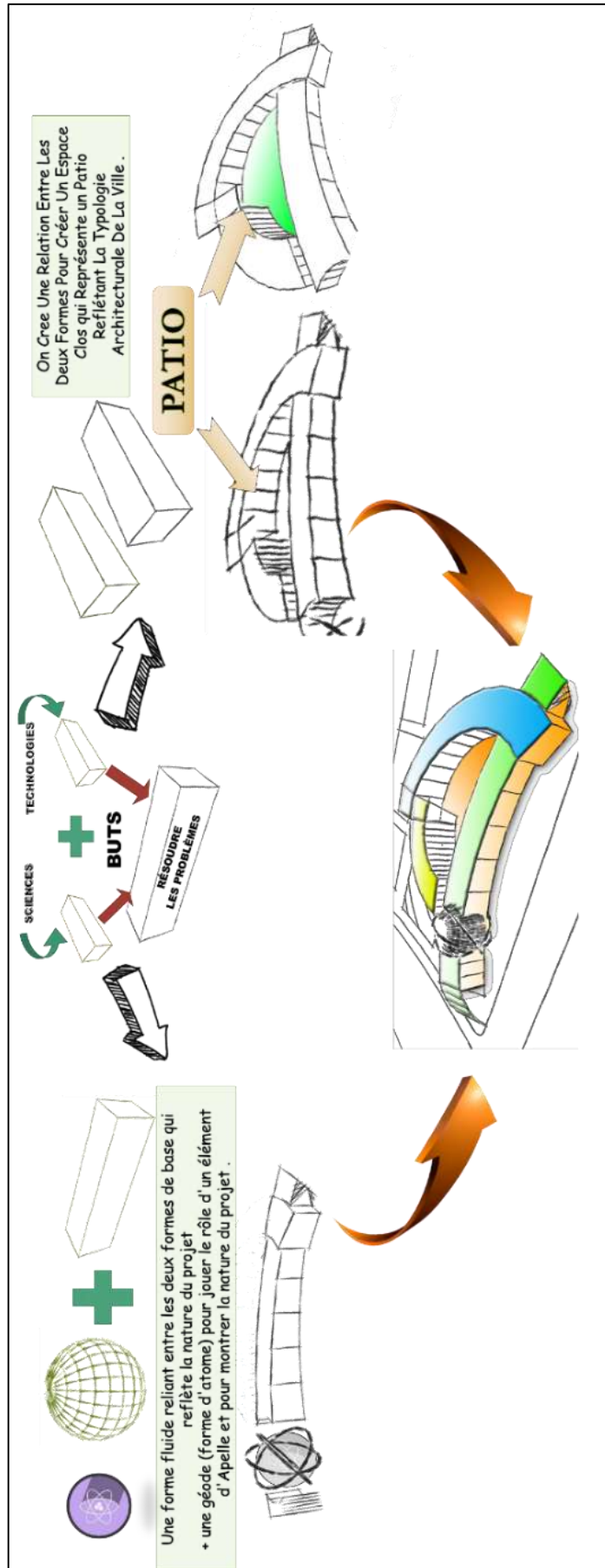
**Figure III.22 :** La genèse de projet Zemme étape  
**Source :** Auteur

- On a relié entre les deux formes de base par une forme accueillante fluide qui reflète la nature du projet,
- On a ajouté une géode (sous forme d'atome) pour jouer le rôle d'un élément d'appelle et pour montrer la nature du projet.
- On résultant une forme dynamique et futuriste qui s'inscrit dans son temps, Cette forme doit exprimer l'évolution permanente de la science qui nous entoure et le développement technologique.

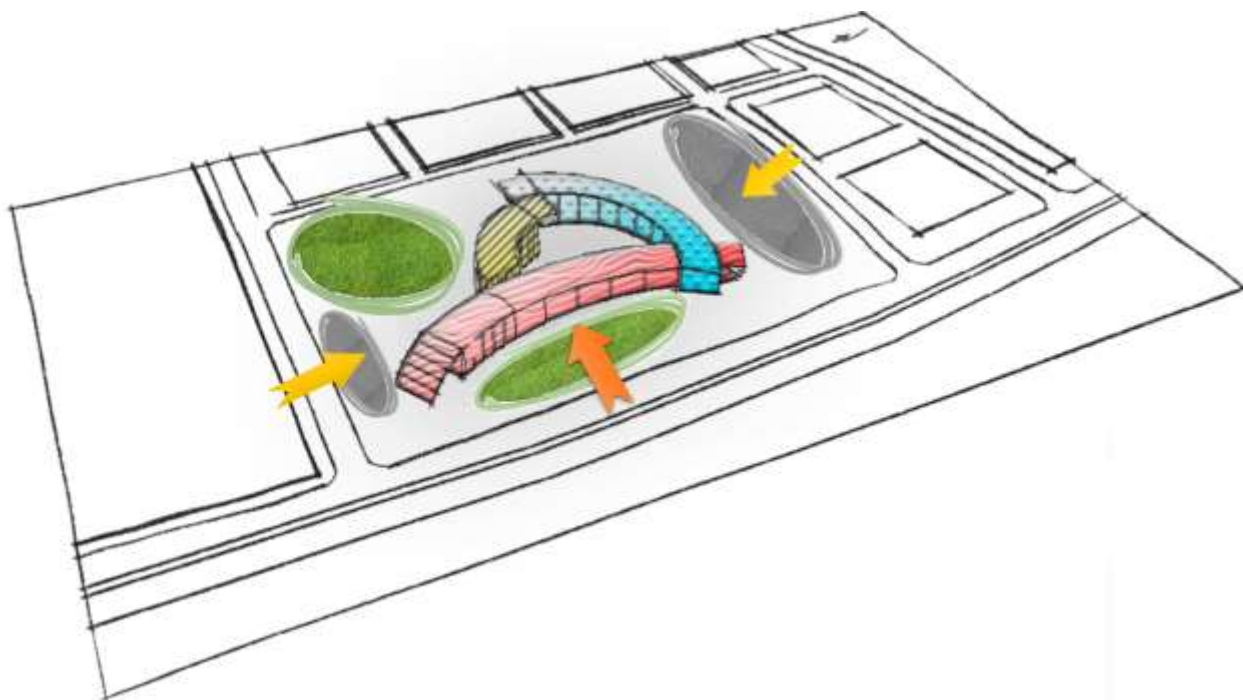


**Figure III.23** : La genèse de projet 3eme étape  
**Source** : Auteur

- La disposition de l'élément le plus long sur le front de site sur la façade urbain.



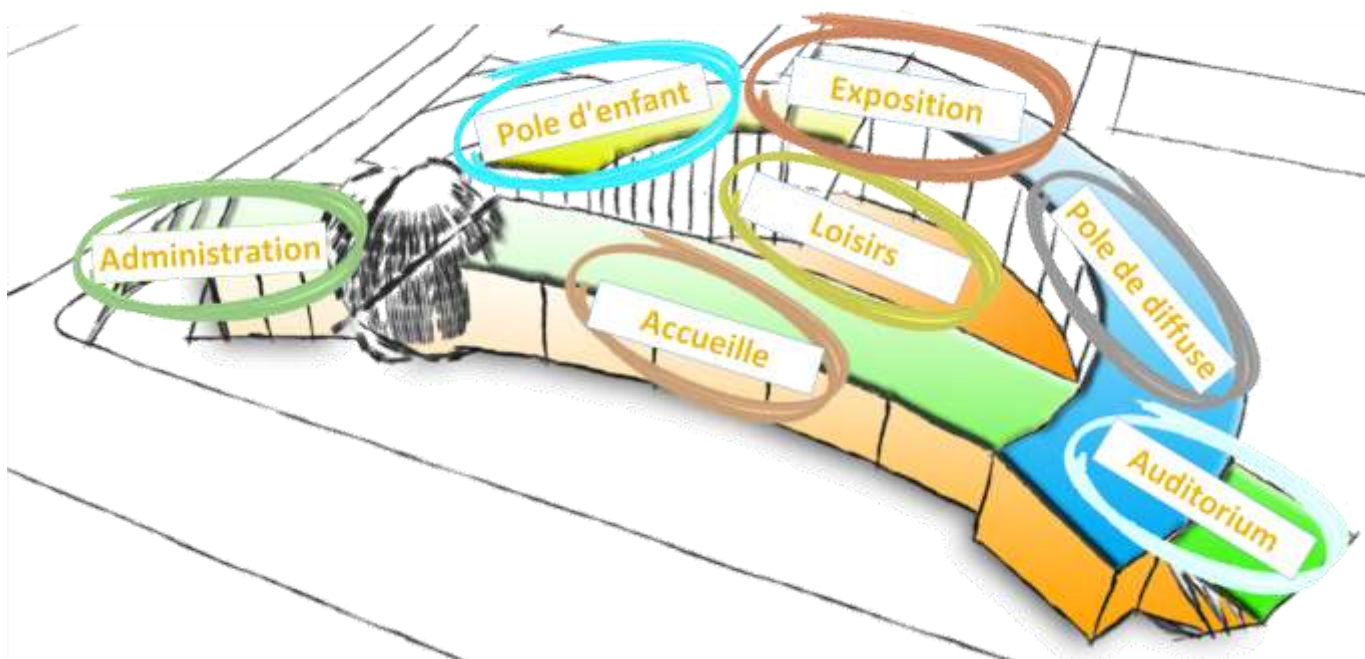
**Figure III.24 :** La matérialisation de l'idée de projet  
**Source :** Auteur



**Figure III.25 :** l'implantation du projet

**Source :** Auteur

- on a créé un accès principal pour les piétons au milieu du terrain sur l'axe principal dans un point visible.
- on a ajouté deux accès mécanique sur les axes secondaires l'un vers l'aire de stationnement des visiteurs qui est implante dans le côté nord du projet pour accueillir les visiteurs et faciliter le cheminement, et le deuxième est destiné aux personnels et aux services au côté sud du terrain.
- On a créé une esplanade d'entrée aménagée avec un espace vert et des plans d'eau pour :
  - marquer l'entrée
  - mettre le projet en valeur
  - minimiser les bruits
  - créé un microclimat et intégrer le projet dans son environnement
- On a créé un jardin au côté postérieur du projet pour des raisons climatiques et pour créer un espace de détente



**Figure III.26 :** l'affectation des entités du projet  
**Source :** Auteur

- On a affecté l'accueil sur la façade principale pour des raisons fonctionnelles, l'air de loisirs dans le patio pour des raisons de sécurité, le pôle de diffusion sur le côté nord pour bénéficier de l'éclairage uniforme, on a respecté la hiérarchie des espaces du bruit et du calme donc on a éloigné les espaces d'exposition de la source des bruits (route n°1).
- L'idée principale dans la conception des façades de notre musée est basée :
  - premièrement sur le respect des impératifs fonctionnels (normes de l'aération et d'éclairage, confort) pour assurer la clarté de notre projet
  - en s'appuyant sur la richesse et la diversité dans le traitement se qui évoquera la curiosité des visiteurs, et l'envie de découvrez le projet.

### **III-2-3 Description de projet**

#### **A- l'implantation**

Ce Projet s'étalent sur une surface de 12000 m<sup>2</sup>, se situe sur le haut du terrain aligné avec l'axe principal (route nationale n°01).

Afin de bien marquer l'entrée et l'accès principal nous avons prévu une esplanade d'entrée aménagée avec un espace vert et des plans d'eau pour mettre le projet en valeur et pour minimiser les

bruits, il est entouré par des espaces verts et des jets d'eau pour créer un microclimat l'intégrer dans son environnement, et pour créer un espace de détente.

### **B- L'accessibilité et les aires de stationnement**

Afin de faciliter l'accès et bien gérer les flux et les circuits on a prévu :

- **Un accès principal pour piétons** : au milieu de terrain sur l'axe principal dans un point visible.
- **Un accès mécanique pour les visiteurs** sur l'axe secondaire nord ver l'aire de stationnement des visiteurs.
- **Un accès mécanique pour les personnels** sur l'axe secondaire sud ver l'aire de stationnement du personnel.

Notre projet est accessible par 5 accès :

- accès principale positionné comme continuité de l'axe principale dans un point plus visible sur la façade est bien marqué et apparent
- un accès indépendant pour l'auditorium.
- Un accès pour le planétarium.
- accès secondaire derrière le projet sur le côté ouest qui sera utilisé comme issue de secours
- un accès de service (pour des raisons fonctionnelles).
- **les aires de stationnement**

L'aire de stationnement des véhicules pour accueillir les visiteurs sera implanté d'une manière à faciliter le cheminement et pour minimiser les problèmes de sécurité,

Donc nous avons projeté deux parkings, le premier est destiné aux visiteurs d'une capacité de 30 véhicules se trouve juste à l'entrée mécanique au côté nord et le deuxième est destiné aux personnels et aux services au côté sud du terrain.

### **C- Organisation des espaces**

#### **RDC**

Les parcours intérieurs sont conçus selon le principe d'une organisation circulaire à partir du hall d'accueil et d'exposition qui contient un comptoir de réception pour diriger les visiteurs

- des expositions et des écrans tactiles pour initier les visiteurs à la découverte du musée.
- 04 boutiques pour la vente des innovations technologiques et des livres scientifiques).

#### **➤ Parcours 01 au côté nord :**

En passant par la cafétéria pour des raisons de confort (odeurs, bruits, etc.), et pour des raisons fonctionnelles doit être absolument isolé du reste des activités du musée, il s'ouvrira à la fois sur l'accueil principal et sur l'extérieur et il se divise en deux parties : espace public de consommation (salle de cafeteria), et espace privé de préparation (cuisine).

- directement vers le sas d'entrée de l'auditorium (en double hauteur avec 300 places cette salle est accessible depuis un accès indépendant à l'extérieur ou à partir du l'intérieur de musée avec une issue de secours à l'arrière de la salle).

- Au même parcours nous rencontrons les espaces de pôle de diffusion qui contient la salle de vidéothèque et audiothèque et la salle d'informatique qui sont implanté sur l'endroit le plus calme.

- A la fin de ce parcours on trouvera la bibliothèque des adultes à l'écart des grands flux de circulation (dans tous les cas la bibliothèque sera isolée acoustiquement), et l'accès secondaire depuis le jardin, qui est le Point de convergence des autres parcours 2 et 3.

### ➤ Parcours 02 (est au côté sud) :

En allant du hall d'accueil et d'exposition on trouve le restaurant et l'infirmierie (qui sera localisé de manière à faciliter l'évacuation des personnes), et le planétarium (en forme de géode accessible à partir de l'intérieur de musée et à l'extérieur).

Et le pôle d'enfants qui contient une salle des jeux, une salle d'animation, un laboratoire (réservé pour les expériences scientifiques des enfants) et une salle de lecture, localisés tous dans un emplacement plus proche avec les espaces de détente dans une l'orientation sud-ouest pour bénéficier de l'éclairage naturel.

### ➤ Parcours 03 :

À partir de l'accueil directement vers le patio qui est destiné pour l'aire de loisirs couvert par une pergola.

### 1er étage

Ce niveau est accessible par deux escaliers pour le grand public au centre de l'équipement est destiné pour :

- les salles d'exposition temporaires et permanentes pour éloigner du reste des activités du musée.
  - deux ateliers clos et isolés pour permettre la réparation des objets ou la préparation des expositions.
  - deux laboratoires pour les chercheurs.
  - une terrasse accessible destinée pour l'exposition en plein air et comme espace de détente pour profiter de la vue vers le jardin de notre projet
- 
- L'affectation d'entité administrative dans la côté sud avec une entrée indépendante pour des raisons fonctionnelles avec une relation indirecte avec les différentes entités du projet
  - Un patio central constitue un air de jeux pour mieux aérer les espaces et pour capter le maximum d'éclairage naturel.
  - Pour la circulation verticale on a prévu deux ascenseurs panoramiques et deux escaliers pour le public, et une troisième pour l'administration.
  - Les sanitaires sont suffisants et distribués à chaque entité principale.

**D- Les façades**



**Figure III.27 : LA FAÇADE EST**  
**Source : Auteur**



**Figure III.28 : LA FAÇADE SUD**  
**Source : Auteur**



**Figure III.29 : LA FAÇADE OUEST**  
**Source :** Auteur



**Figure III.30 : LA FAÇADE NORD**  
**Source :** Auteur

### **III-2-7 Les concepts bioclimatiques**

Pour Atteindre les objectifs du notre musée qui la Concevoir d'un projet durable qui économise la consommation énergétique et assure les conditions de confort optimal aux usagers à travers les techniques d'architectures bioclimatiques. On essaye d'appliqué le maximum des techniques d'architecture bioclimatique dans notre projet.

**A/L'utilisation du patio :** Utilisation du patio et de la cour pour exposer les espaces intérieurs à l'ensoleillement (créer un micro climat).

#### **B/ La végétation et les jets d'eau :**

La végétation à feuilles caduques procure un ombrage naturel saisonnier permet de profiter de la lumière et l'ensoleillement en hiver tout en créant un ombrage en été.

- Ombrage des façades sud par les plantations à feuilles caduques.
- Une chaîne de plantations d'arbres à feuilles persistantes proposées sur la partie nord-ouest pour briser les vents froids.
- implanté un plan d'eau et les fontaines pour l'amortissement de l'air dans le période estivale. et pour le rafraichissement.

#### **C/ les atriums bioclimatique :**

C'est un système passif pour assurer l'éclairage naturel et le confort visuel et thermique à l'intérieur du hall d'accueil et d'exposition et pour la Ventilation naturel. (Pour plus de détails voir le chapitre technique)

#### **D/ la façade en double peau :**

On utilise des façades en double peau sur les façades est et ouest pour absorber les variations du climat pour réguler la température intérieure des espaces. Cela permet au bâtiment d'économiser de l'énergie, en protégeant du froid et du vent, ou en stockant de la chaleur comme les serres solaires passives. (Pour plus de détails voir le chapitre technique)



**Figure III.31 :** façade Est en double peau  
**Source :** Auteur



**Figure III.32** : façade Ouest en double peau  
**Source** : Auteur

***E/ le mur végétalise (façade sud)*** : Les façades sud posent un problème d'ensoleillement donc pour assurer la protection solaire on a utilisé une deuxième paroi par l'utilisation d'un mur végétalise sur la façade sud pour minimiser les rayons solaires et assurer le confort thermique et acoustique. Ce mur est équipé par un système d'arrosage automatique par la récupération des eaux pluviales et des eaux usée (Pour plus de détails voir le chapitre technique)



**Figure III.33** : façade sud végétalisée  
**Source** : Auteur

**F/ La toiture ventilé :** L'adaptation des doubles toitures ventilées pour une meilleur isolation thermique.

**G/ Le Chauffage Solaire :** Par l'intégration des panneaux photovoltaïque sur la toiture et dans la géode, (Pour plus de détails voir le chapitre technique)

**H/Matériaux de construction :**

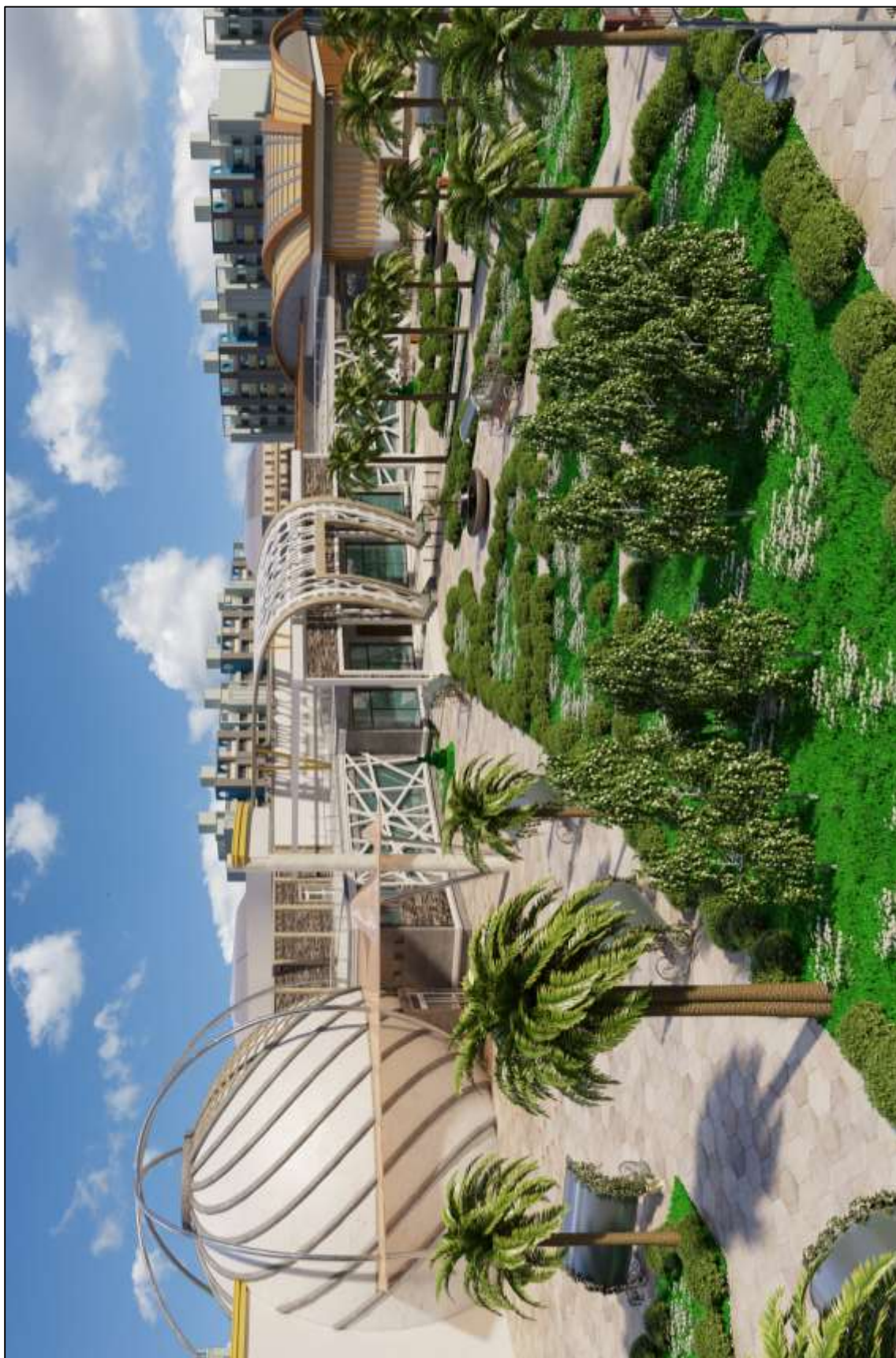
- Isolation thermique et l'étanchéité de l'air par l'utilisation des matériaux à une grande résistance et faible conductivité.
- Utilisation des matériaux pour les interfaces de stockage : accumule et restitue la chaleur.
- Utilisation des vitrages isolants.

**I/utilisation des couleurs claires :**

- Des couleurs réfléchissantes à l'extérieur.
- Des couleurs claires et mates à l'intérieur.



**Figure III.34 :** Vue en 3D coté EST  
**Source :** Auteur



**Figure III.35 :** Vue en 3D coté SUD-EST  
**Source :** Auteur



**Figure III.36** : Vue en 3D coté SUD  
**Source** : Auteur



**Figure III.37 :** Vue en 3D coté NORD  
**Source :** Auteur

### *Synthèse*

On espère avoir réussi à concevoir un musée des sciences et technologie durable qui répond aux besoins de la ville dans le domaine culturel et scientifique et plus de son rôle comme un pôle attractif et avoir un équipement qui assure le confort des visiteurs et les employées qu'on a étudié la fiabilité dans le prochain chapitre



***CHAPITRE IV***  
***ETUDE***  
***TECHNIQUE***

## IV- Etude technique

### Introduction

«On ne peut pas parler de l'architecture s'il n'y a pas de constructions.»

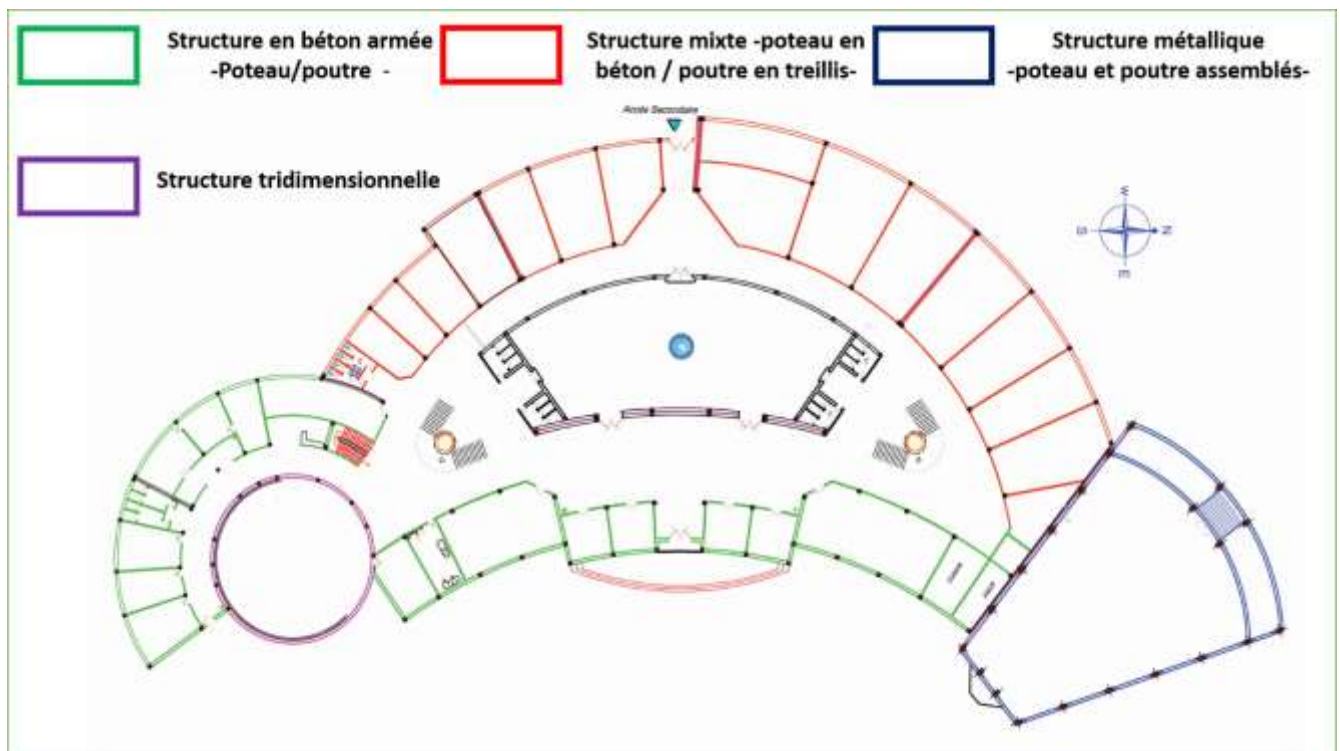
*Christian Norbert-Schulz Architect norvégien*

L'approche technique c'est l'approche qui détermine les différentes formes de réalisation du projet (sa structure, Les seconds œuvres, et la gestion des corps d'état secondaires), elle est aussi pour but de compléter l'approche architecturale pour le projet soit logique et réalisable

### IV- 1 Le système structurel

Le choix de la structure a été dicté par la nature et la fonction de chaque entité Ceci en respect des normes de construction. Globalement on a quatre grands types :

- Une structure en béton armé pour le coté est du projet (restaurant, cafeteria, l'infirmierie, les boutiques et l'administration)
- Une structure métallique pour l'auditorium
- Une structure mixte pour le pôle de diffusion et le pôle d'enfant et les salles d'exposition
- Structure tridimensionnelle pour la géode (salle de projection)



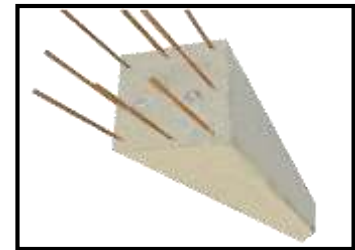
**Figure IV.1** : le système structurel **Source** : Auteur

**A- La structure en béton armé**

Constructions par ossature poutre – poteau : ce system est approprié pour notre musée pour assurer :

- ❖ une bonne résistance aux efforts de compression et de cisaillement.
- ❖ une bonne protection contre l’incendie.
- **L’infrastructure :** Pour ce qui est des fondations on ne peut pas statuer sur le choix, car il relève d’une étude précise sur la résistance du sol, du type d’ouvrage et d’un résultat des calculs des descentes des charges , néanmoins sachant que Le projet doit satisfaire la stabilité donc il est prévu des semelles isolés pour toute la structure du projet.

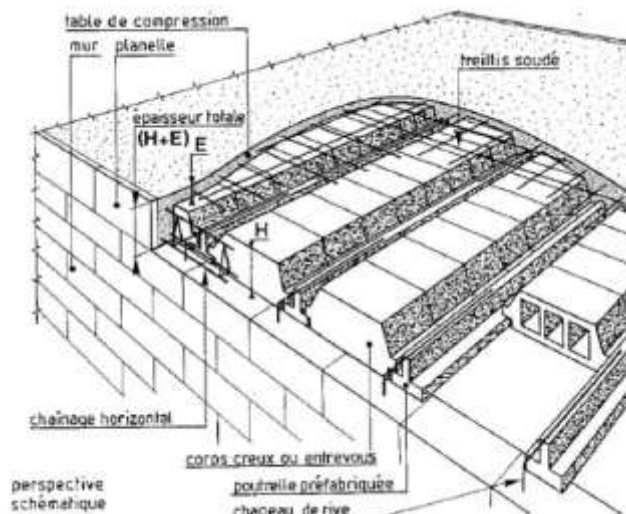
- **Les poteaux :** Ils constituent les éléments porteurs verticaux ils sont de section carrée de 30x30, Leur rôle Principale est de supporter les charges et transmettre Aux fondations.



**Figure IV.2 :** poteau en béton armée **Source :** cour construction 2emme année architecture UATL

- **Les poutres :** Ce sont des éléments porteurs horizontaux en béton avec armatures incorporées, elles transmettent les charges aux poteaux d’une section rectangulaire Les portées varies entre 5 à 12m de portée, la retomber des poutres varie selon les portés et selon les espaces.

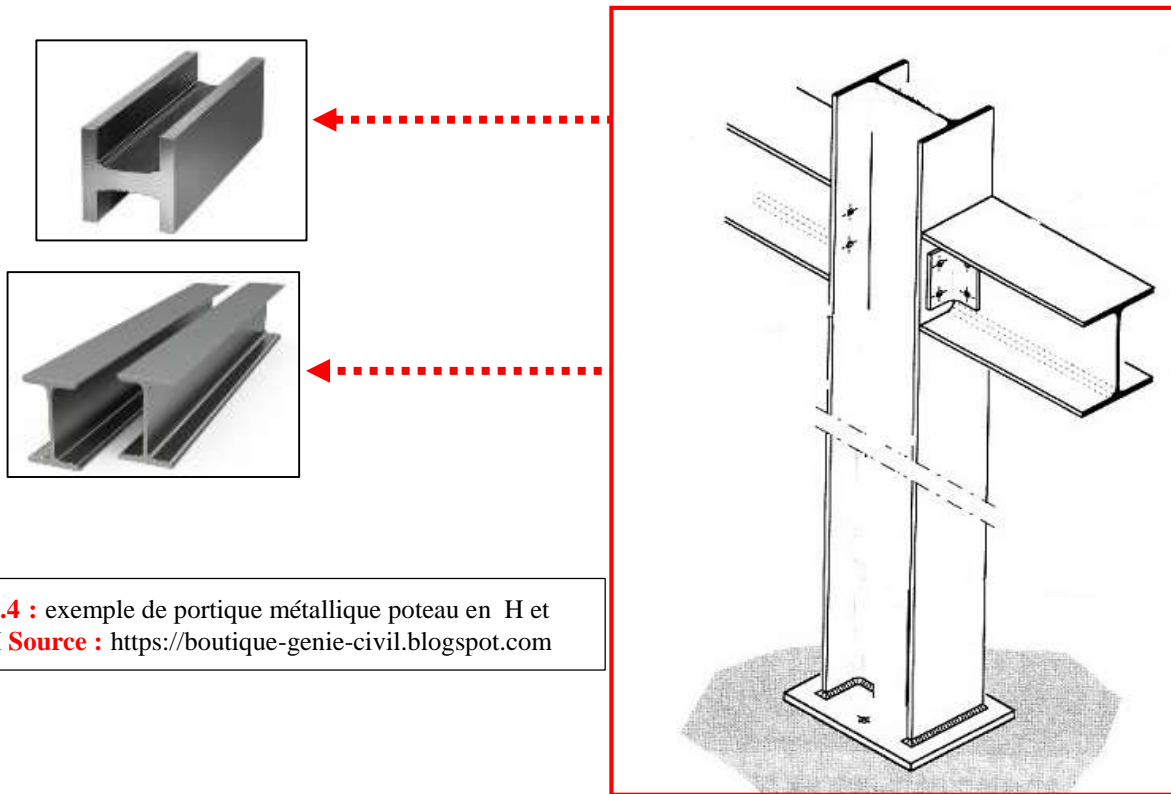
- **Le plancher :** à corps creux sont composés de 3 éléments principaux :
  - **les corps creux** ou "entrevous" qui servent de coffrage perdu (ressemblent à des parpaings),
  - **les poutrelles** en béton armé précontraint qui assurent la tenue de l'ensemble et reprennent les efforts de traction grâce à leurs armatures,
  - **une dalle de compression armée** ou "hourdis" coulée sur les entrevous qui reprend les efforts de compression. Le plancher est entouré par un chaînage horizontal.



**Figure IV.3 :** les éléments principaux d’un plancher à corps creux **Source :** Cours : Bâtiment 2 –S6 LICENCE Génie Civil –Option : Construction Bâtiment - Prof. Amar KASSOUL - UHBChlef

**B- La structure métallique :** l’architecture métallique est un type de constructions employant des matériaux métalliques fabriqués en masse

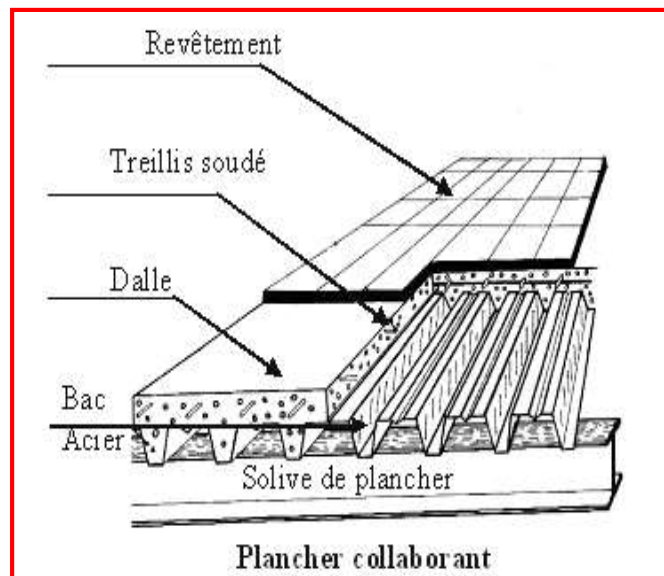
- **Systèmes de construction choisie pour la structure métallique :** Un portique métallique constitue de poteau et poutre assemblés
- **Les poteaux :** c’est des poteaux métalliques en forme de H de gamme HEM180
- **Les poutres :** c’est des poutres métalliques en forme de I de gamme IPE500



**Figure IV.4 :** exemple de portique métallique poteau en H et poutre en I **Source :** <https://boutique-genie-civil.blogspot.com>

• **Les planchers :**

Le type de plancher utilisé pour la structure métallique est un plancher collaborant, les planchers collaborant sont constitués de béton et de tôles d'acier nervurées ils sont par une mise en œuvre rapide et économique.

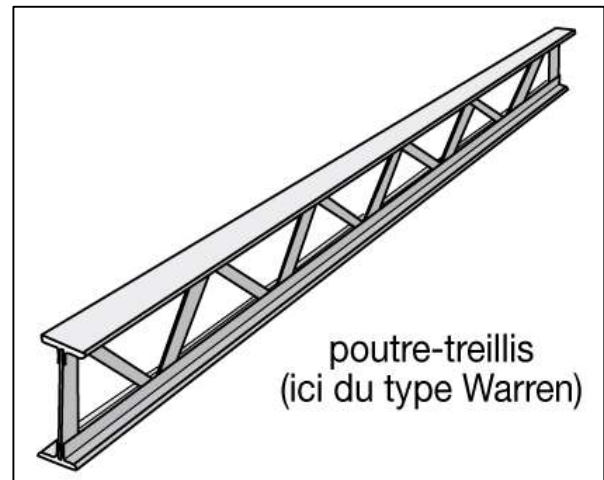
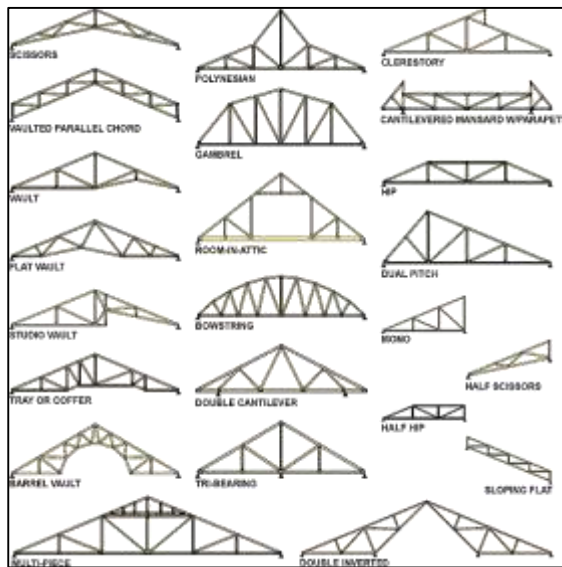


**Figure IV.5:** exemple de plancher collaborant **Source :** <https://boutique-genie-civil.blogspot.com>

**C- La structure mixte :**

La structure mixte ou les poteaux sont en béton armé et la poutre en treillis

- **Les poutres en treillis :** Une poutre est dite en treillis lorsqu'elle est formée d'éléments articulés entre eux et formant une triangulation. Cette poutre comprend deux membrures reliées par des éléments verticaux et/ou obliques (montants et/ou diagonales).

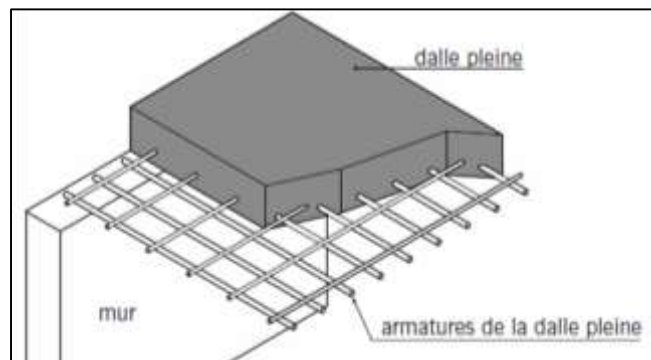


**Figure IV.6 :** Type de poutre en treillis **Source :** <http://www.caseysroofing.co.uk>

**Figure IV.7:** Poutre en treillis **Source :** [https://www.dicobatonline.fr/exemples\\_definitions.php](https://www.dicobatonline.fr/exemples_definitions.php)

- Pour notre projet en utilise des poutres plates en acier (type Warner) pour obtenir un plancher plat afin de l’exploiter par l’étage supérieur.
- Les poutres seront en acier fixée avec les armatures du poteau en béton armé

- **Le plancher :** est une aire horizontale séparant les deux niveaux. Vu la forme de notre projet et vu les portées importantes et pour éviter que les planchers aient une épaisseur assez grandes nous avons opté pour des plancher a dalles pleines en béton armé appelé aussi dalle massive set une plaque dont l’épaisseur est petite par rapport à ses autres dimension. Son épaisseur varie de 1/10 à 1/35 de la grande portée.

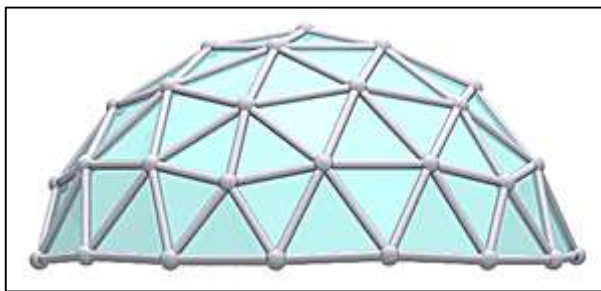
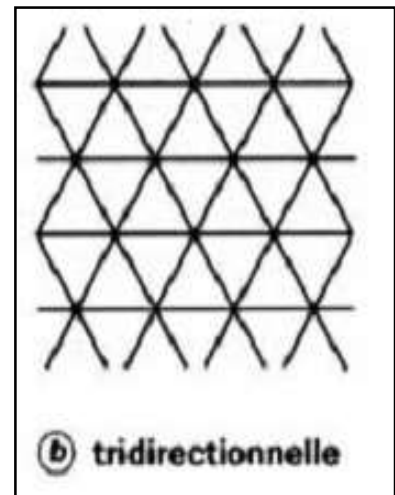


**Figure IV.8 :** plancher en dalle pleine **Source :** <https://boutique-genie-civil.blogspot.com>

**D- Structure tridimensionnelle**

La géode sera réalisée par un système de structure spatiale à deux nappes de type tridimensionnelle.

La structure Tridimensionnelle est une solution architectonique avec des qualités très différenciées en ce qui concerne un autre type de structures. Cette catégorie de charpente est appropriée aussi bien pour des petits auvents décoratifs pour son esthétique que pour des constructions de grandes portées pour sa grande résistance elle Convient pour n'importe quelles formes d'utilisation comme : halls de sport, centres commerciaux, aéroports, hangars aéronautiques, murs rideaux, bâtiments industriels, frontons, La plupart des systèmes de Structures Tridimensionnelles permettent de réaliser tous types de géométries, régulières ou non, à modulation carrée, rectangulaire, triangulaire, ou autres.



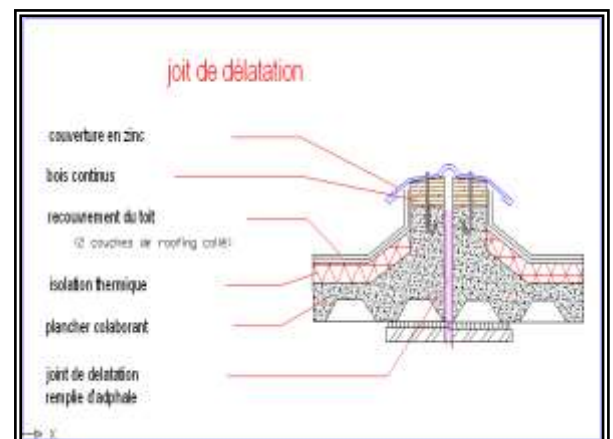
**Figure IV.9 :** structure tridimensionnelle d'une géode **Source :** <http://www.lamaisondome.com>

Les structures géodésiques constituent les structures les plus solides connues par rapport au poids des matériaux utilisés. Elles possèdent la propriété de répartir les tensions et les contraintes qui s'exercent sur la construction de façon très économique car elles les redirigent dans tous les sens. Plus elles sont grandes, plus les géodes sont résistantes grâce aux forces synergiques à l'œuvre dans les formes sphériques.

**Source :** <http://www.lamaisondome.com>

### IV - 2 Les joints

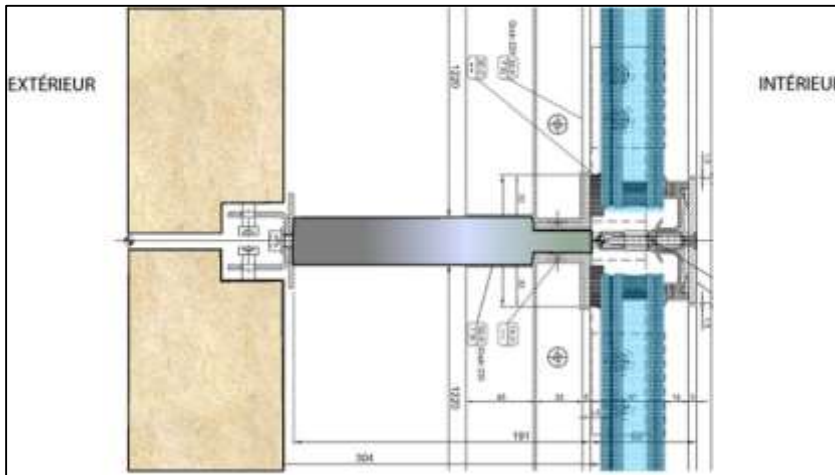
- **Les joints de rupture :** Ils sont prévus là où à un changement de forme, et une différence de hauteur importante. Afin d'assurer la stabilité du bâtiment et d'offrir à chaque partie son autonomie.
- **Les joints de dilatations :** Ils sont prévus pour répondre aux dilatations dues aux variations de température.



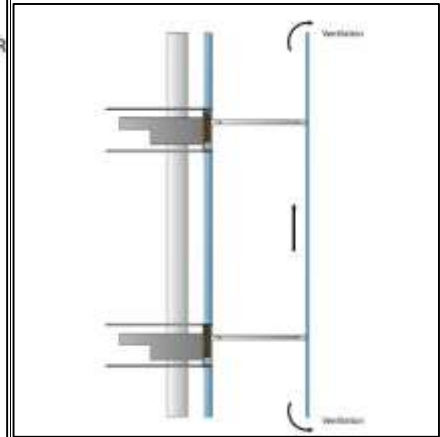
**Figure IV.10 :** détail joint de dilatation  
**Source :** <http://www.cstc.be>

### IV - 3 Bardages (façades)

L'habillage des façades a été dicté essentiellement par l'aspect architectural qui suggère la transparence et la communication, il peut s'avérer nécessaire de mettre en œuvre des poutres de rives de forte section pour permettre l'ancrage de la façade double peau, avec pré-scellement.



**Figure IV.11 :** la fixation de la façade double peau **Source :** guide façade multiple double peau/ fév. 2014



**Figure IV.12 :** principe de fonctionnement d'une façade double peau ventilée naturellement sur plusieurs niveaux **Source :** guide façade multiple double peau/ fév. 2014

- **Description de bardage :**

Voici les éléments qui composent le bardage double peau :

- **la peau intérieure :** composée de plateaux métalliques fixés horizontalement sur l'ossature principale.
- **l'isolant :** sous forme de plaques ou de rouleaux, intercalé entre les deux peaux.
- **la peau extérieure :**
  - est vissée par vis auto perçantes, en alu ou inox, avec rondelles,
  - constituée d'éléments de grande longueur (lames, plaques, tôles de bardage nervurées) :
    - ✓ posées verticalement ou horizontalement.
    - ✓ de finitions, aspects, couleurs pouvant varier.

### IV - 4 les cloisons

Les cloisons différentes suivant leur emplacement et la fonction des espaces dans lesquels elles sont placées. En plus de leur fonction évidente qui set le cloisonnement donc la délimitation physique de l'espace, les fonctions ont d'autres fonctions :

- ✓ L'isolation thermique et acoustique.
- ✓ La séparation visuelle.
- ✓ La résistance au feu.

- ✓ Les supports d'ancrage. Aussi, les cloisons offrent des qualités esthétiques, des possibilités de modification et d'aménagement.

**A- Cloisons fixes :** Elles sont destinées à rester sur place, ses éléments constitutifs nécessitent, lors de leur mise en œuvre des finitions complémentaires.

On retrouve ce type de cloisons dans les espaces suivants :

- **Les locaux techniques :** en béton, ces cloisons auront comme rôle la protection contre l'incendie et contre le choc. On les retrouve dans les locaux de chaufferie et de climatisation.
- **Les cloisons intérieures :** un mur en maçonnerie de briques de 15 cm.
- **Les cloisons extérieures :** seront de type isotherme, composées d'une double paroi de brique creusées par une lame d'air

**B- Cloisons amovibles :** Dans un souci de donner un maximum de flexibilité des espaces, nous avons opté pour l'utilisation des cloisons amovibles, des cloisons permettant des possibilités de modification, offrant des variétés d'espaces d'exposition et s'adaptant aux exigences des utilisateurs des espace. Elles sont essentiellement composées de deux plaques de plâtre avec un isolant (laine de verre) placé entre les deux plaques



**Figure IV.13 :** Cloison mobile acoustique **Source :** <http://www.materic.fr/cloisons-mobiles-paravents-totems.html>

**C- Le mur interactif :** c'est un mur numérique utilisé dans les différents entités d'exposition pour présenter le musée et définir le plan pour la visite aussi il sera utilisé pour présenter les innovations technologiques.



**Figure IV.13 :** le mur interactif  
**Source :** <http://www.club-innovation-culture.fr/>

**IV - 5 Les faux plafonds**

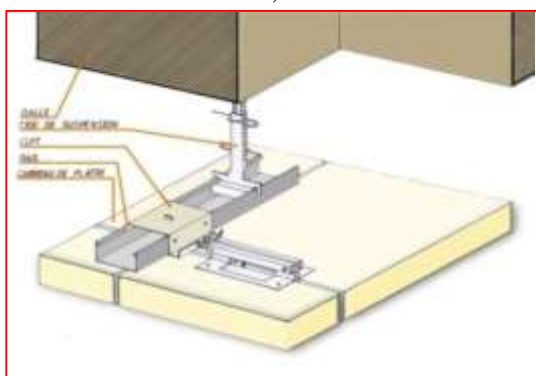
Faux plafond en carreaux d'aluminium :

Ossatures métalliques supportant des carreaux pleines ou micro-perforées de généralement 60 x 60 cm ou rectangulaire. Plusieurs avantages de ce type :

- Solidité
- Accès aisé aux fluides pour modifications
- Esthétique meilleure que les dalles minérales

Les faux plafonds de 30 cm sous poutre sont prévus pour :

- Le passage des gaines technique, l'électricité et la plomberie
- Cacher le plancher et donner un aspect esthétique assure un confort acoustique
- La protection de la structure contre le feu
- La fixation des lampes d'éclairages, des détecteurs d'incendie et de fumée, des détecteurs de mouvements, des émetteurs et des caméras de surveillance.



**Figure IV.14 :** Détail de fixation du faux plafond  
**Source :** <http://www.faux-plafonds.net>

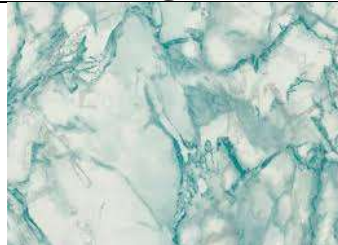


**Figure IV.15 :** faux plafond en aluminium  
**Source :** <http://www.archiexpo.fr>

**IV - 6 Les revêtements de sol**

Le revêtement des sols est prévu par l'utilisation d'un dallage en marbre avec une différenciation de couleur pour la variété et la qualification des espaces de chaque activité. Ces recouvrements sont aussi un élément primordial de confort et de décor.

Il a été prévu donc :

L'espace	Le Type De Revêtement	Figure
les espaces intérieurs, et extérieurs, et les espaces de circulation.	<b>Carreaux de marbre</b>	

les salles d'expositions	<b>résine époxy</b>	
les boutiques, cafétérias, restaurants	<b>céramique ave motifs</b>	
l'auditorium et la salle de projection	<b>Moquette</b>	
Lair de jeux extérieur	<b>Moquette gazon</b>	
le village des enfants	<b>Le revêtement amortissant</b>	
les escaliers	<b>Plaques de marbre</b>	
les blocs sanitaires	<b>Carreaux antidérapants</b>	

**Tableau IV.1 :** Les revêtements des sols de notre musée  
**Source :** auteur

### IV - 7 Menuiserie

La menuiserie sera en aluminium pour les portes et aussi pour les autres types de baies et ce pour ses plusieurs avantages :

- **Une bonne isolation thermique** : Une triple barrière de joints sur la périphérie assure l'étanchéité, améliore l'affaiblissement acoustique et les performances thermiques.
- **La sécurité** : Vitrages 24-26 ou 32-34 mm pour associer la performance thermique, acoustique et la sécurité. Les pièces et éléments de fermeture sont inaccessibles de l'extérieur. Fermetures multipoints



**Figure IV.16** : porte d'entrée principale coulissante à ouverture automatique **Source** : auteur

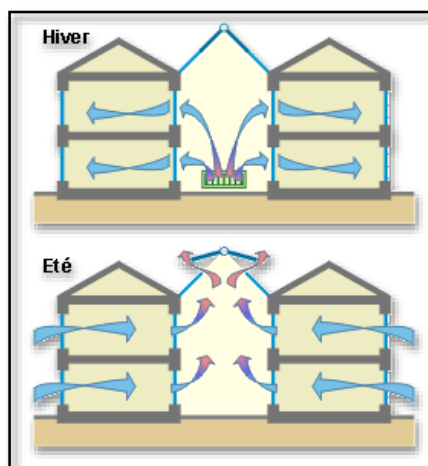


**Figure IV.17**: porte d'aluminium **Source** : <http://www.belm.fr/portee-entree-esterel>

### IV - 8 Les solutions bioclimatiques

**IV-8-1 les atriums bioclimatique** : en utilise l'atrium pour trois raisons essentiels :

- A- **La ventilation** : la présence de l'atrium modifie l'organisation de la ventilation du bâtiment. Les mouvements d'air dépendront de la saison et de l'effet recherché.



**Figure IV.18** : atrium Centrale **Source** : <https://www.energieplus-lesite.be>

- **En hiver :** l'air de l'atrium est sensiblement plus chaud que l'air extérieur. Si la prise d'air est réalisée dans l'atrium, un préchauffage de l'air neuf hygiénique des locaux est réalisé. En quelque sorte, c'est la chaleur du bâtiment lui-même qui est recyclée.
- **En été :** on peut tirer profit de l'effet de cheminée afin de créer un mouvement d'air traversant, de l'extérieur vers l'atrium. Lorsqu'il fait très chaud cette thermo-circulation peut être maintenue de nuit afin de refroidir les structures comprises dans l'atrium. Une ventilation efficace pourra s'établir à condition de disposer d'ouvrants au niveau du sol et de la toiture (afin de tirer profit de l'effet de cheminée).

### **B- Le chauffage :**

En principe, un atrium ne doit pas être chauffé, sa température doit être "flottante".

Même si la température intérieure d'un atrium est souvent inférieure à 20°C en hiver, elle est toutefois largement suffisante pour certaines activités (circulations, loisirs). D'autre part, dès qu'un peu de soleil pénètre dans l'atrium l'occupant a très rapidement une sensation de confort quand bien même la température de l'air y est inférieure à 20°C. On isolera donc les parois communes au bâtiment principal.

Privilégier le chauffage par rayonnement

Tout chauffage à air chaud va générer une stratification des températures dans le hall : l'air chaud montera, augmentant encore les pertes thermiques, tandis que les occupants auront froid au niveau du sol.

Sans hésitation, un mode de chauffage par rayonnement doit être choisi. Par exemple sous forme d'un chauffage par rayonnement dans le sol.

Chauffer près de la source

Une autre manière de gérer le chauffage du lieu consiste à combattre le froid à sa source. Les grandes surfaces vitrées vont créer des coulées d'air froid désagréables pour l'occupant. Un rideau de chaleur peut combattre localement cet effet : placement de convecteurs statiques au pied de la vitre, jet d'air chaud dynamique, ...

### **C- L'éclairage naturel :**

On utilise des revêtements réfléchissants et des vitrages clairs pour maximaliser la lumière naturelle, de cette façon, la lumière naturelle sera fournie aux halles d'accueil et il ne sera pas nécessaire d'éclairer artificiellement durant la journée.

**IV-8-2 la façade en double peau :** on utilise les façades en double peau sur l'est et l'ouest sachant que la façade en double peau c'est une façade simple traditionnelle doublée à l'extérieur par une façade essentiellement vitrée, la façade double peau est comparable aux espaces tampons habituellement utilisés dans la conception bioclimatique. Ces espaces ont pour vocation de venir « absorber » les variations du climat pour réguler la température intérieure des espaces. Cela permet au bâtiment d'économiser de l'énergie, en protégeant du froid et du vent, ou en stockant de la chaleur comme les serres solaires passives.

De la même manière, la façade double peau a pour fonction la régulation thermique du bâtiment. Elle le protège des contraintes météorologiques. Par rapport aux rayonnements solaires, elle évite les surchauffes d'été et limite le recours à la climatisation. En évitant l'action directe du vent, elle supprime l'effet de paroi froide en hiver, source d'inconfort.

Elle permet aussi d'apporter une température et une humidité de l'air agréable.

### **FONCTIONNEMENT**

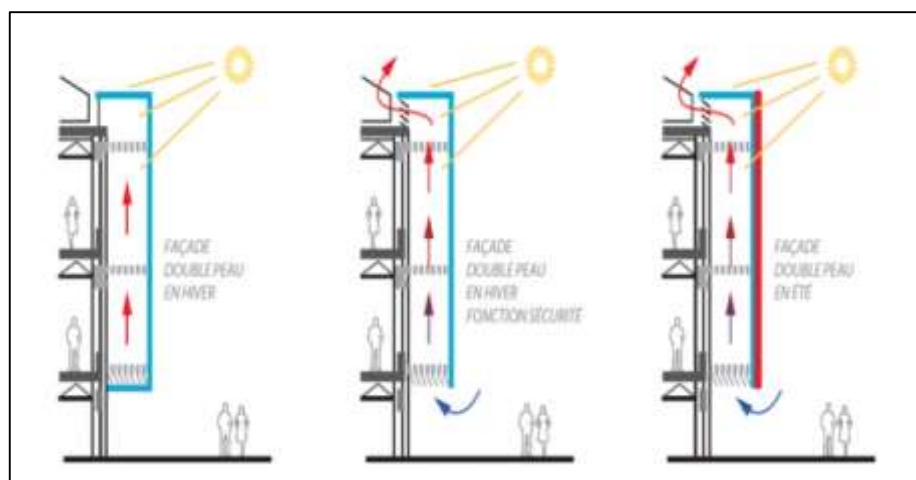
**En hiver :** La double peau étant fermée, nous utilisons le rayonnement solaire afin de réchauffer l'air intérieur de la double peau et d'emmagasiner un maximum de chaleur solaire.

Une fonction automatique permet de limiter la température excessive dans le double peau, par l'introduction momentanée de l'air extérieur, si nécessaire.

Nous pouvons utiliser les ouvrants de façade du bâtiment afin de laisser pénétrer l'air chaud de la double peau et donc de limiter l'utilisation du chauffage,

**En été :** La prévention de la surchauffe de l'air intérieur en ventilant naturellement l'air contenu dans la double peau permet à l'air chaud de la double peau d'être maintenu hors du bâtiment

Nous pouvons utiliser les ouvrants de façade du bâtiment afin de laisser pénétrer l'air frais de la double peau et donc de limiter l'utilisation de la climatisation,



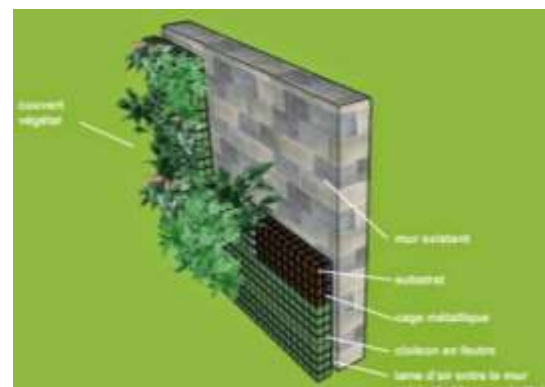
**Figure IV.19 :** fonctionnement de la façade double peau **Source :** <http://www.habiter-autrement.org>

### **IV-8-3 Mur végétal :**

Le mur végétalisé est généralement un mur sur lequel poussent des plantes grimpantes, les concepts de mur vivant, mur-manteaux végétalisé et mur végétal décrivent des jardins ou écosystèmes verticaux, plus ou moins artificiels. Ces parois verticales végétales ou végétalisées conçues tantôt comme éléments esthétiques et de décor intérieur ou extérieur (dans le cadre du jardinage urbain), tantôt comme œuvres d'art utilisant le végétal, ou encore comme éléments d'écologie urbaine.

### **Avantages de mur végétal**

- Pour protéger les bâtiments contre l'effet corrosif des pollutions urbaines (pluie...pollution atmosphérique)
- -intérêt visuel et esthétique
- -le mur végétalisé permet une meilleure régulation thermique du bâtiment
- -pour améliorer qualité d'air
- -isolation phonique

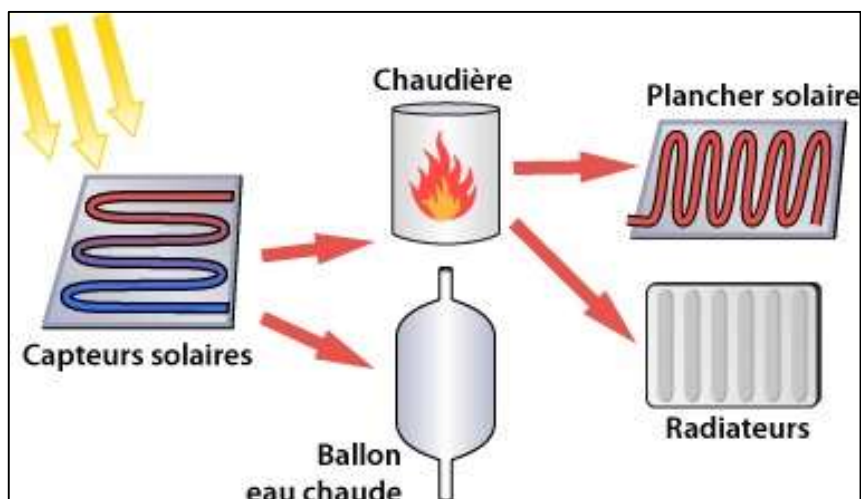


**Figure IV.20 :** Le détail de mur végétalisé **Source :** [www.murmurevegetal.com](http://www.murmurevegetal.com)

### IV-8 -4 Le Chauffage solaire

On a installée des panneaux solaires thermiques sur le toit pour profiter d'un chauffage solaire est de plus en plus courante. Écologique, et économique car l'énergie solaire est gratuite et inépuisable.

Un système de chauffage par panneau solaire thermique permet un chauffage peu polluant et efficace. Le chauffage solaire est souvent combiné à un chauffe-eau solaire, pour une plus grande rentabilité.



**Figure IV.21** : le fonctionnement de chauffage solaire  
**Source** : <https://panneau-solaire.ooreka.fr/comprendre/chauffage-solaire>

- Le chauffage solaire peut se présenter sous plusieurs formes, on a choisir **Un plancher chauffant** : le liquide caloporteur est chauffé par les panneaux solaires thermiques. Puis il chauffe la dalle qui stocke la chaleur et la restitue par le sol. Cette option fournit une chaleur plus régulée. Mais elle est à réserver aux bâtiments neufs ou aux rénovations profondes.

### IV - 9 Les Corps d'états secondaires

**IV -9-1 Réseaux d'AEP et incendie** : L'alimentation en eau potable se fera par le branchement au réseau d'AEP principal de la ville. Il a été prévu une bache à eau en béton armé de très bonne qualité.

#### IV-9-2 Electricité :

**Poste de transformateur** : Il a été prévu un poste de transformateur au niveau des locaux techniques, permettant l'accès facile à l'équipe de SONELGAZ (une accise indépendance à l'extérieur)

**Groupe électrogène** : Un groupe électrogène est prévu pour garantir l'autonomie du bâtiment, en cas de coupure électrique ou défaillance du transformateur.

- La distribution se fera par branchement au réseau général, à basse tension qui alimentera l'armoire générale d'alimentation (qui se trouve aux locaux techniques) cette dernière alimentera l'ensemble des tableaux de distribution prévus à chaque entité.

### **IV - 9 -3 Le conditionnement de l'air (climatisation et ventilation) :**

On prévoit une centrale de climatisation pour tout le musée. La batterie (la centrale) se trouve aux locaux techniques (à côté de l'Aire de stationnement de visiteurs). Le système choisi est appelé système réversible (plasma) il permet de diffuser de l'air frais ainsi que son recyclage en même temps. L'air est soufflé pour être distribué vers les différents niveaux par des bouches de soufflage. Cet air est ensuite aspiré par des bouches d'extraction pour être recyclé.



**Figure IV.22 :** Bouche de soufflage de centrale de climatisation **Source :** <https://www.batiproduits.com>

### **IV -9-4 L'éclairage**

**A- L'éclairage muséal :** Le musée n'est pas seulement un espace où l'on expose des œuvres, c'est aussi le lieu dans lequel l'artiste et le spectateur se rencontrent son rôle est celui de créer des fonds propres et neutres afin de focaliser l'attention du spectateur sur l'œuvre elle-même.

**B- Les différents types d'éclairage :** On retrouve différents types d'éclairage dans les musées. L'éclairage peut être naturel comme la lumière solaire, ou artificielle comme la lumière fluorescente ou incandescente.

Les problèmes posés par l'éclairage artificiel et naturel sont comparables, La différence réside dans le fait que l'éclairage artificiel est plus facile à contrôler que l'éclairage naturel.

#### **1- La lumière naturelle**

La lumière naturelle est agréable mais change selon les saisons, le temps et heure. Au musée, son contrôle est fastidieux, puisqu'il faut constamment ouvrir ou fermer les toiles, les stores, les rideaux et l'électricité, selon le degré de lumière naturelle. Lorsque la lumière naturelle éclaire directement un objet, le niveau d'éclairage peut atteindre une intensité lumineuse allant jusqu'à des milliers de lux.

#### **2- La lumière incandescente**

La lumière incandescente se retrouve sous forme d'ampoules à faisceau étroit, le « spot », ou à faisceau large, le « flood », Les ampoules à faisceau large permettent d'éclairer une plus grande surface avec la même puissance. La lumière incandescente est facile à utiliser et contient peu d'ultraviolets. Par contre, elle dégage beaucoup de chaleur. On pourra y remédier de différentes façons : par une bonne ventilation pour éviter la concentration de chaleur ou en utilisant des ampoules de type « Cool Beam », qui ont l'avantage de dégager moins de chaleur.



**Figure IV.23:** ampoule de type COOL BEAM **Source :** <http://bg.farnell.com>

**3- L'éclairage halogène**

L'éclairage halogène dégage beaucoup de chaleur. Un grand nombre d'ampoules halogènes placées dans une salle d'exposition entraîne rapidement une hausse de température. De plus, la plupart ont un autre inconvénient majeur, celui d'émettre beaucoup d'ultraviolets.

**4- La lumière fluorescente**

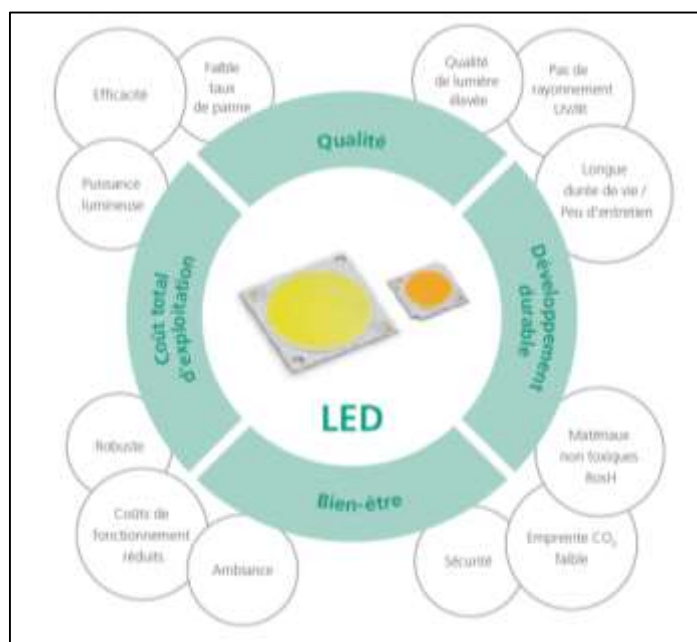
La lumière fluorescente dégage peu de chaleur, mais elle peut émettre trop d'ultraviolets, Pour régler ce problème, on peut utiliser des fluorescents n'émettant pas d'ultraviolets ou utiliser des filtres UV. Il en existe deux sortes : le manchon en plastique souple et le tube en plastique rigide, Les tubes sont plus avantageux à l'achat que les manchons, mais leur efficacité et leur durée se valent. Bien entretenus, les tubes et les manchons seront efficaces pendant de nombreuses années.

**5- Les DEL**

Les DEL (pour diode électroluminescente, LED en anglais). Ce nouveau type d'ampoule révolutionne le monde de l'éclairage, en diminuant considérablement la consommation d'électricité et en augmentant la longévité des ampoules. Il existe maintenant des Del qui possèdent un niveau de qualité approprié pour une utilisation muséologique, notamment en raison d'un indice de rendu des couleurs élevé. Ces ampoules sont très intéressantes en raison de leur émission négligeable en infra-rouge et de leur faible niveau d'émission en UV. Comme ces ampoules sont nouvellement arrivées sur le marché, une vérification de leur contenu en ultra-violet est recommandée.



**Figure IV.24 :** ampoule LED **Source :** <http://www.led-lons-le-saunier.com>



**Figure IV.25 :** Les Avantages des ampoules LED **Source :** livre Eclairage Pour Musées Et Galeries, FEILO SILVANYA

➤ **Choisir Le Bon Luminaire**

«Pour éclairer un espace ou une exposition, le concepteur de l'éclairage ou le conservateur dispose d'une Vaste gamme d'outils et de techniques d'éclairage mais Il Est Important De Ne Pas Encombrer L'espace D'une Galerie Ou D'un Musée Avec Différents Types De Luminaires. La Présence Uniforme D'un Même Type De Luminaires Permet De Créer L'unité Et La Paix. Des Luminaires Noirs, Puis Blancs Ou De Dimensions Et Formes Différentes Peuvent Donner Une Impression De Confusion Et De Désordre »,

expliquent Tom Verheijen et Pelle Fall,  
de Rapenburg Plaza

**IV- 10. La protection contre l'incendie :**

Le feu doit être détecté au plus tôt pour être combattu efficacement, et aussi pour permettre l'évacuation des personnes, Les protections initiales sont dites actives lorsqu'elles mettent en œuvre des dispositifs dynamiques (détection alarme, désenfumage, sprinklers). Elles sont efficaces dans les premières phases du développement du sinistre.

**1- Les détecteurs d'incendie**

A chaque niveau seront prévus des appareils de détection d'incendie, qui déclencheront le système de désenfumage, permettant ainsi une extraction des gaz, ces appareils déclencheront en même temps les sprinklers,



**Figure IV.26 :** détecteur d'incendie **Source :** <http://www.directindustry.fr>

**2- Les sprinklers**

Ce sont des appareils formant un système disposé au niveau des plafonds et alimentés en eau par des canalisations équipées d'un sur presseur d'eau. Une fois déclenchés, ces appareils éjectent de l'eau.



**Figure IV.27 :** sprinklers **Source :** <https://dir.indiamart.com>

**3- Système d'alarme**

Permet la diffusion, de l'alarme générale en cas d'un sinistre et sa signalisation au service de pompiers.

**4- Eclairage de sécurité**

Un éclairage dit de sécurité, ou « de secours », est requis par la plupart des réglementations, Cet éclairage est censé assurer une intensité lumineuse de 5 lm/m<sup>2</sup> pendant au moins une heure. Dans les faits, des luminaires particuliers se mettent automatiquement en fonction, en cas de coupures de courant électrique ou dans les situations d'urgences



**Figure IV.28 :** Eclairage de sécurité **Source :** <https://www.kanlux.cz>

(incendie, évacuation), Ils évitent la panique des usagers en Leur permettant de se repérer dans l'espace (éclairage d'ambiance) et contribuent au balisage de l'itinéraire d'évacuation (signalisation des sorties de secours)

- 5- **La peinture intumescente :** C'est une peinture qui gonfle sous l'effet de la chaleur et constitue, de ce fait une protection pour la structure contre le feu. Toutes les pièces métalliques de la structure doivent être traités par une couche de peinture intumescente et cela après le brossage préalable de la structure et l'application de deux couches de peinture antirouille à base de zinc et d'aluminium.

### **IV - 11. Système De Sécurité :**

On prévoit un musée doté d'un service et d'une gestion informatisée, Une surveillance peut être assurée par une installation automatique à l'aide de caméras de surveillance sans fil (Camera IP), Le système comporte des caméras en couleurs et des moniteurs.



**Figure IV.29 :** IP caméra de surveillance **Source :**  
[http://www.pcafrance.com/produit.php?PDT\\_ID=5214](http://www.pcafrance.com/produit.php?PDT_ID=5214)

Plus Un Système d'alarme (branché directement au groupe électrogène.)



**Figure IV.30 :** détecteur de mouvement **Source :**  
<https://www.alloalarme.fr>



# ***CHAPITRE V***

# ***LA SIMULATION***

## **V-2 l'effet des brises soleil horizontaux mobiles sur le confort visuelles dans les salles de lecture**

### **Introduction**

Pour un musée, lieu public de plaisir, de savoir, Collectionner, conserver, étudier, exposer, l'éclairage est un élément important pour ces piliers de l'activité de musée, il est primordial à la bonne compréhension de l'œuvre. La lumière est perçue comme une activité artistique à part entière : la scénographie d'exposition. La scénographie lumineuse se dessine comme un architecte dessine un projet, en sculptant et travaillant la lumière. Il faut arriver à préserver l'œuvre tout en la mettant en valeur, la lumière est le lien entre le spectateur et l'œuvre. Mettre les œuvres en valeur et en lumière c'est clair le parcours du spectateur est impératif. Que du confort et du bien-être des visiteurs, sans oublier son action de dégradation sur un grand nombre de matériaux. Ces différents aspects sont repris dans les articles qui suivent.

Il est à prendre en compte des contrainte climatologique et les aspects socioculturelle et les institution de la ville de Laghouat pour assurer un musée confortable avec une meilleur intégration ,son principal objectif est de fournir des conditions d'éclairage suffisantes ,bien que l'éclairage naturel procure une meilleur qualité de la lumière au tant de niveau phtisiologie qu'un éclairage artificiel ,l'utilisation de la lumière naturel ,comminée a un éclairage artificiel performant est la base pour une utilisation rationnelle de l'énergie et pour profiter d'une forte insolation, caractériser la ville de Laghouat durant toute l'année.

### **V-2-1 Problématique :**

- La lumière naturelle permet en effet de voir. Par ailleurs, trop de lumière, une lumière mal adaptée, mal placée ou mal orientée peut s'avérer gênante, et causer des troubles et une sensation forte d'inconfort lumineux à l'intérieure d'un espace ; Cela soulève une question sur la façon contrôler la qualité de la lumière naturelle à l'intérieur de l'espace.
- La conception de La lumière naturelle possède un intérêt dans la conception des salles de lectures par un double effets ; La première est que l'exécution des taches culturelle (les tâches visuelles d'un occupant dans une salle de lecture sont essentiellement la lecture et l'écriture) sont basées en grande partie sur la fonction de la vision, La seconde est le bien-être des occupants, y compris la qualité de l'environnement intérieur et sont effets sur la santé et le comportement des utilisateurs et sur la performance culturelle

## V- La simulation

- Dans la conception des espaces de lecture, les fenêtres sans protection reçoivent une grande quantité d'énergie provenant du soleil ; provoquant des problèmes d'éblouissement, sans avoir une uniformité de l'éclairage
- La protection solaire des ouvertures dans les espaces de lecture doit être conçue en fonction de leur orientation et peut être du type fixe ou mobile, extérieur ou intérieur. La combinaison de ces différents types sera recherchée pour une efficacité lumineuse maximale
- Une brise soleil et une light shelf est l'un des types de la protection solaire ; des dispositifs qui absorbe et reflète l'énergie de rayonnement du soleil et éviter que le soleil ne réchauffe trop un espace et contrôler d'une manière optimale son température et son éclairage naturelle
- -La lumière du jour est la mieux acceptée. Rien ne remplace l'exploitation judicieuse de la lumière du jour. Aucune lumière n'est aussi homogène et ne répand une sensation aussi agréable. La lumière du jour assume en outre la fonction d'horloge interne pour le rythme biologique des personnes. C'est ainsi que l'exploitation de la lumière du jour accroît le confort et le bien-être, quelle est l'impact de protection solaire sur le confort visuel ?
- protection solaire pouvait améliorer l'éclairage naturel ?
- Comment intervenir sur la protection solaire pour éviter les nuisances d'ensoleillement pénétrant dans les salles de lecture ?

### V-2-2 Les objectifs :

- On a jugé que l'espace de salle de lecture pour les enfants est mal orienter par rapport à autre endroit parce qu'il nécessite l'intimité et il a besoin un confort visuel « éclairage naturel » en parallèle, notre recherche est pour but d'étudier l'effet des protections solaire sur le climat intérieur d'une salle de lecture. Mais spécifiquement, l'objectif est de savoir les paramètres optimales liés aux protections solaires soit par rapport à l'orientation, les dimensions et la disposition et des ouvertures latérales qui assurer un confort visuelle adéquat, le type... etc., afin d'y parvenir à un confort lumineux idéal pour les occupants

### V-2-3 Les hypothèses

Les paramètres influant le confort visuel sont :

- L'utilisation de protection de solaire (brise de soleil) horizontal
- L'utilisation des fenêtres qui ont grand dimension en hauteur
- l'utilisation le vitrage antisolaires pour évite le réchauffement puissant du soleil et exploiter la lumière dans la salle de lecture
- la dimension (4m) (la hauteur de la salle de lecture)





**V-2-4 Méthodologie de recherche**

Notre mémoire est fondée à la base de deux parties essentielles :

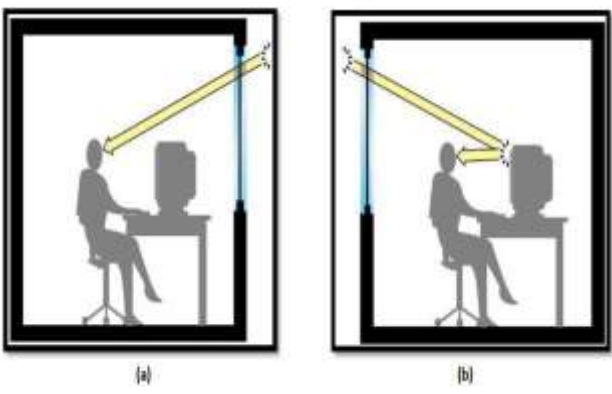
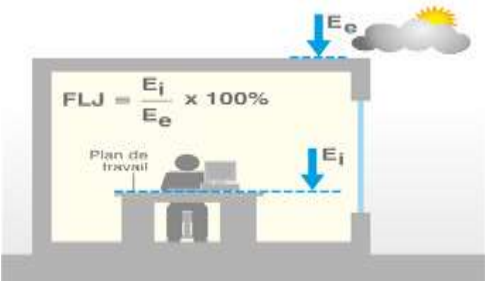
- La 1ere partie : concerne le corpus théorique, il s'agit d'introduire le thème de recherche à la base d'une recherche bibliographique sur ses mots clés, afin d'avoir une idée précise sur les connaissances de base de cette recherche.
- Le 2eme partie : c'est une partie expérimentale, basée sur l'utilisation de deux logiciels de Simulation (Ecotect et Radiance) après une étude analytique qualitative et quantitative et l'interprétation des résultats de cette simulation et la formulation de la synthèse sous forme d'une matrice des critères pour les futures conceptions des protections solaire dans les espaces de lecture

**V-2-5 Partie théorique :**

**V-2-5-1 Concept et définitions liés à l'étude d'un éclairage naturel**

Les paramètres	Définitions
<p>1-Le flux lumineux</p> 	<p>C'est la puissance lumineuse émise par une source, exprimée en lumens (Lm)</p>
<p>2-L'intensité Lumineuse</p> 	<p>L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée.Elle se mesure en candéla, équivalent à 1 lm/sr.</p>
<p>3-La luminance</p> 	<p>le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction et la surface apparente de la source lumineuse dans la direction considérée Elle est associée à la sensation d'éblouissement ,unité de mesure ;candela (cd/m<sup>2</sup>)</p>
<p>4-L'éclairement</p> 	<p>L'éclairement d'une surface est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son unité est le lux, équivalent à 1 lm/m<sup>2</sup></p>

## V- La simulation

<p>5-L'éblouissement</p>  <p>(a) : direct, (b) : indirect</p>	<p>-L'éblouissement direct : il est causé par la présence d'une source lumineuse intense située dans la même direction que l'objet regardé ou dans une direction voisine. Il y a deux types d'éblouissement direct : l'éblouissement d'inconfort et l'éblouissement d'invalidant.</p> <p>-L'éblouissement indirect provient d'une réflexion perturbatrice des sources lumineuses sur des surfaces spéculaires ou brillantes. Il se présente sous deux formes : par réflexion ou par effet de voile.</p>
<p>6-Le Facteur de Lumière du Jour</p>  <p>Facteur de lumière de jour (source : <a href="http://vizea.fr/wiki-lesenr/construction-wiki/outils-construction/flj.html">vizea.fr/wiki-lesenr/construction-wiki/outils-construction/flj.html</a>)</p>	<p>Le facteur de lumière du jour en un point intérieur est le rapport de l'éclairement naturel reçu en ce point à l'éclairement extérieur simultané sur une surface horizontale en site parfaitement dégagé</p>

**Tableau V.1 :** Les Grandeurs photométrique **Source :** A. LIEBARD, A .DE HERDE,2005, Elabore par auteur

### A- La lumière

#### 1- l'éclairage naturel :

Est un élément nécessaire à la vision et fondamentale pour apprécier la forme, la couleur et l'ambiance de l'environnement qui nous entoure dans notre vie quotidienne et nous permet d'exercer nos travaux dans des situations de confort visuel. Elle donne un sentiment de gaieté et de luminosité qui peuvent avoir un impact positif et significatif sur les personnes.

La lumière naturelle est l'un des éléments les plus importants dans l'architecture. La valorisation de l'éclairage naturel dans les bâtiments répond à un double objectif : le premier est la recherche du

## V- La simulation

confort visuel et de l'ambiance lumineuse car la lumière du jour est la plus adaptée à la physiologie de l'homme ; le deuxième objectif est la recherche d'efficacité énergétique et la maîtrise des consommations d'énergie (en terme d'électricité).

C'est pour cette raison que l'éclairage naturel d'un bâtiment doit prendre en compte des facteurs influençant l'orientation, la taille, l'emplacement des fenêtres, les caractéristiques du vitrage, le contrôle d'éclairage, l'effet psychologique de la lumière ...etc.

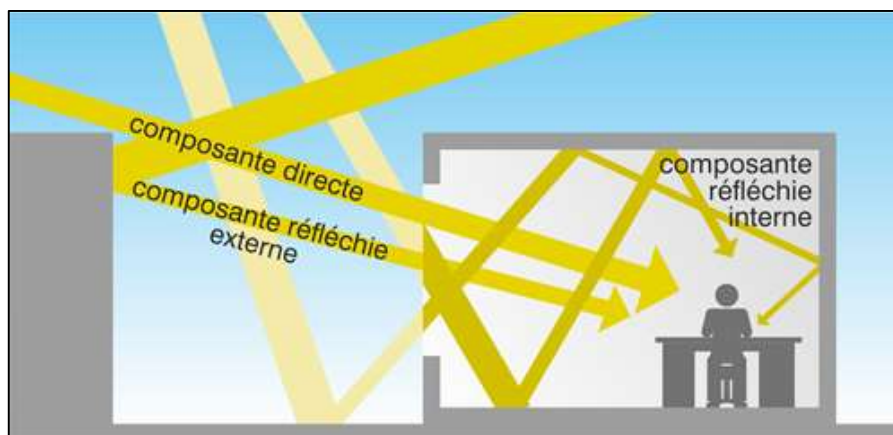
### Source de La lumière naturelle :

La lumière naturelle peut entrer de manière directe ou indirecte dans un bâtiment

#### La lumière naturelle directe :

La source principale est le soleil, la lumière naturelle directe est une combinaison d'ensoleillement direct et de lumière naturelle du ciel

**La lumière naturelle indirecte :** les sources de lumière indirecte sont éclairées elles-mêmes par des sources directes primaires (soleil ou lumière du ciel) ou des sources directes secondaires (nuages, sol, obstacle physique environnement tel un bâtiment)



**Figure V.1 :** La lumière naturelle directe et indirecte  
**Source :** la lumière naturelle dans le bâtiment

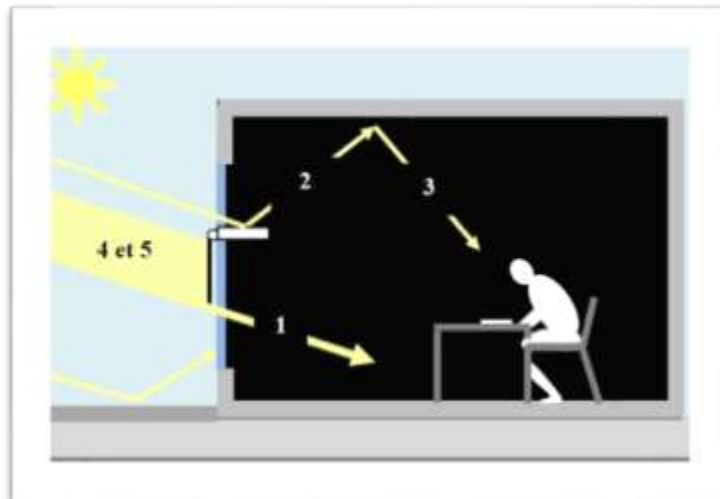
## 2- Les stratégies de l'éclairage naturel

La stratégie de l'éclairage naturel vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux la répartir et la focaliser. On veillera aussi à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel. L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet de réduire la consommation électrique consacrée à l'éclairage. Choisir des teintes claires pour la décoration des murs et plafonds, ... Créer des puits de lumière (coupes, fenêtres de toit...) qui apportent un gain considérable de lumière naturelle, ... La stratégie de la lumière naturelle est aussi l'étude de la relation entre la lumière

## V- La simulation

naturelle et le bâtiment selon cinq concepts destinés à favoriser la meilleure utilisation possible de la lumière naturelle. Les cinq concepts qui permettent une meilleure stratégie de la lumière dans le bâtiment :

- 1- Capturer, 2- transmettre, 3- distribuer, 4- se protéger, 5- contrôler



**Figure V.2 :** les stratégies de l'éclairage naturelle  
**Source :** la lumière naturelle dans le bâtiment

**1-Capter:** capter la lumière du jour consiste à la recueillir dans le but d'éclairer naturellement un bâtiment, ce qui nécessite de tenir compte de l'influence du type de ciel, du moment de l'année, de l'heure, de l'orientation et de l'inclinaison de l'ouverture ainsi que l'environnement physique de l'édifice (bâtiments voisins, type de sol, végétation...).

**2-Transmettre :** Transmettre la lumière du jour consiste à favoriser sa pénétration à

L'intérieur d'un local. La pénétration de la lumière dans un espace peut être influencée par les caractéristiques de l'ouverture telles que ses dimensions, sa forme sa position et le matériau de transmission utilisé ainsi que par les dimensions du local et son aménagement intérieur

**Distribuer/Répartir :**

Distribuer la lumière naturelle consiste à diriger et à transporter ses rayons lumineux

De manière à créer une bonne répartition de la lumière naturelle dans le bâtiment La difficulté d'utilisation de la lumière naturelle par rapport à la lumière artificielle réside dans la grande inhomogénéité des éclairagements qu'elle induit en général.

**Se protéger**

Pour atteindre le confort visuel, il est essentiel de se protéger dans certains cas de la lumière naturelle surtout si elle constitue une source d'éblouissement. Cette protection sert à arrêter partiellement ou totalement le rayonnement lumineux lorsqu'il présente une source d'inconfort visuel pour les occupants et gêne les utilisations à l'intérieur d'un local. On se protège de la lumière naturelle par

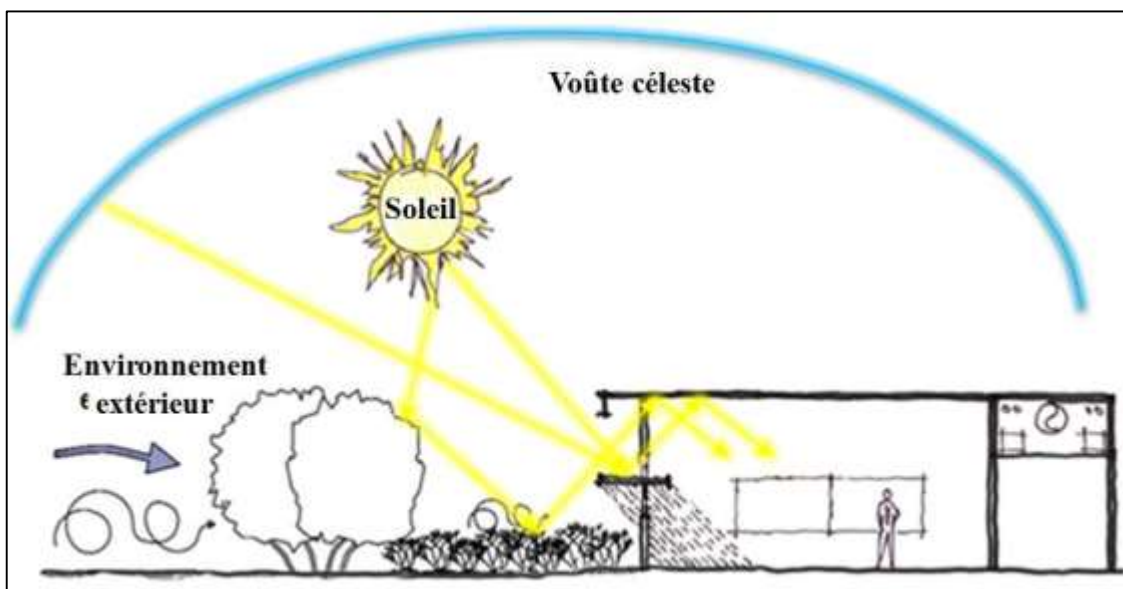
## V- La simulation

l'utilisation des protections solaire telles que la végétation, les auvents, les écrans mobiles ou les vitrages spéciaux

**Contrôler :** Le contrôle de la lumière naturelle consiste à gérer la quantité et la distribution de la lumière dans un espace en fonction de la variation des conditions climatiques et des besoins des occupants. La gestion de l'éclairage dans le bâtiment permet, d'une part, de répondre à la variation continue de la lumière naturelle et, d'autre part, d'adapter l'ambiance lumineuse d'un local pour correspondre au mieux aux besoins de ses utilisateurs

### 3- Sources de l'éclairage naturel :

La source primaire est le soleil et les sources secondaires (par réflexion, ou diffusion) sont le ciel et les objets environnants.



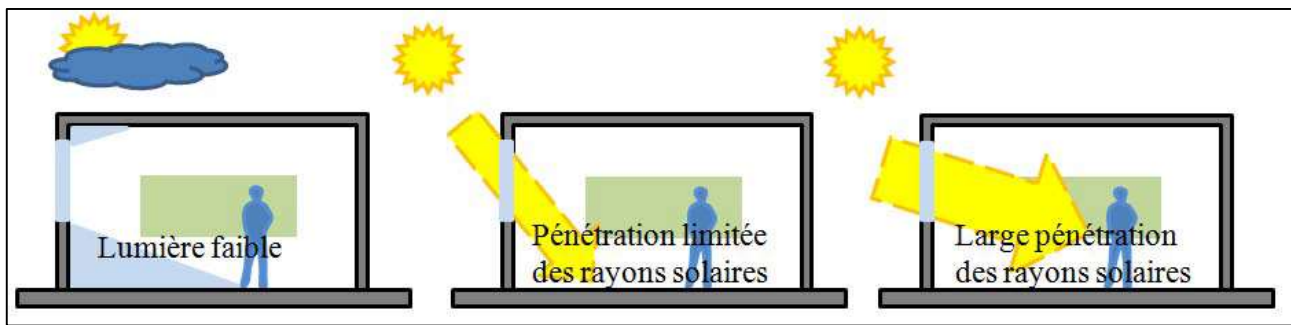
**Figure V.3 :** Les différentes sources de lumière du jour **Source :** ABDELATIA.B 2013

### 4- Les types de l'éclairage naturel :

Le type d'éclairage naturel est défini par la position des prises de jour qui le procure et qui peuvent être placées soit en façade (éclairage latéral), soit en toiture (éclairage zénithal), soit les deux à la fois. Mais leurs fonctions restent les mêmes.

## V- La simulation

### 4-1L'éclairage latéral :



**Figure V.4 :** Comportement des ouvertures latérales **Source :** ABDELATIA.B 2013

L'éclairage latéral est caractérisé par l'usage de prises de jour en façade est associé aux locaux de faible hauteur sous plafond : de 2.50 mètres à 3.00 mètres. (C.Terrier et B.Vanvyver., 1999)

Ce système optique est, d'après J.J. Deletre (Deletre, J.J., 2003) l'un des moins performants du point de vue éclairage par lumière du jour, en particulier dans le cas où il y'a un masque extérieur.

#### a- les Exigences de l'éclairage latéral

**Aspect thermique :** L'aspect thermique est un facteur qui doit être tenu en compte lors de la conception de l'éclairage latéral. Le confort thermique à l'intérieur de la salle de classe est indispensable. Sur ce, une isolation thermique ainsi qu'une bonne orientation des ouvertures latérales doivent être étudiées d'une manière judicieuse.

**Eblouissement :** La pénétration directe des rayons solaires sur le plan de travail est un phénomène à éviter, car, en général, ça crée l'effet d'éblouissement ; un effet déconseillé dans les milieux de travail.

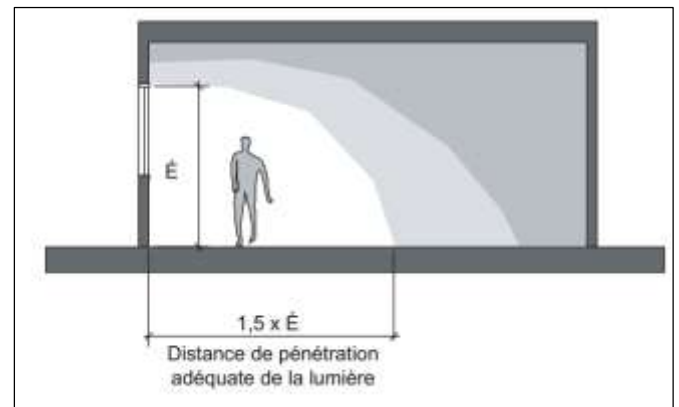
**Vue sur l'extérieur :** Les salles de classe ou les espaces éclairés en général, doivent comporter, à hauteur de vue, des baies transparentes donnant sur l'extérieur. Cette disposition est conseillée pour garantir un bien être psychologique des usagers.

**Incidences par rapport à l'acoustique :** Dans le cas de prises de jour latérales, le concepteur doit concilier, en plus des contraintes thermiques, les contraintes acoustiques avec les exigences en matière d'éclairage naturel. Une attention toute particulière doit être portée à l'acoustique aussi bien pour les bruits venant de l'extérieur que de l'intérieur lorsqu'on a une grande proportion de vitrage. Pour cela, l'étude acoustique du local doit être réalisée en fonction de sa disposition, des bruits et du type de vitrage choisi, en sachant que plus le coefficient de transmission acoustique du vitrage est élevé, plus les ondes sonores venant de l'extérieur sont retransmises vers l'intérieur des locaux. (CIBSE1987)

## V- La simulation

### **b- Types d'éclairage latéral :**

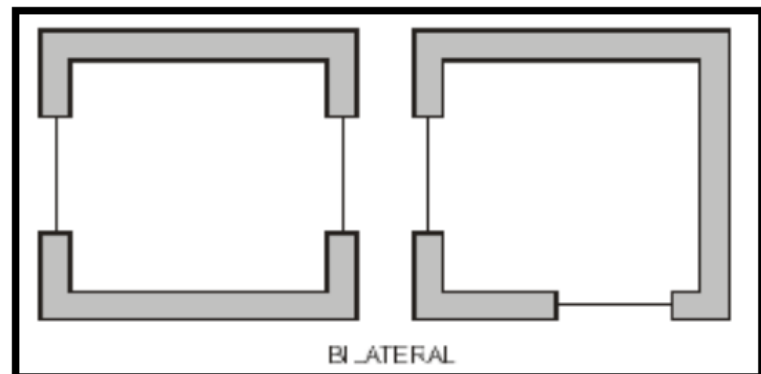
- **Eclairage unilatéral :** L'éclairage unilatéral est fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même paroi. Cette disposition permet de réaliser des effets de relief et des harmonies de contrastes. L'inconvénient que présente ce type d'éclairage naturel est la possibilité d'ombres gênantes, dues aux allèges par exemple, surtout si les parois du local sont sombres. Pour ce type d'éclairage, si l'intérieur de l'espace éclairé est trop profond par rapport à la hauteur de l'ouverture au-dessous du plancher, l'éclairage sera insuffisant au fond de l'espace car, d'après K. Robertson (Robertson, K., 2003) une lumière du jour suffisante.



**Figure V.5 :** Pénétration approximative de la lumière naturelle **Source :** ROBERTSON, Keith. Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments

pénètre sur une distance d'une fois et demi la hauteur de l'ouverture au-dessous du plancher, bien que cette distance peut atteindre deux fois cette hauteur sous un ensoleillement direct.

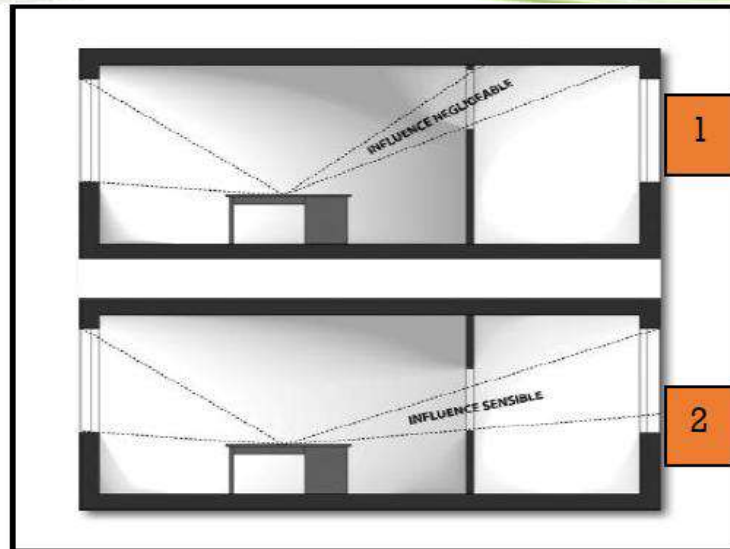
- **Eclairage bilatéral :** L'éclairage bilatéral consiste à avoir des ouvertures verticales sur deux murs, soit parallèles soit perpendiculaires, d'un même espace. Ce type d'éclairage remédie aux défauts majeurs causés par l'éclairage unilatéral.



**Figure V.6 :** Dispositifs d'éclairage bilatéral **Source :** I. PASINI, 2002

Selon A. Vandenplas, la profondeur

des pièces éclairées par un dispositif bilatéral peut atteindre facilement quatre fois la distance entre le plafond et le plan utile. Ce qui permet d'éclairer efficacement un local de dimensions plus importantes que celles permises par un éclairage unilatéral. En plus, il procure un éclairage plus uniforme et réduit les contrastes ainsi que les risques d'éblouissement.

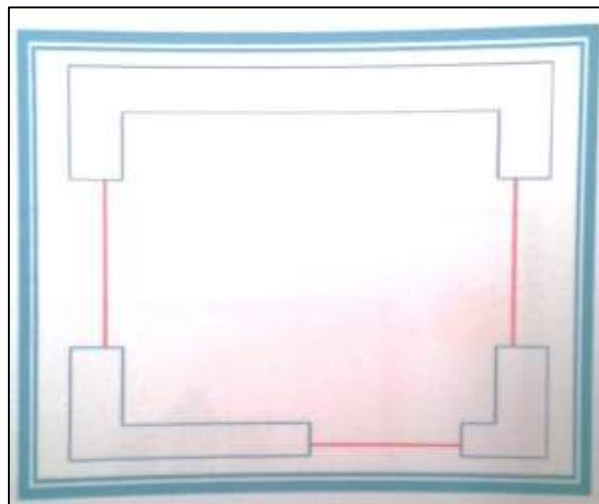


**Figure V.7 :** Eclairage bilatéral à ouverture parallèle et perpendiculaire  
**Source :** Dispositifs d'éclairage naturel

- **Eclairage multilatéral :** Il présente une multitude d'avantages à savoir :

- Favoriser la ventilation naturelle transversale des pièces en la doublant ou on la triplant.
- Les ouvertures réduisent les ombres denses et augmentent les contrastes à l'intérieur des pièces.
- Les ouvertures réduisent le risque d'éblouissement du ciel en augmentant des murs de fenestration.

Mais il présente certaines contraintes dont la plus importante consiste à augmenter les risques de surchauffe en période estivale ainsi que les déperditions de chaleur en période hivernale



**Figure V.8 :** Eclairage bilatéral à ouverture parallèle et perpendiculaire  
**Source :** Dispositifs d'éclairage naturel

## V- La simulation

### c- Dimensionnement des ouvertures latérales :

Pour le cas d'un éclairage latéral, la surface du vitrage nécessaire pour procurer un facteur de lumière de jour ciblé dépend principalement de :

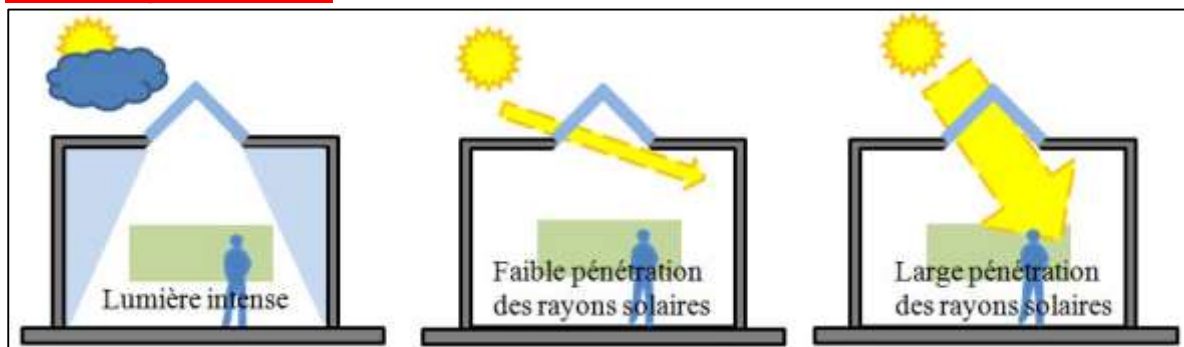
- La transmittance lumineuse du vitrage.
- L'étendue des obstacles extérieurs.
- La taille et la forme de l'intérieur du local.
- La réflectance de la surface interne.

### d- Paramètres influençant l'éclairage latéral :

Les paramètres qui influencent l'éclairage naturel latéral demeurent :

1. Position des ouvertures latérales.
2. Surface des ouvertures latérales.
3. Influence du type de ciel.
4. Influence du moment de l'année.
5. Influence de l'heure.

### 4-2 L'éclairage zénithal :



**Figure V.9 :** Comportement des ouvertures zénithales **Source :** ABDELATIA.B 2013

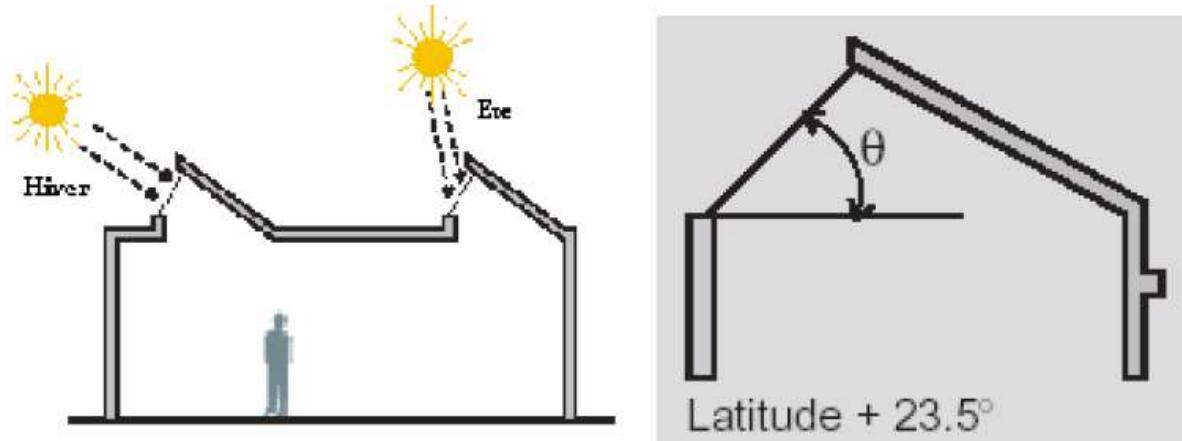
D'après (C. TERRIER et B. VANDEVYVER 1999), le recours à l'éclairage zénithal est indispensable pour les constructions dont la hauteur sous plafond est supérieure à 4,50 mètres. Quant aux locaux de hauteur intermédiaire, de 3 mètres à 4,50mètres, le choix dépend d'autres caractéristiques à l'image de la profondeur, la largeur et la forme du bâtiment. Si la profondeur du bâtiment par exemple est importante par rapport à la hauteur du local, l'éclairage zénithal sera indispensable afin d'assurer une distribution uniforme des éclairagements intérieurs.

## V- La simulation

### a- Dispositifs d'éclairage zénithal :

#### 1- Direct : Les tabatières (ou skylights) :

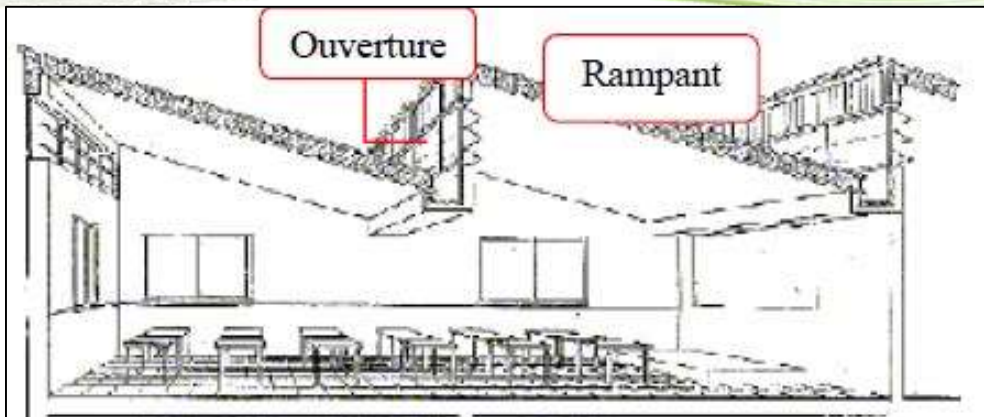
Selon J.J. Delétré, la tabatière (Figure12) constituée système d'éclairage naturel direct le plus performant: elle procure de 3 à 5 fois plus de lumière surface équivalente qu'un vitrage vertical car, disposée horizontalement, elle est exposée à une plus grande portion du ciel visible à partir Del 'intérieur du local, sans aucune obstruction et dont la luminance est plus élevée. Elle procure de la même manière, un éclairage intérieur uniforme.



**Figure V.10:** Inclinaison recommandée des tabatières **Source :** I. PASINI et al, 2002.



**Figure V.11 :** Eclairage direct (halle d'exposition) **Source :**



**Figure V.12 :** Composantes des sheds  
**Source :** [www.outilssolaires.com](http://www.outilssolaires.com).

### **5-Définition de confort visuel :**

le confort visuel consiste très généralement d'une part à voir certains objets et certaines lumières (naturelle et artificiel) .Sans être ablooui,et d'autre part à avoir une ambiance lumineuses satisfaisants quantitativement et terme d'éclairément et d'équilibre des luminances et qualitativement en termes d'éclairément de couleurs ceci afin de faciliter le travail ,les activités diverses, dans un souci de qualité de productivité ou d'agrément en évitant la fatigue et les problème de santé liés au trouble visuels,

### **5-1 Les paramètres du confort visuel :**

Le confort visuel dépend d'une combinaison de paramètres physiques : l'éclairément, la luminance, le contraste, l'éblouissement et le spectre lumineux auxquels s'ajoutent des caractéristiques propres à l'environnement et à la tâche visuelle à accomplir, comme la taille des éléments à observer et le temps disponible pour la vision. Le confort visuel relève, en outre, de facteurs physiologiques et psychologiques liés à l'individu, tels que son âge, son acuité visuelle ou la possibilité de regarder à l'extérieur. Un environnement visuel confortable sera obtenu par la détermination des paramètres suivants :

- un bon niveau d'éclairément nécessaire à une vision claire et sans fatigue,
- Un rendu des couleurs correct et une lumière agréable,
- Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace,
- Les rapports de luminance présents dans le local (bonnes conditions de contraste),
- L'absence d'ombres gênantes,
- La relation au monde extérieur,
- L'éblouissement

## V- La simulation

### 5-2 la conception de contrôle de la lumière naturelle :

Dans un climat semi-aride tel que celui de Laghouat, il est important d'utiliser autant que possible la lumière du jour. Pour que les rayons du soleil n'atteignent pas directement un objet d'exposition, il faut autant que possible faire des installations définitives contre le soleil. En cas d'objets sensibles, on peut renoncer entièrement à la lumière du jour et utiliser un éclairage spécial avec peu de rayons ultra rouges et ultraviolets.

Les objectifs de contrôle solaire sont :

- Contrôler la lumière naturelle, limiter de ce fait l'éblouissement et participer à l'amélioration des conditions d'éclairage intérieur.
- Supprimer l'insolation directe : le placement de bonnes protections solaires peut réduire au minimum les rayonnements solaires directs entrant dans l'espace intérieur et diminuer de ce fait les surchauffes et la température moyenne de l'espace.
- Augmenter le pouvoir isolant de la fenêtre : en effet, certaines protections intérieures ou insérées dans le double vitrage peuvent réduire leurs déperditions thermiques de 25 à 40%.
- Assurer l'intimité des occupants, occulter un local.
- Éviter la décoloration de certains matériaux.
- Décorer la fenêtre. (source : DE HERDE A. ET LIEBARD A., Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques)

### 5-3 Les Normes De L'éclairage Naturelle Recommandées

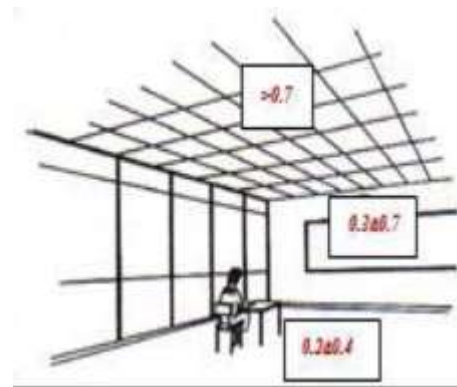
Les espaces	Niveau de l'éclairage recommandé (lux)	Niveau de FLJ	L'indice d'uniformité
<i>Salles d'expositions</i>	500	5%	0.7
Auditoriums et amphithéâtres	750		
Salles de gymnastique	300		
Toilettes	100		
Escaliers	100		
Grand bureaux et bureaux collectifs	300		
Salles de réunion	300		
Laboratoires	750		
Autres salles de détente	100		
Ateliers	300		
<b>Bibliothèque</b>	<b>500</b>		
Foyers	200		

**Tableau V.2 :** Normes d'éclairage **Source :** Neufert édition 10

### **5-4 Recommandations de conception d'éclairage naturel dans les lieux D'apprentissage (salle de lecture) :**

Selon IESNA CIE et CIBSE (Ben cheikh, A., 2007).

- Niveau d'éclairage 500 lux (salle de classe).
- Eviter la tache solaire sur le plan de travail.
- L'éclairage bilatéral pour avoir une lumière uniforme (homogène).
- Eclairer les espaces par une lumière indirecte (l'utilisation de Plusieurs techniques permet d'amener la lumière à l'intérieur des espaces).
- Les longues et larges fenêtres sont généralement moins éblouissantes que les fenêtres prolongées verticalement et étroites.
- le soleil et le ciel, et leur image refléter ne doit pas être dans le champ visuel par angle de 30°.
- L'évasement de fenêtre pour diminuer le contraste entre la fenêtre et les surfaces intérieures.
- la position de la source lumineuse ne devraient pas être dans le champ visuel immédiat car le contraste excessif produit l'éblouissement.
- Des fenêtres en bande horizontale «Bandeau ou Cleretory» (Liébard, A. et De Herde, A., 2005) offrent une meilleure distribution de la lumière et un éclairage plus profond.
- Choisir les couleurs claires pour les murs intérieures pour éviter le changement de la perception des couleurs des objets.
- Les réflectivités des surfaces recommandées, la réflectivité souhaitable : 75 % à 90 % pour les plafonds (IESNA, 2000), les murs avec fenêtres devraient avoir une réflectivité d'au moins 60 %, tandis que les murs sans fenêtres devraient l'avoir entre 30% et 70%(CIBSE, 1994), planchers 20-40%; meubles 25-45%.



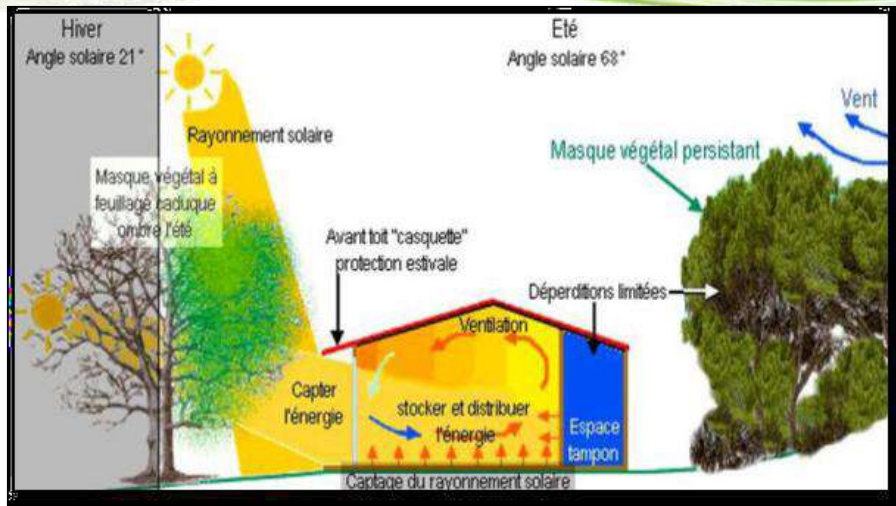
**Figure V.13 :** Modèles des valeurs recommandées de Réflectivité **Source :** AFE, 1987.

### **5-5 Les différents types de dispositifs de contrôle solaire :**

#### **A) Les protections liées à l'environnement :**

Cette catégorie se constitue essentiellement de la végétation et la morphologie urbaine et les bâtiments voisins et le type des matériaux

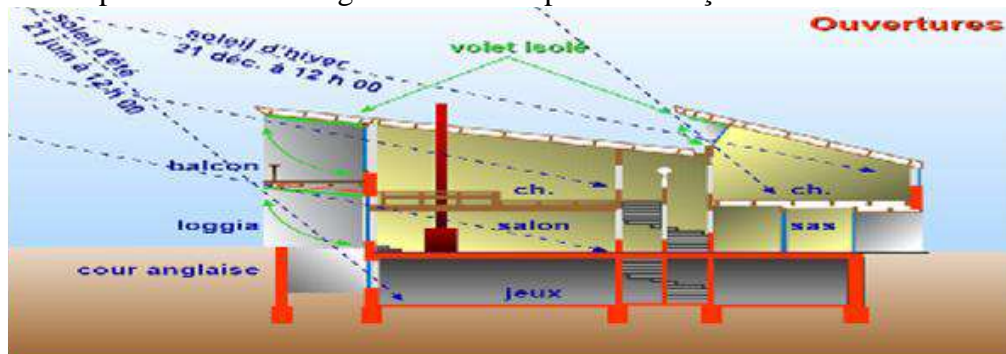
## V- La simulation



**Figure V.14 :** Les masques végétaux **Source :** <http://www.murmurevegetal.com/>

### **B) Les éléments architecturaux :**

Plusieurs éléments de façade participant à la définition architecturale du bâtiment tels que les balcons, les arcades, les corridors, les encorbellements et tout décrochement du volume de bâtiment peuvent produire un ombrage sur certaines parties de façade



**Figure V.15 :** Protection Solaire par emplacement des ouvertures  
**Source :** Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique



**Figure V.16 :** Protection Solaire par les espaces tampon  
**Source :** [www-energie2.arch.ucl.ac.be](http://www-energie2.arch.ucl.ac.be)

## V- La simulation

L'auvent est constitué par une avancée horizontale placée au-dessus de la fenêtre. Ce type compris les auvents, les débords de toiture, les balcons, les Linteaux de fenêtre et les écrans à lames horizontales. Il est conseillé surtout pour l'orientation sud. (Izard, J.L.,1994) l'ombre.



**Figure V.17 :** Protection Solaire par l'auvent

**Source :** <http://www.creametal.com>

**Une marquise** est un auvent vitré, situé devant une porte, un perron ou une fenêtre



**Figure V.18 :** Protection Solaire par une marquise

**Source :** <http://www.creametal.com>

**LIGHT SHELF :** Un light shelf est un auvent dont la surface supérieure est réfléchissante qui se situe au niveau de la fenêtre, utilisé aussi bien pour canaliser passivement l'éclairage naturel dans un espace et pour fournir de l'ombre.



**Figure V.19 :** LIGHT SHELF

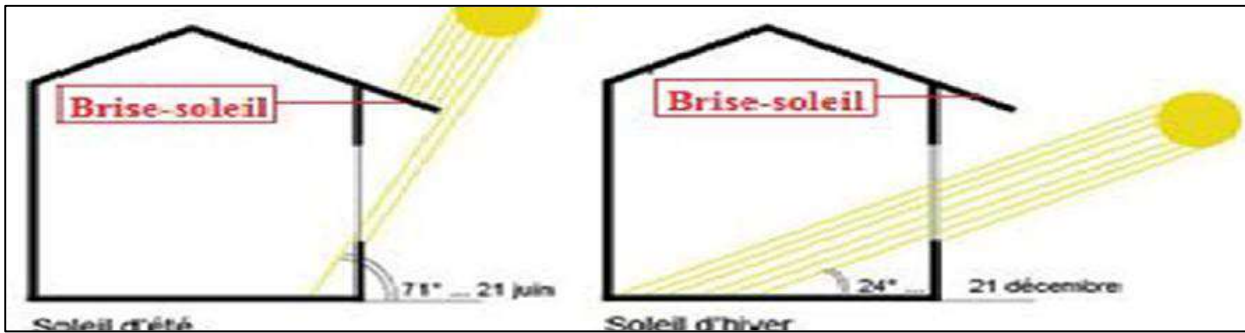
**Source :** <https://www.designingbuildings.co.uk>

**Fonctionnement :** Le light shelf Il s'agit d'un miroir qui est installé à l'intérieur de la fenêtre et qui fait entrer la lumière du soleil et la réfléchit vers le plafond, puis la distribue profondément dans le local.

**Brise soleil :** Un brise-soleil ou pare-soleil est un élément d'architecture servant à diminuer L'inconfort lié au rayonnement direct du soleil. Brise-soleil et pare-soleil sont Notamment utilisés dans la conception de bâtiments dits (HQE) pour maîtriser la pénétration du rayonnement solaire à l'intérieur des locaux d'habitation ou de travail.

**Fonctionnement :**

- En hiver permet de profiter des apports solaires gratuits, en laissant entrer le rayonnement solaire à l'intérieur du bâti.
- En été permet de bloquer le rayonnement solaire et limite nettement le surchauffement du bâti et limite les besoins en climatisation.



**Figure V.20 :** Le fonctionnement du système de brise soleil **Source :** <https://www.designingbuildings.co.uk>

**Types des brises soleil :**



**Verticaux**



**Horizontaux**

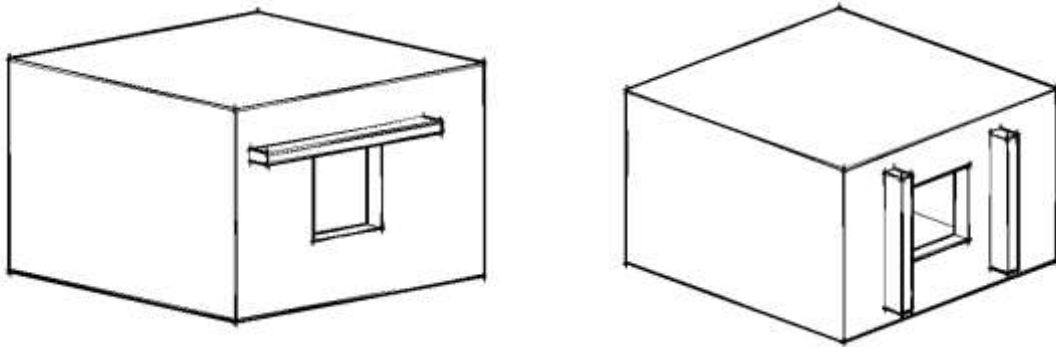


**Composés**

**Figure V.21 :** les Types des brises soleil **Source :** <http://support.bbs-logiciels.com>

## V- La simulation

- Des dispositifs structuraux brise-soleil verticaux (principalement pour l'est et l'ouest) ou horizontaux (nord ou sud).



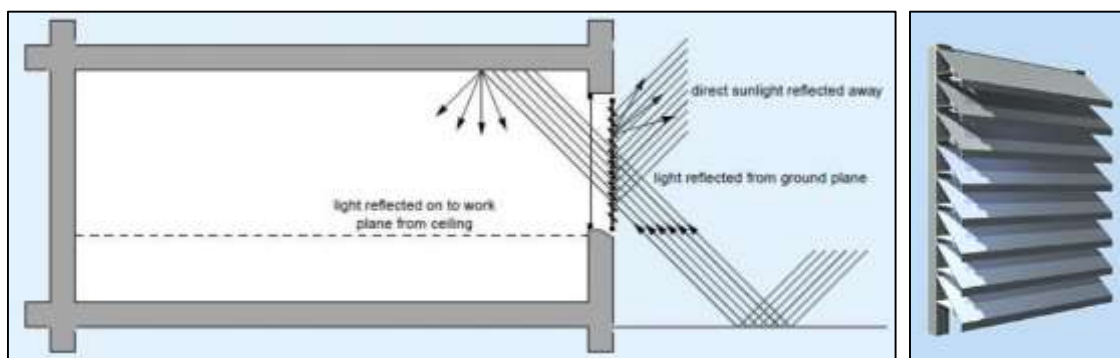
**Figure V.22 :** schéma précise les brises soleil horizontaux et verticaux **Source :** mémoire fin d'étude Projet D'un Lycée Dans La Ville De Laghouat Dans Le Cadre De La Démarche HQE, Promo 2014

- Des dispositifs appliqués (store rétractable, persiennes, volet, auvents).



**Figure V.23 :** des dispositifs appliqués **Source :** volet.comprendrechoisir.com

- Des dispositifs fixes ou mobiles (louvres).

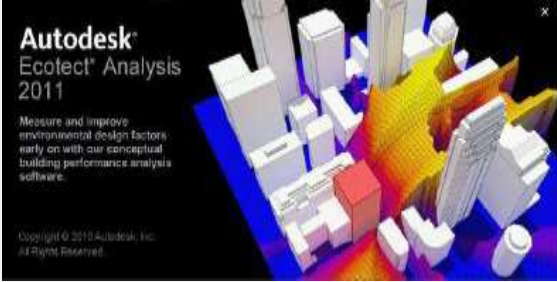



**Figure V.24 :** dispositifs (louvre) **Source :** c-sgroup.co.uk

## V- La simulation

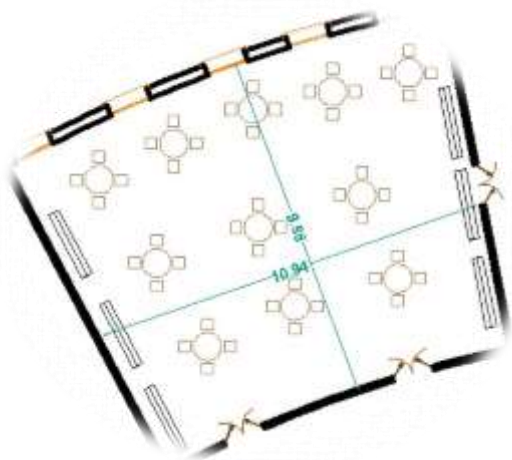
### V-2-6 Partie expérimentale :

#### V-2-6 -1 Présentation des deux logiciels de simulation ECOTECT 2011 et Radiance

LOGICIEL DE SIMULATION	EXPLICATION
	<p>Le logiciel ECOTECT a été créé dans le but de démontrer certaines idées présentées dans la thèse du docteur Andrew MARSH à l'École d'Architecture et des Beaux-arts à l'Université de l'Australie.</p> <p>ü Logiciel de simulation complet qui associe un modèleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique et de coût. ECOTECT est un outil d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels. ECOTECT a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design.</p>
	<p>Radiance est l'un des outils les plus précis pour simuler la disponibilité de la lumière naturelle selon une date et une heure données, utilisé par les architectes et les ingénieurs de prédire l'éclairage, autant au niveau des résultats numériques qu'il fournit qu'au réalisme des images qu'il peut générer.</p>

#### V-2-6-2 Présentation de cas d'étude (Espace) :

- Dans ce cas d'étude, nous avons étudié une salle de lecture pour les enfants dans notre projet.
- Le choix de la salle de lecture enfant est fait vu son orientation particulière (Sud-ouest).



<b>Surface</b>	<b>115m<sup>2</sup></b>
<b>Hauteur sous plafond</b>	5,4 m
<b>Hauteur de fenêtre</b>	1.20 m
<b>Surface cumulée des ouvertures</b>	33.60 m <sup>2</sup>
<b>Type d'éclairage</b>	Eclairage bilatéral
<b>Orientation des ouvertures</b>	ouest & Sud-ouest

**Figure V.25 :** plan de salle de lecture **Source :** auteur

**V-2-6-3 Evaluation numérique des conditions d'éclairage naturel.**

Pour procéder à cette méthode numérique, et à l'aide de ces deux logiciels (ecotect et radiance) qui nous ont permis de mesurer les valeurs d'éclairement et le facteur de lumière de jour FLJ pour la salle de lecture

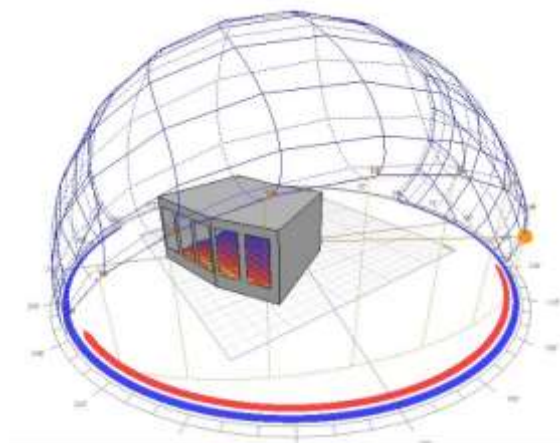
Type de bâtiment et espace	Eclairement Moyen A obtenir Em (LUX)	Facteur moyen de jour (%)	Facteur minimum de jour (%)	Indice d'uniformité (IU)
Bibliothèque : salle de lecture	500	6	1,5	0,8

**Tableau V.3 :** les normes de la salle de lecture **Source :** backer , N et steemers , k 2002

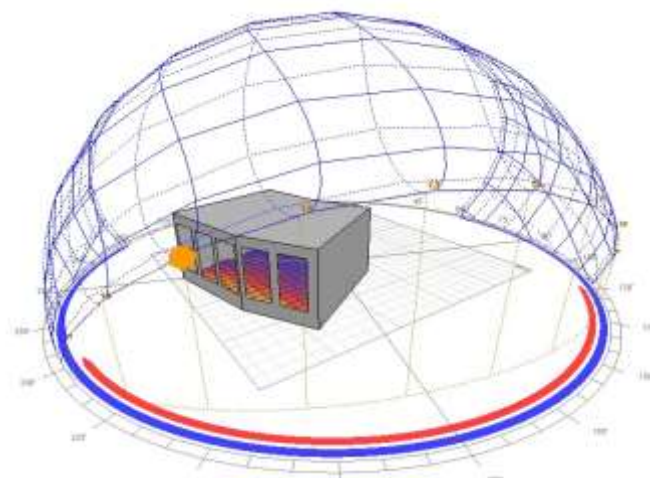
Période de simulation :

L'étude d'éclairage naturel se fait à 09h et 15h (les heures de pointe) pendant deux journées, hiver 21 décembre (la plus courte journée d'hiver), été 21 juin (la plus longue journée d'été).

**A- Le cas initial en hiver :**

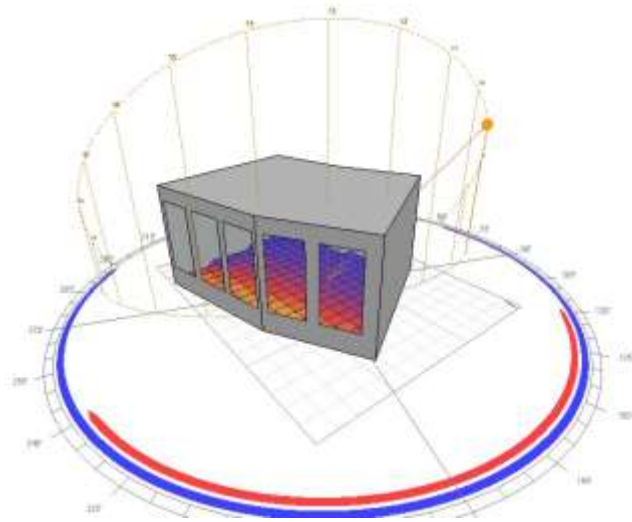


**Figure V.26 :** L'ombre portée du projet le 21 décembre à 9h **Source :** Auteur

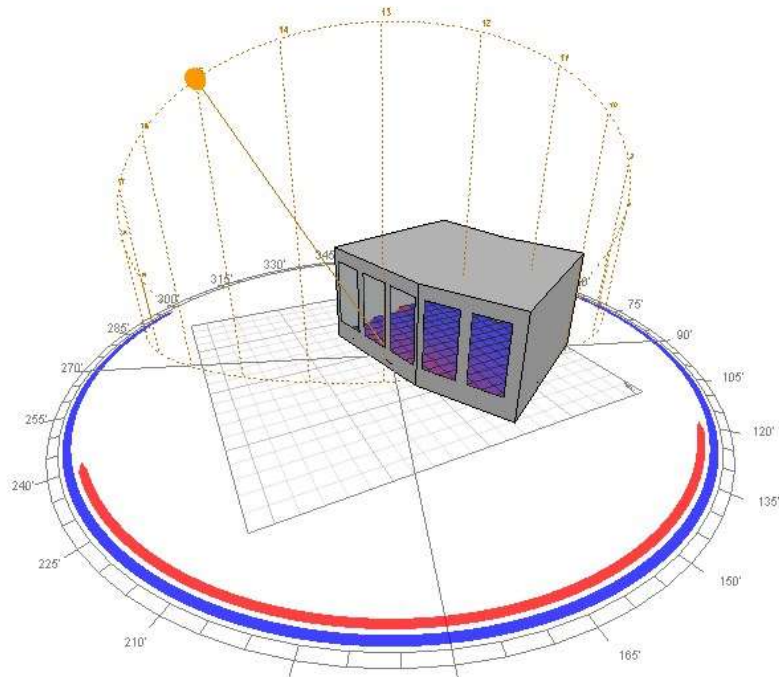


**Figure V.27 :** L'ombre portée du projet le 21 décembre à 15h **Source :** Auteur

**B- Le cas initial en été :**



**Figure V.28 :** L'ombre portée du projet le 21 juin à 9h **Source :** Auteur

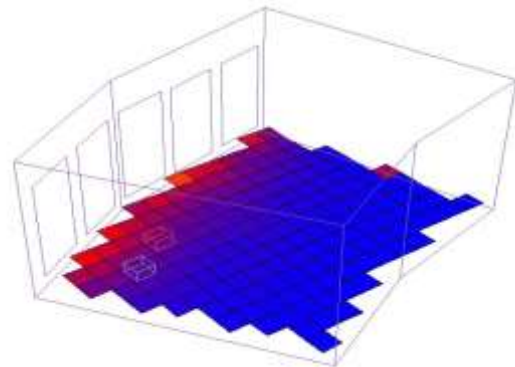


**Figure V.29 :** L'ombre portée du projet le 21 juin à 15h **Source :** Auteur

**C- Le cas initial en hiver : (Déc. 09h)**



**Figure V.30 :** Mesure de niveau d'éclairéme nt à des points différents à ciel dégagé Cas initial en hiver. à 09 h  
**Source :** Auteur



**Figure V.31 :** niveau d'éclairéme nt Cas initial en hiver. à 09 h **Source :** Auteur

Etat de ciel	Eclairéme nt min (Lux)	Eclairéme nt moye (Lux)	Eclairéme nt max (Lux)	FLJ moye (%)	Indice d'uniformité (IU)
Couvert	215	433,5	652	13,2	0,49
dégagé	362,3	630,12	898		0,57

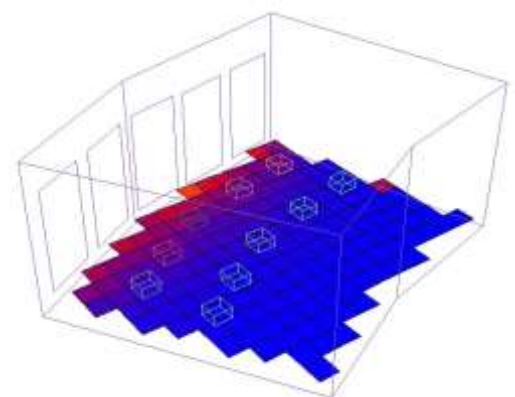
**Commentaire :**

Après l'évaluation numérique à 9 heures en hiver, nous avons remarqué que l'éclairéme nt minimal est faible dans le cas du ciel couvert 215 lux, Quant à la valeur de FLJ, le résultat était 13,2%. L'indice d'uniformité 0,49 indique une répartition non uniforme dans le cas où le ciel est dégagé, Ce qui affectera le champ visuel

**D- Le cas initial en hiver : (Déc. 15h)**



**Figure V.32 :** Mesure de niveau d'éclairéme nt à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en hiver. à 15 h  
**Source :** Auteur



**Figure V.33 :** Mesure de niveau d'éclairéme nt à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en hiver. à 15 h  
**Source :** Auteur

Etat de ciel	Eclairage min (Lux)	Eclairage moyen (Lux)	Eclairage max (Lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité (IU)
Couvert	240	907,5	1575	10,72	0,29
dégagé	2783	12745	22700	/	0,15

**Commentaire :**

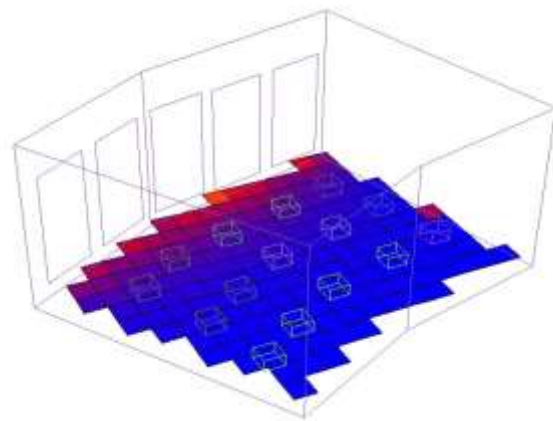
A 15h et dans les mêmes conditions du ciel (couvert) le niveau d'éclairage reste faible avec une valeur min 240lux et moyenne 907 lux, donc la visibilité des feuilles de dessin est souvent mauvaise (manque de contraste, illisibles...). L'indice d'uniformité 0,29 et à indique aussi éclairage non uniforme.

Dans de conditions du ciel dégagé également les valeurs d'éclairage sont trop élevées risque d'éblouissement.

**E- Le cas initial en été : (juin. 09h)**



**Figure V.34 :** Mesure de niveau d'éclairage à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en été. à 09 h  
**Source :** Auteur



**Figure V.35:** Mesure de niveau d'éclairage à ciel couvert. Cas initial en été. à 09 h **Source :** Auteur

Etat de ciel	Eclairage min (Lux)	Eclairage moyen (Lux)	Eclairage max (Lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité (IU)
dégagé	505	989,5	1474	10,72	0,51

**Commentaire :**

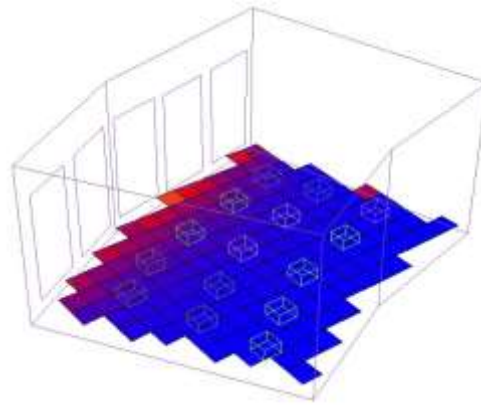
Le soleil en été est plus haut, salle de lecture exposé aux rayons solaires directs, ce qui engendre une pénétration des rayons solaire et par conséquent des taches solaires sur le lieu de travail (les tables).. En été les valeurs d'éclairage sont très élevés ce qui influe le confort visuel et la possibilité de création des taches d'ombre sur la feuille de dessin, ainsi que la valeur de FLJ 10,72%.

## V- La simulation

### F- Le cas initial en été : (juin. 15h)



**Figure V.36 :** Mesure de niveau d'éclairage à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en été. à 15 h  
**Source :** Auteur



**Figure V.37 :** Mesure de niveau d'éclairage à ciel couvert. Cas initial en été. à 15 h **Source :** Auteur

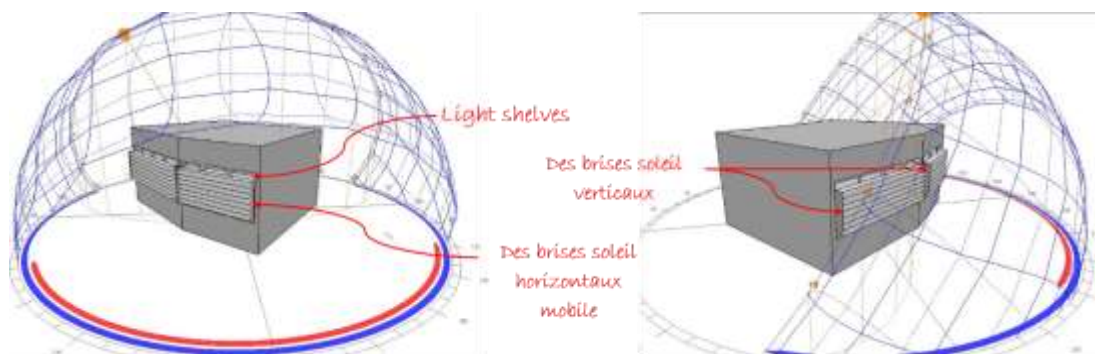
Etat de ciel	Eclairage min (Lux)	Eclairage moye (Lux)	Eclairage max (Lux)	FLJ moye (%)	Indice d'uniformité (IU)
dégagé	1100	3015	4930	10,71	0,36

#### Commentaire :

En été les valeurs d'éclairage sont très élevés Avec éclairage moyenne 3015lux ce qui influe le confort visuel, Avec un indice d'uniformité de 0,36

### G- Le résultat et proposition d'amélioration :

D'après l'évaluation dans le cas initial on a conclu que le problème majeur est la mauvaise répartition de la lumière naturelle à l'intérieur de l'espace. Donc cette conception a besoin de redimensionner les fenêtres, utiliser des étagères (LIGHTSHELVES) sur le côté pour atteindre un éclairage uniforme et l'utilisation des brises soleil horizontaux mobiles et verticaux coté sud-ouest pour éviter les taches solaires.



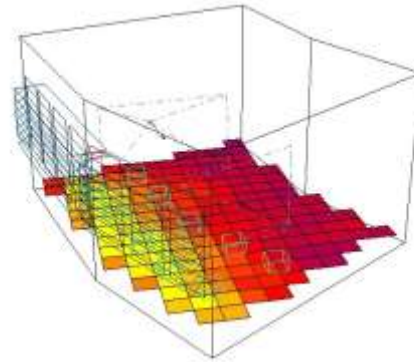
**Figure V.38 :** Mesure de niveau d'éclairage à ciel couvert. Cas été. à 15 h **Source :** Auteur

## V- La simulation

### H- Le cas amélioré en été : (juin. 15h)



**Figure V.39 :** Mesure de niveau d'éclairément à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en été. à 15 h  
**Source :** Auteur



**Figure V.40 :** Mesure de niveau d'éclairément à des points différents à ciel dégagé. Cas initial en été. à 15 h  
**Source :** Auteur

Etat de ciel	Eclairément min (Lux)	Eclairément moye (Lux)	Eclairément max (Lux)	FLJ moye (%)	Indice d'uniformité (IU)
dégagé	380	511,5	643	4,2	0,75

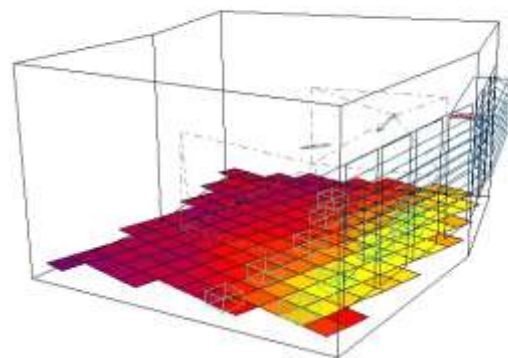
#### Commentaire :

Les valeurs de l'éclairément simulées à 15h sont plus au moins confortable pour le dessin dont leur moyenne est de 511,5lux et l'indice d'uniformité affiche une valeur de 0,75 ce qui signifie que la répartition de la lumière naturelle est homogène dans la salle de lecture .

### I- Le cas amélioré en été : (juin. 09h)



**Figure V.41 :** Mesure de niveau d'éclairément à des points différents à ciel dégagé. Cas amélioré en été. à 09 h  
**Source :** Auteur



**Figure V.42 :** Mesure de niveau d'éclairément à des points différents à ciel dégagé. . Cas amélioré en été. à 09 h  
**Source :** Auteur

Etat de ciel	Eclairage min (Lux)	Eclairage moye (Lux)	Eclairage max (Lux)	FLJ moye (%)	Indice d'uniformité (IU)
dégagé	333	471,5	610	3,95	0,70

**Commentaire :**

Les valeurs de l'éclairage simulées à 9h sont plus au moins confortable pour le dessin dont leur moyenne est de 471 lux et l'indice d'uniformité affiche une valeur de 0.70 ce qui signifie que la répartition de la lumière naturelle est homogène dans la salle de lecture.

**J- Le cas amélioré en hiver : (déc. 09h)**



**Figure V.43 :** Mesure de niveau d'éclairage à des points différents à ciel dégagé. Cas amélioré en hiver. à 09 h **Source :** Auteur



**Figure V.44 :** Mesure de niveau d'éclairage à des points différents à ciel couvert. Cas amélioré en hiver. à 09 h **Source :** Auteur

Etat de ciel	Eclairage min (Lux)	Eclairage moye (Lux)	Eclairage max (Lux)	FLJ moye (%)	Indice d'uniformité (IU)
Couvert	92,3	175,6	259	4,6	0,5
dégagé	100	275	450,1	/	0,46

**Commentaire :**

Le niveau d'éclairage en hiver sous les conditions de ciel couvert, afin d'atteindre le confort visuel adéquat le recours à l'éclairage artificiel reste indispensable pour cela nous prévoyons une installation d'éclairage artificiel type LED à base consommation énergétique équipé de détecteur de présence et autorégulation selon la luminance.

**H- Le cas amélioré en hiver : (déc. 15h)**



**Figure V.45 :** Mesure de niveau d'éclairément à des points différents à ciel dégagé. Cas amélioré en hiver. à 15 h **Source :** Auteur



**Figure V.46 :** Mesure de niveau d'éclairément à des points différents à ciel couvert. Cas amélioré en hiver. à 15 h **Source :** Auteur

Etat de ciel	Eclairément min (Lux)	Eclairément moye (Lux)	Eclairément max (Lux)	FLJ moye (%)	Indice d'uniformité (IU)
Couvert	45,6	120,55	195,5	8,71	0,37
dégagé	382,5	495,2	609	/	0,77

**Commentaire :**

Le niveau d'éclairément en hiver sous les conditions de ciel couvert, afin d'atteindre le confort visuelle adéquat le recours à l'éclairage artificiel reste indispensable pour cela nous prévoyons une installation d'éclairage artificiel type LED a base consommation énergétique équipé de détecteur de présence et autoréglage selon la luminance

**CONCLUSION :**

Ce travail nous a permis de mieux comprendre l'impact des protections solaire sur le confort visuel à l'intérieure d'une salle de lecture sous les conditions d'un ciel clair ensoleillé et ciel couvert ( région a climat chaud , aride et sec).cette compréhension a été élaboré à partir une étude recherche en surbrillance l'un des éléments qui a reçu une attention considérable dans l'architecture : les protections solaire, ou on a choisi d'avoir une vision sur l'étendue de leurs utilisations comme un élément de protection solaire dans le contexte des zones a climat chaude et semi-aride. Ainsi cette recherche tente à vérifier objectivement la faisabilité du choix d'application des brises soleil en tant qu'un composant architectural et à voir leurs impacts sur l'efficacité visuelle dans la salle de lecture.

## V- La simulation

Afin d'assurer une bonne efficacité de l'éclairage naturel de salle de lecture tout en contrôlant l'impact du soleil, et sans empêcher la pénétration des rayons solaires non gênants, nous devons assurer :

- Un bon choix de type de vitrage : double vitrage
- Une bonne orientation et disposition des fenêtres de préférence avoir plusieurs orientations des fenêtres pour permettre un éclairage naturel durant toutes les heures de jour.
- Utilisation des protections solaires horizontales mobiles.
- Choix des teintes claires (laquées ou satinées) pour les murs et mobilier de la salle de lecture : opter pour des blancs légèrement teintés en privilégiant le blanc pure pour le plafond
- Utilisation des grandes fenêtres moins éblouissante que plusieurs petites ou bien distribuer les ouvertures sur plusieurs murs. Ceci aura pour effet d'augmenter la luminance d'adaptation de l'environnement général ainsi que la luminance du mur de fenestration qui réduit l'inconfort en diminuant le contraste avec le ciel
  
- Diriger la lumière vers le plafond par l'utilisation des dispositifs « light-shelves » pour le contrôle, l'amélioration et la bonne distribution de la qualité et pour le même but employer des plafonds hauts, lisse et de couleur claire.

En fin nous espérons que ce modeste travail permette aide les futures promotions d'approfondir leur connaissance sur le confort visuel et l'éclairage naturel dans d'approfondir les espaces de lecture.



***CONCLUSION  
GENERALE***



## *Conclusion Générale*

En conclusion, nous pouvons dire que le projet (musée des sciences et technologies durable dans la ville de Laghouat) nous a permis le traitement et la réflexion sur la question de développement de la vie culturelle et scientifique des habitants de la ville de Laghouat, qui est très riche en matière d'histoire et de patrimoine culturel matériel et immatériel d'une part et d'une infrastructure scientifique très large d'autre part représentée par l'université et ses facultés (médecine, architecture, histoire,...) ainsi qu'un nombre important de centres de recherches spécialisés à l'échelle local régional et national.

Nous avons essayé à travers la conception du musée des sciences et technologies dans la ville de Laghouat de mettre en valeur tout ce potentiel culturel et scientifique dans un seul plateau, qui aura comme mission la participation au développement de la ville de Laghouat par la création des espaces d'exposition pour l'encouragement de la créativité, l'innovation et la diffusion de la science, pour l'émancipation de la population de la ville de Laghouat.

La vocation de durabilité est un volet très important dans notre conception du projet, que nous avons exprimé dès les premières phases de la conception, ce qui nous a permis d'intégrer le projet dans son contexte climatique assez dur ; par l'usage des techniques d'architecture bioclimatique adaptées à ce type de climat, dans le but de créer des espaces intérieurs confortables et la participation à la diminution de la consommation énergétique et en conséquent la préservation de l'environnement.

Notre démarche de durabilité nous a poussé à faire des améliorations sur les techniques de durabilité utilisées dans notre projet à travers une simulation numérique (ECOTECT, ENERGIE PLUS) qui nous a permis de vérifier et d'améliorer certains aspects techniques du projet.

Enfin nous espérons, que nous avons à travers la conception de ce musée participé au développement de la vie culturelle et scientifique des habitants de la ville de Laghouat, participer ainsi à la préservation de l'environnement et lancer les prémices de la conception durable dans notre ville.

## Les références

### Chapitre I : Approche thématique

- 1 L'ARCHITECTURE VERNACULAIRE (Une partie d'un mémoire de master 2 recherche, Université de Paris Diderot)
- 2 Livre les 100 mots de la construction durable 2eme Édition
- 3 Site internet : [www.coduform.be/pdf](http://www.coduform.be/pdf)
- 4 Livre Traité d'architecture et d'urbanisme
- 5 Livre les 100 mots de la construction durable 2eme Édition
- 6 le rapport Brundtland
- 7 Site internet : <http://www.vedura.fr/guide/ecolabel/breeam>
- 8 Site internet : <http://www.projetvert.fr/labels-energetique/label-passivhaus/>
- 9 Site internet : <http://www.minergie.fr/>
- 10 Livre les 100 mots de la construction durable 2eme Édition
- 11 Site internet : <http://www.sballiance.org/fr>
- 12 Site internet : <https://negawatt.org/L-Association-negaWatt>
- 13 Le Conseil du bâtiment durable du Canada
- 14 Site internet : <http://www.effnergie.org>
- 15 Site internet : <https://www.connaissancedesenergies.org/>
- 16 NADJI Mohamed Amine. Réalisation d'un éco-quartier. Mémoire de Magister, université d'Oran 2015
- 17 Dictionnaire la rousse : <http://www.larousse.fr>
- 18 <http://lewebpedagogique.com/aoudedutic/files/2010/10/Définition-de-la-technologie.pdf>
- 19 Mémoire de fin d'études : ZIDI Abdullah et NEDJAR Abdelhak, centre culturel, 2011-2012
- 21 ICOM (Conseil international des musées)
- 22 [www.museebal.fr/sites/default/files/img/PDF02/Role-et-fonctions-des-musees.pdf](http://www.museebal.fr/sites/default/files/img/PDF02/Role-et-fonctions-des-musees.pdf)
- 23 [www.museebal.fr/sites/default/files/img/PDF02/Role-et-fonctions-des-musees.pdf](http://www.museebal.fr/sites/default/files/img/PDF02/Role-et-fonctions-des-musees.pdf)
- 24 Site internet : <https://www.energieplus->
- 25 Site internet : <http://www.lejardineur.net>

### Chapitre II : Programmation

- 1 Source livre : Museum .Vol XXXI, n° 2, 1979 ÉDITION ANGLAISE . Iris Bcttembourg
- 2 Magazine ANA ME3MARY vol 13 .déc. 2012
- 3 Brochure «ÉCLAIRAGE POUR MUSÉES ET GALERIES»

### Chapitre III : Approche Architecturale

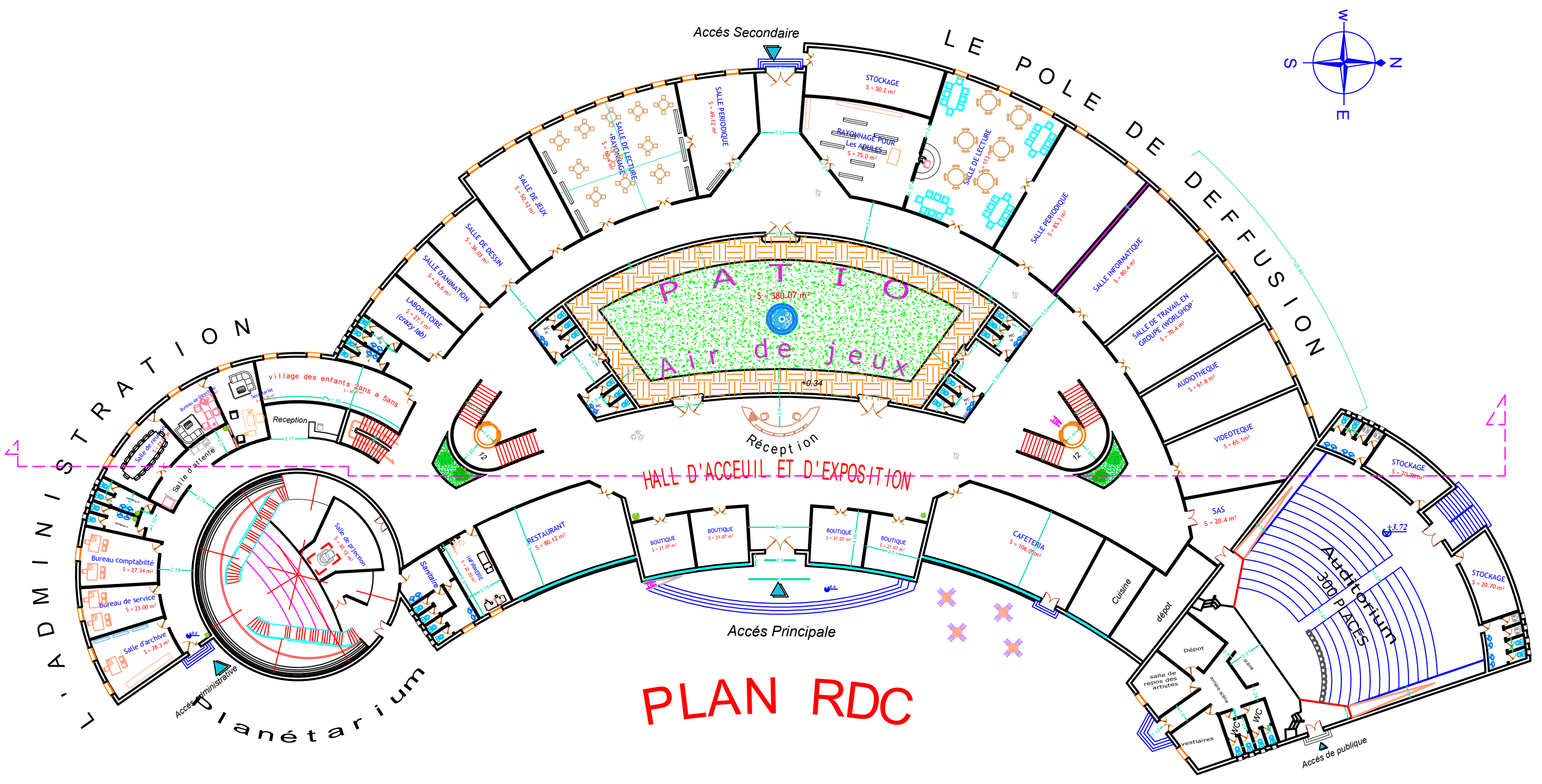
- 1 Encarta 2010
  - 2 Mazouz. S., 2004.
  - 3 Thèse de Doctorat, N. Zemmouri
  - 4 La station météorologique.
  - 5 (P.D.A.U) de Laghouat révision 2012.
  - 6 Google Earthe
-

## Chapitre IV : Approche technique

- 1 Cour construction 2ème année architecture UATL
- 2 Cours : Bâtiment 2 –S6 LICENCE Génie Civil –Option : Construction Bâtiment - Prof. Amar KASSOUL - UHBChef
- 3 <https://boutique-genie-civil.blogspot.com>
- 4 <http://www.caseyroofing.co.uk>
- 5 [https://www.dicobatonline.fr/exemples\\_definitions.php](https://www.dicobatonline.fr/exemples_definitions.php)
- 6 <http://www.lamaisondome.com>
- 7 <http://www.lamaisondome.com>
- 8 <http://www.cstc.be>
- 9 guide façade multiple double peau/ fév. 2014
- 10 <http://www.materic.fr/cloisons-mobiles-paravents-totems.html>
- 11 <http://www.club-innovation-culture.fr/>
- 12 <http://www.archiexpo.fr>
- 13 <http://www.belm.fr/porte-entree-esterel>
- 14 <https://www.energieplus-lesite.be>
- 

## Chapitre V : La simulation

- 1 A.S.H.R.A.E : American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers
  - 2 Moujalled, B. « Modélisation dynamique du confort thermique », thèse de doctorat, présentée à l'institut des sciences appliqués de Lyon .France. 2007
  - 3 « confort physiologique .technique de l'ingénieur. 1995.
  - 4 Hoffman J.B. « Ambiances climatisées et confort thermique » les actes du COSTIC.
  - 5 A.Liebard. et A. De Herde, 2005).
  - 6 <https://www.beswic.be/fr/themes/agents-physiques/ambiances-thermiques>
  - 7 <https://www.beswic.be/fr/themes/agents-physiques/ambiances-thermiques>
  - 8 Thèse de doctorat« développement et évaluation de stratégies de contrôle de ventilation appliquées aux locaux de grandes dimensions »
  - 9 <https://www.energieplus-lesite.be>
-



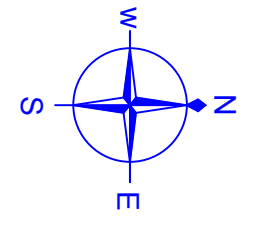
# PLAN RDC

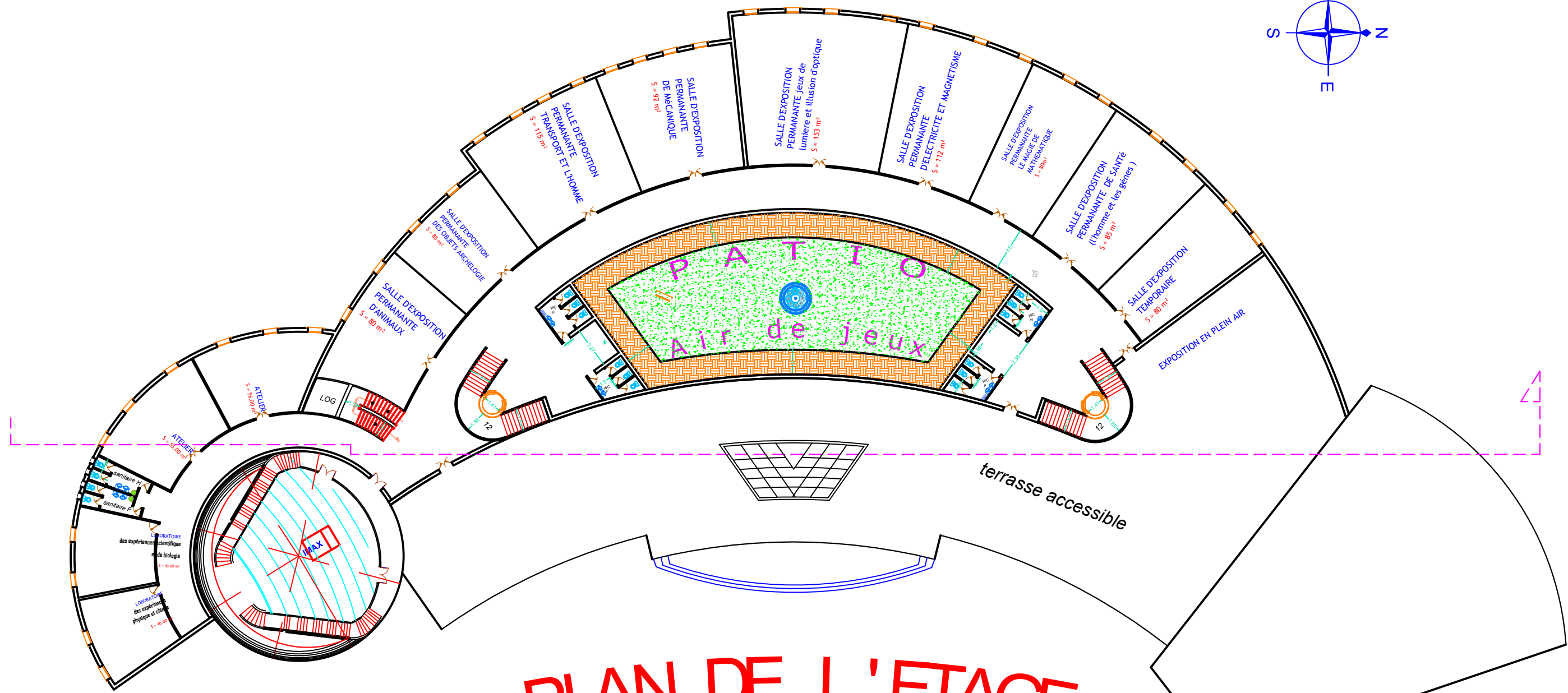
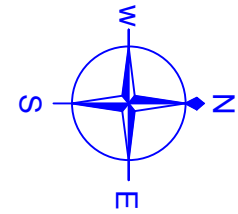
ADMINISTRATION

Planétarium

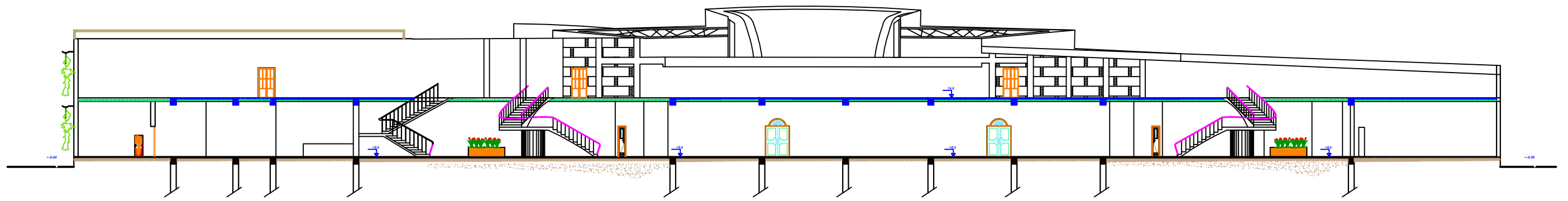
LE POLE DE DIFFUSION

HALL D'ACCUEIL ET D'EXPOSITION





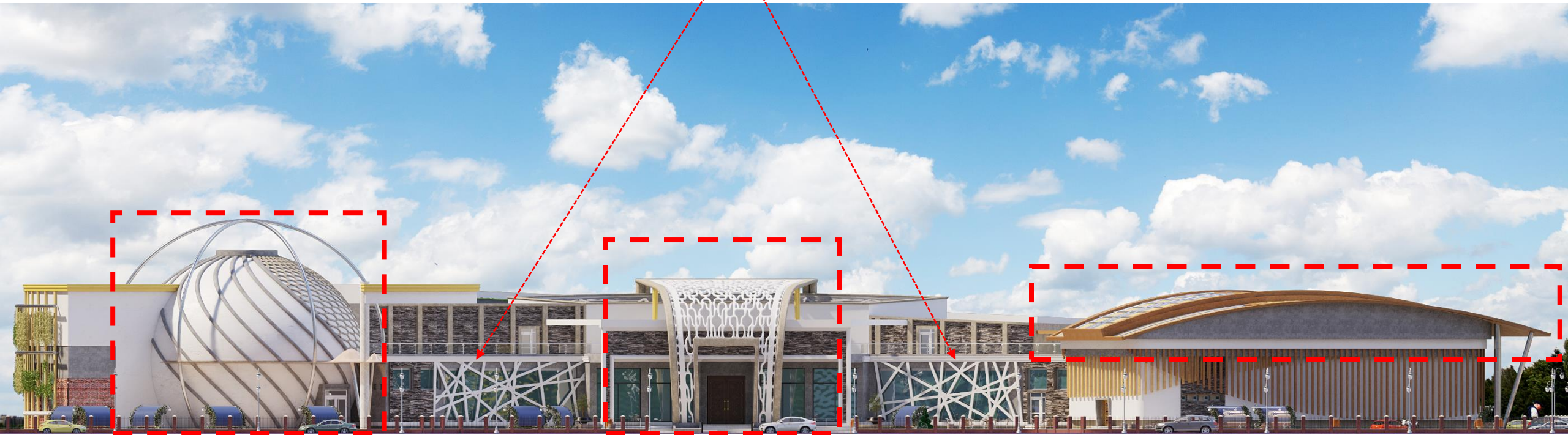
# PLAN DE L'ETAGE



Coupe A-A

# La Façade EST

Des baies vitrées pour favoriser l'éclairage naturel et assurer la relation entre l'intérieur et l'extérieur avec une façade en double peau avec des motifs modernes pour la protection solaire



Un Traitement spécial de la géode qui est inspirée de la forme d'atome , avec une entrée bien marquée

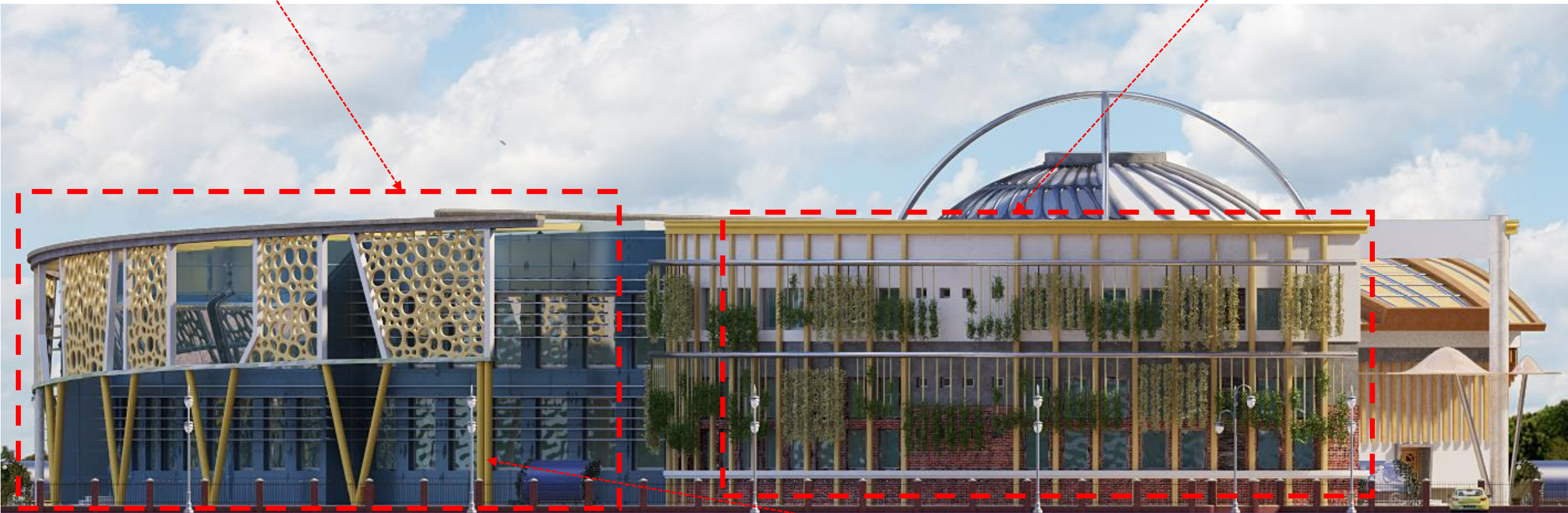
L'utilisation d'un élément décoratif contemporain pour marquer l'entrée principale

Des formes de toiture dynamique qui exprime l'évolution permanente des sciences qui nous entourent

# La Façade SUD

Mur en double peau pour des raisons climatiques

L'utilisation d'une façade végétalisée pour minimiser l'effet des rayons solaire,



Revêtement avec des Panneaux composite qui reflète la modernité

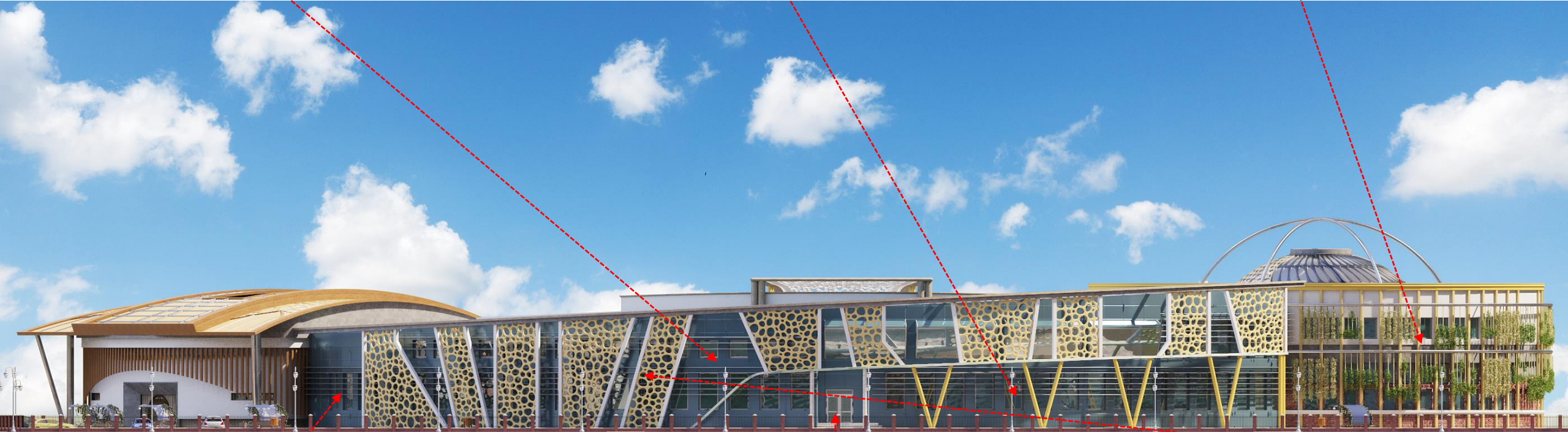
Une structure apparente qui offre une touche de modernité

# La Façade OUEST

des brises soleil horizontaux mobiles

Structure apparente qui reflète la modernité

Mur végétalisé pour des raisons climatiques



Revêtement en Panneaux composites

Entrée secondaire bien marquée

L'utilisation de façade en double peau pour des raisons climatiques

# La Façade NORD

Entrée De L'auditorium Remarquable  
par un auvent

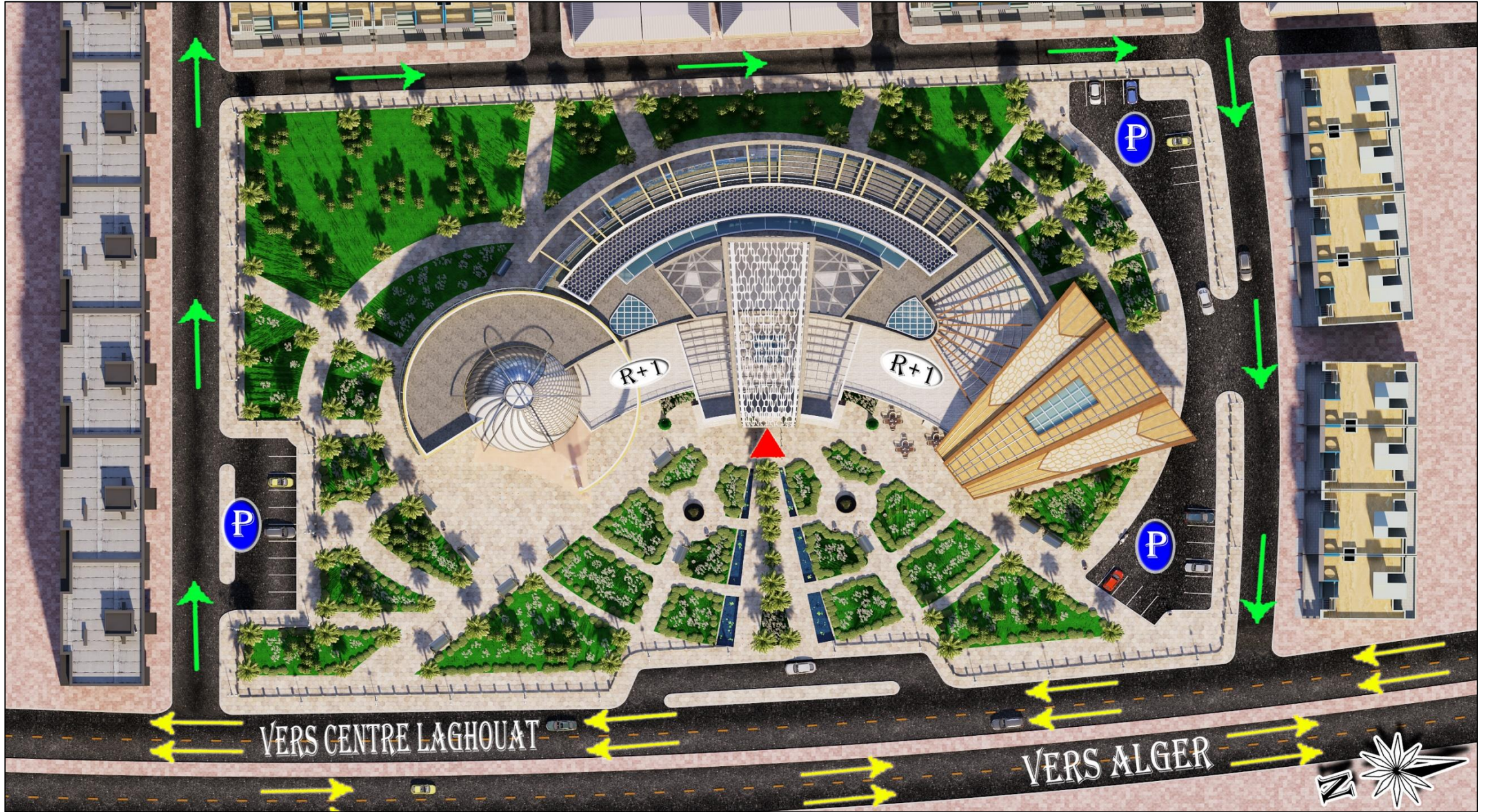
La Gradation de toiture  
pour assurer la fluidité



Traitement de l'auditorium  
avec des éléments  
verticaux

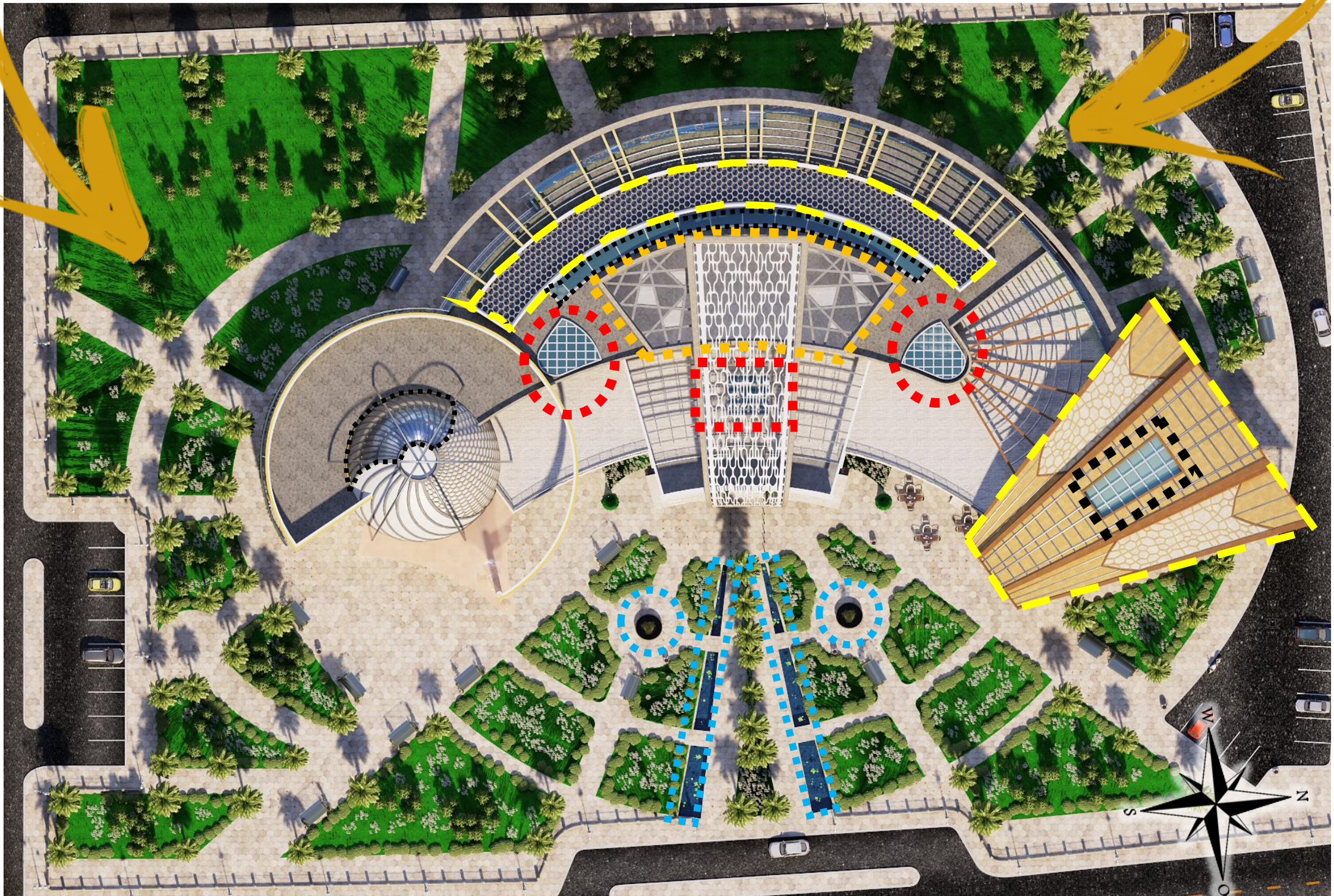
L'utilisation De Vitrage Pour  
Exploiter L'éclairage Uniforme

# Plan de masse



Des écrans d'arbres à feuilles caduques implantés dans la partie sud

Des écrans d'arbres à feuilles persistances implantés dans la partie nord/ouest



Des atriums



Les plans d'eau



Patio



Double toiture ventilé



Des panneaux photovoltaïques

**Figure III.38 :** Les concepts bioclimatiques

**Source :** Auteur