



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences et de la technologie  
Département d'Architecture

# MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville  
Filière : Architecture  
**Spécialité : ARCHITECTURE**  
Thématique : Architecture, Environnement et Technologies

---

Présenté et soutenu par :  
Kessab kaouthar

Le : mercredi 23 septembre 2020

**Le Thème : Conception D'un Bâtiment Durable  
Appliquant La Technique HQE**

**Le projet : Lycée – El oued**

---

## Jury

Dr.	Merad Yacine	MCB	Université de Biskra	Président
Dr.	Qaoud Rami	MCB	Université de Biskra	Examineur
Dr.	Boukhabla Moufida	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Mme.	Sebti Moufida	MAA	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2019 - 2020

*A mes très chers parents, pour leur : amour, sacrifice, patiences, soutien moral et matériel depuis mon enfance jusqu'à ce jour.*

*A mes chers frères Rahíma, Asma, Oum keltoum, Fatema, Rítédj, Mon cher frère Mohamed Bachír.*

*A mes chères amies.*

*A tous mes enseignants qui m'ont éclairé sur ce chemin du savoir.*

*A tous qui ont attendu l'achèvement de ce mémoire et qui ont prié 'Dieu' pour plus de réussites.*

*A mon pays.*

*Je dédie ce modeste travail*

## *Remerciements*

*Je remercie ALLAH, lumière des cieux et de la terre, de m'avoir donné la volonté et de m'avoir guidé et aidé à établir ce travail qui est l'un de mes buts dans ma vie.*

*Ma mère, la lumière qui éclaire ma vie, qui m'a toujours encouragé, aidé, qui m'a guidé Dans le droit chemin, qui m'a appris que rien n'est impossible, que Dieu te garde près de nous.*

*Celui qui m'a toujours encouragé et soutenu durant toutes mes années d'études. Merci pour ton amour et ta confiance totale. A toi très cher papa.*

*Je tiens à remercier mon directeur de mémoire, le Pr. Moufida Boukhabla et Mme Sebti Moufida pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant d'encadrer cette recherche, pour sa modestie, sa disponibilité et ses orientations.*

*Également pour tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin lors de l'élaboration de ce travail.*

*Ainsi qu'à toutes les familles de Kassab et Belaid*

## Résumé

Les milieux urbains de cette ère ne sont plus isolés des problèmes environnementaux urgents qui ont commencé à menacer le monde et qui ont été alertés ces dernières années. D'une part, sont considérés comme l'un des principaux consommateurs de ressources naturelles telles que la terre, les matériaux, l'eau et l'énergie, et d'autre part, les processus nombreux et complexes de l'industrie de la construction. Ils produisent de grandes quantités de bruit, de pollution et de déchets solides, et le problème du gaspillage d'énergie et d'eau reste l'un des problèmes environnementaux et économiques les plus importants des bâtiments en raison de leur persistance et de leur durabilité tout au long de la période d'exploitation du bâtiment. De là, de nouveaux concepts et méthodes sont apparus qui n'étaient pas connus auparavant dans la conception et la mise en œuvre des projets, Parmi ces concepts figurent «la conception durable», «l'architecture verte» et «les bâtiments durables». Dans notre recherche, nous avons appris à connaître l'architecture durable, qui est l'une des tendances les plus importantes de l'architecture moderne, et elle s'intéresse à la relation du bâtiment à son environnement. Les nombreux bénéfices de cette tendance, dans le cas d'un bâtiment d'enseignement secondaire qui représente notre projet d'étude, l'intégration de méthodes de conception verte et de technologies intelligentes. Le bâtiment réduit non seulement la consommation d'énergie grâce à l'utilisation de panneaux solaires et d'un chauffe-eau, et réduit l'impact environnemental du bâtiment sur son environnement, mais réduit également les coûts de construction et d'entretien, crée un environnement de travail agréable et confortable, améliore la santé des étudiants, des enseignants et du personnel administratif, et augmente leurs taux de productivité. Un bâtiment durable est une structure qui offre une bonne qualité de vie, respecte l'environnement et offre des performances énergétiques et économiques. Conçu, construit, géré et utilisé de manière responsable tout au long de son cycle de vie.

**Mots clés :** conception durable - architecture verte - panneaux solaires - bâtiment d'enseignement secondaire.

## ملخص

إن القطاعات العمرانية في هذا العصر لم تعد بمعزل عن القضايا البيئية الملحة التي بدأت تهدد العالم , تم التنبيه لها في السنوات القلائل الأخيرة، فهذه القطاعات من جهة تعتبر أحد المستهلكين الرئيسيين للموارد الطبيعية كالأرض والمواد والمياه والطاقة، ومن جهة أخرى فإن عمليات صناعة البناء والتشييد الكثيرة والمعقدة ينتج عنها كميات كبيرة من الضجيج والتلوث والمخلفات الصلبة، وتبقى مشكلة هدر الطاقة والمياه من أبرز المشاكل البيئية - الاقتصادية للمباني بسبب استمرارها وديمومتها طوال فترة تشغيل المبنى .من هنا نشأت في الدول الصناعية المتقدمة مفاهيم وأساليب جديدة لم تكن مألوفة من قبل في تصميم وتنفيذ المشاريع، ومن هذه المفاهيم "التصميم المستدام" و"العمارة الخضراء" و"المباني المستدامة". في بحثنا هذا تعرفنا على العمارة المستدامة التي تعتبر أحد أهم اتجاهات العمارة الحديثة والذي يهتم بعلاقة المبنى ببيئته. المنافع والفوائد الكثيرة لهذا الاتجاه، في حالة مبنى تعليمي ثانوية والذي يمثل مشروع دراستنا فإن إدماج أساليب التصميم الخضراء والتقنيات الذكية. فالمبنى لا يعمل فقط على خفض استهلاك الطاقة من خلال استعمال الألواح الشمسية ومسخن المياه وتقليل الأثر البيئي للمبنى على محيطه، ولكنه أيضاً يقلل من تكاليف الإنشاء وتكاليف الصيانة، ويخلق بيئة عمل سارة ومريحة، ويحسن من صحة المستخدمين التلاميذ والأساتذة والطاقم الإداري ويرفع من معدلات إنتاجيتهم، فإن المبنى المستدام هو هيكل يوفر نوعية حياة جيدة ويحترم البيئة ويوفر الطاقة والأداء الاقتصادي. تم تصميمها وبنائها وإدارتها واستخدامها بشكل مسؤول طوال دورة حياتها.

**الكلمات المفتاحية: التصميم المستدام -العمارة الخضراء -الألواح الشمسية -مبنى تعليمي -ثانوية**

## **Sommaire :**

Dédicace	
Remerciements	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	

## **Introduction générale :**

Introduction.....	01
I. Problématique.....	01
II. Objectifs.....	02
III. Hypothèses.....	02
IV. Méthodologie de recherche .....	03
V. Structure du mémoire.....	03

## **CHAPITRE 1 : Partie théorique**

Introduction .....	04
1-Le développement durable .....	05
1-1 L'origine de développement durable.....	06
1-2-1 Une première définition du développement durable.....	07
1-2-2 Définition globale de développement durable.....	07
1-2-3 Le développement durable pour l'architecte que je suis .....	08
1-2-4 Le développement durable est un culture .....	08
1-3 naissance concept de développement durable.....	09
1-3-1 historique.....	09
1-4 Les enjeux développement durable.....	10
1-5 Les objectifs.....	10
1-6 les Grands principes développement Durable.....	11
1-7 Les Caractéristiques Le développement Durable.....	11
1-8 Le dimension Développement durable .....	11
1-9 Le rôle des Architect dan développement durable .....	12
2- L'architecture durable .....	12
2-1 l'architecture écologique .....	12
2-2 Architecture bioclimatique.....	13
2-3-1 définition architecture bioclimatique.....	13
2 3-2 conceptions bioclimatiques.....	13
2-3-3 les principes .....	14
3-1 bâtiments durables .....	15
3-2 conception d'un bâtiment durable .....	15
3-3 bâtiment durable pour tous .....	16
3-4 pour un bâtiment durable .....	16
3-5 Le bâtiment du futur sera durable .....	16
3-6 Certifications Environnementales Des Bâtiments Durable .....	17
3-7 Quelles différences entre les certifications BREEAM, LEED et HQE .....	18
3-8 Le bâtiment durable pour tous .....	19
4- La Haute Qualité Environnementale (HQE) .....	20

4- 1 Définition.....	21
4-2 Deux principes en rapport avec l'approche HQE .....	21
4-3 Concept Haute Qualité Environnementale.....	22
4-5 Les cibles HQE.....	25
4-6 l'objectif .....	25
4-7 Le cadre de référence .....	26
5- énergie solaire .....	26
6- conclusion.....	27

## **Chapitre 2 : Partie analytique :**

Introduction.....	28
1-Synthèse d'analyse d'exemples.....	28
1-1 Identifié / identification.....	28
1-2 Les types des lycées.....	29
1-3 Accueil.....	29
1-4 Rapport intérieur / extérieur.....	29
1-5 L'ensoleillement.....	30
1-6 Les secteurs.....	30
1-7 Sport.....	30
1-8 Des laboratoires.....	31
1-9 L'agencement des volumes de construction.....	31
1-10 Couple / opposé.....	31
1-11 La circulation dans le lycée.....	32
2- Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde).....	33
2-1 Objectif Environnemental.....	33
2-2 Moyens mis en œuvre pour répondre aux cibles.....	34
2-3 Note Architectural.....	36
2-4 Plan de masse.....	36
2-5 les données urbaines.....	36
2-6 La Surface Foncière.....	37
2-7 Le taux d'occupation de sol.....	37
2-8 l'ensoleillement et La Protection Aux Vent et bruit.....	38
2-9 L'impact sur l'environnement.....	38
2-10 Type architecture.....	38
2-11 Trois éléments géométriques distincts.....	39
2-12 Une façade cinétique translucide et opaque à la fois .....	39
2-13 Comment Maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur et assurer un environnement intérieur satisfaisant .....	40
2-14 Programme .....	41
3- Analyse de terrain .....	41
3-1 Présentation de la ville .....	42
3-2 Situation Géographique .....	43
3-3 Le Climat .....	43
3-4 Le rayonnement solaire.....	43
3-5 Température de l'air .....	45
3-6 Humidité Relative .....	45
3-7 Les vents .....	45
3-8 La situation de terrain .....	46
3-9 Les motivations du choix le terrain .....	46

3-10 La trajectoire solaire .....	46
3-12 Orientations des vents .....	47
4- Programmation.....	47
4-1 les normes .....	48
4-2 Programme officiel .....	51
5- Le solaire thermique et le solaire photovoltaïque .....	52
5-1 Historique du photovoltaïque .....	53
5-2 Le système thermosiphon .....	53
5-3 Comment ça marche ?.....	54
5-4 Les principaux composants d'une installation .....	54
5-5 Les différents types d'installation .....	55
5-6 Principe de fonctionnement d'une cellule solaire photovoltaïque .....	55
5-7 Comment ça marche .....	56
5-8 Composants des systèmes solaires photovoltaïques .....	56
5-9 Les installations raccordées au réseau de distribution public .....	57
5-10 Technologie .....	58
5-11 L'orientation de la superficie .....	58
6- Le Béton de Terre Crue Stabilisée et Compressée (BTS) .....	59
6-1 Qu'est-ce que le Béton de Terre Crue Stabilisée et Compressée .....	60
Conclusion.....	60

### **Chapitre 3 : Partie pratique :**

Introduction .....	61
1-les intentions .....	61
2- Les éléments de .....	61
3- Comment obtenir un lycée Haute Qualité Environnementale.....	63
4- l'idée de conception .....	63
5-lecture et analyse des résultats de simulation .....	66
5-1 Calcule de la quantité d'énergie consommée .....	66
5-2 Calcule de la quantité d'énergie consommée .....	67
5-3 Calcule le nombre des panneaux solaires .....	68
5-4 Calculer le nombre de panneaux solaires pour une surface donnée.....	68
6-Présentation graphique de projet .....	68

## Liste des figures :

<b>Numéro</b>	<b>Titre de figure</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Bulletin des Energies Renouvelables Source : Z. TFYECHE	<b>05</b>
<b>02</b>	les prémisses du concept de développement durable et sa diffusion.	<b>07</b>
<b>03</b>	schéma de l'historique de développement durable	<b>08</b>
<b>04</b>	Les objectifs Le développement durable	<b>09</b>
<b>05</b>	Les dimensions de développement durable	<b>11</b>
<b>06</b>	l'architecture durable 'améliorer la qualité de vie dans le respect l'environnement	<b>12</b>
<b>07</b>	photo présente le bâtiment ville durable	<b>14</b>
<b>08</b>	Principes de base d'une conception bioclimatique	<b>14</b>
<b>09</b>	conception bioclimatique	<b>15</b>
<b>10</b>	Bâtiment Durable	<b>17</b>
<b>11</b>	Schéma présente les principes de HQE	<b>19</b>
<b>12</b>	Coûts comparés par m2 de construction et de consommation (chauffage et éclairage) d'une école sur 30 ans.	<b>27</b>
<b>13</b>	Lycée Bachir Beskri Sidi Okba	<b>29</b>
<b>14</b>	Lycée PAUL ELUARD Seine-Saint-Denis	<b>29</b>
<b>15</b>	Plan de masse lycée bachir beskri Sidi okba	<b>30</b>
<b>16</b>	Plan de masse Lycée Lucie Aubrac	<b>30</b>
<b>17</b>	Accueil Lycée Bachir Beskri	<b>30</b>
<b>18</b>	Accueil Lycée Lucie Aubrac	<b>30</b>
<b>19</b>	Accueil Lycée Mohammed Bousbiatte	<b>30</b>
<b>20</b>	Rapport intérieur / extérieur : Lycée Bachir Beskri	<b>30</b>
<b>21</b>	schéma présente organisation fonctionnelle de lycée	<b>31</b>
<b>22</b>	Plan de salle de sport couvert	<b>31</b>
<b>23</b>	exemple des plans d'aménagement laboratoires source	<b>32</b>
<b>24</b>	L'agencement des volumes de construction	<b>32</b>
<b>25</b>	L'agencement des volumes de construction Plan de masse lycée Lucie Aubrac	<b>32</b>
<b>26</b>	Couple _ opposite de lycée	<b>32</b>
<b>27</b>	Plan étage lycée Bachir Beskri	<b>33</b>
<b>28</b>	Plan étage lycée Mohammed Bousbiatte	<b>33</b>
<b>29</b>	Plan étage lycée Bachir Beskri	<b>33</b>
<b>30</b>	Plan étage lycée Bousbiatte	<b>33</b>
<b>31</b>	Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde)	<b>34</b>
<b>32</b>	Niveaux d'exigence du lycée professionnel de Blanquefort	<b>35</b>

<b>33</b>	Photo Google earth Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde)	<b>37</b>
<b>34</b>	Plan situation Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde)	<b>37</b>
<b>35</b>	Plan de masse Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde)	<b>38</b>
<b>36</b>	Photo Google earth Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde)	<b>38</b>
<b>37</b>	les données urbaines Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde)	<b>38</b>
<b>38</b>	La Surface Foncière Le taux d'occupation de sol Lycée professionnel de Blanquefort	<b>39</b>
<b>39</b>	L'impact sur l'environnement Lycée professionnel de Blanquefort	<b>39</b>
<b>40</b>	Vue extérieur de Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde)	<b>40</b>
<b>41</b>	Éléments géométriques	<b>40</b>
<b>42</b>	Façade et vue extérieur de lycée blanqfort	<b>41</b>
<b>43</b>	Un site harmonieux	<b>41</b>
<b>44</b>	Une isolation durable	<b>41</b>
<b>45</b>	Un soupçon de photovoltaïque	<b>41</b>
<b>46</b>	Brise-soleil	<b>42</b>
<b>47</b>	Toiture végétalisées	<b>42</b>
<b>48</b>	Une intérieure claire	<b>42</b>
<b>49</b>	Photos présente l'atelier de recyclage dans de Lycée professionnel de Blanquefort	<b>42</b>
<b>50</b>	Plan RDC Lycée professionnel de Blanquefort	<b>43</b>
<b>51</b>	Plan l'étage Lycée professionnel de Blanquefort	<b>44</b>
<b>52</b>	Plan 2 Emme étage Lycée professionnel de Blanquefort	<b>44</b>
<b>53</b>	Les limites de la Wilaya	<b>43</b>
<b>54</b>	Histogramme de température d'oued	<b>43</b>
<b>55</b>	Tableau Une température, vents, humidité annuelle moyenne d'oued	<b>44</b>
<b>56</b>	la norme des dimensions les espace	<b>47</b>
<b>57</b>	Fonctionnalité des espaces	<b>47</b>
<b>58</b>	la norme de la forme salle de classe	<b>48</b>
<b>59</b>	la norme de l'aménagement salle de classe	<b>48</b>
<b>60</b>	de l'aménagement salle de classe et laboratoire	<b>49</b>
<b>61</b>	la norme de l'aménagement DE BIBLIOTH2QUE	<b>49</b>
<b>62</b>	diffèrent type d'amphi	<b>50</b>
<b>63</b>	exemple d'un jardin scolaire à l'extérieur	<b>50</b>
<b>64</b>	comment travaille le thermosiphon	<b>54</b>
<b>65</b>	photo réelle thermosiphon. Source pris par l'auteur	<b>54</b>
<b>66</b>	les diffèrent type d'installation	<b>55</b>
<b>67</b>	Comment ça marche les panneaux solaires (jour /nuit)	<b>56</b>
<b>68</b>	les éléments d'un système solaire Photovoltaïque	<b>56</b>
<b>69</b>	Principe de fonctionnement d'une cellule solaire photovoltaïque	<b>57</b>

<b>70</b>	transformation de photon de la lumière ver énergie électricité	<b>58</b>
<b>71</b>	L'orientation de la superficie des panneaux solaire	<b>59</b>
<b>72</b>	Cellule photovoltaïque monocristalline. Source	<b>59</b>
<b>73</b>	Structure cristallographique du silicium monocristallin	<b>60</b>
<b>74</b>	Cellule photovoltaïque monocristalline	<b>60</b>
<b>75</b>	mode de production de l'énergie électricité	<b>64</b>
<b>76</b>	PDAU el oued 2015	<b>64</b>
<b>77</b>	le premier volume de base	<b>65</b>
<b>78</b>	rose des vents	<b>65</b>

### Liste des tableaux :

<b>Numéro</b>	<b>Titre de figure</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	les cibles, sous cible, l'exigence minimale (écoconstruction)	<b>21</b>
<b>02</b>	les cibles, sous cible, l'exigence minimale (éco-gestion)	<b>22</b>
<b>03</b>	les cibles, sous cible, l'exigence minimale (confort)	<b>22</b>
<b>04</b>	les cibles, sous cible, l'exigence minimale (sante)	<b>23</b>
<b>05</b>	Moyens mis en œuvre pour répondre aux cibles Ecoconstruction	<b>35</b>
<b>06</b>	Moyens mis en œuvre pour répondre aux cibles Eco-Gestion de lycée Blanquefort	<b>36</b>
<b>07</b>	Moyens mis en œuvre pour répondre aux cibles Confort de lycée Blanquefort (Gironde)	<b>37</b>
<b>08</b>	Moyens mis en œuvre pour répondre aux cibles santé de lycée Blanquefort (Gironde)	<b>38</b>
<b>09</b>	Une température, vents, humidité annuelle moyenne	<b>45</b>
<b>10</b>	Programme pédagogique de construction d'un lycée	<b>53</b>
<b>11</b>	Programme proposé	<b>54</b>
<b>12</b>	Critères d'exigences pour l'éclairage des locaux scolaires fixés par la norme NF EN 12464-1	<b>66</b>
<b>13</b>	La norme RT2005 D'éclairage salle de classe	<b>66</b>
<b>14</b>	Tableau de correspondance pour remplacer une ampoule	<b>67</b>

### Introduction Générale :

Pour assurer la qualité de vie des générations futures, la maîtrise du développement durable des ressources de la planète est devenue indispensable surtout son application à l'architecture. Où La philosophie de l'architecture durable se concrétise à travers différentes pratiques qui ont pour objectifs de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement et de prendre soin la qualité de vie des utilisateurs et des communautés riveraines.

La mise en œuvre d'une architecture durable se manifeste par un ensemble de choix de techniques, des méthodes de gestion, la sélection des matériaux employés et l'organisation interne des fonctions et des espaces, afin de maîtriser, en particulier, la consommation d'énergie et l'aménagement du cadre de vie des utilisateurs.

A nos jours, Les collectivités recourent à la haute qualité environnementale (HQE) pour la plupart de leurs réalisations qui est un concept récent maintenant d'une quinzaine d'années. « HQE Bâtiment Durable » est une certification basée sur une approche performante, elle inédite intégrant tous les enjeux du développement durable. Développée à partir du nouveau cadre de référence de l'Alliance HQE-GBC, cette certification est construite autour de 12 objectifs, 26 thèmes et 4 engagements : Qualité de vie, Respect de l'environnement, Performance économique et Management responsable, et de 12 objectifs recouvrent quatre piliers : l'écoconstruction, l'éco-gestion, confort et la santé.

### Problématique :

Dans une perspective de développement durable, il importe tout autant de considérer les besoins pour lesquels nos bâtiments sont conçus que de prévoir leur adaptabilité face à des besoins changeants, leur consommation de ressources (matériaux, eau, énergie, etc.)

Dans la logique du développement durable, plusieurs démarches ont vu le jour afin d'aider à nos bâtiments d'une évolution sure, saine et équitable. Par mis ces démarches nous citons « le green building », « l'habitat qualité santé HQS », « la bio construction », la géobiologie », « l'habitat autonome », « l'approche organique », « l'approche anthroposophique » et la démarche haute qualité environnementale HQE ».

La démarche haute qualité environnementale « HQE » Consiste à maîtriser les impacts des bâtiments sur l'environnement extérieur et à créer un environnement intérieur sain et confortable, dans une démarche concertée entre acteurs concernés, et à toute étape de la vie du bâtiment.

L'utilisation de la démarche HQE dans un milieu chaud et aride nécessite des conditions spécifiques à cause de la fragilité du milieu. Construire en climat chaud reste un défi, il s'agit de l'obtention d'un confort d'été et d'hivers par l'adaptation du bâtiment au climat sans le recourt à la consommation des énergies électriques.

En Algérie, les constructions modernes sont de plus en plus inadaptées et gros consommateurs d'énergie. Ces dernières années sont caractérisé par une utilisation massive de climatiseurs au Sud et même au Nord.

## Question de recherche :

- Comment appliquer un système HQE (haute qualité environnementale) dans un équipement éducatif situé dans une zone chaude et aride ?
- Est-il possible de réduire la consommation d'énergie et d'accroître le bien-être en exploitant l'énergie solaire dans le climat et l'environnement naturel ?

## Hypothèse :

Aboutir un équipement éducatif durable nécessite L'application de système HQE (gestion d'énergie « panneaux solaire » recyclage de déchet, matériaux de construction bio, confort thermique intérieur, air saine)

## Les objectifs :

L'application du système HQE dans un équipement éducatif situé dans une zone chaude et aride nécessite le changement des énergies électriques par des énergies renouvelables particulièrement l'énergie solaire.

Le choix des matériaux bio comme le béton à terre stabilisé « BTS » et le recyclage des déchets peuvent assurer une construction saine et durable.

- le bâtiment durable et son application dans un équipement éducatifs.
- Connaitre comment appliquer la démarche « HQE » pour adapter le bâtiment avec son environnement.
- Assurer la Gestion des déchets.
- Atteindre le confort d'été et d'hivers en réduisant la consommation d'énergie électrique.

## Méthodologie de recherche :

Cette recherche est de but d'appliquer la démarche HQE et construction durable pour intégrer le bâtiment dans zone chaud et aride à la ville d'Oued-Souf.

Cette étude s'appuie sur deux approches, une approche théorique et une approche pratique, L'approche théorique qui correspond à l'analyse conceptuelle nécessaire pour la compréhension des concepts et notions, l'approche théorique consiste en une exploration systématique de la documentation sur le thème proposé (ouvrage, thèses, articles,.. etc.), , Elle s'étale sur deux chapitre, le premier va évoquer le développement durable, le bâtiment durable et la démarche HQE et (définition, historique, types, fonctionnement), avec des exemples La deuxième partie, c'est l'approche pratique qui comprend le cas d'étude et l'analyse climatique et bioclimatique spécifiquement la région d'Oued-Souf, et l'analyse urbaine et architecturale en utilisons le logiciels de simulation de la température de l'air et une méthode de calcul « panneaux solaires », et à la fin une conclusion qui va aboutir des recommandations spécifiques à la région d'Oued ouf Cette recherche est de but d'intégrer les tours à vents dans l'habitat individuel dans le climat chaud et aride à la ville d'Oued-Souf.

## Méthodologie de travail :

Ce mémoire est s'appuie sur trois études :

- **Une étude bibliographique :** contient la collecte des informations relatives aux concepts liés au thème de développement durable et la notion de HQE. Ces informations aident à concevoir un lycée durable.
- **Une étude analytique :** se base sur l'analyse des exemples des lycées appliquent la technique HQE (livresques et existants) et l'analyse du site, on va entamer une analyse comparative de leurs programmes avec le programme officiel proposé par le ministère éducatif pour but d'atteindre un programme convenable (programme retenu) pour notre projet
- **Une Conclusion :** Une étude pratique : est consacré au élément de passage et le processus de conception, les résultats de la méthode de calcul de panneaux photovoltaïques et la présentation graphique du projet

## Structure du mémoire :

Afin d'atteindre les objectifs de cette recherche, il est important d'avoir une approche méthodique et structurée du sujet traité, ainsi la présente recherche sera composée de deux Parties, la première traitera de l'aspect théorique de la question et la deuxième qui est la partie pratique réalisation de projet.

L'aspect théorique de cette recherche consistera en une familiarisation avec le sujet et traitera les différents points et concepts relatifs à l'éclairage naturel et artificiel suffisons d'une façon générale et dans les salles de classe plus précisément.

Cette partie se composera de trois chapitres :

- Le premier chapitre englobera les différentes connaissances de base et les notions de développement durable, bâtiment durable et la haute qualité environnementale.
- Le deuxième chapitre traitera synthèse d'analyse d'exemple et l'énergie solaire, le thermosiphon, panneaux photovoltaïque.
- le troisième chapitre pratique connaître l'idée conceptuelle de projet, les intentions et développement de l'idée et les résultats de simulation.



chapitre 1:  
Étude théorique.

### Introduction :

A partir de la révolution industrielle qui a eu lieu dans les années 1769 en Europe a suffi à l'humanité pour mettre en danger la planète, en effet la déforestation, le réchauffement climatique, la pénurie en matière première et le trou de la couche d'ozone commence à peser lourdement sur l'environnement les conséquences commencent à se faire sentir de plus en plus. L'idée d'un développement durable apparaît à la fin des années 80 comme une réponse possible à la crise sociale et environnementale auquel l'humanité fait face. En plus la prévision de croissance démographique affirme qu'en 2050 il y aura 9 milliards d'humains sur terre, Comment assurer à tous un accès à l'eau potable, une énergie abondante, un logement adéquat comment protéger la biodiversité de la nature et lutter contre le changement climatique ou effet de serre?<sup>1</sup>

Prenons conscience de ces risques l'être humain imagine alors un nouveau développement que l'on appelle développement durable ou dd. Sa définition officielle est donnée en 1987 au moment de la préparation du 3ème sommet de la terre à Rio de Janeiro – Brésil qui a eu lieu le 14 juin 1994. Développement durable : un développement durable est « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ».

Pour faire plus simple un dd signifie que la croissance doit se faire dans le respect de la nature et des hommes, la durabilité est atteinte lorsque les objectifs économiques, la responsabilité sociale, et la préservation de l'environnement se rejoignent. Un concept qui peut s'appliquer dans le domaine industriel, agricole, éducation administration...ect<sup>2</sup>.

C'est pourquoi il est nécessaire de développer l'utilisation des énergies renouvelables sous toutes leurs formes : solaire (passif, thermique, photovoltaïque), éolien, géothermique, hydraulique, biomasse (bois, Biocarburant...). L'architecture écologique est la prise en compte de ses différentes énergies et leurs intégrations, ainsi que la mise en œuvre de matériaux respectueux de l'environnement et de l'habitant : ce qui peut nous permettre de réduire notre demande énergétique et par conséquent nos rejets de gaz à effet de serre. L'architecture écologique, encore appelée architecture solaire, bioclimatique ou durable, se préoccupe des paramètres qui conditionnent le bien-être de l'habitant, mais celui-ci doit apprendre à vivre en symbiose avec son environnement, au rythme des jours et des saisons, il doit s'y intégrer et le respecter. L'objectif à poursuivre est donc d'obtenir la meilleure adéquation entre le climat, le bâtiment et le comportement de l'occupant. L'architecture écologique est un concept global qui regroupe l'occupant, le constructeur et le Bâtiment, Dès la conception et la construction, il est nécessaire de penser à préserver l'environnement et améliorer la qualité de vie : et cela durant l'ensemble du cycle de vie du bâtiment jusqu'à sa destruction. C'est dans ce but qu'a été créée la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) en France, les labels "Habitat basse énergie" et "Habitat Passif" en Allemagne. Le standard Suisse "Minergie" et la méthode BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methode) en Angleterre<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Pierre Charbonnier, (2016). De la Révolution Industrielle au Changement Climatique (Séminaire Philosophie politique de la nature. Recherches sur les transformations écologiques de la modernité). Publié le 12/12/2016.

<sup>2</sup> Hamdi Mohammed et Djebbloun Halim, (2019). Contribution à l'étude des bâtiments hqe dans un environnement désertique (saharien). Mémoire de du master en génie civil. Option : matériaux en génie civil. Faculté de technologie. Département d'hydraulique et de génie civil. Université Hama Lakhdar el-oued.

## Chapitre 1 : Etude théorique

Dans les pages qui suivent différents points de l'architecture écologique seront explicités pour une bonne compréhension et une prise de conscience des solutions existantes qui permettent d'allier construction et développement durable.

### 1-Le Développement Durable :

#### 1-1 Les origines du développement durable actuel :

La notion de développement durable fait aujourd'hui partie intégrante du discours de la majorité des dirigeants et des politiques de développement. Ce concept est toutefois apparu après une longue réflexion sur les effets néfastes de l'activité humaine sur l'environnement. Les premières grandes conférences internationales sur les effets de l'activité humaine sur l'environnement, qui remontent à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, se concentraient surtout sur la protection de certains aspects environnementaux, plus précisément une espèce particulière<sup>3</sup>.

Ce schéma nous montre comment nous pouvons appliquer la notion du développement durable au domaine de la construction par la science et la technologie en impliquant les politiques, les citoyens, et la collectivité ?

Une prise de conscience collective et une éducation environnementale constitue le fil conducteur de l'application du Développement durable Des sociétés d'aujourd'hui. L'habitat d'aujourd'hui et de demain doit bénéficier ainsi de toute l'attention des décideurs. Les sciences nouvelles tel que les énergies renouvelables constituent un atout pour un environnement plus sain et plus sure pour les générations futures<sup>4</sup>.

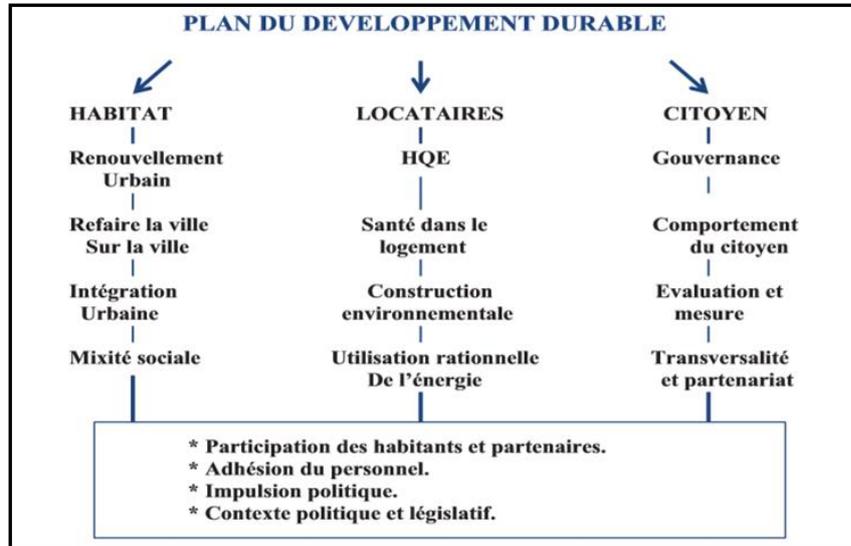


Figure 1 : plan du développement durable

Source : Z. TFYECHE

<sup>3</sup> LUKAS DIBLASIO BROCHARD, (2011). Le développement durable : enjeux de définition et de mesurabilité. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en science politique. Université du Québec à Montréal.

<sup>4</sup> Z. TFYECHE, (2004). Du développement durable à la démarche HQE ; Respectueux de l'environnement, des bâtiments sains et confortables. Bulletin des Energies Renouvelables. N°5 Juin 2004.

### 1-2-1 Une première définition du développement durable :

Le développement durable est habituellement abordé à partir de la définition qu'en a donnée en 1987 la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, appelée Commission Brundtland<sup>3</sup> : « développement qui répond aux besoins des générations actuelles sans compromettre ceux des futures ».

Ce terme a de nombreux synonymes dans la littérature, les plus fréquents étant « la croissance (ou le développement) soutenable », « la soutenabilité ».

La durabilité se rapporte à « quelque chose » qui dure et doit continuer à exister, avec un horizon temporel a priori infini. Elle est définie dans le contexte d'une action (ou d'un processus), observée dans le temps et dont le niveau ne doit pas décroître. Deux points caractérisent cette discipline :

- la référence aux besoins met l'accent sur la recherche de bien-être des individus, conçue dans un sens plus large que la maximisation de la consommation par tête des théories conventionnelles de la croissance économique. Le bien-être inclut la satisfaction procurée par les biens et services environnementaux et les ressources naturelles et par la cohésion sociale ;
- la référence aux générations successives et à la dimension temporelle du très long terme introduit l'équité intégrée nérationnelle comme argument de la fonction de choix des décideurs publics ou privés.

On a pu dire que le développement durable est «une doctrine de l'équité, dont le but est de réunir en un tout l'économie, l'environnement et la société » (Crabbé). Le développement durable a en conséquence des aspects économiques, éthiques, sociaux, institutionnels et environnementaux et il se décline en politiques économiques, environnementales et sociales durables. La question de l'environnement est au cœur de la problématique du développement durable car selon la qualité et la quantité des biens et services environnementaux que nous léguerons aux générations futures, celles-ci auront ou non un niveau de vie aussi bon que le nôtre. L'idée centrale est que le capital naturel est le capital de l'humanité et que nous ne devons pas le consommer inconsidérément<sup>5</sup>.

### 1-2-2 Définition globale du développement durable

Le paradigme du développement durable tel qu'adopté par l'assemblée générale des Nations Unies y est définit comme suit :

Est un développement social, économique, et politique qui répond aux besoins présents, sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leur propre besoin (rapport Brundtland "Our Common future", (rapport sur l'environnement pour les Nations Unies, 198). Il se traduit concrètement sur le terrain par le concept : "penser globalement, agir localement".

Le développement durable conjugue simultanément trois paramètres fondamentaux : l'équité sociale, la prudence environnementale, l'efficacité économique<sup>6</sup>.

### 1-2-3 Le développement durable pour l'architecte que je suis ?

L'architecture classique était naturellement bioclimatique car il était fait le plus grand cas de l'orientation. Pour moi, le développement durable est, avant tout, bioclimatique : la démarche commence par l'orientation, par la différence entre le nord et le sud. C'est ainsi que j'ai conçu le lycée

---

<sup>5</sup> LAURENT VERNIÈRE, (1999). Introduction à la notion de développement durable. Rapport moral sur l'argent dans le monde, article publié le 24/01/2000 dans la revue électronique d'économie financière. site <https://www.aef.asso.fr/>

<sup>6</sup> JACQUES CABANIEU, (2003). Constructions publiques architecture et HQE. Conception et réalisation ISBN. avril 2003. Livre électronique

## Chapitre 1 : Etude théorique

de Limours, l'ambassade de France à Pékin, la résidence Pleyel à Saint-Denis, comme tous mes autres bâtiments<sup>7</sup>.

### 1-2-4 Le développement durable est une culture :

Le développement durable doit être avant tout une culture. Plus que jamais, lorsque l'on parle d'ensoleillement ou de protection solaire, lorsque l'on dessine un projet lorsque l'on recherche une ambiance thermique et une atmosphère architecturale, les réponses sont bioclimatiques<sup>8</sup>.

### 1-3 Naissance du concept :

En 1980 L'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) propose le concept du « développement durable ». Mais sa définition n'est véritablement formulée qu'en 1987 par rapport de la Commission des Nation Unies sur l'Environnement et le développement, ce rapport « Notre avenir à tous », propose de définir le concept du sustainable développement comme un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la possibilité, pour les générations à venir, de pouvoir répondre à leurs propre besoins<sup>9</sup>.

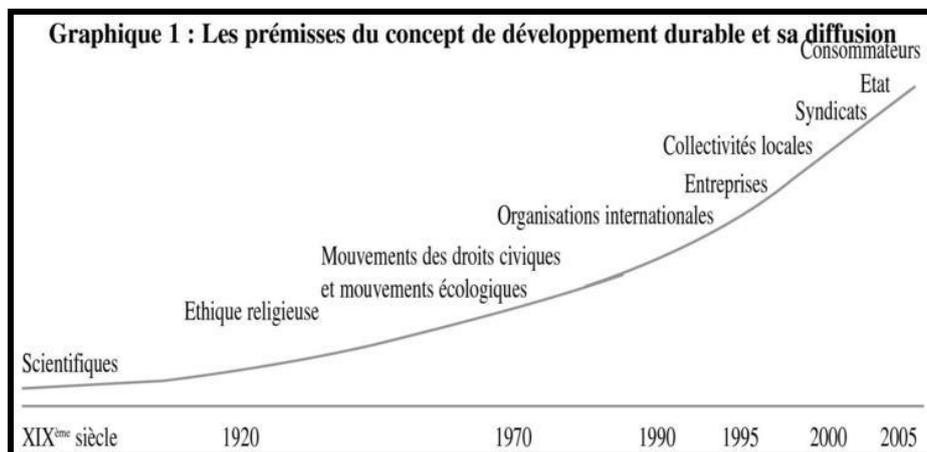


Figure 2 : les prémisses du concept de développement durable et sa diffusion.

Source : Z. TFYECHE

### 1-3-1 Historique

Le concept de développement durable correspond à la rencontre de deux courants de réflexion : La notion de développement et la prise de conscience écologique.

—>La notion du développement est beaucoup plus large que celle de la croissance économique ; elle intègre des valeurs sociales et culturelles et des éléments non comptabilisées par le calcul économique classique, tel que la valeur des biens naturels et le patrimoine immatériel.

<sup>7</sup> Charlotte Guy, (2015). Qu'est-ce que le développement durable pour les architectes. Edition Arch. books, éditeur sautereau. Lieu d'édition : Paris. P17 18

<sup>8</sup> Qu'est-ce que le développement durable pour les architectes. Charlotte Guy Edition Arch. books sautereau éditeur. P17 18

<sup>9</sup>Source : Mostefa Zerouali <http://www.djazairress.com/fr/lqo/5115058> Le Quotidien d'Oran : 24 - 01 – 2009

## Chapitre 1 : Etude théorique

—>La notion de la protection de l'environnement et des ressources naturelles s'est imposée à partir des années 1970 en vue de mettre fin aux pratiques de gaspillage occasionnées par la croissance rapide des années de l'après-guerre. Les grandes dates du développement durable<sup>10</sup>.

- 1980 Le concept de développement durable apparaît pour la première fois dans le rapport de l'UICN<sup>11</sup>.
- 1987 Le rapport Brundtland "notre avenir à tous" sur l'environnement et le développement, définit la notion de développement durable.
- 1992 Lors du sommet des nations unies sur l'environnement et le développement à Rio de Janeiro, 182 Etats adoptent des conventions sur le changement climatique et sur la biodiversité. C'est à cette occasion qu'est mis en place l'agenda 21.
- 1997 Le protocole de Kyoto est adopté; pour pouvoir entrer en vigueur, il doit être ratifié par suffisamment de pays et représenter au moins 55% des émissions totales.
- 2001 Les membres de l'union européenne, réunis à Göteborg, mettent au point une stratégie européenne pour le développement durable.
- 2005 Le protocole de Kyoto visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre entre en vigueur, grâce à la signature de la Russie<sup>12</sup>

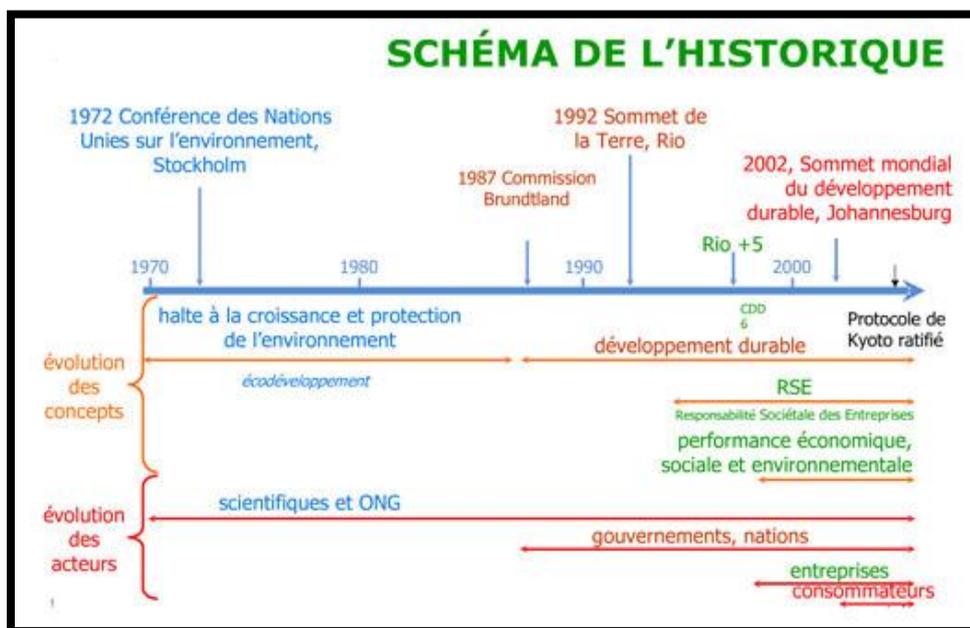


Figure 3 : schéma de l'histoire de développement durable

Source : cour de développement durable Mostefa Zerouali

### 1-4 les enjeux du développement durable

- Changements climatiques et atmosphériques
- Biodiversité et écosystèmes
- Transition agricole et alimentaire

<sup>10</sup> Introduction au développement durable (dd)

<sup>11</sup> Introduction au développement durable (dd)

<sup>12</sup> Mostefa Zerouali, (2009). Le développement durable : l'Algérie entre rêves et impératifs. Article publié dans Le Quotidien d'Oran : 24 - 01 - 2009. <http://www.djazairress.com/fr/lqo/5115058>

## Chapitre 1 : Etude théorique

- Transition énergétique
- Mobilité durable
- Innovations durables et responsables
- Préservation de la santé
- Bien-être et qualité de vie
- Égalité et droits humains
- Lutte contre la pauvreté et l'exclusion
- Répartition des richesses
- Transparence et démocratie
- Consommation responsable
- Réduction des déchets et des gaspillages
- Modèles économiques alternatifs

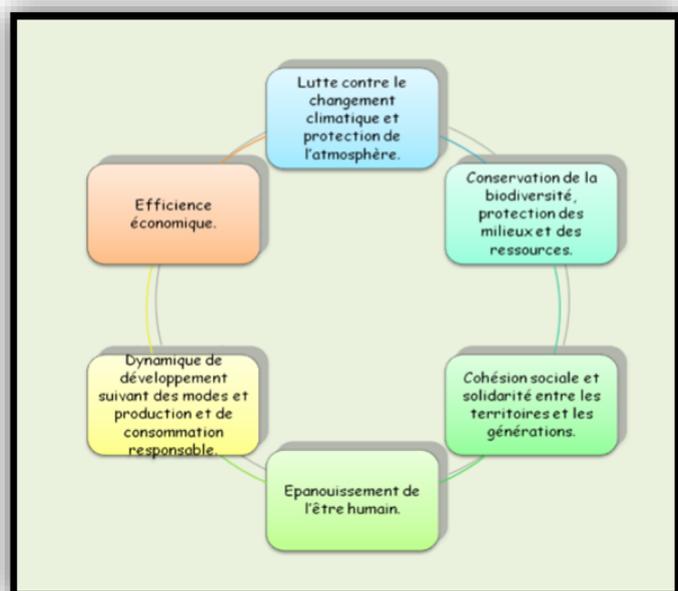
### 1-5- Les objectifs

Le développement durable se définit aussi comme un volet qualitatif de la croissance qui doit s'ouvrir à un ensemble de régulations ne relevant plus seulement de l'économique : les contraintes liées à la nature et aux hommes. C'est ce qui exprime le schéma, des 3 cercles qui s'inter sectionnent pour circonscrire les 3 objectifs principaux du mouvement pour le développement durable :

- L'intégrité de l'environnement.
- L'équité entre les nations, l'individu et les générations.
- l'efficacité économique. Remarquons que la traduction de l'anglais sustainable est souvent contestée. En effet, durable prête à confusion : il ne s'agit pas de faire durer toutes choses, mais plutôt de maintenir les fonctions de leurs renouvellements. A la suite du rapport Brundtland, qui pose l'interdépendance des problématiques mondiales, les grandes conférences internationales sur l'environnement se multiplient et les approches sont de plus en plus multisectorielles.
- Lutte contre le changement climatique et protection de l'atmosphère.
- Conservation de la biodiversité, protection des milieux et des ressources.
- Cohésion sociale et solidarité entre les territoires et les générations.
- Epanouissement de l'être humain.
- Dynamique de développement suivant des modes et production et de consommation responsable.
- -Efficacité économique<sup>13</sup>.

Figure 4 : Les objectifs  
Le développement durable

Source : cour de  
développement durable  
Mostefa Zerouali



<sup>13</sup> <https://www.un.org/press/fr/2016/ag11776.doc.htm>

### 1-6- Les grands principes du développement durable :

Le développement durable ne se résume pas à la prise en compte simultanée de l'économie, du social et de l'environnementale. Il repose sur d'autres principes dont la mise en œuvre conditionne la progression recherchée

- ✓ **L'articulation du court et long terme et des préoccupations globales et locales :** Se situer dans une logique de développement durable invite à élargir son champ de vision et à ouvrir son horizon temporel sur le temps des générations futures. Prendre en compte le temps long suppose d'éviter d'inscrire et de penser l'action uniquement à échéance de quatre ou cinq ans. Il de prospective constitue un outil de guidage intéressant pour mieux gérer le présent et l'avenir.
- ✓ **Le principe de précaution :** Comme nombre d'évolutions ne peuvent être anticipées, il est important de se montrer prudents et de laisser un certain nombre d'options possible ouvertes. Une telle démarche relève du principe de précaution qui veut la prudence s'impose dans les décisions lorsque les conséquences d'une action ne peuvent être facilement anticipées.
- ✓ **Le principe de responsabilité :** Le développement durable dessine en fait une éthique de la responsabilité, responsabilité vis-à-vis de la part de l'humanité qui n'as pas accès à des conditions de vie et de culture décente, et vis-à-vis des générations futures à qui nous nous devons de transmettre des conditions de vie acceptable sur les plans économique, social, culturel, environnemental ou de la santé. Cette responsabilité est donc globale, universelle, intemporelle mais renvoie à la responsabilité individuelle et locale et aux agissements de chacun. C'est l'articulation entre ces deux niveaux, le local et le global.
- ✓ **Le principe de participation :** Le développement durable implique la participation de tous les acteurs de la société civile au processus de décision, car elle correspond au partage du pouvoir entre citoyens et élus, à la coproduction des décisions. La participation est la forme la plus aboutie de démocratie locale. Elle se distingue nettement :
  - ❖ De l'information, qui consiste à faire connaître, à renseigner sur une démarche. l'individuel et le collectif, qui doit être réussie.
  - ❖ De la consultation, qui consiste à recueillir un avis dont il n'est pas nécessairement tenu compte dans la décision
  - ❖ De la concertation, qui consiste à engager le débat, à tenter de trouver position Commune ; Il s'agit donc d'associer les citoyens aux projets qui les concernent et de trouver des solutions de compromis.
  - ❖ La reconnaissance des rôles des femmes, qui jouent souvent un rôle vital dans la gestion de l'environnement et du développement. Des jeunes, afin que les besoins des générations futures puissent être satisfaits. Des peuples autochtones, à cause de leurs connaissances et de leurs pratiques traditionnelles relatives à la gestion de l'environnement.
- ✓ **Le principe de solidarité** Le principe de solidarité se décline sur deux modes : solidarité dans le temps et dans l'espace.
  - ❖ **Solidarité dans le temps :** Il s'agit de promouvoir une forme de développement durable respectant le taux de renouvellement de la source, dans le cas d'une ressource renouvelable, et prévoyant un échéancier de substitution de la ressource dans le cas d'une ressource renouvelable
  - ❖ **solidarité dans l'espace :** Il s'agit ici d'abord des rapports Nord-Sud et Est-Ouest. Le développement durable exige une modification profonde des modes de développement : les choix techniques et industriels doivent simultanément prendre en compte la nécessaire modification des modes de développement du Nord et permettre au Sud de se développer. Cette solidarité est tout aussi essentielle à l'échelle d'un pays, d'une région ou même d'une ville : solidarité à l'égard des régions en crise économique, solidarité ville-compagne, solidarité dans une agglomération urbaine à l'égard des quartiers en difficulté, ce sont des enjeux majeurs encore sous-estimés<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup>Mémoire de Master titre : le rôle des tours a vent dans le confort thermique intérieur en climat aride cas d'oued-souf

### 1-7- Les caractéristiques du développement durable :

- Pratiques de construction de l'architecture verte et écologique.
- Matériaux de construction locaux.
- Matériaux de construction, biodégradable, naturelle.
- Les travailleurs locaux.
- sources renouvelables pour l'eau.
- sources d'énergie renouvelables telles que le solaire et l'éolien.
- Protection des habitats naturels.
- Remplacement prévu pour toutes les ressources utilisées.
- Pratiques non polluante (industries de la construction).
- Réutilisation adaptative des bâtiments anciens.
- Utilisation de matériaux recyclés architectural salvage<sup>15</sup>.

### 1-8- Les dimensions du développement durable :

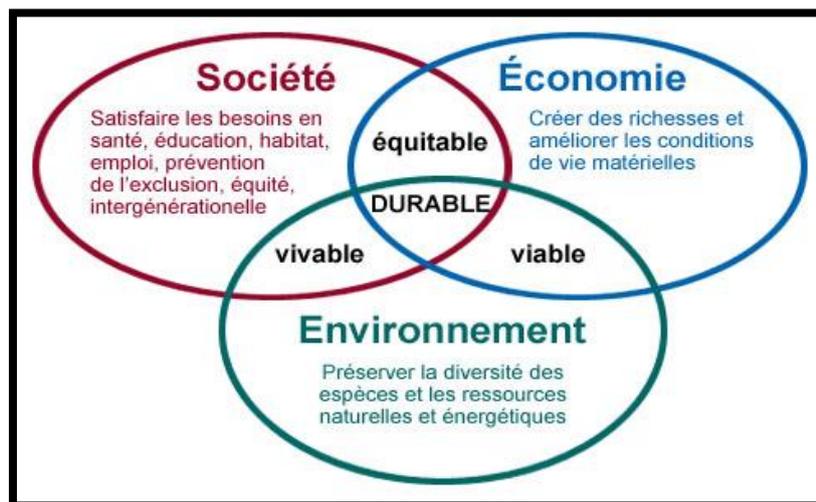


Figure 5 : schéma de dimension de développement durable  
Source : réadapter par auteur

Le développement durable est un développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs.

Le développement durable fait l'objet d'une attention de plus en plus importante : pensons par exemple aux nombreux articles consacrés aux pollutions engendrées par l'activité des grandes firmes, la pollution atmosphérique, aux problèmes de mobilité, aux milieux naturels, au réchauffement climatique de la planète, ... Chacun peut tirer profit d'une politique de développement durable et chacun peut facilement y contribuer.

Les trois piliers du développement durable

– Le pilier Économique : l'économie est un pilier qui occupe une place prééminente dans notre société de consommation. Le développement durable implique la modification des modes de production et

<sup>15</sup> <https://www.siam-montage.com/le-groupe/developpement-durable/>

## Chapitre 1 : Etude théorique

de consommation en introduisant des actions pour que la croissance économique ne se fasse pas au détriment de l'environnement et du social.

– Le pilier Social : ou encore le pilier humain. Le développement durable englobe la lutte contre l'exclusion sociale, l'accès généralisé aux biens et aux services, les conditions de travail, l'amélioration de la formation des salariés et leur diversité, le développement du commerce équitable et local.

– Le pilier Environnemental : il s'agit du pilier le plus connu. Le développement durable est souvent réduit à tort à cette seule dimension environnementale. Il est vrai que dans les pays industrialisés, l'environnement est l'une des principales préoccupations en la matière. Nous consommons trop et nous produisons trop de déchets. Il s'agit de rejeter les actes nuisibles à notre planète pour que notre écosystème, la biodiversité, la faune et la flore puissent être préservées<sup>16</sup>

### 1-9 Le rôle des architectes dans le développement durable :

L'architecte doit prendre appui sur tous les plans du développement durable :

Le social : prendre en compte les modes de vie en constante évolution et les intégrer dans nos processus de conception.

L'environnement : assurer l'éco-efficience ; garantir la prise en charge des impératifs de sécurité et sanitaire d'un projet afin de ne faire courir aucun risque à ses usagers et à l'environnement.

L'économie : développer une approche en termes de « cout globale » intégrant les couts externes ; et prendre en compte les bénéfices collectifs<sup>17</sup>.

### 2-1 L'architecture durable :

Architecture écologique, architecture bioclimatique, architecture solaire, architecture durable : des appellations qui sont apparues successivement mais portent toutes des principes visant à concevoir des projets respectueux de l'environnement. C'est une architecture qui cherche à minimiser l'impact environnemental négatif des bâtiments par : l'efficacité et la modération dans l'utilisation de matériaux, de l'énergie, et des espaces. L'architecture durable utilise une approche consciente à l'énergie et la conservation écologique dans la conception de l'environnement bâti. L'architecture durable est la conception de bâtiments en gardant à l'esprit les objectifs environnementaux et de développement durable. Les termes architecture verte ou bâtiments écologiques sont souvent utilisés de façon interchangeable avec l'architecture durable afin de promouvoir cette définition plus loin. **Le but de l'architecture durable est d'améliorer la qualité de vie dans le respect l'environnement<sup>18</sup>.**

Figure 6 : l'architecture durable 'améliorer la qualité de vie dans le respect l'environnement  
Source :  
Réadapté par l'auteur



<sup>16</sup> Jeremy Warren, (2010). Environnement, Social et Economique : les 3 piliers du Développement Durable. Publié le 13 décembre 2010 dans revue électronique : Green Materials L'éco-conception des matériaux. <https://www.greenmaterials.fr>

<sup>17</sup> Jeremy Warren, (2010). Environnement, Social et Economique : les 3 piliers du Développement Durable. Publié le 13 décembre 2010 dans revue électronique : Green Materials L'éco-conception des matériaux. <https://www.greenmaterials.fr>

<sup>18</sup> <https://architectureecologique.fr/concept-de-larchitecture-ecologique-definition-et-importance/> 04/06/2020

### 2-2 L'architecture écologique :

L'architecture écologique (ou architecture durable) est un système de conception et déréalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de l'environnement. La philosophie du développement durable appliquée à l'architecture s'attache à la conception et à la construction de bâtiments respectueux de l'environnement, et par extension, une fois le bâtiment achevé à la santé et au bien-être des utilisateurs, ainsi que la qualité de vie des communautés riveraines.

L'architecture écologique s'évertue donc à la mise en œuvre de technologies propres, la minimisation de l'impact sur l'environnement, la réduction de la consommation d'énergie, l'amélioration de la gestion des bâtiments et de la santé des utilisateurs.

Le choix de matériaux naturels, l'intégration dans le terrain et l'environnement, la disposition interne des différentes salles en fonctions des apports naturels, des besoins et de la consommation effective d'énergies, la conception des espaces verts ou la gestion des déchets sont autant d'éléments par lesquels l'architecte, selon le souhait d'un maître d'ouvrage consciencieux de l'environnement, peut rendre un bâtiment écologique et vecteur de santé et de bien-être

« [...] l'éco-conception engendrait des complexités opératoires spécifiques. La pertinence qui paraît structurante au regard de la complexité construite autour des nombreuses cibles de la norme serait la géographie (qui dans le projet s'articule avec les pertinences dominantes que sont l'optique, la visibilité et la fonction). La géographie en tant que pertinence participe du concept architecturologique d'échelle géographique. »<sup>19</sup>.

### 2-3 Architecture bioclimatique :

Redécouverte au début des années 70, l'architecture bioclimatique recherche une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort de l'occupant et le respect de l'environnement, en faisant largement appel aux principes de l'architecture.

#### 2-3-1 Définition de l'architecture bioclimatique :

l'architecture bioclimatique Permet de réduire les besoins énergétique et de créer un climat de bien être dans les locaux, avec des températures agréables, une humidité contrôlés, et un éclairage naturel abondant, grâce à des techniques de conception adoptés aux différentes saisons et grâce à des matériaux de construction précis.

L'option de l'architecture bioclimatique et environnement prend en charge une mission à travers un programme dont les objectifs sont les suivants :

- ✓ Fonder la conception architecturale sur les données climatiques et comprendre que les ressources naturelles sont les seuls réservoirs énergétiques inépuisables • Récupération de la notion de confort par la reconsidération des paramètres climatiques et l'utilisation rationnelle des matériaux.
- ✓ Protection de l'environnement pour une renaissance de l'architecture intégrée sur le double plan écologique et culturel en sauvegardant le patrimoine.
- ✓ La haute qualité environnementale vise à satisfaire quatre exigences complémentaires : - Maîtriser les impacts d'un bâtiment sur l'environnement extérieur.
- ✓ Créer un environnement sain et confortable pour ses utilisateurs. - Préserver les ressources naturelles en optimisant leur usage.
- ✓ Organiser l'espace par rapport à l'environnement. La disparition des bases sociales qui soutenaient cette approche de l'architecture a finalement dissipé ce savoir-faire.

---

<sup>19</sup> p 8 (Lecourtois et Guéna, 2009)

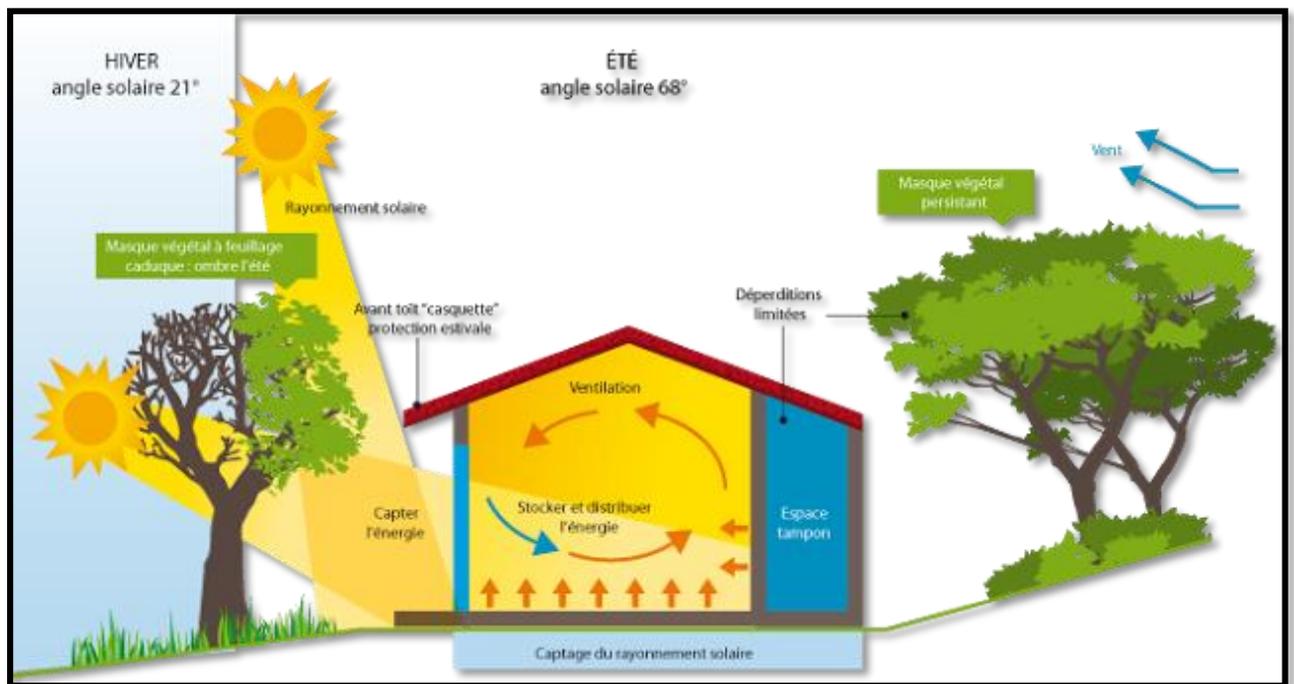


Figure 7: Principes de base d'une conception bioclimatique

Source : conception bioclimatique des maisons confortables et économes Livre de Jean-Pierre Oliva et Samuel Courge

## 2-3-2 La Conception Bioclimatique : Protéger, Profiter, Conservé...

L'architecture bioclimatique permet de réduire les besoins énergétiques, de maintenir des températures agréables, de contrôler l'humidité et de favoriser l'éclairage naturel. Cette discipline est notamment utilisée pour la construction d'un bâtiment haute qualité environnementale (HQE).

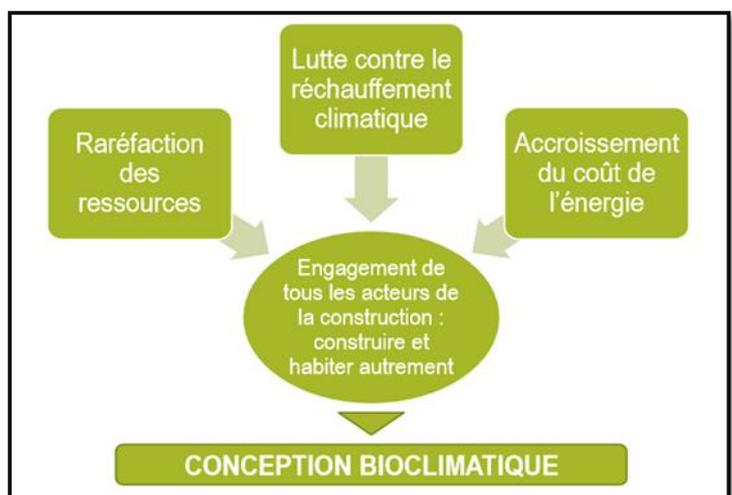
- ❖ Concevoir un habitat souple, qui puise dans son environnement naturel, l'essentiel des ressources (soleil, vent, végétation, sol, température ambiante...) nécessaires à son confort.
- ❖ Savoir se protéger des aspects négatifs du climat tout en profitant de ses aspects positifs.
- ❖ Savoir concilier savoir-faire ancestral et nouvelles technologie<sup>20</sup>



Figure 8 : conception bioclimatique

Source :

Réadapté par l'auteur



<sup>20</sup> <https://www.e-rt2012.fr/>

### 2-3-3 Les principes :

À partir de là, il est tout à fait possible de définir une stratégie de conception architecturale au cas par cas et proposer une habitation permettant de se protéger des fortes chaleurs et des fortes radiations solaires, utilisant une ventilation naturelle et offrant un abri confortable en toute saison. Il est alors envisageable d'estimer grossièrement les besoins énergétiques car même si l'accès à l'électricité (éclairage principalement) et à l'eau chaude est indispensable, la production de chaleur et/ ou de froid peut être évitée ou largement limitée. L'architecture bioclimatique impose également des bases de conception :

Utiliser des matériaux de construction locaux : le coût sera plus faible, la main-d'œuvre plus adaptée tant au niveau de la construction que de l'entretien.

Les revêtements de façade influent sur le rayonnement thermique.

1. Faut-il valoriser l'inertie thermique ?
2. Faut-il isoler le bâtiment ?
3. Comment gérer les radiations solaires ?
4. Comment exploiter la ventilation naturelle ?
5. La valorisation de l'énergie solaire et/ou éolienne et/ou biomasse pour la production d'énergie (électrique ou thermique) fait aussi partie du concept de bio climatisme. Elle tire parti de la nature et limite les problèmes d'accès à l'énergie ainsi que l'impact global sur l'environnement<sup>21</sup>.

### 3-1 Le bâtiment durable :

Le bâtiment durable est également appelé bâtiment vert ou bâtiment écologique. Dans le cadre de ce guide, le « bâtiment durable » renvoie aux dimensions sociale, environnementale et économique d'un bâtiment. En effet, le bâtiment durable peut se définir comme « une construction qui répond adéquatement aux besoins de ses occupants, qui génère un impact environnemental limité et dont les coûts de construction et d'exploitation sont raisonnables ».

Du point de vue social, le bâtiment durable assure la sécurité et le confort des usagers, répond aux besoins pour lesquels il a été conçu et peut évoluer dans le temps pour répondre aux besoins futurs. Idéalement, le bâtiment durable devrait contribuer à renforcer l'identité culturelle d'une collectivité. Le bâtiment durable devrait également respecter le principe d'accès universel, dans un souci d'équité. Sur le plan de l'environnement, le bâtiment durable consomme peu d'énergie, limite la production de gaz à effet de serre (GES), induit le moins de déplacements possible, contribue au paysage, génère peu de déchets et utilise des matériaux locaux à faible impact environnemental. Le bâtiment durable devrait ainsi permettre de limiter l'empreinte écologique. Enfin, pour ce qui est de l'aspect économique, la construction et l'exploitation d'un bâtiment durable engendrent des coûts raisonnables compte tenu de la nature de l'édifice ; le bâtiment conserve sa valeur à long terme ; son cycle de vie permet de réduire, à long terme, les coûts d'exploitation ; il a un impact favorable sur l'économie locale<sup>22</sup>.

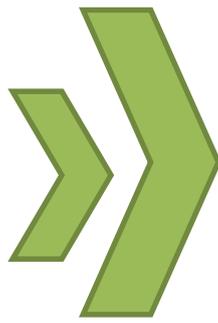
---

<sup>21</sup> Samuel Courgey - Jean-Pierre Oliva **collection** : techniques de pro **thématique** : habitat écologique **sous-thématique** : conception et gros œuvre

<sup>22</sup> Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, Rédaction Isabelle Boucher, urbaniste et Pierre Blais, urbaniste

Figure 9 : Bâtiment Durable

Source : bâtiment-durable-veut-promouvoir-l'économie-circulaire.



### 3-2 La conception d'un bâtiment durable :

Pour concevoir un bâtiment durable, il importe de prendre en compte une série de facteurs :

- La localisation du projet dans son environnement et l'emplacement du bâtiment sur son site
- L'énergie consommée par le bâtiment
- La consommation d'eau et la production d'eaux usées
- Les matériaux utilisés dans la construction
- La qualité de l'environnement intérieur du bâtiment<sup>23</sup>

### 3-3 Le bâtiment durable pour tous :

Parce qu'un bâtiment durable ne peut se réduire à une somme de thématiques à traiter, le cadre de référence de l'Association HQE propose 5 principes à respecter pour mettre en œuvre les engagements et objectifs.

#### Principe 1 :

- **Une vision globale :** La réalité d'un bâtiment durable, c'est la conjugaison de nombreuses thématiques qui peuvent parfois sembler contradictoires. Le cadre de référence permet de les aborder d'une manière globale, d'arbitrer ces éventuelles contradictions, de trouver le meilleur compromis entre les enjeux du développement durable, les objectifs fonctionnels et les contraintes réglementaires et de rechercher les synergies entre qualité de vie, performances environnementales et performances économiques. Cette approche intégrée permet également de viser l'excellence sur une ou plusieurs thématique(s) et d'en apprécier les conséquences en toute sérénité.

#### Principe 2 :

- **Des réponses contextuelles :** Chaque bâtiment s'inscrit dans l'histoire, la culture et la dynamique d'un territoire, d'une ville, d'un quartier et répond à des besoins différents. Par conséquent, les réponses aux objectifs définis pour un bâtiment durable doivent être adaptées à son contexte.

#### Principe 3 :

- **Une dynamique de progression :** C'est l'approche préconisée pour permettre à tous de s'engager dans une démarche de progrès sans attendre. Ensemble, les acteurs se fixent des

<sup>23</sup> Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable Rédaction Isabelle Boucher, urbaniste et Pierre Blais, urbaniste

objectifs ambitieux et atteignables. Une fois atteints, ils peuvent s'en fixer de nouveaux pour franchir une nouvelle étape et progresser vers l'excellence.

### Principe 4 :

- **Des performances affichées** : Pour justifier les choix et faciliter la prise de décision en toute transparence, il est nécessaire d'adopter un mode d'évaluation orienté performance et de disposer d'indicateurs de performance mesurés sur l'ensemble du cycle de vie, scientifiquement fondés et compréhensibles. Ils contribueront à une plus grande objectivité sur les résultats obtenus et faciliteront le dialogue entre l'ensemble des acteurs.

### Principe 5 :

- **Une action continue** : Un bâtiment durable, c'est un challenge de tous les jours pour tous jusqu'à sa nouvelle vie ou sa déconstruction. Pour faciliter cette continuité d'action dans le temps, alors même que les acteurs se succèdent au fil de la vie du bâtiment, la capitalisation et le partage de l'information sont essentiels.

### 3-4 Le Bâtiment Durable Pour La Qualité De Vie

L'individu est au cœur de cet engagement du « mieux vivre », qu'il soit occupant, usager ou riverain. Pour faire progresser la qualité de vie dans les bâtiments et les territoires, trois objectifs :

- Des lieux de vie plus sûrs et qui favorisent la santé
- Des espaces agréables à vivre, pratiques et confortables
- Des services qui facilitent le bien vivre ensemble.

### 3-5 Le Bâtiment Educatif Sera Durable :

La transition énergétique passe par la construction : Dans le cadre de la lutte contre le réchauffement climatique, il est devenu impératif de réduire les émissions de gaz à effet de serre. C'est pourquoi, au-delà de l'impératif écologique, la transition énergétique est devenue une obligation légale.

Afin de s'inscrire dans une réelle démarche de développement durable, les bâtiments éducatifs du futur vont adopter une logique d'économie circulaire en adoptant la logique des 3 R : Réduire, Réutiliser et Recycler<sup>24</sup>.

### 3-6 Certifications Environnementales Des Bâtiments Durable : LEED, BREEAM et HQE ...

**LEED** est une certification de bâtiment USGBCU.S. Green Building Council. Le système de notation LEED Green Building aide les professionnels à améliorer la qualité de leurs bâtiments et leur impact sur l'environnement. Ce système n'a pas qu'un impact positif sur la santé publique et l'environnement, mais réduit aussi les coûts d'exploitation, améliore la construction et la qualité du bâtiment, augmente potentiellement la productivité de ses occupants et contribue à créer une collectivité «durable». Le LEED fournit différents systèmes d'évaluation volontaires, fondés sur le consensus, orientés marché, basés sur des principes écologiques et énergétiques acquis et cherchant un équilibre entre pratiques établies et nouveaux concepts<sup>25</sup>.

---

<sup>24</sup> <https://total.direct-energie.com>

<sup>25</sup> <https://fr.clestra.com/developpement-durable/leed/qu-est-ce-que-leed>

**Le BREEAM** « Building Research Establishment Environmental Assessment Methode », ou la méthode d'évaluation de la performance environnementale des bâtiments) est le standard de certification bâtiment le plus répandu à travers le monde. Chaque type de bâtiment a son référentiel d'évaluation (BREEAM Habitations, Etablissement scolaires, Hôpitaux, International, Tribunaux, Industriel, Bureaux, centres commerciaux, ...). L'évaluation BREEAM, simple et pragmatique, permet, grâce à une rapide analyse, de calculer la performance environnementale d'un bâtiment. BREEAM Offices confère à ses demandeurs (architectes, constructeurs, ...) la garantie de respecter au mieux l'environnement dès la conception des plans et ce jusqu'à la fin de vie du bâtiment, englobant ainsi toute la durée de vie du bâtiment. Le client, une fois certifié, pourra prouver son engagement dans une démarche environnementale globale. Toutes ces démarches environnementales permettent également de développer un esprit plus créatif et une dynamique positive améliorant, sa santé, son confort et son bien-être. Les aspects environnementaux sont mis au même niveau que les aspects humains<sup>26</sup>.

**La démarche HQE** est une démarche de management de projet visant à obtenir la meilleure qualité environnementale possible d'une opération de construction ou de rénovation.

La Qualité Environnementale d'un Bâtiment (QEB) correspond aux caractéristiques, produits et services lui permettant de créer un environnement intérieur confortable et sain tout en satisfaisant les besoins de maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur. Tout comme une Analyse de Cycle de vie d'un produit, il est important de prendre en compte tout au long du projet de construction l'ensemble du cycle de vie du bâtiment<sup>27</sup>.

### 3-7 Quelles différences entre les certifications BREEAM, LEED et HQE ?

Les certifications LEED et HQE ont par exemple six prérequis similaires, concernant les thématiques suivantes : gestion des déchets de chantier, performance énergétique minimale, équipements hydro-économiques, mise en place d'un local déchet, mise en place des compteurs énergie, débits de renouvellement d'air minimums. Mais la certification se démarque par l'imposition d'exigences sur le confort et la santé, là où les certifications BREEAM et LEED ont moins d'imposition pour l'assainissement, le confort thermique, l'accès à la lumière du jour et l'accès aux vues ainsi que la qualité sanitaire des espaces et de l'eau.

« (...) La certification BREEAM est moins exigeante, et impose très peu de seuils minimums aux projets pour prétendre à la certification. D'ailleurs, c'est parfois cette caractéristique qui oriente certains projets vers la certification BREEAM (en BREEAM un bâtiment peut être certifié « Very Good » avec un travail très limité sur la performance énergétique par exemple, ce qui n'est pas possible avec HQE et LEED) », relève l'étude.

Elles se retrouvent également sur d'autres thèmes : valorisation forte des modes de transports doux et des transports en communs, limitation du nombre de places de stationnement, limitation des polluants intérieurs, utilisation d'un calcul énergétique selon le standard ASHRAE ou bien un équivalent local... Mais, les trois systèmes ont en revanche des fonctionnements bien distincts. « On notera que les référentiels BREEAM et LEED, accordent de plus en plus d'importance à l'aspect management, a

---

<sup>26</sup> <https://fr.clestra.com/developpement-durable/breeam/qu-est-ce-que-breeam>

<sup>27</sup> La démarche HQE .PDF

## Chapitre 1 : Etude théorique

l'instar de HQE qui l'a intégré comme une composante propre de son référentiel. HQE et LEED peuvent être perçus à juste titre comme porteurs d'une qualité globale élevée s'adressant à des développements immobiliers à forte ambition environnementale », expliquent les auteurs de l'étude (En collaboration avec Alto Ingénierie, France GBC publie une étude comparative sur les certifications environnementales internationales pour la conception et la construction des bâtiments non résidentiels. L'occasion de positionner la certification HQE, dernier arrivé sur la scène internationale, par rapport à des certifications comme LEED et BREEAM)<sup>28</sup>.

### 3-8 Le bâtiment durable pour tous :

En interaction avec son territoire, un bâtiment durable est un ouvrage qui offre une bonne qualité de vie, respecte l'environnement et apporte performance énergétique et économique. Il est conçu, construit, géré et utilisé de façon responsable tout au long de son cycle de vie.

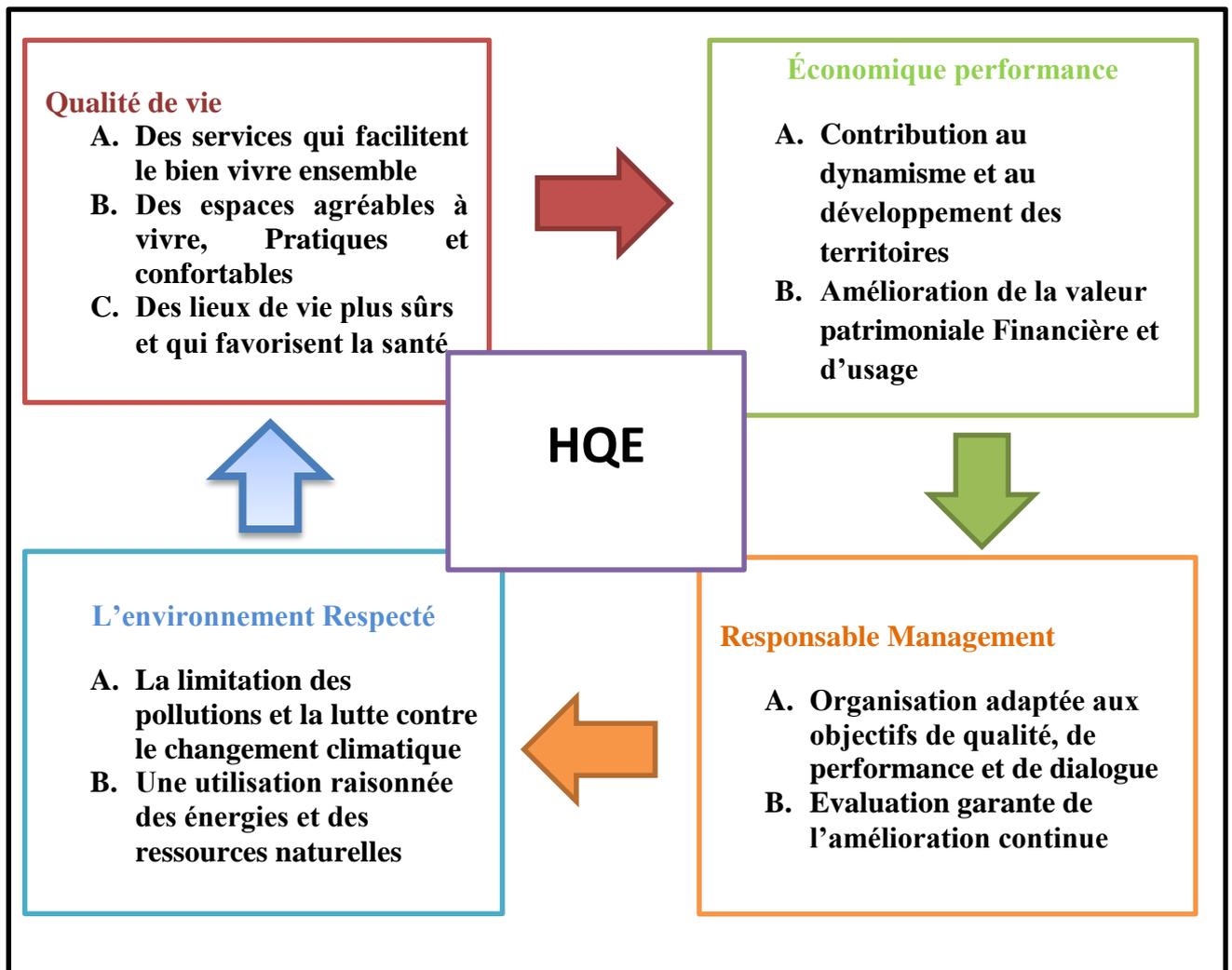


Figure 10 : Schéma présente les principes de HQE & Le bâtiment durable pour tous

Source : par l'auteur

<sup>28</sup> developpement-durable/quelles-differences-entre-les-certifications-breeam-leed-et-hqe-2015-09-22

### 4- La Haute Qualité Environnementale (HQE) :

La démarche HQE, est une recherche de la qualité : qualité architecturale, fonctionnelle technique, pérennité, maîtrise des coûts.... luttant contre le gaspillage des ressources énergétiques. La qualité environnementale d'un bâtiment connu sous le terme générique de (HQE).

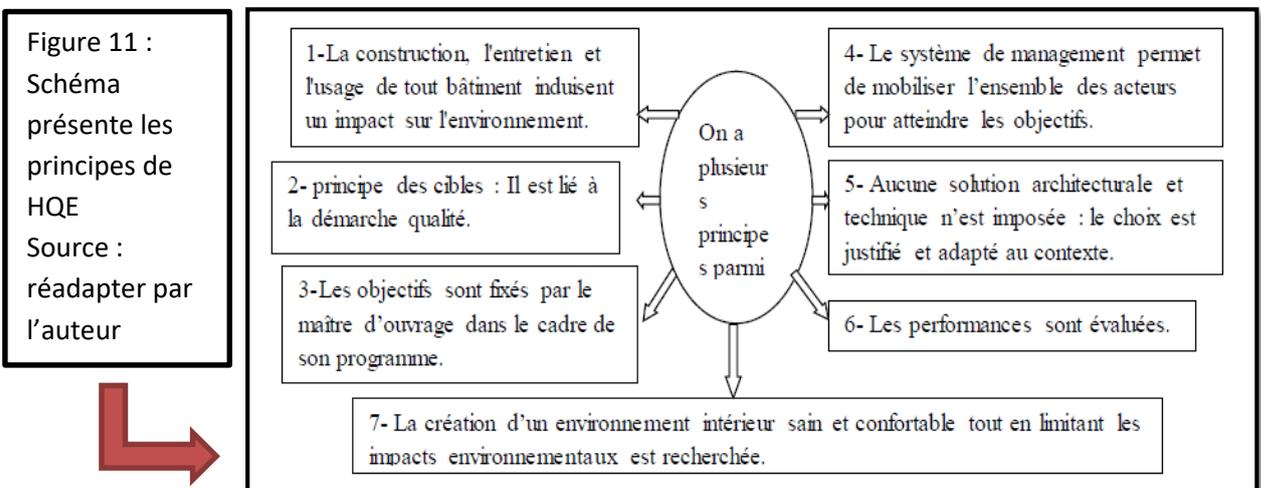
C'est un nouveau concept qui vise (touche) l'intégration des principes de développement durable, dans le bâtiment et elle doit être établie progressivement entre les divers acteurs de l'environnement, des maîtres d'ouvrage et des spécialistes confort à l'intérieur<sup>29</sup>.

#### 4- 1 Définition :

Est un ensemble de normes et de prescriptions qui s'est progressivement établi entre divers acteurs du bâtiment, de l'environnement, des services publics de l'énergie, des maîtres d'ouvrages et des organismes publics de certification. C'est une démarche qualitative qui intègre l'ensemble des activités liées à la conception, la construction, le fonctionnement et l'entretien d'un bâtiment (logement, bâtiment public, tertiaire ou industriel). La Haute Qualité Environnementale est définie selon le «coût global» comprenant le bilan énergétique, les cycles d'entretien et de renouvellement<sup>30</sup>.

#### 4-2 Deux principes en rapport avec l'approche HQE :

- ✚ La construction, l'entretien et l'usage de tout bâtiment induisent un impact sur l'environnement, et par conséquent un coût global, que la HQE tentera de diminuer ou compenser, au-delà de ce que demande la loi (pour au moins 7 cibles sur 14) et en visant la performance maximale (pour au moins 3 cibles dites "prioritaires"). L'économie d'un projet de construction HQE est par conséquent appréhendée sous l'angle du coût global ; elle tient compte à la fois de l'investissement et du fonctionnement.
- ✚ Le principe des cibles : Il est lié à la démarche qualité ; la cible est atteinte si dans le domaine concerné, le niveau relatif de performance est égal à celui du meilleur projet connu au même moment. Après de longs débats, l'association HQE a admis que l'ensemble des cibles pouvaient ne pas être traitées en visant le maximum de performance, ce qui aurait, pour des raisons de coût d'origine, mis la HQE hors de portée des petits budgets.



<sup>29</sup> Haute qualité environnementale.pdf

<sup>30</sup> Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur 2001 L'architecture écologique, Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur 2001

## Chapitre 1 : Etude théorique

La démarche peut et doit être adaptée à chaque projet – dès la conception, en étudiant si envisageable soigneusement le choix du lieu. Il est indispensable de travailler avec un écologue et pourquoi pas avec un socio psychologue - car la HQE s'intéresse aux besoins et fonctions du Vivant, s'appuie sur la biodiversité, et doit intégrer les atouts et contraintes liés au contexte (dont le contexte humain, social...) .Tout autant d'éléments qui fluctuent toujours selon le lieu, l'époque et les caractéristiques du projet. Certains effets de seuils et d'échelle sont plus aisément atteints à l'échelle de quartiers qui peuvent être urbanisés en suivant ces principes, avec des modalités variant selon l'échelle d'action reconnue (voir la notion d'éco quartier, éco village, on évoque aussi une éco ville en Chine...)<sup>31</sup>.

### 4-3 Concept Haute Qualité Environnementale :

La Haute qualité environnementale ou HQE est un concept datant du début des années 1990 qui a donné lieu à la mise en place de certifications «NF Ouvrage Démarche HQE®» délivrées par l'Association HQE reconnue d'utilité publique. est un concept datant du début des années 1990 qui a donné lieu à la mise en place de certifications «NF Ouvrage Démarche HQE®» délivrées par l'Association HQE reconnue d'utilité publique .Elle vise à perfectionner la conception ou la rénovation des bâtiments et des villes en limitant au maximum leur impact environnemental. Ces démarches qualitatives complètent les anciens labels officiels Haute performance énergétique (HPE 2005 et HPE Env. 2005).

### 4-5 Les cibles HQE :

Sont le cœur de la démarche environnementale de la HQE. Elles définissent les objectifs de qualité environnementale sur une base de 14 items regroupés en 4 catégories (écoconstruction, éco-gestion, confort et santé). Les 14 cibles de HQE : les cibles HQE sont le cœur de la démarche environnementale de la HQE. Elles définissent les objectifs de qualité environnementale sur une base de 14 items regroupés en 4 catégories (écoconstruction, éco-gestion, confort et santé)<sup>32</sup>.

### Ecoconstruction :

Cibles	Sous-cibles	Exigences minimales
<b>ECOCONSTRUCTION</b>		
<b>Cible 1</b> Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat	- utilisation des opportunités offertes par le voisinage et le site - gestion des avantages et inconvénients de la parcelle - organisation de la parcelle pour créer un cadre de vie agréable - réduction des risques de nuisances entre le bâtiment, son voisinage et son site	* traiter l'insertion du bâtiment dans son environnement, en réalisant une étude préalable au projet, une étude d'organisation de la parcelle, une étude de traitement des espaces extérieurs et intermédiaires. En cas de friches industrielles, analyser le niveau de pollution et dépolluer si nécessaire * respecter un niveau maximal de pression acoustique de 50 dB(A) des bruits émis par des équipements ou des pratiques extérieures, en réalisant éventuellement un traitement acoustique * repérer les sources de bruits extérieurs et créer un isolement acoustique satisfaisant
<b>Cible 2</b> Choix intégré des procédés et produits de construction	- adaptabilité et durabilité des bâtiments - choix des procédés de construction - choix des produits de construction	* utiliser des procédés et des produits économes en matière et en énergie * étudier les possibilités de recyclage des déchets d'adaptation et de démolition des bâtiments • tenir compte des règles d'utilisation et de qualification des produits de bâtiment, notamment en choisissant des produits sans risques pour l'environnement
<b>Cible 3</b> Chantiers à faibles nuisances	- gestion différenciée des déchets de chantier - réduction des bruits de chantier - réduction des pollutions sur la parcelle et dans le voisinage - maîtrise des autres nuisances de chantier	* intégrer en amont les mesures permettant la maîtrise des déchets de chantier et la réduction des nuisances (bruit, poussières, boue...) * réduire la consommation d'énergie et la pollution de l'air par les chantiers * réduire la consommation d'eau et la pollution de l'eau et des sols durant les chantiers

Tableau 1 : les cibles, sous cible, l'exigence minimale (écoconstruction)

Source : LES 14 CIBLES DE LA DÉMARCHE HQE L'architecture écologique, Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur 2001 L'architecture écologique, Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur 2001

<sup>31</sup> Mémoire de master titre : le rôle des tours à vent dans le confort thermique intérieur en climat aride cas d'oued-sauf

<sup>32</sup> Cours N°11 Approche Environnementale de l'Urbanisme Urbanisme 5eme année architecture classique – 2010 / 2011 Enseignante : BOUKHABLA Moufida

## Chapitre 1 : Etude théorique

### Eco-gestion :

<b>ÉCOGESTION</b>		
<b>Cible 4</b> Gestion de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- renforcement du recours aux énergies renouvelables</li> <li>- renforcement de l'efficacité des équipements consommant de l'énergie</li> <li>- utilisation de générateurs à combustion propres lorsqu'on a recours à ce type d'appareil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* renforcer l'efficacité énergétique des projets</li> <li>* choisir des chaudières « propres » labellisées à faible émission de CO<sub>2</sub>, CO et NO.</li> </ul>
<b>Cible 5</b> Gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gestion de l'eau potable</li> <li>- recours à des eaux non potables (récupération des eaux de pluie)</li> <li>- assurance de l'assainissement des eaux usées</li> <li>- gestion des eaux pluviales sur la parcelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* rechercher des systèmes qui limitent la consommation d'eau potable: équipements performants, surveillance des réseaux pour diminuer les fuites</li> <li>* envisager une collecte des eaux pluviales pour l'alimentation des WC, le nettoyage, l'arrosage, etc.</li> </ul>
<b>Cible 6</b> Gestion des déchets d'activités	<ul style="list-style-type: none"> <li>- conception de locaux à poubelles adaptés au tri sélectif et à la valorisation des déchets</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* prendre en compte les collectes sélectives locales</li> <li>* configurer les cuisines et les locaux techniques en prévoyant le tri sélectif</li> <li>* concevoir le transit entre les lieux de stockage et de ramassage</li> <li>* séparer le stockage des déchets ménagers de la circulation des personnes</li> </ul>
<b>Cible 7</b> Entretien et maintenance	<ul style="list-style-type: none"> <li>- optimisation des besoins de maintenance</li> <li>- mise en place de procédés efficaces de gestion technique et de maintenance</li> <li>- maîtrise des effets environnementaux des procédés</li> </ul>	

Tableau 2 : les cibles, sous cible, l'exigence minimale (éco-gestion)

Source : LES 14 CIBLES DE LA DÉMARCHE HQE L'architecture écologique, Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur 2001 L'architecture écologique, Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur 2001

### Confort :

de maintenance et des produits d'entretien		
<b>CONFORT</b>		
<b>Cible 8</b> Confort hygrothermique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- permanence des conditions de confort hygro- thermique</li> <li>- homogénéité des ambiances hygrothermiques</li> <li>- zonage hygrothermique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* assurer le confort thermique d'été</li> </ul>
<b>Cible 9</b> Confort acoustique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- correction acoustique</li> <li>- isolation acoustique</li> <li>- affaiblissement des bruits d'impact et d'équipements</li> <li>- zonage acoustique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* réduire les niveaux de pression acoustique en protégeant les logements contre les bruits émis à l'intérieur et à l'extérieur</li> </ul>
<b>Cible 10</b> Confort visuel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur</li> <li>- éclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques</li> <li>- éclairage artificiel satisfaisant en appoint de l'éclairage naturel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* réaliser une étude d'implantation et de dimensionnement des parois vitrées compatible avec l'exigence énergétique</li> <li>* respecter les exigences relatives à l'installation électrique</li> </ul>
<b>Cible 11</b> Confort olfactif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduction des sources d'odeurs désagréables</li> <li>- ventilation permettant l'évacuation des odeurs désagréables</li> </ul>	

## Chapitre 1 : Etude théorique

Tableau 3 : les cibles, sous cible, l'exigence minimale (confort)

Source : LES 14 CIBLES DE LA DÉMARCHE HQE L'architecture écologique, Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur 2001 L'architecture écologique, Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur 2001

### Santé :

SANTÉ		
<p><b>Cible 12</b></p> <p>Conditions sanitaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- création de conditions d'hygiène satisfaisantes</li> <li>- dispositions facilitant le nettoyage et l'évacuation des déchets d'activités</li> <li>- dispositions facilitant les soins de santé</li> <li>- dispositions en faveur des personnes à capacités physiques réduites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* choisir judicieusement l'emplacement et la forme des pièces techniques et les équiper correctement</li> <li>* faciliter l'entretien et le nettoyage</li> </ul>
<p><b>Cible 13</b></p> <p>Qualité de l'air</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gestion des risques de pollution par les produits de construction</li> <li>- gestion des risques de pollution par les équipements</li> <li>- gestion des risques de pollution par l'entretien ou la maintenance</li> <li>- gestion des risques de pollution par le radon</li> <li>- gestion des risques de pollution par l'air neuf</li> <li>- ventilation pour garantir la qualité de l'air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* choisir des générateurs à combustion dotés d'un système de sécurité normalisé</li> <li>* éviter les produits polluants utilisés dans la construction: formaldéhyde, solvants, pesticides...</li> <li>* analyser le risque d'émission de radon dans les régions sensibles et adapter la conception des bâtiments en conséquence</li> <li>* dimensionner correctement le renouvellement d'air et utiliser des systèmes de ventilation performants</li> <li>* vérifier l'absence d'amiante et de CFC dans certains isolants plastiques alvéolaires, ainsi que dans les équipements produisant du froid, les aérosols et solvants</li> </ul>
<p><b>Cible 14</b></p> <p>Qualité de l'eau</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- protection du réseau de distribution collective d'eau potable</li> <li>- maintien de la qualité de l'eau potable dans les bâtiments</li> <li>- amélioration éventuelle de la qualité de l'eau potable</li> <li>- traitement éventuel des eaux non potables utilisées</li> <li>- gestion des risques liés aux réseaux d'eaux non potables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ne pas utiliser de canalisations en plomb (interdites par le DTU 60-1)</li> <li>* maintenir une température de stockage de l'eau chaude à 60 °C et de distribution à 50 °C, pour minimiser les risques de légionellose</li> </ul>

Tableau 4 : les cibles, sous cible, l'exigence minimale (santé)

Source : LES 14 CIBLES DE LA DÉMARCHE HQE L'architecture écologique, Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur 2001 L'architecture écologique, Dominique Gauzin-Müller, Le Moniteur 2001

Les 14 cibles de la démarche HQE ont permis au secteur du bâtiment et de l'immobilier de progresser. Des sujets tels que l'énergie, l'eau, les déchets, la qualité de l'air... qui n'étaient qu'émergents en 1996, sont désormais des rubriques classiques dans les bâtiments inscrits dans cette démarche qu'ils soient neufs, rénovés ou en exploitation. Dans le même temps,

« HQE » est devenue un langage universel adopté par les acteurs. En témoigne l'utilisation faite des 14 cibles aussi bien dans les appels d'offres pour décrire les attendus que par les entreprises pour exposer leur savoir-faire.

Depuis le lancement de cette démarche, les connaissances scientifiques ont progressé, les savoir-faire et les pratiques ont évolué et la société exprime de nouvelles attentes. Pour y répondre, l'Association

HQE a souhaité proposer un nouveau cadre de référence prenant en compte les différentes dimensions du développement durable. Il est appelé à se substituer progressivement aux 14 cibles de la démarche HQE.

La vocation de ce cadre de référence est d'aider le secteur du bâtiment et de l'immobilier à entreprendre et à réussir sa nécessaire transition énergétique, environnementale et sociétale. L'enjeu est de faire en sorte que tous les bâtiments neufs comme existants, conjuguent qualité de vie, respect de l'environnement et performance économique. Cet usage généralisé du cadre de référence est parfaitement compatible avec la recherche d'excellence qu'encourage également l'Association HQE. Ce nouveau cadre de référence du bâtiment durable est aussi une feuille de route. En effet, les objectifs proposés n'ont pas tous le même degré de maturité et certains restent largement à explorer. En proposant ces nouveaux sujets, l'Association HQE joue son rôle. Elle organise une vision prospective du bâtiment en interaction avec son territoire et encourage les acteurs à l'innovation.

Nous invitons tous les acteurs, personne physique ou morale, à s'approprier ce cadre de référence et à rejoindre l'Association HQE pour amplifier ce mouvement collectif qui porte depuis toujours une noble ambition : celle d'offrir un cadre de vie durable pour tous « **« Réussir la transition énergétique, environnementale et sociétale dans le secteur du bâtiment et de l'immobilier »** ».<sup>33</sup>

### 4-6 l'objectif :

- A. **Des lieux de vie plus sûrs et qui favorisent la santé** : La qualité de vie commence par des lieux de vie qui protègent des risques de tous les jours comme de ceux plus exceptionnels. Identifier les facteurs de danger pour les personnes et les biens et prendre des dispositions pour limiter les risques, le cas échéant au-delà de la réglementation, tel est l'objectif recherché.
- **Exemples de thèmes couverts par cet objectif** : Sécurité des personnes et des biens : risques de chute, accidents domestiques, sécurité incendie, sécurité électrique - gaz, sécurité des intervenants techniques, risques naturels, technologiques, thermites... Protection des personnes et des biens : protection contre les intrusions, le vandalisme... Résilience vis-à-vis des risques : capacité du bâtiment à absorber une perturbation puis à recouvrer ses capacités de fonctionnement après des phénomènes extrêmes (canicule, sécheresse, tempête...). Qualité de l'air : qualité sanitaire de l'air intérieur, prise en compte de la qualité de l'air extérieur notamment vis-à-vis des riverains... Qualité de l'eau : qualité sanitaire de l'eau distribuée dans le bâtiment, qualité sanitaire de l'eau présente sur la parcelle (bassins par exemple)... Propreté des espaces : facilité et fréquence d'entretien... Ondes électromagnétiques : ondes radio, champs magnétique du réseau électrique, dans les espaces intérieurs et extérieurs...
- B. **Des espaces agréables à vivre, pratiques et confortables** : Un bâtiment qui offre une bonne qualité de vie, c'est un espace où l'on se sent bien grâce à une ambiance où nos sens ne sont pas agressés et un environnement intérieur agréable qui crée une atmosphère sereine atténuant le stress du quotidien. C'est également un lieu qui facilite la vie et les activités grâce à des espaces et à des dispositions qui satisfont les attentes du plus grand nombre en matière de confort d'usage.

---

<sup>33</sup> Le bâtiment durable pour tous qualité de vie - respect de l'environnement performance économique - management responsable, cadre de référence du bâtiment durable de l'association hqe

- **exemples de thèmes couverts par cet objectif** : Accessibilité : prise en compte des besoins spécifiques des personnes à mobilité réduite, âgées et/ou dépendantes, déficientes visuelles..., des conditions liées à une activité... Qualité d'usage : fonctionnalités des espaces et des équipements, information sur le bâtiment et ses équipements, facilité de maintenance, d'entretien et de pilotage, pérennité d'usage... Adaptabilité : facilité d'adaptation dans le temps à d'autres besoins fonctionnels ou à un autre type d'utilisation... Confort hygrothermique : en toute saison dans les locaux et sur la parcelle par la prise en compte des températures, vents, masques, îlots de chaleur, humidité... Confort acoustique : acoustique interne, isolement acoustique des façades, isolement aux bruits aériens intérieurs et aux bruits de chocs et d'équipements, vibrations et basses fréquences dans les locaux et sur la parcelle : infrastructures, équipements..., et pour les riverains : chocs, équipements, vibrations... Confort visuel : qualité visuelle (vues, ...) et qualité de l'ambiance lumineuse appréciée en quantité et en qualité de lumière notamment naturelle, équilibre des luminances, masques et vues pour les usagers, éblouissement et masques pour les riverains... Confort olfactif : création d'ambiance olfactive agréable et maîtrise des sources d'odeurs fortes ou déplaisantes...

**C. Des services qui facilitent le bien vivre ensemble** : La qualité de vie d'un bâtiment, se matérialise par des accès aisés aux services du quotidien pour se nourrir, se déplacer, se distraire... et invitant les usagers à des comportements vertueux. C'est un bâtiment qui s'inscrit dans son territoire et contribue au bien vivre ensemble.

- **Exemples de thèmes couverts par cet objectif Services mis à disposition par le bâtiment** : VDI (Voix, Données, Images), moyens mis en place pour adapter le bâtiment aux nouveaux usages (télétravail...), espace partagé, mutualisation des espaces, services aux occupants (restaurant d'entreprise, local poussettes, laverie, salle de sport, conciergerie, infirmerie...), lieux d'échanges et de convivialité, accès aux espaces verts, à la nature... Proximité des services et mixité fonctionnelle : Possibilité d'accès aux services, habitat à proximité des zones d'emploi et des espaces publics favorables à l'échange... Mobilité : Proximité du bâtiment par rapport aux transports en commun (bus, tram, train,...), aux transports doux (vélo, cheminements piétons), station d'auto partage, présence de bornes de recharge de véhicules électriques...

**D. Une utilisation raisonnée des énergies et des ressources naturelles** : Respecter l'environnement, c'est prélever de manière raisonnée les ressources. Sobriété, utilisation de ressources renouvelables, réemploi, réutilisation, recyclage, durée de vie adaptée, optimisation des réseaux ... autant de paramètres à intégrer dans une démarche d'écoconception pour atteindre cet objectif qui s'inscrit dans une dimension planétaire et territoriale d'économie circulaire

**E. La limitation des pollutions et la lutte contre le changement climatique** : Protéger la planète, c'est connaître les impacts du bâtiment sur l'ensemble de son cycle de vie pour les réduire et en limiter la dangerosité.

**F. Une prise en compte de la nature et de la biodiversité** : Respecter l'environnement, c'est prendre en compte la nature qui nous entoure et la biodiversité qui nous est vitale. La planète est un tissu vivant sur lequel le bâtiment a un impact à l'échelle de la parcelle, du quartier mais aussi au niveau global. La biodiversité traite des espèces (Homme, oiseaux, champignons, bactéries...) et des milieux qu'ils soient « ordinaires » ou «

remarquables » et parfois protégés. La diversité biologique est indispensable à la survie de l'Homme tant par son besoin de nature que par les services dont il profite (production de nourriture, régulation du ruissellement, pollinisation...) <sup>34</sup>.

### 4-7 Quelles économies sont rendues possibles par la haute qualité énergétique ?

Grâce aux critères d'écoconstruction et d'éco-gestion, les logements certifiés HQE permettent de réaliser des économies d'énergie opérant une réduction du montant des factures énergétiques. Grâce à une meilleure gestion de l'énergie, l'habitant consomme moins lorsqu'il fait usage de ses équipements, de son éclairage, de son système de chauffage ou de sa production d'eau chaude sanitaire.

La question de l'isolation thermique du bâti est également en jeu, puisqu'elle participe à l'optimisation des énergies. En limitant les déperditions thermiques, l'efficacité énergétique des systèmes de chauffage est améliorée. En conséquence, ces derniers sont moins sollicités pour un confort thermique similaire, ce qui allège la facture d'énergie. L'optimisation des consommations d'eau permet également d'améliorer l'alimentation des chaudières, des systèmes de chauffages et des installations sanitaires. La facture d'eau s'en retrouve limitée.

Si les habitations qualifiées HQE elles constituent aujourd'hui les bâtiments les plus performants sur le plan énergétique. Leur impact sur l'environnement est considérablement réduit par rapport aux logements classiques, et l'occupant a l'opportunité de dépenser moins cher tout en bénéficiant d'un réel confort thermique. De plus, sa santé est préservée grâce à l'usage de matériaux sains.

### 5-énergie solaire :

Le soleil constitue notre source énergétique fondamentale. Les caractéristiques du système solaire soumettent la terre à des variations saisonnières affectant l'évolution de l'ensoleillement et des températures. Les saisons sont définies comme des états relativement constants du climat. En zone tempérée, les cycles saisonniers varient en fonction de la position relative de la terre par rapport au soleil, avec un certain déphasage dû à l'inertie propre de la terre. Le réchauffement de la masse terrestre prenant du temps, les températures moyennes extérieures maximales, sous nos climats tempérés, sont enregistrées environ un mois après que le soleil a atteint sa hauteur angulaire maximale. Les mouvements de la terre à l'intérieur du système solaire sont très complexes. La rotation terrestre (1 690 km/h au droit de l'équateur) correspond au cycle jour / nuit, tandis que son parcours autour du soleil, équivalent à 1 710 km/min, provoque les variations saisonnières <sup>35</sup>.

L'énergie solaire est aujourd'hui utilisée dans le cadre de l'architecture solaire passive (par les baies vitrées, les serres, les chauffe-eau solaires, etc.) et active (capteurs solaires destinés aux systèmes de chauffage). Quant au solaire photovoltaïque, il permet la conversion du rayonnement solaire en électricité (rendement 10 à 12 %) ainsi que certaines applications intéressantes pour les zones isolées ou non reliées au réseau (radio-balisage, phare, télévision ou téléphone solaire, éclairage, pompage de l'eau, réfrigération, etc.).

---

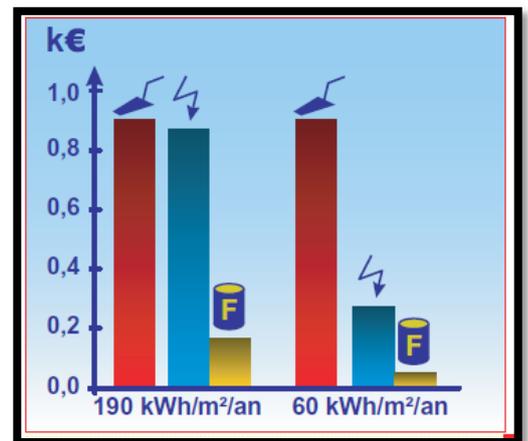
<sup>34</sup> LE BÂTIMENT DURABLE POUR TOUS Qualité de vie - Respect de l'environnement Performance économique - Management responsable. PDF

<sup>35</sup> LIEBARD Alain, DE HERDE André (2005), Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable. Edition Le Moniteur, Paris.

### 5-1 La notion de maîtrise de l'énergie :

La maîtrise de l'énergie repose sur le contrôle des quantités d'énergie consommée (économies d'énergie) et des types d'énergies utilisées. Compare les coûts moyens de construction d'une école bâtie en 1993 aux coûts induits par la consommation d'énergie (chauffage, eau chaude, éclairage, cuisson, etc.) sur la durée de vie du bâtiment (30 ans)<sup>36</sup>.

Figure 12 : Coûts comparés par m<sup>2</sup> de construction et de consommation (chauffage et éclairage) d'une école sur 30 ans. Source : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques



### 5-2 Le rayonnement solaire :

Composante diffuse du rayonnement. Le soleil émet un rayonnement électromagnétique qui varie peu en dehors de l'atmosphère (constante solaire :  $\pm 1\,350\text{ W/m}^2$ ). Par contre, le rayonnement disponible au sol dépend de la composition de l'atmosphère. En effet, en traversant celle-ci, le rayonnement est partiellement absorbé et réfléchi par les poussières et les microgouttelettes d'eau en suspension.

Une partie du rayonnement est également diffusée dans toutes les directions par les molécules d'air et les particules contenues dans l'atmosphère. Ces rayons frappant le sol en un lieu constituent le rayonnement solaire diffus. Le reste du rayonnement atteint directement la terre : c'est le rayonnement solaire direct<sup>37</sup>.

<sup>36</sup> LIEBARD Alain, DE HERDE André (2005), Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable. Edition Le Moniteur, Paris.

<sup>37</sup> LIEBARD Alain, DE HERDE André (2005), Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques : concevoir, édifier et aménager avec le développement durable. Edition Le Moniteur, Paris.

### Conclusion :

Dans ce chapitre on conclue que l'architecture durable : façon de bâtir selon des principes durables ayant pour objectif d'instaurer un rapport équilibré entre l'environnement et la construction.

L'éco construction : c'est créé la Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat, faire un Choix intégré des procédés et produits de construction (impact sur le prélèvement de matières premières et de ressources énergétiques, durée de vie, robustesse, facilité de démolition), et créer des chantiers à faibles nuisances L'architecture bioclimatique Où permet de faire profiter le bâtiment d'une température intérieure supérieure à la température extérieure en hiver et inversement en été. Hormis les règles d'orientation du bâtiment, de distribution des pièces, du choix des matériaux, il faut s'intéresser à la forme et à la nature de l'enveloppe du bâtiment.

Le but de la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) réduire les consommations d'énergie. Le label HQE offre de nombreux avantages, c'est un outil de valorisation d'un bien immobilier qui permet :

- L'optimisation de la consommation énergétique du bâtiment.
- L'anticipation des réglementations futures en termes de performances énergétiques de mettre en place une méthodologie pertinente dans le respect de l'environnement.

Le détaille de l'énergie photovoltaïque et le thermosiphon sera l'objet du prochain chapitre<sup>38</sup>.

---

<sup>38</sup> Par l'auteur



# chapitre 2: Étude analytique.

### Introduction :

Le thème principal de la présente recherche s'articule autour de la relation entre le climat, l'architecture durable, confort et l'homme. Cependant le maintien de l'équilibre thermique entre le corps humain et son environnement surtout dans un climat chaud et arides est l'une des principales exigences pour la santé, le bien-être et le confort (GIVONI, 1978)

L'homme de par sa constitution physiologique, ne pouvant s'adapter aux conditions climatiques extrêmes, a toujours tenté de rechercher un environnement favorable, tout en le développant à travers les temps, en essayant d'optimiser ses qualités, dans l'objectif d'atteindre les conditions de confort optimales souhaitées.

Cependant l'interaction entre le climat et l'homme a besoin d'un équilibre avec l'environnement, qui dépend de la conjugaison de plusieurs facteurs, qui vont être traités pour pouvoir comprendre toutes les caractéristiques d'une ambiance confortable.

Une fois les connaissances acquiert, il faut avoir recours aux outils de traitement de ces données par une analyse bioclimatique de région qui nous permet de déterminer la température neutre et la zone de confort ainsi que les paramètres de conception (analyse des exemples ) qui peuvent influencer sur le confort. Tout cela nous permet de déterminer les limites de ce confort.

Cette étude bioclimatique est nécessaire pour définir les techniques de contrôles micro climatique et de conception architecturale capable de créer des conditions de confort requises.

### 1-Synthèse d'analyse d'exemples :

#### 1-1 Identifié / identification

La forme utilisée dans l'entrée du lycée doit être attirer l'attention.



Figure 13 : Lycée Bachir Beskri Sidi Okba

Source : l'auteur



Figure 14 : Lycée PAUL ELUARD Seine-Saint-Denis Source : par l'auteur

1-2 Les types des lycées :



Figure 15 : Plan de masse lycée bachir beskri Sidi okba Source : par l'auteur

**Ouvert**

- \* Plusieurs petit cours pour chaque secteur
- \* Une seule Cours pour tout le secteur

**Compact**

- \*Une Cours interféré
- \*Compact



Figure 16 : Plan de masse Lycée Lucie Aubrac Source par l'auteur

1-3 Accueil :

La façade c'est un élément plus important dans les équipements scolaire pour donne l'attraction et limité la fonction.



Figure 17: Lycée Bachir Beskri Source : par l'auteur



Figure 18 : Lycée Lucie Aubrac Source réadapté par l'auteur



Figure 19 : Lycée Mohammed Bousbiate Source : par l'auteur

1-4 Rapport intérieur / extérieur : Pour plus de sécurité et control pour les élèves doit être dégradées dans les espace du l'extérieur et l'intérieur



Figure 20 : Lycée Bachir Beskri Source : par l'auteur

**1-5 L'enseiement** : Les classes et la bibliothèque a besoin d'éclairage naturel toute la journée c'est pour ça l'orientation de ses espaces plus important que les autres espaces. La meilleure orientation est **NORD-EST ou SUD-EST**

### 1-6 Les secteurs :

La hiérarchie des secteurs (organisation fonctionnelle) :

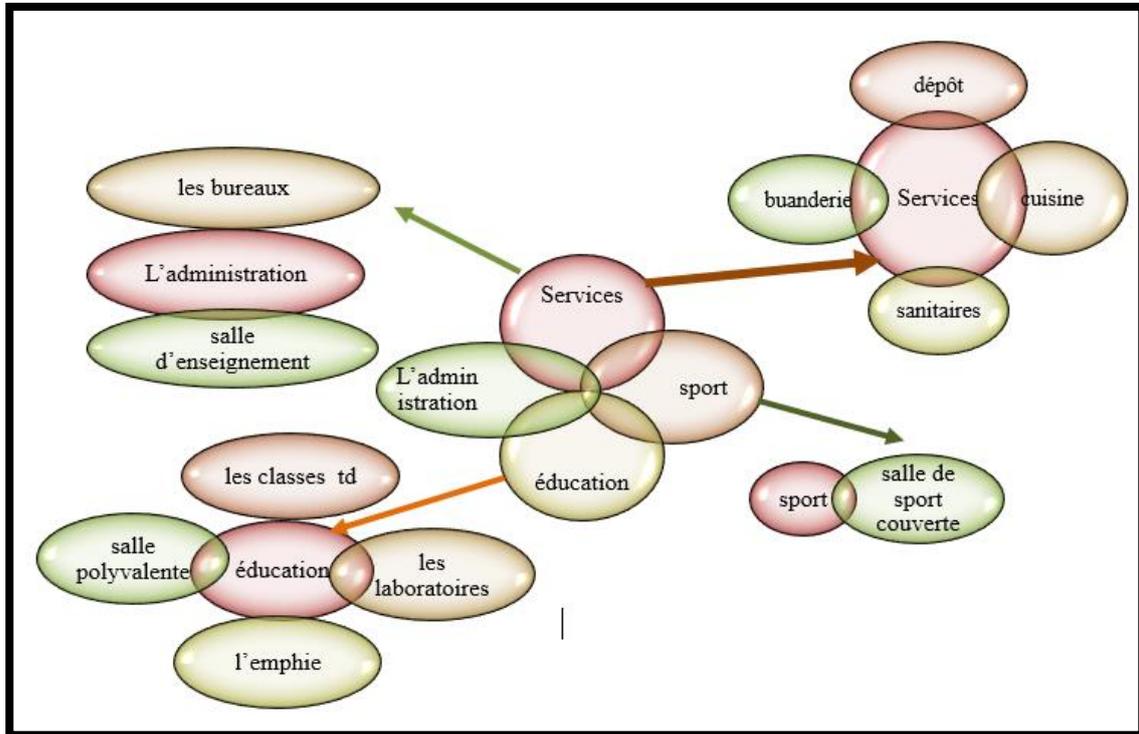


Figure 21 : schéma présente organisation fonctionnelle de lycée source auteur

### 1-7 Sport :

Les salles couvertes dans les équipements scolaire et important pour protégé les élèves à changement de climat (la pluie).

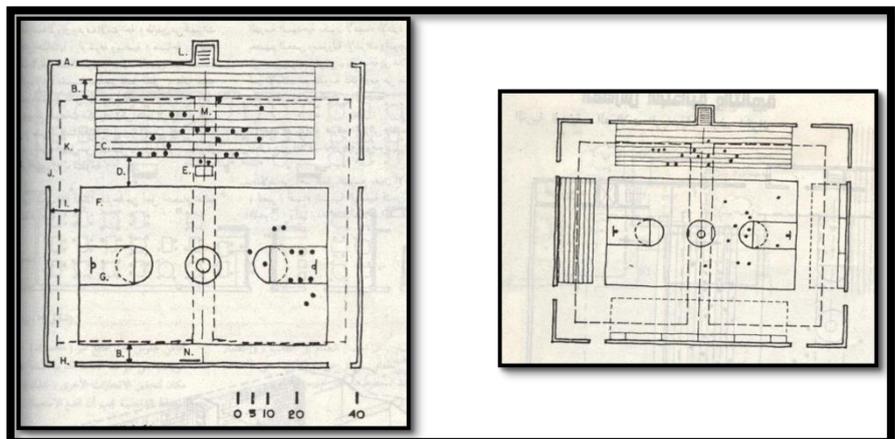


Figure 22 : Plan de salle de sport couverte source : Livres Neufert: Les Éléments des projets de construction Éditeur : Editorial Gustavo mai

**1-8 Des laboratoires :**

Les formes des laboratoires qui donnent la mieux fonction. (Les démentions l'aménagement intérieur)

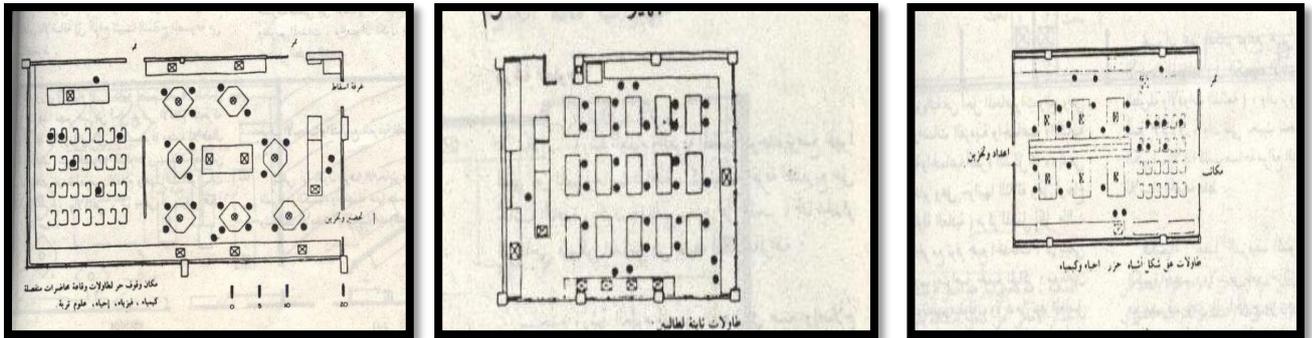


Figure23 : exemple des plans d'aménagement laboratoires source : Livres Neufert: Les Éléments des projets de construction, Éditeur : Editorial Gustavo Gili (1 mai 2014)

**1-9 L'agencement des volumes de construction :**

L'agencement de la masse volumique : il y'a deux type un seul masse et plusieurs masse



Figure 24 : Plan de masse lycée Source réadapté par l'auteur



Figure 25 : Plan de masse lycée Lucie Aubrac Source réadapté par l'auteur

**1-10 Couple / opposite :**

Figure 26  
Couple \_  
opposite de  
lycée  
Source réadapté  
par l'auteur



## 1-11 La circulation dans le lycée :

### 1-La circulation centrale :

En trouve ce type de circulation au niveau de secteur de l'administration



Figure 27 : Plan étage lycée Bachir Beskri  
Source réadapté par l'auteur

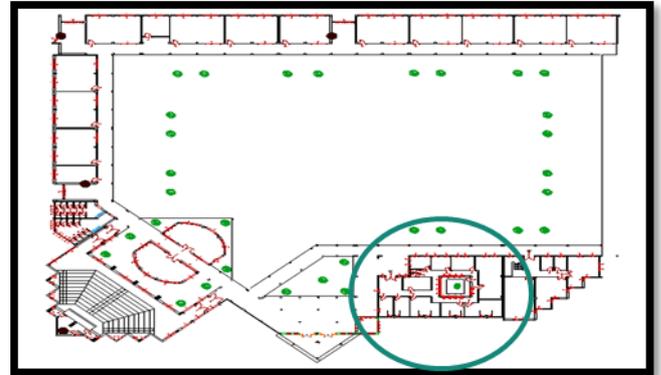


Figure 28 : Plan étage lycée Mohammed  
Bousbiatte Source réadapté par l'auteur

### 2-La circulation linéaire :

En trouve ce type de circulation au niveau de secteur éducatif (les salles de classes)

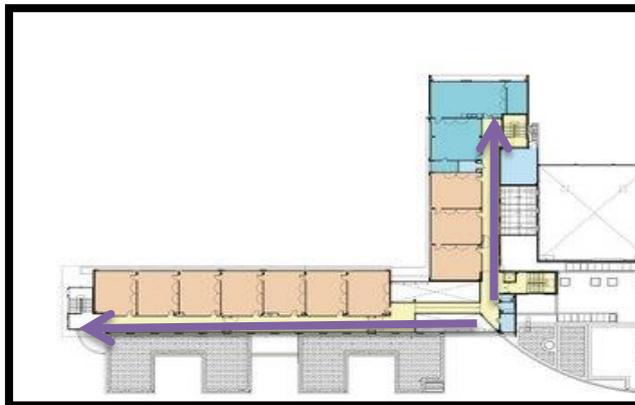


Figure 29 :Plan étage lycée Bachir Beskri  
Source réadapté par l'auteur

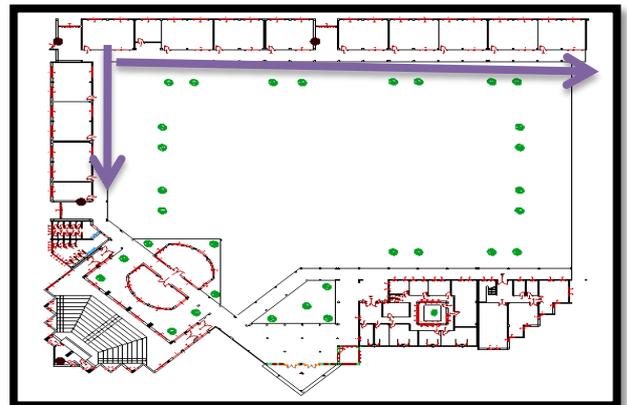


Figure 30 : Plan étage lycée Mohammed  
Bousbiatte

### 2- Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) :

- ✚ Maître d'ouvrage : Conseil régional d'Aquitaine
- ✚ Lieu : Blanquefort (France)
- ✚ Date d'achèvement : 2006
- ✚ Architecte : Isabelle Colas
- ✚ 80, rue du 29 juillet 62100 Calais
- ✚ Bureaux d'étude : Assistance HQE : IMBE
- ✚ Bureau d'études environnemental : ADRET
- ✚ Énergie : Cap Ingelec



Figure 31 : Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)

#### 2-1 Objectif Environnemental :

Le programme n'imposait ni certification ni label, mais une démarche HQE et un objectifs BBC, c'est à dire une consommation d'énergie inférieure à 50 kWh/m<sup>2</sup>/an.

Principaux dispositifs utilisés pour y parvenir :

- 1-Pour le confort d'hiver, isolation extérieure renforcée
- 2-Pour le confort d'été, protections solaires extérieures systématiques, ventilation en double flux avec sur-ventilation nocturne.

Maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur et assurer un environnement intérieur satisfaisant. Ce sont les objectifs de la démarche Haute qualité environnementale (HQE), partagés par ceux qui ont guidé la restructuration du lycée professionnel du bâtiment de Blanquefort (Gironde).

Achevé en 2006 après un chantier de quatre ans, l'édifice est le premier à obtenir la certification NF bâtiments tertiaires démarche HQE, en septembre 2009. En effet, les 14 conditions sont remplies. Gestion de l'énergie, de l'eau, des déchets d'activité, mais aussi confort hygrothermique, olfactif, visuel et acoustique en font partie.

Pour atteindre ces trois derniers buts, les accès et les voies de circulation ont été réorganisés, reléguant les véhicules en périphérie du site et réservant ainsi l'intérieur aux vélos et aux piétons. Isabelle Colas, architecte responsable du projet, a l'habitude de prendre en compte les problématiques environnementales et ce, depuis longtemps.

Les cibles ainsi que leurs niveaux d'exigence, allant de 1 à 4, sont réparties suivant une toile d'araignée :

1. Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat
2. Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction
3. Chantier à faible impact environnemental
4. Gestion de l'énergie
5. Gestion de l'eau
6. Gestion des déchets d'activité
7. Maintenance - pérennité des performances environnementales
8. Confort hygrothermique

## Chapitre 2 : 'Etude Analytique

- 9. Confort acoustique
- 10. Confort visuel
- 11. Confort olfactif
- 12. Qualité sanitaire des espaces
- 13. Qualité sanitaire de l'air
- 14. Qualité sanitaire de l'eau

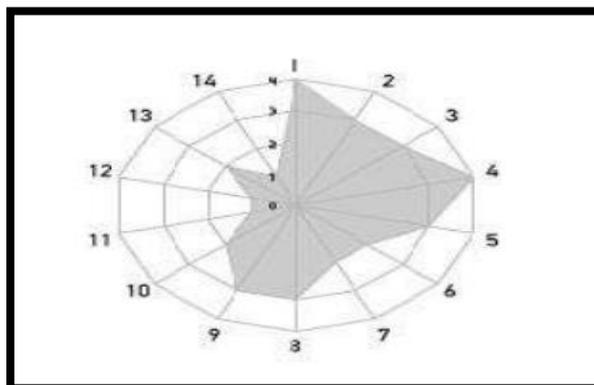


Figure 32 : Niveaux d'exigence du lycée professionnel de Blanquefort source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)

### 2-2 Moyens mis en œuvre pour répondre aux cibles :

#### Ecoconstruction :

Caractéristiques Environnementales du bâtiment (selon les cibles HQE)	Déclinaison effective de la cible sur le site
. Relation harmonieuse du bâtiment avec son Environnement Immédiate.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rationalisation des accès et des modes de déplacement sur le bâtiment,</li> <li>• Circulation piétonnière privilégiée sur le site                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 70% de la parcelle est perméable, fossé périphérique de rétention des eaux pluviales,</li> </ul> </li> <li>• Conservation des pins existants, choix d'une végétation rustique, toitures végétalisées</li> <li>• Intervention d'un paysagiste afin d'améliorer la valeur écologique du site, création d'un parc de proximité,</li> <li>• Jardins d'eau et phyto-épuration des eaux de ruissellement</li> </ul>
. Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse multicritères pour le choix des produits de construction avec la création</li> <li>• Brique "mono mur", bardage en bois, fenêtres double vitrage peu émissives, laine de verre confinée, linoléum...</li> </ul>
Chantier à faible impact environnemental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signature d'une charte de chantier à faibles nuisances, information et sensibilisation des entreprises,</li> <li>• Tri des déchets selon 8 catégories, traçabilité assurée par bordereaux de suivi,</li> <li>• Mise en place de deux fosses de décantation des laitances de béton.</li> </ul>

Tableau 05: Moyens mis en œuvre pour répondre aux cibles Ecoconstruction de lycée Blanquefort (Gironde)

### Eco-Gestion:

Gestion de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation d'énergie primaire des différents bâtiments (coefficient C) :</li> <li>• Ventilation mécanique double flux avec récupération de chaleur, pour les locaux orientés au Nord,</li> <li>• Conception architecturale permettant de minimiser l'usage de climatisation</li> <li>• Chauffage et ECS (eau chaude sanitaire)</li> <li>• Energie solaire : 700 m<sup>2</sup> de vitres teintées, 120 m<sup>2</sup> de capteurs solaires</li> <li>• Taux de couverture des besoins totaux par les énergies renouvelables</li> </ul>
Gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipements hydro-economes .</li> <li>• Rétention des eaux pluviales (bassin de 800m<sup>2</sup>) et récupération pour l'arrosage</li> <li>• (2/3 des besoins) et l'alimentation de certaines machines des ateliers.</li> </ul>
Gestion des déchets d'activité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 déchetteries réparties sur le site (30m<sup>2</sup> pour les déchets d'activités spécifiques et le compostage).</li> </ul>
Maintenance - pérennité des performances environnementales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GTC : fonctions de contrôle / commande et suivi des consommations (énergie, eau) grâce au logiciel "ecoweb".</li> <li>• Distribution d'un cahier de recommandations détaillées pour l'exploitation et la maintenance.</li> </ul>

Tableau 06 : Moyens mis en œuvre pour répondre aux cibles Eco-Gestion de lycée Blanquefort (Gironde)  
Source : [www.hellin-sebbag.archi](http://www.hellin-sebbag.archi)

### Confort:

Confort hygrothermique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confort d'été amélioré grâce à des protections solaires et des vitres teintées,</li> <li>• Facteur de lumière du jour minimum de 2% dans toutes les classes, étages à lumière, ateliers éclairés naturellement,</li> <li>• Conception architecturale permettant de minimiser l'usage de la climatisation,</li> <li>• Classes orientées au Sud : sondes de qualité d'air intérieur signalent (par voyant lumineux) la nécessité d'ouvrir les fenêtres.</li> </ul>
Confort acoustique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Création d'une qualité d'ambiance acoustique adaptée aux différents locaux.</li> <li>• Réalisation d'études acoustiques : d'isolement des façades et d'isolement entre locaux, bruits d'impact et d'équipement pris</li> </ul>

## Chapitre 2 : 'Etude Analytique

	en compte dans les prescriptions données pour chaque lot dans la notice acoustique.
Confort visuel	✓ Optimisation de l'éclairage naturel grâce à de nombreuses fenêtres dans le bâtiment. (Etude d'optimisation du confort visuel avec le logiciel Dial).

Tableau07 : Moyens mis en œuvre pour répondre aux cibles Confort de lycée Blanquefort (Gironde)  
Source : www.hellin-sebbag.archi

### Santés :

Qualité sanitaire des espaces	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des sondes de qualité de l'air ont été intégrées dans le bâtiment.</li> </ul>
Qualité sanitaire de l'air	
Qualité sanitaire de l'eau	

Tableau 08 : Moyens mis en œuvre pour répondre aux cibles santé de lycée Blanquefort (Gironde)  
Source : www.hellin-sebbag.archi

### 2-3 Note Architectural:

Un courbe aérien et ciselée à la jonction de deux quartier un nouveau bâtiment d'accueil a été livré par l'agence d'architecture HELLIN – SEBBAG pour le lycée des métiers du bâtiment.

Situé dans un contexte urbain en pleine mutation, au Nord-Ouest de Montpellier, sa façade, en forme de courbe, fait la jonction entre le quartier de la Paillade et le nouvel éco-quartier de "Pierre Vives", qui se développe autour des Archives Départementales réalisées par Zaha Hadid.



Figure 33 : Photo Google earth Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) source : auteur 22-01-2020



Figure 34 : Plan situation Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) source : réadapter par auteur

2-4 Plan de masse:

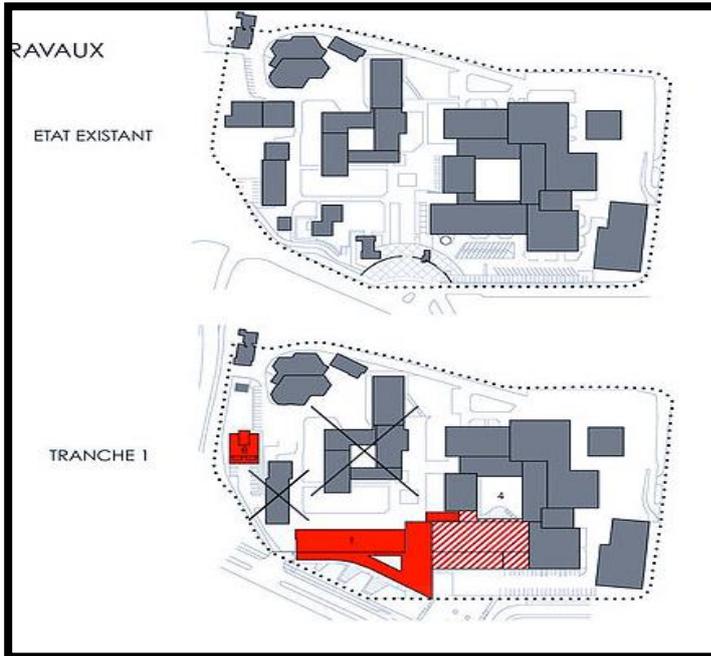


Figure 35 : Plan de masse Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) source : [www.hellin-sebbag.archi](http://www.hellin-sebbag.archi)

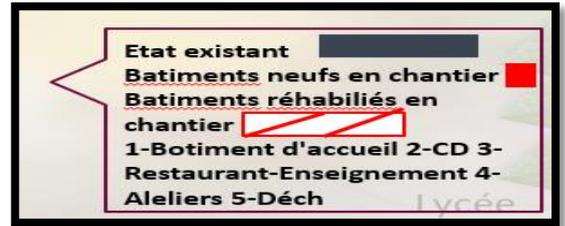


Figure 36 : Photo Google earth Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) source : [www.hellin-sebbag.archi](http://www.hellin-sebbag.archi)

2-5 les données urbaines :

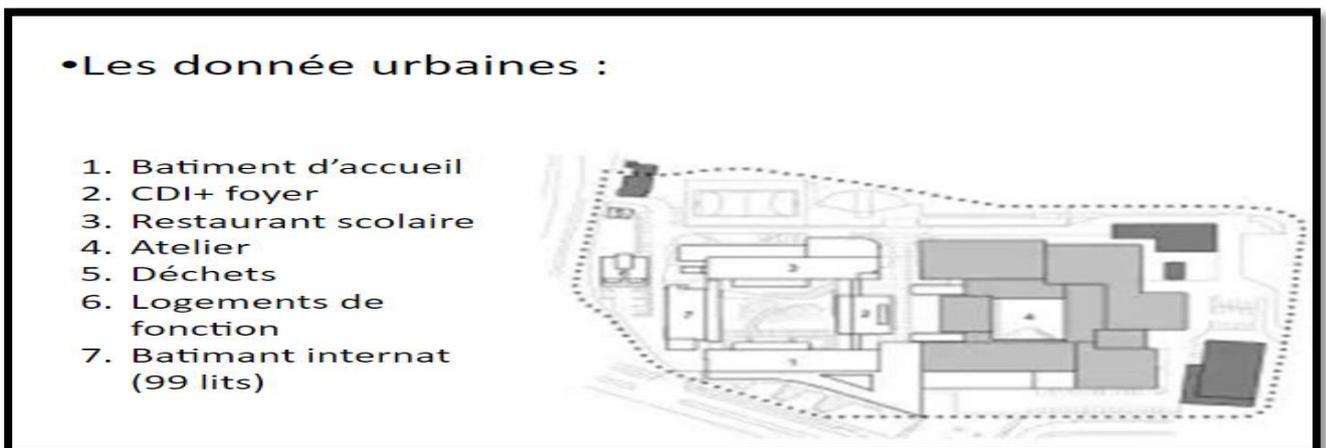


Figure 37 : les données urbaines Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) Source : [www.hellin-sebbag.archi](http://www.hellin-sebbag.archi)

### 2-6 La Surface Foncière :

Tranche 1 :

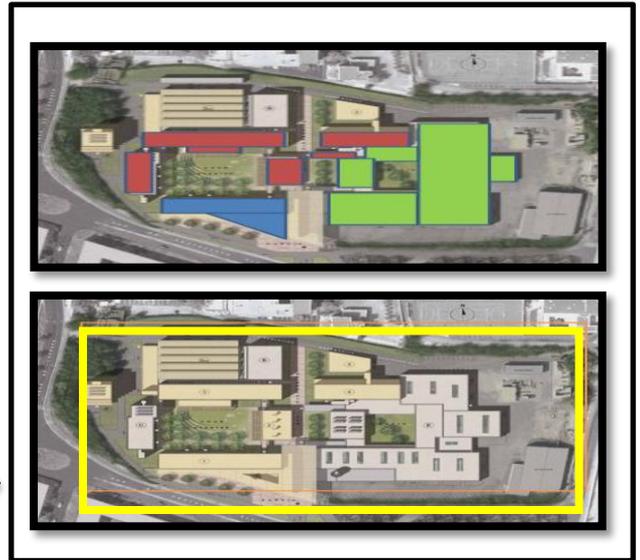
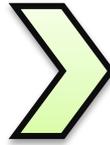
Neuf : 5 362 m<sup>2</sup> dont 3 180 m<sup>2</sup>. Pour le bâtiment d'accueil Réhabilitation : 1 124 m<sup>2</sup>(en bleu)

Tranche 2 : Neuf : 7 038 m<sup>2</sup>/ (en vert) Réhabilitation : 7 645 m<sup>2</sup> (en rouge)

### 2-7 Le taux d'occupation de sol :

Surface Totale de terrain : 15 000m<sup>2</sup>

Figure 37 : La Surface Foncière Le taux d'occupation de sol Lycée professionnel de Blanquefort source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)



### 2-8 l'enseillement et La Protection Aux Vent et bruit :

La cour le parvis et la plateforme filière bois sont protégés du vent par le bâtiment

1- Barrière antibruit l'intérieur du site est protégé de la circulation

2-Les logements seront munis de vitrage très performant

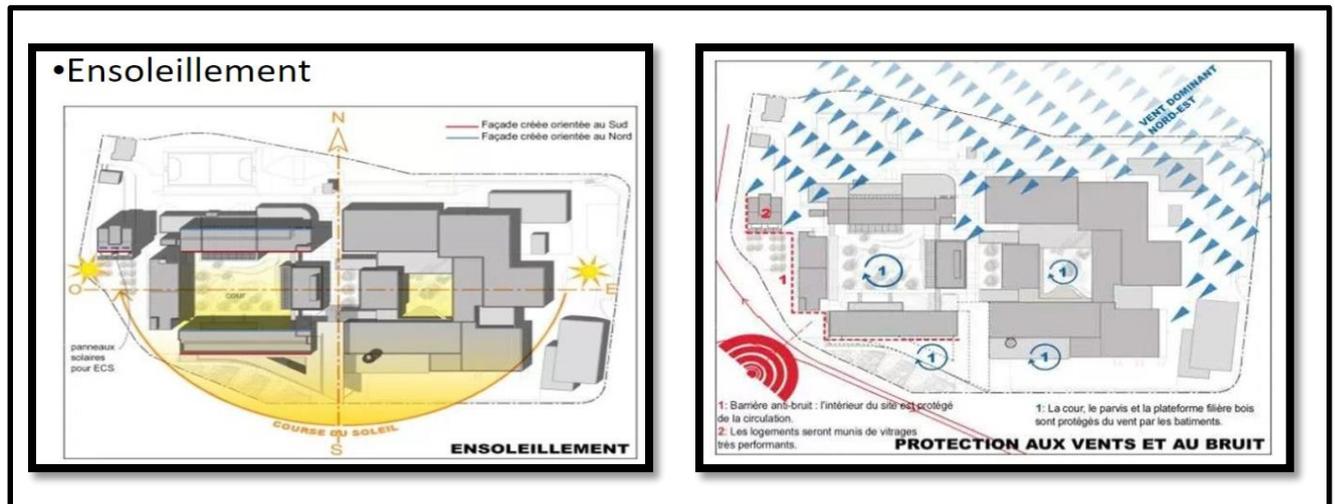


Figure 38 : L'enseillement et La Protection Aux Vent et bruit source réadapter par l'auteur source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)

### 2-9 L'impact sur l'environnement:

Les Accès: flèche (rouge) Stationnements: en (bleu)

Figure 39 : L'impact sur l'environnement Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)



### 2-10 Type architecture: Architecture Modern



### 2-11 Trois éléments géométriques distincts :

- ✚ Le monolithe gris, constitué d'un corps de bâtiment de deux étages, compact, aligné sur la trame Nord-Sud du site.
- ✚ Le triangle rouge, avant-corps d'un niveau sur pilotis, structure métallique qui s'incurve en douceur pour venir s'appuyer sur la géométrie en diagonale de la rue, sur laquelle s'alignent les bâtiments de « Pierres Vives ».
- ✚ L'ombrière horizontale triangulaire, nappe métallique translucide qui protège le bâtiment et le parvis d'accès du soleil. Un majestueux portique métallique vient conforter l'axe central du lycée.

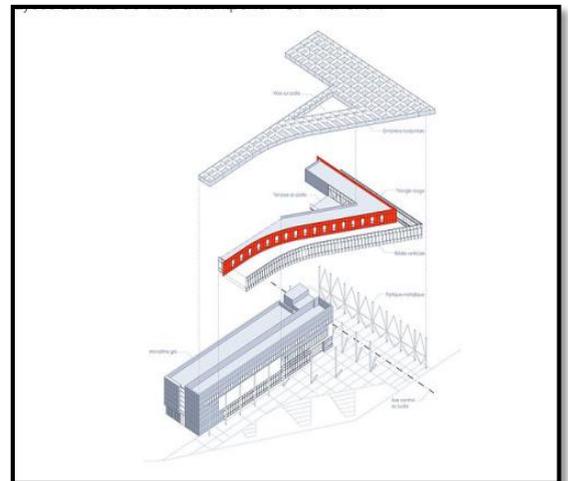


Figure 41 : Éléments géométriques  
source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)

### 2-12 Une façade cinétique translucide et opaque à la fois :

Drapée dans un voile protecteur, elle devient son identité même. Ce filtre contre le soleil, la vue et les agressions, est constitué d'une résille en métal déployé aux plis harmonieux qui, selon les saisons, les heures de la journée et leur position dans la courbe, vibre et prend la lumière différemment, laissant plus ou moins transparaître la vêtue rouge.



Figure 42 : Façade et vue extérieure de lycée blanqfourth source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)

### 2-13 Comment Maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur et assurer un environnement intérieur satisfaisant :

#### ✓ Un site harmonieux :

Lumière naturelle exploitée au mieux ; confort thermique, visuel et acoustique ; éco-gestion des ressources naturelles... Telles sont les conditions à remplir pour obtenir la certification NF démarche HQE. Mission accomplie pour le lycée professionnel du bâtiment de Blanquefort (Gironde).



Figure 43 : Un site harmonieux : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)

#### ✓ Une isolation durable :

Pour l'isolation, le choix s'est porté sur le brique mono mur. Sa grande inertie thermique permet une isolation performante, sans ajout de laine minérale. De plus, elle est constituée de terre cuite, un matériau facilement recyclable.



Figure 44 : Une isolation durable source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)

#### ✓ Un soupçon de photovoltaïque :

Les panneaux photovoltaïques n'apportent que peu D'électricité. Leur présence a une fonction pédagogique : familiariser les élèves à cette solution.



Figure 45 : Un soupçon de photovoltaïque source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)

### ✓ Brise-soleil :

Obtenir un maximum d'éclairage et un minimum d'éblouissement. Tel est le but de ces brise-soleil, dont l'orientation est soigneusement étudiée pour éviter les rayons les plus directs. Ils laissent passer le soleil en hauteur mais le bloquent au niveau où les élèves sont assis, pour éviter une température trop élevée.



Figure 46 : Brise-soleil  
source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)

### ✓ Toiture végétalisées :

Esthétique et permettant de tempérer le bâtiment, la toiture végétalisées ne manque pas d'atouts. Elle joue ici un rôle dans la gestion des eaux : l'eau retenue est stockée dans un bassin de récupération, puis redistribuée pour l'arrosage et l'atelier de taille de pierres.



Figure 47 : Toiture végétalisées  
source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)

### ✓ Un intérieur clair :

Les surfaces vitrées représentent 42 % de l'ensemble des façades. Une proportion importante qui permet un éclairage naturel, point crucial de la gestion de l'énergie, quatrième cible du référentiel HQE.



Figure 48 : Une intérieure claire  
source : [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)

### ✓ Recyclage des déchets

Figure 49 : Photos présente l'atelier de recyclage dans de Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) source : réadapter par auteur



### 2-14 Programme:

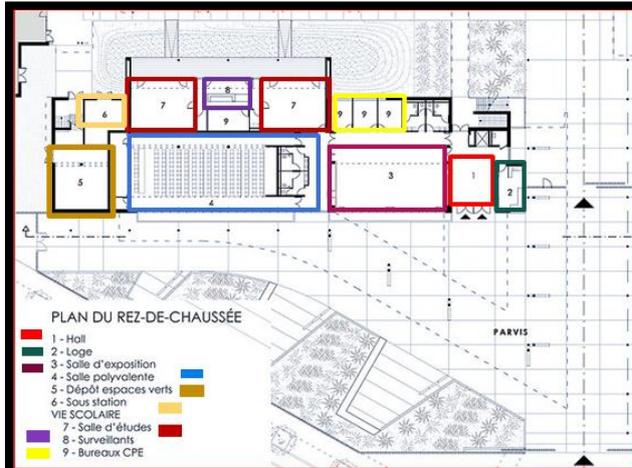


Figure 50 : Plan RDC Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) source : réadapter par



Figure 51 : Plan l'étage Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) source : réadapter par auteur

Le hall d'entrée, la salle d'exposition et l'espace polyvalent, vitrés sur le parvis paysagé, puis les locaux de la vie scolaire, côté cour sont au rez-de-chaussée.

Au premier étage, les bureaux de l'administration et les locaux des professeurs s'enroulent autour d'un patio triangulaire, puits de lumière offrant une terrasse privative réservée au personnel.

Le deuxième étage accueille les salles de cours.

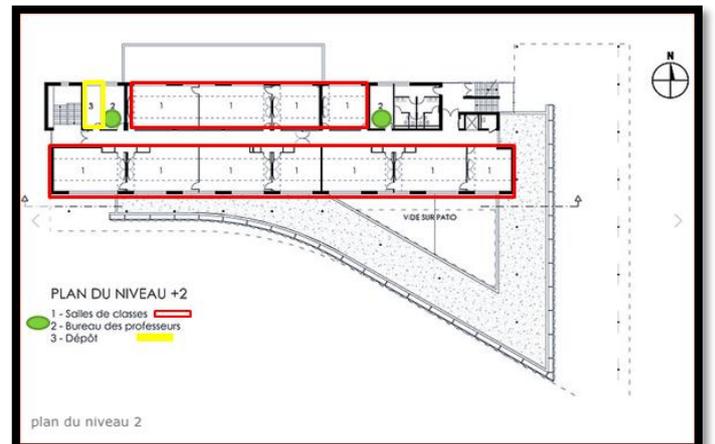


Figure 52 : Plan 2 Emme étage Lycée professionnel de Blanquefort (Gironde) source : réadapter par auteur

## 3- Analyse de terrain :

### 3-1 Présentation de la ville :

La région du sud algérien est trop sensible, elle se différencie non seulement par le climat et le relief, mais aussi par la production de l'espace architectural et l'espace urbain qui varie selon les matériaux utilisés, et surtout selon le mode de vie et les pratiques quotidiennes de ces habitants, OUED SOUF, une des régions sublime du Sud algérien.

### 3-2 Situation Géographique :

Situé au Sud du Grand-Erg Oriental, au Sud de Biskra, à l'Est de Touggourt, et à l'Ouest de Tozeur, le Souf est une immense étendue de sable qui s'étire de plus de 500 km en bordure de la frontière tunisienne jusqu'aux environs de Ghadamès.

Les limites de la Wilaya sont :

- A l'Est par la république Tunisienne.
- Au Nord –Est par la wilaya de Tébessa
- Au Nord par la wilaya de Khenchla et Biskra
- Au Nord-Ouest par la wilaya de Biskra.
- A l'ouest par la wilaya de Djelfa.

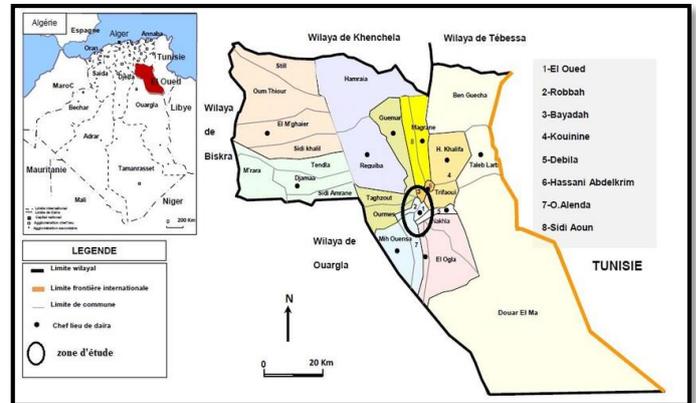


Figure 53 : Les limites de la Wilaya source monographie oued sauf 2018

### 3-3 Le Climat :

Le climat dans le Souf ressemble à celui du Sahara avec la particularité que les nuits sont plus fraîches qu'ailleurs vu la différence de température sentie à travers les grandes étendues de sable. Aridité, sécheresse de l'air, manque d'eau en surface, irrégularité des précipitations, pauvreté en végétation sont les signes d'un climat désertique. Le vent d'Est saisonnier est le plus dominant, il est dit « Bahri » ou marin et est le plus fort et frais, contrairement au vent d'Ouest dit « Gharbi ». Le « Chehili », vent venant du sud ou du sud-ouest est plus violent.

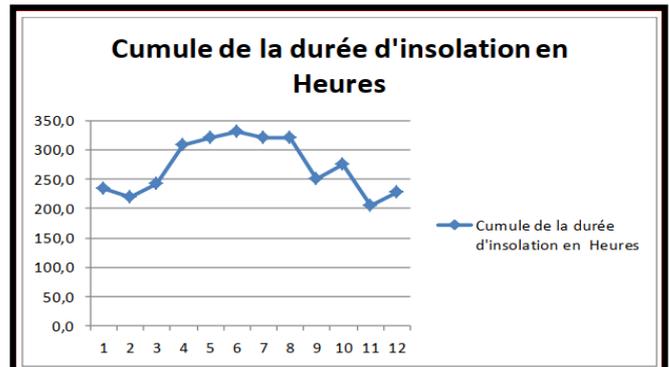


Figure 54 : Histogramme de température doued source monographie 2018

### 3-4 Le rayonnement solaire :

Le rayonnement solaire est défini comme le déplacement de l'énergie sous forme de radiation solaire, cette radiation solaire transmet la chaleur sous forme d'ondes électromagnétiques. Constituant ainsi le spectre solaire. Comme le rayonnement solaire traverse l'atmosphère terrestre, son intensité est diminuée et la distribution spectrale est modifiée par l'absorption, la réflexion et la diffusion.

La durée d'insolation est élevée pendant toute l'année (avec un cumule 271,5), le mois qui marque la plus grande valeur c'est juin 362,2h et la plus basse valeur 205,2h dans le mois de novembre

### 3-5 Température de l'air :

Le climat dominant d'El Oued est de type désertique. Il n'y a pratiquement aucune précipitation toute l'année dans El Oued. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type BWh. Les données climatiques d'Oued Souf montrent que la température moyenne annuelle est de 23,4°C, avec une valeur maximum de 33,2°C en juillet (le mois le plus chaud) et une valeur minimum de 12,6°C en décembre (le mois le plus froid).

La courbe des températures moyennes mensuelles évolue d'une manière régulière avec des grandes amplitudes journalières (15°C). Une période très chaude et sèche qui s'étale du mois de avril au mois d'octobre, et une autre plus courte caractérisée par le froid et l'humidité et qui s'étale du mois d'octobre au mois de mars.

### 3-6 Humidité Relative :

L'humidité relative moyenne enregistrée dans la période hivernale est de l'ordre de 43-69%, le taux le plus élevée est enregistré durant le mois de décembre. Par contre, pendant la période estivale, elle est inférieure à 38 % et le plus bas pourcentage 28 % est enregistré durant le mois de juillet, ce qui prouve que le climat de la ville de Oued Souf est humide et froid en hiver et assez sec et chaud en été

Une température annuelle moyenne de 23.33°C.

Les précipitations annuelles moyennes sont de 34 mm

Un taux d'humidité 44.25

Vitesse de vents 2.58m/s

متوسط قوة الرياح (م/ث)	معدل الرطوبة (%)	مجموع تساقط الأمطار (مم)	متوسط درجة الحرارة (د.م)	خلال الشهر
Vitesse du Vent (m/s)	Taux d'Humidité (%)	Totale de la précipitation (mm)	Température moyenne (C°)	Durant le moi
2	56	0	13	جانفي جاني
2	49	0	15	فيفري فيفري
3	39	5	17	مارس مارس
3	41	2	23	أفريل أفريل
3	33	0	28	ماي ماي
3	32	0	32	جوان جوان
3	28	0	34	جويلية جويلية
3	32	0	33	أوت أوت
3	48	24	29	سبتمبر سبتمبر
2	48	1	26	أكتوبر أكتوبر
2	56	1	17	نوفمبر نوفمبر
2	69	1	13	ديسمبر ديسمبر
2,58	44,25	34	23,33	خلال السنة Durant l'année

Tableau09 : Une température, vents, humidité annuelle moyenne doued source

### 3-7 Les vents :

En été : vents dominants sud-est (vents chauds et secs), la période des vents poussiéreux s'échelonne entre le mois d'avril et mai Avec des vitesses moyennes qui varient entre 4 m/s On peut utiliser le vent comme moyen de rafraîchissement passif des espaces intérieurs durant la nuit. Pendant le jour, le vent est souvent chaud et chargé de sable, donc on doit se protéger contre cet élément incontrôlable.

### 3-8 La situation de terrain :

## Chapitre 2 : 'Etude Analytique

Le terrain est situé dans la ville de el oued du côté sud, en particulier dans la partie sud est en face de SNTV, et Situé dans une zone d'expansion urbaine qui lui a conféré un emplacement stratégique très important dans la ville.

\*Dimension 130 largeur et 230 longueur

\*Forme rectangulaire

\*la nature de terrain est plate

Figure 55 : Situation de terrain par rapport le pdeu d'el oued  
Source : direction de la reconstruction

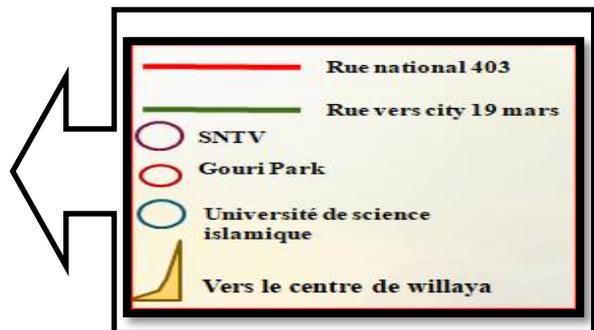


### 3-9 Les motivations du choix le terrain :

L'emplacement est proche de plusieurs monuments de la ville

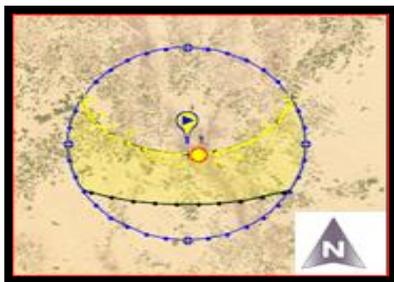


Google earth 27.11.2019



### 3-10 La trajectoire solaire :

Tout l'espace exposé au soleil, ce qui nécessite la mise en place des espaces verts.



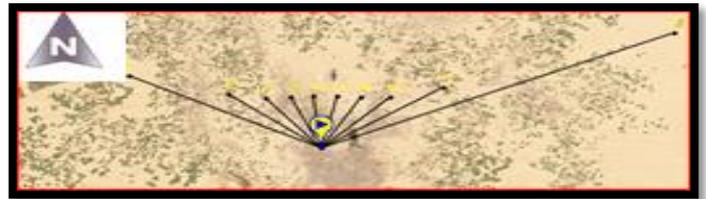
Google earth 27.11.2019



Google earth 27.11.2019

**3-11 La trajectoire d'ombrage :**

Il n'y a pas d'ombre sur le terrain



Google earth 27.11.2019

**3-12 Orientations des vents :**

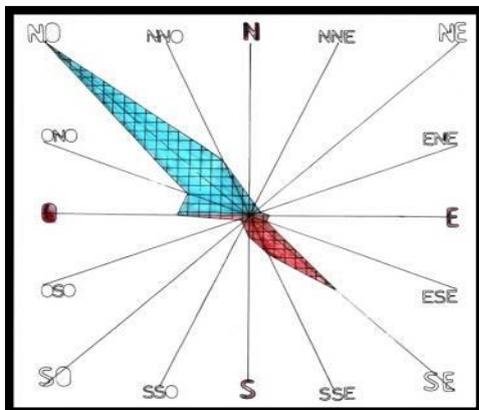
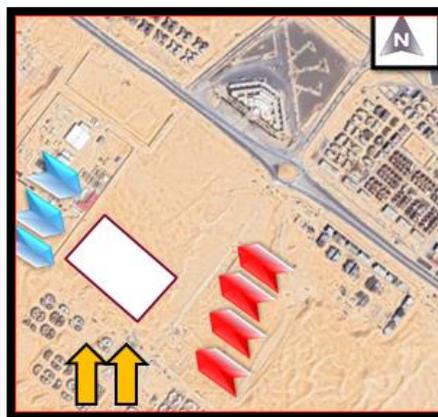
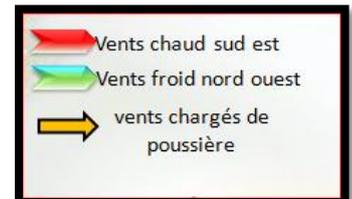


Figure 56 : La rose des vents  
source :  
Monographie d'el oued 2014



Google earth 27.11.2019



## 4- Programmation :

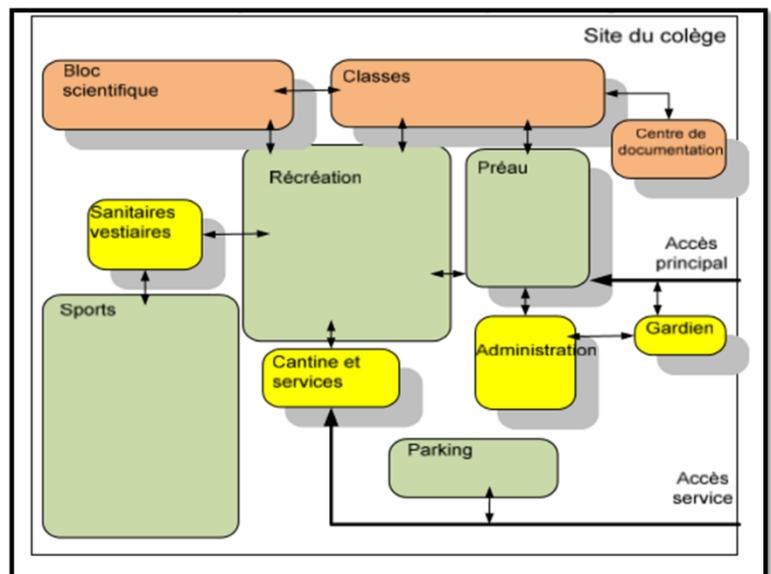
### 4-1 Les Normes :

#### A. Dimensionnement des espaces :

LYCÉES D'ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL ET TECHNIQUE	
Des salles de classe ayant chacune	40 m <sup>2</sup>
<b>Physique, chimie et biologie</b>	
1 salle de travaux pratiques de physique	70 à 75 m <sup>2</sup>
1 salle de travaux pratiques de chimie	70 à 75 m <sup>2</sup>
1 salle de travaux pratiques de biologie	70 à 75 m <sup>2</sup>
1 salle de préparation pour physique et chimie, faisant aussi fonction de pièce de rangement et de pièce pour le matériel	30 à 35 m <sup>2</sup>
1 salle de préparation pour la biologie	30 à 35 m <sup>2</sup>
1 à 2 salles pour travail en groupe en biologie	30 à 35 m <sup>2</sup>
1 salle pour travaux photos	20 à 25 m <sup>2</sup>
<b>Administration</b>	
1 salle faisant fonction à la fois de salle de travail et de documentation pour les professeurs	100 à 105 m <sup>2</sup>
1 salle des professeurs	80 à 85 m <sup>2</sup>
1 bureau pour le directeur	20 à 25 m <sup>2</sup>
1 bureau pour le directeur-adjoint	20 à 25 m <sup>2</sup>
1 bureau pour le secrétariat	15 à 20 m <sup>2</sup>
1 infirmerie	20 à 25 m <sup>2</sup>
1 loge pour le gardien	20 à 25 m <sup>2</sup>
<b>Sport</b>	
1 salle de sport pour 10 à 15 classes par activité	15 x 27 m
1 terrain de sport selon besoins	
<b>Enseignement ménager</b>	
1 cuisine	70 à 75 m <sup>2</sup>
1 salle de cours et restauration	30 à 40 m <sup>2</sup>
1 local servant de réserves et/ou pour le matériel et les appareils ménagers	30 à 40 m <sup>2</sup>
1 vestiaire avec lavabos	15 à 20 m <sup>2</sup>
<b>Activités artistiques</b>	
1 salle de dessin	
1 à 2 salles de travail pour des activités techniques	
1 ou 2 salles pour le matériel	
1 vestiaire avec lavabos	le tout occupant de 180 à 220 m <sup>2</sup>
1 salle de musique	65 à 70 m <sup>2</sup>
1 salle annexe (instruments, notes, pupitres)	15 à 20 m <sup>2</sup>
<b>Laboratoire de langues</b>	
1 pièce pour l'installation d'enseignement de langue	80 à 85 m <sup>2</sup>
1 salle d'équipement et matériel	10 à 15 m <sup>2</sup>
3 salles pour matériel pédagogique	chacune 10 à 15 m <sup>2</sup>
<b>Autres salles</b>	
1 salle de documentation pour les élèves (CDI)	60 à 65 m <sup>2</sup> à 70 à 75 m <sup>2</sup>
1 salle de réunion pour les enseignants et les élèves	15 à 20 m <sup>2</sup>
1 salle polyvalente (pour la moitié des élèves au maximum)	1 m <sup>2</sup> par élève

Figure 57 : présente la norme des dimensions les espace source neufert

Figure 58 : présente Fonctionnalité des espaces  
Source : site de colège.com



C. Forme de classe :

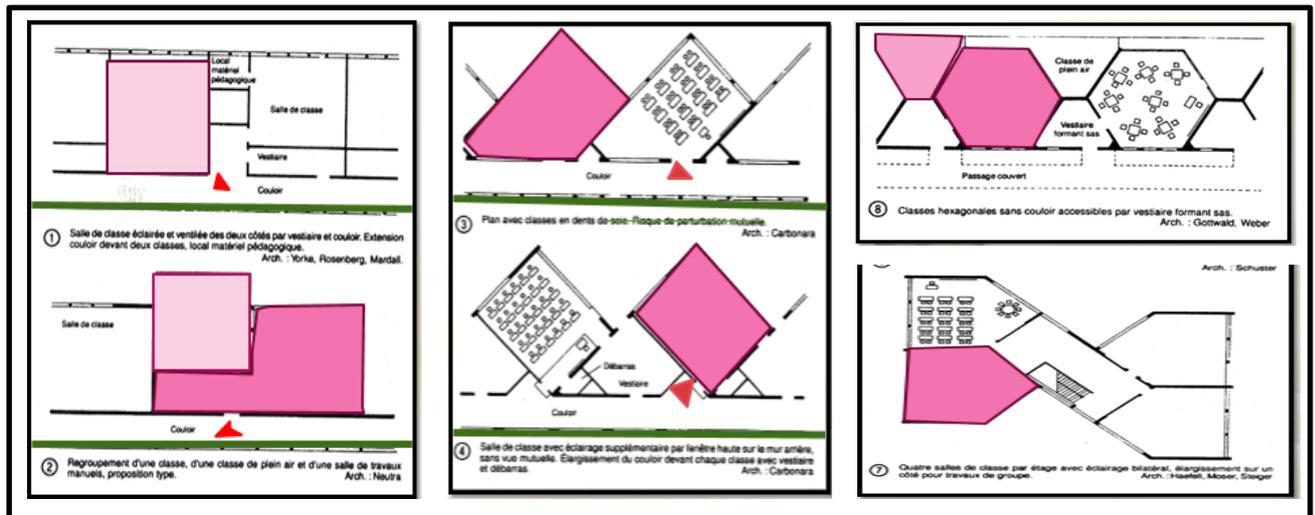


Figure 59 : présente la norme des formes salle de classe source neufert

D. L'aménagement des classes et du laboratoire :

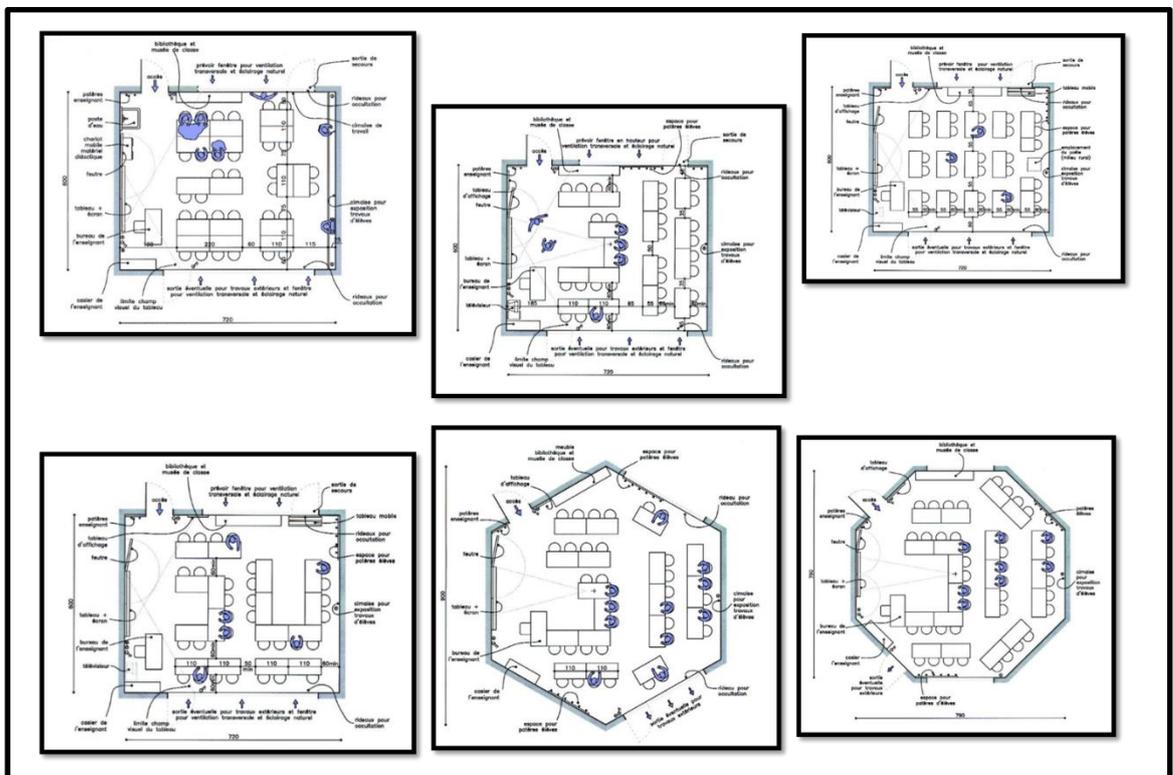


Figure 60 : présente la norme de l'aménagement salle de classe source neufert

## Chapitre 2 : 'Etude Analytique

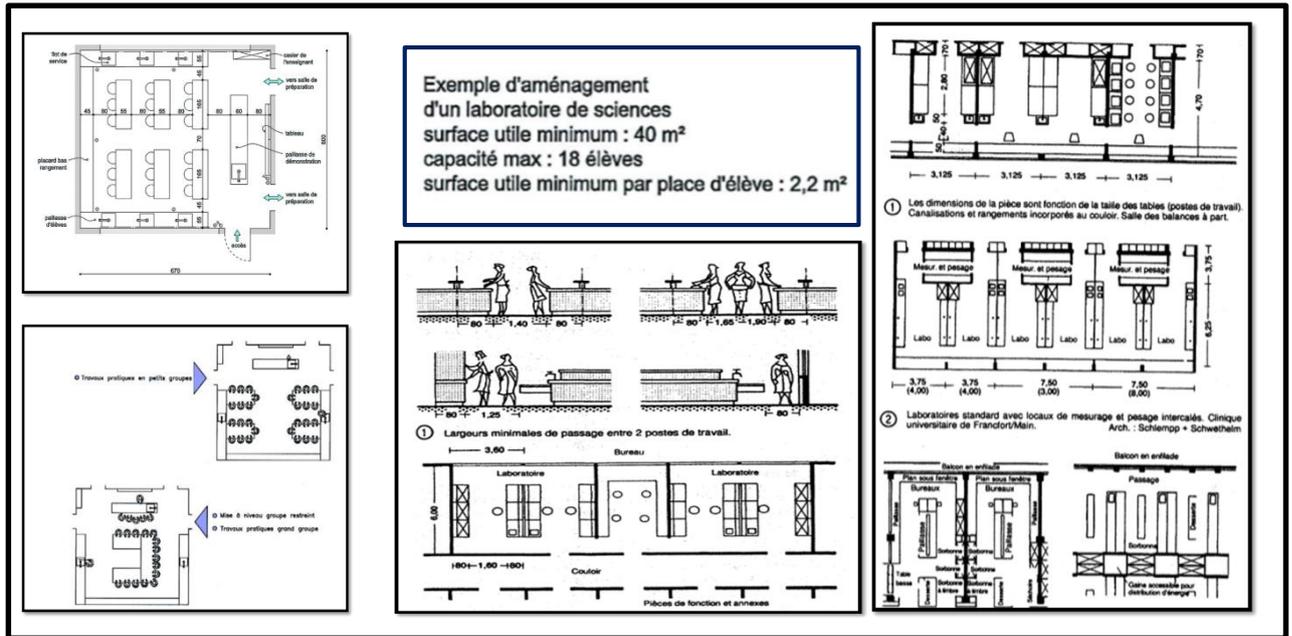


Figure 61 : présente la norme de l'aménagement salle de classe et laboratoire source neufert

### E. Bibliothèque :

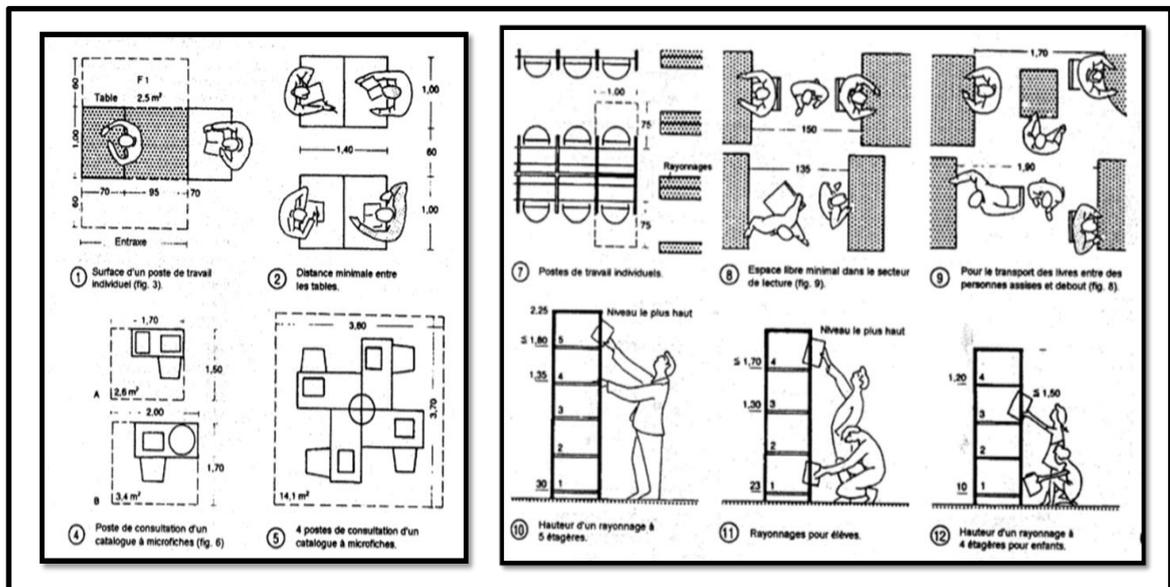


Figure 62 : présente la norme de l'aménagement DE BIBLIOTH2QUE source neufert

F. L'amphi :

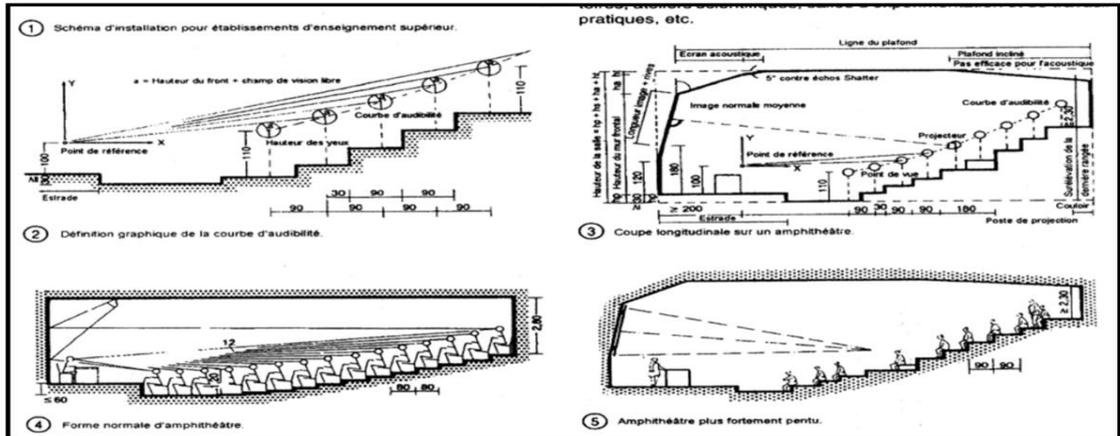
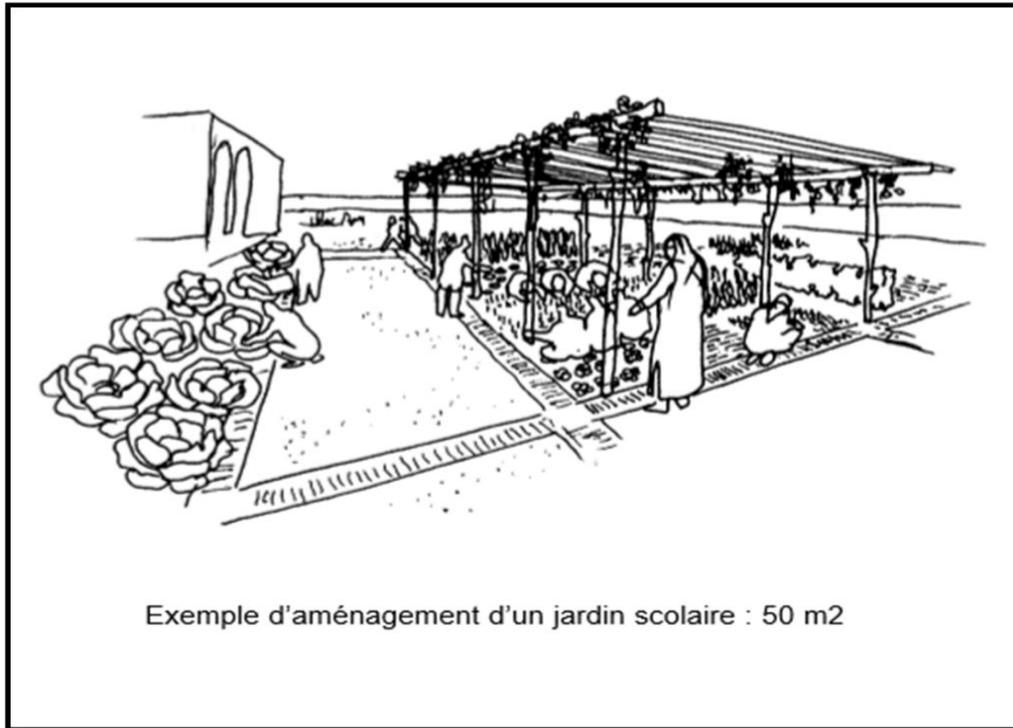


Figure 63 : photo présente la norme de différent type d'amphi source : site de colége.com

G. Aménagements extérieurs jardin scolaire :



Exemple d'aménagement d'un jardin scolaire : 50 m2

Figure 64 : photo présente exemple d'un jardin scolaire à l'extérieur source : site de colége.com

### 4-2- Programme officiel : Programme pédagogique de construction d'un lycée.

Type 600 externats

<b>1 - Caractéristique pédagogique :</b>	
Nombre d'élèves	<b>600</b>
Nombre de division pédagogiques	<b>15</b>
Nombre d'élèves par division pédagogiques	<b>40</b>

<b>2 - Bloc Pédagogique :</b>			
Locaux	Nombre	Surface Unitaire (m <sup>2</sup> )	Surface Totale (m <sup>2</sup> )
Salles ordinaires	13	62.00	806.00
Laboratoires de travaux dirigés (Sciences - Physique - Technologie)	4	65.00	260.00
Salles de préparation	2	25.00	50.00
Laboratoires d'informatique	2	62.00	124.00
Atelier de musique + magasin	1	80.00	80.00
Atelier de dessin + magasin	1	80.00	80.00
Salle de collection	1	15.00	15.00
Salle polyvalente	1	100.00	100.00
Auditorium 160 places	1	125.00	125.00
Bureau pour la surveillance pédagogique (01 bureau dans chaque étage)	1	9.00	9.00
Dépôt	1	15.00	15.00
<b>Total</b>			<b>1664.00</b>
Surface de circulation 20 %			332.80
<b>Surface Total</b>			<b>1996.80</b>

<b>3 - Bloc Administratif :</b>			
Locaux	Nombre	Surface Unitaire (m <sup>2</sup> )	Surface Totale (m <sup>2</sup> )
Bureau du directeur	1	30.00	30.00
Secrétariat	1	15.00	15.00
Bureau de censeur et secrétariat	1	25.00	25.00
Bureau de conseiller d'éducation	2	16.00	32.00
Bureau de gestionnaire	1	16.00	16.00
Bureau de gestion	1	12.00	12.00
Magasin (pour fournitures de bureau)	1	12.00	12.00
Bureau du conseiller de l'orientation (à côté de la bibliothèque)	1	15.00	15.00
Bibliothèque et salle de lecture (mitoyenne aux laboratoires d'informatique)	1	160.00	160.00
Salle des professeurs	1	60.00	60.00
Salle de réunion	1	65.00	65.00
Foyer des professeurs	1	12.00	12.00
Coopérative des élèves	1	9.00	9.00
Salle de réunion des élèves	1	9.00	9.00
Foyer - Salle de jeux des élèves	1	60.00	60.00
Salle d'archives	1	20.00	20.00
Salle de tirage	1	9.00	9.00
<b>Unité de dépistage et de suivi de santé scolaire (U.D.S) :</b>			
Cabinet médical	1	74.00	74.00
Cabinet dentaire (*)	1	15.00	15.00
Bloc sanitaire	2	5.00	10.00
Salle d'attente	1	5.00	5.00
Loge gardien	1	6.00	6.00
<b>Total</b>			<b>671.00</b>
Surface de circulation 20 %			134.20
<b>Surface Total</b>			<b>805.20</b>

Tableau 10 : Programme pédagogique de construction d'un lycée Source : direction la DUCH

### 4-2 Programme des exemples :

Le hall d'entrée, la salle d'exposition et l'espace polyvalent, vitrés sur le parvis paysagé, puis les locaux de la vie scolaire, côté cour sont au rez-de-chaussée.

Au premier étage, les bureaux de l'administration et les locaux des professeurs s'enroulent autour d'un patio triangulaire, puits de lumière offrant une terrasse privative réservée au personnel.

### 4-Programme proposé :

Espace	Nombre		
Hall d'entrée	1		
Cour central	1		
Les salles de classe td	30		
Laboratoire	2		
Salle polyvalente	2		
Salle de dessin	1		
Salle de musique	1		
Salle de renions pour les élèves	1		
Salle informatique	1		
Bibliothèque	1		
Emphie	1		
Bureaux directeur	1		
Secrétariat	2		

Bureau de gestion	1		
Bureau gestionnaire	1		
Bureau archive	1		
Bureau de conseiller d'éducation	3		
Salle d'attente	1		
Salle de réunion	2		
Foyer des professeurs	1		
Bloc sanitaire	1		
Aire de jeux (30 m x 20 m)	1		
Vestiaires élèves	2		
Douches	2		
Salle de sport couvert	1		
Sanitaire feuille	2		
Sanitaire garçons	2		
Cuisinière	1		
Restaurent	1		
dépôt	1		
Atelier de recyclage	1		
Espace air	1		

Tableaux 11 :

Programme  
proposé

Source : auteur

## 5- Méthodologie de simulation :

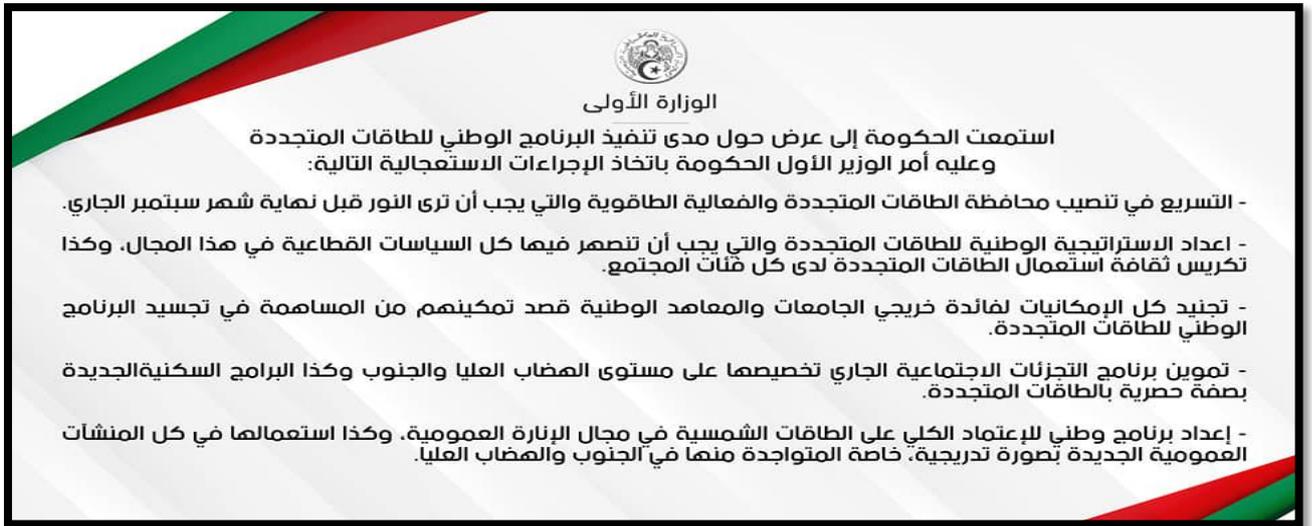


Figure 65 : annonce de premier ministre sur l'utilisation de l'énergie renouvelable dans les équipements éducatif nouveaux. Source :

Annonce ministérielle concernant le début de l'utilisation de l'énergie solaire pour les bâtiments publics et spécialement les équipements scolaire

## 5- Le solaire thermique et le solaire photovoltaïque :

L'augmentation du coût des énergies classiques d'une part, et la limitation de leurs ressources d'autre part, font que l'énergie photovoltaïque devient de plus en plus une solution parmi les options énergétiques prometteuses avec des avantages comme l'abondance, l'absence de toute pollution et la disponibilité en plus ou moins grandes quantités en tout point du globe terrestre. Actuellement, on assiste à un regain d'intérêt pour les installations utilisant l'énergie solaire, surtout pour les applications sur des sites isolés<sup>1</sup>.

### 5-1 Historique du photovoltaïque :

Découvert en 1839 par Antoine Becquerel, l'effet photovoltaïque permet la transformation de l'énergie lumineuse en électricité. Ce principe repose sur la technologie des semi-conducteurs. Il consiste à utiliser les photons pour libérer les électrons et créer une différence de potentiel entre les bornes de la cellule qui génère un courant électrique continu. L'hélio électricité est apparue en 1930 avec les cellules à oxyde cuivreux puis au sélénium. Mais ce n'est qu'en 1954, avec la réalisation des premières cellules photovoltaïques au silicium dans les laboratoires de la compagnie Bell Téléphone, que l'on entrevoit la possibilité de fournir de l'énergie<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Cours Energie Solaire Photovoltaïque Dr. BELAID LALOUNI Sofia.pdf

<sup>2</sup> Chapitre I L'énergie photovoltaïque et les cellules solaires.pdf

### 5-2 Le système thermosiphon :

Principe de fonctionnement d'un chauffe-eau thermosiphon .Une solution simple qui allie économies substantielles et écologie, L'énergie solaire est silencieuse, gratuite, renouvelable et propre. Les systèmes de chauffage solaire Atlantic tels que Solerio Select vous permettent de bénéficier d'une solution efficace pour profiter de l'eau chaude à tout moment tout en faisant des économies. L'énergie émise par le soleil, les rayons du soleil, est faite de chaleur et de lumière. Les deux peuvent être captées, transformées et utilisées chez vous pour chauffer l'eau<sup>3</sup>.

### 5-3 Comment ça marche ?

Le système thermosiphon permet à l'eau froide de rentrer dans le capteur par le bas, de subir l'influence du rayonnement et de s'échauffer. L'eau plus chaude monte dans le capteur par convection et atteint ainsi le ballon de stockage. Dans ce ballon de stockage, l'eau chaude est prélevée dans la partie supérieure pour être envoyée vers les différents points de distribution. L'eau froide est introduite à la base du ballon. Une évacuation est aussi prévue à la base pour permettre à l'eau froide de rejoindre le capteur<sup>4</sup>.

Ce système fonctionne donc par convection naturelle de l'eau en exploitant le fait que, lorsqu'un liquide s'échauffe, sa masse spécifique diminue et qu'il devient plus léger. Le fluide plus léger aura donc tendance à s'élever et un mouvement se créera dans le circuit entre le capteur et le réservoir placé plus haut. Si le ballon de stockage ne peut pas se trouver au-dessus du capteur, il est alors nécessaire d'utiliser une pompe pour faire circuler l'eau. On parle alors de système solaire thermique à circulation forcée.

Afin de commander le fonctionnement de la pompe, un système de régulation est placé entre la sortie du capteur et la sortie du ballon. Ce système de régulation permet d'éviter une diminution de température de l'eau du ballon quand les apports thermiques du capteur sont insuffisants<sup>5</sup>.

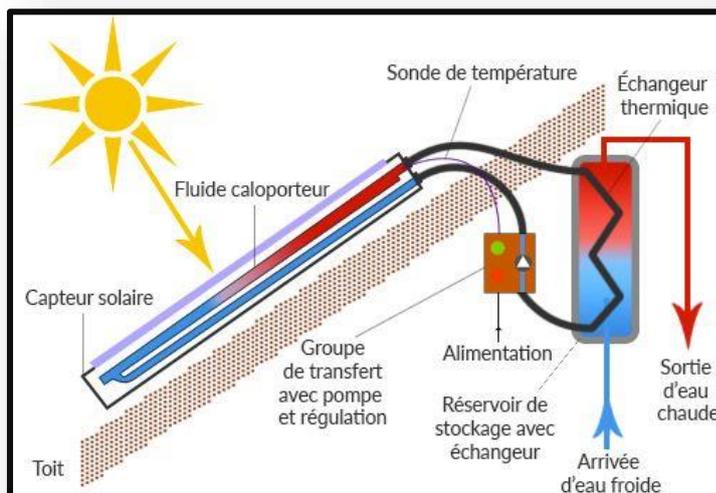


Figure 66 : comment travaille le thermosiphon. Source l'énergie solaire.pdf



Figure 67 : photo réelle thermosiphon. Source pris par l'auteur

<sup>3</sup> <https://energieplus-lesite.be/techniques/eau-chaude-sanitaire11/differents-preparateurs/capteur-solaire-a-eau-chaude-d1/>

<sup>4</sup> <https://energieplus-lesite.be/techniques/eau-chaude-sanitaire11/differents-preparateurs/capteur-solaire-a-eau-chaude-d1/>

<sup>5</sup> Le chauffe-eau solaire (monobloc, à éléments séparés, à éléments séparés en circulation forcée).pdf

### 5-4 Les principaux composants d'une installation :

- ❖ **Le système de charge** : Le système de charge comprend les capteurs solaires, la boucle primaire ou solaire et un échangeur de chaleur.
- ❖ **Le système de stockage** : Il s'agit généralement d'un ou plusieurs ballon(s) d'eau bien isolé(s) thermiquement. Le stockage permet de différer la demande de puisage par rapport au moment de la production solaire.
- ❖ **Le système d'appoint** : Pendant une bonne partie de l'année, un appoint de chaleur est nécessaire pour atteindre la température minimale de la boucle sanitaire (en général 60 °C). Cet appoint de chaleur peut être fourni par un moyen traditionnel de production de chaleur (chaudière, résistance électrique, pompe à chaleur,...).
- ❖ **Le système de décharge** : C'est la partie de l'installation qui distribue l'eau chaude sanitaire aux différents points de puisage<sup>6</sup>.

### 5-5 Les différents types d'installation :

#### A. Boucle solaire fermée (indirecte) ou ouverte (directe) ?

- ✚ Si la boucle est fermée, le fluide qui chauffe dans les capteurs solaires et celui qui arrive aux points de puisages (douches...) sont distincts : l'eau de consommation est indirectement chauffée à travers un échangeur par le fluide caloporteur du circuit solaire
- ✚ Dans le cas où la boucle est dite ouverte, l'eau qui circule dans les capteurs est la même que celle qui est consommée aux points de puisage. Ce type de circuit est rarement utilisé en Belgique, notamment à cause des problèmes liés au gel. On le trouve donc plus souvent dans les pays chauds, où les capteurs constituent le seul moyen de chauffage<sup>7</sup>.

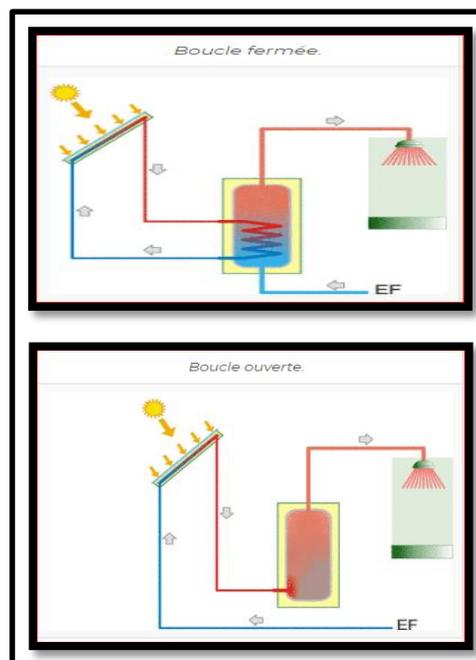


Figure 68 : présente les différents types d'installations thermosiphon  
Source l'énergie solaire.pdf

<sup>6</sup>Mémoire de doctorat énergie photovoltaïque .Edition Mohamed Salah .2015

<sup>7</sup> [http://www.grenoble-isere.com/etudes-et-territoires/pdf\\_filières/Photovoltaïque\\_Etude2010\\_V14Fr.pdf](http://www.grenoble-isere.com/etudes-et-territoires/pdf_filières/Photovoltaïque_Etude2010_V14Fr.pdf)

### 5-6 Principe de fonctionnement d'une cellule solaire photovoltaïque :

L'effet photovoltaïque utilisé dans les cellules solaires permet de convertir directement l'énergie lumineuse des rayons solaires en électricité par le biais de la production et du transport dans un matériau semi-conducteur de charges électriques positives et négatives sous l'effet de la lumière. Cette force croît avec l'intensité lumineuse. Ces cellules fonctionnent également par ciel couvert, avec le rayonnement diffus. Pendant le jour, les capteurs permettent d'alimenter en courant continu les appareils électriques à faible consommation et le surplus d'électricité fourni est dirigé vers des batteries. Pendant la nuit, le capteur n'étant plus source d'énergie, les batteries prennent le relais pour fournir l'électricité.

Afin de protéger les batteries, mais également les appareils électriques, un régulateur de charge est placé dans le circuit. On peut également utiliser un onduleur pour convertir le courant continu en courant alternatif.

### 5-7 Comment ça marche ?

Le panneau est composé de deux électrodes (une négative et une positive) et de silicium qui est un matériau semi-conducteur. Les panneaux photovoltaïques produisent un courant électrique continu. Le régulateur optimise la charge et la décharge de la batterie suivant sa capacité et assure sa protection.

L'onduleur transforme le courant continu en alternatif pour alimenter les récepteur AC.

Les batteries sont chargées de jour pour pouvoir alimenter la nuit ou les jours de mauvais temps. Des récepteurs DC spécifiques sont utilisables. Ces appareils sont particulièrement économes.

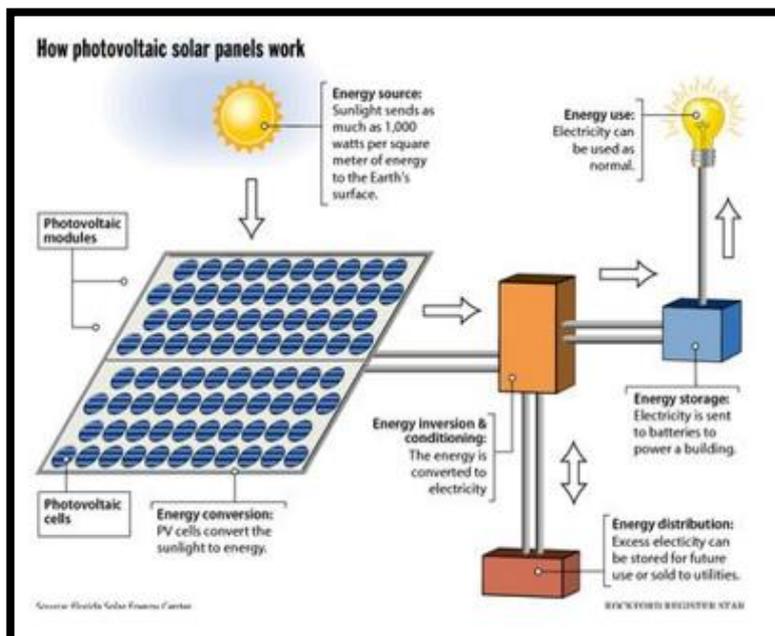


Figure 67 : Comment ça marche les panneaux solaires (jour /nuit) source : livre solar energie

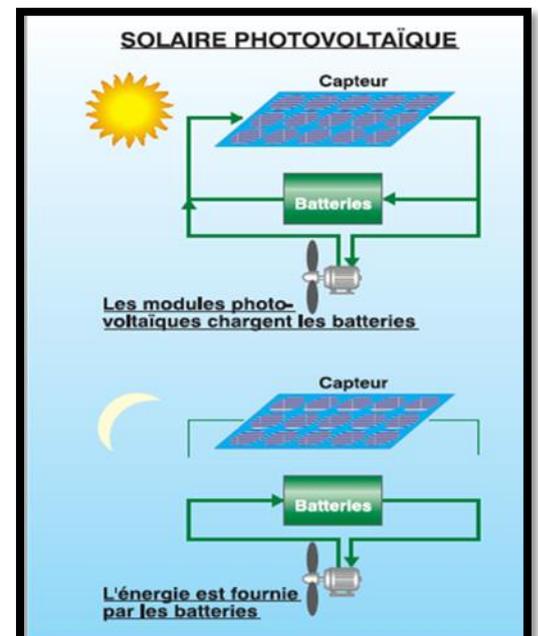


Figure 68 : Comment ça marche les panneaux Source : livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

### 5-8 Composants des systèmes solaires photovoltaïques

#### Description globale :

Les systèmes solaires photovoltaïques fonctionnent comme suit : La lumière solaire entre par la surface des modules photovoltaïques, où elle est convertie en énergie électrique de courant continu (générateur photovoltaïque). Plus tard, cette énergie est collectée et conduite au système de régulation de charge (régulateur) dont la fonction est d'envoyer cette énergie de manière totale ou partielle au système de cumul (batterie), où elle est stockée avec la précaution de ne pas excéder les limites de surcharge et de décharge profondes.

Cette énergie stockée est utilisée pour le ravitaillement des charges pendant la nuit, en jours de faible ensoleillement ou lorsque le système photovoltaïque est incapable de satisfaire la demande lui-même. Quand les charges à alimenter sont de courant continu, elles s'alimentent de manière directe. Quand les charges sont de courant alternatif, l'énergie s'envoie à un inverseur de courant où elle est convertie en courant alternatif (onduleur). Ainsi, les éléments d'un système solaire Photovoltaïque sont indiqués dans la fig. et énoncés ci-dessous :

1. Générateur photovoltaïque
2. Batterie
3. Régulateur
4. Onduleur

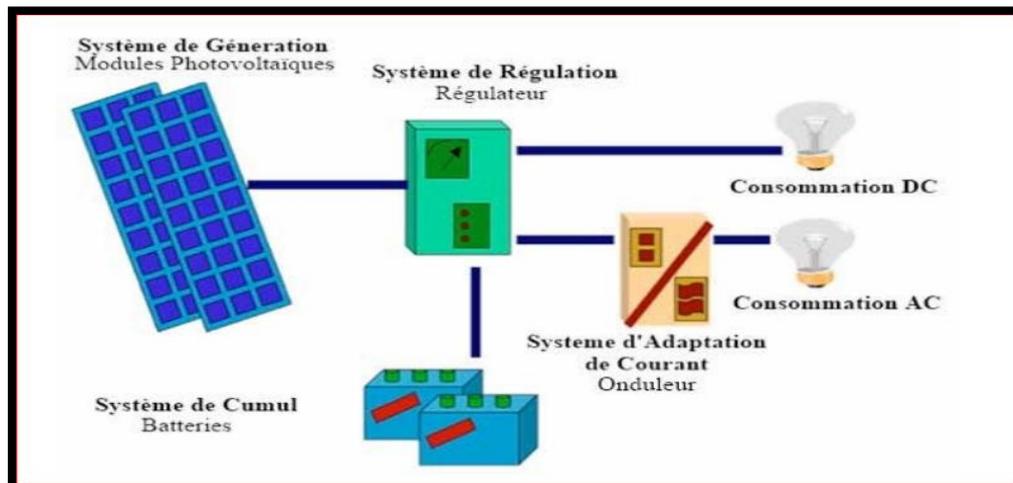


Figure 69 : les éléments d'un système solaire Photovoltaïque source : livre solar energie

### 5-9 Les installations raccordées au réseau de distribution public

#### Solution avec injection de surplus :

Cette solution est réalisée avec le raccordement au réseau public en un point : l'utilisateur consomme l'énergie qu'il produit avec le système solaire et l'excédent est injecté dans le réseau. Quand la production photovoltaïque est insuffisante, le réseau fournit l'énergie nécessaire. Un seul compteur supplémentaire est ajouté au compteur existant.

### 5-10 Technologie

#### 1-/ Cellule photovoltaïque :

C'est le seul moyen connu actuellement pour convertir directement la lumière en électricité. La cellule photovoltaïque constitue l'élément de base des panneaux solaires photovoltaïques. Il s'agit d'un dispositif semi-conducteur à base de silicium délivrant une tension de l'ordre de 0,5 à 0,6 V.

La cellule photovoltaïque est fabriquée à partir de deux couches de silicium (matériau semi-conducteur) :

- une couche dopée avec du bore qui possède moins d'électrons que le silicium, cette zone est donc dopée positivement (zone P),
- une couche dopée avec du phosphore qui possède plus d'électrons que le silicium, cette zone est donc dopée négativement (zone N).

Lorsqu'un photon de la lumière arrive, son énergie crée une rupture entre un atome de silicium et un électron, modifiant les charges électriques. Les atomes, chargés positivement, vont alors dans la zone P et les électrons, chargés négativement, dans la zone N. Une différence de potentiel électrique, c'est-à-dire une tension électrique, est ainsi créée. C'est ce qu'on appelle l'effet photovoltaïque à la surface, le contact électrique (électrode négative) est établi par la grille afin de permettre à la lumière du soleil de passer à travers les contacts et de pénétrer dans le silicium. Les cellules solaires sont recouvertes d'une couche antireflet qui protège la cellule et réduit les pertes par réflexion. C'est une couche qui donne aux cellules solaires leur

aspect bleu foncé.

#### 3-/ Constitution d'un champ photovoltaïque :

Afin d'obtenir la tension nécessaire à l'onduleur, les panneaux sont connectés en série. Ils forment alors une chaîne de modules ou string. Les chaînes sont ensuite associées en parallèle et forment un champ photovoltaïque (champ PV). Il faut également installer des diodes ou des fusibles en série sur chaque chaîne de modules. Ces protections sont utiles pour éviter qu'en cas d'ombre sur une chaîne, elle se comporte comme un récepteur et que le courant y circule en sens inverse et l'endommage.

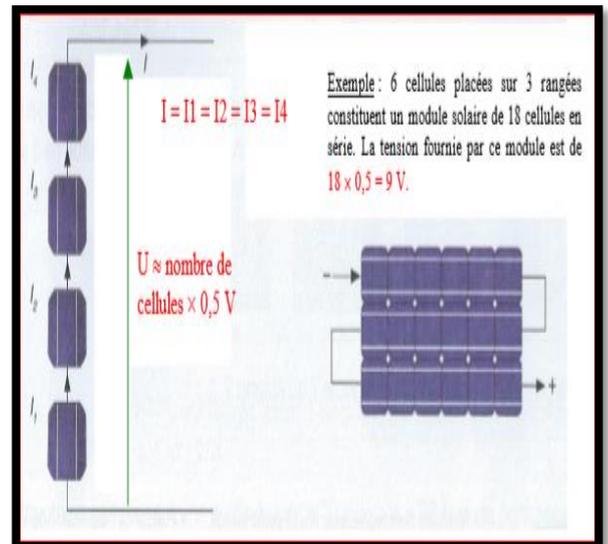


Figure 70 : Principe de fonctionnement d'une cellule solaire photovoltaïque Source : Solar Photovoltaïque Énergie Livre d'Anne Labouret et Michel Viloz

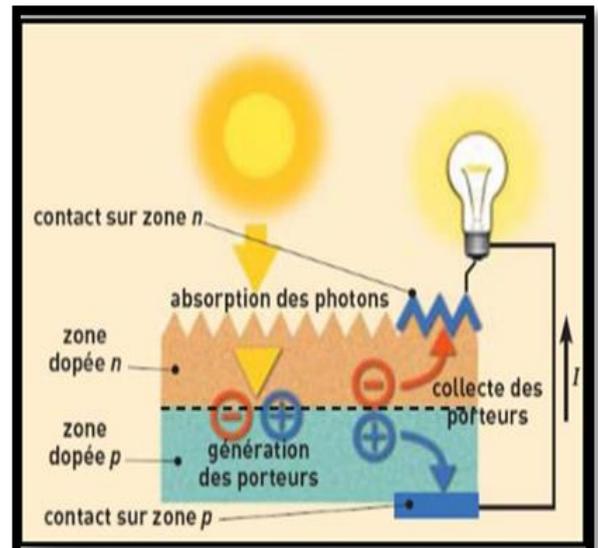


Figure 71 : transformation de photon de la lumière en énergie électrique Source : Solar Photovoltaïque Énergie Livre d'Anne Labouret et Michel Viloz

### 4-/ Onduleur :

L'onduleur permet de convertir le courant continu produit par les panneaux photovoltaïques en courant alternatif identique à celui du réseau électrique.

### 5-/ Technologie de capteurs :

#### La cellule photovoltaïque en silicium monocristallin :

Cette cellule photovoltaïque offre un rendement d'environ 25 %, l'un des meilleurs sur le marché. La durée de vie des panneaux solaires composés de cellules en silicium monocristallin avoisine les 30 ans, ce qui est très rentable, malgré le coût élevé à l'achat. L'inconvénient de ce type de cellule solaire est qu'elle offre un rendement très faible lorsqu'il n'y a pas assez de soleil. Elle convient donc mieux aux régions les plus ensoleillées.

La structure cristallographique du silicium monocristallin est une structure cubique diamant dans laquelle deux réseaux cubiques à faces centrées s'interpénètrent. Chaque atome d'un des réseaux est entouré par 4 proches voisins équidistants de l'autre réseau formant un tétraèdre [Gerle 1997]. Les liaisons entre les atomes sont de type covalent avec une distance interatomique de 2.35 Å et un paramètre de maille  $a=5.43$  Å [Sze 2007]. La bande interdite (gap), séparant la bande de valence de la bande de conduction est égale à  $E_g=1.12$  eV à température ambiante. Il correspond à un gap indirect puisque le minimum de la bande de conduction est repéré en un point autre que le maximum de la bande de valence dans la zone de Brillouin. La figure I.4 représente la répartition des niveaux d'énergie du silicium monocristallin et illustre le gap indirect.

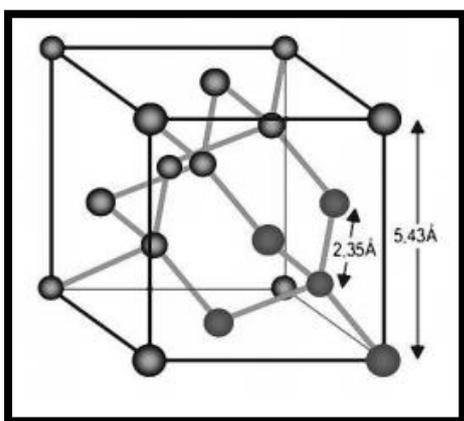


Figure 72 : Structure cristallographique du silicium monocristallin (type diamant) [Sze 2007]

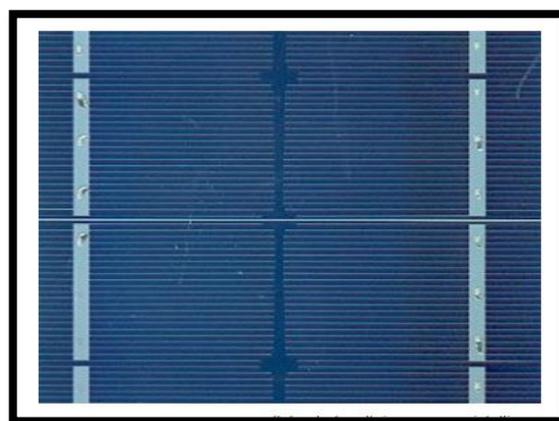


Figure 73 : Cellule photovoltaïque monocristalline. Source : Solar Photovoltaïque Énergie Livre d'Anne Labouret et Michel Villosz

### 5-11 L'orientation de la superficie

Les deux paramètres qui définissent l'orientation de la superficie sont l'azimut et l'inclinaison. L'azimut  $\alpha$  mesure la rotation de la surface autour d'un axe perpendiculaire à la terre (plan horizontal).

L'inclinaison d'une superficie  $\beta$  est l'angle entre le plan de la superficie et l'horizontale. La figure suivante illustre ces deux paramètres de l'orientation pour une installation sur l'hémisphère du nord (ce serait l'inverse pour une installation sur l'hémisphère du sud). On voit que l'inclinaison dépend de la position géographique et du trajet de soleil. En plus, le 90% de l'énergie solaire se reçoit pendant les huit heures autour de midi puisque la quantité d'atmosphère que les rayons de soleil doivent traverser est plus petite et donc l'atmosphère atténue moins l'énergie solaire reçue. Donc, la superficie devrait se centrer à midi, c'est-à-dire, elle devrait s'orienter à l'équateur (l'azimut  $\alpha = 0$ ). A cause de l'inclinaison d'axe terrestre, il y a une exception à cette dernière règle dans les zones tropicales où la superficie doit s'orienter à la direction inversée de l'équateur (l'azimut  $\alpha = 180$ ). Finalement et dans le cas idéal, l'inclinaison de la superficie devrait suivre la variation de la hauteur maximale du soleil à midi afin de maximiser la production d'énergie<sup>8</sup>.

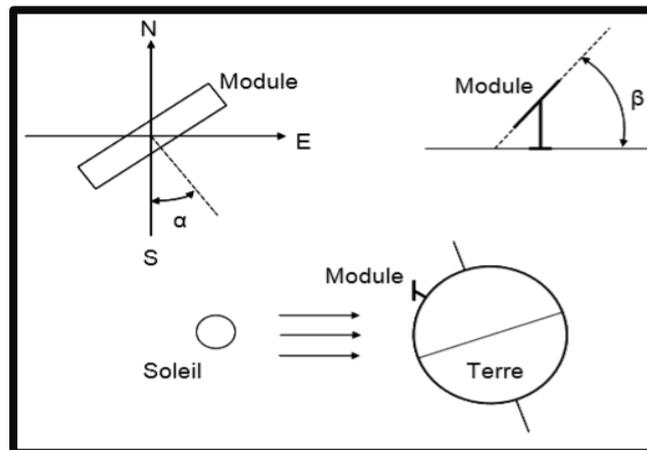


Figure 74 : L'orientation de la superficie des panneaux solaire source : AQC - Étude de pathologie « Construction et réhabilitation en

### 6- Le Béton de Terre Crue Stabilisée et Compressée (BTS) :

La terre est un matériau à changement de phase naturel, localement disponible, à faible énergie grise et recyclable. Ces qualités en font un matériau de construction d'avenir. Pourtant à l'heure actuelle, son utilisation dans des constructions neuves reste marginale. Parmi les nombreux freins au développement d'une filière terre crue en France, des verrous techniques méritent d'être levés sur la base d'une meilleure compréhension scientifique de ce matériau pour diminuer le coût de main d'œuvre et réduire les durées de chantier<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> AQC - Étude de pathologie « Construction et réhabilitation en terre

### 6-1 Qu'est-ce que le Béton de Terre Crue Stabilisée et Compressée GEOLUCE ?

Le Béton de Terre Crue Stabilisée et Compressée (BTS) est un matériau aux propriétés hors du commun pour la construction d'un habitat confortable, écologique et à grande échelle. Le procédé GEOLUCE transforme tous types de terres crues disponibles en blocs de construction de qualité garantie. Le procédé GEOLUCE vous donne la capacité d'utiliser les ressources de terre à proximité de votre site de production, ou de valoriser les excédents de terre et vous permet de réduire les coûts de construction et de consommation d'énergie.

Le Béton de Terre Crue Stabilisée et Compressée est un matériau de construction écologique, qui utilise de la matière première disponible localement, facilement accessible et peu coûteuse : terre, sable, roches latéritiques, roches pouzzolaniques, graviers, argiles etc. Le procédé GEOLUCE produit des blocs de Béton de Terre Stabilisée d'excellente qualité, avec des propriétés thermiques et mécaniques irréprochables

Le bloc de BTS GEOLUCE est un produit aux finitions parfaites qui combine les propriétés mécaniques de durabilité et de solidité du béton et les qualités d'inertie thermique et hygrométrique des constructions en terre. Le Béton de Terre Crue Stabilisée et Compressée issu de notre procédé est un béton où le sable a été remplacé par la terre, et où le ciment a été réduit à un niveau minimal. Le BTS est obtenu par le procédé de compression dynamique Marshall d'un mortier composé : de tous types de terres, broyées jusqu'au calibre adéquat en grains une fraction minimale d'eau (le BTS est un matériau sec) si besoin est, une légère portion de liant (ciment ou chaux)<sup>10</sup>

### Conclusion

Dans ce chapitre nous étudions l'analyse des exemples et crée le programme proposer à partir de l'étude d'analytique. Connaitre comment fonctionne le système de thermosiphon et les panneaux solaires ainsi que le choix convenable de matériaux de construction pour réduire la consommation énergétique. AQC - Étude de pathologie « Construction et réhabilitation en terre.

---

<sup>10</sup> AQC - Étude de pathologie « Construction et réhabilitation en terre



# Chapitre 3: Étude pratique .

### Introduction :

La mise en œuvre d'une architecture durable se manifeste par un ensemble de choix de techniques, (les panneaux photovoltaïques) des méthodes de gestion HQE, la sélection des matériaux employés (BTS) et l'organisation interne des fonctions et des espaces, afin de maîtriser, en particulier, la consommation d'énergie et l'aménagement du cadre de vie des utilisateurs.

Dans ce chapitre on va exécuter le système photovoltaïque et calculer le nombre de panneaux solaire, L'utilisation de l'architecture durable par les matériaux de construction locaux comme le BTS, le recyclage des déchets dans notre projet nous permet de bénéficier de toutes ces caractéristiques surtout la basse de consommation énergétique dans un équipement éducatif. On verra les objectifs de HQE qui ont été mis en œuvre dans le projet.

### 1- les intentions :

L'application du système HQE dans un équipement éducatif situé dans une zone chaude et aride nécessite le changement des énergies électriques par des énergies renouvelables particulièrement l'énergie solaire. Le choix des matériaux bio comme le béton à terre stabilisé « BTS » et le recyclage des déchets peuvent assurer une construction saine et durable.

- ✚ Appliquer les concepts du bâtiment durable dans un équipement éducatifs.
- ✚ Appliquer la démarche « HQE » pour adapter le bâtiment avec son environnement.
- ✚ Assurer la Gestion des déchets.
- ✚ Atteindre le confort d'été et d'hivers en réduisant la consommation d'énergie électrique.

### 2- Les éléments de passage :

#### Comment Faire Un Lycée Durable Appliqué La Technique HQE ?

A. **La maîtrise de l'énergie :** L'enjeu clé de l'architecture durable La maîtrise de la consommation d'énergie d'un bâtiment est primordiale dans la mise en œuvre d'une architecture durable.

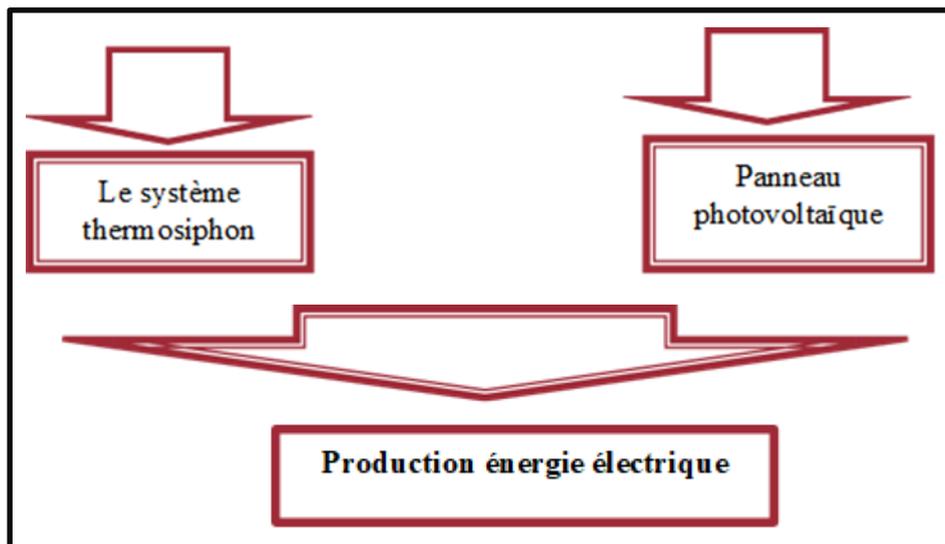


Figure 75 : mode de production de l'énergie électrique. Source : auteur

L'utilisation de panneaux solaires photovoltaïques, voire de cellules photovoltaïques directement intégrées dans les surfaces exposées au soleil est un bon moyen de produire de l'électricité solaire. Des chauffe-eaux solaires peuvent également être installés pour produire de l'eau chaude à faible coût.

### **B. La gestion de l'eau, de l'air et des déchets :**

L'énergie perdue lors de l'évacuation des déchets et eaux usées peut être récupérée et réinjectée dans le bâtiment par des systèmes qui permettent de chauffer l'eau ou l'air propre, comme des pompes à chaleur, on utilise un atelier de recyclage

### **C. L'orientation du bâtiment :**

La conception judicieuse d'un bâtiment en fonction des conditions du terrain (ensoleillement, présence de zones boisées, surfaces exposées aux vents...) permet de maximiser les apports d'énergies naturels et de minimiser les pertes d'énergies. L'installation de fenêtres à double ou triple-vitrage, qui laissent rentrer la lumière mais limitent les pertes calorifiques est un point crucial pour une maîtrise durable de l'énergie par l'optimisation de l'orientation et de l'isolation.

### **D. La forme du bâtiment :**

La surface totale exposée à l'extérieur est un facteur de déperdition d'énergie, un bâtiment présentant une surface extérieure étendue aura tendance à perdre plus de chaleur. Il faudra donc privilégier une forme plus compacte qui augmente le rapport entre le volume des espaces intérieurs et la surface exposée aux intempéries et limite donc les pertes calorifiques.

### **E. La végétation :**

Planter des arbres à feuilles caduques est également une solution écologique pour favoriser la régulation de l'ensoleillement tout en améliorant la qualité de l'air par la photosynthèse naturelle. En été, les feuilles serviront de brise-soleil, en hiver l'absence de feuille ne limitera pas les apports de lumière. Les arbres à feuilles persistants pourront quant à eux servir d'isolant externes contre le froid en hiver, du côté nord.

### **F. L'utilisation de matériaux propres :**

Le choix des matériaux est un élément prépondérant pour le respect de l'environnement et de la nature (notre choix de matériaux est BTS. Une importance particulière doit donc être accordée aux matériaux naturels qui utilisent peu d'énergie grise (énergie nécessaire à la production des matériaux) et qui ont éventuellement un impact positif ou, du moins, ne nuisent pas à l'environnement lors de leur production.

### **G. L'isolation thermique :**

Élément le plus efficace et le moins coûteux pour réduire les pertes énergétiques, une bonne isolation thermique est une des clés de la construction durable. Une isolation efficace réduit la dissipation de chaleur en hiver

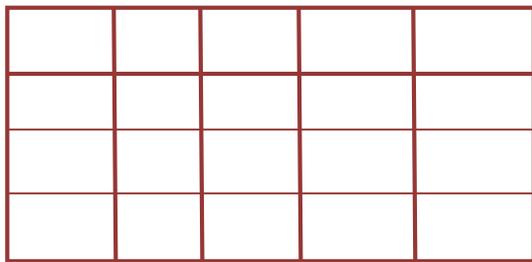
### 3-Comment obtenir un lycée Haute Qualité Environnementale ?

Un établissement conçu aux normes HQE avec des particularités répondant à des enjeux

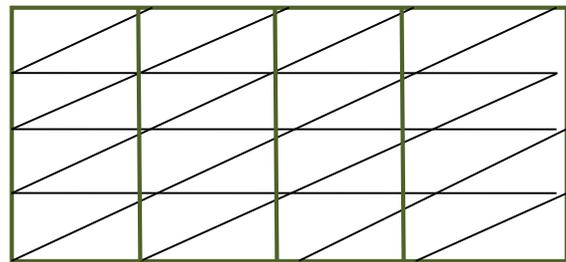
- Environnementaux : respect des consommations énergétiques / chauffage / bois / solaire
- Sociaux : matériaux, bio...
- Culturels : implantation sur le territoire, connaissance de patrimoine culturel.

### 4-l'idée de conception :

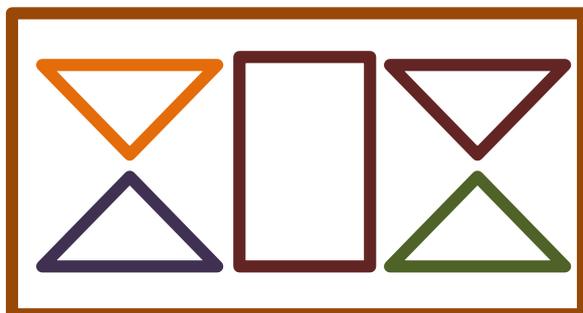
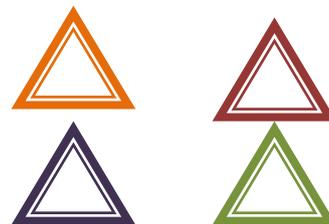
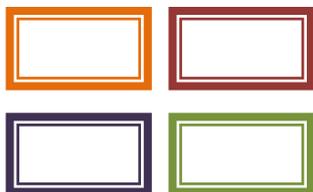
On utilise la trame « triangulaire & rectangulaire » pour obtenir la forme de base de la composition des deux trames.



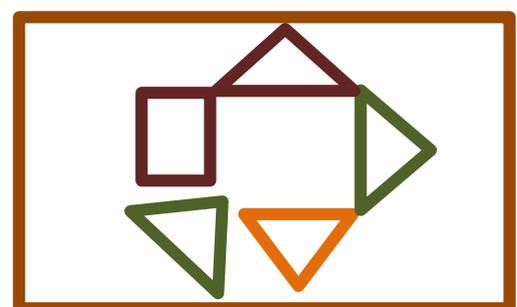
Forme 1



Forme 2



Etape 1



Etape 2

## Chapitre 3 : Étude Pratique

Le périmètre adjacent de la forme de base obtenue par la combinaison est caractérisé par des formes géométriques régulières (triangles & rectangles) L'intégration du projet dans le périmètre adjacent se fait en utilisant les mêmes formes à travers la progression fonctionnelle du public à semi privé a privée.

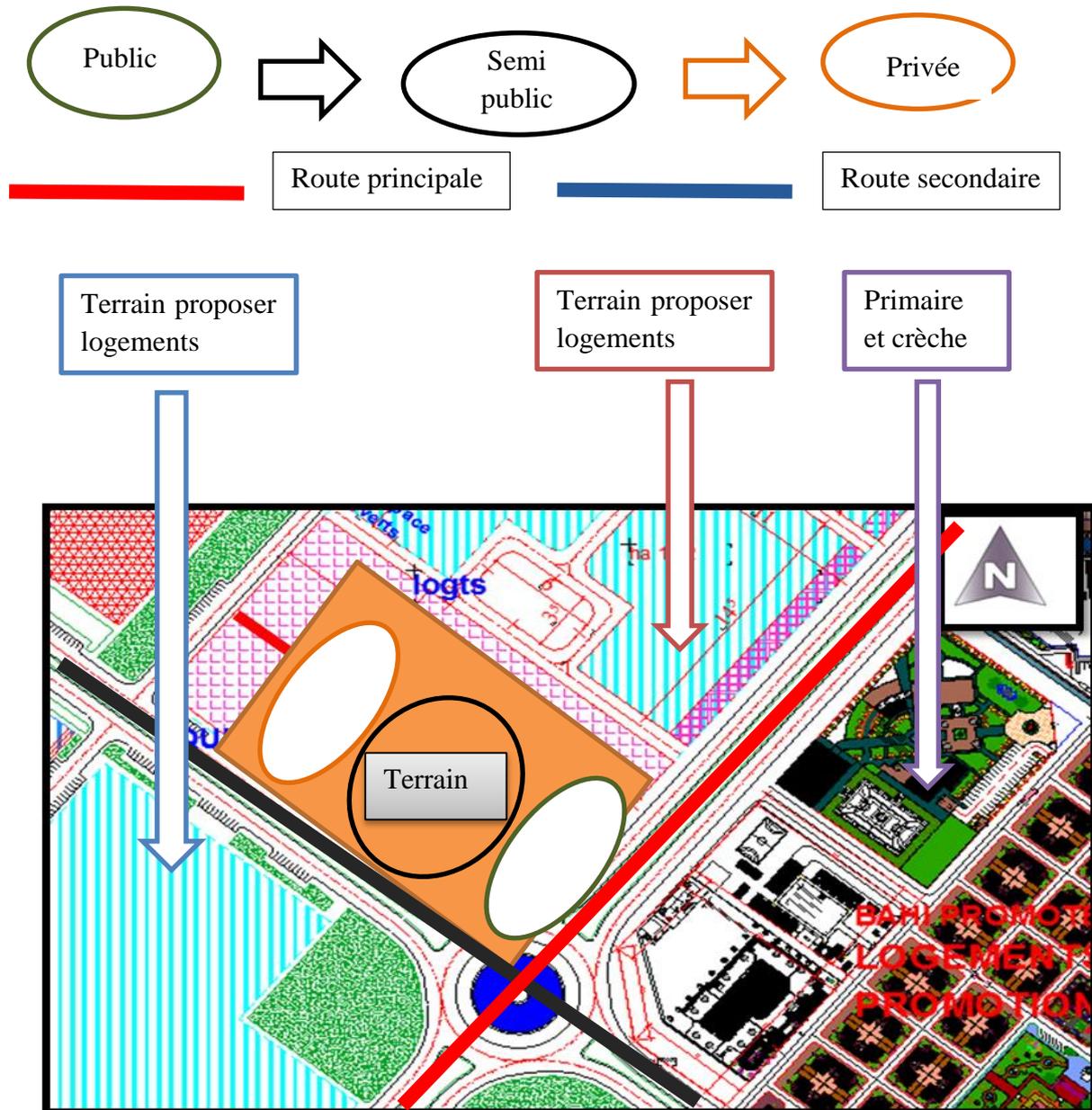


Figure 76 : PDAU el oued 2015

source : par l'auteur

Nous avons choisi le triangle comme une forme principale pour présenter les sections pédagogique. Le lycée est basé sur trois niveaux d'enseignement et plusieurs spécialités, donc trois niveaux signifient trois hauteurs différentes, le rectangle a été choisi pour d'autres services.

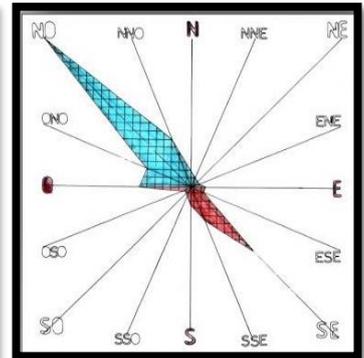
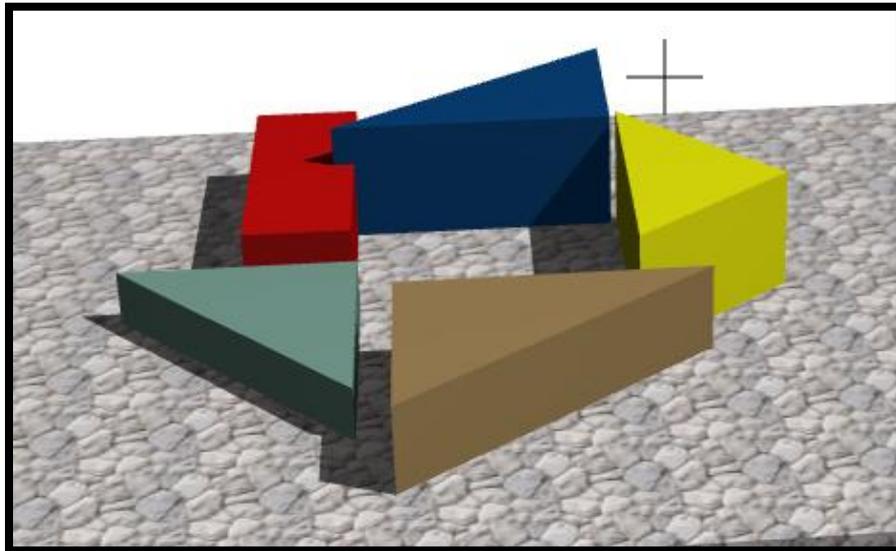
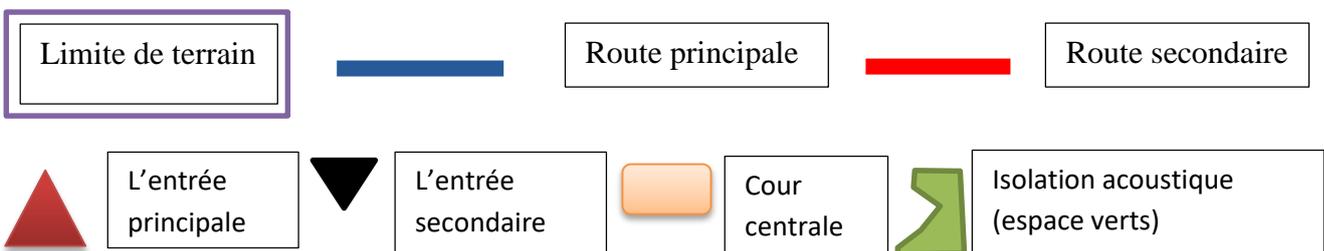
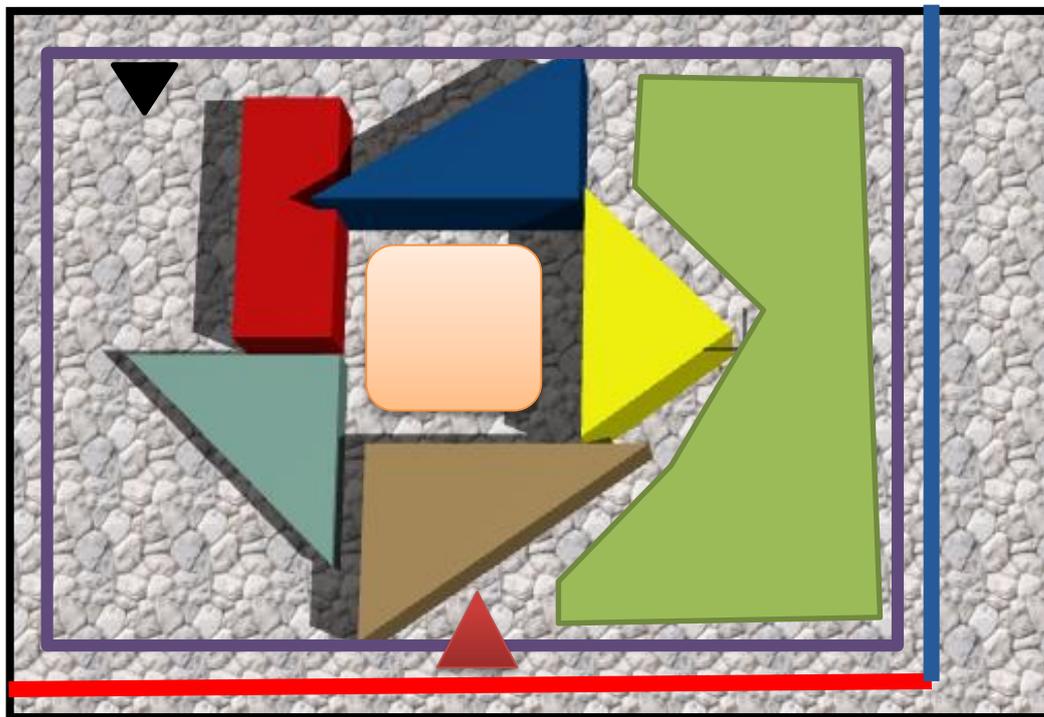


Figure 78 : rose des vents source : réadapter par l'auteur

Figure77 : le premier volume de base source : créer par l'auteur

L'idée de conception vise à maintenir l'air frais, car le volume (Rectangle rouge) a le niveau RDC, les autres volumes ont des niveaux RDC + 1. Ainsi, protection contre les vents chauds et les vents chargés de sable.



### 5-lecture et analyse des résultats de simulation :

#### 5-1 Calcule de la quantité d'énergie consommée :

Les solutions d'éclairage pour salles de classe contribuent à améliorer le quotidien des élèves en garantissant un environnement d'apprentissage de qualité. L'éclairage d'une école ou d'une université doit procurer le confort visuel indispensable en proposant un niveau d'éclairage approprié, en contrôlant de façon rigoureuse l'éblouissement, et avec une qualité de lumière adaptée.

En outre, lors de la mise en place d'une installation lumineuse pour une salle de classe ou d'étude, il faudra tenir compte de la sécurité des personnes et des biens sur le plan électrique, et penser à une exploitation rationnelle des installations. Pour chaque salle d'étude à équiper, la sélection des lampes et luminaires les mieux adaptés se réalisent suivant trois critères principaux :

– L'ambiance lumineuse

– La qualité de la lumière

– L'efficacité lumineuse

-- **Economies d'énergie** : L'éclairage est un élément clés à prendre en compte pour réaliser des économies d'énergie. Les chiffres montrent que les installations d'éclairage inefficaces dans une salle de classe représentent 50 à 70 % des factures d'électricité dans de nombreux bâtiments scolaires.

TYPE DE TÂCHE OU D'ACTIVITÉ	ECLAIREMENT MOYEN À MAINTENIR, EN LUX	UNIFORMITÉ $U_0$	LIMITATION ÉBLOUISSEMENT UGR	INDICE DE RENDU DES COULEURS $R_a$
Salle de jeux	300	0,6	19	80
Crèche	300	0,6	19	80
Salle de travaux manuels	300	0,6	19	80
Salle de classe primaire et secondaire	300	0,6	19	80
Salle de classe – cours du soir et d'adultes	500	0,6	19	80
Salle de conférences	500	0,6	19	80
Tableau noir	500	0,7	19	80
Salle de dessin industriel	750	0,7	16	80
Salle de travaux manuels	500	0,6	19	80
Salle informatique	300	0,6	19	80
Laboratoire de langues	300	0,6	19	80
Hall d'entrée	200	0,4	22	80
Circulation, couloir	100	0,4	25	80
Escaliers	150	0,4	25	80
Salle des professeurs	300	0,6	19	80
Bibliothèque, salle de lecture	500	0,6	19	80
Hall de sport, gymnase, piscine – NF EN 12193	300	0,6	22	80
Cantine scolaire	200	0,4	22	80
Cuisine	500	0,6	22	80

Tableau 12 :  
Critères  
d'exigences pour  
l'éclairage des  
locaux scolaires  
fixés par la  
norme NF EN  
12464-1

Source : NF EN  
12464-1

## Chapitre 3 : Étude Pratique

- luminaires près des fenêtres : il existe un gros potentiel d'économies d'énergie (jusqu'à 75 %), quel que soit le niveau de lumière minimal fixé (300 à 500 lux).

Tableau 13 : La norme RT2005 D'éclairage salle de classe source : <https://www.energuide.be/fr>

Réglementation et normes	Norme EN 12 464-1		RT 2005
	Eclairage moyen à maintenir	IRC	Peclref
Bureau (poste de travail)	500 lux	80	12 W/m <sup>2</sup>
Salle de réunion	300 lux	80	12 W/m <sup>2</sup>
Salle de classe	500 lux	80	12 W/m <sup>2</sup>
Chambre (tabl. de nuit)	100 lux	80	12 W/m <sup>2</sup>
Circulation	100 lux	40	12 W/m <sup>2</sup>
Stockage (occup. temporaire)	100 lux	60	10 W/m <sup>2</sup>
Stockage (occup. permanente)	200 lux	60	10 W/m <sup>2</sup>
Commerce : zone de vente	300 lux	80	3 W/m <sup>2</sup> /100lux
Commerce : zone de caisse	500 lux	80	12 W/m <sup>2</sup>
Gymnase	300 lux	80	10 W/m <sup>2</sup>

Une salle de classe 60 m<sup>2</sup> a besoin d'environ 500 lux. Le nombre de lumens nécessaire est donc de 60 m<sup>2</sup> x 500 lux soit 30000 Lumens. Pour obtenir 30000 Lumens, il vous faudra donc 13 ampoules LED produisant chacune 2400 Lumens (13 x 2400 Lumens = 31 200 Lumens) chaque ampoule consomme 30 Watts.

Ampoule incandescente	Ampoule halogène	Ampoule basse consommation (fluocompacte)	Ampoule led	Intensité lumineuse correspondante
25 Watts	20 Watts	6 Watts	2 Watts	200 Lumens
		6 Watts	3 Watts	250 Lumens
	35 Watts		4 Watts	360 Lumens
50 Watts		8 Watts	5 Watts	450 Lumens
60 Watts	50 Watts		6 Watts	520 Lumens
75 Watts		13 Watts	8 Watts	800 Lumens
	75 Watts		10 Watts	950 Lumens
100 Watts		18 Watts	12 Watts	1110 Lumens
	100 Watts		14 Watts	1350 Lumens
		25 Watts	18 Watts	1600 Lumens
150 Watts			20 Watts	1900 Lumens
		32 Watts	25 Watts	2000 Lumens
	221 Watts		30 Watts	2400 Lumens

Tableau 14 : Tableau de correspondance pour remplacer une ampoule .Source [www.energie.com](http://www.energie.com)

### 5-2 Calcule de la quantité d'énergie consommée :

(Nombre de lampe x Capacité de la machine x Heures de travail) = L'énergie consommée par l'appareil par jour

$$32 \text{ classes} \times 13 \text{ lampe} \times 30 \text{ watts} \times 7 \text{h} = 87\ 360$$

Lycée composent 32 classes, un classe contient 13 lampe, lycée travaille 7 heures

## Chapitre 3 : Étude Pratique

---

La perte de l'énergie totale consommée par jour en appliquant l'équation suivante : **Énergie totale = Énergie totale consommée par jour x 1,3**

$87\,360 \times 1,3 = 113\,568$  L'énergie sera produite 113 568 Watts

### 5-3 Calcule le nombre des panneaux solaires :

En ce qui concerne les panneaux solaires photovoltaïques, ils mesurent environ 1,75 m x 1,03 m. Ce qui représente une surface de 1,8 m<sup>2</sup> par panneau. Quant à leur puissance crête unitaire, elle est de 350 Watt crête.

Les panneaux posés sur une même installation auront tous la même puissance unitaire et les mêmes dimensions. Il est ainsi aisé de calculer rapidement le nombre de panneaux et la puissance photovoltaïque maximale qu'il est possible d'installer sur surface.

Pour connaître l'énergie des panneaux solaires, l'énergie à générer doit être divisée par le taux de rayonnement solaire par jour pour la zone dans laquelle les panneaux seront installés, par exemple, dans une ville de la vallée, le taux de rayonnement solaire y est égal à 8.

$113\,568 \text{ Watts} / 8 = 14\,196 \text{ Watts}$

Nombre de panneaux = puissance de plaque nécessaire ÷ capacité de plaque

$14\,196 \text{ Watts} / 350 \text{ Watts} = 41$  panneaux solaire

### 5-4 Calculer le nombre de panneaux solaires pour une surface donnée :

$41$  panneaux solaires x surface de 1,8 m<sup>2</sup> par panneau = 73.8 m<sup>2</sup>

Remarque : A ce dimensionnement, il faut ajouter des marges de sécurité pour que les techniciens puissent poser les protections collectives et exercer une pose en toute sécurité (environ 50 cm en extrémité de toiture).

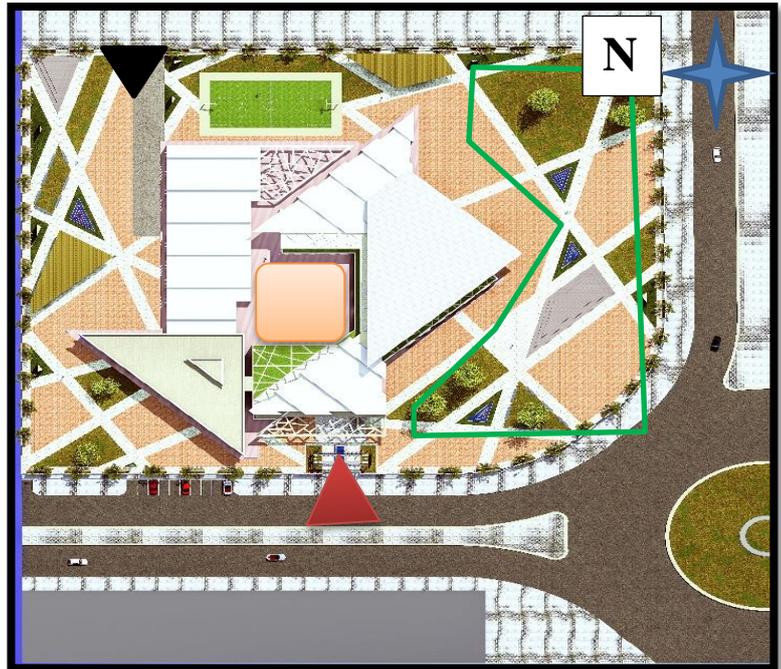
## 6-Présentation graphique de projet :

L'entrée est au niveau de route secondaire pour protéger les élèves des dangers des accidents de la route. Un espace est laissé entre la limite de terrain et le projet pour s'éloigner du bruit de la route .il a protégé par des espaces verts.

L'entrée secondaire a été aménagée pour alimenter le restaurant de lycée sans faire de bruit.

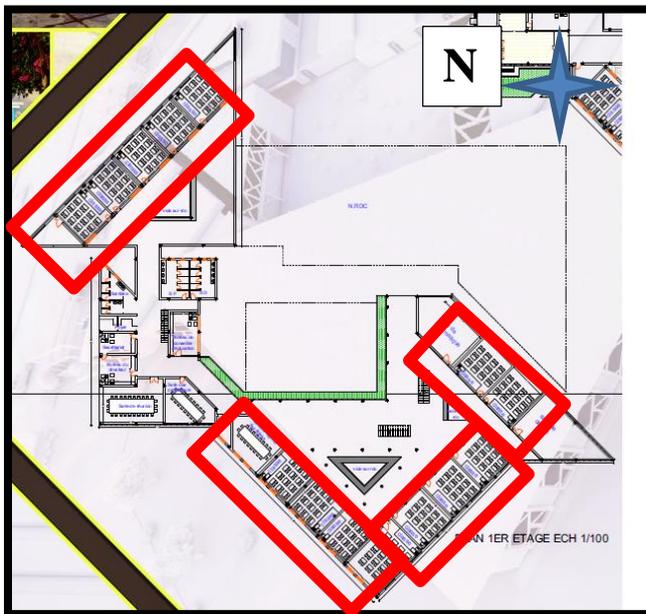
La cour centrale permet d'observer tous les élevés et rassemblez-en un seul endroit.

-  L'entrée principale
-  L'entrée secondaire
-  Cour centrale
-  Isolation acoustique (espace verts)

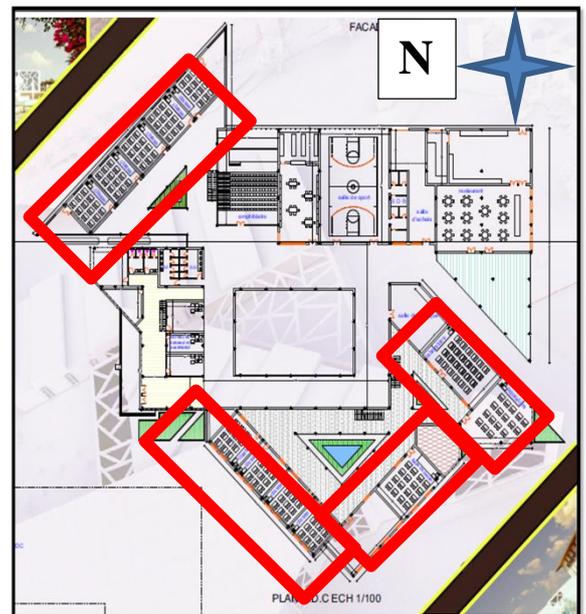


Plan de masse de projet. Source : auteur

Le type de lycée est ouvert car le projet composé de plusieurs volume et une cour centrale.



Plan 1er étage. Source auteur



Plan de RDC. Source auteur



La forme de salle de classe est régulière (rectangulaire) et orienté sur le sud et nord-ouest

Les panneaux solaires orientés sud dans le projet



Emplacement des panneaux solaire dans le projet. Source : auteur

Créer une architecture respectueuse de l'environnement et de l'écologie. Encore plaçant le respect de la nature au centre des préoccupations.



Des plantes disposées aux endroits appropriés de la construction contribuent à régler le degré d'humidité de l'air intérieur. Des arbres et des haies plantées du côté Nord protègent du vent. Des arbres à feuilles caduques du côté Sud ne limitent la pénétration du soleil qu'en été.

## Chapitre 3 : Étude Pratique

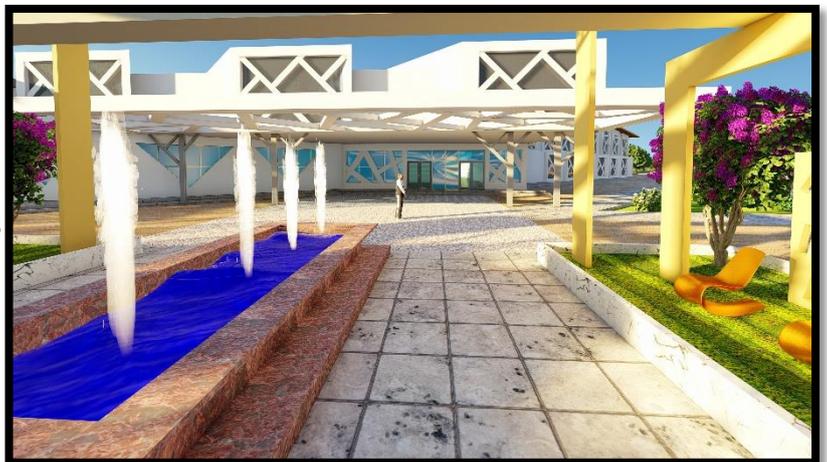
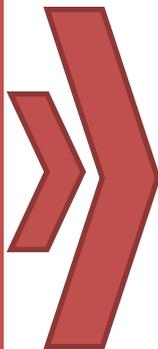
Les critères pour un bâtiment environnemental  
L'objectif de l'architecture verte est de construire des bâtiments dits environnementaux qui ont un impact positif sur la santé et le bien-être des personnes qui y vivent ou y travaillent.

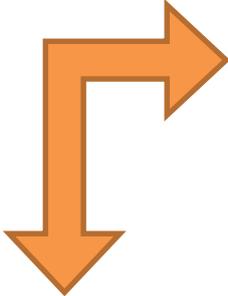


La façade c'est un élément plus important dans les équipements scolaire pour donner l'attraction et limiter la fonction.



Lieu d'enseignement et d'apprentissage, l'école d'aujourd'hui et de demain est aussi un lieu de vie pour les élèves et les personnels de l'établissement. Les conditions d'accès et d'accueil par une architecture adaptée constituent un levier qui permet d'améliorer la qualité de vie à l'école pour tous et les conditions d'apprentissage des élèves.





Rapport intérieur / extérieur :

Pour plus de sécurité et control pour les élèves doit être dégradées dans les espace du l'extérieur et l'intérieur



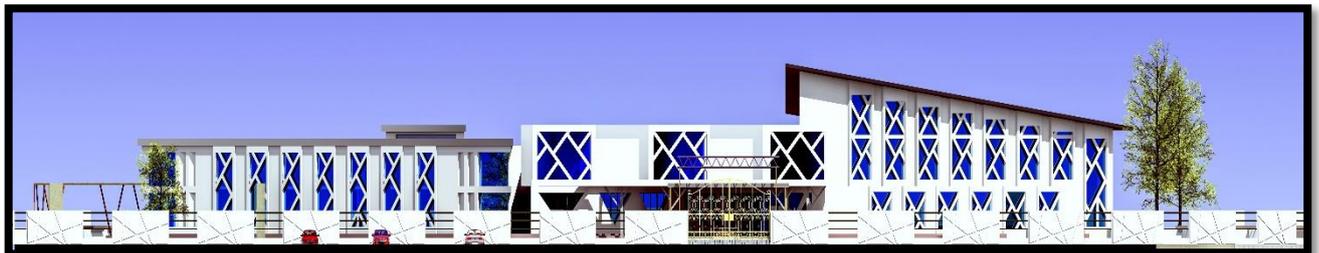
### Les façades :



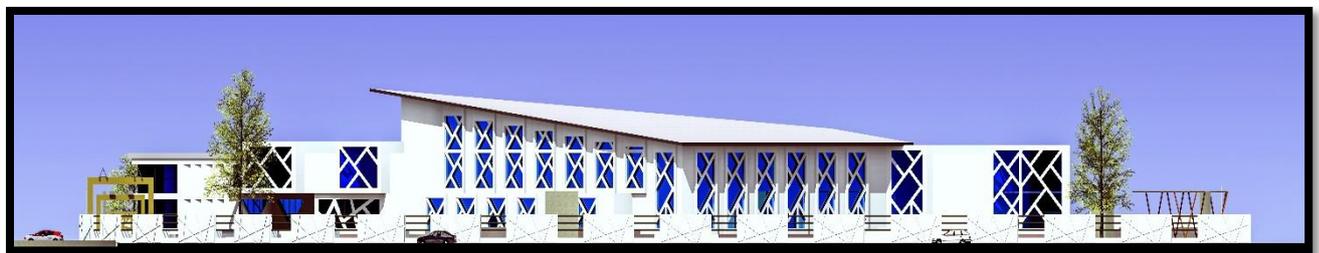
**Façade nord**



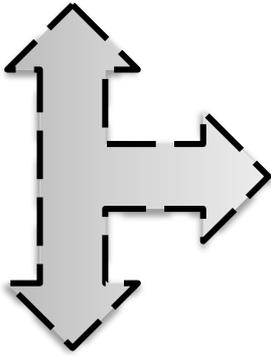
**Façade est**



**Façade ouest (principale)**



**Façade sud**



En été, les parois vont emmagasiner le froid de la nuit pour le restituer tout au long de la journée et éviter que le bâtiment ne monte trop en température. L'entrée de la chaleur de la journée est, elle, freinée par les murs ayant une forte inertie thermique parce qu'on a utilisé le BTS.



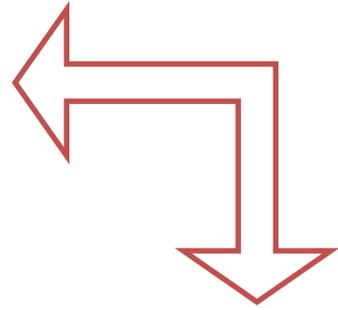
### Vues extérieures :



Un avant toit ou des protections solaires fixes ou mobiles (encore appelées

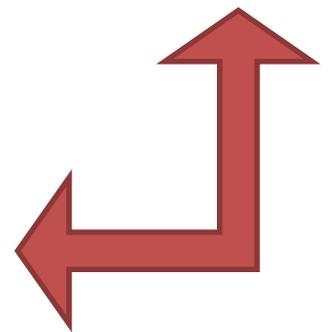
"Casquette") bien dimensionnées évitent la surchauffe estivale mais laisse pénétrer le soleil hivernal.





**Espaces Aménagements  
extérieurs jardin scolaire**

**Et stade ouvert avec un  
espace-temps libre**



**Classe en plein air**



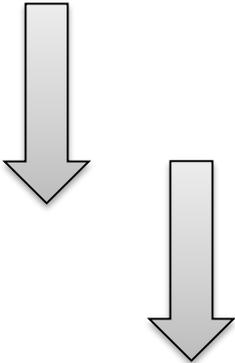
# Chapitre 3 : Étude Pratique

Vues intérieures :



Vue nocturne :





### Conclusion :

Le secteur du bâtiment est une activité où le potentiel d'économie d'énergie est important. Une implantation réfléchie, une orientation optimale, un choix pertinent des matériaux, une isolation performante, le recours aux énergies renouvelables sont autant de solutions à prendre en compte pour réaliser des économies d'énergie et par la même occasion minimiser l'impact sur l'environnement d'un projet. L'écoconstruction correspond à une nouvelle vision de l'habitat prenant en considération trois axes principaux : l'environnement, l'énergie et la santé

La nature du projet a un lien direct avec la localisation du terrain. Nous choisissons le meilleur endroit possible pour s'installer. Dans un secteur urbain, lycée peut comporter un jardin intégré au paysage et être éloignée de l'espace bruit.

On eigner sur les services susceptibles de faciliter travaille quotidienne : salle de sport couvert restaurant, d'un médecin, d'une bibliothèque, classe en plein air ...

On choisir Une bonne orientation permet de profiter des apports solaires et de diminuer notre facture de chauffage. De l'orientation du terrain découle l'aménagement et l'organisation de notre projet.

La production d'électricité à partir de l'énergie solaire s'effectue par l'intermédiaire de capteurs équipés de cellules photovoltaïques à base de silicium. Elle varie en fonction de l'orientation des panneaux, de l'ensoleillement, de l'heure de la journée et de la période de l'année.

### Conclusion Générale :

Le développement durable est, semble-t-il, l'objectif suprême de toutes les actions et de toutes les réformes que les populations mondiales supportent et payent si chèrement.

Ainsi, sa préservation et sa transmission aux générations suivantes devient un objectif et une contrainte à toutes les actions sociales, économiques et environnementales. La planète étant la limite de la liberté des états-nations et des groupes politiques et socio-économiques, sa préservation devient une nécessité commune et un objectif partagé par tous, c'était le résumé de la recherche on chapitre une. En plus d'étudier développement durable, l'architecture durable, architecture bioclimatique lorsque l'architecture du projet est adaptée en fonction des caractéristiques et particularités du lieu d'implantation, afin d'en tirer le bénéfice des avantages et de se prémunir des désavantages et contraintes. L'objectif principal est d'obtenir le confort d'ambiance recherché de manière la plus naturelle possible en utilisant les moyens architecturaux, les énergies renouvelables disponibles et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et les énergies extérieures au site. Ces stratégies et techniques architecturales cherchent à profiter au maximum du soleil en hiver et de s'en protéger durant l'été. C'est pour cela que l'on parle également d'architecture le bâtiment durable

Le domaine de la construction, qui se révèle comme un acteur clef pour le « développement durable », s'ouvre vers des considérations de plus en plus globales. Ce secteur s'organise peu à peu pour répondre à ces enjeux, en proposant des méthodes d'assistances. La phase de conception architecturale est alors mise en avant et un nouveau mode de conception se définit : l'éco-conception.

Donc on peut conclure que Le choix d'une démarche de conception bioclimatique favorise les économies d'énergies et permet de réduire les dépenses de chauffage et de climatisation, tout en bénéficiant d'un cadre de vie très agréable. Construction d'un bâtiment durable appliquant la selon démarche HQE pour maîtriser les impacts sur l'environnement générés par un bâtiment tout en assurant à ses occupants des conditions de vie saines et confortables tout au long de la vie de l'ouvrage.

La partie analytique Cela nous a permis d'étudier tout ce qui est spécialisé en étudiant des exemples du projet l'organisation spatiale , fonctionnelle des exemple livresque et existant des lycées ,l'analyse de terrain de projet et la méthode de simulation .Nous avons étudié les panneaux solaire (photovoltaïque ) et le thermosiphon comment ses marchent et les types d'installation .

La partie pratique c'est le développement d'idée de la conception de projet ainsi que le résultat de simulation, la quantité d'énergie producteur e le nombre de panneaux solaire pour l'éclairage suffisant dans 32 de salle de classe avec des présentations graphique et description de la manière les idées que sont appliquées.

### La bibliographie :

#### Livre :

- Eco-conception
- LA TOITURE VÉGÉTALISÉE
- Transport durable
- Livre traité 'd'architecture et d'urbanisme bioclimatiques
- Livre solar energie
- SALOMON T. et BEDEL S. 1999, La maison des [néga] watts, le guide malin de l'énergie chez soi, Editions Terre vivante.
- LECUYER P. et DES OMBRE F., 2004, Guide de l'habitat écologique, Editions du Fraysse.

#### Document :

- Conception Réalisation : Imprimis Communication Impression : Février 2006 Dépôt Légal : Février 2006 Document Edité Par l'Agence Régionale De l'Environnement En Lorraine, L'ademe Et l'Agence De L'eau Rhin-Meuse Directeur De Publication : Daniel BEGUIN, Président De L'arel Rédacteur En Chef : Patrick LEROUX, Directeur De L'arel
- Bâtiments Tertiaires La Performance Energétique Au Service De La Qualité Environnementale
- Lepage Et La Démarche HQE® Pour Le Meilleur De L'environnement
- Le Bâtiment Durable Guide De Bonnes Pratiques Sur La Planification Territoriale Et Le Développement Durable
- ANGUS REID (2007). Étude Royal Lepage Sur Les Maisons Ecologiques, 30 Octobre. [Www.Royallepage.Ca/Francais/Cmstemplates/Aboutus/Company/Companytemplate.aspx?Id=1662] (Consulté Le 29 Janvier 2010)
- CARBONNEAU, Valérie R (2009). « Sorel-Tracy – L'Agenda 21 Local Est Un Outil Pour Le Développement Durable », Le Devoir, 28 Mars. [Www.Ledevoir.Com/Politique/Villes-Et-Regions/242192/Sorel-Tracy-L-Agenda-21- Local-Est-Un-Outil-Pour-Le-Développement-Durable] (Consulté Le 7 Février 2010)
- M. Rahmouni, « Eude des cellules photovoltaïques HIT en vue d'améliorer leur rendement, », Doctorat en Physique, Option : Rayonnement et Matière, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, 2010.

#### Site :

[www.energieplus.com](http://www.energieplus.com)

[www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com)