

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
- جامعة البليدة 1 -

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE DE BLIDA-1-



---

Faculté des Sciences de l'Ingénieur  
Institut d'Architecture et d'Urbanisme  
Option: Architecture Bioclimatique

**Mémoire de fin d'études en vue d'obtention du diplôme de master II**

**Intitulé du projet:** Conception bioclimatique d'un centre d'initiation et de sensibilisation à la protection de l'environnement au sein d'un éco-quartier culturel-scientifique à ELHIDHAB-Sétif

**Thème de recherche:** Amélioration du seuil du confort hygrothermique par l'intégration d'un système passif « ATRIUM »

**Etudiants:**

- \* Mohamed ZERGOUG
- \* Abderrahmane AMCIRED

**Encadrés par :**

- \* Dr: Dalel KAOULA
- \* Mme: Halima FERS

Année Universitaire : 2017 / 2018

## **REMERCIEMENTS**

*\*Louange à Dieu qui nous a donné la force, le courage, et l'espoir nécessaire pour accomplir ce travail et surmonter l'ensemble des difficultés.*

*\* Nous exprimons notre gratitude, nos remerciements à nos parents qui nous ont toujours soutenus et encouragés le long de notre cursus pédagogique, que dieu les protège.*

*\*Nous tenons à remercier tout particulièrement notre chère enseignante **Mme Dalel KAOULA** pour son encadrement durant les deux années de formation, elle a su toujours nous aider, nous soutenir, nous conseiller, et nous orienter.*

*\*Nous tenons aussi à remercier l'ensemble des assistants **Mme Halima FERS** en master 1 et master 2 et **Mr Abdeldjalil BENAIFA** en master 1 qui nous ont aidés sur différents plans, ainsi que **Mr Kader LAFER** qui nous a aidé sur tout ce qui concerne le confort à l'intérieur du bâtiment et la simulation numérique.*

*\* Sans oublier ceux qui travaillent pour nous, les membres de l'administration de l'institut d'architecture et d'urbanisme de Blida, et les membres de la bibliothèque de l'institut.*

*\* Nous remercions ainsi, toute personne qui nous a aidé pour récolter les informations et les documents sur la ville de Sétif, on cite les membres de la bibliothèque de l'EPAU et du département d'Architecture et des sciences de la terre à Sétif, et sans oublier les étudiants d'architecture qu'on a rencontré à Sétif.*

*\* Tous nos respects à tous nos collègues d'atelier et plus particulièrement nos deux chères collègues, avec les quelles, on a travaillé, on s'est côtoyé, on a passé de bons moments, de belles journées, à la fin on a gagné deux sœurs **Mlle Célia ATIA** et **Mlle Amina ACHOUR**.*

*\*Nous remercions aussi les personnes qui nous ont aidés et encouragés le long de ce travail.*

*\* Nous tenons à leur témoigner notre profonde gratitude. Qu'ils soient assurés de notre parfaite considération.*

## ***Dédicace 1***

*\*Je tiens au premier lieu à remercier le bon dieu le tout puissant « Allah » qui m'a donné la force et le courage de mener à bien ce travail.*

*\* Chers parents : **Youcef** et ma perle « **Chahrazed** » : Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterais jamais assez. Puisse dieu, le très haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*\*Je dédie ce travail à ma sœur **Bouchra** et son mari **Yacine**, bien sûre sans oublier le fruit de leur amour, mon cher neveu **Oualid**, je vous souhaite de belles années à venir avec beaucoup de joie, de sourire, d'amour et d'attachement.*

*\*A mon cher frère **Nour El Islam**, toi qui étais toujours avec moi depuis notre enfance, je te souhaite le meilleur chemin à prendre, belle et longue vie.*

*\*A ma grand-mère paternel **Zaho**, mes grands-parents maternel, mes tantes et oncles, mes cousins et cousine, vous étiez tous là, pour m'encourager sous une forme ou une autre.*

*\*A mes chers collègues **Abderrahmane**, **Célia**, **Amina**, pour leurs ambiances du travail et leurs aides pour que notre travail soit bien finis.*

*\*A mes amis(e) d'enfance, de primaire, lycée et de l'université, j'en cite **TABTOUKIA Sara**.*

*\* A tous mes enseignants à l'Institut d'Architecture et d'Urbanisme à Blida: **Mme Djamila Hadj-Arab**, **Mme Hania SAKKI**, **Mme Samia LAMRAOUI**, **Mme Dalel KAOULA** qui m'ont transmis durant ces années leurs savoir-faire, par leurs critiques constructives.*

*\* A moi-même aussi je dédie ce travail.*

**\*Mohamed ZERGOUG\***

## ***Dédicace 2***

*Tous en remerciant Dieu de m'avoir donné la santé et le courage de finir ce travail,  
Je dédie ce mémoire*

*A Ceux que j'adore le plus au monde mes chers et affectueux PARENTS. Vous vous êtes dépensé  
pour moi sans compter*

*Toi ma chère maman « رحمك الله يا جنتي يا قلب لم انساه ابدا », ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un  
grand secours pour mener à bien mes études.*

*A toi mon cher papa pour ton aide et tes conseils avisés mille merci pour ce que vous êtes je ne  
vous remercierai jamais assez.*

*À mon adorables Sœurs **Meriem, Nanna & Yasmine** aussi mon adorables frère **Mehdi** à qui je  
souhaite un parcours pédagogique aussi riche que le mien.*

*Un remerciement spécial à ma fiancée **Khaoula**. à qui je souhaite un parcours pédagogique aussi  
riche que le mien.*

*Un remerciement à **Mme Dalal Kaoula** pour sa présence sa participation et ses conseils et son  
encouragement,*

*Je réserve également mes remerciements à ma grande mère paternel **Baya** pour tous ce que vous  
avez faits pour moi depuis mon enfance, à toutes mes tantes, mes oncles, mes cousins et cousines  
et surtout à **Bakir**, pour leurs soutiens moraux.*

*A mon binôme **Mohamed ZERGOUG** du travail que j'aime beaucoup.*

*A mes chères amies. Celia, Amina. Qui m'ont épaulé peu importe les circonstances.*

*Merci je vous Aime beaucoup ...*

**\*Abderrahmane AMCIRED\***

## Résumé :

Le développement durable dans le domaine d'architecture et d'urbanisme, constitue un enjeu fondamental et une réponse adéquate et efficace pour la réduction des impacts environnementaux par rapport au secteur du bâtiment. Les éco quartiers constituent actuellement la meilleure solution de l'aménagement durable. Ses principes et cibles sont des solutions pour plusieurs problèmes liés à la ville, à l'étalement urbain et aussi à notre planète, en plus et particulièrement dans les zones riches sur le plan de la biodiversité, les centres de l'environnement font la solution directe pour répondre aux besoins de la maturité écologique de l'être humain, la conservation de son patrimoine culturel-social et aussi à ses besoins économiques, qui se présentent comme les quatre piliers du développement durable, ainsi, pour que ce projet soit bioclimatique il faut assurer le type de confort qui répond à la fois aux besoins du projet et celui du site. Ce travail donc consiste en premier lieu, à aménager ou faire une proposition d'aménagement d'un éco quartier à vocation culturelle-scientifique et à concevoir un centre de sensibilisation à la protection de l'environnement tout en l'insérant dans une démarche purement bioclimatique, par ailleurs, nous avons intégré un paramètre passif « l'atrium) avec une configuration susceptible d'améliorer le comportement hygrothermique et les performances énergétiques de notre projet, ce paramètre a fait l'objet d'une série de simulation via des logiciels afin de démontrer sa fiabilité.

Mots clés : développement durable, éco quartier, atrium, ventilation, centre de sensibilisation à la protection de l'environnement, confort hygrothermique...

## Abstract:

Sustainable development in the field of architecture and urban planning is a fundamental issue and an adequate and effective response to the reduction of environmental impacts in relation to the building sector. Eco-neighborhoods are currently the best solution for sustainable development. Its principles and targets are solutions for many problems related to the city, urban sprawl and also to our planet, in addition and particularly in areas rich in biodiversity, environmental centers are the solution direct to meet the needs of the ecological maturity of the human being, the conservation of its cultural-social heritage and also its economic needs, which are presented as the four pillars of sustainable development, so, for this project to be bioclimatic it must ensure the type of comfort that meets both the needs of the project and that of the site. This work therefore consists in the first place, in arranging or making a proposal for the development of an eco-district with a cultural-scientific vocation and in designing an awareness center for the protection of the environment while inserting it into an approach. purely bioclimatic, moreover, we have integrated a passive parameter "the atrium" with a configuration likely to improve the hygrothermal behavior and the energetic performances of our project, this parameter was the subject of a series of simulation via software to demonstrate its reliability.

Key words: sustainable development, eco neighborhood, atrium, ventilation, environmental awareness center, hygrothermal comfort...

## ملخص:

تمثل التنمية المستدامة في مجال العمارة والتخطيط الحضري قضية أساسية واستجابة مناسبة وفعالة للحد من الآثار البيئية فيما يتعلق بقطاع البناء. كما تعد الأحياء الخضراء حاليًا أفضل الحلول للتنمية المستدامة. مبادئها وأهدافها هي حلول للعديد من المشاكل المتعلقة بالمدينة، والامتداد العمراني وأيضاً المتعلقة بكوكب الأرض، بالإضافة إلى ذلك، وخاصة في المناطق الغنية بالتنوع البيولوجي، فإن المراكز البيئية هي الحل المباشر لتلبية احتياجات النضج الإيكولوجي للإنسان، والحفاظ على تراثه الثقافي والاجتماعي وكذلك احتياجاته الاقتصادية التي تمثل الأعمدة الأربعة للتنمية المستدامة، بحيث يكون هذا المشروع من أجل المناخ الحيوي ضروري لضمان نوع الراحة التي تلبي كل من احتياجات المشروع والموقع. ولذلك، فإن هذا العمل يتكون في المقام الأول من تقديم اقتراح لتطوير منطقة إيكولوجية "حي أخضر" ذات طابع علمي ثقافي. وكذا تصميم مركز توعية لحماية البيئة مع إدراجه في نهج إيكولوجي بحت، علاوة على ذلك، قمنا بإضافة عامل سلبي "الأذنين" الذي من المرجح أن يحسن السلوك الحراري المتجانس والأداء النشط لمشروعنا، و من أجل إثبات موثوقية هذا الأخير قمنا بسلسلة من المحاكاة عن طريق برامج حاسوبية خاصة.

الكلمات المفتاحية: التنمية المستدامة، الأحياء البيئية، الأذنين، التهوية، مركز التوعية البيئية، الراحة الحرارية...

<b>Table des matières</b>			
<b>Titre</b>	<b>Page</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Remerciement.....</b>	<b>01</b>	<b>III.2. Concepts liés à l’atrium.....</b>	<b>52</b>
<b>Dédicace.....</b>	<b>02</b>	<b>III.3. Retour d’expérience.....</b>	<b>54</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>04</b>	<b>IV- Conclusion.....</b>	<b>57</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>05</b>	<b>* Chapitre III : Cas d’étude.....</b>	<b>59</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>06</b>	<b>I. Partie 1: Echelle urbaine.....</b>	<b>60</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>09</b>	<b>I.1. La ville de Sétif.....</b>	<b>60</b>
<b>Présentation du master.....</b>	<b>10</b>	<b>I.2. La nouvelle extension de Sétif</b>	
<b>* Chapitre I : Chapitre introductif.....</b>	<b>12</b>	<b>« EL HIDHAB ».....</b>	<b>62</b>
<b>I. Introduction.....</b>	<b>13</b>	<b>I.3. Analyse de l’aire d’intervention... </b>	<b>63</b>
<b>II. Motivations de choix du thème.....</b>	<b>14</b>	<b>I.4. La genèse du plan d’aménagement</b>	<b>70</b>
<b>III. Problématique générale.....</b>	<b>15</b>	<b>I.5. Les principes d’aménagement.....</b>	<b>72</b>
<b>IV. Problématique spécifique.....</b>	<b>16</b>	<b>I.6. Les paramètres bioclimatiques</b>	
<b>V. Hypothèses.....</b>	<b>16</b>	<b>intégrés.....</b>	<b>74</b>
<b>VI. Objectifs.....</b>	<b>17</b>	<b>II. Partie 2: Echelle architecturale... </b>	<b>76</b>
<b>VII. Méthodologie.....</b>	<b>17</b>	<b>II.1. Présentation de la parcelle.....</b>	<b>76</b>
<b>IX. Structure du mémoire.....</b>	<b>17</b>	<b>II.2. Présentation du projet</b>	
<b>* Chapitre II : Etat de l’art.....</b>	<b>20</b>	<b>architectural.....</b>	<b>76</b>
<b>I. Partie 1: Echelle urbaine.....</b>	<b>21</b>	<b>II.3. Concepts de bases.....</b>	<b>76</b>
<b>I.1. Concepts liés à l’environnement... </b>	<b>21</b>	<b>II.4. Concepts programmatiques.....</b>	<b>77</b>
<b>I.1.1. L’environnement.....</b>	<b>21</b>	<b>II.5. La genèse de la forme.....</b>	<b>81</b>
<b>I.1.2. L’écologie.....</b>	<b>21</b>	<b>II.6. Principes bioclimatiques intégrés</b>	
<b>I.1.3. Le développement durable.....</b>	<b>22</b>	<b>au projet.....</b>	<b>83</b>
<b>I.1.4. Urbanisme durable.....</b>	<b>25</b>	<b>II.7. Système structurel.....</b>	<b>84</b>
<b>I.2. Concepts liés aux éco-quartiers.....</b>	<b>26</b>	<b>II.8. Système constructif.....</b>	<b>84</b>
<b>I.3. Analyse d’exemple : Eco quartier</b>		<b>II.9. Traitement des façades.....</b>	<b>85</b>
<b>de Prairie au Duc à Nantes en France... </b>	<b>31</b>	<b>III. Partie 3 : Echelle spécifique.....</b>	<b>87</b>
<b>II. Partie 2 : Echelle architecturale... </b>	<b>32</b>	<b>III.1. Evaluation énergétique.....</b>	<b>87</b>
<b>II.1. Concepts liés à l’architecture</b>		<b>III.2. Présentation du logiciel.....</b>	<b>87</b>
<b>bioclimatique.....</b>	<b>32</b>	<b>III.3. L’interface Pléiades + Comfie... </b>	<b>88</b>
<b>II.2. Concepts liés à la thématique du</b>		<b>III.4. Bâtiment modélisé</b>	<b>89</b>
<b>projet.....</b>	<b>42</b>	<b>III.5. Consignes de simulation</b>	<b>90</b>
<b>II.3. Les centres de sensibilisation à la</b>		<b>III.6. Protocole de simulation.....</b>	<b>93</b>
<b>protection de l’environnement.....</b>	<b>45</b>	<b>III.7. Synthèse énergétique des</b>	
<b>II.4. Analyse d’exemple : centre de</b>		<b>résultats de simulation.....</b>	<b>97</b>
<b>l’environnement et de recherche sur la</b>		<b>IV- Conclusion.....</b>	<b>98</b>
<b>biodiversité.....</b>	<b>48</b>	<b>*Conclusion générale.....</b>	<b>99</b>
<b>III. Partie 3 : Echelle spécifique.....</b>	<b>49</b>	<b>* Bibliographie.....</b>	<b>100</b>
<b>III.1. Concepts liés au confort.....</b>	<b>49</b>	<b>* Annexes</b>	

## Liste des figures

Figure 1. Organigramme de la méthodologie de recherche.....	19
Figure 2. Les dates clés du développement durable .....	22
Figure 3. Les piliers du développement durable.....	23
Figure 4. Les Conditions du développement durable .....	24
Figure 5. Les objectifs du développement durable.....	24
Figure 6. Les cibles des éco quartier .....	26
Figure 7. Les objectifs de l'éco quartier.....	27
Figure 8. Eco-quartier verticale .....	28
Figure 9. Eco-quartier compact .....	28
Figure 10. Eco-quartier pavillonnaire.....	29
Figure 11. Eco-quartier traversant .....	29
Figure 12. situation d'éco quartier .....	31
Figure 13. Accessibilité d'éco quartier.....	31
Figure 14. Mixité fonctionnelle à l'échelle de quartier .....	31
Figure 15. Mixité fonctionnelle au niveau des immeubles.....	31
Figure 16. Les espaces extérieurs et les galeries de découverte.....	31
Figure 17. Carte transport et mobilité.....	31
Figure 18. Noues de rétentions et pavage perméable .....	31
Figure 19. Schéma de gestion des déchets .....	31
Figure 20. Les principes de base de l'architecture bioclimatique adaptés aux besoins saisonniers.....	33
Figure 21. Les objectifs de l'architecture bioclimatique.....	33
Figure 22. Implantation du bâti .....	34
Figure 23. Orientation du bâti .....	34
Figure 24. Revêtement du sol de la parcelle .....	34
Figure 25. La distance entre les bâtis .....	34
Figure 26. La végétation comme dispositif bioclimatique .....	34
Figure 27. La compacité des bâtisses .....	35
Figure 28. L'inertie thermique du matériau .....	35
Figure 29. Isolation du bâti .....	35
Figure 30. Protection solaires .....	35
Figure 31. Ventilation naturelle dans une bâtisse.....	35
Figure 32. Toiture végétale.....	35
Figure 33. Chauffage solaire passif .....	36
Figure 34. Climatisation passif dans un bâtiment .....	36
Figure 35. Panneaux photovoltaïques.....	37
Figure 36. Panneaux thermiques .....	37
Figure 37. Les éoliennes domestiques .....	37
Figure 38. Centrale hydroélectrique .....	37
Figure 39. Centrale biomasse .....	37

Figure 40. Centrale géothermique .....	37
Figure 41. Les types des labels .....	39
Figure 42. Le diagramme d'Olgyay .....	41
Figure 43. Le diagramme de Givoni .....	41
Figure 44. La gamme de confort de De Dear .....	41
Figure 45. Le diagramme d'Evans .....	41
Figure 46. Le diagramme d'Szokolay .....	41
Figure 47. Les types du tourisme .....	42
Figure 48. Types de tourisme culturel .....	42
Figure 49. Les types du tourisme scientifique .....	43
Figure 50. Les menaces sur l'environnement .....	44
Figure 51. Les fonctions principales et secondaires d'un centre de l'environnement .....	45
Figure 52. Les usagers des centres de l'environnement .....	46
Figure 53. Les différents accès .....	47
Figure 54. Les différentes voies .....	47
Figure 55. Centre de la biodiversité de Montréal .....	48
Figure 56. Accessibilité au projet .....	48
Figure 57. Composition volumique du centre .....	48
Figure 58. Hiérarchisation de publique .....	48
Figure 59. Organisation fonctionnelle .....	48
Figure 60. Typologie et gabarit. ....	48
Figure 61. Les critères du confort .....	49
Figure 62. Les différents types du confort .....	50
Figure 63. Diagramme de plage du confort .....	51
Figure 64. Les différentes typologies de l'atrium .....	52
Figure 65. Structures absorbantes dans un atrium .....	53
Figure 66. Les mouvements de l'air dans l'atrium .....	53
Figure 67. Maquette de la maison de la culture de Jijel .....	55
Figure 68. La position de l'atrium .....	55
Figure 69. Les plans de la maison de la culture de Jijel .....	55
Figure 70. Figure comparative des résultats de la simulation et des mesures .....	55
Figure 71. Comparaison entre l'évolution des températures des espaces adjacents de l'atrium ...	56
Figure 72. Situation nationale de la ville de Sétif .....	60
Figure 73. Localisation de Sétif par rapport à la wilaya .....	61
Figure 74. Accessibilité à la ville de Sétif .....	61
Figure 75. Schéma de croissance de la ville de Sétif .....	61
Figure 76. Environnement immédiat du site .....	62
Figure 77. La distance entre notre site et le centre-ville de Sétif .....	62
Figure 78. Forme et dimensions du site .....	62
Figure 79. L'accessibilité à l'aire d'intervention .....	62

Figure 80. Les différents types de voies au niveau de la zone d'étude .....	63
Figure 81. Les fonctions présentes dans notre zone d'étude .....	63
Figure 82. Figure représentative des températures mensuelles de Sétif.....	64
Figure 83. Figure représentative de l'humidité relative de Sétif.....	64
Figure 84. Figure représentative des précipitations mensuelles de Sétif.....	64
Figure 85. Les vents dominants .....	65
Figure 86. Diagramme solaire .....	65
Figure 87. Simulation d'ombrage .....	65
Figure 88. La gamme du confort de Dear et Brager de Sétif.....	67
Figure 89. Le diagramme d'Evans de Sétif .....	68
Figure 90. Le diagramme de Szokolay de Sétif.....	68
Figure 91. La subdivision du terrain en zones.....	70
Figure 92. Rappel historique et éléments de repère de notre éco-quartier .....	70
Figure 93. Axe traversant notre éco quartier et reliant ses extrémités .....	71
Figure 94. Le plan d'aménagement final de notre éco-quartier .....	73
Figure 95. Gestion des eaux pluviales .....	74
Figure 96. Les bassins d'eau au niveau de l'aménagement.....	74
Figure 97. Gestion des énergies.....	74
Figure 98. Panneau photovoltaïque .....	75
Figure 99. Figure explicative de l'emplacement des poubelles tri sélectif .....	75
Figure 100. La parcelle du projet.....	76
Figure 101. Le cycle du parcours de l'homme dans un centre d'environnement.....	77
Figure 102. Les zones de notre centre d'environnement selon la hiérarchisation du public.....	79
Figure 103. Les relations entre les différentes fonctions.....	79
Figure 104. Le schéma d'organisation fonctionnelle de notre centre d'environnement .....	79
Figure 105. La répartition spatiale.....	80
Figure 106. Photo représentative des cellules .....	81
Figure 107. Esquisse de deux cellules jumelées.....	81
Figure 108. Affectation du programme et assemblage de la forme.....	82
Figure 109. La projection des diagonales pour obtenir des formes.....	82
Figure 110. Equilibration et dégradation de la forme.....	82
Figure 111. La forme finale du projet.....	82
Figure 112. L'orientation du bâtiment.....	83
Figure 113. Ouverture à vitrage photovoltaïque.....	83
Figure 114. Posinancement des panneaux photovoltaïques .....	83
Figure 115. Plan et coupe des planchers chauffants hydrauliques .....	83
Figure 116. Coupe schématique du patio .....	83
Figure 117. Toitures végétalisées .....	84
Figure 118. Plan de structure .....	84
Figure 119. La laine de roche .....	85

Figure 120. Brique mono-mur .....	85
Figure 121. La plaque au plâtre .....	85
Figure 122. Façade principale .....	86
Figure 123. Façade latérale.....	86
Figure 124. Façade secondaire .....	86
Figure 125.L'interface de Pléiade .....	88
Figure 126. Le plan en 2D sur Pléiade .....	89
Figure 127. Le plan en 3D sur Pléiade .....	89
Figure 128.Caractéristiques des fenêtres .....	90
Figure 129. Caractéristiques des Portes.....	90
Figure 130. Scénario de consigne de thermostat de chauffage.....	91
Figure 131. Scénario de consigne de thermostat de rafraîchissement .....	91
Figure 132. Ventilation naturelle.....	92
Figure 133. Scénario de ventilation.....	92
Figure 134. Scénario d'occupation.....	92
Figure135.Caractéristique de Bâtiment .....	93
Figure136. évolution des températures en été sans consignes.....	94
Figure137. évolution des températures en hiver sans consignes .....	94
Figure138.Un atrium fluide et uni .....	95
Figure139. Récapitulatif des résultats .....	95
Figure140.deux Atrium séparé .....	96
Figure141. Récapitulatif des résultats .....	96
Figure 142.comparaison des besoins .....	97

### **Liste des tableaux**

Tableau 1.Les principes d'aménagement des éco quartiers .....	27
Tableau 2.Typologie des éco-quartiers .....	29
Tableau 3. Les paramètres passifs liés à l'environnement.....	34
Tableau 4. Paramètres passifs liés à la forme.....	35
Tableau 5. Le chauffage et la climatisation passive.....	36
Tableau 6.Les paramètres actifs liés aux énergies renouvelables .....	37
Tableau 7. Recommandations bioclimatique selon la zones des hauts plateaux en Algérie .....	38
Tableau 8. Les labels énergétiques français .....	40
Tableau 9. Exemples de labels internationaux .....	40
Tableau 10. Les outils d'analyse bioclimatique.....	41
Tableau 11. Les températures du confort et les températures moyennes extérieures.....	66
Tableau 12. Tableau représentatif des températures moyennes et les amplitudes thermiques.....	67
Tableau 13. Les tables de Mahoney de Sétif.....	69
Tableau 14.Les fonctions principales de notre centre d'environnement.....	78
Tableau 15. Les fonctions d'accompagnement (secondaires) de notre centre d'environnement.....	78
Tableau 16. Les étapes de la genèse de la forme du projet architectural .....	81
Tableau 17. Les paramètres bioclimatiques intégrés au projet.....	83
Tableau 18. Etiquette énergétique.....	97

## **Présentation du Master :**

### **Préambule :**

Pour assurer la qualité de vie des générations futures, la maîtrise du développement durable et des ressources de la planète est devenue indispensable. Son application à l'architecture, à l'urbanisme et à l'aménagement du territoire concerne tous les intervenants : décideurs politiques, maîtres d'ouvrage, urbaniste, *architecte*, ingénieurs, paysagiste,...

La prise en compte des enjeux environnementaux ne peut se faire qu'à travers une démarche globale, ce qui implique la nécessité de sensibiliser chaque intervenant aux enjeux du développement durable et aux tendances de l'architecture écologique et bioclimatique.

Pour atteindre les objectifs de la qualité environnementale, la réalisation de bâtiments bioclimatique associe une bonne *intégration au site*, *économie d'énergie* et emploi de *matériaux sains et renouvelable* ceci passe par une bonne connaissance du site afin de faire ressortir les potentialités bioclimatiques liées au climat et au microclimat, sans perdre de vue l'aspect fonctionnel, et l'aspect constructif.

La spécialité proposée permet aux étudiants d'approfondir leurs Connaissances de l'environnement physique (chaleur, éclairage, ventilation, acoustique) et des échanges établis entre un environnement donnée et un site urbain ou un projet architectural afin d'obtenir une conception en harmonie avec le climat.

La formation est complétée par la maîtrise de logiciels permettant la prédétermination du comportement énergétique du bâtiment, ainsi que l'établissement de bilan énergétique permettant l'amélioration des performances énergétique d'un bâtiment existant.

### **Objectifs pédagogiques:**

Le master ARCHIBIO est un master académique visant la formation d'architectes, la formation vise à la fois une initiation à la recherche scientifique et la formation de professionnels du bâtiment, pour se faire les objectifs se scindent en deux parties complémentaires :

\* La méthodologie de recherche : initiation à l'approche méthodologique de recherche problématique; hypothèse, objectifs, vérification, analyse et synthèse des résultats.

\* La méthodologie de conception : concevoir un projet en suivant une démarche assurant une qualité environnementale, fonctionnelle et constructive.

## **Méthodologie :**

Après avoir construit l'objet de l'étude, formulé la problématique et les hypothèses ; Le processus méthodologique peut être regroupé en cinq grandes phases:

### **1- Elaboration d'un cadre de référence :**

Dans cette étape il s'agit de recenser les écrits et autres travaux pertinents. Expliquer et justifie les méthodes et les instruments utilisés pour appréhender et collecter les données

### **2- Connaissance du milieu physique et des éléments urbains et architecturaux d'interprétation appropriés:**

Connaissance de l'environnement dans toutes ses dimensions climatiques, urbaine, réglementaire;... pour une meilleur intégration projet.

### **3- Dimension humaine, confort et pratiques sociale :**

La dimension humaine est indissociable du concept de développement durable, la recherche de la qualité environnementale est une attitude ancestrale visant à établir un équilibre entre l'homme et son environnement, privilégier les espaces de socialisation et de vie en communauté pour renforcer l'identité et la cohésion sociale.

### **4- Conception appliquées projet ponctuel :**

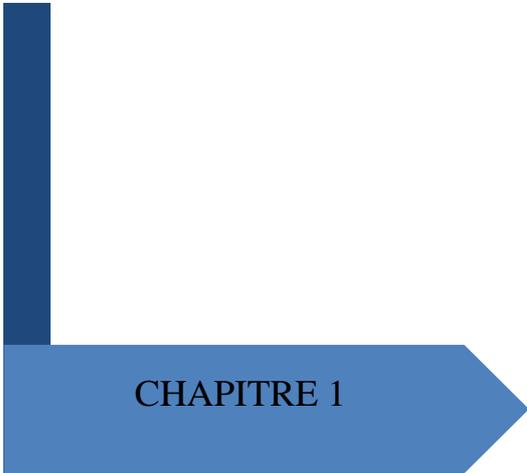
L'objectif est de rapprocher théorie et pratique, une approche centré sur le cheminement du projet, consolidé par un support théorique et scientifique, la finalité recherchée un projet bioclimatique viable d'un point de vue fonctionnel, constructif et énergétique.

### **5- Evaluation environnementale et énergétique :**

Vérification de la conformité du projet aux objectifs environnementaux et énergétique à travers différents outils : référentiel HQE, bilan thermique, bilan thermodynamique, évaluation du confort, thermique, visuel,...

**Ismahen MAACHI**

**Porteur de Master**



CHAPITRE 1

# CHAPITRE INTRODUCTIF

## I. INTRODUCTION:

Le monde d'aujourd'hui connaît une dégradation environnementale manifestée, particulièrement par un changement climatique inquiétant et un réchauffement planétaire alarmant, résultant d'une concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, dû principalement aux activités anthropiques (la taille de la population, l'activité économique, le mode de vie, la consommation d'énergie...).

Ce statut est toujours en état d'amplification « *on prévoit une augmentation de température planétaires de 1.5°C à 6 °C en moyenne pour l'année 2100* » « **GIEC, (1995)** »<sup>1</sup>, ce qui peut avoir de graves conséquences sur notre environnement (une hausse du niveau de la mer, des inondations, des sécheresses...). Justement, cette dégradation, et depuis la fin de 20ème siècle nous a mené à une prise de conscience à la protection de l'environnement.

Jour après jour, la population mondiale augmente, et donc nos villes agrandissent d'une façon anarchique vu le besoin d'habiter, ce qui crée une rupture entre la ville et l'environnement, et par conséquence une fragmentation écologique, cette dernière mène à une extinction de plusieurs éléments de la biodiversité.

Cependant la prise en considération de la notion du développement durable est nécessaire, ce développement qui est apparu en 1987, et qui prend en compte les enjeux liés à l'environnement (Préserver, améliorer et valoriser l'environnement et les ressources et la diversité naturelle), à la société (Satisfaire les besoins humains et répondre à un objectif d'équité sociale) et à l'économie (Développer la croissance et l'efficacité économique). Ces principes sont appliqués dans différents secteurs dont l'urbanisme, et l'architecture, où différents concepts sont apparus dans le but de minimiser l'impact du bâtiment sur l'environnement naturel, tels que: l'urbanisme durable, l'écologie urbaine, l'éco-quartier et le quartier durable .

D'autre part il faut savoir que ces derniers temps, les secteurs de culture et de la recherche scientifique en Algérie sont devenues des piliers de développement et de progrès économique souhaitable, ils occupent une place stratégique aux plans d'action étatique qui sollicite d'investir dans la recherche scientifique pour pallier aux différents problèmes naturels et technologiques actuels, le développement du tourisme par l'exploitation du patrimoine culturel et artisanal.

---

<sup>1</sup>**Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)** en anglais (IPCC) pour Intergovernmental Panel on Climate Change, c'est un organisme créé en 1988 afin de réaliser des évaluations intégrales sur l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques face au Changement Climatique, ses causes, potentielles répercussions et stratégies de réponse.

Il a reçu en 2007, le Prix Nobel de la Paz pour son travail sur le Changement Climatique.

A partir de cette réflexion qui touche d'une part le côté environnemental et d'une autre part le côté culturel et touristique qui doit être présent dans nos villes, nous allons s'évertuer de réaliser une alliance entre différentes dimensions (environnementale, culturelle, touristique, scientifique) à travers un aménagement d'un éco-quartier dont la notion écologique s'impose, et une conception d'un projet architectural bioclimatique susceptible de préserver l'environnement, de booster le tourisme, d'investir dans la recherche scientifique, et de rappeler aussi la culture et l'identité de la ville afin de participer à élever l'Algérie au rang des premières destinations touristiques en Afrique du nord .

## II. MOTIVATIONS DE CHOIX DU THEME :

«*En Algérie, la biodiversité globale est importante, on compte plus de 16000 espèces réparties sur de nombreux écosystèmes*» (Laouar, 2010), mais malheureusement cette richesse est menacée et déséquilibrée par différents ordres anthropiques (la pollution, la surexploitation, la déforestation...), Donc on tient à la prise en compte de la participation de la nature durant l'aménagement de notre éco-quartier afin de casser la rupture entre la ville et l'environnement.

De l'autre côté, la ville de Sétif est connue par sa propreté, mais malheureusement Il n'y a pas d'équipement qui prend en charge l'éducation et la sensibilisation à la protection de l'environnement, et même la représentation de la culture et le patrimoine environnemental de cette ville connue par cette diversité naturelle. Alors, afin d'améliorer et mieux encadrer cette conscience envers l'environnement on a pensé à une conception d'un centre d'initiation et de sensibilisation à la protection de l'environnement.

Par ailleurs sur une échelle plus spécifique le confort était toujours et depuis l'antiquité l'occupation des civilisations les plus anciennes, notamment dans l'architecture romaine-byzantine et de la Grèce antique par l'intégration des atriums, et dans l'architecture vernaculaire méditerranéenne, arabo-musulmane et andalou-turque par l'intégration des patios, des coupoles.

Cela nous a poussé à améliorer le confort hygrothermique au sein de notre projet par l'intégration d'un atrium avec un toit escamotable dont l'efficacité a été corroborée par une série de simulations numériques via des logiciels d'aide à la décision.

### **III. PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE :**

Dotée de la superficie la plus vaste en Afrique 2 381 741 km<sup>2</sup>, s'étire du Nord au Sud sur près de 2000 Km et de l'Est à l'Ouest sur plus de 1200 Km, L'Algérie possède des potentialités touristiques variées qui offrent une grande diversité à la fois paysagère et biologique. Cette diversité peut être un élément d'attraction sous la vision du tourisme culturel-scientifique mis à part les formes du tourisme ordinaire.

Ce dernier est une des solutions appréciables pour notre économie et l'état doit investir dans cette nouvelle typologie du tourisme culturel qui consiste à faire découvrir notre patrimoine naturel et le mettre en valeur, tout en contribuant à la participation à l'apprentissage scientifique sur différents axes de recherche et de savoir (la botanique, la zoologie, l'écologie...).

Sétif, une ville à vocation culturelle, vu qu'elle est la capitale des hauts plateaux et le carrefour de plusieurs cultures, elle est connue aussi par ses potentialités historiques.

La surcharge de son centre-ville a poussé la croissance urbaine vers sa périphérie, où il y a un cas d'une extension séparée du centre-ville appelée EL HIDHAB, cette extension de l'entrée Est de la ville, est un objectif d'une étude d'aménagement urbain.

Donc, dans le but de relier l'extension Est de la ville de Sétif avec son centre tout en augmentant son attractivité et son animation et en guidant les visiteurs à la découverte et les sensibiliser à la protection de l'environnement, nous posons la question suivante :

**Comment et avec quelle stratégie peut-on relier l'entrée Est de la ville de Sétif avec son centre historique tout en l'inscrivant dans une démarche écologique et environnementale ?**

L'écologie du pays est mise en question surtout avec le vide culturel qui caractérise ce dernier depuis des années, expliqué parfois par le triplement de la population, en plus des conséquences de la colonisation et les actes terroristes qui ont frappé le pays.

L'extension périphérique de l'Est de la ville de Sétif est caractérisée par la multiplication des équipements à usage administratif ou bien éducatif accentuée par la création du pôle universitaire, ainsi que par le manque flagrant des équipements qui prennent en charge le rôle d'éducation et de sensibilisation, de l'importance de la nature et de l'environnement, tout en respectant le bien-vivre ensemble et avec une prise en compte de la nature et la biodiversité.

Ce constat nous a poussé à poser une seconde question liée à l'échelle architecturale :

**\* Comment peut-on concevoir un projet susceptible de répondre aux besoins de sensibilisation à la protection de l'environnement tout en l'intégrant dans le contexte culturel-touristique mais également répondant aux exigences bioclimatiques ?**

#### **IV. PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE :**

Malgré l'importance du confort sous tous ses types, on remarque qu'il est marginalisé durant la conception architecturale des projets en Algérie. De plus, notre volonté principale est que notre projet offre un meilleur confort sans une grande consommation énergétique, alors notre choix s'articule autour du confort hygrothermique car il peut être assuré soit par un équilibre thermique, ou une ventilation naturelle adéquate, et parmi les éléments architecturaux qui les assurent, les atriums.

L'atrium, est un archétype d'espace vitré, il était plutôt un espace d'accueil pour les visiteurs ; actuellement ce sont les apports bioclimatiques qui ont relancés l'utilisation de ce dispositif intériorisant, vu sa garantie du confort thermique, visuel, et aéraulique pour ceux qui ont une toiture mobile, et aussi visuel par la pénétration des rayons solaires.

Suite à cette réflexion, on est poussé à poser la problématique suivante :

**Comment peut-on améliorer le confort hygrothermique durant toute l'année au sein de notre projet bioclimatique à travers l'intégration d'un paramètre passif « Atrium » ?**

#### **V. HYPOTHÈSES :**

L'atrium, non seulement il joue le rôle esthétique de point de vue design, mais aussi il a un rôle très important au niveau du confort, il crée un microclimat spécifique pour le bâtiment auquel il appartient, et aussi il peut assurer et contrôler un renouvellement d'air adéquat à travers son toit mobile.

Donc, afin de bien répondre aux problématiques précédentes, nous proposons les hypothèses suivantes :

-Nous pouvons atteindre la température du confort, à travers l'intégration d'un atrium qui garantit le confort thermique et par conséquent améliorer le confort hygrothermique.

-L'atrium réduit les besoins énergétiques du chauffage et du refroidissement.

-La ventilation naturelle à travers l'atrium permet d'améliorer le confort des usagers à moindre coût.

-L'efficacité de l'intégration de l'atrium dépend de sa configuration géothermique.

## VI. OBJECTIFS :

Notre travail s'étale sur trois différentes échelles, aménagement d'un éco quartier culturel-scientifique à EL HIDHAB-SETIF, conception d'un centre d'environnement au sein de ce dernier, et une simulation afin de réussir à choisir la bonne solution pour assurer un meilleur confort avec un minimum de coût pour notre projet ; les objectifs de ce travail, sont donc corrélés à ces trois échelles :

- Participation à l'amélioration du confort hygrothermique par l'intégration d'un paramètre passif « atrium » dans notre projet architectural.
- Participer à la conservation de la culture locale et au développement de la recherche scientifique en Algérie par la création d'un nouveau pôle culturel-scientifique dans l'extension Est de la ville de Sétif tout en la reliant avec son centre-ville.
- Participer à la protection et la préservation de notre diversité naturelle tout en limitant l'impact sur l'environnement par la conception d'un bâtiment durable « centre de sensibilisation à la protection de l'environnement ».

## VII. MÉTHODOLOGIE :

La méthodologie suivie pour vérifier les hypothèses construites, et atteindre les objectifs tracés repose sur différentes étapes qui sont récapitulées dans le schéma (Fig.1).

## IX. STRUCTURE DU MÉMOIRE :

Afin de réaliser un aménagement d'un éco quartier et une conception d'un centre d'environnement, nous avons structuré notre mémoire en 3 grands chapitres :

- ✓ **Chapitre introductif** : dans ce chapitre, il s'agit d'introduire le phénomène et la problématique observés « la dégradation environnementale » à plusieurs échelles jusqu'à l'échelle de la zone d'étude, ainsi que présenter les objectifs du travail, afin de bien mettre le lecteur au contexte de la recherche.
- ✓ **Chapitre état des connaissances** : dans ce chapitre nous avons élaboré une toile de fond solide constituée d'une recherche approfondie sur les trois échelles que nous allons traiter, à savoir :
  - Une échelle urbaine qui nous renseigne sur la manière d'aménager un éco quartier en considérant tous ses aspects, principes et typologie.
  - Une échelle architecturale qui traite les centres de sensibilisation à la protection de l'environnement tout en considérant leur fonctionnement intérieur.

- Une échelle spécifique dans laquelle nous avons mené une recherche sur le procédé que nous avons retenu et effectuant un retour d'expérience qui nous a aidé à consolider notre travail.
- ✓ **Chapitre cas d'étude :** Il s'agit de mener une application sur notre site à partir des recommandations et conclusions tirées du chapitre précédant, cette application se manifeste à travers une intervention sur les trois échelles déjà citées :
  - ✓ Une intervention urbaine à travers l'aménagement d'un éco quartier à partir de plusieurs analyses et en passant par différentes étapes.
  - ✓ Une intervention architecturale à travers une conception bioclimatique de notre projet, centre de sensibilisation à la protection de l'environnement, à partir de plusieurs étapes de genèse de l'idée, et en passant par les concepts de base liés à l'urbain et la thématique du projet.
  - ✓ Une intervention spécifique qui nous permet de mettre en avant l'apport et le rôle de notre procédé dans le maintien d'un bon seuil du confort thermique à travers une validation via une série de simulation, cette dernière nous permettra par ailleurs d'infirmer ou de confirmer nos hypothèses de travail construites dès l'amont de ce travail.

Ces 3 chapitres sont clôturés par une conclusion qui synthétise tout notre travail.

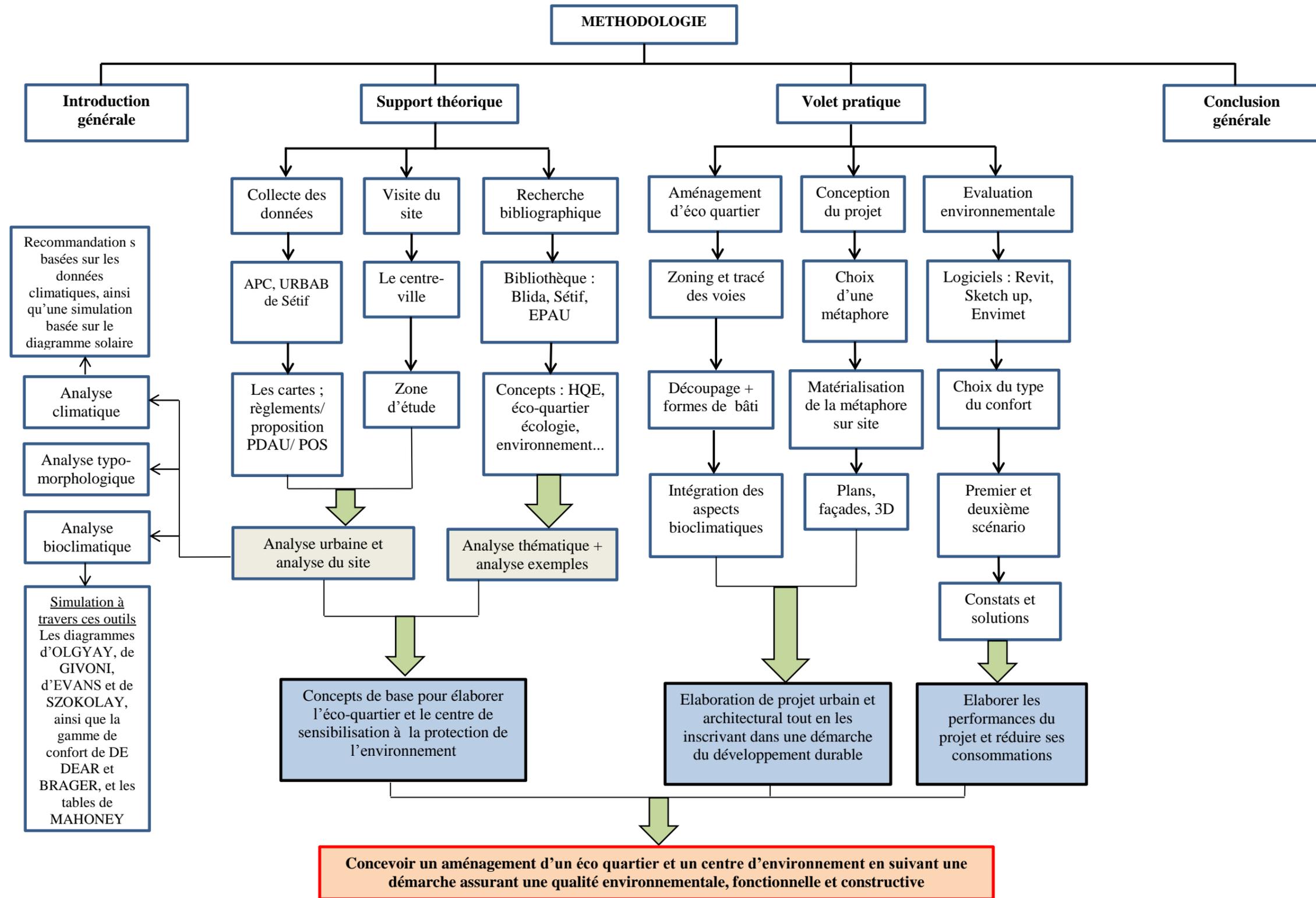


Figure 1. Organigramme de la méthodologie de recherche (Source : auteur)

CHAPITRE 2

# ETAT DE L'ART

## **INTRODUCTION :**

Ce chapitre contient 3 parties, la première partie vise à définir tous les concepts, et les thématiques liés à notre thème à l'échelle urbaine : Le développement durable, Urbanisme durable, Ecologie, Eco quartier à vocation touristique, culturelle et scientifique; puis la deuxième partie consiste à définir les concepts de l'architecture bioclimatique à l'échelle architecturale où on traite la thématique de centre de sensibilisation à la protection de l'environnement; la dernière partie est consacrée à l'échelle spécifique où on va présenter le type du confort étudié, comment l'améliorer, quel est le procédé adéquat pour atteindre ce but, ainsi que le mécanisme de ce dernier.

## **I. PARTIE 1: ECHELLE URBAINE :**

### **I.1. CONCEPTS LIES A L'ENVIRONNEMENT :**

#### **I.1.1. L'ENVIRONNEMENT :**

« *L'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines* ». (Rey, 2001).

D'après le GIEC, (le groupe Intergouvernemental d'évaluation du climat) et dans son cinquième rapport d'évaluation sur le changement Climatique en 2014, aujourd'hui le réchauffement climatique est le plus important problème environnemental, provoqué par les émissions de gaz à effet de serre, surtout le CO<sub>2</sub> (environ 60 %). Pour cette raison l'éducation à l'environnement est devenue une nécessité afin de protéger notre planète.

#### **I.1.2. L'ECOLOGIE :**

L'écologie, terme inventé en 1866 par l'écologiste allemand Ernst Haeckel, a pour objet l'étude des relations des êtres vivants avec leur environnement, ainsi qu'avec les autres êtres vivants, c'est-à-dire les études des écosystèmes.

Bien avant que la politique ne s'approprie ce terme, l'écologie est avant tout, une science qui vise à minimiser notre impact, notre empreinte sur notre support de vie, la Terre.

Sur le plan étymologique, le mot écologie vient de deux mots grecs oikos et logos. Le mot oikos signifie maison ou habitat et le mot logos signifie la science. Donc l'écologie est la science de l'habitat au sens large, ou la science de l'environnement plus précisément.

### I.1.3. LE DEVELOPPEMENT DURABLE :

#### I.1.3.1. Définition du développement durable :

Le développement durable est un concept né en 1987, cette expression est utilisée pour la première fois dans le rapport intitulé officiellement « Notre avenir à tous », rédigé par la Commission mondiale de l'environnement et le développement, présidée par le premier ministre de Norvège, Mme Gro Harlem BRUNDTLAND.

Le rapport l'a défini comme suit : « *Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs* » (Guicheteau, 2006).

Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de besoins, et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité. Le concept de l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir.

#### I.1.3.2. Les dates clés du développement durable :

L'émergence du concept de développement durable remonte au début du XXe siècle, l'idée d'un développement pouvant à la fois réduire les inégalités sociales et réduire la pression sur l'environnement a fait son chemin. Nous pouvons en retracer quelques jalons majeurs dans le schéma suivant (Fig.2) :

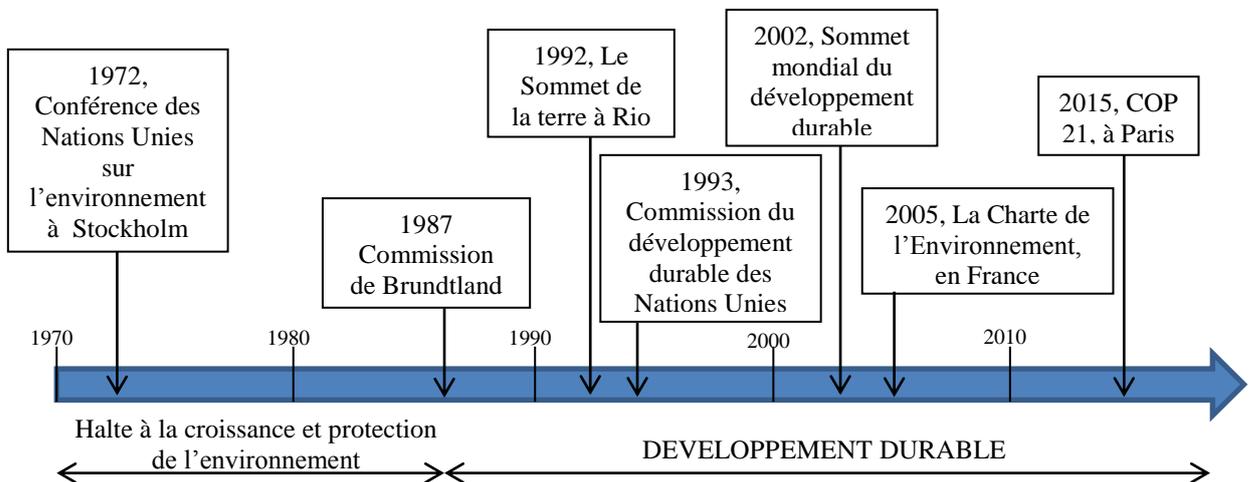


Figure 2. Les dates clés du développement durable (source: Auteur)

Les objectifs de chaque conférence et commission se trouvent au niveau des annexes 1 à la fin du document.

### I.1.3.3. Les piliers du développement durable :

Depuis l'apparence de ce concept contenait deux piliers seulement, « Jusqu'à la conférence de Rio en 1992, le développement durable s'articule autour de deux pôles : l'environnement et le développement. À l'époque, c'est au sein du thème développement que se lisent les aspects sociaux du développement durable (...) on recherche une représentation choc qui pourrait illustrer ce nouveau paradigme. Et subrepticement, le développement se scinde en deux : l'économie d'un côté, le social de l'autre » (Sébastien, Brodhag, 2004).

D'autres critiques estiment que les trois dimensions ne suffisent pas à refléter la complexité de la société contemporaine, c'est ainsi qu'en :

\*2001 : la Déclaration universelle de l'Unesco sur la diversité culturelle affirme pour la première fois que la diversité culturelle est « gage d'un développement humain durable »

\*Le 8 mai 2004 « CGLU »<sup>2</sup> approuve « l'Agenda 21 de la culture »<sup>3</sup>, qui relie les principes du développement durable avec les politiques culturelles.

\*2005 La conférence générale de l'Unesco adopte la Convention sur la protection et la promotion de la diversité des expressions culturelles où la diversité culturelle est réaffirmée comme « un ressort fondamental du développement durable des communautés, des peuples et des nations ».

\*Et finalement, le 17 Novembre 2010 « La culture » est reconnue comme quatrième pilier du développement durable (Fig.3) au troisième Congrès mondial du CGLU à Mexico.

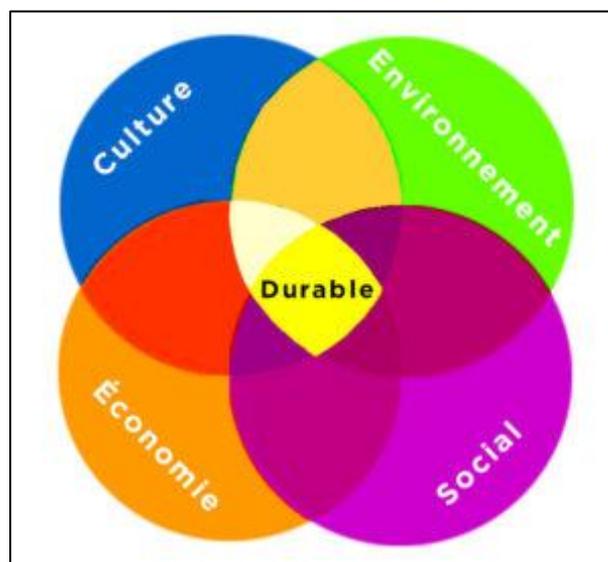


Figure 3. Les piliers du développement durable  
Source: Site web : Columbo, 2017

<sup>2</sup> Cités et gouvernements locaux unis (CGLU) est le principal organisme de représentation des gouvernements locaux auprès des Nations Unies et de la communauté internationale. Ce réseau mondial créé en mai 2004 réunit des villes et des associations nationales de pouvoirs locaux issus de 95 pays.

<sup>3</sup> L'Agenda 21, également appelé Action 21, est un plan d'action adopté par 173 chefs d'État lors du sommet de la Terre, à Rio, en 1992. Il formule des recommandations dans des domaines aussi variés.

#### I.1.3.4. Les Conditions du développement durable :

L'aboutissement à un développement durable prévoit et envisage que certaines conditions soient respectées, parmi lesquelles, nous retiendrons les principales qui sont récapitulé dans la figure suivante (Fig.4) :

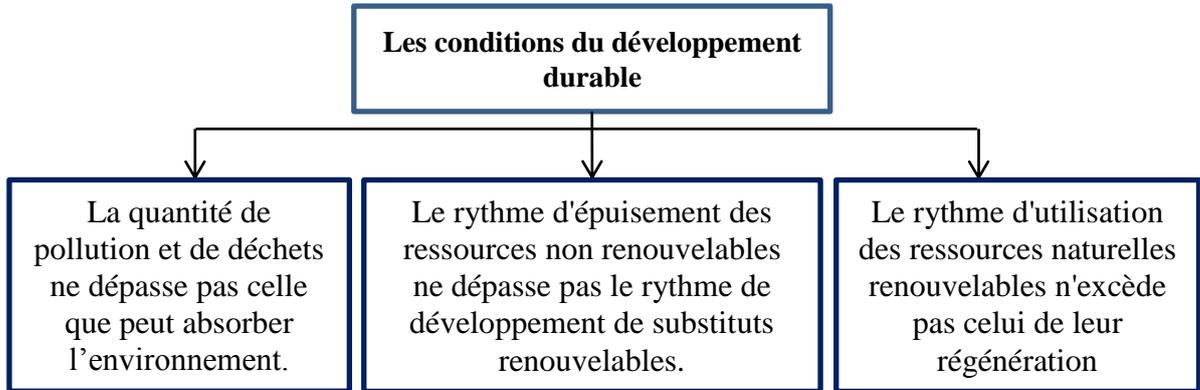


Figure 4. Les Conditions du développement durable  
Source : Auteur

#### I.1.3.5. Les principes du développement durable :

- ✓ Santé et qualité de vie, Précaution, Prévention.
- ✓ Equité et solidarité sociales, partenariat et coopération intergouvernementale, accès au savoir.
- ✓ Protection de l'environnement, préservation de la biodiversité, Respect de la capacité de support des écosystèmes, production et consommation responsables, pollueur payeur.
- ✓ Efficacité économique, internalisation des coûts.
- ✓ Participation et engagement.
- ✓ Subsidiarité.
- ✓ Protection du patrimoine culturel.

#### I.1.3.6. Les objectifs du développement durable :

Le développement durable s'articule autour de 4 objectifs fondamentaux suivant (Fig.5) :

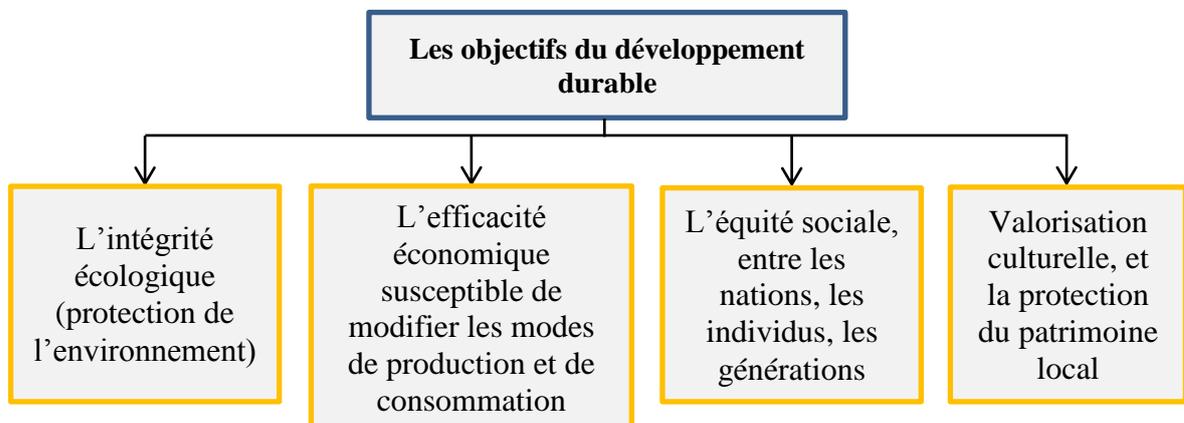


Figure 5. Les objectifs du développement durable (Source : Auteur)

### **I.1.3.7. Le développement durable est-il considéré en Algérie :**

Signataire des déclarations de Rio et de Johannesburg. L'Algérie a rejoint le processus de la mise en œuvre des principes du développement durable bien tardivement, à partir des années 2000, à la veille du deuxième Sommet de la Terre de Johannesburg en 2002.

Elle a graduellement pris conscience du besoin de considérer la dimension environnementale et de l'associer à sa démarche de développement et d'utilisation durable des ressources naturelles du pays.

*« L'Algérie est classée 42e pays dans le monde en matière de protection de l'environnement, en 2011, sur 153 pays étudiés. C'est le premier pays dans le monde arabe, et le deuxième en Afrique, selon un classement établi par des chercheurs américains de l'environnement en s'appuyant sur des mesures comme la qualité de l'air, de l'eau, de la biodiversité, des contraintes sur les écosystèmes, des traitements des déchets et de la gouvernance de l'environnement (...), Malgré ce classement, il reste beaucoup à faire en matière de protection et de préservation de l'environnement. Selon des spécialistes dans la législation de l'environnement » (Oubraham, 2016).*

### **I.1.4. URBANISME DURABLE :**

*« L'urbanisme durable concourt, d'une part, à la consolidation des milieux urbains et, d'autre part, l'émergence d'ensembles urbains conformes aux principes de collectivités viables ou de smart growth généralement reconnus » (Blais, Boucher et Caron, 2012).*

Il s'agit des principes suivants :

- ✓ Orienter le développement de façon à consolider les communautés.
- ✓ Offrir une mixité des fonctions en regroupant différentes fonctions urbaines.
- ✓ Tirer profit d'un environnement bâti plus compact, Offrir une typologie résidentielle diversifiée, Créer des unités de voisinage propices au transport actif.
- ✓ Développer le caractère distinctif et le sentiment d'appartenance des communautés.
- ✓ Préserver les territoires agricoles, les paysages d'intérêt et les zones naturelles sensibles.
- ✓ Offrir un choix dans les modes de transport ; faire des choix équitables de développement.

## I.2. CONCEPTS LIES AUX ECOQUARTIERS :

### I.2.1. Définition d'un éco quartier :

C'est un quartier urbain, conçu de façon à minimiser son impact sur l'environnement en assurant la qualité de vie des habitants, en visant un fonctionnement à long terme, une autonomie fonctionnelle, la création d'une solidarité sociale et une intégration cohérente au site ; il doit répondre aux objectifs locaux et globaux du développement durable.

En revanche l'accord de Bristol en 2005 définit l'éco quartier comme suit : «...un endroit où les gens veulent vivre et travailler, maintenant et dans l'avenir ».

Et selon la Direction départementale de l'équipement et l'agriculture française : Un éco-quartier est un projet d'aménagement urbain visant à intégrer des objectifs de développement durable et réduire son empreinte écologique. De ce fait, il insiste sur la prise en compte de l'ensemble des enjeux environnementaux en leur attribuant des niveaux d'exigence ambitieux.

### I.2.2. Pourquoi l'éco quartier :

Différentes causes et raisons nous conduisent vers l'aménagement des éco-quartiers :

- Une croissance incontrôlée des villes et une augmentation de la pollution.
- La croissance de l'insécurité.
- La favorisation de l'inégalité sociale une augmentation de la consommation énergétique.
- L'augmentation du gaz à effet de serre.
- La dégradation de l'environnement et du réchauffement climatique.

### I.2.3. Les cibles d'un éco quartier :

L'aménagement d'un éco quartier vise onze cibles récapitulées ci-dessous (Fig.6) :

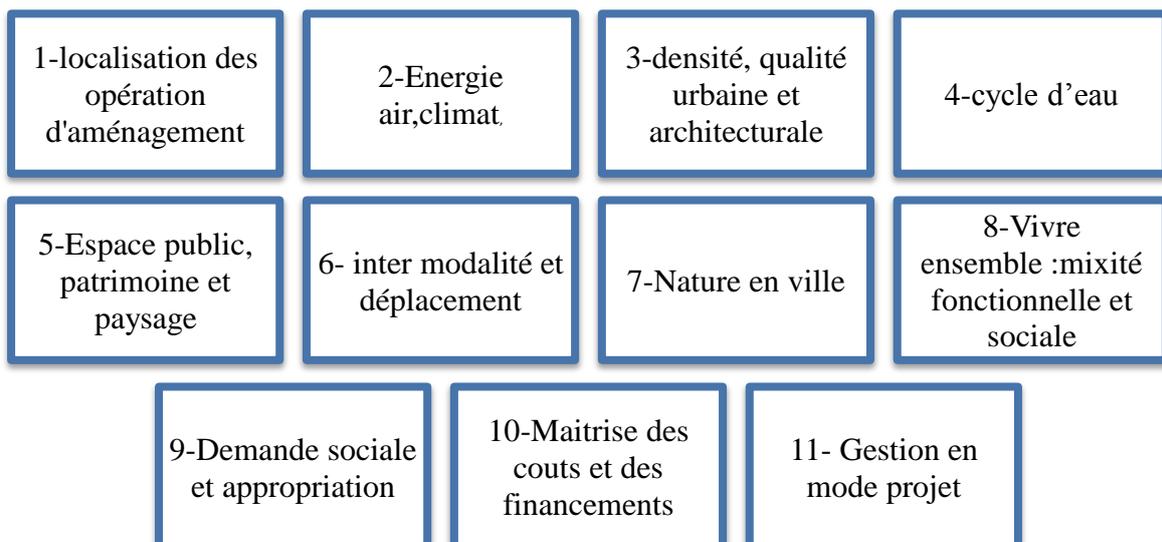


Figure 6. Les cibles des éco quartier  
Source : Auteur

## I.2.4. Les objectifs des éco quartiers :

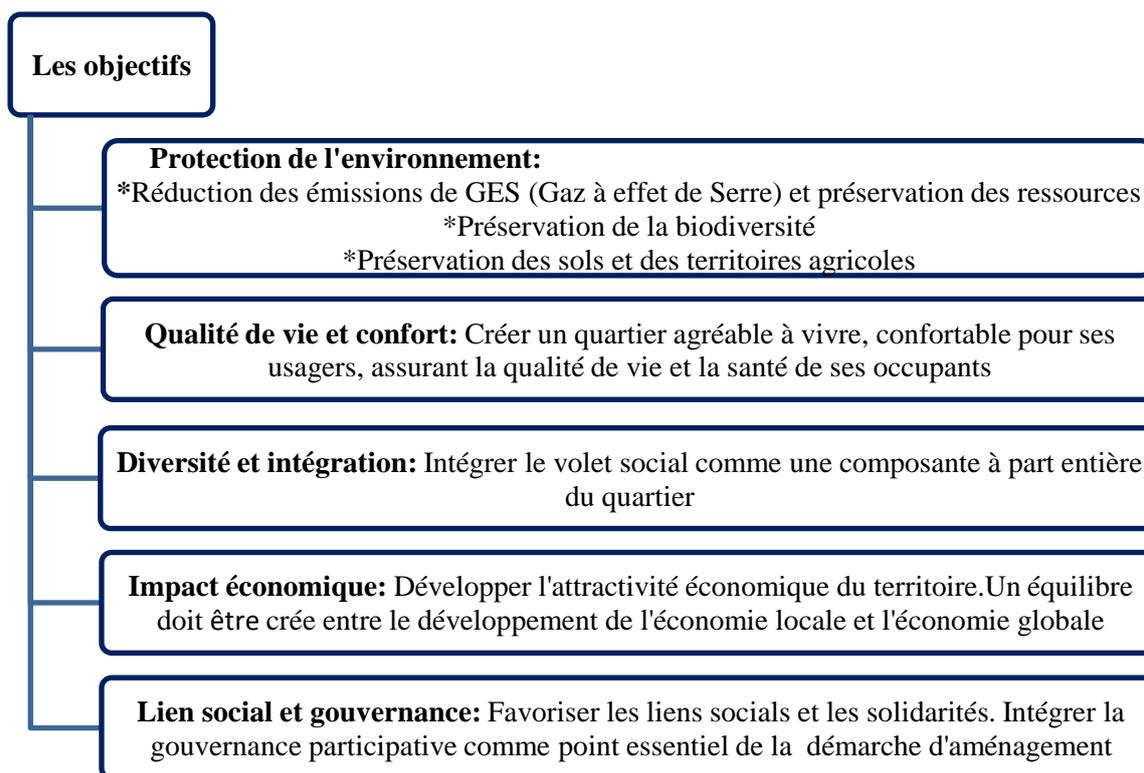


Figure 7. Les objectifs de l'éco quartier (Source : Auteur)

## I.2.5. Les principes d'aménagement des éco quartiers :

D'après les études qui sont faites pour faire ressortir les attributs d'un éco quartier, nous avons cité dans le tableau suivant (Tab.1) les principaux principes pris en compte lors de l'aménagement des éco quartiers.

Tableau 1. Les principes d'aménagement des éco quartiers. (Source : Auteur)

Principe	Description
Compacité	*Une forme urbaine compacte et dense au but de minimiser les déperditions thermiques, préserver l'intimité et réduire le déplacement au sein du quartier.
Connectivité lumineuse	*Un éco-quartier doit être poreux pour assurer une meilleure pénétration de la lumière, tout en gardant l'équilibre entre sa compacité et sa porosité.
Transport et mobilité	*Le plan des rues devrait prendre la forme d'un réseau continu reliant les lieux du travail, du service de détente...entre eux. *Extérioriser et minimiser les voies mécaniques et encourager et intérioriser la circulation cyclable et piétonne.
Environnement	*Respecter l'environnement en équilibrant entre la ville et la nature (favoriser la trame verte et bleue), en gérant les déchets et l'eau (pluviale et usée) ainsi qu'en utilisant des bâtiments à basse consommations énergétique.
Identité	*Chaque quartier nécessite par conséquent un centre bien défini (un endroit où les habitants peuvent pratiquer des activités culturelles ou sociales...etc)
Mixité sociale	*Développer des quartiers diversifiés par : ✓ La mixité des catégories sociales (mixité de logements, d'emplois, des activités). ✓ L'inter générations (préservation des espaces pour les différentes tranches d'âge)
Mixité fonctionnelle	*L'éco quartier nécessite un fonctionnement dynamique où on trouve une organisation à partir des pôles mixtes par l'alliance de diverses activités
Economie	* Faires des infrastructures en assurant une économie locale et saine.
Services	* Mise à disposition de services publics, privés, communs accessibles à tous les habitants.

### I.2.6. Les caractéristiques des éco quartiers :

Dans ses principales caractéristiques, l'éco quartier doit être un quartier :

- ✓ Défini, avec un centre et des limites.
- ✓ Compact, pour assurer une densité durable et limiter son impact sur le territoire
- ✓ Complet, pour limiter les déplacements, faciliter les échanges et améliorer la qualité de vie.
- ✓ Connecté, au voisinage et à la ville.
- ✓ Autonome dans son fonctionnement et en solidarité sociale.
- ✓ Qui facilite les liens homme-nature et homme-homme.
- ✓ Qui répond aux enjeux globaux et locaux avec un bilan environnemental positif.

### I.2.7. Classification des éco quartiers :

Les éco-quartiers se classifient selon plusieurs critères, on cite deux classifications courantes : classification formelle et classification typologique.

#### I.2.7.1. Classification formelle :

##### ➤ Eco-quartier vertical :

Les bâtis sont implantés linéairement suivant la direction des voies tracées (Fig.8).

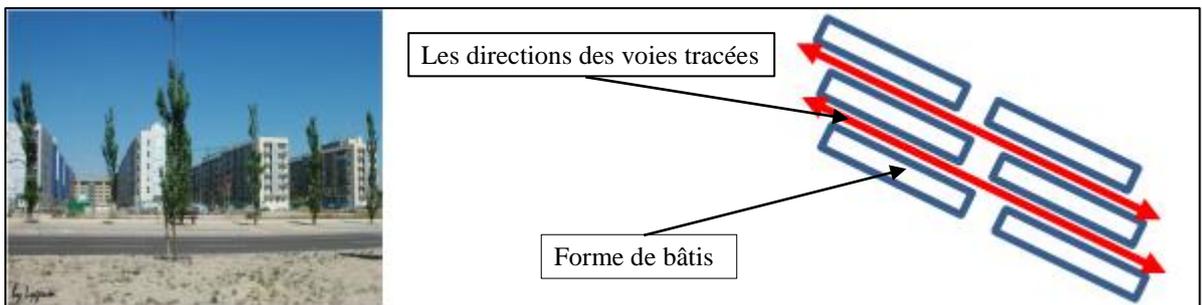


Figure 8. Eco-quartier verticale (Source: site web : ecologique-solidaire, traité par auteur)

##### ➤ Eco-quartier compact :

Ils se caractérisent par des formes compactes afin de rendre les masses et les espaces plus denses et la circulation soit limitée (Fig.9).

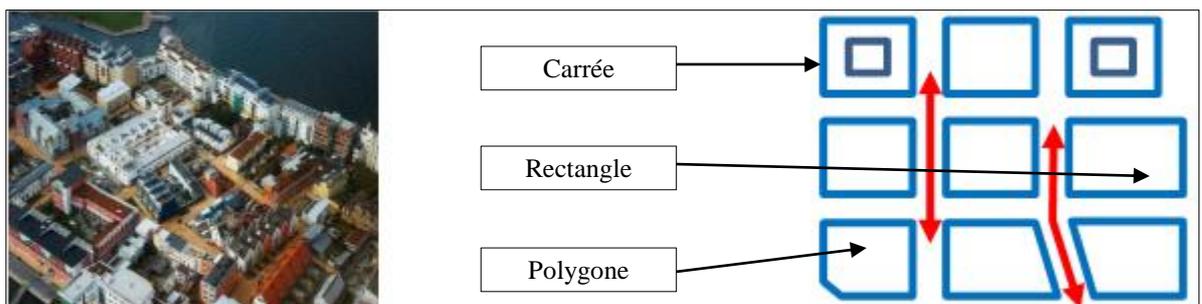


Figure 9. Eco-quartier compact (Source: site web : ecologique-solidaire, traité par auteur)

➤ **Eco-quartier traversant :**

Les bâtis sont généralement présentés sous formes de I, L et T ou leur organisation provoque un flux traversant à travers les rue (Fig.10).

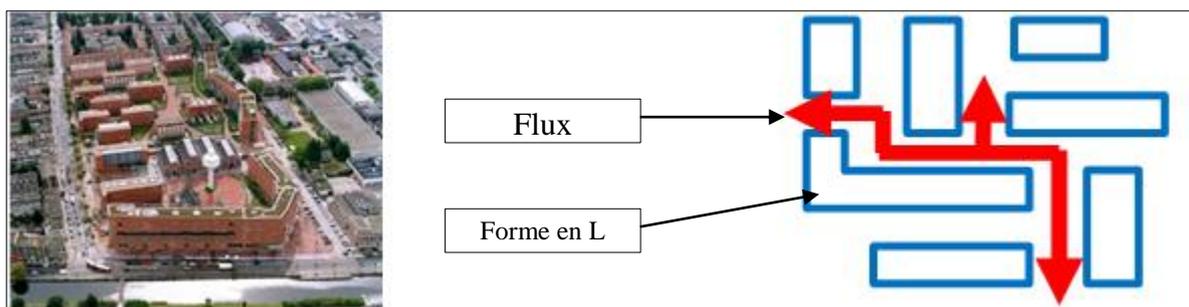


Figure 10. Eco-quartier traversant (Source: site web : ecologique-solidaire, traité par auteur)

➤ **Eco-quartier pavillonnaire :**

Les bâtis qui se réunissent en formant un regroupement dans un seul îlot, en sorte de pavillon (Fig.11).

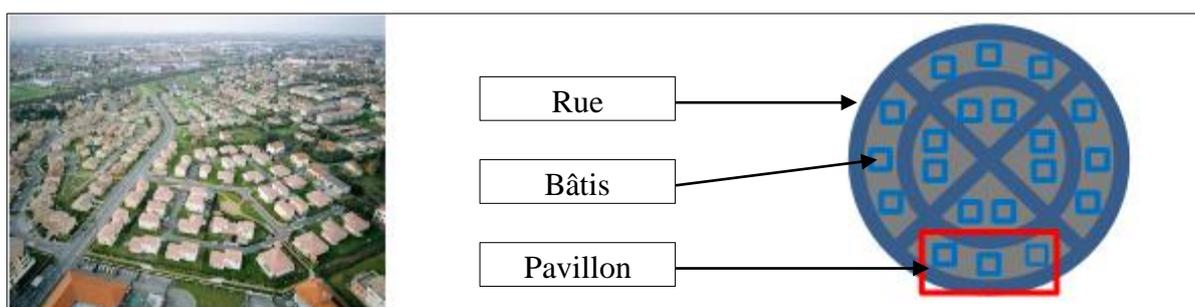


Figure 11. Eco-quartier pavillonnaire (Source: site web : ecologique-solidaire, traité par auteur)

**I.2.7.2. Classification typologique :**

Tableau 2. Typologie des éco-quartiers

Type	Description
<b>Type 1 : Eco-village</b>	Ce sont des projets de villages ou hameaux basés sur le territoire, l'agriculture, la constitution de petites entreprises et le tourisme local.
<b>Type 2 : Télé-village</b>	Le télé -village est créé par le marché (promoteurs) que par habitants .Ce sont souvent des extensions d'universités ou des bureaux locaux qui proposent la possibilité du télétravail.
<b>Type 3: Prototype expérimental</b>	Ce sont des projets expérimentaux souvent produits dans le cadre de compétitions ou impulsés par des objectifs de recherche initiés par les gouvernements locaux ou nationaux.
<b>Type 4: Eco-communauté urbaine</b>	Les éco communautés sont d'avantage basées sur des idéaux sociaux qu'uniquement sur des innovations techniques.
<b>Type 5: Iles urbaines écologiques</b>	Les îles urbaines écologiques sont des développements urbains de grande échelle «nouvelles villes » basés sur la circulation et la mobilité.
<b>Type 6: Unités urbaines écologiques</b>	Sont souvent basés sur des objectifs clés d'efficacité énergétique des transports, de qualité environnementale et de création de communautés, mais pas sur des objectifs écologiques spécifiques.
<b>Type 7: Quartiers types</b>	Ce sont des projets de quartiers initiés d'une manière classique et mobilisant des outils ordinaires de la construction et de l'aménagement, mais qui intègrent en sus des objectifs de qualité environnementale.

### **I.2.8. Eco-quartier et quartier durable :**

Par comparaison, un quartier durable se caractérise avant tout par une mixité fonctionnelle répondant aux quatre principes de durabilité qui sont le social, l'économie, l'écologie et la culture.

Le terme « éco-quartier » doit être compris comme « quartier durable » : il recouvre bien entendu des préoccupations environnementales encore souvent peu intégrées dans les projets, mais aborde plus largement les croisements entre aspects environnementaux, sociaux, économiques, et culturels au cœur de la définition de développement durable.

### I.3. ANALYSE D'EXEMPLE : ECOQUARTIER DE PRAIRIE AU DUC A NANTES EN FRANCE :

#### I.3.1. Présentation et accessibilité de l'éco quartier

\*Situation: L'éco-quartier se trouve à l'ouest de l'île de Nantes qui se trouve au sud de centre-ville de Nantes. C'est une île fluviale située sur le cours de la Loire (Fig.12), il est bien accessible (Fig.13).

\*Type de projet : Réhabilitation, reconquête de friche urbaine et quartier neuf en continuité de l'existant.

\*Superficie opération : 18 hectares

\*Nombre d'habitant : 780 000 habitants

\*Surface totale de : Logements : 27500m².

\*Equipements : 950m².

\*bureaux 10100m² commerces 1400m².

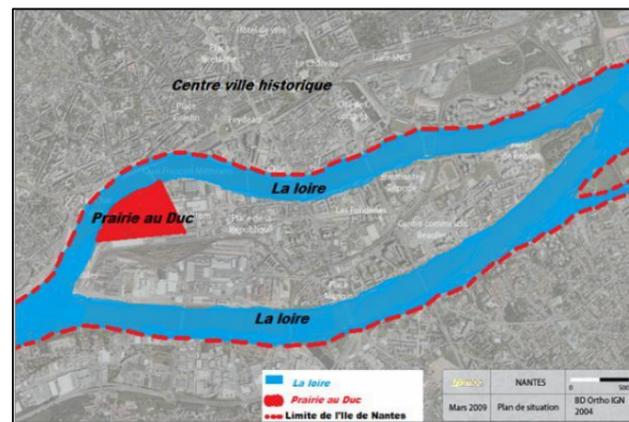


Figure 12. situation d'éco quartier  
Source : site web : iledenantes

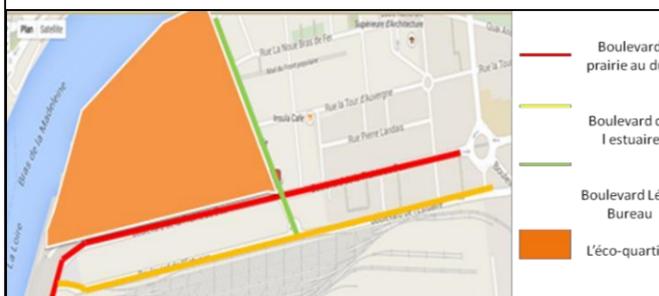


Figure 13. Accessibilité d'éco quartier  
Source : site web : iledenantes

#### I.3.2. Thématiques traitées dans l'éco-quartier :

##### I.3.2.1. Mixité fonctionnelle

Des équipements d'attractions et de découverte sont mis en place telle que : les Nefs, l'Atelier-Galerie des machines, l'Eléphant, la future Fabrique, les jardins, le Jardin des voyages avec les jeux pour enfants Hangar à Bananes. Offre une diversité des services (habitat, commerces, groupe scolaire) (Fig.14, 15 et 16).



Figure 14. Mixité fonctionnelle à l'échelle de quartier  
Source : site web : iledenantes

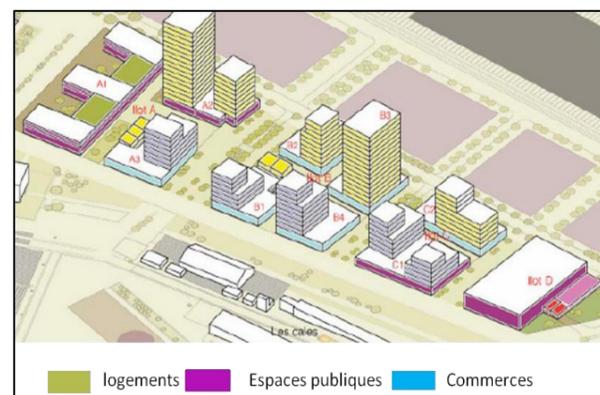


Figure 19. Mixité fonctionnelle au niveau des immeubles  
Source : site web : iledenantes



Figure 15. Les espaces extérieurs et les galeries de découverte  
Source : site web : iledenantes

##### I.3.2.2. Mobilité et transport :

Le déplacement au niveau de site est par des chemins piétons (accès aux handicapés) chemins cyclables (des abris de vélos), une navette de bus et une navette fluviale (Fig.17).

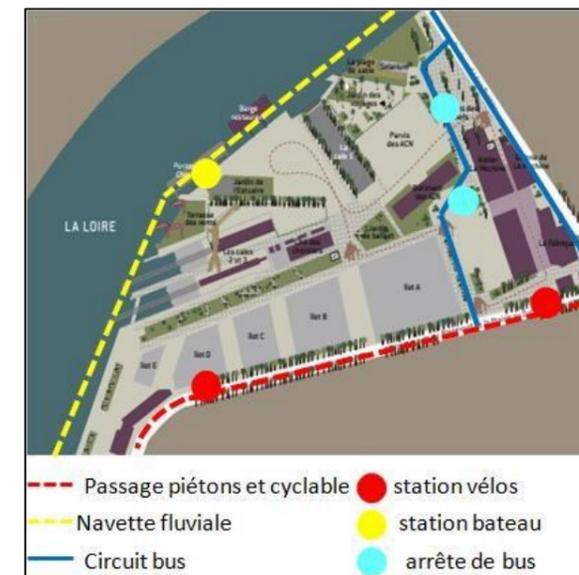


Figure 16. Carte transport et mobilité  
Source : site web : iledenantes, traité par auteur

##### I.3.2.3. Gestion eaux :

Des aménagements limitent un accroissement excessif des réseaux d'eaux pluviales, en favorisant l'infiltration : Noues de rétentions (Fig18) et pavages perméables. Le stockage des eaux de pluie s'opère par des toitures végétalisées et des terrasses plantées.



Figure 17. Noues de rétentions et pavage perméable  
Source : site web : iledenantes

##### I.3.2.4. Gestion déchets :

Un système de collecte des déchets « Tri' Sac », Les sacs jaunes pour les déchets recyclables (emballage métal ...) et les sacs bleus pour les autres déchets déposés dans les conteneurs habituels, les sacs sont ensuite séparés par reconnaissance optique au centre de traitement des déchets (Fig.19).

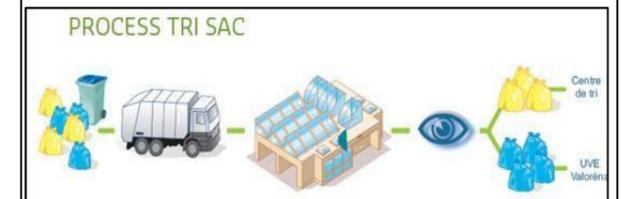


Figure 18. Schéma de gestion des déchets  
Source : Site web : dechetcom

#### I.3.3. Point à retenir :

- Assurer la mixité sociale et fonctionnelle sur différents échelle (bâtiment et quartier)
- Offre la proximité des services au but de limiter le déplacement mécanique, favoriser la mobilité douce piétonne et cyclable (chemin et abri cyclable et passage piéton).
- La bonne gestion des déchets (le tri sélectif) au but de valoriser ces déchets plu tard.
- Favoriser l'infiltration des eaux par utilisation des revêtements de sol perméables

## II. PARTIE 2 : ECHELLE ARCHITECTURALE :

### II.1. CONCEPTES LIES A L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE :

#### II.1.1. Définition de l'architecture bioclimatique :

« Parler de l'architecture bioclimatique au-delà des questions d'économie d'énergie et de protection de l'environnement, c'est avant tout se référer à l'homme-habitant et à son bien-être » (Liébard, De Herde, 2005).

Depuis l'antiquité l'homme construisait en tenant compte des données climatiques, comme le soleil, le vent, etc...le cas de l'habitat vernaculaire en Algérie et leurs adaptations aux différentes zones climatiques (La vallée du Mzab, La casbah d'Alger, les villages kabyles, etc...), cette ancienne pratique de construction a été relancé et redécouverte aujourd'hui en profitant de nouvelles techniques et en portant un nouveau terme « La bioclimatique ».

Etymologiquement, le mot bioclimatique est composé d'un préfixe, bio qui fait référence à la vie et à la biologie et donc au sens large à la nature, avec climatique faisant référence aux conditions climatique d'un lieu.

« **Victor Olgyay** »<sup>4</sup>, a défini l'approche bioclimatique en 1963 comme étant l'interrelation entre climatologie, biologie, technologie et architecture, comme suit :

- **La climatologie** par l'exploitation de l'énergie ambiante (soleil, vent)
- **La biologie**, la satisfaction des besoins physiologique des êtres humains
- **La technologie** par le contrôle de l'environnement
- **L'architecture** point de convergence de ces 3 domaines dans un seul artefact puisant dans une longue adaptation empirique aux contraintes environnementale, sociales et économique locale.

#### II.1.2. Les principes de base de l'architecture bioclimatique :

La conception bioclimatique des bâtiments varie d'un lieu à l'autre suivant le climat et le site d'implantation .La figure suivante (Fig.20) montre les principes de base de l'architecture bioclimatique qui sont généralement les suivants :

---

<sup>4</sup> **Victor Olgyay** est un architecte urbaniste et l'un des pionniers qui ont ouvert une nouvelle voie en bio-climatisme né en Hongrie, Il a été professeur de l'École d'architecture et d'urbanisme aux états unis, Auteur de nombreux ouvrages, mise à part son livre connu « Architecture et Climat » en 1963, il a rédigé plusieurs articles «La maison tempérée»1951, «l'approche bioclimatique de l'architecture», «Vers le contrôle bioclimatique et l'orientation pour répondre aux exigences» 1954.

- ✓ Capturer le rayonnement solaire.
- ✓ Stocker l'énergie ainsi captée.
- ✓ Distribuer cette chaleur dans l'habitat.
- ✓ Réguler cette chaleur.
- ✓ Éviter les déperditions dues au vent.

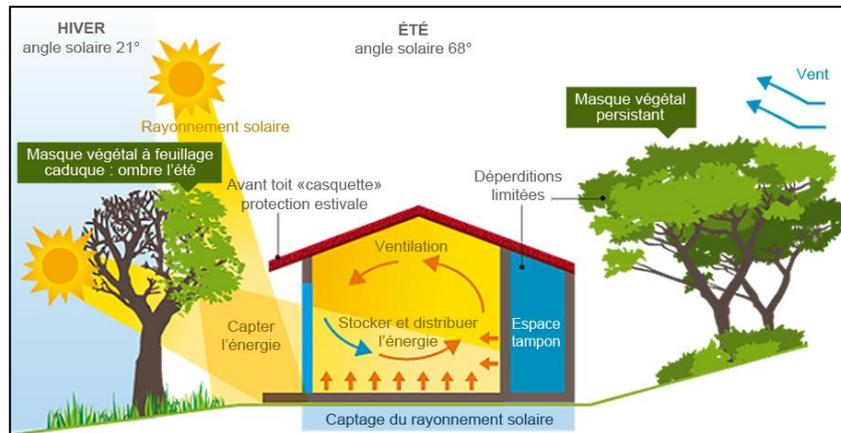


Figure 20. Les principes de base de l'architecture bioclimatique adaptés aux besoins saisonniers (Chaleur en hiver, fraîcheur en été). (Source : site web : A2j-isolation)

Les paramètres qui constituent la toile du fond de ces principes sont montrés dans les tableaux (Tab.3, Page.34) et (Tab.4, Page.35).

### II.1.3. Objectifs de l'architecture bioclimatique :

L'objectif principal de cette approche est de concevoir des bâtiments de manière « naturelle », c'est à- dire en les inscrivant pleinement dans leurs environnements.

L'approche bioclimatique est applicable à n'importe quel type de bâtiment afin d'atteindre les objectifs présentés ci-dessous (Fig.21) :

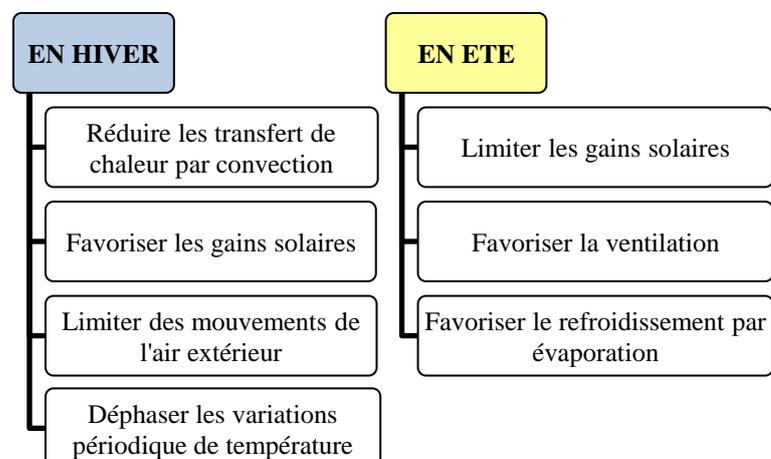


Figure 21. Les objectifs de l'architecture bioclimatique (Source : Auteur)

## II.1.4. Les paramètres passifs de l'architecture bioclimatique :

### II.1.4.1. Les paramètres environnementaux :

Tableau 3. Les paramètres passifs liés à l'environnement (Source : Auteur)

Paramètres	Description	Illustration
<b>Implantation</b>	Le bâtiment doit être éloigné de tout obstacle pouvant gêner le profit d'une ventilation naturelle et un bon ensoleillement.	 <p>Figure 22. Implantation du bâti (Source : Site web : maison-éco-logique)</p>
<b>Orientation (Soleil/Vent)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Le Sud est une orientation favorable (en été ça nécessite une protection)</li> <li>*L'Est et l'Ouest sont déconseillés (excès de rayonnement solaire)</li> <li>*S'exposer aux vents en été et s'y protéger en hiver.</li> </ul>	 <p>Figure 23. Orientation du bâti (Source : Site web : maison-éco-logique)</p>
<b>Environnement proche (revêtement du sol)</b>	Le sol reflète la lumière du soleil et réchauffe l'air ambiant, le revêtement du sol ne doit pas être réfléchissant.	 <p>Figure 24. Revêtement du sol de la parcelle (Source : Site web : maison-éco-logique)</p>
<b>Le prospect (la distance entre les bâtiments)</b>	Le prospect peut modifier l'écoulement initial du vent ou porter de l'ombre, donc les bâtiments doivent être éloignés entre eux de la même distance que leur hauteur moins 3 mètres ( $d=H-3$ avec $d \geq 8$ m)	 <p>Figure 25. La distance entre les bâtis (Source : Site web : maison-éco-logique)</p>
<b>La végétation</b>	*Elle rafraîchit le climat en offrant un ombrage protégeant des rayons de soleil et en humidifiant l'air.	 <p>Figure 26. La végétation comme dispositif bioclimatique (Source : Site web : maison-éco-logique)</p>

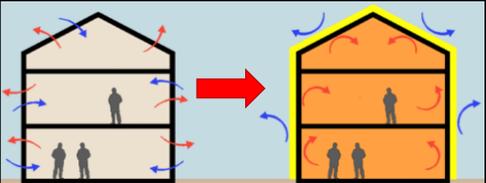
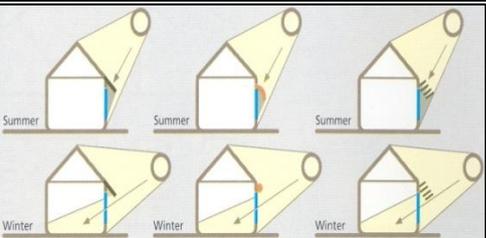
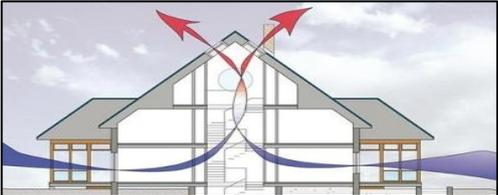
Ces paramètres permettent aux constructions d'avoir un fort aspect bioclimatique, tout en s'intégrant dans leur environnement mais également ils permettent de minimiser l'impact de certains phénomènes à l'échelle urbaine, comme « **l'îlot de chaleur urbain** »<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> L'effet de l'îlot de chaleur urbain signifie la différence de température observée entre les milieux urbains et les zones rurales environnantes. Les observations ont démontré que les températures des centres urbains peuvent atteindre jusqu'à 12 °C de plus que les régions limitrophes, Ce réchauffement semble en voie d'aggravation. (VOOGT, 2002),

## II.1.4.2. Les paramètres architecturaux :

Les différents paramètres architecturaux sont représentés dans le tableau suivant (Tab.4) :

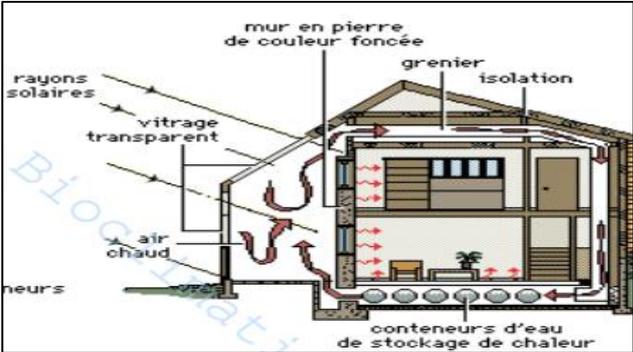
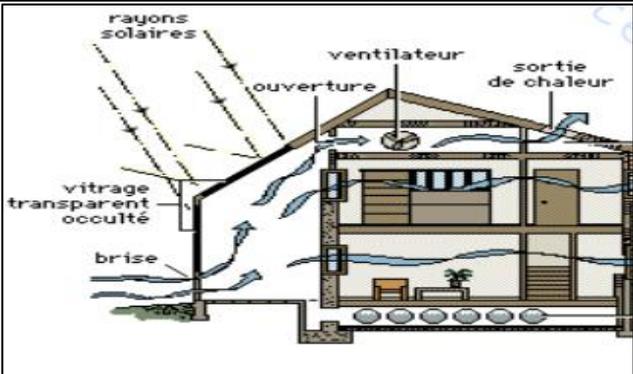
Tableau 4. Paramètres passifs liés à la forme (Source : Auteur)

Paramètre	Description	Illustration
<b>Paramètres liés à la forme</b>		
<b>La compacité</b>	*Les formes compactes minimisent les surfaces d'échange avec l'extérieur et donc minimisent les déperditions thermiques.( Le coefficient de compacité c'est le rapport entre la surface des parois extérieures et le volume du bâtiment : $C = S/V$ )	 Figure 27. La compacité des bâtisses (Source : site web : Arau)
<b>L'inertie thermique</b>	*Elle traduit la capacité d'un matériau à stocker et à restituer de l'énergie sous forme de la chaleur (Choisir un matériau à forte inertie thermique)	 Figure 28.L'inertie thermique du matériau (Source: site web :Econology)
<b>Paramètres liés à l'enveloppe</b>		
<b>Isolation des parois et des vitrages</b>	*L'isolation empêche les transferts de la chaleur par ses différents modes, de milieu chaud vers le milieu froid et donc elle minimise les besoins de chauffage et de climatisation.	 Figure 29.Isolation du bâti (Source : Site web : maison-éco-logique)
<b>Protection solaire des ouvertures</b>	*Les avancées: ils peuvent être mobiles pour avoir une bonne protection durant l'été et un meilleur profit des gains solaire en hivers : Avancées horizontales au Sud Avancées verticales à l'Est et à l'Ouest. Avancée combinées : qui encadre toute l'ouverture le type Loggia et le plus souvent rencontrées * Les vitrages réfléchissants et les vitrages teintés. *Autres types : Arbres, pergola, veranda, etc...	 Figure 30.Protection solaires (Source : site web :Energie plus)
<b>Ventilation naturelle</b>	*Pour obtenir une ventilation naturelle il faut savoir disposer et dimensionner convenablement les ouvertures.	 Figure 31.Ventilation naturelle dans une bâtisse (Source : site web :Energie plus)
<b>Protection des toitures</b>	*Par la création d'un tapis végétal sur la conception, on apporte une isolation thermique contre le froid et la chaleur, donc les toitures végétalisées jouent un rôle important au niveau de la régulation thermique.	 Figure 32 Toiture végétale (Source : site web maison-éco-logique)

### II.1.4.3. Les paramètres de chauffage et de climatisation passive :

« L'énergie solaire passive »<sup>6</sup>, est utilisée non seulement pour l'éclairage naturel afin d'assurer un confort visuel, mais également pour le chauffage et/ou la climatisation (Tab.5).

Tableau 5. Le chauffage et la climatisation passive (Source : Auteur)

Paramètre	Fonctionnement	Illustration
<p><b>Chauffage solaire passif (hiver)</b></p>	<p>*Permettant de capter l'énergie solaire passive, de la conserver ou de la stocker au sein du bâtiment, puis distribuer vers les locaux sous forme de chaleur.</p>	 <p>Figure 33. Chauffage solaire passif (Source : site web : maison-éco-logique)</p>
<p><b>Climatisation passive (été)</b></p>	<p>*Minimiser les besoins de rafraîchissement en empêchant les rayons solaires excessifs qui ont des risques de surchauffe à pénétrer dans le bâtiment.</p>	 <p>Figure 34. Climatisation passive dans un bâtiment (Source : site web : maison-éco-logique)</p>

Le chauffage et la climatisation passifs s'appuient sur plusieurs paramètres et solutions passifs dont quelques-uns sont montrés dans les tableaux précédents (Tab.3, Tab.4 et Tab.5) ainsi que d'autres paramètres comme le puits canadien, les atriums, les patios, etc...

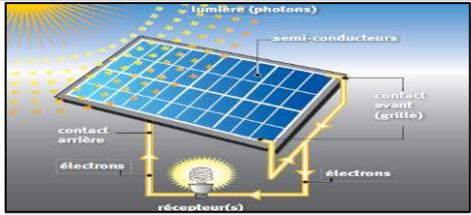
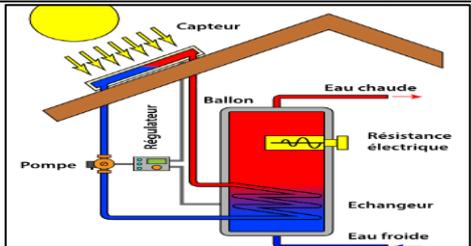
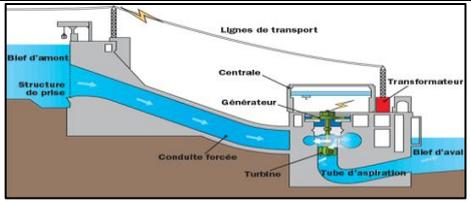
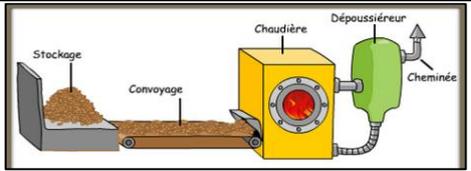
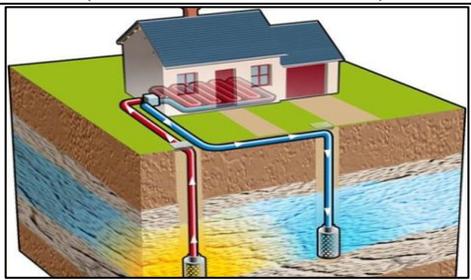
### II.1.5. Les paramètres actifs de l'architecture bioclimatique :

Ils existent plusieurs paramètres actifs comme la ventilation mécanique VMC, la climatisation active, chauffage central, pompe de chaleur, conditionnement d'air, mais également les systèmes actifs qui se basent sur « les énergies renouvelables »<sup>7</sup>, et c'est ce qui est intéressant en architecture bioclimatique (Tab.6).

<sup>6</sup> L'énergie solaire passive est une énergie abondante et non polluante qui suppose la conception de bâtiments et la mise en place des composants de construction appropriés.

<sup>7</sup> Les énergies renouvelables sont des énergies dont la source est illimitée et non polluante et se renouvelle assez rapidement et dont l'exploitation cause le moins de dégâts écologiques.

Tableau 6. Les paramètres actifs liés aux énergies renouvelables (Source : Auteur)

Paramètre	Energie utilisé	Description	Illustration
<b>Panneaux photovoltaïques</b>	Énergie solaire	*Ils captent les rayons solaires qui créent une tension électrique, donc ils produisent l'électricité et la stocké dans un onduleur.	 <p>Figure 35. Panneaux photovoltaïques (Source : site web : Batiweb)</p>
<b>Panneaux solaire thermique</b>	Énergie solaire	*Ils absorbent l'énergie solaire et la transforme en chaleur ensuite elle sera utilisée pour chauffer l'eau sanitaire.	 <p>Figure 36. Panneaux thermiques (Source : site web : Batiweb)</p>
<b>Les éoliennes</b>	Énergie éolienne (la force du vent)	*Elles transforment l'énergie éolienne en énergie électrique pour et la stocker dans un onduleur.	 <p>Figure 37. Les éoliennes domestiques (Source : site web : Batiweb)</p>
<b>Centrale hydroélectrique</b>	Énergie hydraulique (La force des vagues d'eau)	*Le mouvement de l'eau fait tourner les turbines, cette énergie mécanique sera transformé et stockée comme électricité.	 <p>Figure 38. Centrale hydroélectrique (Source : site web : Batiweb)</p>
<b>Centrale biomasse (Chaufferie biomasse)</b>	Énergie biomasse	*Création de la chaleur en brûlant les matière organique de toutes les espèces vivantes (végétal et animal)	 <p>Figure 39. Centrale biomasse (Source : site web : Batiweb)</p>
<b>Centrale géothermique</b>	Énergie de chaleur de la terre	*Transformer la chaleur sous terrain pour l'utiliser dans le chauffage des loaux.	 <p>Figure 40. Centrale géothermique (Source : site web : Batiweb)</p>

## II.1.6. Recommandations bioclimatique de la zone des hauts plateaux en Algérie :

Vu que le site où on va projeter notre projet se situe à Sétif, nous avons synthétisé des recommandations bioclimatiques de la zone des hauts plateaux dans ce tableau (Tab.7) :

Tableau 7. Recommandations bioclimatique selon la zones des hauts plateaux en Algérie (Source : Auteur)

Recommandations	H3 période d'hiver (4mois)	E3-4-5 période d'été
1-orientation	1-Nor-Sud souhaitée avec occupation verticale des espaces	1-Nord-Sud (Est Ouest à proscrire)
2-espace entre bâtiment	2-plan compact en diminuant l'exposition des murs en contact avec l'extérieur	2-plan compact en diminuant l'exposition des murs avec l'extérieur ; avec cour intérieure pour les zones E4 et E5.
3-ventilation ou aération d'été		3-ventilation nocturne.
4-ouverture ; fenêtre	4-sur surface totale ouverture prévue, affecter pour captage soleil hiver surface vitrage sud égale a 0.15par m <sup>2</sup> plancher.	4-moyenne 25 à 40%pour la zone E3 Petite 15 à 25% pour les zones E4 et E5.
5-murs et planchers	5-murs et planchers massifs-inertie thermique journalière 8 heures compromis à prendre avec l'été.	5-murs et planchers massifs ; forte inertie thermique multi journalière avec couleurs claires.
6-toiture	6-toiture massive et isolée.	6-massive.forte inertie thermique multi journalière avec couleurs claires.
7-isolation thermique	7-isolation thermique toiture.	7-toiture isolée.
8-protection	8-d'hiver des vents de sable par plantations a feuilles persistantes qui poussent dans le sud.	8-protection d'été. Occultation totale ouvertures. Ouvertures Nord-Sud.
9-espaces extérieurs		9-emplacement pour le sommeil en plein air. Cuisine à l'extérieur.
10-vegetation	10-végétation à feuilles persistantes pour vents dominants froids et surtout de sable.	10-végétation ombrage murs et fenêtres.
11-chauffage passif	11-chauffage passif par stockage murs massifs inertes-déphasage 8 à 12 heures ou vitrage sud.	
12-climatisation		12-climatisation naturelle par humidification de l'air.

## II.1.7. La problématique bioclimatique en Algérie :

La maîtrise des consommations d'énergie arrive au premier rang des politiques qu'il faut rapidement mettre, et justement l'Algérie essaye de réduire la consommation des produits pétroliers, en faveur d'une diminution des rejets des gaz à effet de serre, et de fonctionnement de certains appareils et engins qui ne peuvent fonctionner sans cette énergie polluante .

Par contre, au niveau du domaine de bâtiment, l'Algérie, bien qu'elle connaisse depuis bientôt une décennie, un développement intense et soutenu des secteurs du bâtiment et de la construction que ce soient pour les grands projets de l'état (un million de logements sociaux) ou les grands projets immobiliers (résidentiel, tertiaire), n'intègrent pas trop, les exigences des

normes internationales en matière de performances énergétiques et environnementales, aux processus de conception et de construction.

Ceci conduit d'ores et déjà à de grandes pressions sur les ressources et des impacts importants sur l'environnement, donc les labels énergétiques des bâtiments sont indispensables.

D'après l'étude effectuée sur les labels ci-dessous, on remarque que chaque pays possède un ou plusieurs labels énergétiques de critères différents ce qui nous mène à poser la question : « pourquoi l'Algérie ne possède pas un label énergétique qui répond à ses différentes caractéristiques climatiques spécifiques ? »

## II.1.8. Les labels :

### II.1.8.1. Définition du label :

C'est une étiquette ou marque spéciale créée par un syndicat professionnel, et apposée sur un produit destiné à la vente, pour en certifier l'origine, la qualité et les conditions de fabrication en conformité avec des normes préétablies. (On dit aussi label de qualité.)



### II.1.8.2. Types de label :

Il existe deux types de label montrés ci-dessous (Fig.41) :

Labels énergétiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Après obtention, une construction est donc certifiée avoir au minimum un certain niveau de performances en fonction du label et du type de bâtiment. Par exemple, acquérir un logement labellisé BBC Effinergie ou Effinergie+.</li></ul>
Labels écologiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'écolabel est la labellisation officielle de produits présentant des avantages écologiques comme c'est le cas pour certaines peintures, colles, filtres à café, sacs poubelles, ...</li></ul>

Figure 41. Les types des labels  
Source : Auteur

Sur le plan bioclimatique, et à l'échelle architecturale on s'intéresse beaucoup plus aux labels énergétiques.

### II.1.8.3. Les labels énergétiques existants :

En plus du label « **HQE** »<sup>8</sup> qui est une démarche qui récompense l'éco-construction via le calcul du coût global comprenant le bilan énergétique et les cycles d'entretien de l'habitat, il existe d'autres labels français à caractère quantitatif représentant une classification selon la consommation énergétique d'un bâtiment ; qui sont mentionnés dans le tableau suivant (Tab.8) :

Tableau 8. Les labels énergétiques français (Source : Auteur)

Labels énergétiques	Description
BBC	*BBC ou <b>bâtiment basse consommation</b> désigne un bâtiment pour lequel la consommation énergétique nécessitée pour le chauffer et le climatiser est diminuée dont les besoins de chauffage durant l'année sont inférieurs à <b>50 KWh/m<sup>2</sup>/an.</b>
HPE	*Le label Haute Performance Energétique exige une consommation d'énergie inférieure à <b>10 %</b> à la consommation de référence définie par la « <b>RT 2005</b> » <sup>9</sup> .
THPE	*Le label Très Haute Performance Energétique nécessite une consommation conventionnelle d'énergie au moins inférieure de <b>20 %</b> à la consommation de référence définie par la RT 2005.
Bâtiment passif	* Il a un surcoût mais il réduit la consommation d'énergie, les besoins de chauffage dans l'année doivent être inférieurs à <b>15 KWh/m<sup>2</sup>/an.</b>
Bâtiment à zéro énergie	*C'est un bâtiment autonome, la demande résiduelle d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des locaux doit être totalement compensé par l'énergie produite sur place (par les panneaux photovoltaïques, panneaux solaire thermique, etc...)
Bâtiment à énergie positive	*C'est un bâtiment qui produit l'énergie (électricité) plus qu'il en consomme.

Ils existent ainsi d'autres labels européens qui sont similaire au label BBC en France, le tableau suivant (Tab.9) résume les principales différences entre ces labels :

Tableau 9. Exemples de labels internationaux (Source : Auteur)

Labels énergétiques	Pays	Besoins du chauffage du bâtiment par an	Besoins globaux par an
BBC	France	Ils doivent être inférieurs à <b>50KWh/m<sup>2</sup>/an</b>	Ils doivent être inférieurs à <b>100 KWh/m<sup>2</sup>/an</b>
PassivHaus	Allemagne	Ils doivent être inférieurs à <b>15KWh/m<sup>2</sup>/an</b>	Ils doivent être inférieurs à <b>120 KWh/m<sup>2</sup>/an</b>
Minergie	Suisse	Ils doivent être inférieurs à <b>38KWh/m<sup>2</sup>/an</b> pour les bâtiments neufs et de <b>60 KWh/m<sup>2</sup>/an</b> pour les bâtiments rénovés.	

Il existe également d'autres labels qui sont similaires à l'HQE en France comme : le LEED américain qui est très influent au niveau international, le BREEAM qui est référentiel au Royaume-Uni, et le Green Star en Australie.

<sup>8</sup> **La Haute Qualité Environnementale HQE** est une démarche globale de management du projet visant à minimiser l'impact d'un bâtiment sur son environnement (intérieur, local ou global), durant l'ensemble de son cycle de vie. Elle était lancée au début des années 90 par l'Association HQE en France.

<sup>9</sup> **La RT réglementation thermique française** est celle cadrant la thermique des bâtiments pour les constructions neuves en France. Elle a pour but de fixer une limite maximale à la consommation énergétique des bâtiments neufs pour le chauffage, la ventilation, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage (tout dépend les zones climatiques en France).

## II.1.9. Les outils graphiques de l'analyse bioclimatique :

Il s'agit de plusieurs outils qui aident le concepteur à avoir un bâtiment qui s'inscrit dans une démarche bioclimatique, en localisant précisément la zone du confort et ses caractéristiques, dans un lieu déterminé en considérant ses paramètres climatologiques (Tab.10).

Tableau 10. Les outils d'analyse bioclimatique (Source : Auteurs)

Outil	Description	Illustration
Le diagramme d'OLGYAY	*C'est un diagramme bioclimatique qui considère deux variables fondamentales pour le confort : la température et l'humidité, ainsi que d'autres mesures correctives comme la vitesse du vent, le rayonnement et l'évaporation.	<p>Figure 42. Le diagramme d'Olgay (Source : Hernandez, 2014)</p>
Le diagramme de GIVONI	Il définit des limites d'ambiances thermiques confortables (une zone du confort et une zone de condition supportable) *Son objectif est d'arriver à instaurer un environnement intérieur confortable peu dépendant de celui qui règne à l'extérieur en utilisant les matériaux et l'enveloppe du bâtiment.	<p>Figure 43. Le diagramme de Givoni (Source : Izard, non daté)</p>
La gamme du confort de DE DEAR et BRAGER	Cette gamme est un outil permettant de déterminer la température du confort (température neutre) à l'intérieur d'un bâtiment à ventilation naturelle en fonction de la température extérieure	<p>Figure 44. La gamme de confort de De Dear (Source : ASHRAE, 2004)</p>
Le diagramme d'EVANS	*Il suggère différentes stratégies permettant d'instaurer un seuil satisfaisant du confort selon la température moyenne mensuelle et l'amplitude thermique. * Il représente 4 zones du confort : A zone du confort pour les activités sédentaires, B zone du confort pour dormir, C zone du confort pour les mouvements intérieurs, D zone du confort pour les mouvements extérieurs.	<p>Figure 45. Le diagramme d'Evans (Source : Evans, 2007)</p>
Le diagramme Szokolay	*La particularité de ce diagramme comparé aux autres est la considération de la température neutre et la température effective, ce qui permet de définir des zones du confort selon la spécificité de chaque climat	<p>Figure 46. Le diagramme d'Szokolay (Source : Szokolay, 1979)</p>
Les tables de MAHONEY	*Ils se présentent sous forme d'une série de tables référentielles (table des données climatique d'un lieu, table de diagnostic du confort de ce lieu, table de recommandation à l'échelle urbaine et architecturale) afin d'assurer un seuil très satisfaisant du confort hygrothermique.	

## II.2. CONCEPTS LIES A LA THEMATIQUE DU PROJET :

Le projet que nous allons réaliser s'inscrit dans la notion de la protection de l'environnement ainsi que dans le cadre du tourisme en général et du tourisme culturel scientifiquement.

### II.2.1. Le tourisme :

Selon l'office mondial de tourisme OMT : « le tourisme est un phénomène social, culturel et économique qui implique le déplacement de personnes vers des pays ou des endroits situés en dehors de leur environnement habituel à des fins personnelles ou professionnelles ou pour affaires. Ces personnes sont appelées des visiteurs (et peuvent être des touristes ou des excursionnistes, des résidents ou des non-résidents) et le tourisme se rapporte à leurs activités, qui supposent pour certaines des dépenses touristiques. »

Il se trouve sous différentes formes (Fig.47) :

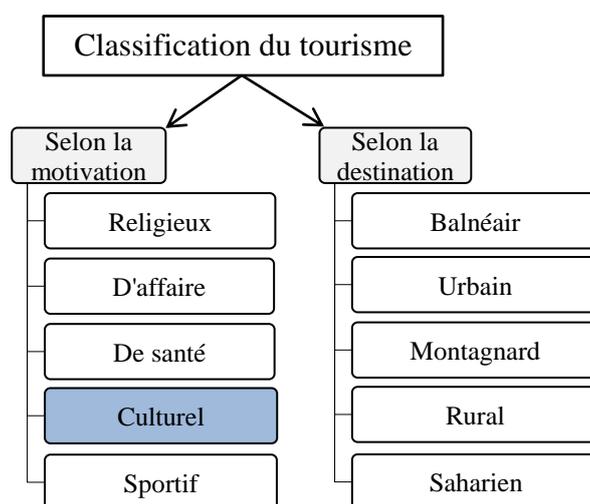


Figure 47. Les types du tourisme (Source : Auteur)

#### II.2.1.1. Le tourisme culturel :

Le tourisme culturel est une forme de tourisme qui a pour but de découvrir le patrimoine culturel d'une région et, par extension, le mode de vie de ses habitants (Fig.48).

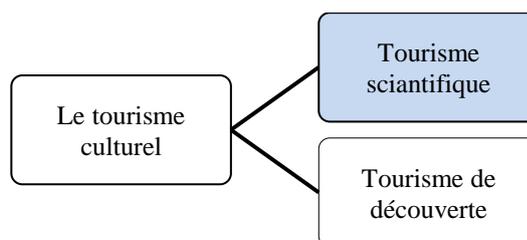


Figure 48. Types de tourisme culturel (Source : Auteur)

### II.2.1.1.A. Le tourisme scientifique :

C'est une forme de tourisme qui consiste à faire découvrir aux visiteurs des sites du patrimoine scientifique tels que la faune et la flore, les cités scientifiques, les centres de culture scientifique, ou des centres de science, avec pour objectif de partager une certaine culture scientifique avec eux.

Il se divise en plusieurs types (Fig.49):

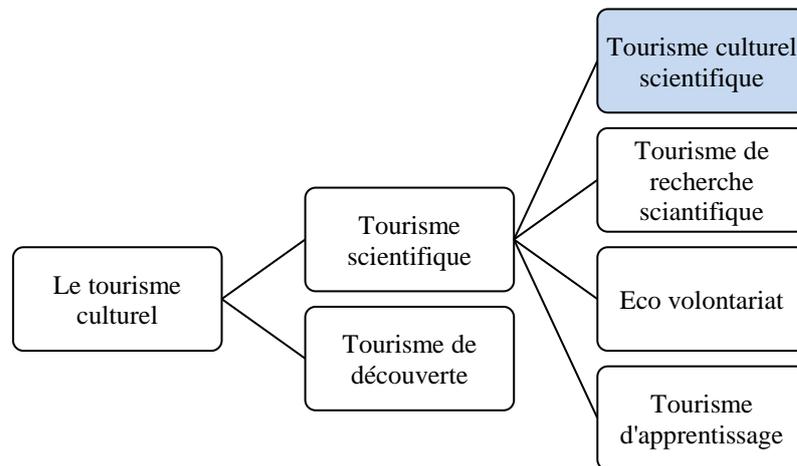


Figure 49. Les types du tourisme scientifique (Source : Auteur)

#### II.2.1.1.A.a. Le tourisme culturel scientifique :

Le tourisme culturel-scientifique, correspond à un tourisme culturel et patrimonial bénéficiant d'un encadrement (médiation, animation, interprétation scientifique).

La dimension scientifique est partie intégrante de l'offre, ce qui la distingue des produits touristiques classiques. Les notions de culture et de patrimoine bénéficient ici d'une définition large intégrant les environnements naturels et sociaux et les dimensions historiques et territoriales.

Il est généralement plus participatif que les autres formes de tourisme puisque les participants ne se contenteront pas d'écouter les explications de leurs guides, mais pourront participer aux différentes activités.

#### II.2.1.1.A.b. Les caractéristiques du tourisme culturel scientifique :

- ✓ Organisé pour les touristes, les étudiants, les chercheurs, etc...
- ✓ Prendre en considération les sciences naturelles et la culture locale
- ✓ Dans des établissements spécialisés : centre d'environnement, centre de la nature, centre de recherche de la biodiversité, maison d'environnement, etc...

## II.2.2. L'éco-citoyenneté et l'environnement :

L'écocitoyenneté, qui vient de l'écologie et de la citoyenneté, est la conscience écologique d'appartenir à un environnement (terre, continent, ou pays selon l'échelle) qui garantit son existence, ce qui implique pour lui des droits et des devoirs par rapport à un territoire. Par exemple : le droit de jouir d'un environnement sain et le devoir de ne pas le polluer pour conserver cet environnement sain.

### II.2.2.1. L'environnement en Algérie :

Avec les potentialités qu'offre le territoire algérien en termes de richesses patrimoniales, de « **diversités paysagères** »<sup>10</sup> et de particularités de ces régions, le tourisme peut tenir une partie très importante dans l'économie du pays.

Au-delà du facteur économique le tourisme est un secteur qui permet de promouvoir un territoire, de renforcer une identité et de faire connaître des richesses culturelles à travers un tourisme international ; Le développement de ce secteur peut aussi nous permettre à nous Algériens de mieux connaître notre pays à travers un tourisme national.

### II.2.2.2. Les menaces sur l'environnement :

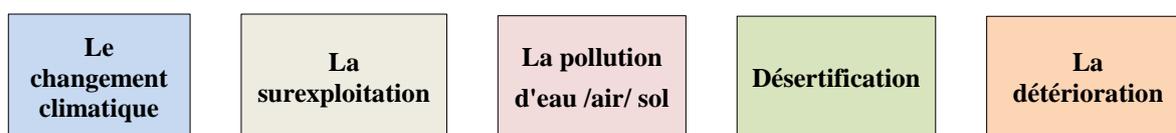


Figure 50. Les menaces sur l'environnement (Source : Auteur)

### II.2.2.3. La notion de l'éducation et de sensibilisation à la protection de l'environnement :

L'éducation relative à l'environnement est conçue comme un processus permanent dans lequel les individus et la collectivité prennent conscience de leur environnement et acquièrent les connaissances, les valeurs et les compétences, l'expérience, et aussi la volonté qui leurs permettront d'agir pour résoudre les problèmes actuels et futurs de l'environnement.

Elle implique au service d'agir pour l'environnement et d'acquérir :

- ✓ Du savoir (prise de conscience et connaissance).
- ✓ De savoir-faire (compétence et expérience).
- ✓ De savoir-être (valeur et volonté).

<sup>10</sup> L'Algérie compte quatre écosystèmes différents, l'écosystème **littoral** (marin) au Nord, l'écosystème **montagnard**, l'écosystème **steppiques** et l'écosystème **saharien**.

## II.3. LES CENTRES DE SENSIBILISATION À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT :

### II.3.1. Définition :

Centre d'environnement, maison d'environnement, maison de la nature, c'est une structure intercommunale, elle a pour mission l'éducation et la sensibilisation à l'environnement et au développement durable, elle s'attache à enrichir son offre en fonction des besoins en initiation à la nature.

### II.3.2. Rôle des centres de sensibilisation à la protection de l'environnement :

- ✓ Développer au sein de la population une meilleure connaissance de l'environnement et une grande conscience des problèmes écologiques.
- ✓ Faire comprendre en quoi toute activité humaine a un impact sur l'environnement.
- ✓ Contribuer à l'observation de l'environnement.
- ✓ Mieux appréhender les relations homme-nature.

### II.3.3. Le fonctionnement de centre de sensibilisation à la protection de l'environnement :

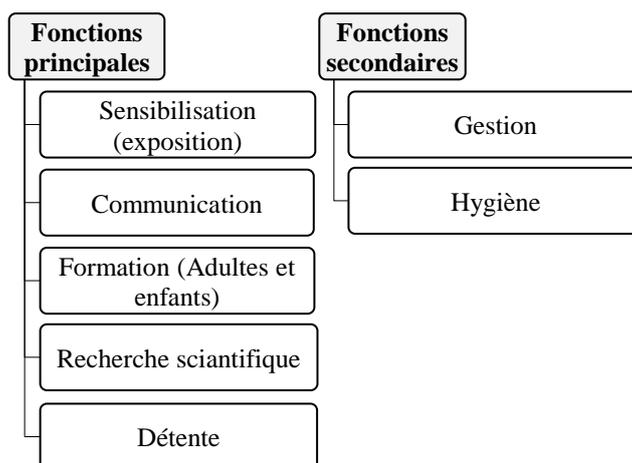


Figure 51. Les fonctions principales et secondaires d'un centre de l'environnement (Source : Auteur)

Chaque fonction que ce soit principale ou secondaire contient plusieurs espaces :

- \* Sensibilisation : des salles d'expositions, des galeries, planétarium,...etc.
- \* Formation : des ateliers, des salles de cour, bibliothèque.
- \* Communication : conférence.
- \* Recherche scientifiques : des laboratoires de recherche.
- \* Hygiène et gestion : administration, gestion technique, des locaux d'entretien,...etc.

Ces espaces se diffèrent d'un centre d'environnement à un autre, tout dépend sa spécificité et sa vocation.

### II.3.4. L'importance des centres de sensibilisation à la protection de l'environnement

Les centres de l'environnement occupent une position très importante car ils touchent à la fois la dimension : culturelle, écologique, touristique et économique.

Ils permettront de ressouder les liens sociaux et culturels autour des préoccupations environnementales de tout ordre, elles organisent régulièrement à cet effet différents événements (formations, expositions, conférences, animations,), ils participeront à créer une éco-citoyenneté à travers la sensibilisation au besoin de la protection de l'environnement.

De plus, ils favorisent et ils encouragent le tourisme national et international, qui représente l'un des principaux piliers du développement et de progrès économique des pays.

### II.3.5. Les différents usagers des centres de l'environnement :

Le centre d'environnement assure une mixité fonctionnelle (tourisme culturel, recherche scientifique.) et également une mixité sociale et intergénérationnelle (Fig.52).

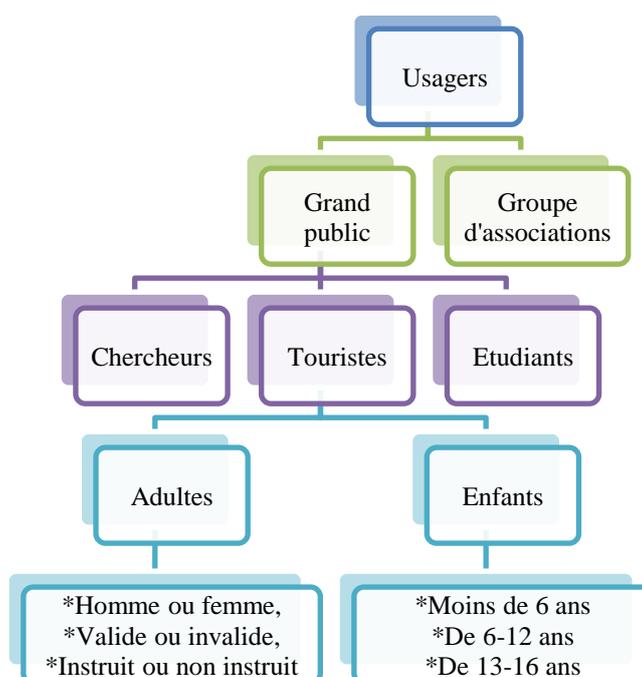


Figure 52. Les usagers des centres de l'environnement (Source : Auteur)

### II.3.6. Les principes d'aménagement des parcelles des centres d'environnement :

#### II.3.6.1. L'implantation des centres d'environnement :

Les centres de sensibilisation à la protection de l'environnement peuvent être implantés dans deux milieux :

✓ **Milieu urbain** : Au sein des centres villes et des extensions, ces centres sont des sources d'innovation et de créativité qu'il faut les valoriser dans la société pour assurer un développement culturel et économique, aussi ils ont pour objectif de sensibiliser les citoyens à l'importance de l'environnement.

✓ **Milieu rural** : Au cœur des parcs écologiques et des milieux naturels, le centre d'environnement a pour objectif de sauvegarder la nature et de renforcer le tourisme rural, ainsi que sensibiliser les gens sur les impacts de la rupture entre la ville et la nature.

### II.3.6.2. Continuité paysagère :

L'aménagement de la parcelle doit être conçu d'une manière à faciliter les contacts visuels entre les principaux angles de l'assiette, ainsi qu'entre l'extérieur naturel et l'intérieur à travers l'usage.

### II.3.6.3. Éléments naturels :

La nature est composée de deux mondes : le monde marin et le monde terrestre, alors le projet doit être intégré dans une ceinture écologique continue que ce soit en milieu urbain ou en milieu rural, en planifiant des trames vertes représentées par les verdure, et des trames bleues représentées par les points d'eau, autour du bâti, cela constitue une alliance entre la thématique du projet et la bâtisse elle-même pour rapprocher les gens à la diversité naturelle.

### II.3.6.4. L'accessibilité :

Un centre d'environnement doit être bien accessible, il existe 3 types d'accès public, privé et d'approvisionnement ; les liaisons piétonnes et cyclables doivent être prises en compte (Fig.53), ainsi que l'intégration à ces liaisons, des traitements qui facilitent aux personnes à mobilité réduite PMR (mal ou non-voyantes, handicapées...) leurs circulations (Fig.54).

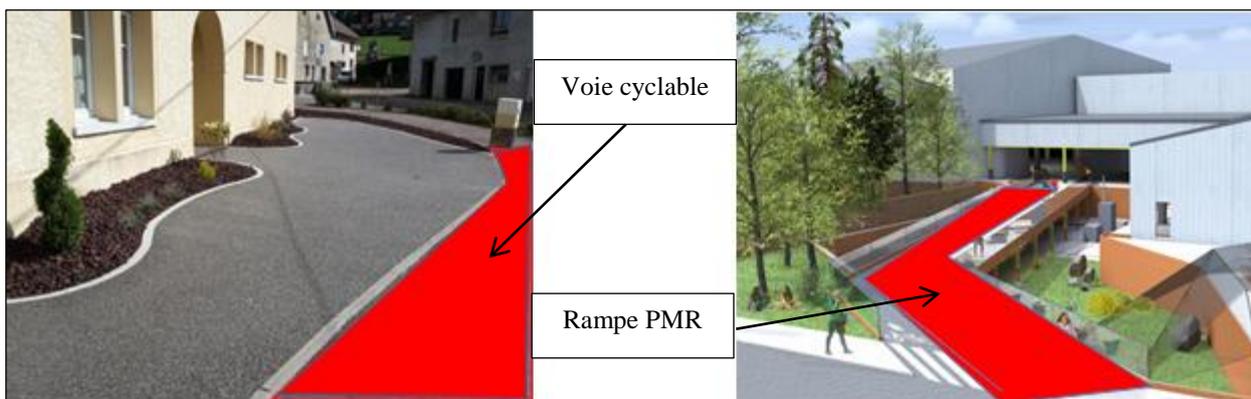


Figure 53. Les différentes voies (source : auteur)

Figure 54. Les différents accès (Source: Auteur)

## II.4. ANALYSE D'EXEMPLE : CENTRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITE :

### II.4.1. Présentation et accessibilité du projet

\*Client : Université de Montréal. Superficie des planchers brute : 5 100m<sup>2</sup>, Nombre d'étages : 03 étages

\*Contexte : le Centre de l'environnement et de recherche sur la biodiversité est situé au Jardin botanique de la ville de Montréal, est un projet conjoint de la Faculté des Arts et des Sciences de l'Université de Montréal et de l'Institut de Recherche en Biologie Végétale.



Source : site web : projetsverts

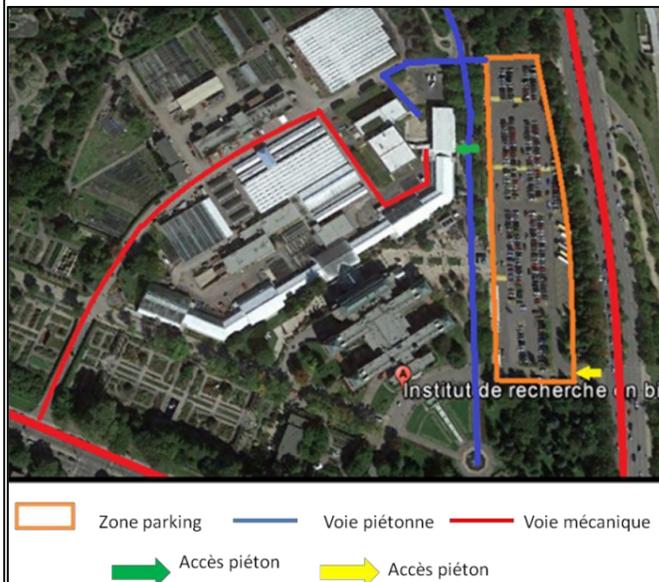


Figure 54. Accessibilité au projet. Source : Google Map édité par auteur

### II.4.2. Analyse fonctionnelle du projet

\*Le bâtiment se décline en 03 volumes. L'un, dit la vitrine une salle d'exposition ouverte au public. Les deux autres forment un pavillon ou sont répartis sur 02 et 03 étages, plus un sous-sol. L'espace d'exposition est relié au pavillon par un corridor vitré.



Figure 55. Composition volumique du centre  
Source : site web : projetsverts

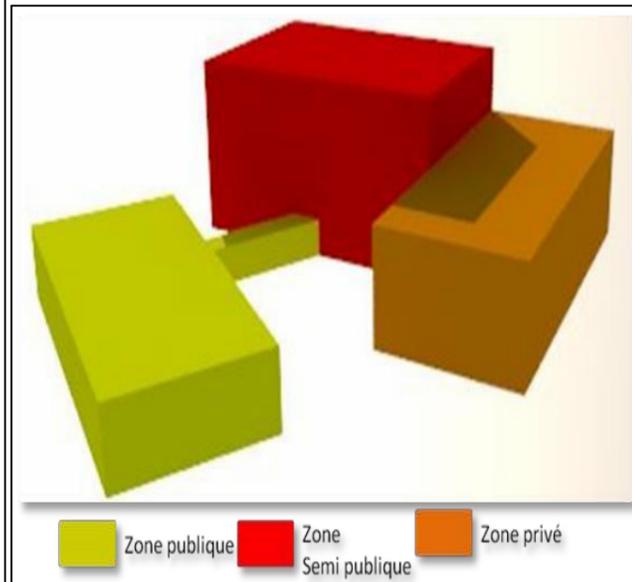


Figure 56. Hiérarchisation de publique Source : auteur

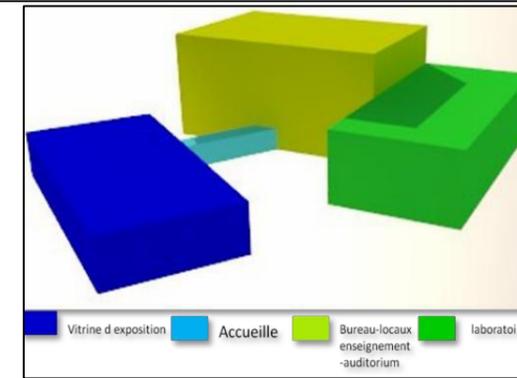


Figure 57. Organisation fonctionnelle. Source: Auteur

### II.4.3. Analyse architecturale du projet

#### \*Typologie & Volume & Gabarit

\*Bloc en groupement : une composition des volumes parallélépipédique, bloc en L + un bloc linéaire relié par un passage en formant une cour centrale.

-La vitrine d'exposition : RDC

-Les bâtiments de recherche : R+2, R+3

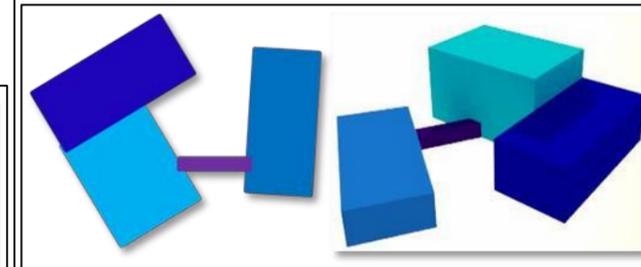


Figure 58. Typologie et gabarit. Source : auteur

### II.4.4. Aspects écologiques du projet

#### \*Gestion d'eau de pluie

-une grande partie de l'eau de pluie en toiture est récupérée pour la chasse des toilettes et des urinoirs, lesquels ont un débit réduit.

-L'eau de pluie non récupérée percole à même le site permettant une infiltration naturelle vers la nappe phréatique.

### \*Matériaux et ressources:

\*Utilisation des matériaux écologiques locaux durables et recyclables : 25 % de matériaux extraits et fabriqués localement ont été utilisés, notamment la pierre de Champlain, la poussière de pierre, l'ardoise, les éléments de béton, le gypse, le bois d'ébénisterie et le bois torréfié. La majorité du bois utilisé est certifié FSC. De plus, plusieurs matériaux tels que l'acier, le gypse, le verre, les isolants, les carreaux.

### II.4.5. Les points à retenir :

- À l'échelle urbaine avoir un projet accessible : Mécanique, piétonne au but de favoriser la mobilité douce. Intégré le projet à un aménagement qui fait rappeler à la thématique (un jardin botanique).

-A l'échelle de bâti : la hiérarchisation des grandes fonctions de centre (exposition. Recherche. Formation) selon une logique de passer de publique, semi publique au privé.

-Créer des espaces polyvalentes qui sert à différentes tâches telle que l'exposition temporaire.

-Récupération des eaux pluviales pour l'alimentation des chasses d'eau ainsi que le bon choix des matériaux (écologique, durable et recyclable).

### III. PARTIE 3 : ECHELLE SPECIFIQUE :

Vitruve a énoncé quatre principes de l'architecture, qu'un bâtiment doit avoir de manière équilibrée :

- Localitas : bien situé, intégré à son environnement.
- Voluptas où venustas : être beau, esthétiquement bien conçu.
- Firmitas où necessitas : tenir debout, au besoin pendant longtemps.
- Comoditas : être confortable et fonctionnel, conforme aux besoins de l'utilisateur.

Cette partie concerne le quatrième principe Comoditas ou la notion de confort en se focalisant sur l'aspect hygrothermique.

#### III.1. CONCEPTS LIES A LA NOTION DU CONFORT :

##### III.1.1. Présentation :

« Les choix architecturaux et techniques étant les leviers majeurs pour améliorer, concevoir et rénover des bâtiments alliant performances éco énergétiques, intelligence créative et confort. » (ArchiWIZARD, WEB, 2015)

C'est l'un des aspects du travail de l'architecte d'assurer un environnement confortable à l'intérieur des bâtiments qu'il construit. Assurer une bonne qualité de l'environnement intérieur c'est entre autres satisfaire les besoins des occupants, donc assurer leur confort. Le confort est une notion subjective qui résume tout un ensemble de sensations.

##### III.1.2. Critère du confort :

Les paramètres sur lesquels l'architecte peut avoir de l'influence, interviennent dans le confort en général sont les suivants (Fig.61) :

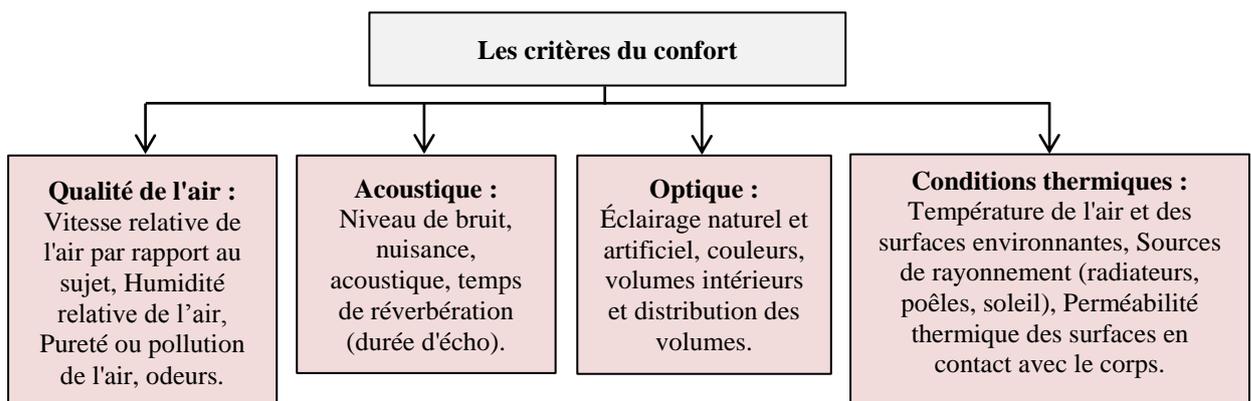


Figure 59. Les critères du confort (Source : Auteur)

### III.1.3. Types du confort :

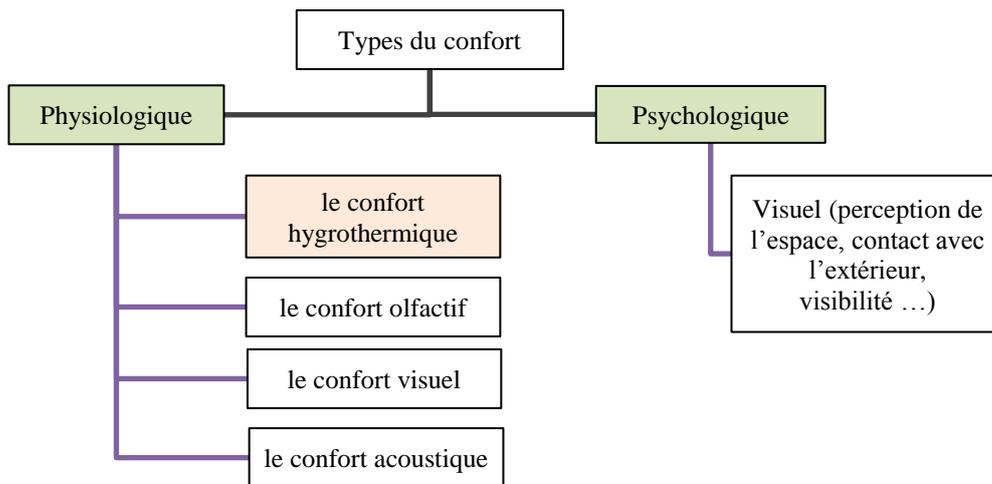


Figure 60. Les différents types du confort (Source : Auteur)

### III.1.4. Le confort hygrothermique :

#### III.1.4.1. Définition du confort hygrothermique :

L'hygrométrie, c'est-à-dire le degré d'humidité présent dans l'air intérieur d'une habitation, est capital pour le bon équilibre du bâtiment et le respect de la santé de ses occupants.

N'oublions pas qu'en respirant, chacun d'entre nous produit 40 grammes de vapeur d'eau par heure lorsque nous dormons et jusqu'à 150 grammes par heure lorsqu'on est en activité.

Mesuré par un hygromètre, ce taux est idéalement compris entre 30 et 70 %, fourchette dans laquelle l'hygrométrie n'influence que très peu la sensation de confort thermique.

#### III.1.4.2. Caractéristiques du confort hygrothermique :

On peut caractériser le confort hygrothermique en 3 points :

- Hygrométrique (lié uniquement à l'humidité spécifique).
- Thermique (lié uniquement à la température).
- Hygrothermique (lié à la température et à l'humidité spécifique).

#### III.1.4.3. Les conditions du confort hygrothermique :

Les conditions dépendent de la région et de la saison, généralement assurer un confort hygrothermique signifie :

- Une température constante en toute saison entre 18 °C et 22 °C.
- Une différence maximale moyenne de température entre l'air intérieur et les parois de 3 °C
- Un taux d'humidité limité entre 40 et 60 %.

Ce diagramme (Fig.63) définit la zone du confort hygrothermique ainsi que les zones à éviter :

\* Zone 1 à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.

\* Zones 2 et 3 à éviter vis-à-vis des problèmes de moisissure de bactéries.

\* Zone 4 le polygone du confort hygrothermique.

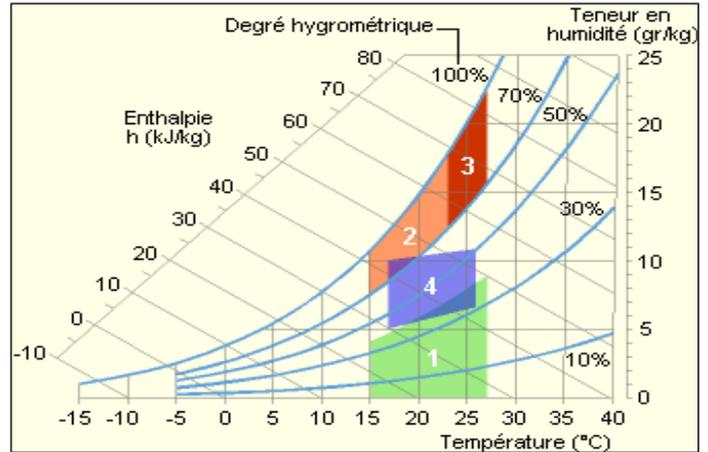


Figure 61. Diagramme de plage du confort (Source : Barbarin, 2015)

#### III.1.4.4. Les objectifs du confort hygrothermique :

Les risques de dégradation du bâti et d'inconfort pour l'occupant liés à un taux d'hygrométrie excessif dans un bâtiment sont de deux natures :

\* La condensation qui se forme sur la paroi en contact avec l'air extérieur lorsque l'air intérieur est chaud et l'air extérieur froid.

\* La vapeur d'eau dégagée par toute activité humaine (jusqu'à 14 litres par jour dans une habitation moyenne) qui a tendance à condenser sur les parois froides (celles en contact avec l'extérieur).

#### III.1.4.5. Comment assurer et améliorer le confort hygrothermique :

Le confort hygrothermique dépend de plusieurs paramètres connus :

- Le métabolisme qui est la production de chaleur interne au corps humain.
- L'habillement qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.
- La température moyenne des parois.
- Température de l'air ambiante.
- Humidité relative.
- La vitesse de l'air.

Dans le but d'assurer le confort hygrothermique et influencer ces différents paramètres, plusieurs dispositifs et système passifs sont conseillés comme : le puits canadien, « les **Badgir** »<sup>11</sup>, la végétation, disposition et taille des ouvertures, choix de type d'isolation thermique et de matériaux écologiques, les atriums et les patios, moucharabieh ainsi que les brises solaires, etc...

<sup>11</sup> Un **badgir** ou « tour du vent » est un élément traditionnel d'architecture persane utilisé depuis des siècles pour créer une ventilation naturelle dans les bâtiments.

À partir de tout ce qui a été dépourvu, l'atrium semble la solution pour améliorer et assurer le confort hygrothermique au sein de notre projet, il touche à la fois, l'ambiance thermique en créant un microclimat et l'ambiance aéraulique en assurant une qualité de ventilation adéquate, ainsi que son caché identique qui fait référence à l'architecture méditerranéenne qui influence de nombreuses villes algériennes.

### III.2. CONCEPTES LIÉS A L'ATRIUM :

#### III.2.1. Définition de l'atrium :

L'atrium est un espace intérieur fortement vitré en couverture pour recevoir de la lumière naturelle, il joue un rôle d'espace tampon climatique.

Généralement il sert le plus souvent de lieu de rencontre et de circulation. Il abrite fréquemment des coursives et passerelles. La question environnementale et la conservation d'énergie est devenue un enjeu important dans la conception des bâtiments. C'est ainsi que, l'avantage environnemental de l'atrium a été favorisé de nouveau comme une conception caractérisée par une économie d'énergie.

#### III.2.2. Typologie générale des atriums :

La conception de tels lieux est sujette à la créativité de l'architecte qui souvent veut en faire l'élément autour duquel s'articulent d'autres parties du projet. Aujourd'hui plusieurs configurations de l'atrium sont possibles, elles sont définies en fonction de sa position par rapport à l'enveloppe du bâti (Fig.64) :

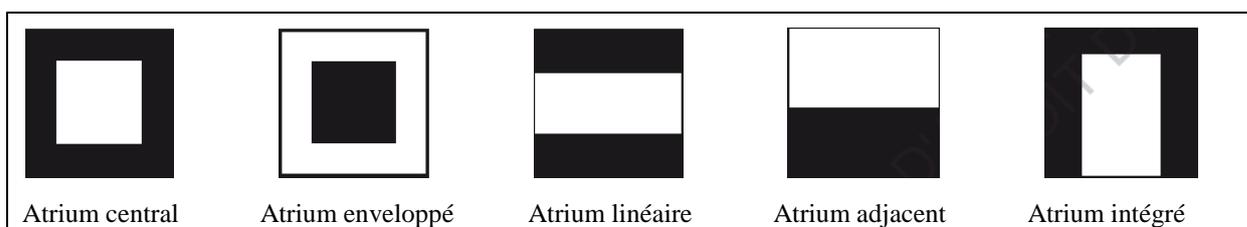


Figure 62. Les différentes typologies de l'atrium (Source : Plassart, 2015)

En se référant aux travaux de **Plassart, 2015**, les atriums centraux et linéaires sont recommandés pour un équilibre des ambiances, c'est pour cela qu'on a choisi ensuite dans la phase de la conception, un atrium linéaire, en plus il offre un compromis entre l'intériorité et l'intimité.

### III.2.3. Le confort hygrothermique dans l'atrium :

Depuis une dizaine d'année, l'utilisation de l'atrium a été relancée grâce à ces apports énergétiques et bioclimatiques qui sont devenus actuellement, parmi les premières cibles dans le domaine du bâtiment.

#### III.2.3.1. Ambiance thermique générée par l'atrium :

Les rayonnements solaires qui traversent l'atrium, lui procure un espace tempéré avec une température supérieure ou inférieure à celle à l'extérieur, il est considéré comme un régulateur thermique. Ainsi, cet espace tampon est un atout pour les régions où l'hiver est froid, tel que Sétif (notre cas d'étude), donc l'atrium va récupérer la chaleur qui sert au chauffage.

\* **En hiver**, dès que le soleil apparait, l'atrium réagit immédiatement (Fig.65), les ambiances thermiques dans cette période sont liées à l'effet de serre induit par la surface vitrée, l'importance des échanges radiatifs (solaire et thermique) et la stratification des températures d'air.

\* **En été**, à l'inverse, il faut contrôler la surchauffe par des dispositifs d'ombrage amovibles ou l'utilisation de vitrages verticaux, cette stratégie est doublement efficace, car elle concentre les apports thermiques en hauteur, tout en les limitant en partie basse (Fig.65).

Pour éviter le phénomène de surchauffe, une ventilation efficace est également nécessaire.

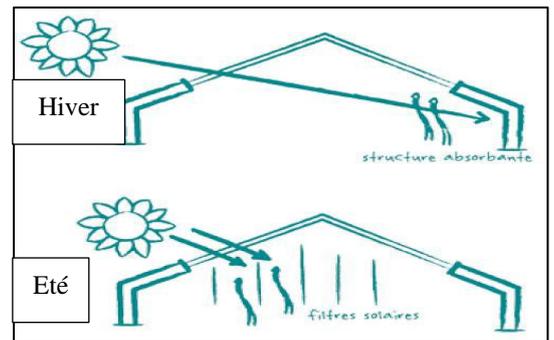


Figure 63. Structures absorbantes dans un atrium (Source: Energie plus)

#### III.2.3.2. Ambiance aéraulique générée par l'atrium :

L'atrium modifie les mouvements d'air dans le bâtiment qui eux-mêmes varient en fonctions des saisons.

En hiver (Fig.66), l'air dans l'atrium est plus élevé qu'à l'extérieur, avec une prise d'air dans l'atrium, un préchauffage de l'air est réalisé pour ensuite être diffusé dans les espaces adjacents, l'air du bâtiment est ainsi recyclé.

En été (Fig.66), grâce au mouvement de l'air traversant de l'extérieur vers l'atrium et de l'effet de cheminée, l'atrium est refroidi. La ventilation est possible si des ouvertures sont créées au niveau du sol et de la toiture.

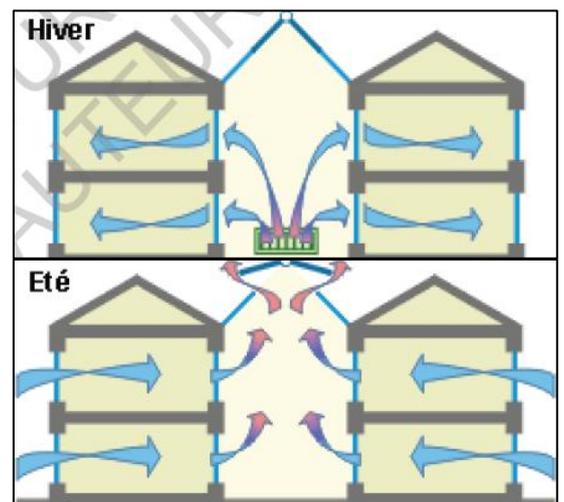


Figure 64. Les mouvements de l'air dans l'atrium (Source: Energie plus)

### **III.3. RETOUR D'EXPERIENCE :**

#### **III.3.1. Présentation de l'étude :**

Dans le cadre des études des atriums par rapport au confort hygrothermique, nous avons fait référence au travail du magistère réalisé par (**Rahal, 2011**), sous thème : L'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics « cas d'étude : la maison de culture à Jijel »

#### **III.3.2. L'objectif de l'étude :**

L'objectif de ce travail est de déterminer le comportement thermique des espaces atriums sous nos latitudes, et valoriser la ventilation naturelle dans ce dernier comme stratégie passive de rafraîchissement en été, dans l'optique de contribuer à l'amélioration de la conception des atriums adéquats à notre climat. Dans ce contexte, ce travail s'étale sur deux parties, la première : une investigation qui est représentée en une campagne de mesures « in situ » élaborée dans l'atrium de la maison de la culture de la ville de Jijel, durant deux périodes estivales et hivernales, où plusieurs scénarios ont fait l'objet d'une étude sur les ambiances thermiques-aéraulique; et une deuxième partie qui est représentée dans une simulation numérique par le logiciel de modélisation dynamique de bâtiment afin de prédire le comportement aéraulique en présence d'une ventilation naturelle, et l'effet rafraîchissant de celle-ci sur les surchauffes et la stratification thermique dans l'espace atrium durant la période estivale.

#### **III.3.3. Présentation du bâtiment :**

La maison de la culture OMAR OUSSEDIK de la ville de Jijel, c'est une construction moderne qui date de 2007 située sur la colline 'EL-AAKABI au côté Sud-Est de la ville.

La construction est en monobloc à trois niveaux (R+2), avec un procédé de construction système traditionnel (poteau-poutre), et remplissages briques. Double paroi en brique et lame d'air pour les murs extérieurs.

L'atrium représente le Hall central du bâtiment, espace de circulation et d'exposition, il a une forme cylindrique entourée par des coursives qui desservent les espaces adjacents, il est couvert à 100% par une coupole vitrée (Fig.67, Fig.68 et Fig.69, page.55). La typologie de l'atrium s'intègre dans le type central.

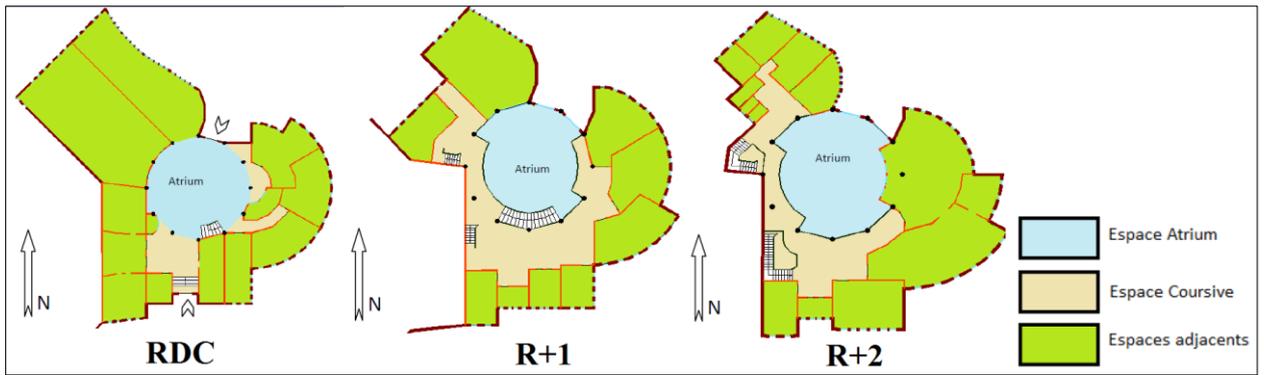


Figure 67. Les plans de la maison de la culture de Jijel (Source: Rahal, 2011)



Figure 68. Maquette de la maison de la culture de Jijel (Source: Rahal, 2011)

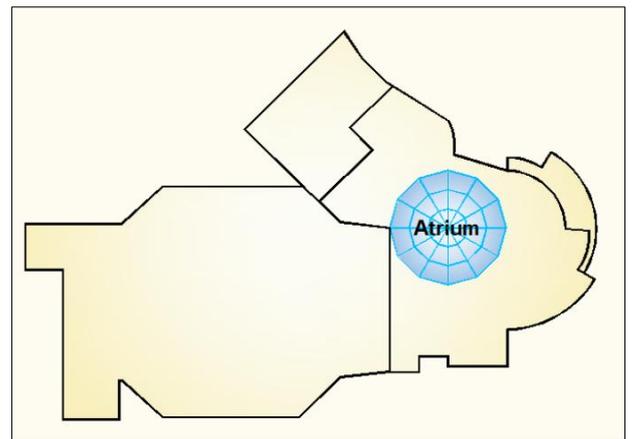


Figure 69. La position de l'atrium (Source: Rahal, 2011)

### III.3.4. Processus de l'étude et les résultats :

Dans le cadre de cette étude l'auteur a suivi 4 étapes : dans un premier lieu, elle a parlé de l'atrium comme une forme architecturale, ensuite des ambiances thermiques et aérauliques dans les atriums, après il a entamé l'étape d'investigation, et finalement la partie de la simulation numérique. La figure suivante (Fig.70) récapitule les résultats comparatifs de l'investivigation (mesures) et la simulation :



Figure 65. Figure comparative des résultats de la simulation et des mesures (Source : Rahal, 2011)

Les résultats de la comparaison illustrés dans la (Fig.70, page.55), présentent une évolution similaire entre la courbe des températures d'air mesurées, et celle calculée par le programme « Tas », avec un écart maximal de 2,3°C, alors qu'il est faible aux autres points. Cet écart peut être qualifié d'admissible. Ceci revient au comportement des usagers : bien qu'il soit pris en compte par le programme de calcul, il est évident qu'il n'est pas constant selon les tranches horaires définies pour le logiciel. L'écart observé entre les deux courbes revient également à la température de l'air extérieure utilisée dans le calcul, qui est celle de la station météorologique, le microclimat du site, a certainement ses particularités.

Du fait que l'espace atrium constitue un environnement extérieur pour ses espaces adjacents, donc une amélioration de son environnement thermique génère par la suite une amélioration dans les ambiances thermiques des espaces qui l'entourent. La figure suivante (Fig.71) montre l'évolution de température dans les différents espaces dans deux cas différents :

\* Cas A : cas d'été, les portes de RDC fermées (sans ventilation).

\* Cas E : cas d'hiver (une journée ensoleillée).

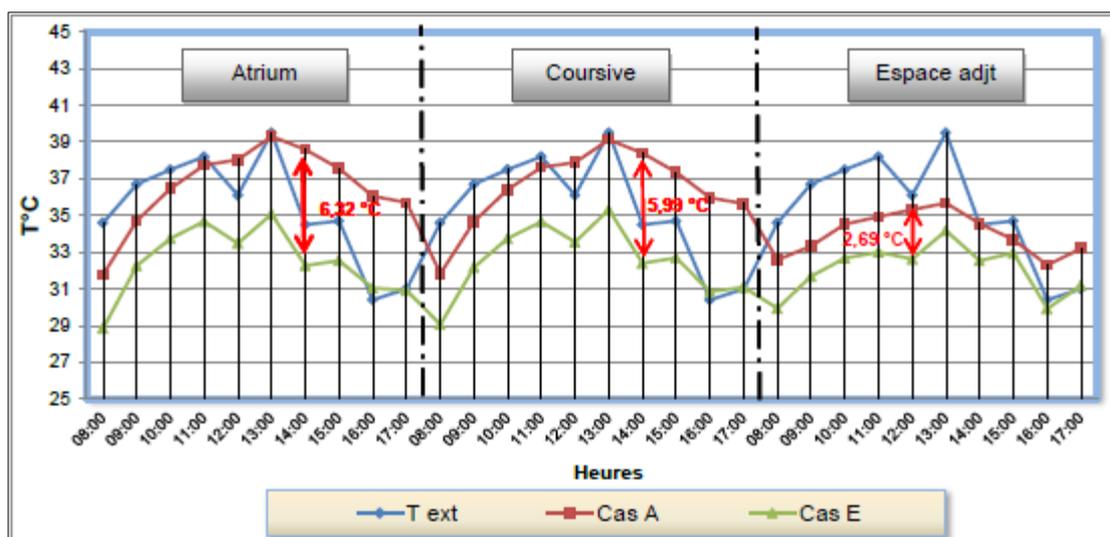


Figure 66. Figure comparative entre l'évolution des températures dans les espaces adjacents de l'atrium (Source : Rahal, 2011)

### III.3.5. Commentaires sur les résultats de la simulation :

Le résultat concerne l'effet rafraichissant de la ventilation naturelle à améliorer les températures d'air dans les atriums. Il est montré à travers les simulations qu'il est possible de ventiler convenablement ce type d'atrium si des ouvrants sont envisagés au niveau de l'enveloppe de l'espace atrium.

L'auteur a testé deux types de ventilations naturelles suivant la position des ouvrants, ventilation transversale et par tirage thermique, cette dernière a donné une baisse des températures internes qui atteint 6,32 °C à une heure critique de la journée, une diminution des

températures plus que celle enregistrée avec une ventilation transversale, du fait que la forme de l'espace atrium en tant que grand volume incite un bon déplacement de l'air en fonction de son hauteur importante, et la différence de densité d'air qui est amplifiée par le surchauffe génère par la toiture vitrée.

### **III.3.6. Recommandation tirées de l'étude :**

\* L'atrium améliore les ambiances aérauliques et thermiques en hiver, par contre en période estivale l'atrium est soumis aux problèmes de surchauffe.

\* La ventilation naturelle a un effet rafraichissant sur les surchauffes et les stratifications thermique dans l'atrium en été.

\* La ventilation touche différents domaine de confort, plus on détaille nos critères on obtiendra meilleurs performance (humidité, température, débit d'air, énergie).

## **IV- CONCLUSION :**

Dans ce chapitre on a approfondi nos connaissances sur différentes thématiques à l'échelle urbaine telle que le développement durable, l'écologie, l'urbanisme durable, pour arriver à la cible principale de cette échelle, les éco quartier, aussi d'autres thématiques à l'échelle architecturale, notamment l'architecture bioclimatique et ses principes de base, les différents labels liés à l'architecture bioclimatique, le tourisme, l'écocitoyenneté, et la thématique du projet architectural, les centres de sensibilisation à la protection de l'environnement. Enfin, des thématiques liées à l'échelle spécifique, comme : le confort, le confort hygrothermique, les atriums et le confort hygrothermique dans les atriums.

L'éco quartier comme un aménagement qui répond aux objectifs du développement durable tels que la mixité fonctionnelle et sociale, la mobilité douce, la gestion durable des eaux, des déchets et d'énergies. L'architecture bioclimatique comme un principe de conception de projet intégré à son environnement naturel qui s'intègre obligatoirement dans les éco-quartiers en exploitant toutes les ressources disponibles dans notre environnement dans le but de limiter les consommations énergétiques et les impacts d'un bâtiment sur son environnement.

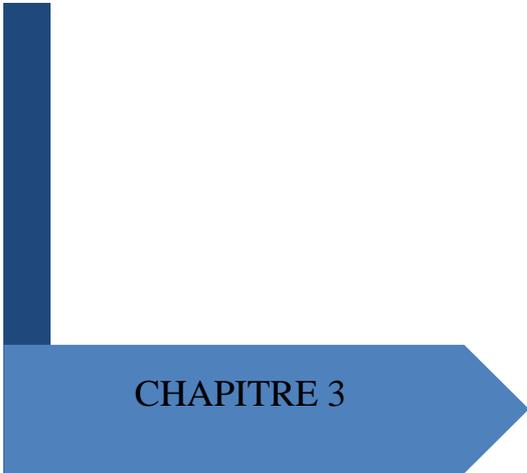
Le centre de l'environnement comme une plateforme de sensibilisation et de recherche qui vise la préservation de l'environnement en assurant l'accès à la découverte scientifique au publique et en boostant l'économie.

La notion du confort, étant l'un des aspects du travail de l'architecte, assurer un environnement confortable à l'intérieur des bâtiments qu'il construit. Assurer une bonne qualité de l'environnement intérieur c'est entre autres satisfaire les besoins des occupants.

L'atrium comme un paramètre passif permettant d'améliorer le confort hygrothermique en assurant la température du confort et une ventilation adéquate, en plus de son rôle esthétique, réceptif et patrimonial.

Cette étude nous a permis de comprendre tous les contextes dans lesquels notre éco quartier et notre centre d'environnement s'intègrent, notamment le contexte de développement durable, le tourisme culturel scientifique dans les centres.

Et afin d'assurer une bonne application de ces différentes thématiques, une étude multiple de site est primordiale : analyse urbaine, typo-morphologique, climatique, bioclimatique pour mieux connaître les caractéristiques du site (naturel et artificiel) et les contraintes existantes.



CHAPITRE 3

# CAS D'ETUDE

## INTRODUCTION :

La réalisation d'un projet urbain et architectural passe avant tout par leur implantation dans un site donné. Cette étude nous permet de collecter les différentes données du site, les analyser, ensuite tirer les potentialités et les contraintes. C'est une étape importante pour la réalisation de l'éco quartier qui respecte les vocations de la ville et pour réaliser un projet architectural qui s'intègre à son environnement. On commence par une analyse du site sur différentes échelles afin qu'on puisse proposer des recommandations qui vont structurer notre éco-quartier puis notre centre d'environnement qui représenteront la ville de Sétif ; cette dernière est reconnue pour :

- \* Sa situation stratégique entre l'écosystème littoral, montagnard et steppique ce qui la permet d'être la capitale des hauts plateaux.
- \* Sa représentativité d'un carrefour de différentes cultures: arabo-berbère.
- \* Sa possession d'une richesse architecturale diverse, romaine, française et arabo-andalouse.

## I. PARTIE 1: ECHELLE URBAINE :

### I.1. LA VILLE DE SETIF :

#### I.1.1. Présentation :

La ville de Sétif c'est avant tout le témoin vivant de plus de deux mille ans d'histoire, en effet elle assiste à l'avancement de plusieurs civilisations de différentes époques ce qui lui donne une diversité culturelle spécifique.

#### I.1.2. Situation de la ville :

- ❖ **A l'échelle nationale :** la willaya de Sétif est située à l'Est du pays, elle est à 300 Km d'Alger (Fig.72). Elle est limitée géographiquement par :

Mila à l'Est.

- Batna au Sud-Est
- M'slia au Sud-Ouest
- Bordj Bou Arreridj à l'Ouest
- Bougie au Nord-Ouest.
- Jijel au Nord-Est.

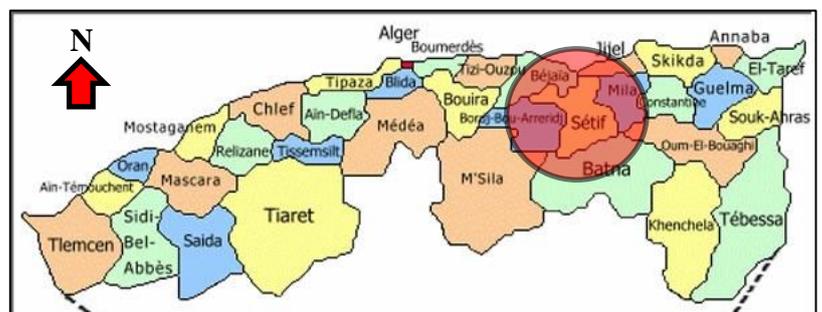


Figure 67. Situation nationale de la ville de Sétif  
Source : site web : carte-algerie, traité par l'auteur

❖ **A l'échelle régionale :**

La ville de Sétif est le chef lieu de la wilaya de Sétif, et elle occupe une position centrale par rapport à celle-ci (Fig.73).

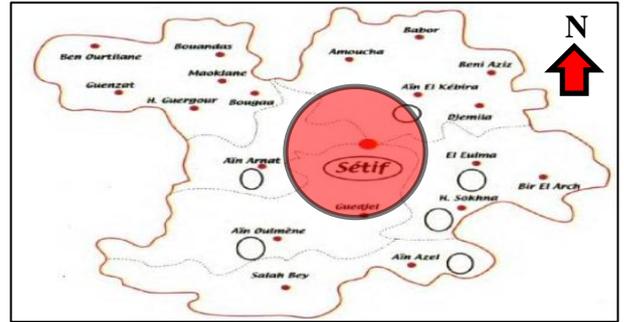


Figure 68. Localisation de Sétif par rapport à la wilaya  
Source : site web : carte-algerie, traité par l'auteur

**I.1.3. L'accessibilité :**

Sétif possède un réseau routier divers, qui la relie avec les wilayas limitrophes, ce qui la donne une bonne accessibilité (Fig.74), il se résume en :

- \* RN 5 qui relie Alger à Constantine
- \* RN 75 qui relie Sétif avec Batna
- \* RN 28 qui relie Sétif avec Biskra
- \* RN 9 qui relie Sétif avec Bougie
- \* L'autoroute Est-Ouest qui se trouve au Sud de la ville de Sétif.

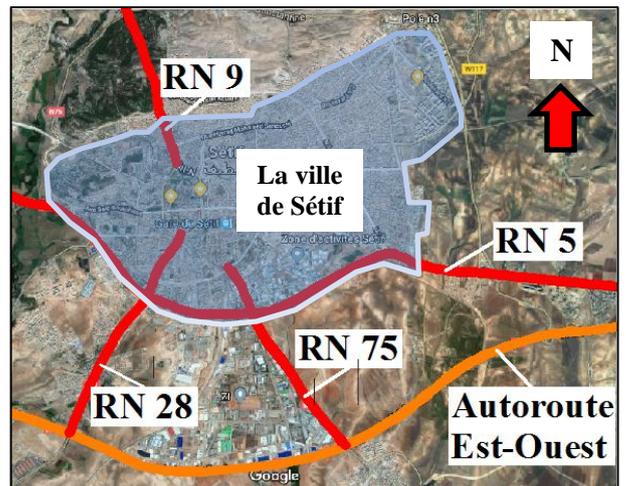


Figure 69. Accessibilité à la ville de Sétif  
Source : Google Earth traité par l'auteur

**I.1.4. Croissance de la ville :**

La ville de Sétif est ceinturée par plusieurs éléments naturels et artificiels : la zone industrielle et des terrains agricoles au Sud, la forêt et l'oued à l'Ouest, ainsi que des terrains accidentés au Nord, et suite à ces facteurs, la ville a évolué suivant le sens Est (Fig.75), durant plusieurs périodes notamment postcoloniale.

Suite à cette évolution, on trouve un cas d'une extension séparée du centre-ville, appelée

EL HIDHAB, cette extension de l'entrée Est de la ville, est un objectif d'une étude d'aménagement urbain.

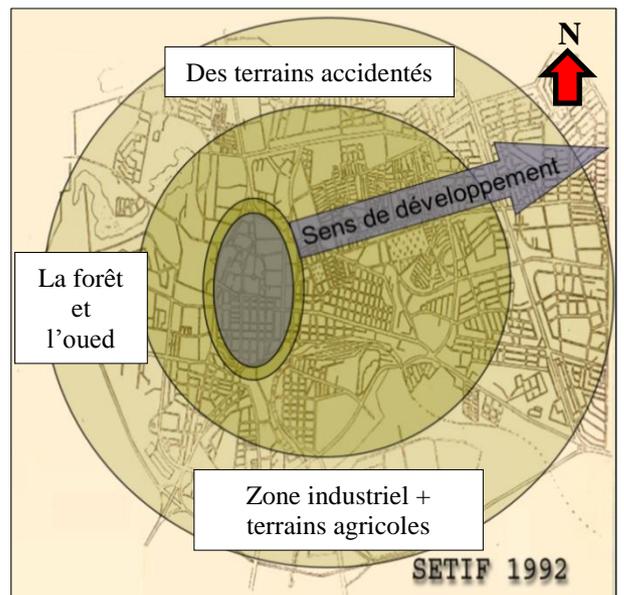


Figure 70. Schéma de croissance de la ville de Sétif  
Source : carte-algerie, traité par l'auteur

## I.2. LA NOUVELLE EXTENSION DE SETIF « EL HIDHAB » :

### I.2.1. Présentation de l'assiette du quartier durable :

Notre site se trouve à El Hidhab à l'entrée Est de la ville, il est à 4,5 KM du centre-ville, 15 minutes de routes (Fig.76), il est limité par :

- Le pôle universitaire au Nord-Est et à l'Est (Fig.77).
- Des zones d'habitation aux autres cotés (Fig.77).

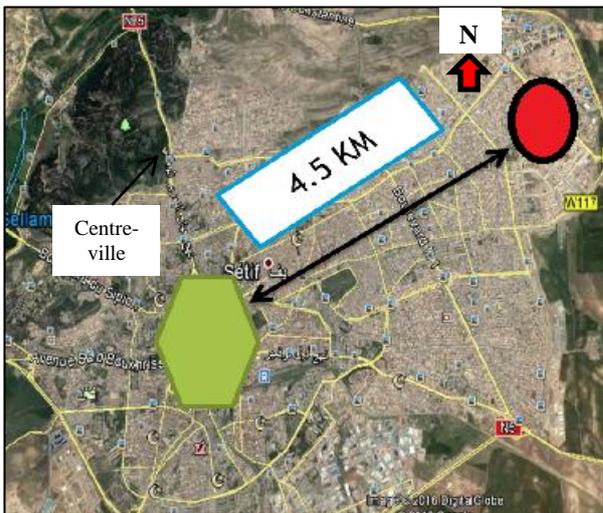


Figure 76. La distance entre notre site et le centre-ville de Sétif (Source : Google Earth, traité par l'auteur)

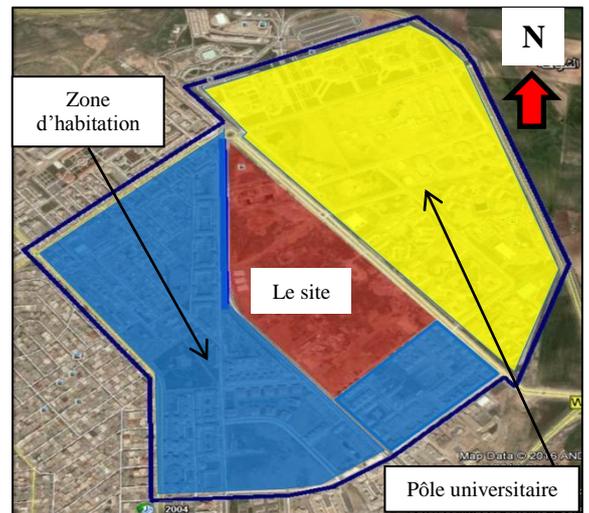


Figure 77. Environnement immédiat du site Source : Google Earth, traité par auteur

### I.2.2. Morphologie et topographie:

- Le site a une forme irrégulière trapézoïdale (Fig.78).
- Sa surface qui dépasse les 27 hectares.
- Il a une pente négligeable entre 0.5% et 2.8%.



Figure 71. Forme et dimensions du site Source : Google Earth, traité par l'auteur

### I.2.2. Accessibilité :

L'accessibilité au périmètre d'étude est assurée par (Fig.79) :

- La voie principale qui s'étend du centre-ville représentée en orange sur la Figure 79.
- Deux voies secondaires qui entourent le site représentées en bleu sur la Figure 79.
- Une voie tertiaire au Sud-Est représentée en jaune sur la Figure 79.

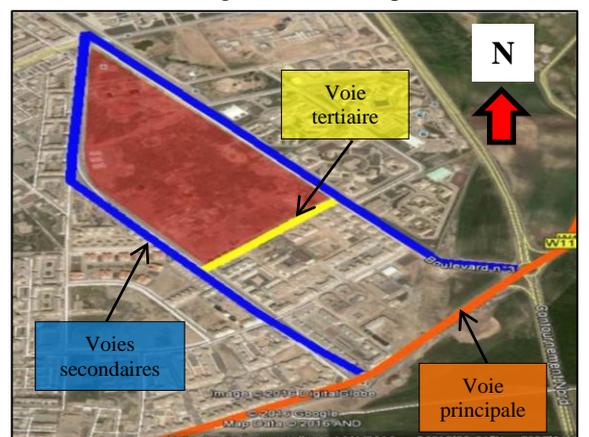


Figure 72.L'accessibilité à l'aire d'intervention Source : Google Earth, traité par l'auteur

### I.3. ANALYSE DE L'AIRE D'INTERVENTION :

#### I.3.1. Analyse typo-morphologique :

##### I.3.1.1. Système viaire et parcellaire :

Parmi les éléments structurants de la ville, les voies et les parcelles. Dans notre zone d'étude, et contrairement au centre historique de Sétif qui est caractérisé par un plan hippodamien et une trame structurante, on trouve des parcelles irrégulières et des trames arborescentes (Fig.80), donc on remarque qu'il y a une rupture structurelle entre le centre-ville et notre zone d'étude.

##### I.3.1.2. Système bâti et non bâti :

On voit clairement que l'habitat est la fonction la plus dominante dans la zone d'étude, ainsi que l'éducation qui est présente à travers le pôle universitaire et quelques équipements éducatifs (Fig.81), d'où on trouve une absence d'animation et une discontinuité entre le pôle universitaire et les différentes zones d'habitation, ainsi qu'une pauvreté architecturale surtout au niveau des façades, contrairement au centre-ville qui est influencé par le style haussmannien.

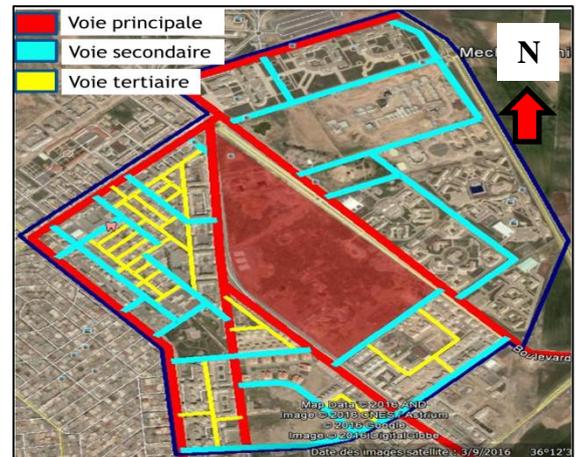


Figure 73. Les différents types de voies au niveau de la zone d'étude  
(Source : Google Earth, traité par l'auteur)

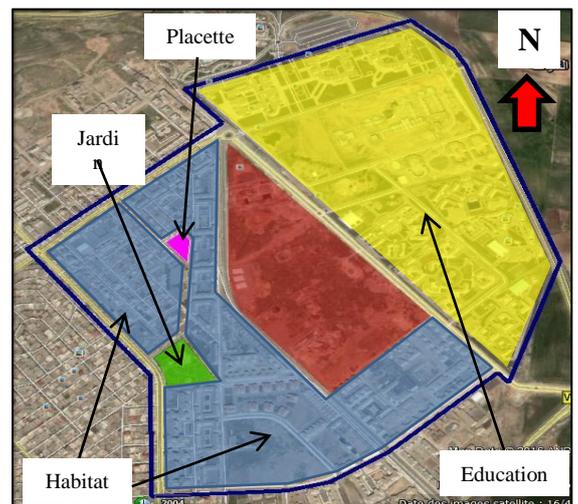


Figure 74. Les fonctions présentes dans notre zone d'étude  
(Source : Google Earth, traité par l'auteur)

Concernant le cadre non bâti on a que deux espaces publics non bâtis (Fig.81) (placette, jardin), qui sont des espaces non aménagés et non déterminés. Donc on remarque qu'il y a une dominance minérale et un manque flagrant des espaces verts.

##### I.3.1.3. Recommandations :

- \* Repérer l'entrée Est de Sétif par un élément attractif qui rappelle l'identité de cette ville.
- \* Enrichir le site des espaces publics non bâtis.
- \* Favoriser la mobilité douce en projetant des voies piétonnes et des pistes cyclables.
- \* Relier le pôle universitaire avec les zones d'habitations.

### I.3.2. Analyse climatique :

#### I.3.2.1. Données climatiques :

Sétif se caractérise par un climat continental avec un hiver très froid et un été torride, elle enregistre des chutes de neige durant les saisons froides.

#### I.3.2.1. Les températures :

La température la plus élevée est 38° en mois de Juillet, et -3° la température la plus basse en mois de Janvier (Fig.82).

- **Recommandation** : la forme urbaine doit être compacte pour minimiser les déperditions thermiques, l'utilisation des matériaux à forte inertie thermique.

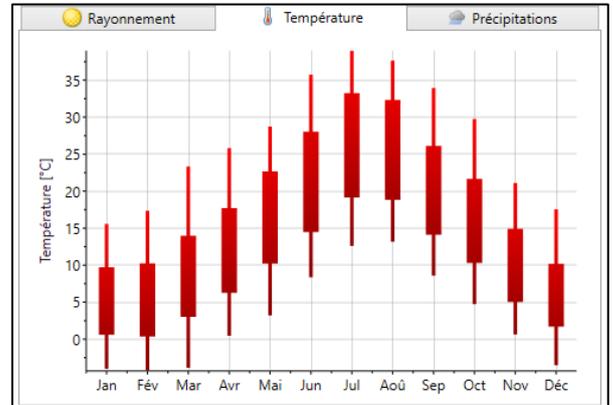


Figure 75. Figure représentative des températures mensuelles de Sétif (Source : Météo-normes)

#### I.3.2.2. L'humidité relative :

L'humidité relative moyenne annuelle de notre zone d'étude est de 62,74%, elle varie de 40% en juillet à 80% en décembre (Fig.83).

- **Recommandation** : Création un microclimat à travers l'implantation de la végétation et en assurant une ventilation naturelle pour absorber l'humidité au niveau de notre zone d'étude.

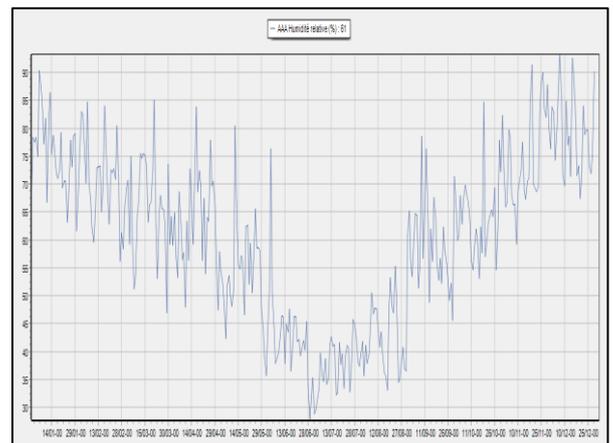


Figure 76. Figure représentative de l'humidité relative de Sétif (Source : Météo-normes)

#### I.3.2.3. La Précipitation :

470mm/an est la précipitation annuelle, répartie sur les 4 saisons, le mois le plus pluvieux est le mois de Décembre 60 mm (Fig.84), par contre Mars c'est le mois qui a le plus grand nombre de jours précipiteux 12 jours.

- **Recommandation** : l'intégration d'un système de captation d'eau pluviale afin de la stocker et la réutiliser.

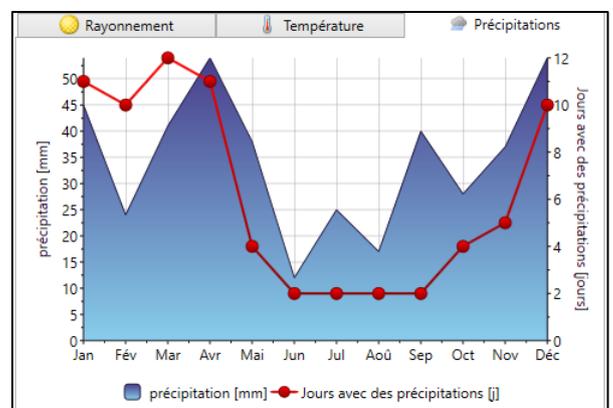


Figure 77. Figure représentative des précipitations mensuelles de Sétif (Source : Météo-normes)

### I.3.2.4. Les vents dominants :

La vitesse moyenne annuelle du vent est de 34,84 m/s (~10 Km/h), ceux qui dominant en période hivernale sont violent et froid et d'orientation Ouest et Nord-Ouest, et ceux qui dominant en été sont chaud et d'orientation Sud-Est (Fig.85).

#### ➤ **Recommandation :**

\*Protection contre les vents d'hiver par une barrière végétale, ainsi qu'implanter des éoliennes pour profiter de la force des vents.

\*Exploitation des vents d'été pour la ventilation et le rafraîchissement en créant des couloirs.

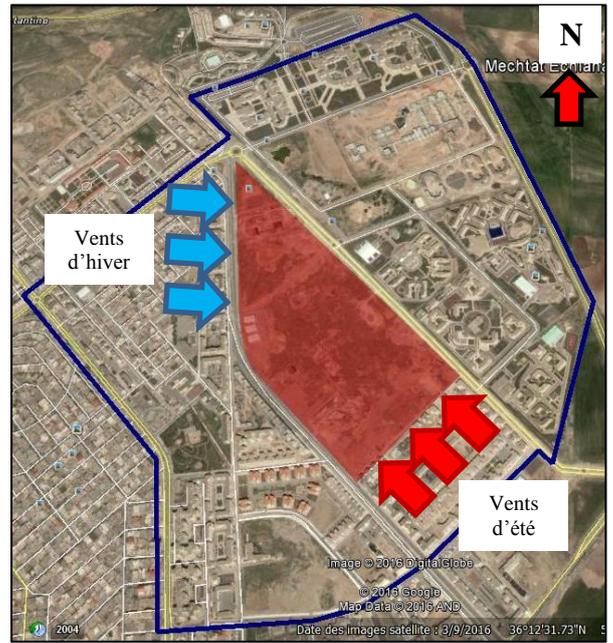


Figure 78. Les vents dominants  
Source : Google Earth, traité par l'auteur

### I.3.3. Analyse bioclimatique :

Chaque éco quartier a des principes bioclimatiques afin d'assurer sa durabilité, dans ce contexte nous avons intégré des principes bioclimatiques selon :

#### I.3.3.1. Le diagramme solaire :

Il a pour but de nous guider à prendre en compte l'ensoleillement comme un facteur déterminant sur différents plans : orientation, dimension, forme, type de vitrage.

Le site profite d'un bon ensoleillement pendant toute la journée et durant toute l'année (Fig.86) dû à l'absence d'éléments qui peuvent créer des zones d'ombrage (Fig.87).

le 21 jour	08h00	12h00	17h00
Mars			
Juin			
décembre			

Figure 86. Simulation d'ombrage  
Source: Sketch up édité par l'auteur

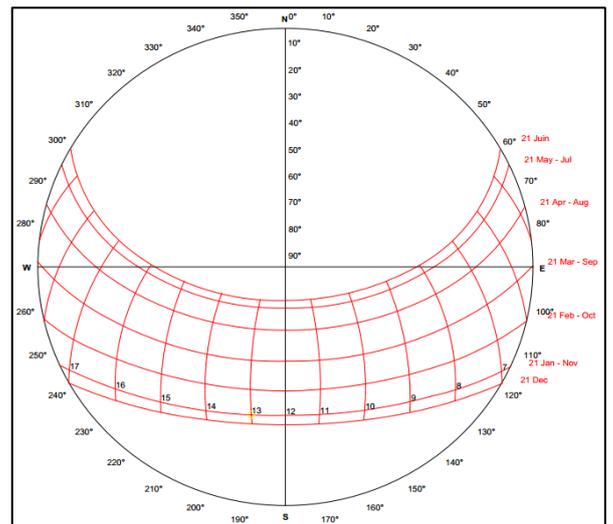


Figure 87. Diagramme solaire  
(Source: auteur)

➤ **Recommandation :**

- \* L'intégration des panneaux solaires pour profiter de l'énergie solaire.
- \* L'utilisation de matériaux à forte inertie, et des protections solaires afin d'éviter les surchauffe en été.
- \* Des baies vitrées sur les façades tout en intégrant des protections solaires pour assurer un éclairage naturel et au-même temps pour éviter l'effet de serre.

**I.3.3.2. Application des outils graphiques bioclimatiques :**

Le concept bioclimatique doit être inscrit également dans le projet architectural; au niveau des titres suivants, on y trouve une application sur les différents diagrammes du confort et leurs conditions (déjà précités dans le chapitre II), sur lesquels notre projet sera basé.

Les interprétations et les recommandations de cette application, vont nous aider et guider pour qu'on puisse assurer le confort au sein de notre projet.

**I.3.3.2.a. La gamme de Dear et de Brager :**

C'est un outil permettant de déterminer la température du confort à l'intérieure d'un bâtiment en fonction de la température extérieure.

Dans ce contexte, on a calculé les moyennes des températures minimales mensuelles pendant dix ans (2008-2017) la première ligne du tableau (Tab.11), ainsi que les températures extérieures du confort maximales, minimales et moyennes à l'aide des équations suivantes :

- $T_{conf\ moy} = 0,31 \times Temp\ ext\ moy + 17,8$
- $T_{conf\ maxi} = 0,31 \times Temp\ ext\ moy + 20,3$
- $T_{conf\ mini} = 0,31 \times Temp\ ext\ moy + 15,3$

Tableau 11. Les températures du confort (max, moy, min) et les températures moyennes extérieures (Source :auteur)

Mois	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov
T moy	6	5,25	6,5	8,25	12,25	16,25	21	25,75	25,25	20	16	10
T conf max	22,16	21,93	<u>22,32</u>	22,86	24,10	25,34	26,81	<u>28,28</u>	28,13	26,5	25,26	23,4
T conf moy	19,66	19,43	19,82	20,36	21,60	22,84	24,31	25,78	25,63	24	22,76	20,9
T conf min	17,16	<u>16,93</u>	17,32	17,86	19,10	20,34	<u>21,81</u>	23,28	23,13	21,5	20,26	18,4

Ensuite, on a prélevé les deux températures extérieures du confort : minimale la plus faible et maximale la plus élevée durant la période hivernale (16,93 C° et 22,32 C°

respectivement) et les températures extérieures du confort : minimale la plus faible et maximale la plus élevée durant la période estivale (21,81 et 28,28 respectivement), puis on les a projeté sur le graphe de la gamme du confort de Dear et de Brager (Fig.88), pour faire ressortir l'intervalle des températures du confort à l'intérieur d'un bâtiment, et enfin les comparer aux températures du confort de la ville de Sétif.

La température du confort adaptative de la ville de Sétif est comprise entre 20,65 °C et 27,40 °C en hiver, alors qu'elle est entre 22,10 °C et 29,20 °C en été (Fig.88).

Par conséquent, les températures moyennes extérieures des mois d'hiver (Tab.11, page.66) se situent en dehors des limites thermiques

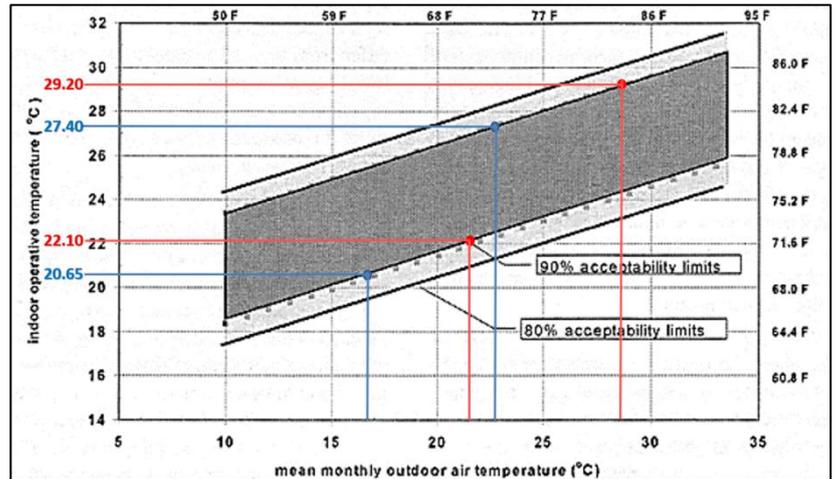


Figure 79. La gamme du confort de Dear et Brager de Sétif  
Source : ASHRAE 2004, traité par l'auteur

d'acceptabilité de la plage de confort (20,65 °C et 27,40 °C), cela exige une conception architecturale performante en hiver pour atteindre le confort thermique acceptable des occupants.

### I.3.3.2.b. Le diagramme d'Evans :

Les limites du confort sont établies pour différents niveaux d'activités, exprimées comme le rapport entre la température moyenne des derniers 10 ans TM (calculée déjà au niveau du Tab.11, page.66) et l'amplitude thermique AT (Tab.12), ces zones du confort sont définies et développées par rapport aux activités et aux exigences du confort dans les espaces comme suit :

- Les espaces de vie pour des activités sédentaires (A).
- Les espaces de sommeil (B).
- La circulation (C).
- Une zone de confort étendue (D).

Tableau 12. Tableau représentatif des températures moyennes et les amplitudes thermiques (Source : auteur)

Mois	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov
T moy	6	5,25	6,5	8,25	12,25	16,25	21	25,75	25,25	20	16	10
AT	8	8,5	7	10,5	10,5	12,25	13	13,5	13,5	12	12	10

- $AT = T_{max} - T_{min}$

On a projeté la température moyenne et l'amplitude thermique de chaque mois sur le graphe (diagramme d'Evans) (Fig.89), afin qu'on puisse savoir quelle technique on doit utiliser et sur quel mois et quelle saison pour avoir le confort nécessaire.

\* En hiver : (représenter par les taches bleues) : une isolation thermique est nécessaire pour conserver les gains internes.

\* En été : (représenter par les taches jaunes) : prévoir une ventilation et refroidissement de l'air.

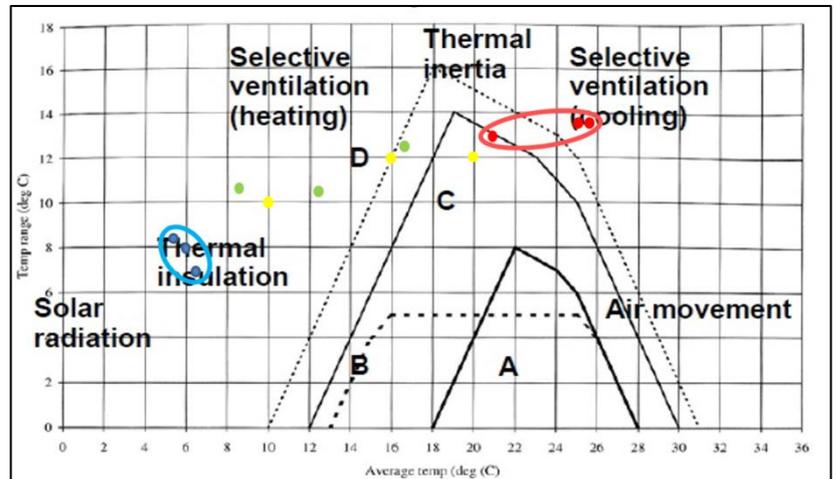


Figure 80. Le diagramme d'Evans de Sétif  
Source : Evan, 2007, traité par l'auteur

\* Mois 05/09/10 : nécessitent uniquement une forte inertie thermique des matériaux pour atteindre le confort thermique intérieur.

\* Mois 11/03/04 : une ventilation sélective pour chauffer l'intérieur.

### I.3.3.2.c. Le diagramme de Szokolay :

Sa particularité est la considération de la température neutre et la température effective, ce qui permet de définir les zones du confort selon la spécificité de chaque climat et d'aboutir à des résultats des besoins climatiques précis (Fig.90); le pourcentage de confort de la ville de Sétif sans moyens actifs intégrés est égal à 68 %.

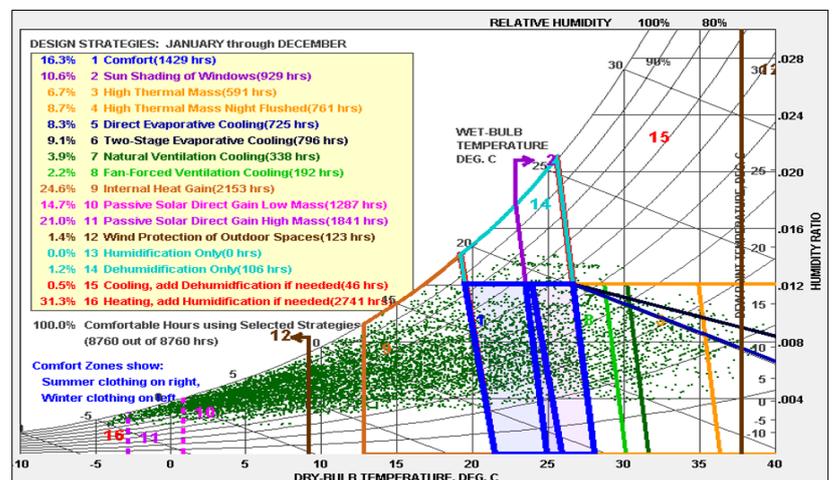


Figure 81. Le diagramme de Szokolay de Sétif  
Source : Logiciel Climat-consultant

➤ **Recommandation :**

\* Pour la protection solaire passive, faire face à la majeure partie de la zone vitrée sud pour maximiser l'exposition au soleil en hiver, mais les surplombs de la conception doivent être entièrement soutenus en été.

\* Fournir un double vitrage haute performance sur l'Ouest, le Nord et l'Est, mais clair sur le sud pour un maximum les gains passivesolar.

\* Les gains de chaleur intérieur (lumières, équipement électrique, activité des personnes) réduisent considérablement les besoins de chauffage, alors garder la maison bien fermée et bien isolée.

**I.3.3.2.d. Les tables de Mahoney :**

Les recommandations des tables de Mahoney de notre site nous les avons résumées dans le tableau suivant (Tab.13).

Tableau 13. Les tables de Mahoney de Sétif (Source : Auteur)

Table 1 : <b>Aménagement</b>	Bâtiment orienté Nord et Sud selon un axe longitudinal Est-Ouest afin de diminuer l'exposition au soleil
Table 2 : <b>Espacement</b>	Grand espacement pour favoriser la ventilation mais avec protection contre vent chaud/froid
Table 3 : <b>Ventilation</b>	Bâtiment simple, orientation et disposition permettant la ventilation
Table 4 : <b>Taille des ouvertures</b>	Moyennes 25% à 40% de la surface des murs
Table 5 : <b>Position des ouvertures</b>	Les ouvertures dans le côté Nord et Sud et les ouvertures exposées au vent à la hauteur de l'homme et des ouvertures pratique dans les murs intérieurs
Table 6 : <b>Mur et plancher</b>	Construction massive légère
Table 7 : <b>Dormir dehors</b>	Aucune recommandation à retenir
Table 8 : <b>Toiture</b>	Couverture légère
Table 9 : <b>Protection contre les pluies</b>	Protection contre les fortes pluies est nécessaire

**1.3.4. Synthèse de l'analyse de l'aire d'intervention :**

En résumé de tout ce qui a été avancé, on peut dire que la zone d'étude est dotée de plusieurs atouts qui peuvent la rendre objet d'une extension urbaine réussie, en l'enrichissant en terme d'espace et d'équipements publics qui vont:

- Lui donner le statut de l'entrée et la porte Est de la ville de Sétif.
- Créer une continuité entre le pôle universitaire et le pôle résidentiel.
- Créé une nouvelle façade urbaine environnementale qui donne l'aspect écologique de la ville.

## I.4. LA GENESE DU PLAN D'AMENAGEMENT :

### 1.4.1. Le zoning de l'assiette :

On a divisé l'assiette en 4 principales zones (Fig.91) :

→ Zone touristique : représentante de l'entrée Est de la ville, elle rappelle l'identité de Sétif.

→ Zone scientifique : une continuation avec le pôle universitaire.

→ Zone de loisir : articulant les différentes parties de l'éco-quartier, pour encourager le monde à visiter ce dernier.

→ Zone résidentielle : continuation avec les autres zones résidentielles limitrophes au Sud.

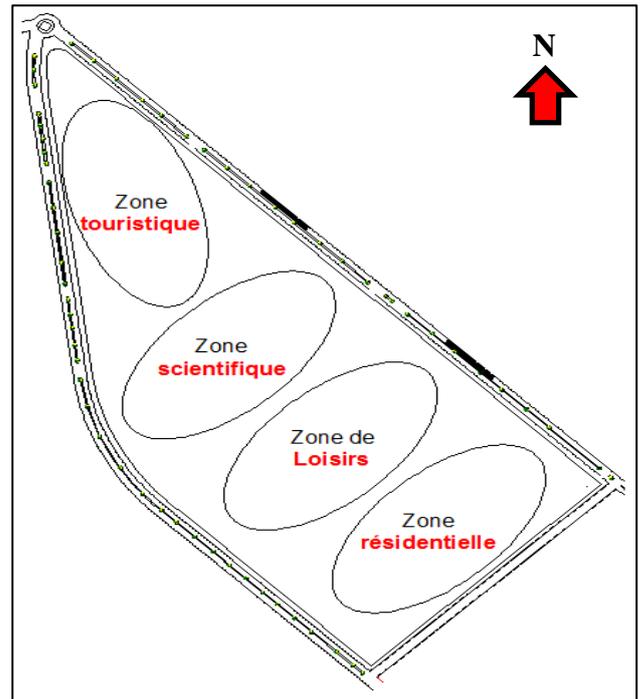


Figure 82. La subdivision du terrain en zones  
Source : Auteur

### 1.4.2. Rappel historique et éléments de repère :

→ Quatre portes qui rappellent les portes historiques de Sétif (Fig.92) : patrimoniale (P1), scientifique (P2), écologique (P3), multifonctionnelle (P4).

→ Deux éléments de repère (Fig.92): élément d'attraction au niveau de l'entrée principale de l'éco-quartier au Nord-Ouest, et un autre au niveau de son entrée secondaire au Sud.

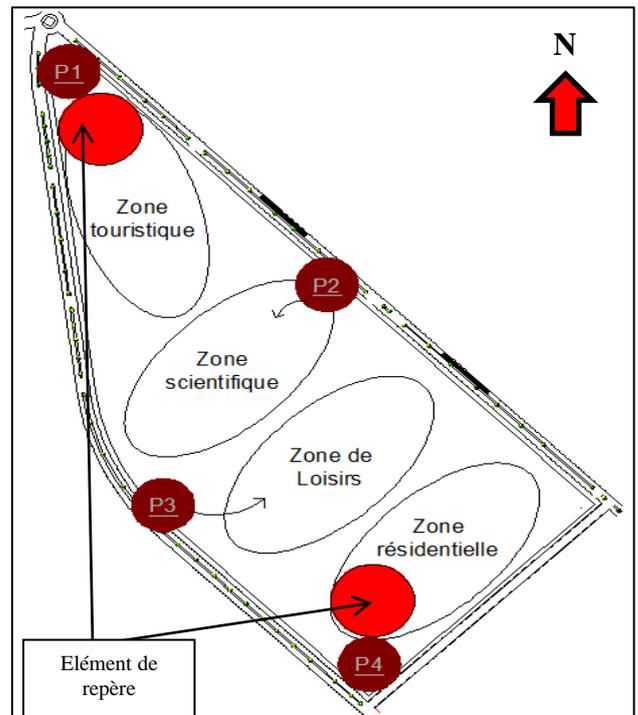


Figure 83. Rappel historique et éléments de repère de notre éco-quartier (Source : Auteur)

### 1.4.3. Axes reliant :

Intégration d'un axe (ligne de Tramway) qui se prolonge de l'entrée principale de l'éco-quartier jusqu'à son extrémité tout en passant par ses quatre zones avec quelques arrêts pour chacune (Fig.93).

Cet axe qui débute de l'entrée principale, nous aboutit jusqu'à la zone résidentielle de notre éco-quartier, devant la cité universitaire.

Intégration d'un autre axe aqueux (ruisseau) qui se prolonge de l'entrée principale d'éco-quartier à côté d'une fontaine qui fait référence à Ain El-Fouara jusqu'au milieu de la zone de loisirs, où on trouve un lac (Fig.93).

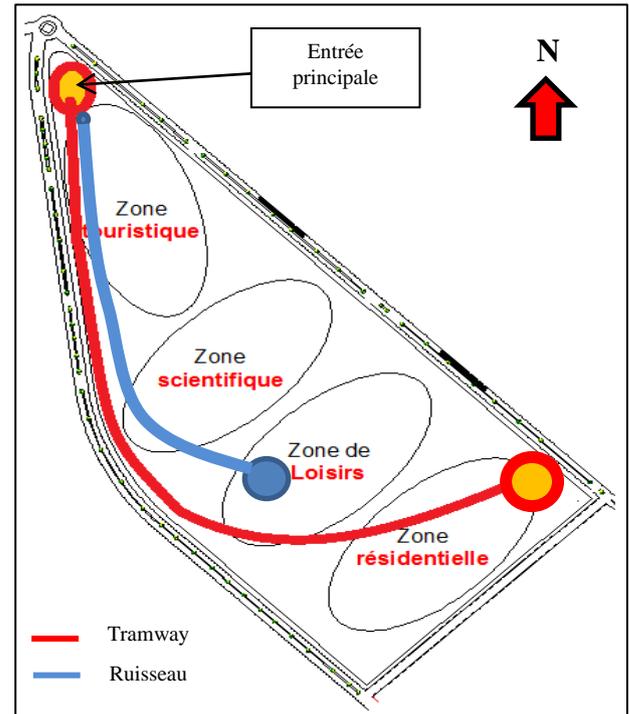


Figure 84. Axe traversant notre éco quartier et reliant ses extrémités (Source : Auteur)

### 1.4.4. Critique des propositions du POS :

Dans la proposition du POS, EL-HIDHAB est appelée à être un centre secondaire qui doit jouer un rôle fonctionnel, et accueillir tous les programmes (logement, équipement culturelle, sportif, médical, de service, ainsi que des voie de circulation, de moyens de transports...etc.).

Nous avons le même objectif qui est rendre EL-HIDHAB le seconde pôle à Sétif, mais le problème se pose au niveau de l'implantation de ces projets, il n'y a aucune relation entre l'implantation de ces projets et le statut important d'EL-HIDHAB « l'entrée de Sétif » d'une part, et d'une autre part la négligence absolue du respect de l'environnement, ainsi que le disfonctionnement entre le pôle universitaire et les nouveaux pôles proposés.

Pour cela, on a projeté plusieurs projets bâtis et non bâtis (voir la Fig.94, page 73) qui cassent la rupture fonctionnelle entre le pôle universitaire et les zones résidentielles à coté de notre éco-quartier, et qui donnent à ce dernier les aspects touristique, scientifique et culturel, ainsi que lui permet de revitaliser cette extension et de décentraliser le centre-ville.

## **I.5. LES PRINCIPES D'AMENAGEMENT :**

Nous sommes aboutis à l'aménagement final de notre éco-quartier (Fig.94, page.73) après avoir appliqué des principes d'aménagement des éco quartiers tels que :

- **Identité** : Notre éco-quartier est bien marqué par la présence de deux projets au niveau de ses deux entrées principales ( centre d'environnement, la tour bioclimatique) qui le repèrent ainsi qu'un axe latéral-central qui relie ses différentes parties.
- **Transport et mobilité** : Notre éco quartier est bien connecté grâce à :
  - Une grille des rue qui facilite le déplacement vers toutes les directions et l'accès vers les lieux de travail et aux services (santé, loisirs, lieux de commerce, sport, etc.)
  - Favoriser la circulation cyclable et piétonne et extérioriser les voies mécaniques.
  - Hiérarchisations des voies selon leurs importances, les principales se trouvent aux périphériques et au centre et les autres traversent l'éco quartier pour minimiser l'impact des automobiles et faciliter le déplacement.
- **Economie** : Notre éco quartier est un quartier touristique et scientifique qui va revenir sur la ville par des intérêts économiques importants et assurer plusieurs postes de travail.
- **Services** : nous avons mis à disposition de services accessibles à tous les habitants.
- **Diversité** : Nous avons développé l'éco quartier selon deux axes :
  - La mixité des sociale (mixité de espaces et les activistes selon les catégories sociales).
  - La mixité fonctionnelle (mixité de logements, d'emplois, des activités).
- **Fluidité et compacité**: notre éco-quartier, est marqué par sa compacité et sa fluidité entière.



Figure 85. Le plan d'aménagement final de notre éco-quartier  
Source : auteur

## I.6. LES PARAMETRES ECOLOGIQUES INTEGRES :

Chaque éco quartier a des principes écologiques afin d'assurer sa durabilité, dans ce contexte nous avons intégré plusieurs principes bioclimatiques tel que :

### ✓ Gestion de l'eau :

Vu que la région enregistre de forte précipitation, la récupération d'eau pour lutter contre les inondations se fait par des toitures végétales pour alimenter les jets d'eau ainsi qu'en misant en place des bassins de rétention d'eau (Fig.95, 96) destinés à contenir le surplus d'eaux de pluie et de ruissellement généré.

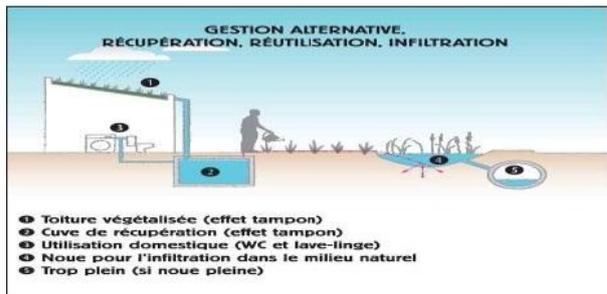


Figure 95. Les bassins d'eau au niveau de l'aménagement

### ✓ Gestion des énergies :

- Prendre en considération l'orientation pour que la disposition des constructions permettra l'intégration des panneaux photovoltaïques (Fig.97) au niveau des toitures des équipements, des parkings et des poteaux électrique (Fig.98, page.75), ainsi que l'intégration des panneaux solaires thermiques pour chauffer l'eau sanitaire des habitations (Fig.97).

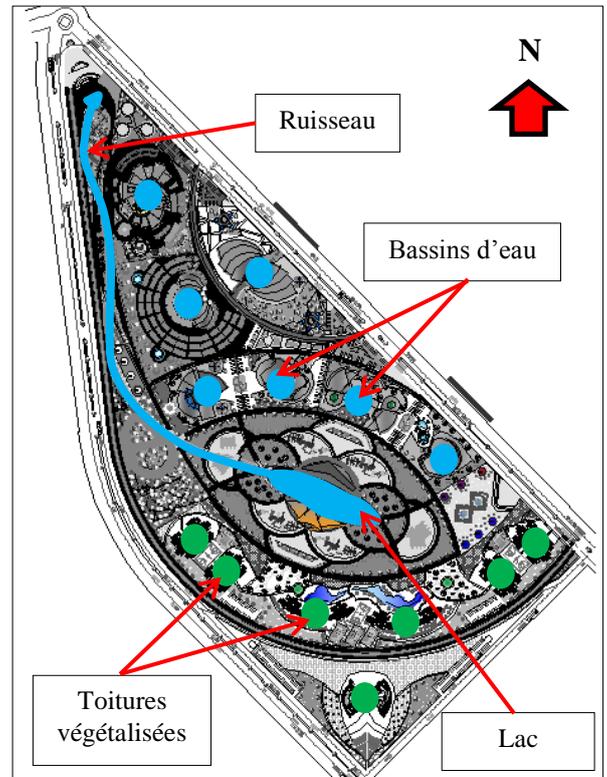


Figure 96. Gestion des eaux pluviales (Source: Auteur)

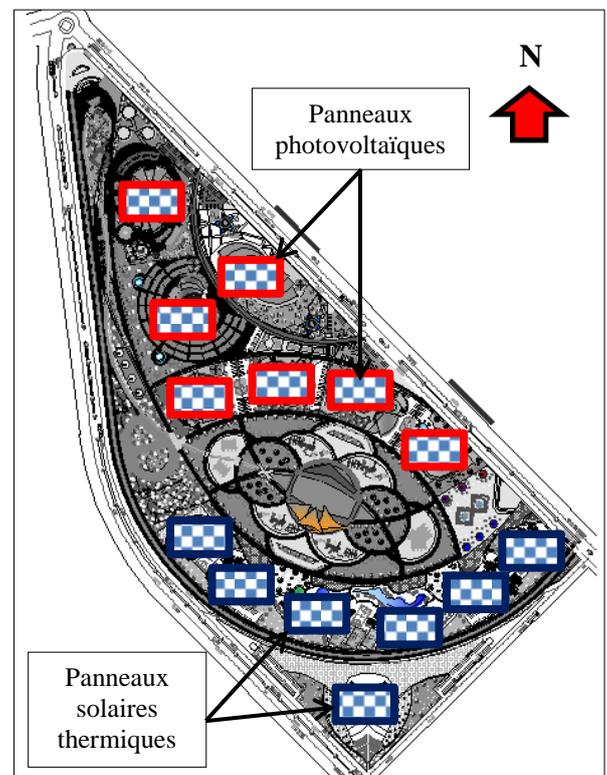


Figure 86. Gestion des énergies (Source : Auteur)

- La compacité, pour assurer une densité durable pour minimiser son impact sur le territoire et les pertes alors moins de besoins énergétiques.



Figure 87. Panneau photovoltaïque  
(Source : site web : Energie +)

✓ **Gestion des déchets :**

Les tris sélectifs par des poubelles colorées en pictogramme (Fig.99) au but de séparer et récupérer les déchets selon leurs natures en visant le recyclage et la revalorisation.

Une collecte secondaire manuelle vers des grosses bennes pour limiter le déplacement de camion un circuit autour du quartier.

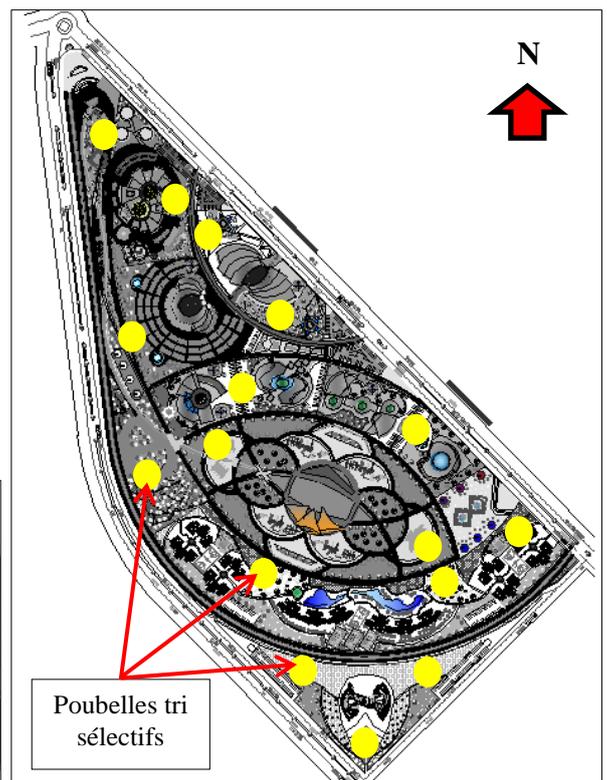
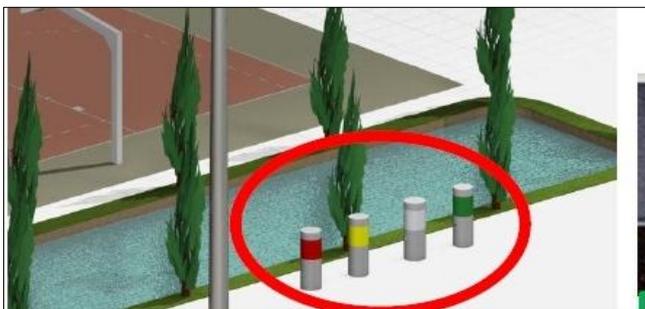


Figure 88. Figure explicative de l'emplacement des poubelles tri sélectif (Source: Auteur)

✓ **Gestion de la biodiversité :**

- Prendre en compte la biodiversité c'est le centre de conception de notre aménagement.
- Assurer la qualité de vie et la santé de ses occupants par l'implantation et la biodiversité.
- Assurer la continuité écologique pour préserver le microclimat.
- Favoriser la présence végétale et aquatique, à travers les toitures végétalisées et les points d'eaux.
- Diversifier les types d'arbres : les pelouses, les arbres d'alignement, d'ornement, l'arbuste ou haies : une chaîne d'arbre et arbre qui sépare entre un équipement et un autre.

## II. PARTIE 2: ECHELLE ARCHITECTURALE :

### II.1. PRESENTATION DE LA PARCELLE :

Notre parcelle est située dans la partie Nord du site, près de la porte patrimoniale, l'entrée principale de notre éco-quartier (Fig.100), elle est caractérisé par :

- situation stratégique, représentante l'identité de notre éco-quartier et de la ville de Sétif aussi.
- Une surface : 1,7 HA.
- Forme : irrégulière
- Pente : négligeable.

On pense à projeter sur cette parcelle un programme qui s'adapte à la thématique de l'environnement et le principe de rapprocher les gens à la diversité naturelle :

- Un centre de recherche en biodiversité.
- Un jardin d'apprentissage pour enfant.
- Un mini zoo.
- Des terrains de potager collectif.

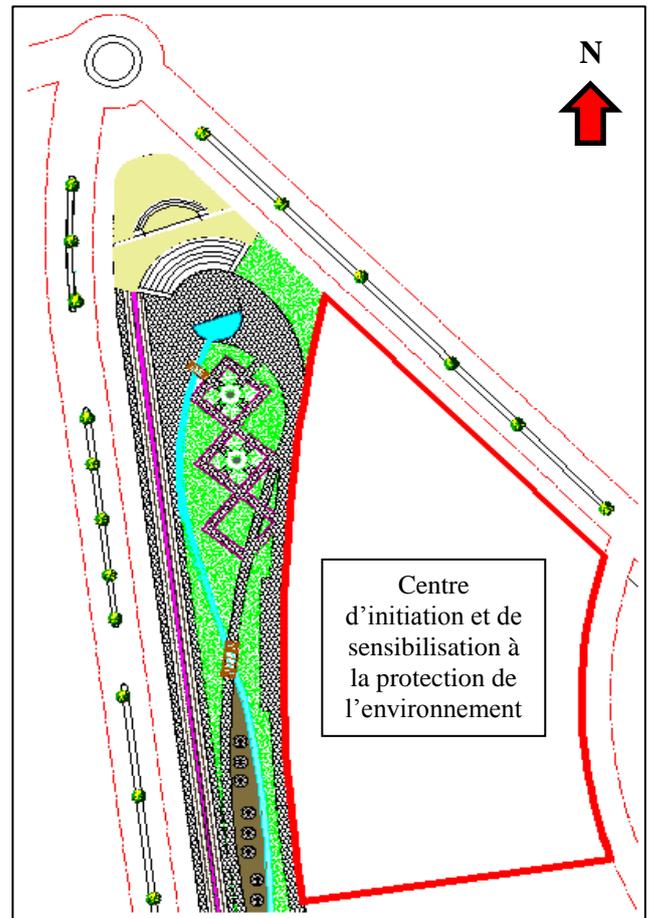


Figure 89. La parcelle du projet  
Source : auteur

### II.2. PRESENTATION DU PROJET ARCHITECTURAL :

Notre centre de sensibilisation à la protection de l'environnement regroupe des différentes fonctions et activités afin de répondre aux besoins des différents utilisateurs et usagers quel que soit leur catégorie sociale ou leur sexe, avec un programme d'aménagement de la parcelle qui s'adapte à la thématique du projet cité ci-dessus.

### II.3. CONCEPTS DE BASES :

Nos concepts de base par rapport à la fonction, la forme, et le style du projet sont :

- ✓ **La fonction** : on a choisi un centre de l'environnement selon :
  - \* La position stratégique du site qui se situe à l'entrée de la ville et de l'éco-quartier.
  - \* Les orientations du POS où se trouve notre site.
  - \* Le manque des établissements de ce genre à Sétif et en Algérie en général.

✓ **La forme** : nous avons basé sur deux points :

\* D'après notre analyse bioclimatique du site, notre site est exposé bien aux vents alors, afin de protéger notre construction nous allons utiliser une forme aérodynamique.

\* La forme aussi pour profiter le maximum des apports solaires.

\* Selon l'étude des typologies d'habitation et nos recommandations suite au diagramme du confort on a vu que la typologie plus existante c'est les maisons à patio qui a la plus performante solution passive de problème d'humidité alors on va utiliser ce concept pendant la conception du projet.

✓ **Le style** :

\* La ville de SETIF a un patrimoine riche par différents styles d'architecture. Selon cette idée et en tenant en compte de la notion du développement durable, nous allons réutiliser un peu de style des architectures existantes pour intégrer le projet dans la ville et pour des buts esthétiques, on va rajouter des touches d'architecture moderne.

## II.4. CONCEPTS PROGRAMMATIQUES :

### II.4.1. Organisation fonctionnelle :

Dans un premier départ, on a commencé par l'étude du public ciblé de notre centre d'environnement afin qu'on puisse définir ses besoins :

\* **les chercheurs** pour faire leurs recherches spécialisées en diversité naturelle (telle que la botanique et la zoologie).

\* **Les universitaires** au but de les introduire au domaine de recherche scientifique (dans les cadres de partenariat avec les universités) vu que le pôle universitaire 3 se situe au Nord-Est de notre centre d'environnement.

\* **Les étudiants** (lyciens, collèges et primaire) au but de les sensibiliser à l'importance de préservation de notre biodiversité.

\* **Les touristes** au but de découvrir la richesse et la diversité naturelles de l'Algérie et de Sétif plus spécifiquement, à travers des expositions et des communications.

Ensuite, on s'est inspiré du parcours de l'homme dans un centre de sensibilisation et d'initiation à la protection de l'environnement (Fig.101) :



Figure 90. Le cycle du parcours de l'homme dans un centre d'environnement  
Source : auteur

De là, on conclut que pour sa maturité environnementale, l'homme a besoin de passer par trois cycles : sensibilisation, expérimentation, et écocitoyenneté, chaque cycle contient des fonctions principales et des sous fonctions (Tab.14), et chacune a ses besoins et ses activités.

Tableau 14. Les fonctions principales de notre centre d'environnement (Source: auteur)

Cycle	Fonction	Sous-fonction
Sensibilisation	Exposition	Exposition éco-systémique
		Exposition énergétique
		Exposition archéologique
		Exposition virtuelle
Expérimentation	Formation adulte	Formation pratique
		Formation théorique
	Formation enfant	Formation pratique
	Communication	Conférence
Eco-citoyenneté	Recherche scientifique	

En plus de ces fonctions principales qui caractérisent notre projet, chaque équipement doit contenir des fonctions d'accompagnement (Tab.15)

Tableau 15. Les fonctions d'accompagnement (secondaires) de notre centre d'environnement (Source: auteur)

Fonctions	Sous-fonction
Gestion	Gestion administrative
	Gestion artistique
	Gestion technique
Service	Hygiène
	Consommation

Le programme quantitatif de notre centre d'environnement se trouve au niveau des annexes 2 à la fin du document où c'est mentionné la superficie de chaque espace appartenant aux fonctions cités ci-dessus.

En s'appuyant sur les différents utilisateurs de notre centre d'environnement et leurs besoins, on peut distinguer deux grandes zones, chaque zone à ses propres fonctions :

\* **Zone publique** : une zone où le public peut circuler librement, on y trouve plusieurs pôles : formation, exposition et le pôle de communication (Fig.102, page.79).

\* **Zone privée**: un pôle autonome réservé seulement aux chercheurs (la recherche scientifique) et aux usagers de la gestion administrative dans le but d'avoir une certaine intimité et une ambiance privée (Fig.102, page.79).

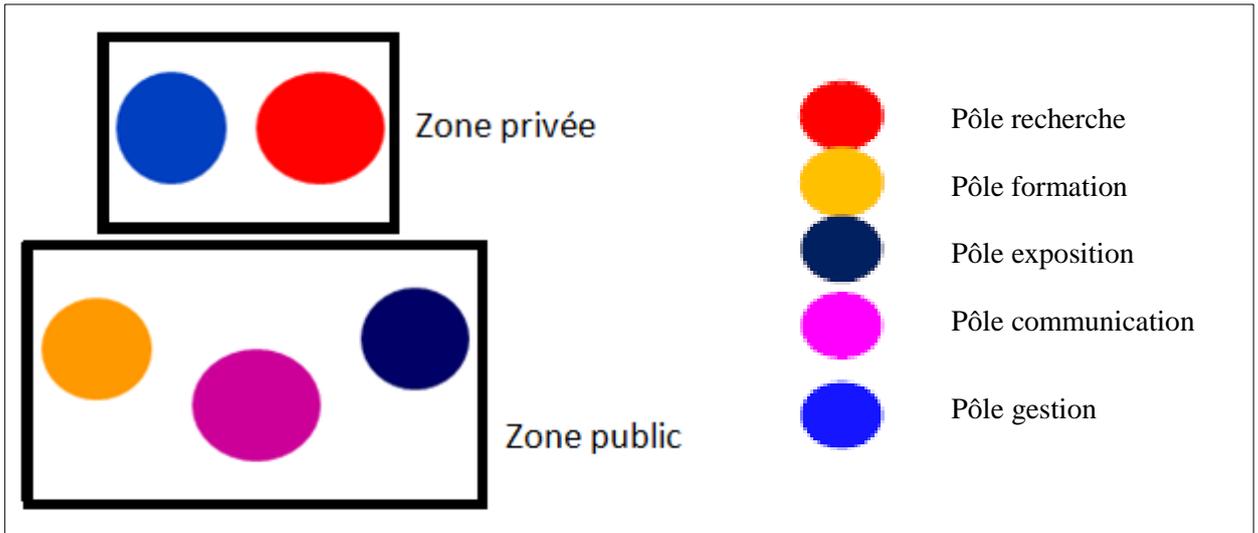


Figure 91. Les zones de notre centre d'environnement selon la hiérarchisation du public (Source : auteur)

Le schéma des relations entre les différentes fonctions est représenté dans la figure suivante (Fig.103) :

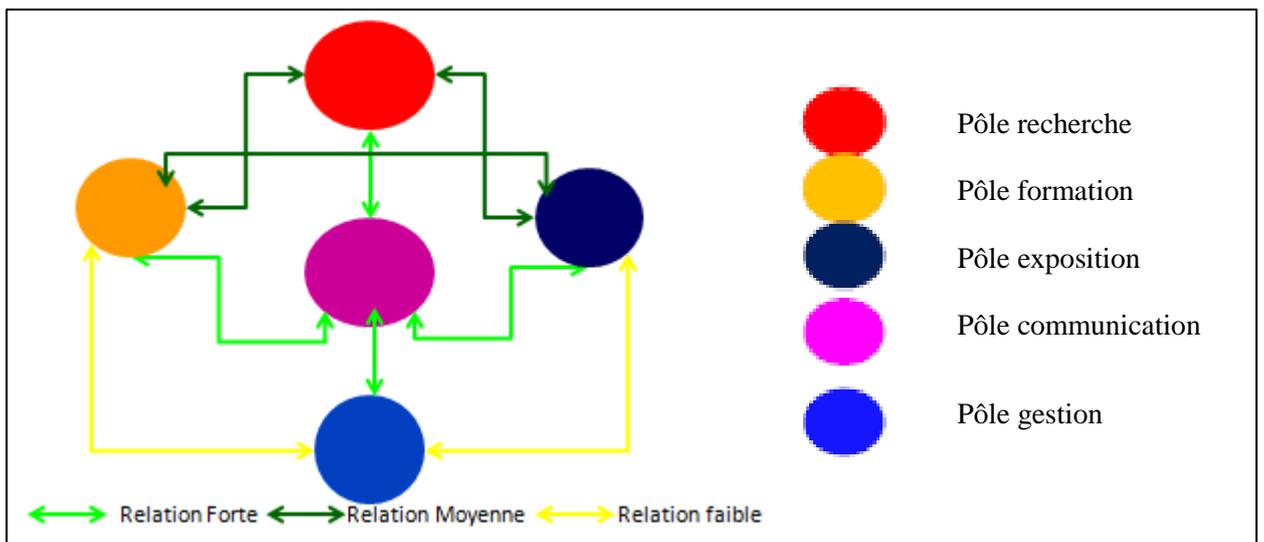


Figure 92. Les relations entre les différentes fonctions (Source: auteur)

A l'aide des deux schémas mentionnés ci-dessus ainsi que les relations et les besoins de chaque fonction, on peut récapituler le schéma de l'organisation fonctionnelle de notre centre d'environnement ci-dessous (Fig.104) :

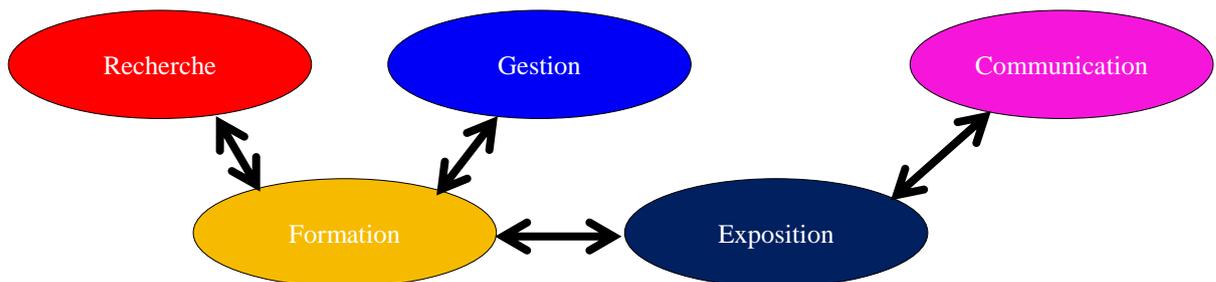


Figure 93. Le schéma d'organisation fonctionnelle de notre centre d'environnement (Source : auteur)

## II.4.2. Organisation spatiale :

Dans cette partie, on s'est basé sur plusieurs éléments qui nous ont permis de projeter une meilleure affectation spatiale au niveau de notre projet :

- \* Les relations entre les différentes fonctions.
- \* L'orientation par rapport au soleil, aux vents et aux vues.
- \* La destination de l'activité (public, semi-public, privé)
- \* Les besoins des activités (calmes ou bruyantes)

La répartition spatiale de notre équipement est récapitulée dans la figure suivante (Fig.105) :

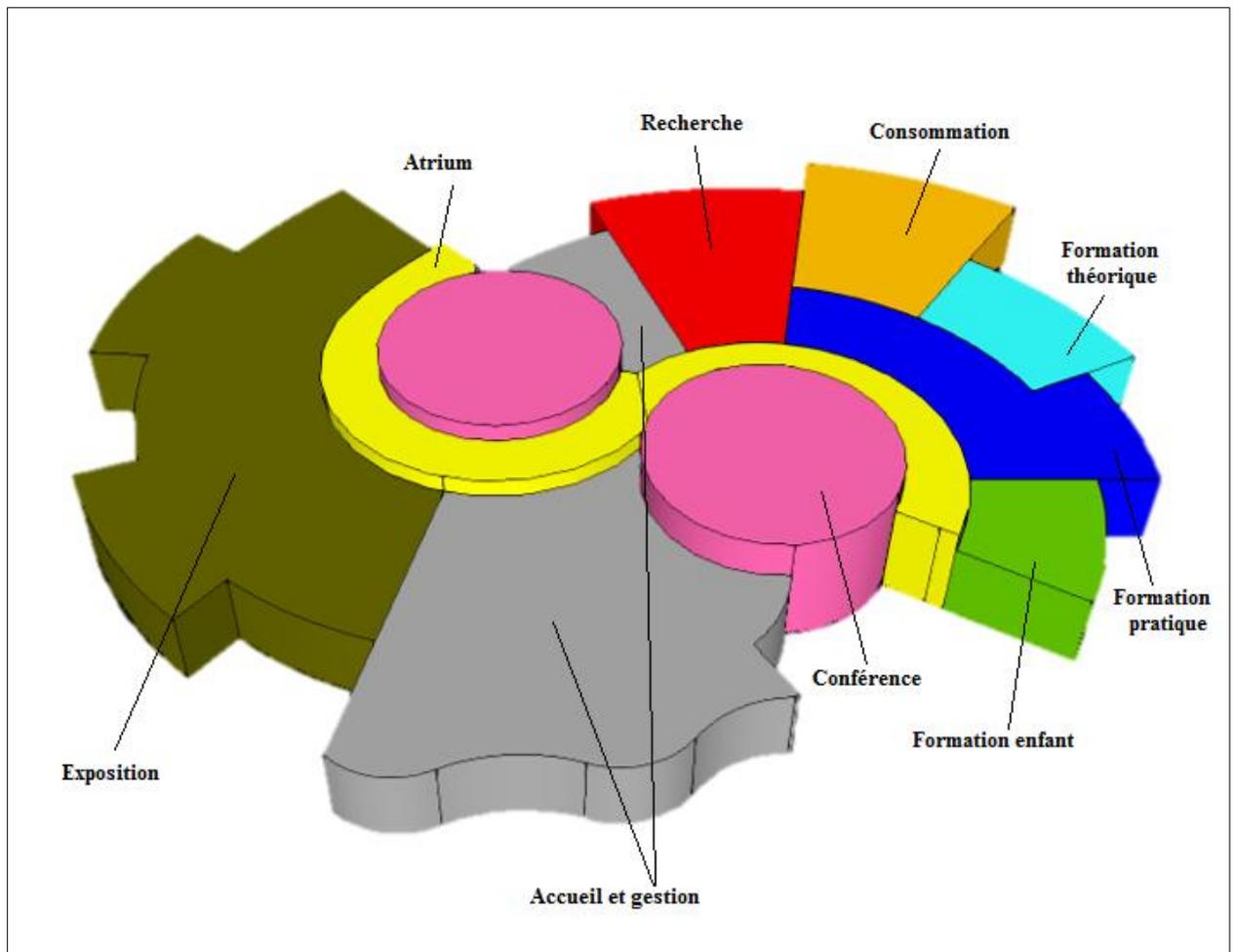


Figure 94. La répartition spatiale (source : Auteur)

## II.5. LA GENESE DE LA FORME:

« Dans mon Travail, je recherche une inspiration auprès des formes naturelles »  
 « **Santiago Calatrava** »<sup>12</sup>.

Vu la particularité de notre thématique et en s'appuyant sur la citation de l'architecte Santiago Calatrava, on a fait des recherches sur des éléments et des formes qui symbolisent la nature et qui peuvent présenter et signifier la biodiversité.

La cellule (Fig.106), l'unité structurelle et fonctionnelle fondamentale de tout corps naturel vivant, nous semble le meilleur élément pouvant être comme une métaphore de la nature dans notre projet.

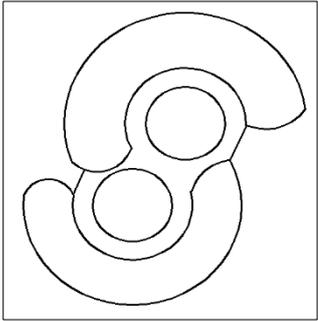


Figure 95. Photo représentative des cellules  
 Source : site web : Bibliothèque virtuelle « alloprof »

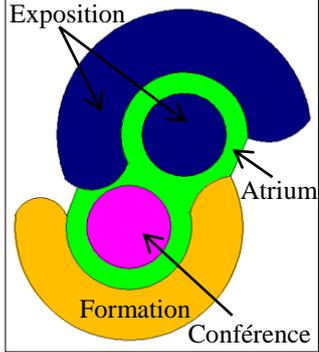
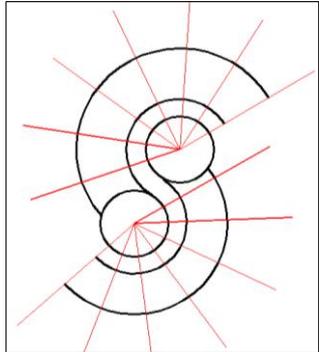
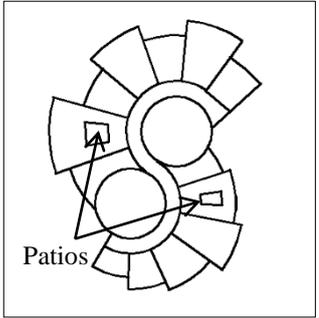
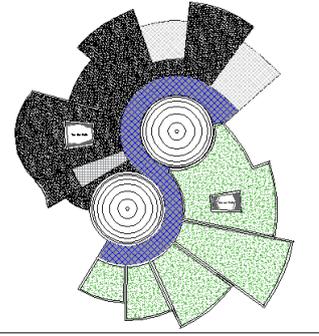
Vu que l'environnement est composé par deux éléments inséparables « la faune et

la flore », on pense à jumeler deux cellules, les étapes de la genèse de la forme se trouvent dans le tableau suivant (Tab.16) :

Tableau 16. Les étapes de la genèse de la forme du projet architectural (Source : Auteur)

Etape	description	Dessin
1-Premier esquisse : Fluidité	Le premier dessin est un geste artistique de 2 cellules jumelées avec leurs noyaux qui signifient la faune et la flore.	 <p>Figure 96. Esquisse de deux cellules jumelées (Source : Auteur)</p>

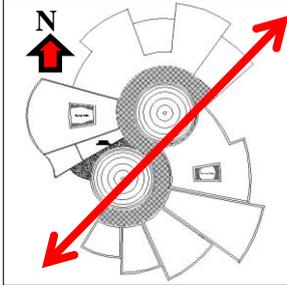
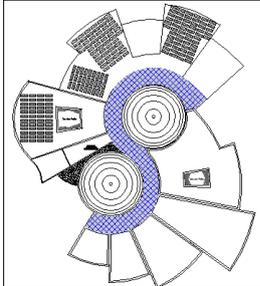
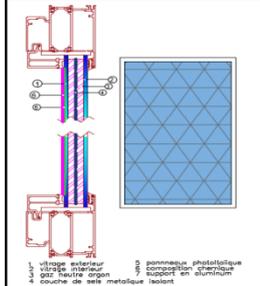
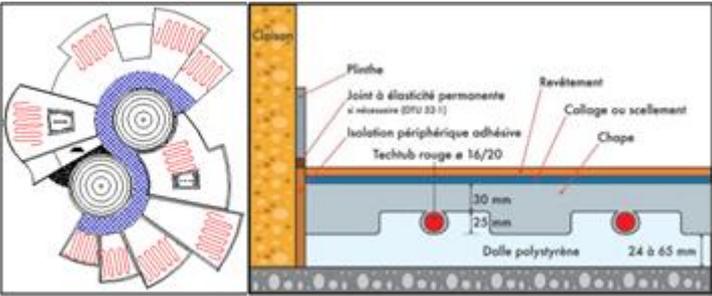
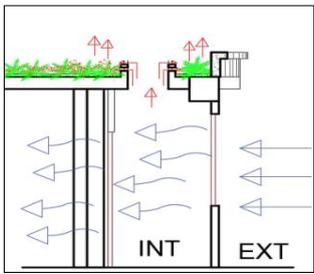
<sup>12</sup> **Santiago Calatrava** né à Valence en Espagne, est un architecte, urbaniste, ingénieur en génie civil, par ailleurs sculpteur, peintre et céramiste ; il a plusieurs œuvres connues. Il a eu plusieurs récompenses et prix : le prix City of Toronto Urban Design Award, la médaille d'or du mérite des beaux-arts, le prix Silver Beam Award, etc...

<p>2- Affectation du programme et assemblage de la forme</p>	<p>La projection des grandes fonctions dans la forme primaire selon leurs besoins et la logique organistique (en s'appuyant sur les concepts programmatiques déjà précités (page.)). Pour faire la liaison entre les 2 parties, on a fait une forme fluide d'un passage en tenant compte du principe d'atrium.</p>	 <p>Figure 97. Affectation du programme et assemblage de la forme (Source: Auteur)</p>
<p>3-Juxtaposition et succession</p>	<p>Depuis le centre de chaque noyau, on a fait des diagonales, ensuite après avoir effectué une soustraction, on a obtenu des formes successives à l'intérieur de la forme initiale.</p>	 <p>Figure 98. La projection des diagonales pour obtenir des formes (Source : Auteur)</p>
<p>4-Equilibre et dégradation</p>	<p>* Les formes successives obtenues, on les a dégradées, selon les fonctions qui s'en occupent (Entrée et accueil : grande section, formation enfant : moyenne section, etc...)</p> <p>* On est passé à l'intérieur pour diviser les 2 grandes parties du projet, on a renforcé le concept du patio en mettant 2 patios, au niveau de chaque entrée.</p>	 <p>Figure 99. Equilibration et dégradation de la forme (Source: Auteur)</p>
<p>5-La forme finale</p>	<p>Après plusieurs opérations de déplacement, de soustraction et de juxtaposition pour marquer chaque entité et son entrée tout en intégrant toutes les recommandations des outils bioclimatiques, on a obtenu la forme de notre projet qui est une forme complètement aérodynamique s'inscrivant dans son environnement et dans le concept bioclimatique.</p>	 <p>Figure 100. La forme finale du projet (Source: Auteur)</p>

## II.6. PRINCIPES BIOCLIMATIQUES INTEGRES AU PROJET :

Nous avons intégré des aspects bioclimatiques (Tab.17) pour assurer la durabilité du projet. Parmi ces aspects :

Tableau 17. Les paramètres bioclimatiques intégrés au projet (source : Auteur)

Le paramètre bioclimatique intégré	Illustration
<p><b>1-Orientation et compacité :</b> On a choisi des volumes et des formes compactes afin de minimiser les déperditions thermiques.</p> <p>* On a orienté notre bâtiment suivant l'axe Nord-Est Sud-Ouest afin de pouvoir bénéficier de l'éclairage naturel.</p>	 <p>Figure 101. L'orientation du bâtiment (Source : Auteur)</p>
<p><b>2-Les énergies renouvelables :</b> pour répondre aux besoins énergétiques de l'équipement et en se basant sur l'axe économique, nous avons intégré des panneaux photovoltaïques amovibles sur toutes les directions, positionnés sur les toits pour profiter des apports solaires, en plus nous avons intégré des ouvertures à vitrage qui travaillent au même principe des panneaux solaires comme un vitrage photovoltaïque.</p>	 <p>Figure 113. Posinposition des panneaux photovoltaïques</p>  <p>Figure 114. Ouverture à vitrage photovoltaïque</p>
<p><b>3-Chauffage passif :</b> pour le chauffage on a utilisé les planchers chauffants hydrauliques, par l'eau chaude des panneaux solaires thermique.</p>	 <p>Figure 102. Plan et coupe des planchers chauffants hydrauliques</p>
<p><b>4-Favoriser la ventilation naturelle (l'effet de cheminée),</b> Par la différence de densité selon sa température, l'air chaud monte. Se crée ainsi une plus faible pression dans le bas de la maison et une pression plus élevée dans le haut ce qui nécessite une ventilation continue pour minimiser la pression du haut alors nous avons utilisé les cheminées de ventilation (les patios + l'atrium).</p>	 <p>Figure 103. Coupe schématisique du patio (Source: Auteur)</p>

**5-La végétation :** le système de végétalisation des toits permet de concevoir une toiture-terrasse accessible ou inaccessible avec du gazon. Cet aménagement constitue une protection écologique qui renforce de façon significative le confort thermique et phonique d'un bâtiment. L'aspect esthétique des toitures visibles est amélioré et l'augmentation des surfaces d'espaces verts génère une meilleure perception des villes par les citoyens. Des accès occasionnels carrossables peuvent être réalisés avec des dalles gazon.

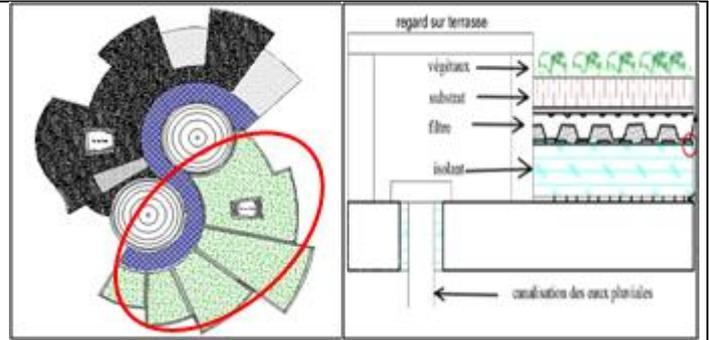


Figure 104. Toitures végétalisées (Source : auteur)

**6-Gestion des eaux pluviales :** Dans un souci de lutte contre les ruissellements et les inondations, chaque nouveau projet doit gérer les eaux pluviales qu'il génère. Nous avons fait un schéma pour récupérer l'eau de pluie dans des réservoirs d'eau pour stocker l'eau. C'est un système économique, favorable à la préservation de l'eau puisque celle-ci peut être conservée et pratique pour avoir de l'eau en toute autonomie. Grâce à cette eau écoulée et gardée précieusement, nous pouvons arroser les jardins, alimenter les salles d'eau.

**7-Favoriser l'éclairage naturel :** dans ce contexte nous avons assuré l'éclairage des espaces par :

- \*La dégradation des niveaux du bâtiment.
- \*La forme aérodynamique de l'équipement permet à tous les espaces de bénéficier de l'éclairage naturel.
- \*Les deux parties du projet sont reliées par l'atrium qui a des ouvertures amovibles assurant un éclairage optimal.
- \*chaque espace a une ou plusieurs ouvertures.

## II.7. SYSTEME STRUCTUREL :

Dans notre projet, nous avons utilisé un système structurel simple en poteau poutre en béton armé selon une trame radioconcentrique (Fig118).

Dans la partie dédiée à l'exposition exigeante une grande portée, on a utilisé une structure mixte : poteau en béton armé, poutre métallique et plancher mixte.

On a utilisé également des voiles de contreventement et des joints de rupture entre chaque changement de direction, du niveau et de forme.

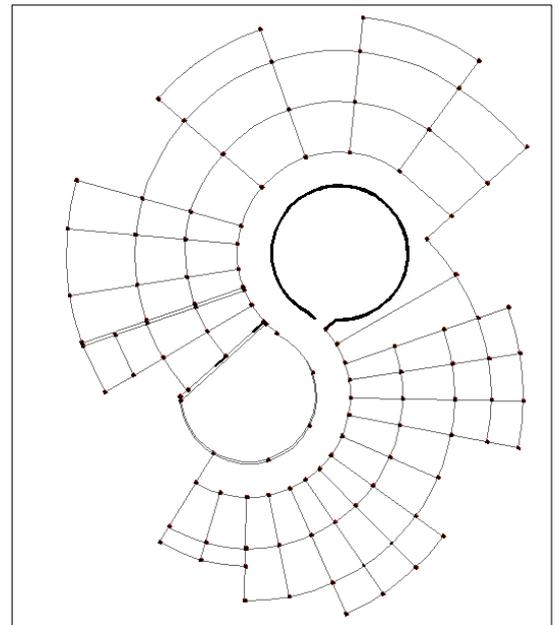


Figure 105. Plan de structure (Source : Auteur)

## II.8. SYSTEME CONSTRUCTIF :

Pour le système constructif, nous avons pensé selon des critères pour choisir les matériaux de construction pour notre projet qui doivent être :

- Porteurs.
- Durables
- Recyclables.
- Disponibles.

- Respectueux à l'environnement.
- Raisonables au niveau économique.
- Respectueux à la santé et au confort des usagers.

C'est dans ce cadre-là qu'on a choisi d'utiliser le brique mono-mur (Fig.119) comme un matériau de construction des murs extérieurs, et le plaque au plâtre (Fig.120) pour les séparations intérieurs, par ailleurs, pour les planchers intermédiaires ça sera en corps creux ( 16cm corps creux + 4cm en béton) avec un isolant thermique (laine de roche Fig.121 ).

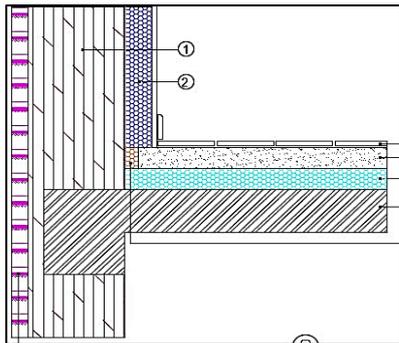


Figure 119. Brique mono-mur  
Source : site web : Energie +

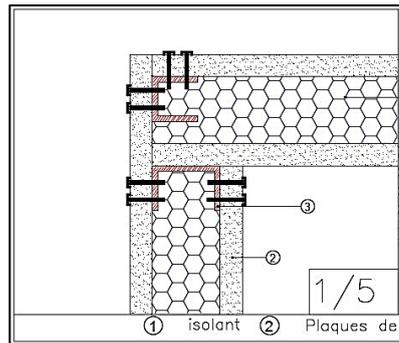


Figure 120. La plaque au plâtre  
Source : site web : Energie +



Figure 121. La laine de roche  
Source : site web : Energie +

## II.9. TRAITEMENT DES FACADES :

Dans les façades de notre projet, nous avons appliqué des principes architecturaux pour assurer une cohérence entre leurs entités, et renforcer l'harmonie des façades, pour que ça soit un projet de référence qui représente une forte relation entre l'architecture ancienne et la future architecture de la ville et représente aussi les ambitions des futurs usagers et c'est ce qu'on appelle la mixité intergénérationnelle afin de donner une identité au projet et mettre en valeur l'architecture traditionnelle de cette ville (Fig.122, Fig.123 et Fig.124, page.86).

Egalement, on a basé sur les principes de dégradation des formes au niveau des façades pour des raisons climatiques, afin de minimiser l'impact des vents sur le projet.

En plus, nous nous sommes appuyés sur le concept de plein et vide pour assurer la ventilation naturelle et aussi comme un régulateur naturel de l'éclairage dans le projet.



Figure 106. Façade principale (Source : Auteur)



Figure 108. Façade secondaire (Source : Auteur)

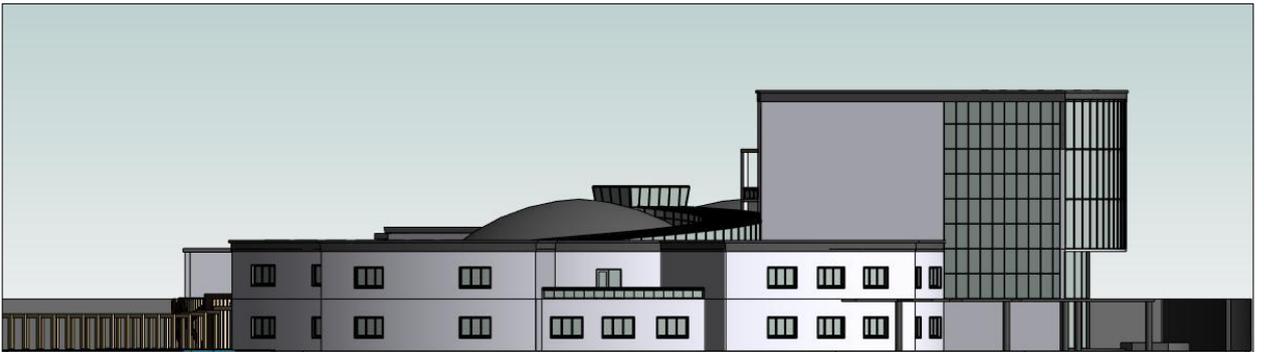


Figure 107. Façade latérale (Source : Auteur)

### **III. PARTIE 3 : ECHELLE SPECIFIQUE :**

#### **III.1. Evaluation Energétique :**

La simulation thermique dynamique (STD) est une étape importante pour réussir des bâtiments économes et confortables, elle permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment, les ponts thermiques, le comportement des usagers, les apports externes et internes...etc. Elle permet donc d'identifier et de quantifier l'impact des différentes fuites énergétiques (ponts thermiques, infiltration, ventilation...) afin de valider les concepts et solutions techniques adéquats.

Dans cette dernière partie, une simulation thermique dynamique sera effectuée afin d'évaluer le comportement thermique de notre bâtiment.

#### **III.2. Présentation générale de l'outil de simulation :**

De nombreux outils de simulation sont disponibles aujourd'hui, pour notre projet nous avons utilisé le logiciel « Pléiades », est un logiciel qui a été développé à la fin des années 80 par l'école des Mines de Paris par Peu portier et Blanc Sommer eux pour faire face aux besoins de modélisation. L'interface utilisateur a été réalisée par la société Gefosat, et aujourd'hui mise à jour en suivant l'évolution du logiciel par la même société renommée Izuba Energies. Pléiades correspond en fait à l'interface utilisateur et Comfie au moteur de calcul. Nous utiliserons parfois au cours de ce rapport simplement l'appellation Pléiades pour le logiciel mais il s'agira bien évidemment de Pléiades+ Comfie. C'est un logiciel assez répandu puisqu'en 2009, 700 licences étaient délivrées.

Pléiades est intégré à un ensemble de logiciel interfacé complet facilitant la saisie rapide de toutes les caractéristiques du bâtiment, de ses équipements et de ses scénarios de fonctionnement, d'une part, et chaîné à un calcul d'analyse de cycle de vie du bâtiment, d'autre part.

- **Pléiades :**

Le logiciel Pléiades est développé par le Centre d'énergétique de l'Ecole des Mines de Paris, il intègre plusieurs bibliothèques de données thermiques sur les matériaux et les éléments constructifs, les menuiseries, les états de surface, les albédos et les écrans végétaux. Le logiciel comprend aussi des bibliothèques de modes de gestion du bâtiment étudié selon un scénario horaire pour une semaine-type (occupation, apports internes, températures de consigne de chauffage ou de climatisation, gestion des occultations).

Chaque ouverture vitrée peut être affectée d'un masque intégré à la construction (évent, brise-soleil etc.). Les masques lointains (relief, autres bâtiments), les obstacles à l'ensoleillement à proximité de chaque paroi (arbre, masques architecturaux) sont également pris en compte.

« Le logiciel de simulation thermique utilisé par IZUBA Energies, Pléiade nécessite comme données d'entrées météorologiques, les valeurs horaires des températures et du rayonnement » **Manuel du logiciel Pléiades + Comfie.**

### III.3. L'interface Pléiades :

Les ventilations extérieures sont définies pour chaque zone par un scénario hebdomadaire et horaire. Il est également possible de prendre en compte différents types de ventilation interne entre les pièces : ouverture de porte avec indication de la fréquence d'ouverture ou d'une régulation, orifices de ventilation, ventilation mécanique inter zones, mur Trombe.

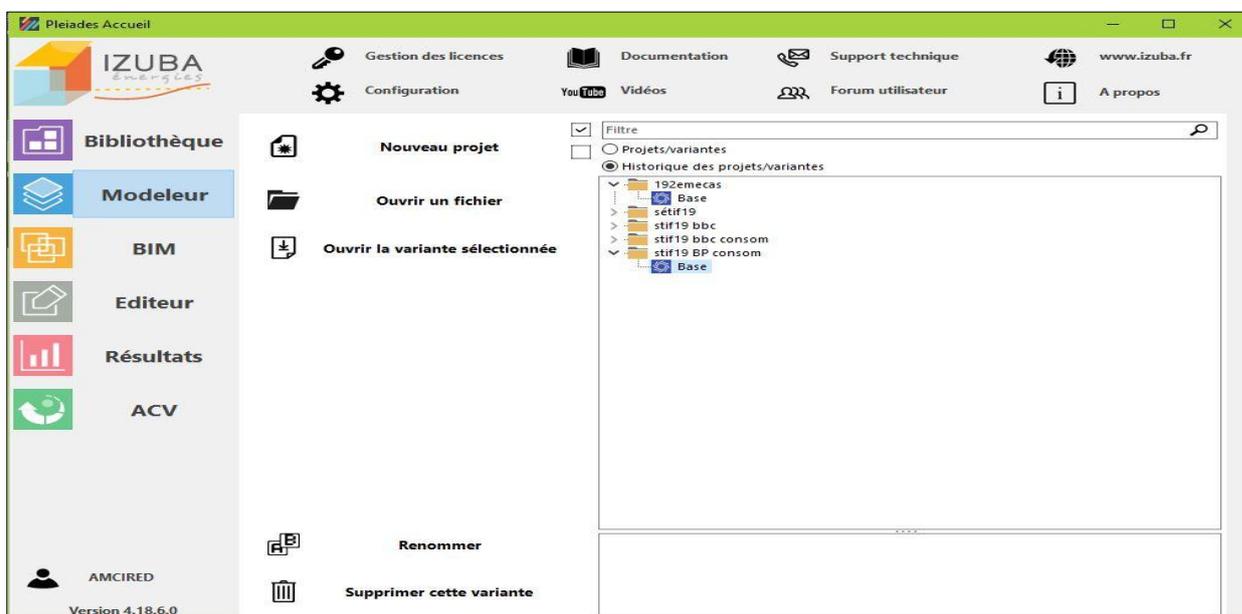


Figure 109.L'interface de Pléiade (Source : Logiciel : Pléiade)

Les zones peuvent être à évolution libre (température flottante), ou bien thermo-statées (avec une consigne de chauffage et une consigne de climatisation hebdomadaire et horaire). Dans ce dernier cas les puissances de chauffe et de rafraîchissement nécessaires pour maintenir la température souhaitée sont calculées à chaque pas de la simulation.

Pour chaque zone, il est aussi possible de définir la puissance de l'équipement de chauffage et de refroidissement, l'efficacité de l'échangeur récupérateur (en ventilation double flux) et la position du thermostat (qui peut être dans une autre zone).

### III.4. Bâtiment modélisé :

On travaille sur l'optimisation du fonctionnement et le concept d'un centre de sensibilisation à la protection de l'environnement, dont l'évolution de notre projet serait conjointe à celle de la taille des usagers (catégorie d'âge, type de l'espace). Notre objectif est de vérifier nos hypothèses que nous avons construites au départ :

-Nous pouvons atteindre la température du confort, à travers l'intégration d'un atrium qui garantit le confort thermique et par conséquence améliorer le confort hygrothermique.

-L'atrium réduit les besoins énergétiques au chauffage et au refroidissement.

-La ventilation naturelle à travers l'atrium permet d'améliorer le confort des usagers à moindre coût.

-L'efficacité de l'intégration de l'atrium dépend de sa configuration géothermique.

Huit zones (Fig.126 et Fig127) ont été définies, ce découpage permet d'associer à chaque zone une température de consigne, un scénario d'occupation, une puissance dissipée et un scénario de ventilation.

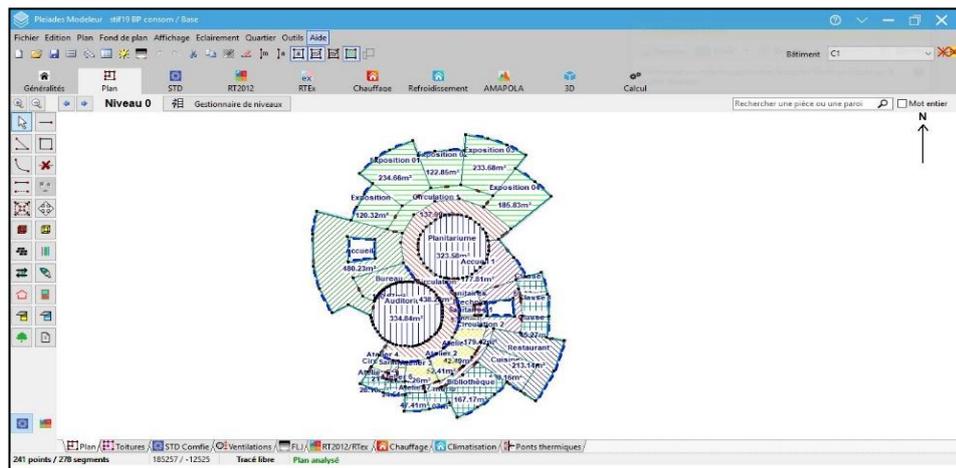


Figure 110. Le plan en 2D sur Pléiade (Source : auteur)



Figure 111. Le plan en 3D sur Pléiade (Source : auteur)

Afin de rendre cet équipement performant, les choix constructifs suivants ont été faits, pour les menuiseries, nous avons fait le choix d'une menuiserie performants avec les caractéristiques suivantes (Fig.128 et Fig. 129) :

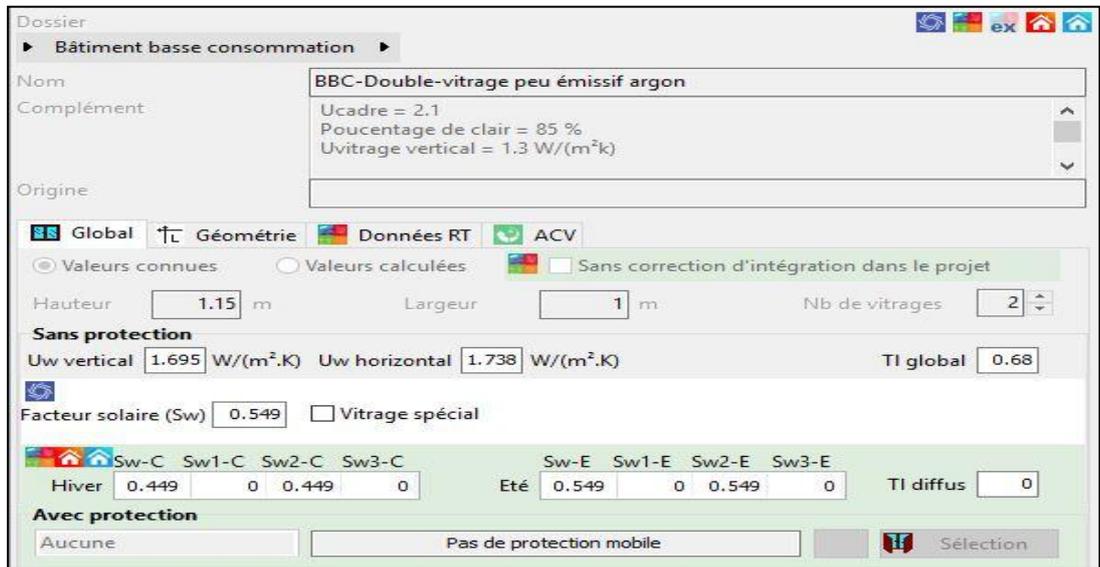


Figure 112. Caractéristiques des fenêtres (Source : Logiciel : Pléiade)

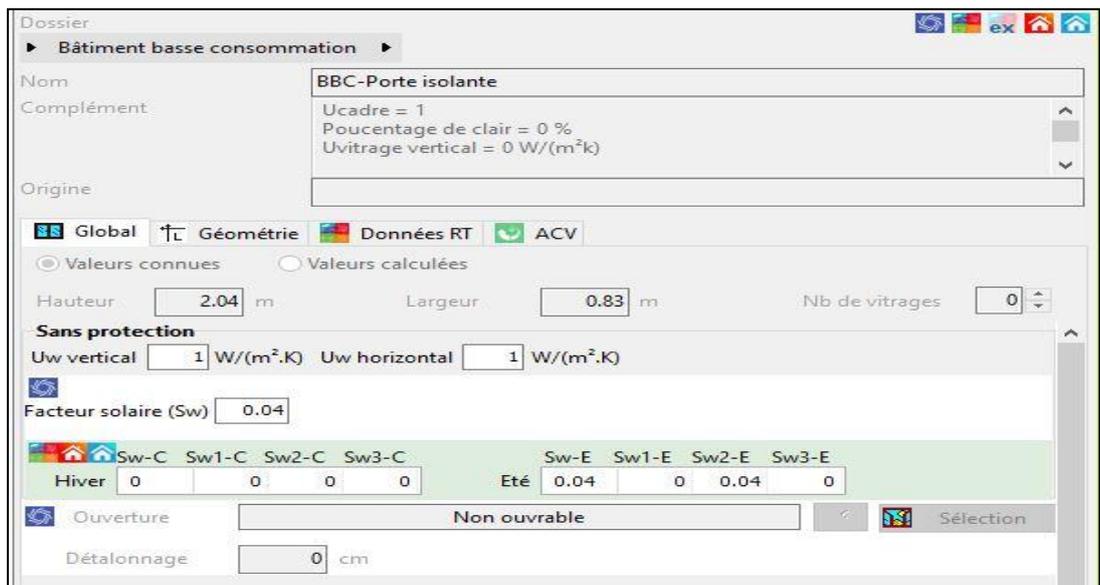


Figure 113. Caractéristiques des Portes (Source : Logiciel : Pléiade)

### III.5. Consignes de simulation :

#### III.5.1. Consigne de chauffage :

La température de consigne de chauffage correspond à la température minimale acceptable dans le bâtiment : elle a été fixée à 20°C

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
20	20	20	20	20	16	20
16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16

Figure 114. Scénario de consigne de thermostat de chauffage (Source : Logiciel : Pléiade)

### III.5.2. Consigne de rafraîchissement :

La température de consigne de rafraîchissement correspond à la température maximale acceptable : elle a été fixée à 24°C

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
28	28	28	28	28	28	28
28	28	28	28	28	28	28
28	28	28	28	28	28	28
28	28	28	28	28	28	28
28	28	28	28	28	28	28
28	28	28	28	28	28	28
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
24	24	24	24	24	28	24
28	28	28	28	28	28	28
28	28	28	28	28	28	28
28	28	28	28	28	28	28

Figure 115. Scénario de consigne de thermostat de rafraîchissement (Source : Logiciel : Pléiade)

### III.5.3. Consigne de ventilation :

La ventilation naturelle est une stratégie passive, sans moyen mécanique, de maintenir un environnement intérieur confortable. Un des moyens déjà utilisés auparavant dans l'architecture traditionnelle exploitée sous plusieurs formes et sur plusieurs plans.

Les systèmes de ventilation doivent satisfaire des exigences d'hygiène, de confort, de respect de l'environnement et d'économie d'énergie.

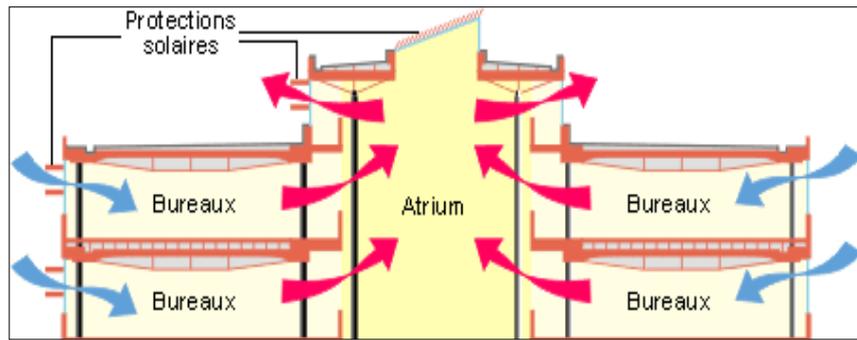


Figure 116. Ventilation naturelle (source : site web : Energie +)

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20
50	50	50	50	50	20	50
50	50	50	50	50	20	50
100	100	100	100	100	20	100
100	100	100	100	100	20	100
100	100	100	100	100	20	100
100	100	100	100	100	20	100
100	100	100	100	100	20	100
100	100	100	100	100	20	100
100	100	100	100	100	20	100
100	100	100	100	100	20	100
100	100	100	100	100	20	100
100	100	100	100	100	20	100
50	50	50	50	50	20	50
50	50	50	50	50	20	50
50	50	50	50	50	20	50
50	50	50	50	50	20	50
20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20

Figure 117. Scénario de ventilation (Source : Logiciel : Pléiade)

### III.5.4. Consigne d’occupation :

Nous avons supposé que l’équipement fût occupé de 7 h à 18h par un nombre approximatif de personnes, le week-end (vendredi) l’équipement serait vide.

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
10	10	10	10	10	2	10
10	10	10	10	10	2	10
10	10	10	10	10	2	10
10	10	10	10	10	2	10
10	10	10	10	10	2	10
10	10	10	10	10	2	10
10	10	10	10	10	2	10
50	50	50	50	50	2	50
50	50	50	50	50	2	50
100	100	100	100	100	2	100
100	100	100	100	100	2	100
100	100	100	100	100	2	100
100	100	100	100	100	2	100
100	100	100	100	100	2	100
100	100	100	100	100	2	100
100	100	100	100	100	2	100
100	100	100	100	100	2	100
100	100	100	100	100	2	100
100	100	100	100	100	2	100
100	100	100	100	100	2	100
100	100	100	100	100	2	100
10	10	10	10	10	2	10
10	10	10	10	10	2	10
10	10	10	10	10	2	10
10	10	10	10	10	2	10

Figure 118. Scénario d’occupation (Source : Logiciel : Pléiade)

### III.6. Protocole de simulation :

Pour bien voir les variations de température de la zone de confort et évaluer la performance de notre projet, on illustrera nos simulations par des graphes, et pour connaître les besoins énergétiques en climatisation on lance une simulation sans les consignes de thermostat et une deuxième avec ces mêmes consignes.

Tout cela se fait d'après les étapes suivantes :

- **Etape 01 :**

En premier lieu nous allons simuler notre bâtiment en intégrant un Atrium fluide avec une configuration linéaire (cas 01).

- **Etape 02 :**

En second lieu nous simulons notre bâtiment en intégrant les deux Atriums séparés avec une forme rigide et une configuration intégrée, l'un se situe dans la partie sud du projet et l'autre dans sa partie nord (cas 02).

Dans cette simulation nous allons tenir compte aux recommandations conceptuelles issues des études et recherches précédentes, afin qu'on puisse vérifier les hypothèses posées dans le chapitre I, par rapport à l'amélioration du confort hygrothermique en assurant un meilleur confort thermique par le billet de l'atrium central qui intégré dans le projet.

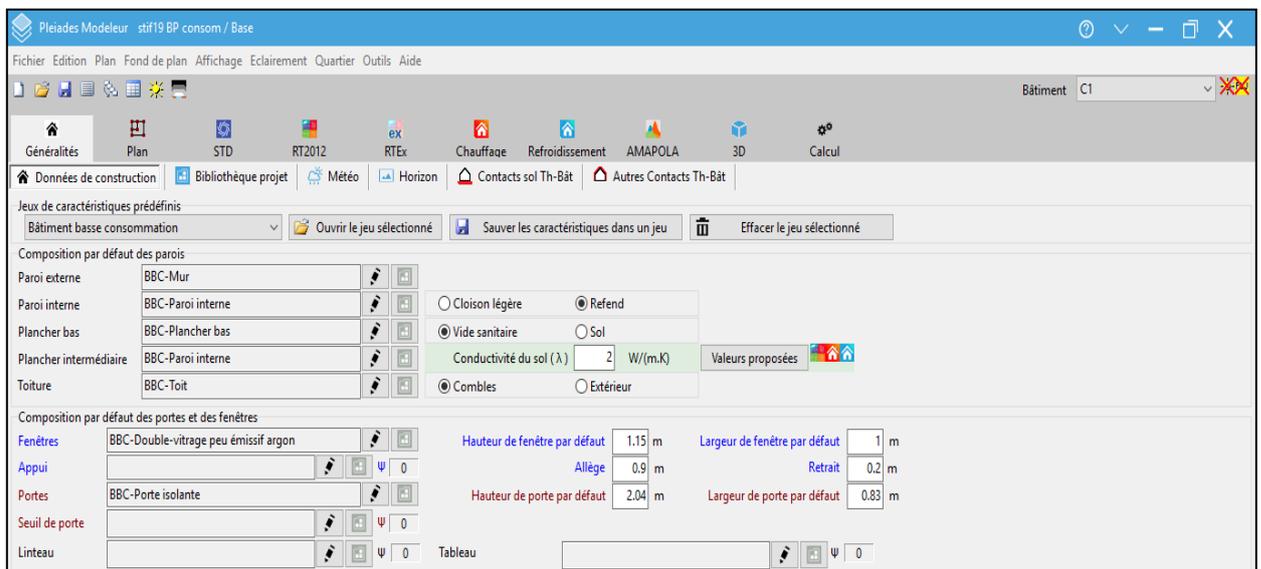


Figure 119. Caractéristique de Bâtiment (source : Auteur)

Le graphe ci-dessous montre l'évolution de la température extérieure et celle de la zone de confort pendant l'été :

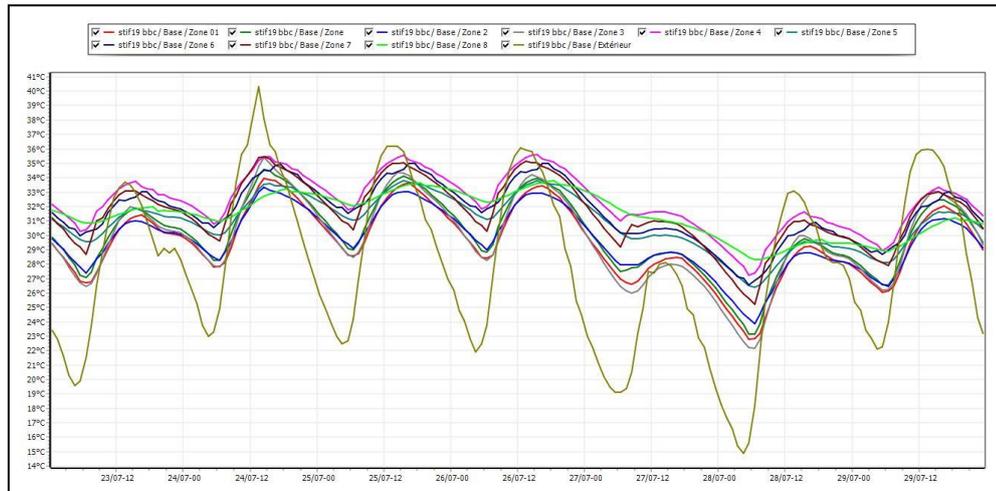


Figure120. évolution des températures en été sans consignes (source : Auteur)

Le graphe si dessous montre l'évolution de la température extérieure et celle de la zone de confort pendant l'hiver :



Figure121. évolution des températures en hiver sans consignes (source : Auteur)



### III.6.2. Simulation de Cas 02 (deux Atrium séparé) :

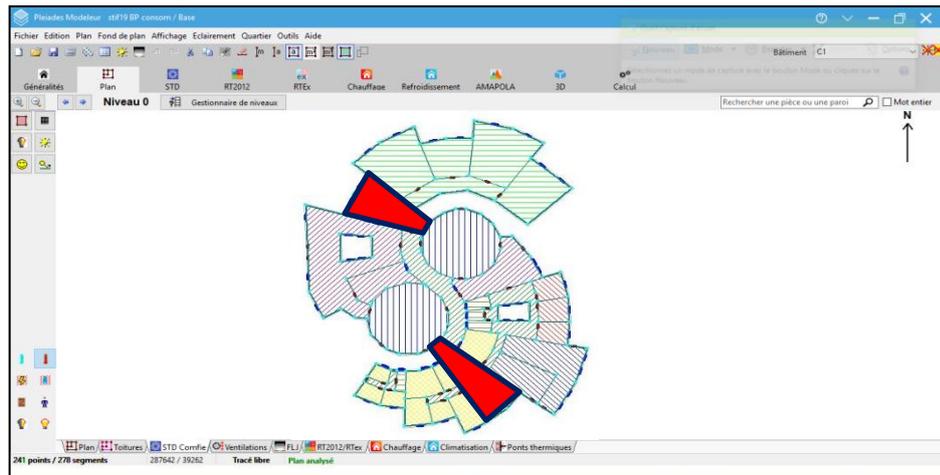


Figure124. deux Atrium séparé (source : Auteur)

- **Résultats :**

Le graphe ci dessous montre l'évolution de la température extérieure et celle de la zone de confort pendant l'été :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Zone	10 160 kWh	9 kWh/m <sup>2</sup>	38 929 kWh	36 kWh/m <sup>2</sup>	63 562 W	175 428 W	18.05 °C	24.12 °C	35.47 °C
Zone 1	152 kWh	1 kWh/m <sup>2</sup>	15 833 kWh	59 kWh/m <sup>2</sup>	6 977 W	67 703 W	18.99 °C	25.81 °C	39.98 °C
Zone 2	12 360 kWh	8 kWh/m <sup>2</sup>	38 559 kWh	24 kWh/m <sup>2</sup>	53 523 W	196 985 W	18.19 °C	23.68 °C	34.63 °C
Zone 3	8 074 kWh	14 kWh/m <sup>2</sup>	35 992 kWh	62 kWh/m <sup>2</sup>	42 531 W	85 855 W	17.00 °C	24.02 °C	36.61 °C
Zone 4	1 378 kWh	4 kWh/m <sup>2</sup>	43 548 kWh	128 kWh/m <sup>2</sup>	31 866 W	101 250 W	17.88 °C	25.16 °C	38.55 °C
Zone 5	2 099 kWh	3 kWh/m <sup>2</sup>	21 864 kWh	32 kWh/m <sup>2</sup>	18 074 W	116 958 W	18.88 °C	24.40 °C	35.61 °C
Zone 6	4 124 kWh	5 kWh/m <sup>2</sup>	47 640 kWh	62 kWh/m <sup>2</sup>	38 716 W	148 172 W	18.35 °C	24.58 °C	36.78 °C
Zone 7	3 880 kWh	9 kWh/m <sup>2</sup>	24 199 kWh	59 kWh/m <sup>2</sup>	26 490 W	80 041 W	17.92 °C	24.63 °C	36.95 °C
Zone 8	48 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	2 934 kWh	29 kWh/m <sup>2</sup>	2 139 W	24 638 W	19.31 °C	24.47 °C	35.72 °C
Total	42 276 kWh	7 kWh/m <sup>2</sup>	269 499 kWh	46 kWh/m <sup>2</sup>	283 880 W	997 030 W	18.17 °C	24.26 °C	36.04 °C

Figure125. Récapitulatif des résultats (source : Auteur)

Selon les résultats qu'on a obtenus dans cette étape, les besoins énergétiques de l'année entière sont égaux à 07 kWh/m<sup>2</sup> en besoin de chauffage et de 46 kWh/m<sup>2</sup> en besoin de climatisation.

### III.7. Synthèse énergétique des résultats de simulation :

L'histogramme suivant englobe les résultats qu'on a reçus dans toutes les étapes, les besoins énergétiques de l'année entière

On voit clairement sur les deux tableaux qui représentent les résultats des deux cas, que Les performances de la forme et la position de notre Atrium en deuxième cas sont perceptibles, puisque les besoins énergétiques sont égaux à : 57 kWh/m<sup>2</sup>/ans contre 300 kWh/m<sup>2</sup>/ans pour l'Atrium en premier cas.

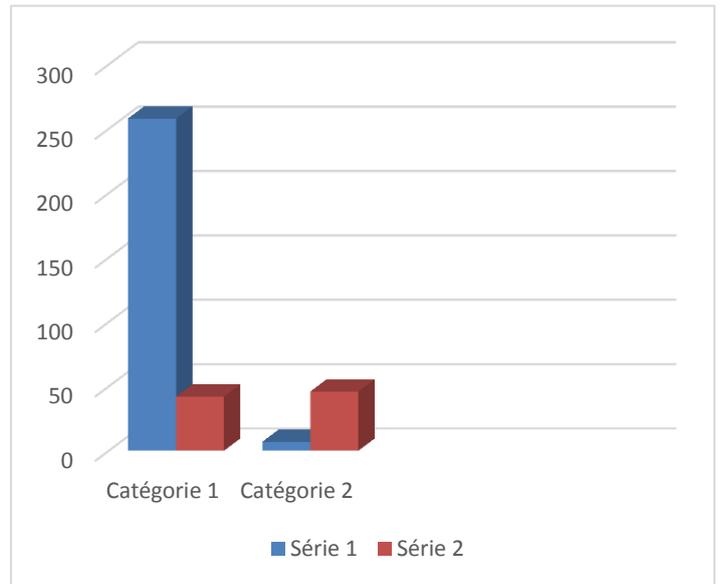


Figure 126.comparaison des besoins (source : Auteur)

Tableau 18. Étiquette énergétique

Les résultats obtenus ont confirmé finalement nos hypothèses, notre projet se classe dans la classification B, vu que ses besoins énergétiques sont égaux 57 kWh/m<sup>2</sup>/ans donc entre 51 et 110 kWh/m<sup>2</sup>/ans, ce résultat nous a permis en outre de dire que notre projet peut être intégré dans le label HPE (haute performance énergétique).

Niveaux Logement	Tertiaire			
	Usage principal de bureau, d'administration ou d'enseignement	à occupation continue (hôpitaux, hôtels, internats, maisons de retraite, etc.)	Autres bâtiments non mentionnés dans les deux précédents cas	
A	≤ 50	≤ 50	≤ 100	≤ 30
B	51 à 90	51 à 110	101 à 210	31 à 90
C	91 à 150	111 à 210	211 à 370	91 à 170
D	151 à 230	211 à 350	371 à 580	171 à 270
E	231 à 330	354 à 540	581 à 830	271 à 380
F	331 à 450	541 à 750	831 à 1 130	381 à 510
G	450 <	750 <	1 130 <	510 <

Par ailleurs, on peut dire aussi que non seulement l'atrium diminue les besoins de chauffage et bien évidemment améliore le confort hygrothermique en assurant un meilleur confort thermique, mais aussi sa localisation et sa configuration géométrique influencent sur son efficacité énergétique.

## **IX. CONCLUSION :**

Au niveau de ce chapitre on a appliqué tous ce qu'on a fait dans le deuxième chapitre comme recherche lié aux trois échelles en prenant en compte la spécificité de notre site d'intervention : sa situation géographique, ses données climatiques, son contexte physique...etc., ces éléments nous ont aidé à choisir la vocation de notre projet, éco-quartier à vocation culturelle-scientifique où la dimension économique s'impose à travers le tourisme.

Notre éco quartier s'inscrit dans une démarche bioclimatique absolue, non seulement à travers les paramètres bioclimatiques intégrés mais aussi par la nature et la fonction des projets implantés, le centre d'initiation et de sensibilisation à la protection de l'environnement qui se trouve à l'entrée Est de la ville de Sétif et à l'entrée principale de notre éco-quartier représente à la fois l'identité de ce dernier et aussi celle de la ville de Sétif qui est connue par sa propreté, notre centre va donc encadrer pédagogiquement cette culture de propreté en créant une écocitoyenneté chez les habitants.

Enfin, vu que notre volonté principale est d'assurer une durabilité de notre projet, de respecter l'environnement, les usagers et leurs santé, on a garanti le confort à l'intérieur du bâtiment en s'appuyant sur les différents outils bioclimatiques ainsi qu'en intégrant un système passif « atrium » qu'on a supposé qu'il améliore le confort hygrothermique du bâtiment, cette amélioration du confort a été confirmée par une simulation de deux scénarios, et par conséquent on a confirmé les hypothèses qu'on a posé dans le chapitre I, l'atrium qu'on a intégré avec sa configuration géothermique spécifique a bien amélioré le confort hygrothermique au sein de notre projet en atteignant la température de confort exigée, et en parallèle il a réduit les besoins énergétique au chauffage et au refroidissement.

## CONCLUSION GENERALE

Depuis le choc pétrolier des années soixante-dix, de nombreuses tentatives et efforts ont été faits et réalisés pour le but de maîtriser l'aménagement des villes durables de futures et en matière de conception des projets bioclimatiques. Ces efforts ont conduit les architectes et urbanistes à revenir à la nature et prendre ce dernier comme élément fondamental durant la conception des projets et aménagement des villes, parmi les résultats de ces tentatives, c'est l'apparition de la notion des éco-quartiers à l'échelle urbaine, cette notion se compose de plusieurs cibles et objectifs issus du concept de l'architecture bioclimatique. Celle-ci est basée sur différents axes tels que le confort hygrothermique.

Il est clair au terme de ce travail que la réussite d'un projet architectural bioclimatique passe d'emblée par son support urbain qui est l'éco quartier, ce dernier doit revêtir toutes sortes d'aspects susceptibles d'offrir un meilleur cadre de vie et de confort aux usagers tout en respectant au mieux l'environnement qui demeure sa matière brute.

Par ailleurs, assurer le confort dans un bâtiment exige un respect total des bases de la bioclimatique et un recours à des techniques et des systèmes passifs innovants permettant d'ancrer ce bâtiment dans une démarche purement respectueuse des éléments qui lui sont intrinsèques, c'est dans ce contexte que nous avons intégré un atrium en adaptant une configuration contribuant à concrétiser au mieux cette notion de confort restant toujours un sujet de recherche très intéressant.

Ce travail a commencé par observer un phénomène ensuite par poser plusieurs problématiques sur les trois échelles, qu'on a y répondu, en posant des hypothèses qu'on a confirmées à la fin de ce travail.

La notion de confort reste toujours un sujet de recherche très attirant surtout en Algérie, qui ne possède malheureusement aucun label énergétique, comme on le trouve ailleurs en Europe, en Amérique du Nord...etc., une recherche dans ce contexte pour proposer des labels propres aux différentes zones climatiques de l'Algérie fera un objet d'étude très intéressant.

## BIBLIOGRAPHIE :

### \* Livre, article et revues scientifiques et mémoires :

- **Barbarin Henri**, 2015 : Les enjeux de l'air intérieur dans le tertiaire.
- **Bechki Djamel, Bouchekima Bachir, Boughali Slimane, Bouguettaia Hamza, Mahcene Hocine, et Mennouche Djamel** 2013 : Opportunités et challenges de la promotion des énergies renouvelables en Algérie.
- **Blais Pierre, Boucher Isabelle, Caron Alain**, 2012 : L'urbanisme durable : Enjeux, pratiques et outils d'intervention.
- **Bouygues Immobilier, Philips, Siemens, Schneider, STEELCASE, Ciat**, 2011 : Livre Blanc Confort & Santé dans les immeubles de bureaux énergétiquement performants.
- **Brodhag Christian, Sebastien Lea**, 2004, A la recherche de la dimension sociale du développement durable.
- **De Herde André, Liebard Alain** 2005 : Traité de l'Architecture Bioclimatique.
- **E. Stephan – A. Caucheteux**, 2014 : les maisons individuelles en tuffeau, zoom sur le confort hygrothermique en été.
- **Dhalluin Adrien**, 2012 : étude de stratégies de ventilation pour améliorer la qualité environnementale intérieure et le confort des occupants en milieu scolaire, thèse du doctorat, l'université de la rochelle.
- **Ernst Haeckel**, 1866 : Morphologie générale des organismes.
- **Fernandez Pierre, Lavigne Pierre**, 2009 : Edition le moniteur, « Concevoir des bâtiments bioclimatiques, fondement b& méthodes.
- **Fillola Alain**, 2010 : le guide éco quartier Vidailhan.
- **Garrigues-Cortina Frederik, Schelstraete Arnaud**, comment concevoir sa maison bioclimatique ?
- **GIEC**, 2014 : cinquièmes rapports d'évaluation sur le changement Climatique.
- **Guicheteau Carine**, 2006 : Travailler pour le développement durable, édition Studyrama.
- **Laouar Saida**, 2010 : Etat de la biodiversité en Algérie.
- **Oubraham Sihem**, 2016 : Article publié sur journal EL MOUJAHID.
- **Rey Allain**, 2001 : Le Grand Robert de la langue française.
- **Vincot-Gac Brigitte** : Sciences et technologies l'habitat et l'environnement.
- **Weissenstein Charline**, 2012 : un out il d'assistance à l'éco-conception architectural.
- **Mazari Mohamed** (09-2012) mémoire de magister en architecture, étude et évaluation de du confort thermique des bâtiments à caractère public : cas du département d'architecture de Tamda (Tizi- Ouzou).

- **Plassart Solenne** (Septembre 2015) Mémoire d'initiation à la recherche sous-titre : L'atrium central dans les bâtiments tertiaires contemporains (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes)
- **Rahal Samira**, 2011 : l'impact de l'atrium sur le confort thermique dans les bâtiments publics, cas de la maison de culture à Jijel, mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère en architecture, Université Mentouri à Constantine.
- **Raji Saed**, 2006 : caractérisation hygrothermique, par une approche multi échelle, de constructions en bois massif en vue d'amélioration énergétique et de valorisation environnementale, thèse présentée pour obtenir le grade de docteur sous-titre.
- **Redjal Omar**, (2005), mémoire pour l'obtention du diplôme de magister sous-titre ; vers un développement urbain durable... phénomène de prolifération des déchets urbains et stratégie de préservation de l'écosystème - exemple de Constantine

\* **Sites web :**

- <http://www.mamrot.gouv.qc.ca>
- <http://columbo2017.com>
- <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/>
- <http://www.iledenantes.com/files/documents/pdf/publications/nantes-ecoquartier.pdf>
- <http://www.a2j-isolation.fr/construction-bois/>
- <http://www.arau.org>
- <http://www.maison-éco-logique.com>
- <https://www.econology.fr/>
- <https://www.energieplus-lesite.be/>
- <http://www.carte-algerie.com>
- Google Earth
- Bibliothèque virtuelle : [www.alloprof.qc.ca](http://www.alloprof.qc.ca)
- <http://www.crai.archi.fr/eco.mod/eco.mod/EcoModele.php?item=3&id1=376&filter13=none>
- <http://www.herault.fr/developpement-durable/agenda-21>
- <http://www.herault.fr/developpement-durable/dates-cles-developpement-durable>
- <http://www.coalitionfrancaise.org/la-culture-reconnue-comme-4eme-pilier-du-developpement-durable-au-3eme-congres-mondial-du-cglu-a-mexico/>
- [http://www.agenda21culture.net/sites/default/files/files/documents/fr/zz\\_culture4pilierdd\\_fra.pdf](http://www.agenda21culture.net/sites/default/files/files/documents/fr/zz_culture4pilierdd_fra.pdf)
- <http://www.maisonpassive.be>
- <http://www.projetvert.fr/labels-energetique/>
- <http://www.passivhaus-vauban.de/passivhaus.fr.html>
- <https://portail.cder.dz>