

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail avec un grand amour, une profonde sincérité et immense fierté :

A mes chers parents source de tendresse, de noblesse, de patience et d'encouragements

A mon frère Amine et mes sœurs Lina et Inès sans oublier mes amies et camarades pour leur soutien, et leur compréhensions

Enfin je voudrais dédier ce mémoire à toute personnes ayant participé de près et de loin à la réalisation de ce travail

## Remerciements

C'est avec un réel plaisir que nous réservons ces lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail.

Je tiens tous d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, un très grand merci tout particulier pour mon encadreur Mr. **BLOUADAH NACEUR, MEDDOUR LAARBI** et **MR. DECHAICHA ASSOULE**. De simples mots ne suffisent pas pour exprimer ma profonde reconnaissance et mon respect. Votre bienveillance à mon égard, votre soutien et la confiance, que vous m'avez accordés durant cette année.

Mes remerciements vont également aux membres du jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, et qui m'ont fait l'honneur d'accepter l'évaluation de ce travail.

Mes remerciements vont enfin aux tous mes enseignants du département et tous les personnes qui ont contribué, par la mise à ma disposition des informations, à l'élaboration de ce travail.

Il me reste à ne pas oublier de remercier tant de personnes, que je ne peux nommer, de peur d'en oublier ; que toutes sachent qu'elles sont bien présentes dans mon esprit et dans mon cœur.

## Table des matières

Dédicace.....	I
Remerciements.....	II
Table des matières.....	III
Liste des figures .....	VI
Liste des tableaux :.....	IX
Résumé.....	X
Abstract:.....	X
:ملخص .....	XI
Introduction générale : .....	1
Problématique : .....	2
Question de recherche :.....	2
Hypothèses :.....	2
Objectifs :.....	2
Structure de mémoire :.....	3
Méthodologie de recherche :.....	3
Chapitre I : Environnement et enjeux énergétiques .....	4
Introduction :.....	5
Environnement :.....	5
I.1.1 Définition :.....	5
Aperçu sur les énergies :.....	6
I.1.2 Problématique et enjeux énergétiques : .....	7
I.1.3 Les activités humaines, leurs impacts, la crise environnementale :.....	7
I.1.4 Changement climatique en Algérie :.....	10
I.1.5 Critères environnementaux :.....	12
Consommation énergétique et Bâtiment :.....	13

I.1.6	Les différents systèmes énergétiques :.....	13
I.1.7	Les systèmes de production d'énergie renouvelable : .....	15
	Conclusion : .....	16
Chapitre II :	les équipements scolaires .....	17
	Introduction :.....	18
II.1	Les principaux Labels de la performance énergétique : .....	18
II.1.1	Les labels Français :.....	18
II.1.2	Le Bâtiment à Haute Performance Énergétique : .....	26
	L'éducation : .....	36
II.1.3	Enseignement :.....	36
	La qualité environnementale des établissements scolaires :.....	39
II.1.4	Les paramètres qualitatifs environnementaux des établissements scolaires :....	39
II.1.5	Relation entre la qualité environnementale des établissements scolaires et l'efficacité éducative :.....	40
II.1.6	Confort visuelle :.....	41
II.1.7	Confort acoustique :.....	42
Chapitre III :	état de l'art .....	44
	Introduction :.....	45
	Analyse des exemples :.....	45
III.1.1	Lycée de Carquefou : .....	45
III.1.2	Lycée Jean Jaurès (pic saint loup) : .....	57
III.1.3	Lycée de Ben Djerrah : .....	68
IV	Chapitre 04 : Cas d'étude.....	80
	Introduction :.....	81
	Présentation du terrain : .....	81
	Situation : .....	81
	La qualité de L'environnement local : .....	82

Morphologie de terrain : .....	83
Topographie : .....	84
Orientation et ensoleillement : .....	84
Programmation : .....	85
Schéma de principe : .....	87
La genèse de la forme : .....	87
La volumétrie : .....	87
La simulation : .....	88
Logiciel de la simulation : .....	88
Avantage : .....	88
Présentation cas d'étude et application : .....	89
Méthodologie de travail : .....	89
Etape 01 : Modélisation : .....	89
Etape 02 : Résultat et Interprétation : .....	90
A / L'indicateur Compacité de l'enveloppe : .....	90
b/ Le Ubat : Indicateur de performance thermique de l'enveloppe : .....	90
c/ Ratio: Ratio de transmission thermique linéique moyen global : .....	90
d/ Valeur du pont thermique moyen de la jonction planché intermédiaire : .....	91
e/ Imagerie solaire : .....	91
f/ Carte d'éclairage : .....	91
g/ Confort lumineux : .....	92
IV.1.1 h/ Besoin énergétique : .....	93
Conclusion : .....	94
V Conclusion générale : .....	95
Bibliographie : .....	97

## Liste des figures

Figure 1: Schéma des liens entre les activités humaines et les facteurs « culturels ».....	8
Figure 6: Cycle de vie d'un bâtiment (d'après E. Dufrasnes).....	13
Figure 7: Schéma combustibles fossiles .....	14
Figure 8: L'énergie nucléaire.....	15
Figure 18: Principes de la conception et techniques constructifs d'un bâtiment passif. (Source : Wikipédia Commons.).....	22
Figure 19: Principes de la conception et techniques constructifs d'un netto zéro énergie du bâtiment.....	23
Figure 20: Exigence des standards MINERGIE, MINERGIE P, et MINERGIE A. (Source : "exigences standards." minergie.ch. <a href="https://www.minergie.ch/fr/standards/nouvelle-construction/minergie-a/">https://www.minergie.ch/fr/standards/nouvelle-construction/minergie-a/</a> (consulter le 21,04, 2022). .....	25
Figure 21; Exigence Le diagnostic de performance énergétique (DPE),(Source:site web : Guide de la maison.....	27
Figure 22: S'orienter : Extrait du guide « Plan Local d'Urbanisme & Bruit – La boîte à outils de l'aménageur ».....	29
Figure 23: Extrait du guide « Plan Local d'Urbanisme & Bruit – La boîte à outils de l'aménageur ».....	30
Figure 24: la course du soleil suivant la saison (Source : MDJELDI ZINEB ; mémoire de master, département d'architecture, Guelma, 2018, p.69 .....	31
Figure 25: Exemple de déperditions comparées de l'enveloppe de différents logements. Source : Extrait du guide « Réussir un projet de bâtiment à basse consommation » .....	32
Figure 26: Les types de ventilation naturelle. (Source : mémoire étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment.....	34
Figure 27: Ponts thermique d'un plancher . .....	35
Figure 28: entrée principale du lycée de Carquefou .....	45

Figure 29: situation du lycée de Carquefou .....	46
Figure 30: plan de masse du lycée .....	47
Figure 31: la vue globale du projet de lycée de Carquefou .....	48
Figure 32: plan du rez de chaussé du lycée.....	49
Figure 33:plan du premier étage du lycée.....	50
Figure 34: façade principale du projet .....	51
Figure 36: bardage en bois certifiés PEFC .....	52
Figure 37: les panneaux hybrides des toitures des blocs d'enseignement.....	53
Figure 38: verrière photovoltaïque du hall d'entrée .....	53
Figure 39:panneaux PV classique des toitures terrasses de l'internat .....	53
Figure 40: bâche à eaux pour la récupération d'EP (30 m3) .....	54
Figure 41: zone de récupération des eaux pluviales derrière les blocs d'enseignement.....	54
Figure 42:l'isolation thermique des parois .....	55
Figure 43 : la cheminée thermique du hall d'entrée en rouge.....	55
Figure 44 : des étagères à lumière de la partie sud du projet.....	56
Figure 45: gestion de la lumière naturelle à l'intérieur des salles de classes.....	56
Figure 46: la vue générale du lycée Jean Jaurès .....	58
Figure 47; situation du lycée Jean Jaures.....	59
Figure 48: plan de masse du projet .....	60
Figure 49: la volumétrie.....	61
Figure 50: les principales entités fonctionnelles du lycée .....	61
Figure 51:façade principale du projet .....	62
Figure 52: les étagères à lumières des façades sud du lycée.....	62
Figure 53: façades nord du lycée sans aucune protection soleil .....	63
Figure 54: implantation du projet respectueuse aux courbes naturelles du terrain.....	63
Figure 55 :le béton et la pierre comme matériaux fondamentaux de construction du projet...64	64
Figure 56:l'utilisation du bois dans l'entrée principale .....	64
Figure 57 :les différentes sources d'énergie renouvelable dans le projet .....	66
Figure 58: système de double planché pour la ventilation naturelle.....	67
Figure 63: vue générale du projet .....	68
Figure 64: situation du lycée.....	69
Figure 65: plan de masse du projet .....	70
Figure 66:la volumétrie.....	71
Figure 67: façade principale du projet. ....	72

Figure 68: façade latérale du lycée .....	72
Figure 69: plan entre sol .....	73
Figure 70: plan RDC du lycée .....	74
Figure 71: plan 1er étage.....	75
Figure 72: plan 2ème étage .....	75
Figure 73: coupe sur le projet .....	76
Figure 74:l'intégration du projet dans l'assiette .....	76
Figure 75: une coupe qui montre les différents niveaux (le sous-sol encadré par le rouge)....	77
Figure 76: vue lointaine sur le projet .....	78
Figure 77: la rampe d'entrée pour les personnes aux besoins spécifiques .....	78
Figure 78: situation du terrain par rapport à la ville de hammam nbail.....	81
Figure 79: le terrain.....	82
Figure 80: limites immédiats du terrain .....	82
Figure 81: mobilité et accessibilité au site .....	83
Figure 82: la limite de terrain.....	83
Figure 83: <b>coupe transversale</b> .....	84
Figure 84: <b>coupe longitudinale</b> <b>Source : Google earth, 2022</b> .....	84
Figure 85: calcul de la position du soleil dans le ciel dans le mois de Juin et Décembre .....	85
Figure 86 : la genèse de la forme .....	87
Figure 87: la volumétrie de projet Source : sketch up réadapter par l'auteur.....	87
Figure 88: la partie choisis dans le volume.....	89
Figure 89 : résultat de l'indicateur compacité de l'enveloppe Source : ARCHIWIZARD .....	90
Figure 90: résultat de l'indicateur UBAT Source : ARCHIWIZARD .....	90
Figure 91: résultat de l'indicateur ratio Source : ARCHIWIZARD.....	90
Figure 92: résultat de l'indicateur valeur du pont thermique Source : ARCHIWIZARD.....	91
Figure 93 : résultat de l'imagerie solaire Source : ARCHIWIZARD .....	91
Figure 94: résultat d'éclairément Source : ARCHIWIZARD .....	92
Figure 95: Le résultat de confort lumineux est favorable plus que 92%. Source : ARCHIWIZARD .....	92
Figure 96: taux d'inconfort Source : ARCHIWIZARD .....	92
Figure 97: résultat de confort lumineux Source : ARCHIWIZARD .....	92
Figure 98: besoin énergétique après la modification Source : ARCHIWIZARD .....	93
Figure 99: graphe résultat de besoin énergétique Source : ARCHIWIZARD.....	93
Figure 100: tableau de résultat de besoin énergétique Source : ARCHIWIZARD .....	93

Figure 101:l'étiquette énergétique source : jan-maison-passive.com .....94  
Figure 102: besoin énergétique.....94

**Liste des tableaux :**

Tableau 01 : exemple d'exigence de deux niveaux de label. (Source : livre bâtiment et performance énergétique.).....24  
Tableau 02 : Les épaisseurs d'isolants (Source : l'AGEDEN).....34

## **Résumé :**

Le contexte énergétique et environnemental mondial, documenté depuis le XXe siècle a été caractérisé par un déséquilibre marqué entre la production d'énergie s'appuyant sur des ressources épuisables, la consommation augmente rapidement. Le département de la construction est considéré comme l'un des principaux facteurs affectant les dépenses d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. Par conséquent, les êtres humains ont un besoin urgent de faire partie d'une nouvelle vision basée sur la rationalisation de la consommation d'énergie, comme l'intégration des énergies renouvelables et l'atténuation des impacts climatiques.

À cet égard, nos travaux de recherche portent sur la réduction de la consommation d'énergie pour minimiser l'impact du projet. Architecturer votre environnement avec une approche performante d'énergie, une alternative écologique pour concevoir des bâtiments en offrant les conditions les mieux adaptées à son climat et à son environnement physique. Confort et moindre consommation d'énergie.

## **Abstract:**

The global energy and environmental context, documented since the 20th century, has been characterized by a marked imbalance between energy productions relying on exhaustible resources, consumption increasing rapidly. The department of construction is considered one of the main factors affecting energy expenditures and greenhouse gas emissions. Therefore, human beings urgently need to be part of a new vision based on the rationalization of energy consumption, such as the integration of renewable energies and the mitigation of climate impacts.

In this respect, our research work focuses on reducing energy consumption to minimize the impact of the project. Architecting your environment with a high-performance approach to energy, an ecological alternative for designing buildings by offering the conditions best suited to its climate and its physical environment. Comfort and lower energy consumption.

## ملخص:

اتسم السياق العالمي للطاقة والبيئة، الموثق منذ القرن العشرين، باختلال ملحوظ في التوازن بين إنتاج الطاقة الذي يعتمد على الموارد المستنفدة، والاستهلاك المتزايد بسرعة. يعتبر قسم البناء أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر على نفقات الطاقة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري. لذلك، يحتاج البشر بشكل عاجل إلى أن يكونوا جزءًا من رؤية جديدة قائمة على ترشيد استهلاك الطاقة، مثل تكامل الطاقات المتجددة والتخفيف من آثار المناخ. في هذا الصدد، يركز عملنا البحثي على تقليل استهلاك الطاقة لتقليل تأثير المشروع. وانخفاض استهلاك الطاقة.

## **Introduction générale :**

Actuellement, les enjeux énergétiques constituent, en effet, des préoccupations majeures omniprésentes dans les débats portant sur le développement urbain. Face à la demande, qui est en perpétuelle montée, de l'énergie qui s'appuie principalement sur les ressources fossiles qui sont devenues de plus en plus rares et tendent vers l'épuisement, l'humanité s'est orientée au développement de nouvelles approches visant à réduire cette consommation écologiquement irresponsable.

Plusieurs stratégies sont envisagées pour faire face à ces problèmes, y compris réduire la consommation d'énergie et utiliser une énergie propre, renouvelable et local. C'est dans cet esprit que les acteurs internationaux s'engagent à mettre en place un objectif à atteindre. A cet égard, on peut citer l'exemple du Conseil européen de 2008, un seuil précis a été établi dans un laps de temps relativement court : une réduction de 20 % consommation d'énergie, une réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre, et équivalent à 20% d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie 2020.

L'industrie de la construction est l'un des plus gros consommateurs d'énergie au monde et visiblement préoccupé par ces nouvelles stratégies de réduction de consommation l'énergie pour minimiser l'impact sur l'environnement. En Algérie Les industries résidentielles et tertiaires représentent 40 % de la consommation finale d'énergie Il constitue donc le gisement le plus important en termes d'économies d'énergie.

Concevoir et construire des bâtiments à faible consommation d'énergie est l'un des objectifs fondamentaux de l'architecture pour minimiser la charge environnementale projet de construction. Dans cette optique, certaines méthodes sont progressivement développées pour caractériser et évaluer la performance énergétique des bâtiments dont les labels : Bâtiments Basse Consommation BBC, Bâtiments à énergie Zéro, bâtiments à énergie positive, bâtiments HPE ; ces derniers Nous sommes intéressés et c'est l'objet de nos recherches actuelles.

Il y a deux aspects complémentaires à rechercher dans l'approche de HPE. D'un côté, Amélioration de la qualité thermique et énergétique des enveloppes architecturales. D'autre part, améliorer les performances du système énergétique (chauffage, Refroidissement, éclairage, appareils électroménagers, etc.).

De ce point de vue, notre recherche tend à réduire la consommation d'énergie pour minimiser l'impact des projets d'architecture sur l'environnement, en se basant sur l'approche HPE.

### **Problématique :**

Une détérioration environnementale largement observée au cours des dernières décennies, c'est un avertissement aux décideurs et aux parties prenantes à différents niveaux pour lutter contre l'épuisement des ressources naturelles et l'augmentation de la pollution de l'environnement dans les zones urbaines qui menacent l'équilibre des écosystèmes à l'échelle mondiale. Dans ce contexte, la consommation d'énergie est un facteur nécessaire et important. L'intérêt pour tous les projets de développement urbain est actuellement un enjeu envisager une approche visant une meilleure réconciliation entre l'environnement physique, naturel et humain. À cet égard, le secteur de la construction est considéré comme un consommateur important Énergie (40 % de la demande énergétique finale et 19 % des déchets. Les émissions atmosphériques de CO<sub>2</sub>) sont généralement un problème majeur et actuel. Avec le thème de l'économie d'énergie. De ce point de vue, notre question relève d'un problème d'ordre général sur l'amélioration de l'efficacité énergétique globale du bâtiment.

### **Question de recherche :**

Comment prendre en compte la performance énergétique dans la conception architecturale notamment les équipements pédagogiques

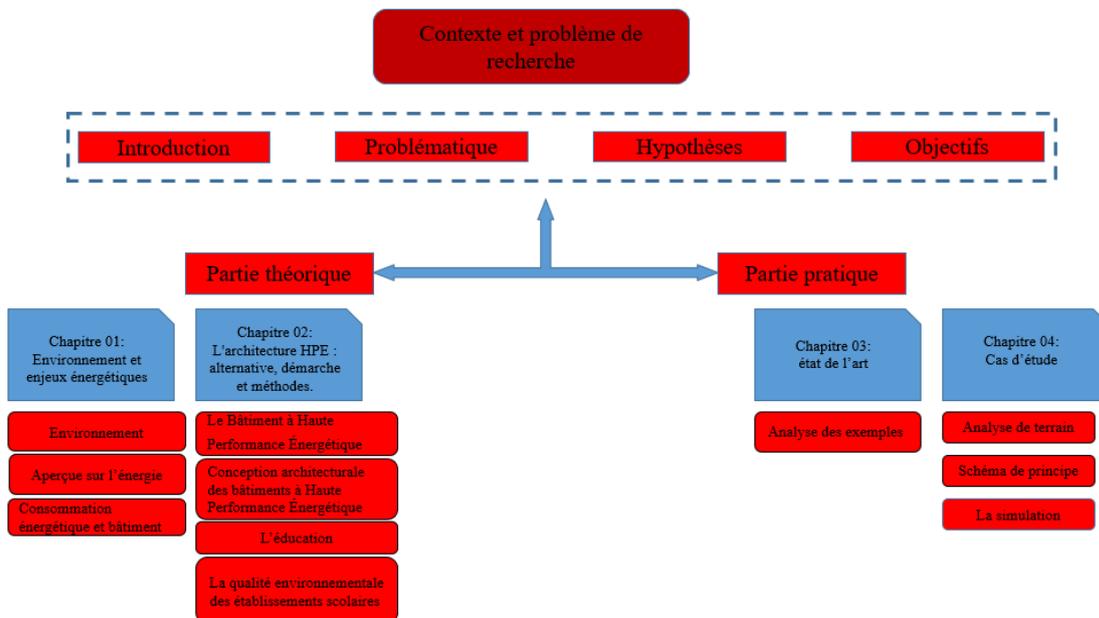
### **Hypothèses :**

Une démarche HPE permet d'intégrer la performance énergétique dans les équipements pédagogique.

### **Objectifs :**

- Montrer l'importance de l'approche HPE pour une architecture durable.

## Structure de mémoire :



## Méthodologie de recherche :

Après une recherche conceptuelle et théorique, nous avons développé une méthodologie qui s'appuie sur la modélisation et la simulation architecturale comme outil d'aide à l'évaluation et à l'estimation énergétique et environnemental en mobilisant le logiciel *Archiwizard* comme outil d'analyse et d'évaluation de la performance énergétique des bâtiments.

# **Chapitre I : Environnement et enjeux énergétiques**

## **Introduction :**

Au cours des années 1960, l'environnement est apparu comme une question de plus en plus préoccupante. L'utilisation et la production d'énergie conduisent à des déchets et à l'émission de gaz polluants, Ces derniers sont pour leur grande majorité, rejetés dans l'atmosphère. Compte tenu des quantités mises en jeu, ils sont impliqués dans la dégradation de l'environnement. Mais s'il 'énergie contribue pour une part importante aux émissions, d'autre secteurs comme l'industrie, l'agriculture, Et la construction. émettent aussi de grandes quantités de gaz dommageables pour l'environnement.<sup>1</sup>

Dans ce chapitre, nous examinerons d'abord l'état actuel du monde : Réchauffement climatique, pollution, effet de serre et impact négatif sur l'environnement. Après cela, nous parlerons de la consommation d'énergie, de ces problèmes Hypothèses et politiques de maîtrise de l'énergie au niveau mondial et mondial contexte algérien. Enfin, nous aborderons la consommation énergétique du secteur architecture.

## **Environnement :**

### **I.1.1 Définition :**

L'environnement est tout ce qui nous entoure. C'est l'ensemble des éléments naturels et artificiels dans lesquels se déroule la vie humaine. En raison des problèmes environnementaux actuels, le terme environnement prend de plus en plus une dimension mondiale.

Ainsi, lorsqu'on parle de perception de l'environnement (social, écologique, politique, etc.), il faut intégrer les dimensions de la mondialisation et penser globalement.

A notre époque, l'environnement est perçu comme la matière à façonner, l'espace à structurer, l'espace à gérer. Ce concept découle de l'approche de Messiaen, qui vise à affirmer la domination de l'homme sur la nature. Souvent face aux discours écologistes radicaux naïfs et antihumanistes, l'approche instrumentale et cartésienne de l'environnement est rationnelle

---

<sup>1</sup> C, NGO ; (2002-2008). *L'énergie ressources, technologies et environnement*, Paris : Edition Dunod, 189P.

et économique, industrielle, commerciale et financière à notre époque et semble parfaitement adaptée à vos besoins.<sup>2</sup>

L'environnement est un ensemble d'éléments qui forment le voisinage d'un organisme ou d'un groupe d'origine humaine, animale ou végétale et sont susceptibles d'interagir directement ou indirectement avec lui. Il entoure ce qui vous entoure.

Le terme environnement est utilisé depuis les années 1970 pour décrire la situation écologique globale, c'est-à-dire l'ensemble des conditions physiques, chimiques, biologiques, climatiques, géographiques et culturelles dans lesquelles se développent les organismes vivants, en particulier les humains. Par conséquent, l'environnement comprend l'air, la terre, l'eau, les ressources naturelles, la flore et la faune, les personnes et leurs interactions sociales.

Le pacifisme et les mouvements écologistes attirent de plus en plus l'attention sur le fait que la surpêche des ressources naturelles de la Terre constitue une menace à long terme pour l'humanité. La protection de l'environnement devient progressivement une préoccupation politique.<sup>3</sup>

### **Aperçu sur les énergies :**

Depuis deux siècles, avec l'utilisation du charbon, puis du pétrole et ensuite de l'atome, l'énergie a joué un rôle primordial dans le développement économique et dans l'amélioration de la vie. Cette nouvelle édition entièrement actualisée propose l'inventaire de toutes les sources énergétiques disponibles (énergies fossiles, énergies renouvelables, énergie nucléaire). Chaque énergie est présentée avec ses avantages et ses inconvénients. En effet, l'énergie parfaite (sans impact sur l'environnement, à faible coût, transportable) n'existe pas. En ce début du XXI<sup>e</sup> siècle, l'ouvrage élabore les différents scénarios pour fournir de plus en plus d'énergie à une planète qui a consommé une grande partie de ses réserves. De nombreux tableaux et figures permettent au lecteur de comparer les nombreux chiffres de l'énergie (réserves, consommation, production...)<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> ““Environnement - Définition et Explications.” techno-science.net. <https://www.techno-science.net/definition/3469.html> (consulter le 23, 03, 2022).

<sup>3</sup> “Environnement.” Toupie.org. <https://www.toupie.org/Dictionnaire/Environnement.htm> (consulter le 23,03, 2022)

<sup>4</sup> “L'énergie - 3<sup>e</sup> édition.” dunod.com. <https://www.dunod.com/sciences-techniques/energie-ressources-technologies-et-environnement> (consulter le 23,03, 2022).

### **I.1.2 Problématique et enjeux énergétiques :**

Toute activité génère des nuisances. La production, le transport, le stockage et l'utilisation de l'énergie n'échappent pas à cette règle. Dès que l'on a besoin de grandes quantités d'énergie, comme c'est le cas dans les pays développés, il est difficile, quelle que soit la source utilisée, de les satisfaire sans un impact sur l'environnement. En plus des pollutions locales et régionales, il faut maintenant prendre en compte la pollution globale liée à l'émission de gaz contribuant au réchauffement climatique. Parmi les gaz émis lors de l'utilisation de l'énergie, on constate que ceux sont réactif, donc toxique, disparaissent rapidement mais contribuent fortement aux pollutions locales. Ceux qui ne sont pas toxique, comme le CO<sub>2</sub>, ont en revanche une longue durée de vie dans l'atmosphère. Le monde est entré dans une ère de transition énergétique qui impose la réduction de la consommation d'énergie et l' utilisation des ressources renouvelables.<sup>5</sup>

### **I.1.3 Les activités humaines, leurs impacts, la crise environnementale :**

Les activités humaines sont à l'origine des problèmes environnementaux qui affligent la planète et les êtres humains. Il y a aussi cinq facteurs aggravants, d'ordre « culturels » pris dans son sens large, qui est la croissance démographique, la croissance de la richesse de certaines populations, l'innovation technologique (complexification), les failles de la gouvernance et le comportement social. Les activités humaines peuvent se diviser en six classes : le prélèvement des ressources, la fabrication de biens, le transport des biens et des personnes, l'agriculture & l'élevage, l'urbanisation et la production et consommation d'énergie.

Ces trois types d'impact anthropiques ne sont pas totalement indépendants puisque la pollution, par exemple, contribue à la détérioration des habitats, donc à leur destruction. Mais dans son sens strict, la destruction des habitats, est une transformation radicale d'un écosystème par l'être humain. Des exemples typiques sont donnés par la déforestation ou la transformation de tout autre écosystème, par exemple pour ouvrir des terres agricoles.

La pollution ne se limite pas uniquement à la pollution dite « chimique » telle qu'on la considère habituellement. Dans un sens plus général, la pollution se définit comme une contamination de l'environnement qui résulte des activités humaines, et qui nuit aux espèces vivantes, aux êtres humains ou au fonctionnement des processus terrestres. Cette

---

<sup>5</sup> C, NGO ; (2002-2008). *L'énergie ressources, technologies et environnement*,

contamination peut être due soit à une nouvelle répartition dans la biosphère de molécules initialement présentes sur Terre, soit à l'introduction d'une nouvelle substance. Cette définition inclut donc par exemple les gaz à effet de serre (GES) comme le CO<sub>2</sub>, qui certes n'est pas toxique directement et qui ne peut être considéré comme exogène à l'atmosphère, mais qui cependant affecte le climat.

Ces trois conséquences directes des activités humaines sont à l'origine des diverses crises environnementales qui ont des effets locaux autant que globaux. Par suite, ces crises sont regroupées sous le terme de crise environnementale globale. Ces liens entre les activités humaines et leurs facteurs aggravants, leur impact direct (ou conséquences) et la crise globale sont schématisés sur la figure ci-dessous :

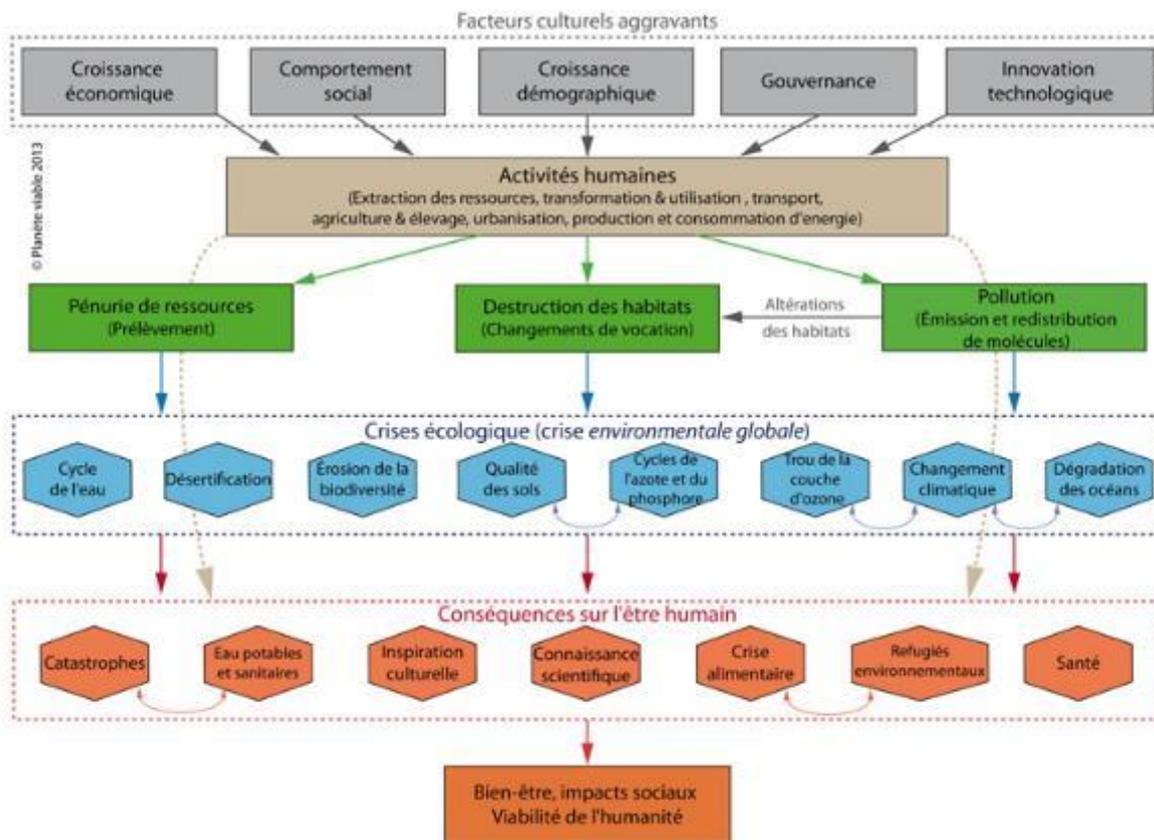


Figure 1: Schéma des liens entre les activités humaines et les facteurs « culturels »

Source : “Les activités humaines, leurs impacts, la crise environnementale globale et les crises humaines.” Planeteviable.org. <https://planeteviable.org/activites-humaines-impacts-crise-environnementale-globale-crisis-humaines/> (consulter le 26,03, 2022).

Les huit crises environnementales qui constituent la crise globale sont :

- L'érosion de la diversité biologique (incluant la perte des services éco systémiques)
- La dégradation des océans (notamment l'acidification)

- Le réchauffement planétaire et les changements climatiques (incluant la hausse du niveau des océans)
- L'altération des cycles biogéochimiques (azote, phosphore, eau)
- La diminution de la qualité des sols
- La déforestation
- La désertification
- Raréfaction de l'ozone stratosphérique (trou de la couche d'ozone)

La plupart de ces crises environnementales sont interconnectées, ce qui rend leur problème particulièrement complexe. Par exemple, l'émission de CO<sub>2</sub> contribue à la fois au réchauffement planétaire et à la dégradation des océans du fait de l'acidification de l'eau océanique. Les gaz qui contribuent au réchauffement climatique sont souvent les mêmes qui participent à la disparition de l'ozone stratosphérique. Le réchauffement planétaire joue par ailleurs un rôle sur la disparition des espèces, du fait d'un accroissement de leur vulnérabilité, et sur la destruction des habitats comme c'est le cas aux pôles. La déforestation contribue autant à l'épuisement de la ressource arboricole qu'à la destruction de l'habitat forestier. De plus, la déforestation contribue aussi au réchauffement planétaire, à la dégradation des sols et à l'érosion de la biodiversité. La modification du régime pluviométrique local, du fait de la déforestation ou des changements climatiques, affecte le cycle de l'eau. La pêche en mer est à la fois à l'origine de la dégradation des fonds marins et de la pénurie de la ressource halieutique. De nombreux autres liens existent mais ils sont trop nombreux pour être décrits ici.

Finalement, ces crises environnementales contribuent à différentes **crises humaines** (impacts sur les populations) telles que :

- La réduction de la disponibilité, de l'accès et de la qualité de l'eau potable
- L'accès aux soins sanitaires
- La crise alimentaire
- Les réfugiés environnementaux (réfugiés climatiques)
- Les catastrophes environnementales (inondations, sécheresses, etc.)
- La menace pour la santé (maladies pulmonaires, cardiovasculaires, perturbation du système hormonal et du système nerveux, cancers, problèmes respiratoires et neuropsychiatriques, altération du développement fœtal et du système immunitaire, maladies endocriniennes et dysfonction de la reproduction)

- Les pertes pour la culture et la science

Les impacts humains de ces crises sont nombreux. À titre d'exemple, la pollution, notamment celle de l'eau et des aliments, constituent une menace pour la santé. C'est aussi vrai des changements climatiques. Le réchauffement planétaire a par ailleurs déjà forcé le déplacement de certaines populations et augmentent la fréquence et l'intensité des événements extrêmes et de leurs dévastations. La sécheresse et les changements climatiques aggravent la crise alimentaire. La disparition des espèces réduit l'inspiration culturelle ou la possibilité d'acquérir de nouvelles connaissances scientifiques tirées de la nature. On pourrait multiplier les exemples.

Cependant, d'autres facteurs humains contribuent encore plus directement à ces menaces qui pèsent sur le bien-être des populations. Citons la crise économique et financière, la corruption des États, le système socio-économiques et nombre de pratiques de la société. À titre d'exemple, l'implantation de grandes monocultures ou de zones industrielles gazières et pétrolières dégradent l'environnement des résidents et nuisent à leur santé ou forcent leur déplacement. Aussi, les catastrophes environnementales ont des répercussions plus importantes qu'elles le devraient du fait que les populations vivent dans des zones que l'on sait à risque.

#### **I.1.4 Changement climatique en Algérie :**

Comme bien des pays d'Afrique, les conséquences d'un temps extrême ou qui n'est pas de saison n'ont pas épargnées l'Algérie. Connue pour son climat aride et semi-aride, la région est extrêmement sujette aux changements climatiques. Ces 50 dernières années, un accroissement d'événements dus au temps extrême a été observé.

Parmi les phénomènes enregistrés dans des études climatologiques de la Météorologie nationale qui témoignent de ce changement, on compte un accroissement de la fréquence des pluies torrentielles, surtout sur les hauts plateaux (par ex. Ghardaïa et Béchar en 2009–2010), qui ont entraîné des inondations pour la première fois. En 2020, les chutes de pluie quotidiennes dépasseront peut-être la moyenne annuelle normale au sud du pays.

Autres phénomènes extrêmes qui se sont produits : cyclogenèse, sécheresse, vague de chaleur et tempêtes de sable. Les scientifiques ont estimé que les chutes de pluie vont diminuer d'environ 20 pour cent dans les années à venir.

Les experts de l'Institut hydrométéorologique de Formation et de Recherche prévoient un raccourcissement de la saison des pluies et une hausse des températures d'environ 1° à 1,5° en 2020, ce qui aurait des conséquences fatales pour 30 pour cent des espèces animales. Ils estiment également que les températures vont augmenter de 3°C supplémentaires en 2050 à cause du réchauffement mondial.

Les chutes de neige ont baissé de 40 pour cent dans plusieurs régions d'Algérie, comme à Tlemcen, Ouarsenis et Djurdjura.

Une autre conséquence est la grande raréfaction des ressources en eau.

Les hautes températures la journée et la nuit et les vagues de chaleur. La flore et la faune terrestres et marines ont été grandement touchées par cette hausse : le changement des conditions environnementales est favorable et/ou défavorable à certains facteurs écologiques par rapport à d'autres, ce qui entraîne un changement des environnements et les espèces de la flore et de la faune qui les constituent. Le changement s'exprime par la raréfaction et/ou la disparition des espèces au détriment d'autres, la désertification et la pollution, ce qui entraîne la dégradation de l'environnement.

D'autres aspects des conséquences du réchauffement mondial sur les régions côtières de l'Algérie comprennent le haut niveau de la mer et les vagues dangereuses (des tempêtes plus fortes et plus fréquentes en 1980, 1989, 1995 et 2001), provoquant l'érosion et même la disparition des plages : par ex. les plages à l'ouest d'Alger, la plage de Bejaia, de Boumerdes et d'Oran. De tels phénomènes provoquent la perte de plages (par ex. West Beach à Sidi Fredj, à l'ouest d'Alger), et par conséquence une perte de l'écotourisme et de l'intérêt économique, de l'intrusion saline (salinisation des sols et de la nappe phréatique) et de l'inondation des régions côtières à basse altitude.

L'Algérie a été l'un des premiers pays d'Afrique à ratifier toutes les sections des accords internationaux sur la protection de l'environnement (y compris le Protocole de Kyoto et la Convention de Barcelone). Toutefois, leur mise en application et leur surveillance sont inadaptées. Par exemple, le ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme organise des conférences et des séminaires presque tous les ans pour parler des problèmes écologiques. Des accords, des lois et des projets sont prévus mais leur mise en application est très limitée en ce qui concerne l'espace (souvent seulement dans la capitale) et le temps.

L'Algérie est grandement impliquée dans les problèmes « du réchauffement mondial et écologiques » sur les fronts politique et économique. Toutefois, les actions prises pour remédier à la situation sont presque non-existantes.

D'après les experts météorologiques et de l'environnement d'Algérie, il sera nécessaire à l'avenir de penser à développer des sources d'énergie renouvelable, de transport publique et de techniques d'isolation dans le secteur de la construction, ainsi que de mettre en place des systèmes de surveillance et d'alerte pour les sécheresses et les vagues de chaleur dans les villes vulnérables. <sup>6</sup>

### **I.1.5 Critères environnementaux :**

A la fin des années 1980, avec l'émergence et la diffusion du concept « Durabilité », nous adoptons une approche plus globale : l'architecture devient écologique, verte et respectueuse de l'environnement. Il ne s'agit pas seulement d'économiser de l'énergie et favoriser le confort tout en tenant compte de la santé des occupants, gérer les ressources ( énergie et matériaux) grâce notamment à l'étude des cycles de vie, tout en limitant la pollution.

#### **I.1.5.1 Impact du bâtiment :**

Le secteur du bâtiment représente 43 % des consommations énergétiques annuelles françaises et il génère 23 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) français. Afin de diminuer ces taux, la France réglemente, incite et sensibilise les acteurs du secteur. L'objectif : atteindre un niveau de performance énergétique de référence dans la construction et la rénovation du bâti.

#### **Enjeux :**

L'objectif est triple : baisser les consommations d'énergie des bâtiments, réduire les coûts liés à la facture d'énergie et réduire l'empreinte carbone des bâtiments.

Ces objectifs s'adaptent en permanence aux enjeux environnementaux actuels : une nouvelle réglementation énergétique et environnementale, ainsi qu'une nouvelle réglementation sur les consommations d'énergie dans les bâtiments tertiaires, devront permettre de tendre encore davantage vers une généralisation des bâtiments à énergie positive et bas carbone.

Rappelons que le Plan climat fixe la neutralité carbone d'ici à 2050. Tous les secteurs du bâtiment sont concernés (maisons individuelles, immeubles collectifs,

---

<sup>6</sup> „..“CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ALGERIE.” caritas.org.  
<https://www.caritas.org/2011/07/changement-climatique-en-algerie>. (Consulter le 27,03, 2022).

bâtiments tertiaires), que ce soit dans le neuf ou dans l'ancien, pour de la construction, de la rénovation, ou de l'exploitation.<sup>7</sup>

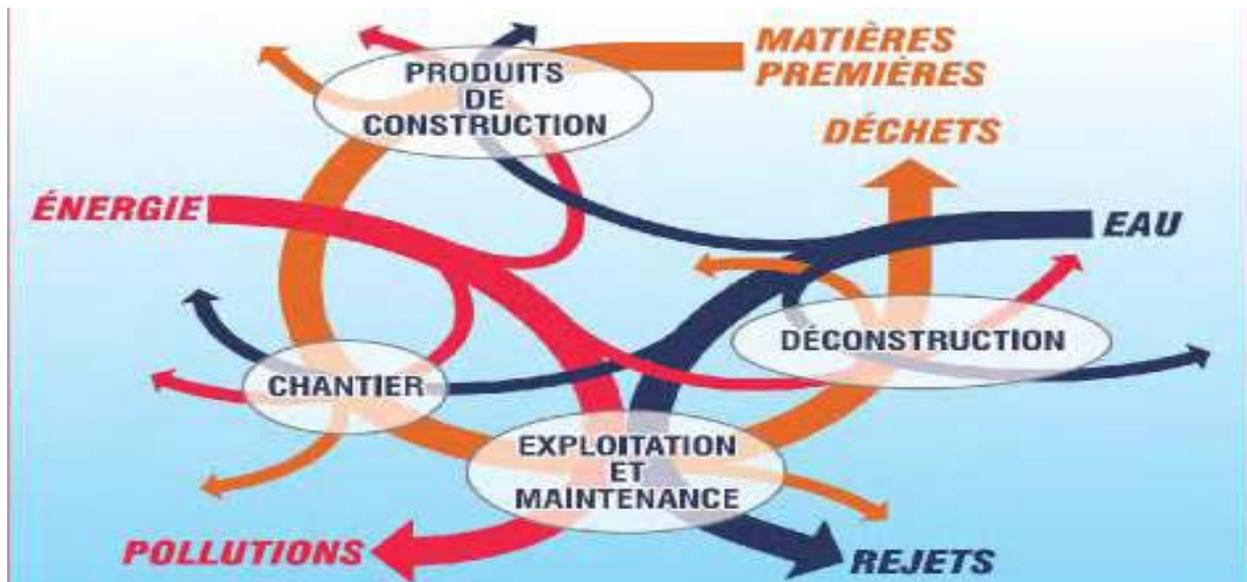


Figure 2: Cycle de vie d'un bâtiment (d'après E.Dufresnes).

(Source: A.Liébard et A.de Herde 2004.)

### Consommation énergétique et Bâtiment :

« Si chacun utilisait l'énergie et les ressources comme nous le faisons dans le monde occidental, nous aurions d'au moins trois terres de plus. Or nous n'en avons qu'une »<sup>8</sup>

### I.1.6 Les différents systèmes énergétiques :

#### I.1.6.1 Les combustibles fossiles :

Les combustibles fossiles sont des substances naturelles qui se sont formées à la suite d'un processus de fossilisation des tissus d'anciens organismes vivants végétaux ou animaux. Après des millions d'années, une forte pression, la chaleur et l'absence d'oxygène ont fait des restes en décomposition des matières qui peuvent subir des processus de combustion

<sup>7</sup> .., .. "Construction et performance environnementale du bâtiment." Ecologie.gouv.fr. <https://www.ecologie.gouv.fr/construction-et-performance-environnementale-du-batiment> (consulter le 27,03, 2022).

<sup>8</sup> Mona Sahlin, ex-ministre du Développement durable de la Suède, Institutionalising Sustainable Development.

(charbon, pétrole et gaz naturel). En 2002, un peu plus de la moitié du courant généré dans l'UE provenait de combustibles fossiles.

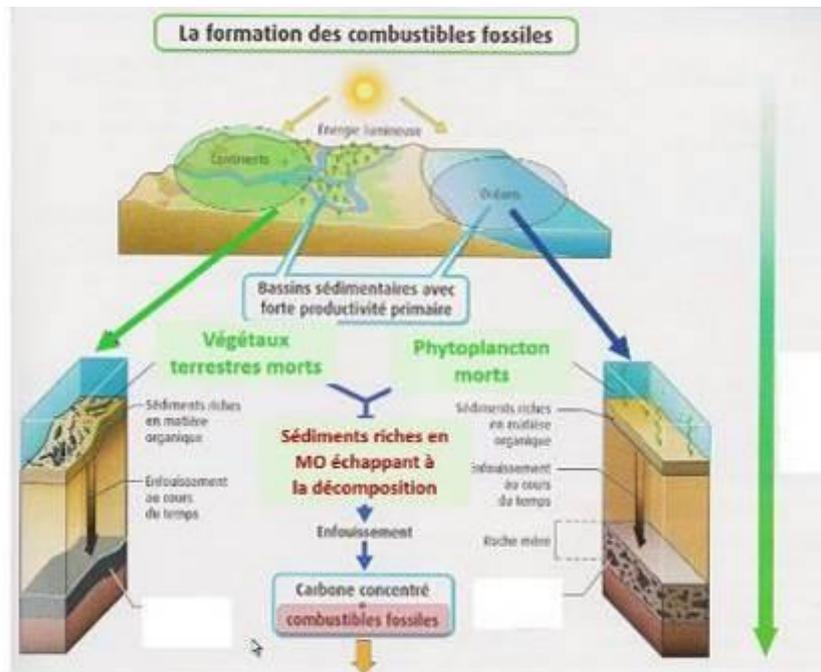


Figure 3: Schéma combustibles fossiles

Source: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DVS04qi3fiXo&psi=g=AOvVaw0bp8-0biCMVUG1UF5Cmdzr&ust=1648460956165000&source=images&cd=vfe&ved=0CAAsQjRxqFwoTCPjVhuiB5vYCFQAA AAAdAAAAABAD>

- Le charbon
- Le pétrole
- Le gaz

### I.1.6.2 L'énergie nucléaire :

L'énergie nucléaire est obtenue par la fission de certains types particuliers d'éléments chimiques (uranium 235) réalisée en environnement contrôlé à l'intérieur d'un réacteur nucléaire. La réaction en chaîne, maintenue sous contrôle strict, libère une grande quantité d'énergie, un certain nombre de neutrons et les deux parties de l'atome brisé, qui constituent en fait deux éléments entièrement nouveaux.

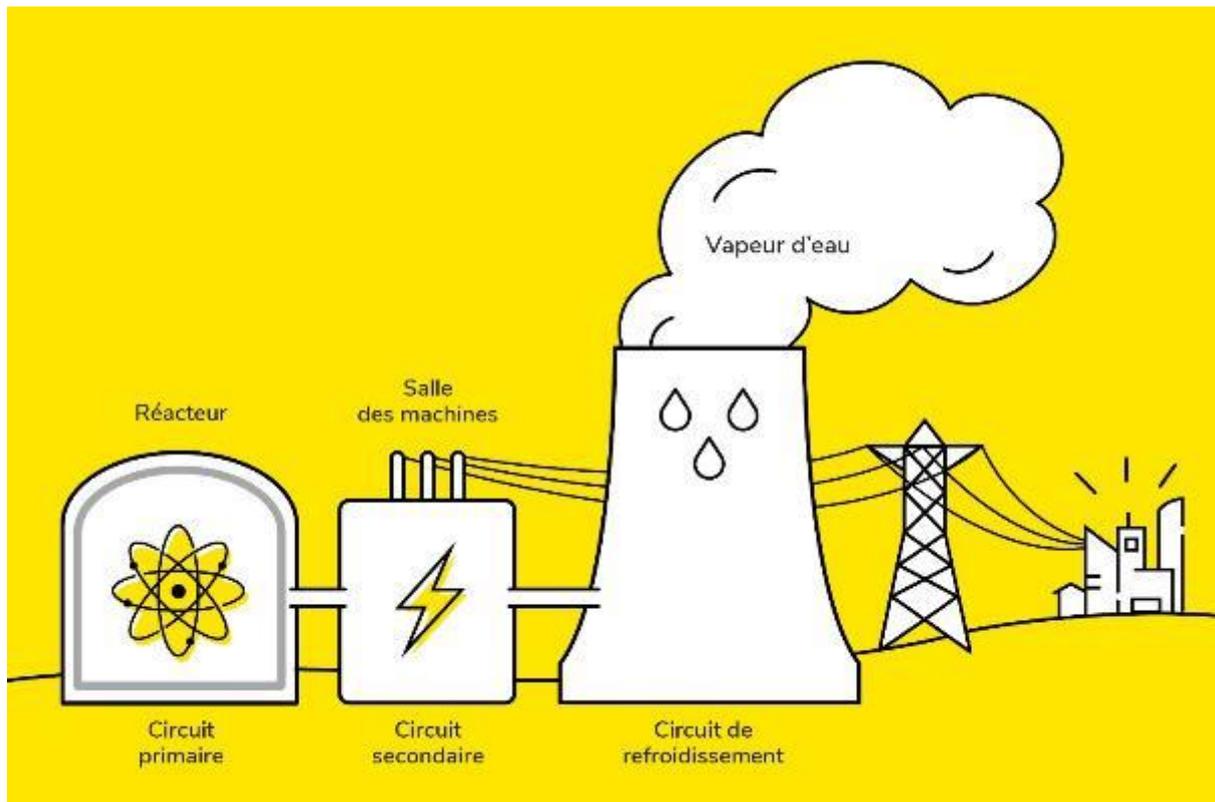


Figure 4:L'énergie nucléaire

Source : "Energie nucléaire : ce qu'il faut retenir." orano.group. <https://www.orano.group/fr/decodage/tout-savoir-sur-l-energie-nucleaire> (consulter le 27,03, 2022).

### I.1.7 Les systèmes de production d'énergie renouvelable :

L'utilisation de la biomasse, de la géothermie, de l'énergie hydraulique, solaire et éolienne ainsi que de l'énergie des vagues dépend du flux d'énergie généré par la nature, de la chaleur émanant du centre de la terre, des cours d'eau, du soleil, du mouvement perpétuel de la lune. Ces sources d'énergies étant indépendantes de l'échelle évolutive du temps, elles sont connues sous le vocable générique de sources d'énergie renouvelables.

- La biomasse
- La géothermie et les pompes à chaleur géothermiques (PCG)
- L'hydroélectricité
- L'énergie photovoltaïque solaire
- L'énergie solaire thermique
- L'énergie éolienne
- L'énergie marémotrice et issue des vagues

## **Conclusion :**

Le premier constat est que l'accélération du changement climatique est brutale, profonde, définitive. L'effet de serre inaugure une période nouvelle sur toute la surface de la terre et pour tous les peuples, l'Algérie pays appartenant au bassin méditerranéen, considéré comme vulnérable ne sera pas à l'abri. L'immobilisme est interdit, les effets de cette menace sont prévisibles, calculés, dévastateurs, ces changements climatiques se déroulent sous nos yeux : des perturbations considérables, des catastrophes multipliées, dont les images devraient affoler les plus incrédules, mais une chose est certaine, la machine climatique a une inertie très forte. Nos sociétés ont atteint une étape particulière dans la maturité de leur organisation, nous sommes dans des temps très modernes. Cette modernité, cet accaparement du progrès, cette obsession quantitative de besoins non réfrénés, voilà qu'il va falloir en briser l'agencement. Cette nécessité est là, tout à fait nouvelle dans son affirmation internationale officielle, d'une double solidarité : solidarité entre tous les peuples de la planète et solidarité entre les générations. Chaque acteur de chaque secteur de la vie économique se trouve donc confronté à la responsabilité qui lui incombe dans la gestion globale des ressources et de l'environnement<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> P,FERNANDEZ , P,LAVIGNE; (2009). *Concevoir des bâtiments bioclimatiques* , New York: Edition LE MONITEUR , 430P.

## **Chapitre II : les équipements scolaires**

## **Introduction :**

Dans le contexte des enjeux énergétiques mondiaux, le premier axe de l'économie d'énergie reste celle qui permet de mieux maîtriser la consommation.

Dans ce chapitre on va étudier l'approche écologique dans le volet bioclimatique et énergétique ainsi que, l'évolution des bâtiments performants, les définitions des concepts et leurs principaux caractéristiques, ainsi sur les principales réglementations thermiques et les labels d'efficacités énergétiques.

### **II.1 Les principaux Labels de la performance énergétique :**

Les labels sont des indicateurs en termes de confort, de performance énergétique et de respect de l'environnement, afin de réaliser des bâtiments à faibles consommation d'énergie, Ils s'appuient sur des référentiels et sont soumis à des procédures d'audit principaux labels - notamment européens – sont les suivants :

#### **II.1.1 Les labels Français :**

##### **II.1.1.1 Les labels Haute Performance Energétique :**

Dans le cadre de son engagement dans la lutte contre le réchauffement climatique et la promotion des énergies renouvelables dans le secteur du bâtiment, la France a mis en place le label Haute Performance Energétique (HPE) afin de certifier les constructions neuves, respectueuses de l'environnement. Depuis 1975, tout bâtiment nouveau doit répondre aux exigences de la Réglementation Thermique (révisée tous les 5 ans).

Le label "Haute Performance Energétique" vient compléter la Réglementation Thermique 2005 (RT 2005) applicable aux permis de construire déposés depuis le 1er septembre 2006.

Le label « Haute Performance Energétique » prévu à l'article R. 111-20 du code de la construction et de l'habitation atteste la conformité des bâtiments nouveaux à un référentiel qui intègre les exigences de la réglementation thermique, le respect d'un niveau de performance énergétique globale de ce bâtiment supérieur à l'exigence réglementaire et les modalités minimales de contrôle.

La performance énergétique globale d'un bâtiment est mesurée par la consommation conventionnelle d'énergie définie à l'article 4 de l'arrêté du 24 mai 2006 susvisé.

Le label « Haute Performance Energétique » est délivré uniquement à un bâtiment ayant fait l'objet d'une certification portant sur la sécurité, la durabilité et les conditions d'exploitation des installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de climatisation et d'éclairage ou encore sur la qualité globale du bâtiment.

**Le label " Haute Performance Énergétique " comporte cinq niveaux :**

1. Le label " Haute Performance Energétique, HPE 2005 " : la consommation d'énergie doit être inférieure à la consommation de référence de la RT 2005 d'au moins 10% et, pour les bâtiments d'habitation, elle doit être également inférieure au moins de 10% à la consommation maximale autorisée pour ce type de bâtiment.

2. Le label " Très Haute Performance Energétique THPE205" : même définition que le niveau précédent avec une performance améliorée de 20 au lieu de 10%.

3. Le label " Haute Performance Energétique HPE EnR2005" : le niveau de la Performance est le même que le label HPE avec une des deux conditions suivantes :

-La part de la consommation conventionnelle couverte par un générateur utilisant la biomasse est supérieure à 50% (ex. bois).

-le système de chauffage est relié à un réseau de chaleur alimenté à plus de 60% par des énergies renouvelables.

4. Le label " Très Haute performance énergétique, THPE EnR 2005» : La consommation d'énergie doit être au moins de 30% à la consommation de référence de

la RT 2005 et pour les bâtiments d'habitation, elle doit être également inférieure au moins de 30% à la consommation maximale autorisé pour ce type de bâtiment et répondre à l'une des six conditions suivantes :

- le bâtiment est équipé de panneaux solaires assurant au moins 50% des consommations de l'eau chaude sanitaire et la part de la consommation conventionnelle de chauffage par un générateur utilisant la biomasse est supérieure à 50%.

- Le bâtiment est équipé de panneaux solaires assurant au moins 50% des consommations de l'eau chaude sanitaire et le système de chauffage est relié à un réseau de chaleur alimenté à plus de 60% par des énergies renouvelables.

-Le bâtiment est équipé de panneaux solaires assurant au moins 50% de l'ensemble de consommation de l'eau chaude sanitaire et du chauffage

-Le bâtiment est équipé d'un système de production d'énergie électrique utilisant les énergies renouvelables assurant une production annuelle d'électricité de plus de 5 KWH/m<sup>2</sup>

SHON en énergie primaire.

- le bâtiment est équipé d'une pompe à chaleur dont les caractéristiques minimales sont fixées par arrêté.

- Pour les immeubles collectifs et pour les bâtiments tertiaires à usage d'hébergement, le bâtiment est équipé des panneaux solaires assurant au moins 50% de consommation de l'eau chaude sanitaire.

5- Le label "BBC 2005": suivant le type de bâtiment construit, résidentiel ou tertiaires, les exigences varient et sont définies de la manière suivante :

- Pour les bâtiments d'habitation, la consommation conventionnelle d'énergie primaire doit être inférieure à 50 KWh/m<sup>2</sup> par an en moyenne variant suivant la zone climatique et l'altitude. Pour ce type de bâtiment, cette exigence est indépendante du type d'énergie contrairement aux autres niveaux de label ;

Pour les autres bâtiments, le niveau à respecter est au plus égal à 50% de la consommation de référence de la RT 2005.<sup>10</sup>

Quel que soit le niveau de label choisi, celui-ci doit toujours venir en complément d'une marque de qualité (NF par exemple ou les labels NF démarche HQE). Enfin, ces différents labels sont délivrés par quatre organismes accrédités : Cequami, Cerqual, Certivea, et Promotelec. Les 5 niveaux du label d'Etat « haute performance énergétique » concernaient la RT 2005 : ils ne sont donc plus dé livrables depuis le 31 décembre 2012. Pour la suite, l'Etat a annoncé le 27 novembre 2012 deux niveaux de labels (HPE et THPE) au lieu des cinq niveaux précédents.

### **II.1.1.2 EFFINERGIE :**

Il a été mis au point par l'association EFFINERGIE pour promouvoir la construction et la réhabilitation à basse consommation d'énergie, ce label correspond au label bâtiment basse consommation, BBC2005 et il est du même niveau que les labels suisse MINERGIE et

---

<sup>10</sup> Ibid. G, Durand, J, Bertin; Bâtiments et performance. Page: 42.

allemand PASSIVHAUS mais le label EFFINERGIE tient compte des spécificités françaises (Entente de réglementations et de normes, des zones climatiques, des modes de construction...)<sup>11</sup>

Pour obtenir ces labels, l'exigence principale est de ne pas dépasser une valeur de consommation de 50 KWh ep /m<sup>2</sup> /an pour le neuf, et de 80 KW hep/m<sup>2</sup>/an pour la rénovation. Ces valeurs prennent en compte la diversité des climats ainsi que l'altitude et portent sur les cinq usages de l'énergie (chauffage, auxiliaires de ventilation et de chauffage, eau chaude sanitaire, éclairage-naturel, climatisation) par ailleurs, une mesure perméabilité à l'air est obligatoire pour tout logement BBC –Effinergie dans le secteur résidentiel neuf et recommandée pour le tertiaire et la rénovation. L'association Effinergie travaille actuellement sur la définition de référentiels pour des labels de bâtiments à énergie positive, de bâtiments passifs.<sup>12</sup>

### **II.1.1.3 Passive house :**

Ce label, est d'origine allemande, a été créé par le PassivHaus Institut de Darmstadt à la fin des années 1990, avec une volonté d'application sur l'ensemble de l'Europe. Aujourd'hui, plus de 10000 bâtiments sont ainsi labellisés dans toute l'Europe. Comme le label Minergie, les exigences de PassivHaus visent, d'une part, les consommations d'énergie primaire regroupant le chauffage (y compris la ventilation), l'eau chaude sanitaire, les consommations électriques pour la ventilation, l'éclairage et les appareils électroménagers, et d'autre part; les besoins de chaleur bruts dus aux déperditions de l'enveloppe. Ces derniers, exprimés en énergie finale, doivent être inférieure à 15KWh/m<sup>2</sup> par an. La consommation totale d'énergie primaire doit être inférieure à 120 KW hep/m<sup>2</sup> par an. La surface de référence est la surface habitable dont la définition est légèrement différente de la surface habitable française. Il s'agit, en effet, de la somme des surfaces intérieures à un mètre. Les surfaces dont les hauteurs sous plafond sont comprises entre un et deux mètres sont prises en compte à 50%. Les conversions d'énergie finale en énergie primaire sont également

---

<sup>11</sup> SEMAHI (Samir) : *contribution méthodologique à la conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie*, mémoire de magister, laboratoire architecture et environnement, école Polytechniques d'architecture et d'urbanisme, Alger, 2013, p.34

<sup>12</sup>B, SIMONE (Schleifer); (2009). *Architecture et énergie –un enjeu pour l'avenir*, France : Edition place des victoires, 304 P

différentes de celle de minergie et de celles du Label Français BBC. En France les certifications "PassivHau" sont assurés par l'association Maison passive.

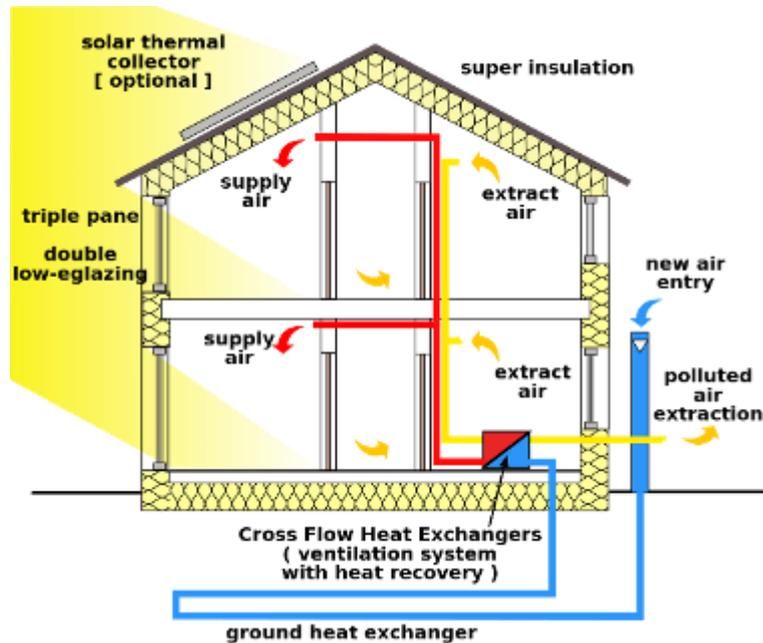


Figure 5: Principes de la conception et techniques constructifs d'un bâtiment passif. (Source : Wikipédia Commons.)

#### II.1.1.4 Zéro Energy Building :

Est un concept qui est apparu suite à la construction d'une maison sans consommation de chauffage dans la Task 13 « Solarlowenergy house » de l'Agence International de l'énergie (AIE) sous la direction scientifique du Fraunhofer Institut.

Grâce à des simulations, il a été démontré que les besoins de chauffage peuvent être assurés par l'installation solaire, ce qui ramène sa consommation à zéro.

Un bâtiment zéro énergie (ZEB) ou nette zéro énergie du bâtiment est un terme général appliqué à l'utilisation d'un bâtiment résidentiel ou commercial avec des besoins énergétiques considérablement réduits (consommation nulle d'énergie nette) et zéro émission de carbone par an. Les principes de ce label consistent à réduire au maximum les besoins en chauffage, de refroidissement et d'électricité, grâce à une enveloppe et des équipements performants et économes dont les besoins en énergie sont satisfaits par des gains d'efficacité

tels que l'utilisation des technologies renouvelables (panneaux photovoltaïques, une turbine de vent, ou un générateur de biogaz...) <sup>13</sup>

Parmi les principaux objectifs de ce label :

La réalisation de bâtiments consommant 30 à 90% d'énergie en moins pour le neuf et de 20 à 30% de moins pour l'existant.

L'intégration de systèmes de production décentralisée afin d'arriver en 2020 à des bâtiments à zéro énergie.

Le développement des technologies qui réduisent les consommations d'énergie et de matière.

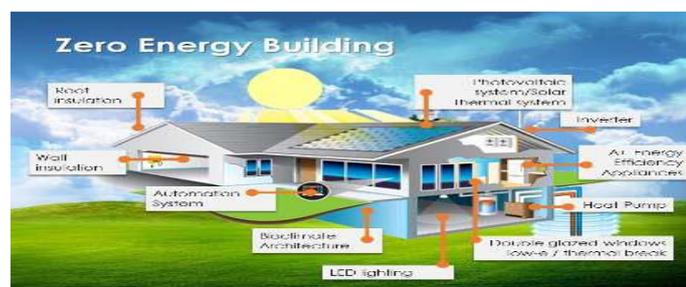


Figure 6: Principes de la conception et techniques constructifs d'un net zéro énergie du bâtiment.

(Source: Green energy, CDL groupe.)

### II.1.1.5 MINERGIE (Suisse) :

Ce label est d'origine Suisse a été créé en 1998. Sa relative ancienneté permet de bénéficier d'un réel retour d'expérience. Il s'applique aux constructions neuves comme bâtiments existants. Dans le cas d'un bâtiment neuf, ce label comporte deux niveaux d'exigence énergétique : Minergie standard et Minergie-P. En complément de ces deux niveaux, il est possible d'ajouter des exigences relatives à l'écologie : On parle alors du label Minergie-Eco.

Trois sous labels ont été créés pour les bâtiments à basse et à très basse énergie.

**MINERGIE Standard** : vise le résidentiel individuel et collectif et le tertiaire, en neuf et en rénovation. Cinq exigences suivant la catégorie de bâtiment ont été mises en oeuvre pour atteindre ce label. Ces exigences agissent sur : l'enveloppe, les systèmes de ventilation

<sup>13</sup> MISSOUM (Mohammed) : *Contribution de l'énergie photovoltaïque dans la performance Energétique de l'habitat a haute qualité énergétique en Algérie*, mémoire de Magistère en génie mécanique, Chalef, décembre 2011, p. 97.

(Mécanique obligatoire), les consommations annuelles d'énergie, et le surcoût inférieur ou égale à 10% par rapport à un bâtiment standard.

**MINERGIE-P** : est destiné aux bâtiments résidentiels (collectif ou individuel) et administratif. Il correspond au standard « PassivHaus » dont les consommations d'énergies sont inférieures au standard MINERGIE. Un surcoût égal au maximum à 15% d'une construction comparable est toléré dans le cadre de ce label.

**MINERGIE-ECO** : représente un complément du standard MINERGIE. Alors que les caractéristiques liées à l'économie d'énergie et au confort sont identiques à MINERGIE® ou MINERGIE®-P, cette nouvelle certification intègre des exigences supplémentaires en matière de construction saine (lumière, bruit et air intérieur) et écologiques (matière première, fabrication et déconstruction).

Pour obtenir le certificat Minergie on peut choisir parmi cinq solutions standard imposées et acceptées pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire et de se conformer à quelques conditions supplémentaires :

- Pompe à chaleur avec sonde géothermique pour le chauffage et l'eau chaude (toute l'année).
- Chauffage au bois pour le chauffage et l'eau chaude en hiver, collecteurs solaires thermiques pour l'eau chaude en été.
- Chauffage au bois automatique pour le chauffage et l'eau chaude (toute l'année), par exemple chauffage à pellets.
- Utilisation des rejets thermiques (industrie, installations d'incinération des déchets et stations d'épuration des eaux) pour le chauffage et l'eau chaude (toute l'année comme source séparée).
- Pompe à chaleur air-eau (air extérieur) pour le chauffage et l'eau chaude (toute l'année).<sup>14</sup>

	Besoins enveloppe du bâtiment	Consommation maximale en énergie primaire kWhep/m <sup>2</sup> par an	Perméabilité à l'air Volume/h (sous une dépression de 50 Pascals)	Puissance thermique maximale (cas du chauffage à air)	Appareils domestiques à haute efficacité
Minergie Standard	60 % Qh*	38	Mesure recommandée	–	non
Minergie P	40 % Qh* ou 15 kWh/m <sup>2</sup> par an	30	0,6	10 W/m <sup>2</sup>	oui

Tableau 01 : exemple d'exigence de deux niveaux de label. (Source : livre bâtiment et performance énergétique.)

<sup>14</sup> MAES (Pascale) : Labels d'efficacité énergétique, Editions Eyrolles, Paris, p.35-37

## Qh : besoin énergétique dus à l'enveloppe.

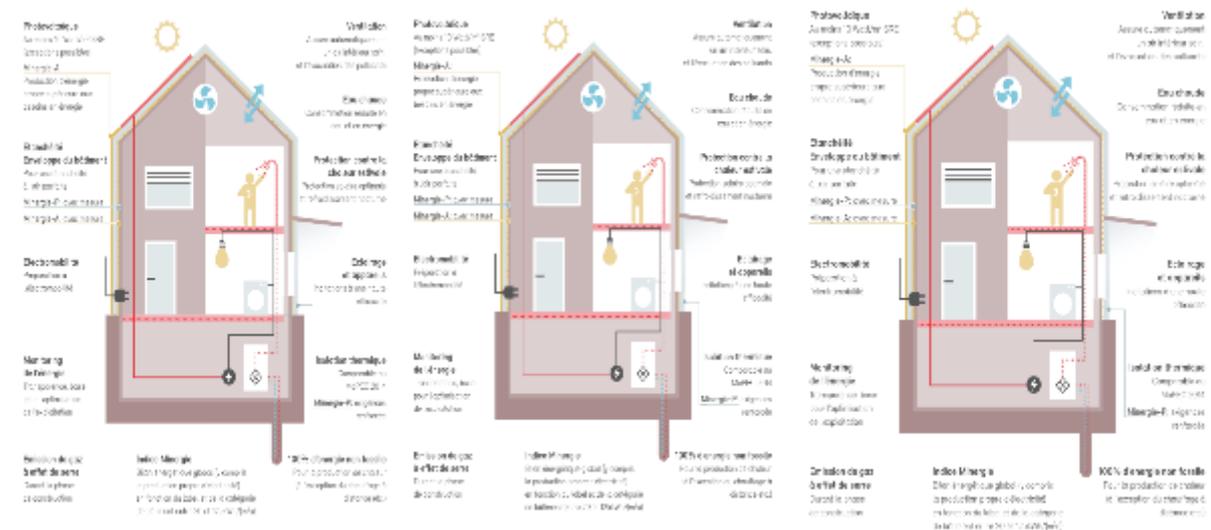


Figure 7: Exigence des standards MINERGIE, MINERGIE P, et MINERGIE A. (Source : “exigences standards.” minergie.ch. <https://www.minergie.ch/fr/standards/nouvelle-construction/minergie-a/> (consulter le 21,04, 2022).

### II.1.1.6 Une multitude d’autres labels :

Des labels énergétiques monocritères sont proposés par Effinergie, Minergie et Passivhaus. « Il est extrêmement difficile aujourd’hui de les comparer, car ce n’est pas du tout les mêmes modes de calculs et les mêmes modèles économiques. » Précise Gérard Senior, architecte, Président du syndicat des architectes de Paris, en charge des politiques techniques. Pour Effinergie, trois labels existent : Effinergie+ neuf, Effinergie rénovation et Bepos Effinergie 2013.

Les labels multicritères mettent l’énergie au milieu d’autres indicateurs d’environnement et de santé. Les principaux sont l’américain LEED, le britannique BREEAM, le français HQE, le japonais Casbee et l’australien Green Star. Plusieurs autres pays développent leurs propres labels nationaux.

Les certifications environnementales se fondent aujourd’hui pour l’essentiel sur des exigences de moyens, mais des dispositifs permettant de mesurer les performances réelles se mettent en place, notamment avec l’Association HQE et son « HQE performance ».

Des certifications étrangères arrivent en France pour certains types de bâtiments tertiaires. « Il s’agit notamment de maîtres d’ouvrage qui ont des renommées internationales ou des

visées internationales, des groupes étrangers pour qui les certifications LEED ou Breeam sont incontournables dans leur pays », analyse Gérard Senior.<sup>15</sup>

### **II.1.2 Le Bâtiment à Haute Performance Énergétique :**

Dans le secteur du bâtiment, le label Hautes Performances Énergétiques (HPE) est une incitation à faire mieux que la législation en vigueur en s'approchant d'une meilleure efficacité énergétique.

Basé sur la réglementation thermique 2005 (RT 2005), le label HPE est obtenu en atteignant une consommation énergétique moyenne inférieure de 10% à celle exigée par la RT 2005.

Une maison HPE aura donc une consommation énergétique moyenne de 100 kWh/m<sup>2</sup>/an.<sup>16</sup>

#### **II.1.2.1 Qu'est-ce que les bâtiments à Haute Performance :**

Un bâtiment performant est un bâtiment basse consommation énergétique, c'est-à-dire qui nécessite une consommation d'énergie primaire (systèmes de chauffage, production d'eau chaude sanitaire, climatisation et éclairage) inférieure à la norme édictée par la réglementation thermique.

Pour permettre l'économie d'énergie, un bâtiment à haute performance énergétique est constitué d'une isolation thermique, d'une ventilation et d'une étanchéité adaptée, mais aussi d'un mode de chauffage repensé.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> “S’y retrouver dans les labels du bâtiment.” techniques-ingenieur.fr. <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/sy-retrouver-dans-les-labels-du-batiment-25284/> (consulter le 21,04, 2022).

<sup>16</sup> “Hautes performances énergétiques : qu'est-ce que c'est ?.” futura-sciences.com. <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/developpement-durable-hautes-performances-energetiques-6533/> (consulter le 21,04, 2022).

<sup>17</sup> “Bâtiment performant.” saqara.com. <https://saqara.com/lexique-btp/batiment-performant> (consulter le 21,04, 2022).

### II.1.2.2 Quels sont les bâtiments à Haute Performance Énergétique :

Ils doivent répondre à l'un des critères suivants :

- soit être titulaires du label « Haute Performance Énergétique rénovation »
- soit être classés dans les niveaux A à D du diagnostic de performance énergétique.<sup>18</sup>
- soit être conformes aux critères de mise aux normes des équipements énergétiques «réglementation « élément par élément » » performance énergétique, dans au moins trois domaines parmi les suivants : chauffage, eau chaude et sanitaire, refroidissement, éclairage, toiture et baies.<sup>19</sup>

### II.1.2.3 Conception architecturale des bâtiments à Haute Performance Énergétique :

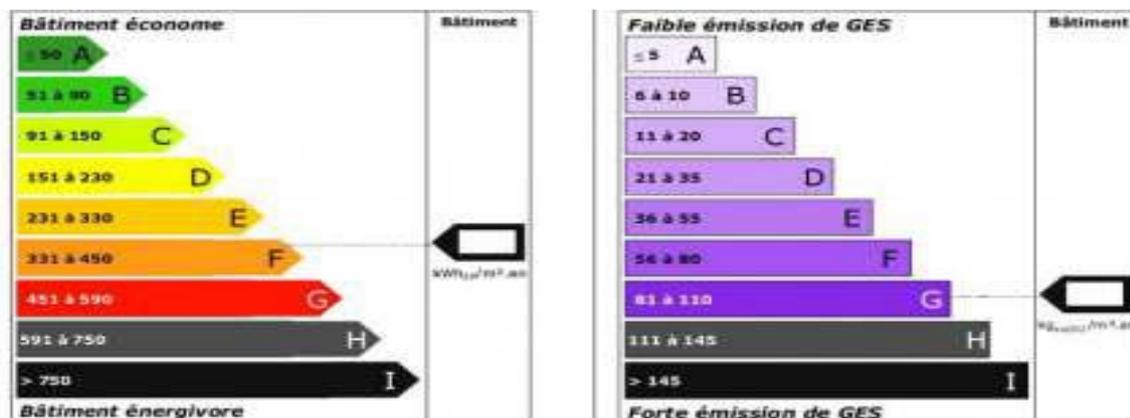


Figure 8; Exigence Le diagnostic de performance énergétique (DPE), (Source:site web : Guide de la maison

Avec le durcissement des exigences sur la consommation d'énergie dans le bâtiment et sur le confort d'été des occupants, la conception architecturale devient un facteur prépondérant dans le bilan énergétique global d'une construction. Une bonne conception architecturale est exigée par la RT2012 au travers d'une limitation des besoins d'énergie liés au chauffage, au refroidissement et à l'éclairage. Cette limitation se fera par le biais d'un coefficient appelé Bbio qui se calcule en fonction des besoins de chauffage (isolation + renouvellement d'air +

<sup>18</sup> Le diagnostic de performance énergétique (DPE) est une évaluation qui renseigne sur la quantité d'énergie consommée par un bâtiment et évalue sa performance énergétique, ainsi que l'impact de sa consommation en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

<sup>19</sup> MDJELDI ZINEB ; mémoire de master, département d'architecture, Guelma, 2018, p.69

apports gratuits internes et externes) de refroidissement (isolation + renouvellement d'air + apports internes et externes) et d'éclairage (niveau d'éclairement requis par local + orientation et transmission lumineuse des baies).

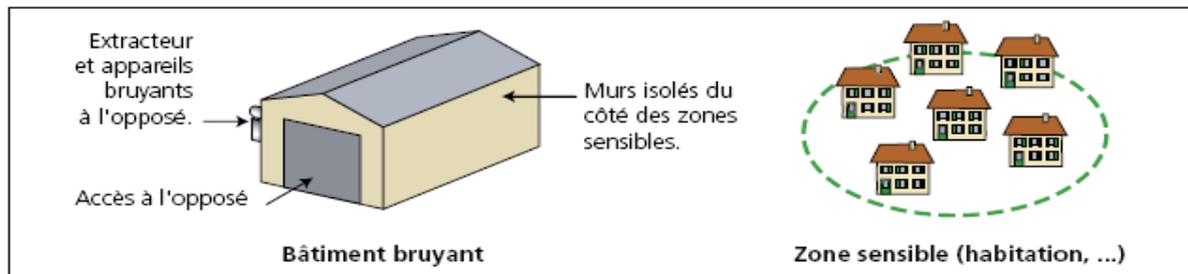
#### **II.1.2.3.1 L'implantation sur la parcelle et l'orientation des façades :**

Tout bâtiment, toute infrastructure et toute activité peut être tour à tour « agressé » ou « agresseur » sur le plan acoustique, il est donc primordial de bien analyser l'environnement sonore autour de la parcelle, la proximité du voisinage et les gênes acoustiques que pourrait générer l'exploitation du bâtiment que l'on a à construire au regard de la destination de celui-ci.

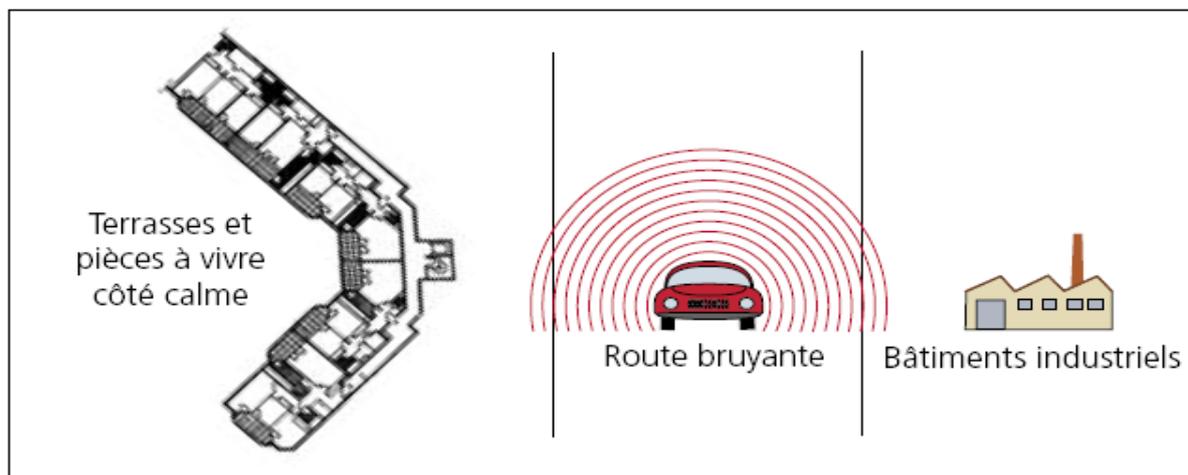
Se présentent alors plusieurs outils à notre disposition pour répondre à la problématique du projet :

- S'éloigner au maximum de la source de bruit. Pour une source ponctuelle (usine, discothèque,...) on gagnera 6 dB en doublant notre distance à la source, alors qu'on ne gagnera que 3 dB pour une source continue (Route, voie ferrée,...).
- S'orienter au mieux par rapport à la source.
- Se protéger de la source par l'interposition d'une « protection » entre la source et l'habitat isoler, soit la source (plus efficace, mais plus onéreuse ; ex : couverture du périphérique), soit les bâtiments (ne protège pas l'espace extérieur et peut conduire à réduire la taille des fenêtres).

1 – Orienter les bâtiments et les équipements bruyants par rapport aux bâtiments et zones sensibles au bruit en utilisant l'effet d'écran du bâtiment.



2 – Orienter les logements et les autres bâtiments sensibles aux nuisances sonores en fonction des sources de bruit existantes.



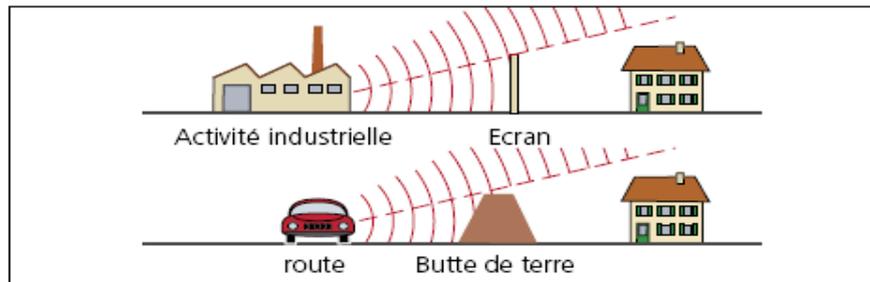
Avantages	Inconvénients
Permet une bonne utilisation de l'espace sans exposer les pièces sensibles aux nuisances sonores.	Une façade reste directement exposée aux bruits
Permet la mixité habitat - activité	Solution utilisable seulement lorsqu'elle est compatible avec les contraintes d'ensoleillement et de vue

Figure 9: S'orienter

: Extrait du guide « Plan Local d'Urbanisme & Bruit – La boîte à outils de l'aménageur »

## 1 – Ecrans et merlons :

L'efficacité d'un écran ou d'un merlon sera essentiellement fonction de sa hauteur, de sa longueur et de la position respective de la source et du récepteur



ATTENTION : écrans végétaux inefficaces

Une haie ou un rideau d'arbres est inefficace pour faire obstacle au bruit. Une bande forestière de 100 m de largeur pourra apporter une atténuation supplémentaire de 3 à 5 dB(A) par rapport à l'atténuation liée à la distance.



Type de protection	Avantages	Inconvénients
Toutes	Protège aussi les espaces extérieurs	Coût Contraintes d'insertion paysagère Absence de protection des étages élevés
Ecran	Emprise réduite	
Merlon	Aménagement paysager	Emprise importante
Bâtiment écran	Très efficace Utilisation optimale de l'espace	Nécessité d'une approche globale à l'échelle d'un secteur entier

Figure 10: Extrait du guide « Plan Local d'Urbanisme & Bruit – La boîte à outils de l'aménageur »

Quand on parle d'implantation de bâtiment, il est difficile de passer sous silence les autres contraintes. On peut noter l'orientation du bâtiment par rapport au soleil évidemment, l'orientation des vents dominants, mais aussi des aspects moins techniques mais tout aussi primordiaux comme la vue.

Même si l'environnement valorise davantage une bonne orientation du bâtiment vis-à-vis du soleil, il en reste néanmoins difficile de modifier le plan urbanisme en conséquence. Le jeu consiste donc à optimiser l'orientation du bâtiment dans une parcelle de terrain donnée, en tenant compte tant que possible des contraintes acoustiques et énergétiques.



Figure 11: la course du soleil suivant la saison (Source : MDJELDI ZINEB ; mémoire de master, département d'architecture, Guelma, 2018, p.69)

#### II.1.2.3.2 La forme du bâtiment :

La compacité consiste à minimiser la surface des parois déprédatives et ceci à volume chauffé constant réduisant ainsi les déperditions thermiques par transmission et par renouvellement d'air.

La compacité des bâtiments est donc un concept très prisé quand on cherche à rendre des bâtiments moins énergivores.

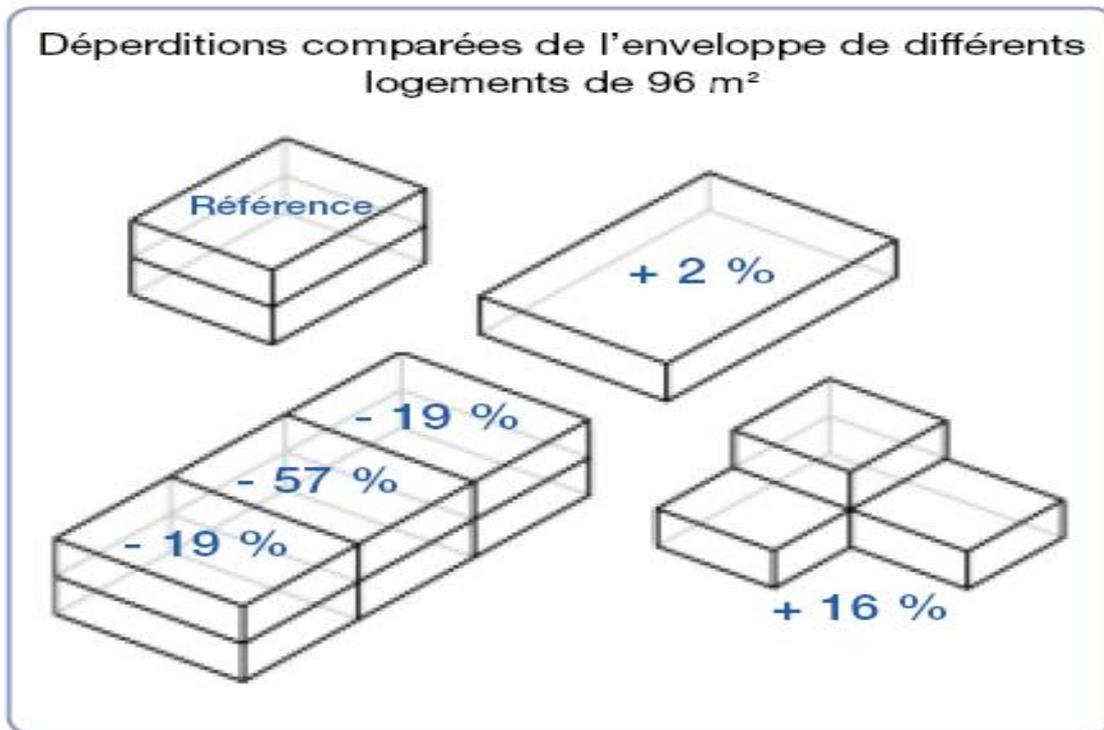


Figure 12: Exemple de déperditions comparées de l'enveloppe de différents logements. Source : Extrait du guide « Réussir un projet de bâtiment à basse consommation »

Malheureusement en acoustique, on ne raisonnera pas de la même manière. Par exemple, la configuration générant le moins de déperditions énergétiques, est aussi celle qui sera la plus sensible sur le plan de l'acoustique intérieure (contiguïté forte avec le voisinage) et qui nécessitera donc le plus de soins sur ce dernier point (zonage, produits plus performants, ...).

#### **II.1.2.3.3 Organisation des espaces intérieurs :**

- privilégier l'orientation sud pour les pièces de jour ;
- Privilégier des matériaux à forte inertie pour les parois intérieures qui réceptionnent le rayonnement solaire d'hiver.
- Disposer au nord les pièces pas ou peu chauffées (garage, cellier, ...).
- Regrouper les pièces de nuit (qui sont moins chauffées en général).
- Regrouper les points de puisage d'eau chaude sanitaire et les rapprocher de la production.<sup>20</sup>

<sup>20</sup> MDJELDI ZINEB ; mémoire de master, département d'architecture, Guelma, 2018, p.69

#### **II.1.2.3.4 Ouverture :**

- Penser « Ouverture » afin d'optimiser les apports solaires :
- Privilégier les ouvertures au sud pour le logement afin d'équilibrer le bilan pertes/apports au niveau des fenêtres.
- Privilégier les ouvertures au nord pour les bureaux afin de limiter le risque de surchauffe.
- Les ouvertures qui descendent jusqu'au sol n'apportent pas beaucoup de lumière.
- Les vitrages représentent un point thermique faible d'un bâtiment. En effet, ils sont environ 6 à 8 fois moins isolants qu'une paroi opaque comparable. Pour atteindre le niveau BBC, il est nécessaire de recourir au double vitrage peu émissif avec remplissage argon. Les fenêtres triple vitrage font également leur apparition sur le marché du bâtiment, et sont une conditionnalité pour les bâtiments passifs.

#### **II.1.2.3.5 Ventilation :**

Une meilleure isolation thermique, une meilleure étanchéité à l'air, une utilisation généralisée du chauffage, l'emploi du vitrage performant, réalisés sans une ventilation adéquate,

Les types de ventilation naturelle :

- Ventilation d'un seul côté : mono exposé
- Ventilation mono-exposée ouverture double.
- Ventilation transversale : Intégrer des dispositifs facilitant le passage de l'air, tels que des grilles de transfert.
- Ventilation par cheminées.
- Ventilation par atrium.

L'intérêt de l'atrium est que le volume de bâtiment que l'on peut ventiler naturellement est doublé par rapport au cas précédent de la cheminée placée sur un côté.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> MDJELDI ZINEB ; mémoire de master, département d'architecture, Guelma, 2018, p.69

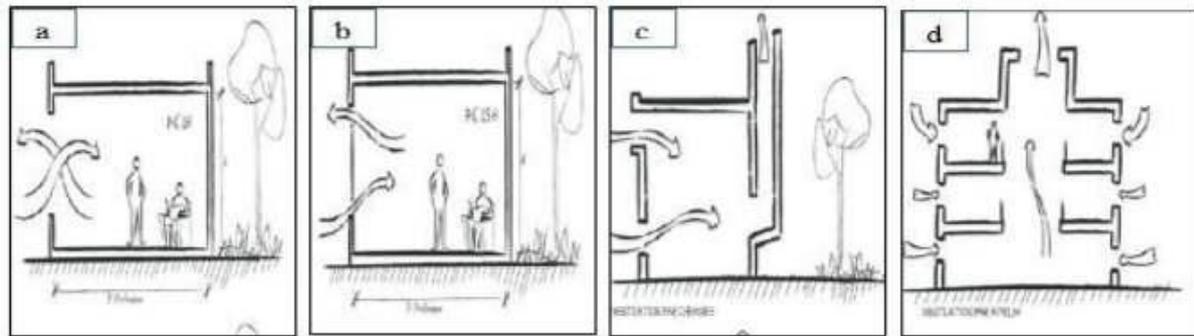


Figure 13: Les types de ventilation naturelle. (Source : mémoire étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment)

Le renouvellement d'air est nécessaire pour la conservation d'une bonne qualité de l'air intérieur, pour évacuer les excès d'humidité et pour éviter la dégradation du bâti.

Si les maisons anciennes étaient loin d'être étanches à l'air et pouvaient par ce biais assurer un renouvellement d'air relativement constant (avec les pertes importantes de chaleur que cela apporte), cela n'est plus le cas pour les bâtiments d'aujourd'hui. Il faut donc assurer une bonne ventilation, tout en limitant les pertes de chaleur non contrôlées.

#### II.1.2.3.6 Assurer le confort :

Garantir le confort estival, des usagers en limitant notamment les apports de chaleur en été (éléments architecturaux et/ou protections solaires).

#### II.1.2.3.7 L'isolation :

Le tableau illustre comment atteindre une bonne performance énergétique :

	Référence	Toiture	Murs	Sol
Épaisseur <sup>a</sup>	RT2005	200mm	110mm	70mm
	BBC	300mm	150 à 200mm	100 à 150mm
Résistance thermique correspondant (en m <sup>2</sup> .K/w)	RT2005	5	2,8	1,7
	BBC	7,5	3,75 à 5	2,5 à 3,75

Tableau 02 : Les épaisseurs d'isolants (Source : l'AGEDEN).

Les épaisseurs d'isolants préconisées correspondent à une valeur de conductivité thermique( $\lambda$ ) de 0,04 W/m.k.

### L'isolation par l'intérieur :

Est proposée en construction de manière quasi systématique. C'est en général la solution moins onéreuse et la mise en œuvre permet l'utilisation de tous les isolants possibles. Elle est cependant moins efficace pour le traitement des ponts thermiques, et diminue la surface habitable.

### L'isolation extérieure :

Permet une diminution importante des ponts thermiques, et conserve l'inertie des murs, c'est donc un choix à privilégier pour un bâtiment basse consommation. Cependant ce type d'isolation est plus rare que par l'intérieur car plus onéreux, et nécessitant des compétences particulières.

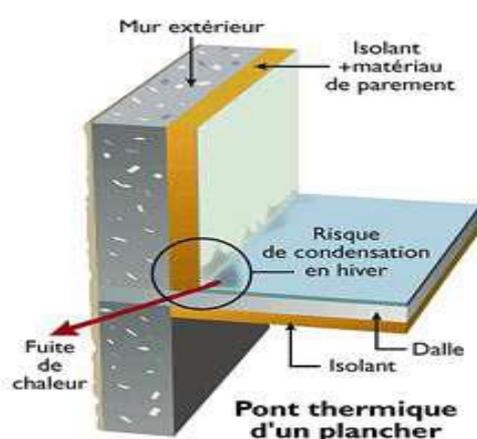


Figure 14: Ponts thermique d'un plancher .

### Zoom sur les ponts thermiques

Ce sont les zones de déperditions de chaleur, où l'isolation est interrompue, comme les liaisons planchers-murs de refend par exemple. Cela peut induire des risques de condensation superficielle. Il convient d'y apporter une attention particulière en soignant l'isolation.

#### II.1.2.3.8 L'étanchéité à l'air :

Assurer un bon niveau d'étanchéité à l'air dans un bâtiment consiste à maîtriser les flux d'air qui circulent à travers les orifices volontaires (bouches de ventilation et entrées d'air) et à limiter les flux incontrôlés pouvant causer inconfort, et gaspillage d'énergie.

Fait relativement nouveau dans la construction / rénovation, l'étanchéité à l'air est essentielle afin de minimiser les pertes de chaleur par les fuites d'air incontrôlées. Pour limiter les infiltrations d'air parasites, des solutions techniques existent avec des produits étanches : manchons, films, bandes, passe-fils, prises et interrupteurs, joints mastic...

#### **II.1.2.3.9 Protection solaire :**

Des installations de protection solaire, de préférence variables, motorisées et automatisées, rendent dynamique le rayonnement solaire à travers les vitrages et régularisent le climat intérieur en fonction du climat extérieur. Penser « Protections solaires structurelles ou naturelles » avant d'envisager des solutions techniques. De plus, les claustras, brise-soleil, auvents sont robustes et efficaces pour lutter contre la surchauffe.

Le choix d'une protection solaire doit se faire en fonction de l'orientation de la fenêtre. Si possible, elle maintiendra la possibilité de bénéficier d'une lumière naturelle suffisante :

- Les protections mobiles.
- Les protections permanentes.
- Protection végétal.
- Protection végétale des murs.

#### **II.1.2.3.10 Valorisation des énergies renouvelables :**

La valorisation des énergies renouvelables, c'est à dire leur transformation en une forme d'énergie propre, aisément utilisable, financièrement et socialement acceptable, devient un souci croissant de notre société. Les raisons en sont les critiques et/ou les faiblesses environnementales, économiques ou sociétales associées aux énergies traditionnelles qu'elles soient fossiles ou nucléaires.

#### **L'éducation :**

L'éducation envisagée comme formation] Art de former une personne, spécialement un enfant ou un adolescent, en développant ses qualités physiques, intellectuelles et morales, de façon à lui permettre d'affronter sa vie personnelle et sociale avec une personnalité suffisamment épanouie.<sup>22</sup>

#### **II.1.3 Enseignement :**

- Selon le dictionnaire Larousse le mot enseignement définit Action, manière d'enseigner, de transmettre des connaissances.

- La notion d'enseignement selon le courant de recherche « Étude de l'enseignement » (study of teaching) :L'analyse des régularités des comportements en situation scolaire : stratégies et tactiques.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> <https://www.cnrtl.fr/definition/education>

<sup>23</sup> <https://journals.openedition.org/>

### **II.1.3.1 L'enseignement secondaire :**

- L'enseignement secondaire est aujourd'hui une catégorie courante de la description des structures scolaires. À l'échelle des comparaisons internationales, le terme est utilisé le plus souvent dans son sens large : il est l'étage moyen du cycle complet des études, celui qui s'adresse aux préadolescents et aux adolescents et qui les conduit, soit vers des études supérieures longues, soit vers un complément d'études plus étroitement spécialisé, soit directement vers le marché du travail.

- désigne l'ensemble des cours enseignés au collège et au lycée. Il arrive après l'enseignement primaire qui correspond à l'apprentissage de la lecture et du calcul et avant l'enseignement supérieur qui commence après le baccalauréat.<sup>24</sup>

### **II.1.3.2 Système éducatif algérien :**

Le secteur de l'Éducation Nationale constitue l'un des premiers postes de dépenses du budget de l'État, le plus gros employeur et le plus grand parc infrastructurel du pays.<sup>25</sup>

### **II.1.3.3 Le fonctionnement des lycées :**

#### **II.1.3.3.1 Qui fait quoi au lycée ?**

L'équipe de direction

Elle est constituée :

- Du chef d'établissement.
- Du chef d'établissement adjoint (en fonction de la taille du lycée).
- D'un adjoint gestionnaire chargé de seconder le chef d'établissement dans ses fonctions de gestion matérielle, financière et administrative.
- le cas échéant, du chef de travaux.

Le conseil d'administration

Il est composé de 30 membres :

---

<sup>24</sup> <https://books.openedition.org/enseditions/5051?lang=fr>

<sup>25</sup> "Système Éducatif Algérien." Education.gov.dz. <https://www.education.gov.dz/fr/systeme-educatif-algerien> (consulter le 22,05, 2022).

- 1/3 de représentants du personnel de l'établissement.
- 1/3 de représentants des parents d'élèves et des élèves.
- 1/3 de représentants des collectivités territoriales, de l'administration de l'établissement et de personnalités qualifiées.

Le Conseil d'administration règle, par ses délibérations, les affaires de l'établissement et fixe notamment le projet d'établissement, les règles d'organisation et le budget.

#### **Les équipes pédagogiques :**

Elles sont constituées par classe et ont notamment pour mission de favoriser la concertation entre les enseignants, d'assurer le suivi et l'évaluation des élèves et d'organiser l'aide au travail personnel. Les équipes pédagogiques constituées par discipline favorisent les coordinations nécessaires entre les enseignants.

#### **Le conseil de classe :**

Il examine les questions pédagogiques intéressant la vie de la classe et se prononce sur les conditions dans lesquelles se poursuit la scolarité de chaque élève. Il est présidé par le chef d'établissement et composé :

- des enseignants.
- de deux délégués de parents d'élèves.
- de deux délégués des élèves.
- du conseiller principal d'éducation.
- du conseiller d'orientation.
- éventuellement du personnel médico-social.
- Le comité d'éducation à la santé et à la citoyenneté.

Dans le second degré, le comité d'éducation à la santé et à la citoyenneté (CESC) a quatre missions :

- Contribuer à l'éducation à la citoyenneté
- préparer le plan de prévention de la violence ;
- proposer des actions pour aider les parents en difficulté et lutter contre l'exclusion ;

- définir un programme d'éducation à la santé et à la sexualité et de prévention des comportements à risques.

C'est dans une continuité éducative que doivent être engagées des actions permettant aux élèves de développer des comportements de responsabilité individuelle, collective, morale et civique en faisant appel à la sensibilité, à la conscience et à l'engagement de chacun.

Les modalités d'action doivent s'articuler avec les objectifs de connaissances et de compétences pour la maîtrise du socle commun, notamment celles du domaine 3 « la formation de la personne et du citoyen », les enseignements disciplinaires et interdisciplinaires ainsi que les différents parcours éducatifs mis en œuvre, plus particulièrement le parcours éducatif de santé et le parcours citoyen.

Les actions s'inscrivent également dans une démarche de coéducation avec les parents et la mise en œuvre d'alliances éducatives.

### **La qualité environnementale des établissements scolaires :**

#### **II.1.4 Les paramètres qualitatifs environnementaux des établissements scolaires :**

L'architecture scolaire environnementale consiste en l'intégration de l'ensemble des paramètres environnementaux techniques, qu'ils soient climatiques, sanitaires, énergétiques, ou qu'ils concernent les confort, l'entretien, les aspects architecturaux et socioéconomiques, durant les différentes phases du processus global de conception et de réalisation des bâtiments éducatifs. Le lien entre environnement et apprentissage le plus évident et le plus reconnu, dans le domaine de l'éducation, est le besoin d'un confort minimal pour pouvoir se concentrer sur les études. Dans les établissements scolaires, le confort environnemental a un impact direct sur les performances intellectuelles et le comportement des élèves.

C'est pour cette raison que la santé et le bien être des utilisateurs d'équipements scolaires, sont les principaux objectifs de la qualité environnementale. En effet, un bâtiment est, avant tout, destiné pour ceux qui y travaillent ou y étudient, sa qualité environnementale ne dépend pas uniquement des conditions thermiques, visuelles et acoustiques. Il y a d'autres paramètres qui entrent en ligne de compte tels que :

- Volume de l'espace, proportions spatiales formes des limites ;
- Aménagements intérieurs, mobilier ;
- Hygiène, gestion des déchets ;
- Densité d'occupation de l'espace ;
- Matériaux et techniques de construction utilisées ;
- Disposition des espaces, fonctionnement ;
- Mesures de sécurité, protection contre toute source de danger <sup>26</sup>

### **II.1.5 Relation entre la qualité environnementale des établissements scolaires et l'efficacité éducative :**

L'établissement scolaire incarne l'unité de base de production d'un système éducatif, il doit être conçu comme un vecteur de bien-être, un lieu d'identification, car il abrite des enfants qui y font l'apprentissage de leur vie de citoyens. La qualité de son architecture est déterminante pour la qualité de la vie scolaire qui s'y déroule. Son aménagement et son environnement ont un impact direct sur les progrès scolaires. Il est donc important que ces bâtiments soient exemplaires du point de vue de l'utilisation des ressources fossiles, des rejets polluants, de la qualité des matériaux, sans oublier la qualité de vie et le niveau de confort.

Nous partageons l'idée que l'architecture joue un rôle dans l'efficacité éducative par l'assurance d'un confort visuel, acoustique, thermique qui n'échappe pas la concentration de l'élève au court de l'apprentissage.

La phase de conception d'un établissement scolaire est prépondérante, elle consiste, suite à des études architecturales et techniques intégrant les recommandations déjà formulées dans le programme par le maître de l'ouvrage, en la présentation d'un projet détaillé sous forme de documents graphiques et écrits. Bien qu'il existe plusieurs façons d'architecturer un projet, l'essentiel et le plus important aujourd'hui est de concevoir des établissements scolaires respectueux de l'environnement, offrant le maximum de confort aux futurs utilisateurs tout en préservant les ressources naturelles non renouvelables, il est aussi important de prévoir des

---

<sup>26</sup> *Architecture scolaire*, université de Biskra, PDF, p.119

espaces éducatifs susceptibles d'être adaptés à de nouveaux usages éventuels imposés par la modernisation de l'enseignement.

En effet, la qualité environnementale offerte par un bâtiment scolaire résulte en premier lieu de sa conception architecturale. L'architecte qui laisse à l'ingénieur ou au technicien spécialiste en chauffage, ventilation, climatisation, éclairage, ou acoustique, le soin d'assurer la qualité de l'environnement intérieur, perd le contrôle de l'intégration, et prend le risque que son œuvre soit dénaturée par les contraintes techniques.

Il est parfaitement possible d'assurer à la fois une bonne qualité architecturale, une excellente qualité de l'environnement intérieur et une très faible consommation d'énergie au moyen d'une conception intelligente et multidisciplinaire dont les principaux éléments conceptuels sont :

- L'organisation spatiale ;
- L'insertion du projet dans son environnement ;
- Le choix du parti architectural ;
- L'orientation des constructions ;
- La flexibilité des espaces.

Pour assurer un bon lieu de travail pour les enseignants et un bon lieu d'apprentissages aux élèves. Un établissement scolaire doit assurer les confort, visuelle et acoustique.<sup>27</sup>

#### **II.1.6 Confort visuelle :**

Le confort visuel, est une condition très importante pour un établissement d'enseignement, est à prendre en compte dès l'amont du projet, son principal objectif est de fournir des conditions d'éclairage suffisantes pour exercer les activités scolaires, tout en offrant un environnement lumineux confortable, stimulant et attrayant. Bien que l'éclairage naturel procure une meilleure qualité de lumière, tant au niveau physiologique que psychologique, qu'un éclairage artificiel, l'utilisation de la lumière naturelle combinée à un éclairage artificiel performant sont les bases pour une utilisation rationnelle de l'énergie électrique. L'éclairage artificiel doit donc être considéré comme le complément de la lumière naturelle.

---

<sup>27</sup> *Architecture scolaire*, université de Biskra, PDF, p.121

Le confort visuel dépend d'une combinaison de paramètres physiques à savoir ; l'éclairage ; la luminance, le contraste, l'éblouissement et le spectre lumineux.

La caractéristique la plus importante quantifiant la qualité de l'éclairage et l'éclairage dont la valeur à atteindre dans un local est fonction du type de local et de la tâche qui est réalisée.<sup>28</sup>

### **II.1.7 Confort acoustique :**

Le confort acoustique a une forte influence sur la qualité de vie des utilisateurs, dans certains cas, il ne s'agit plus de confort, mais tout simplement de santé : c'est le cas évidemment des ateliers des lycées techniques et des restaurants scolaires où les niveaux de bruit que l'on y rencontre souvent mettent en péril les facultés auditives des écoliers pour l'avenir. Les orthophonistes et les audiologistes ont mainte fois mis en garde contre les troubles d'apprentissage liés au bruit dans les salles de classe présentant une mauvaise acoustique.

Pour répondre favorablement aux meilleures conditions de confort acoustique à l'intérieur des espaces d'enseignement l'architecte doit apporter toute son attention aux différentes nuisances dues aux bruits pouvant provenir :

- Des bruits aériens intérieurs.
- Des bruits aériens extérieurs.
- Des bruits d'impacts sur les parois.
- Des bruits d'équipements.

La prise en compte des contraintes du lieu, en amont de la conception, permettent de répondre favorablement aux attentes des usagers avec des solutions pragmatiques. Pour obtenir un confort acoustique de qualité, doit :

- Eloigner, autant que possible, les établissements scolaires des sources de bruit comme les voies à grande circulation, les aéroports et les installations industrielles.
- Etudier l'implantation, l'orientation et la configuration des bâtiments en fonction des sources de bruits repérées.
- Prévoir éventuellement des écrans antibruit.
- Renforcer l'isolation acoustique au niveau des murs et des planchers.
- Utiliser des matériaux assurant une correction acoustique performante.

---

<sup>28</sup> *Architecture scolaire*, université de Biskra, PDF, p.122 ,123.

## **Conclusion :**

À la fin de ce chapitre, nous avons vu que l'approche HPE représente une alternative environnementale. Vise le contrôle de la consommation d'énergie et la réduction de l'impact des projets architecturaux. Sur l'environnement à travers une conception passive, en tenant compte des seuils définis par. Les divers labels et normes en matière d'énergie qui sont des indicateurs de performance.

Elles constituent un levier très important de développement des technologies. Innovantes (pompes à chaleur, capteurs solaires, ventilation double flux,...).Mais, cela met davantage à contribution le domaine de l'ingénierie que celui de l'architecture. Par ailleurs, les méthodes et labels mondiaux pour réduire l'impact des bâtiments sur l'environnement.(spécifiquement: LEED, CASBEE, BREEAM, HQE) évaluer le bâtiment comme.(construit) plutôt que tel (conçu) et n'est pas destiné à guider la conception. En phase préliminaire.

## **Chapitre III : état de l'art**

## **Introduction :**

Dans ce chapitre on va faire une analyse sur des exemples pour tirer des principes

(Constructifs ou écologique), et tirer les programmes surfaciques étudiés.

Aussi, une analyse sur un terrain d'intervention pour avoir leurs contraintes et leur potentialité afin de bien avoir intégrer notre projet proposé.

## **Analyse des exemples :**

### **III.1.1 Lycée de Carquefou :**

#### **III.1.1.1 I Présentation :**

Le lycée de Carquefou, construit et financé par la Région des Pays de la Loire, accueille depuis la rentrée 2017 ses premiers élèves. Ce nouvel établissement répond à la forte poussée démographique du nord-est de l'agglomération nantaise.<sup>29</sup>



*Figure 15: entrée principale du lycée de Carquefou*

*Source : Laurence Guim, 2013, Présentation du projet architectural du futur lycée de Carquefou*

---

<sup>29</sup> Soprema entreprises, 2017, *CARQUEFOU (44) INAUGURE UN NOUVEAU LYCÉE FUTURISTE 100% ENERGIES RENOUVELABLES LABELLISÉ BEPOS*, Carquefou, p.01

### Fiche technique du projet :

- Lycée de 910 élèves extensible à 1000
- Internat de 60 lits extensible à 80 (démarche de design résidentiel)
- Restauration pour 800 rationnaires
- Création de 8 logements de fonction
- Localisation : Carquefou

### Techniques constructives :

- Structure béton (lycée) + ITE avec bardage bois et métal.
- Ossature bois (logements de fonction).<sup>30</sup>

### III.1.1.2 Situation :

Le projet se situe au nord-est de Nantes. Il est implanté sur la zone sud de la plaine de jeux de la Main guais, à Carquefou. Dans une assiette d'environ 3hectars de superficie avec une réinterprétation de la nature environnante afin de s'insérer le projet dans son contexte.<sup>31</sup>

Le site est entouré par des quartiers résidentiels ce qui lui assurer le maximum du développement socio-éducatif.



Figure 16: situation du lycée de Carquefou

Source : Google map, 2022, réadapté par l'auteur

<sup>30</sup> Novabuild entreprise, 2016, *Lycée Nord-Est de Nantes à Carquefou*, Région pays de la Loire

<sup>31</sup> [www.lemoniteur.fr/article/un-lycee-bepos-100-energies-renouvelables-a-carquefou.1106969](http://www.lemoniteur.fr/article/un-lycee-bepos-100-energies-renouvelables-a-carquefou.1106969)

### III.1.1.3 Plan de masse :

Le lycée est implanté sur la parcelle allouée selon Les principes du bio climatisme favorisant les orientations nord-sud qui permettent de bénéficier pleinement des apports solaires passifs.

Les locaux d'enseignement sont eux repérables sur la partie nord-est de la parcelle et se développent autour de deux patios (bénéficiant de l'éclairage et la ventilation naturelle).

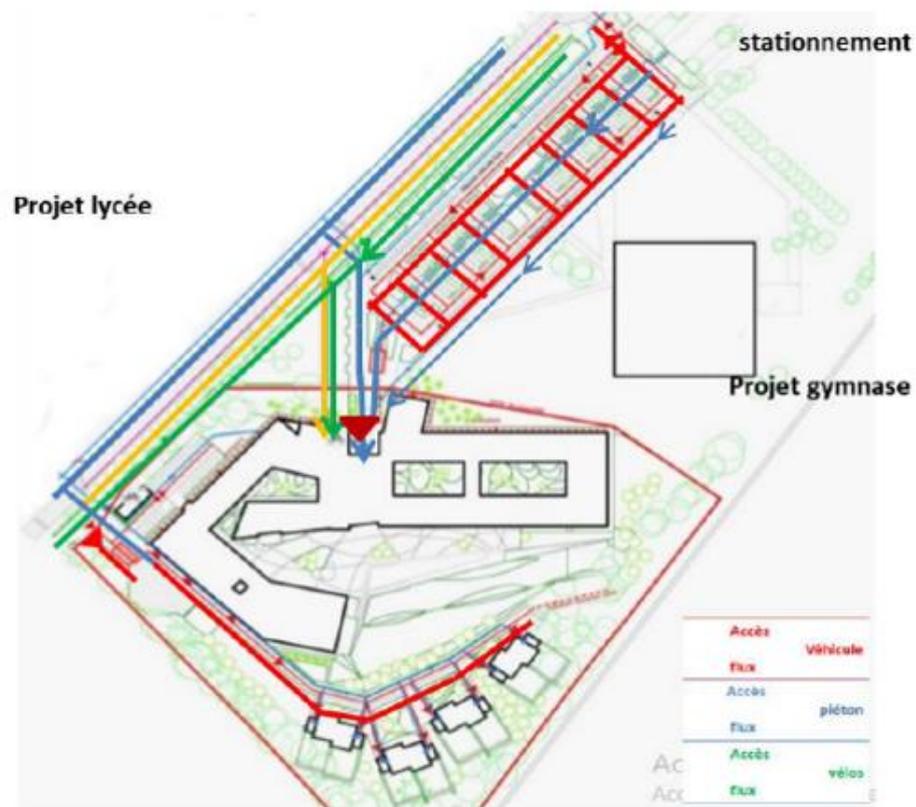


Figure 17: plan de masse du lycée

Source : Novabuild entreprise, 2016, Lycée Nord-Est de Nantes à Carquefou, réadapté par l'auteur

#### III.1.1.4 Composition volumétrique :

Le bâtiment se laisse à lire comme un volume simple, allongé, homogène, dessinant une enceinte de bois brute et rugueuse.

Aux endroits stratégiques d'accès, cette enceinte s'ouvre grâce à l'extrusion de volumes colorés, lisses et brillants en contraste (haut, bas, longs, étroits).

Les longs toits inclinés, recevant les panneaux photovoltaïques hybrides permettent de rabaisser les volumes à une échelle humaine.



Figure 18: la vue globale du projet de lycée de Carquefou

Source : Laurence Guim, 2013, Présentation du projet architectural du futur lycée de Carquefou réadapté par l'auteur

#### III.1.1.5 Etude de l'intérieur :

Ce futur lycée se composera de locaux ouverts sur le territoire comme la salle polyvalente (240 places), le service restauration (capacité 800 rationnaires), la résidence hébergement (60 places extensible à 80) et de locaux plus spécifique à l'établissement tels que les locaux d'enseignement, la vie scolaire, le CDI, le pôle santé social, les espaces de rencontre des enseignants et l'administration. 8 logements de fonction sont également réalisés sur le site.

Le rez-de-chaussée se compose d'une variété d'espaces conçus pour faciliter l'activité principale de ce bâtiment avec une disposition linéaire des locaux d'enseignements dans une partie, de l'autre partie de la conception se trouve tout ce qui restauration, logistique, administration, espace enseignant... etc.

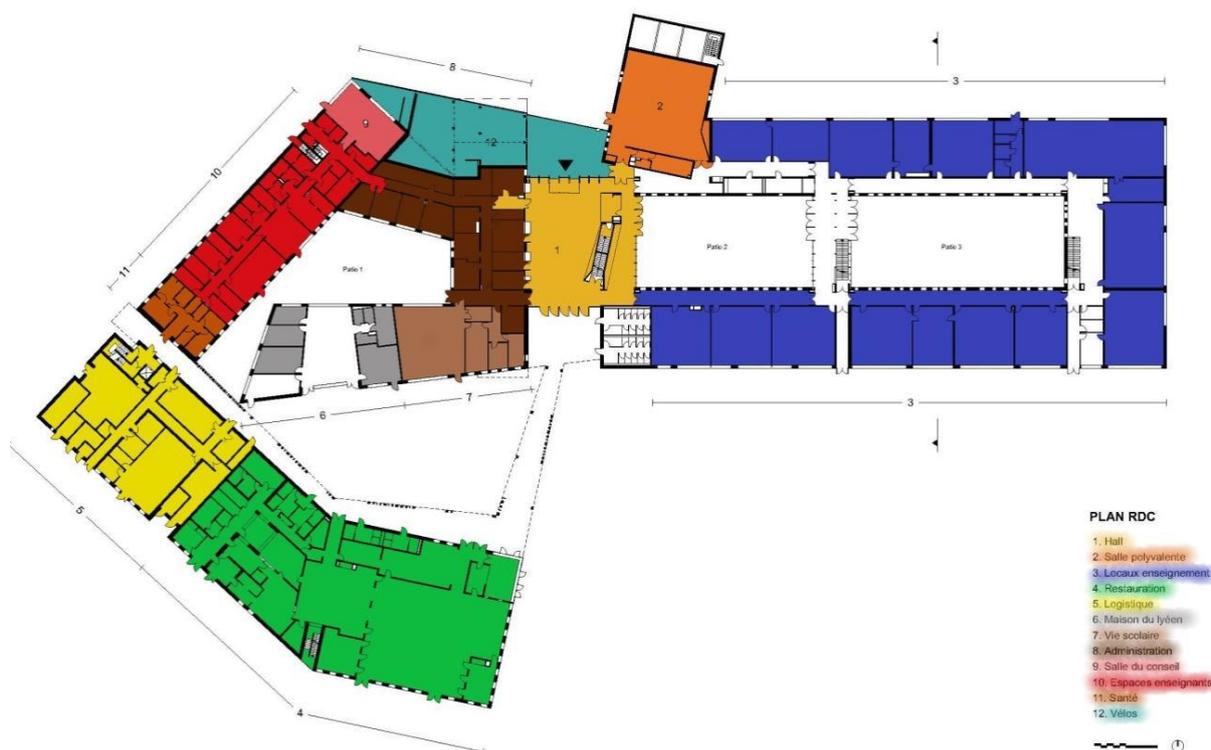


Figure 19: plan du rez de chaussé du lycée

Source : Novabuild entreprise, 2016, Lycée Nord-Est de Nantes à Carquefou, réadapté par l'auteur

Le premier étage contient seulement des locaux d'enseignements dans la première partie, dans l'autre partie se trouve le CDI, l'internat et le local technique. Le reste de ce niveau représente un espace non aménagé.

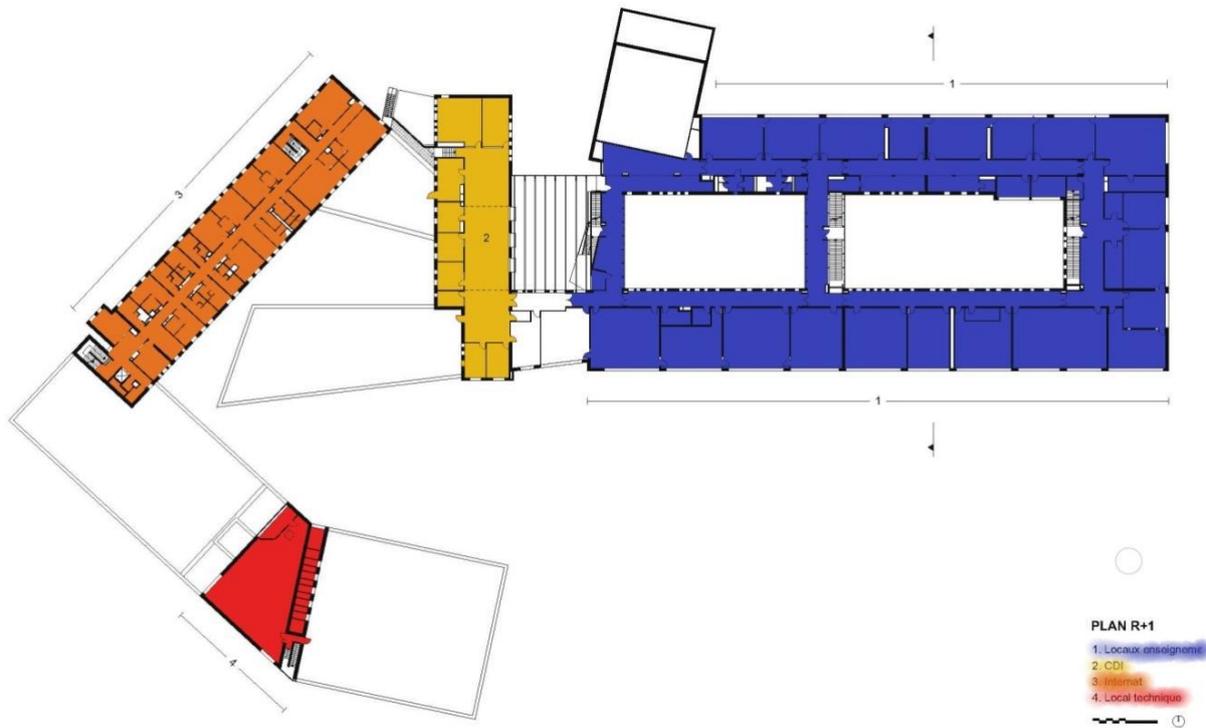


Figure 20: plan du premier étage du lycée

Source : Novabuild entreprise, 2016, Lycée Nord-Est de Nantes à Carquefou, réadapté par l'auteur

### III.1.1.6 Façades :

Façades Pantone :

Côté façades, une façade principale en mouvement, composée de plusieurs formes accolées et légèrement différentes dans une continuité aperçue. Cette continuité est cassée dans le point d'entrée par la présence d'un petit volume qui est placé en extrémité pour dégager l'entrée.

Les volumes singuliers se parent de panneaux de bardage métallique, lisses, brillants, aux couleurs vives et chatoyantes. Dégradés de rouge, bleu et jaune-vert aux accents futuristes.

Ce ne sont pas moins de 21 couleurs Pantone qui ont été choisies par l'architecte et qui se marient avec le bardage de bois qui habille les linteaux et les allèges le long des bandeaux de fenêtre des bâtiments principaux. Au total, le lycée intègre 477 m<sup>3</sup> de bois (bardage, charpente, logements à ossature bois, etc.)

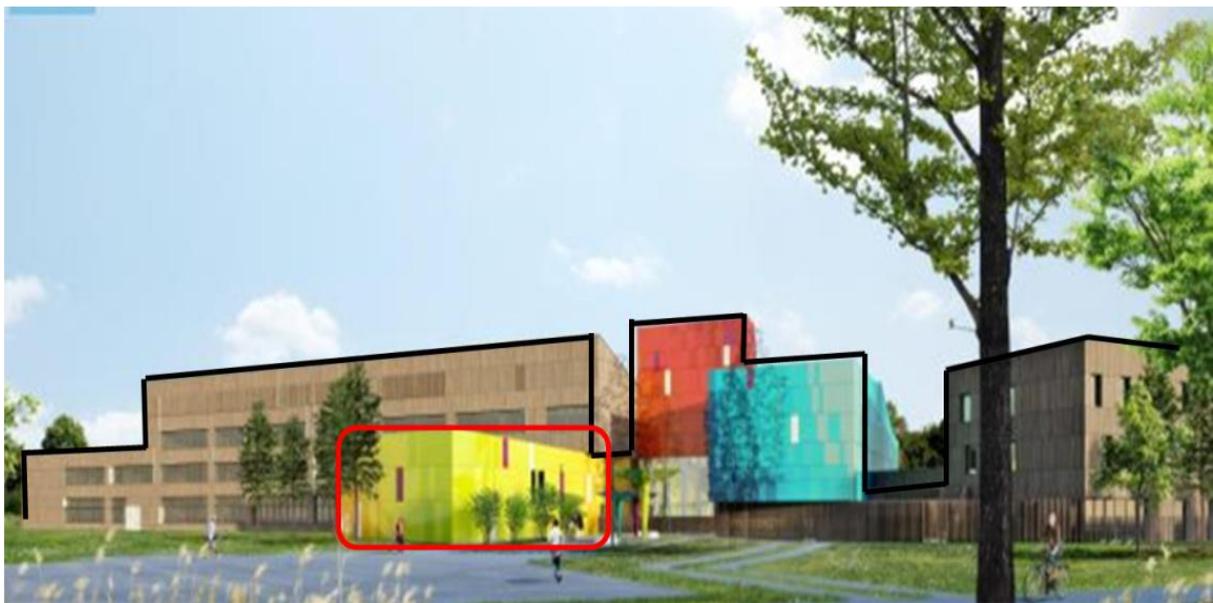
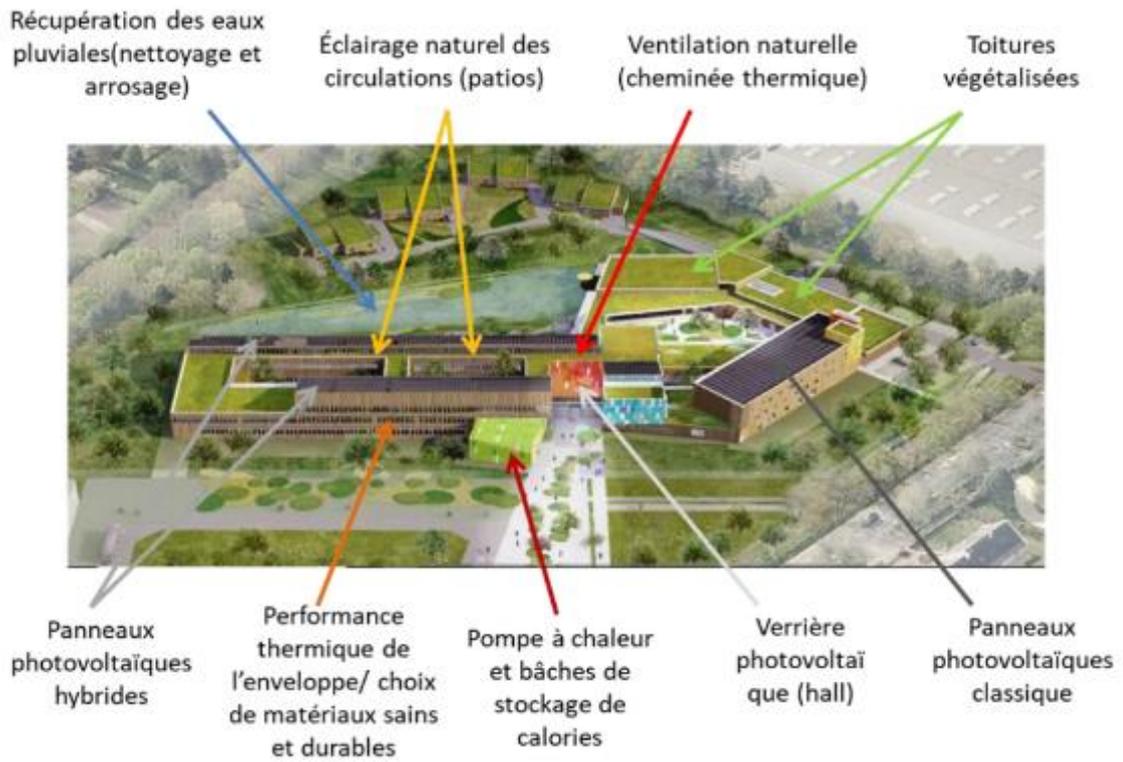


Figure 21: façade principale du projet

Source : Novabuild entreprise, 2016, Lycée Nord-Est de Nantes à Carquefou, réadapté par l'auteur.

### III.1.1.7 Techniques constructives :

### III.1.1.8 Matériaux :

Les façades à structure béton sont recouvertes et isolées par l'extérieur avec bardage métallique ou bois.

Ce bardage en bois provient de forêts gérées durablement.



Figure 22: bardage en bois certifiés PEFC

Source : Soprema entreprises, 2017, CARQUEFOU (44) INAUGURE UN NOUVEAU LYCÉE FUTURISTE 100% ENERGIES RENOUVELABLES LABELLISÉ BEPOS, Carquefou

### III.1.1.9 Eco gestion :

#### ➤ Gestion de l'énergie :

Les architectes ont abordé la performance énergétique du bâtiment en deux temps :

Le premier a consisté à réduire les besoins à leur strict minimum par un travail intelligent d'orientation, d'enveloppe et de stratégies passives, reposant sur des principes bioclimatiques.

Le deuxième temps a été celui de la production de l'énergie nécessaire aux besoins résiduels.

Le lycée est chauffé à 100 % par les énergies renouvelables :

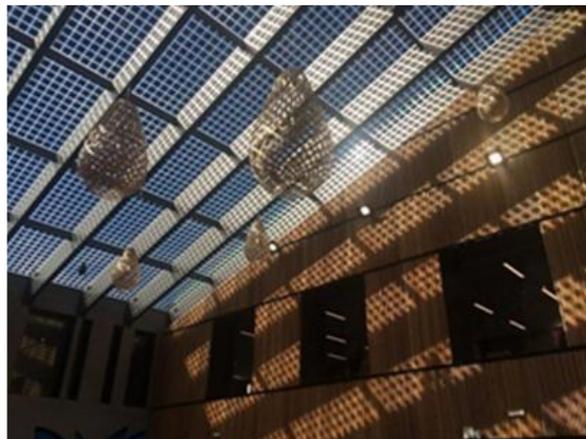
Sur le projet cohabitent trois types de panneaux photovoltaïques.

- Outre le champ de 1 037 m<sup>2</sup> de panneaux hybrides.
- le hall d'entrée est coiffé d'une verrière photovoltaïque de 150 m<sup>2</sup>
- la toiture-terrasse de l'internat porte environ 500 m<sup>2</sup> de panneaux PV classique.



*Figure 23: les panneaux hybrides des toitures des blocs d'enseignement*

*Source : Novabuild entreprise, 2016, Lycée Nord-Est de Nantes à Carquefou.*



*Figure 24: verrière photovoltaïque du hall d'entrée*

*Source : Novabuild entreprise, 2016, Lycée Nord-Est de Nantes à Carquefou.*

*Figure 25: panneaux PV classique des toitures terrasses de l'internat*

*Source : Novabuild entreprise, 2016, Lycée Nord-Est de Nantes à Carquefou.*



➤ **Gestion de l'eau :**

Un système de récupération de l'eau pluviale (30 m<sup>3</sup>) a été prévu pour le nettoyage, l'arrosage et les chasses d'eau des toilettes (ce qui permet de réduire de 44% les besoins de l'établissement en eau potable).



Figure 27: zone de récupération des eaux pluviales derrière les blocs d'enseignement



Figure 26: bache à eaux pour la récupération d'EP (30 m<sup>3</sup>)

Source : Novabuild entreprise, 2016, Lycée Nord-Est de Nantes à Carquefou, réadapté par l'auteur

### III.1.1.10 Confort :

➤ confort hygrothermique :

- 2 300 m<sup>2</sup> d'isolation en laine de verre ont été posés en 2 couches de 100 mm pour une résistance thermique performante de l'enveloppe

- Cheminée thermique pour la ventilation naturelle du hall.



*Figure 28: l'isolation thermique des parois*

*Source : Novabuild entreprise, 2016, Lycée Nord-Est de Nantes à Carquefou.*



*Figure 29 : la cheminée thermique du hall d'entrée en rouge*

*Source : captée d'après une vidéo YouTube*

### III.1.1.10.1 Confort visuel :

- Protections solaires extérieures au sud et à l'ouest.
- Gestion de la lumière naturelle.



Figure 30 : des étagères à lumière de la partie sud du projet

Source : Soprema entreprises, 2017, CARQUEFOU (44) INAUGURE UN NOUVEAU LYCÉE FUTURISTE 100% ENERGIES RENOUVELABLES LABELLISÉ BEPOS, réadapté par l'auteur

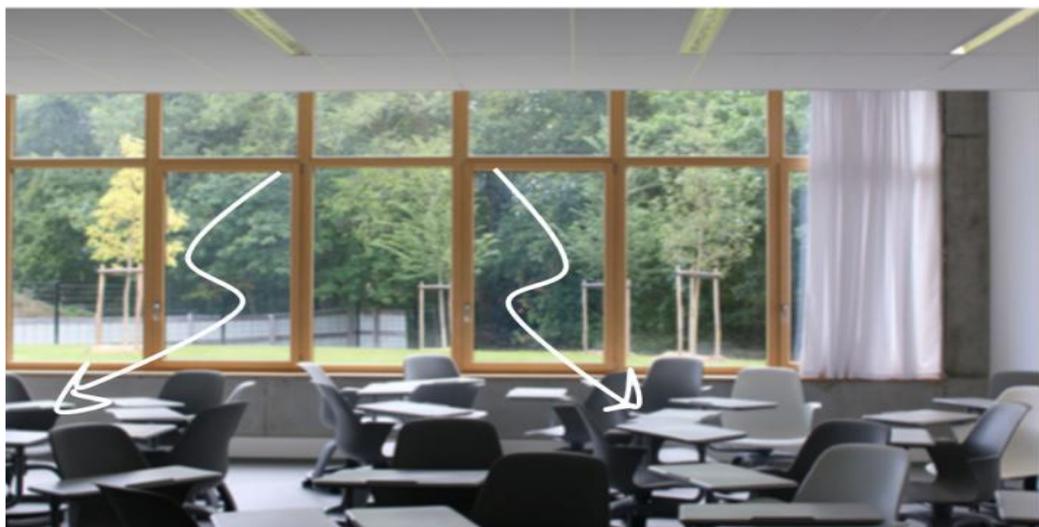


Figure 31: gestion de la lumière naturelle à l'intérieur des salles de classes

Source : Soprema entreprises, 2017, CARQUEFOU (44) INAUGURE UN NOUVEAU LYCÉE FUTURISTE 100% ENERGIES RENOUVELABLES LABELLISÉ BEPOS, réadapté par l'auteur

### **III.1.1.11 Santé hygiène :**

- Nettoyage des réseaux de ventilation avant livraison.
- Mesures des champs électromagnétiques à la livraison.
- Analyses d'eaux à la livraison.
- Protection du réseau de récupération EP.
- Classement A+ de tous les produits en contact avec l'air intérieur.

#### **Synthèse :**

Ce lycée avec sa conception et sa réalisation s'inscrivent dans le cadre des établissements respectueux de l'environnement Il présente de nombreuses techniques remarquables dans le domaine de la haute qualité environnementale mais il se distingue surtout par la maîtrise de sa perte de chaleur et sa faculté à pouvoir produire plus d'énergie qu'il n'en consomme.

### **III.1.2 Lycée Jean Jaurès (pic saint loup) :**

#### **III.1.2.1 Présentation du projet :**

C'est en 1999, sur la base d'une analyse mettant en avant la nécessité d'une « région plus propre et conforme à la protection de l'environnement », que la Région de Saint-Clément-de-Rivière, au nord de Montpellier s'est décidée à mettre en œuvre un premier projet de lycée HQE en Languedoc Roussillon.

La conception du lycée se fonde sur trois objectifs :

- lier la forme à la stratégie climatique
- fusionner le bâtiment avec le terrain
- concevoir un édifice économe en coût de fonctionnement et d'entretien.



Figure 32: la vue générale du lycée Jean Jaurès

Source : MYLÈNE GLIKOU, HQE® : démarche et enjeux - Lycée dans l'Hérault Un établissement scolaire respectueux de l'environnement-, construction moderne/ N ° 1 2 3

Fiche technique :

- Lycée Jean Jaurès – zone Saint Sauveur – Saint Clément de Rivière
- Capacité : 1400 élèves
- Surface du bâti : 15000 m<sup>2</sup>
- Intervenants :
- Maître d'ouvrage : région Languedoc Roussillon
- Maître d'ouvrage : Pierre Toure, architecte / Serge Sanchi, chef de projet
- Consultant HQE : tribu <sup>32</sup>

### III.1.2.2 Situation ;

Le site qui accueille le lycée, lui-même ouvert en 2003, appartient à une zone d'activités périurbaine sur la commune de Saint Clément de Rivière au nord de Montpellier.

Le terrain a une surface de 50000 m<sup>2</sup>, est situé au sommet d'une colline de garrigue et de pins.

---

<sup>32</sup> Agence Cim béton, lycée Jean Jaurès – pic saint loup -, paris.



*Figure 33; situation du lycée Jean Jaures*

*Source : Google maps, 2019, réadapté par l'auteur*

### **III.1.2.3 Plan de masse :**

Cette opération, Haute Qualité Environnementale, s'inscrit dans un site naturel au relief marqué s'ouvrant sur un paysage grandiose : le Pic St Loup.

Une implantation obéit aussi à une "stratégie climatique" qui vise à favoriser l'éclairage et la ventilation naturelle des locaux.

Quatre fins parallélépipèdes sont posés sur ce socle perpendiculairement à la pente.

En partie haute du terrain, se trouvent le restaurant, très ouvert sur le paysage, l'internat, le plateau sportif et les logements de fonction disséminés dans la garrigue avec des vues privilégiées sur le fameux Sommet du Pic Saint-Loup.



Figure 34: plan de masse du projet

Source : Agence Cim béton, lycée Jean Jaurès – pic saint loup -, paris, réadapté par l'auteur.

#### III.1.2.4 Composition volumétrique :

L'architecte fragmente le programme en plusieurs entités pour éviter d'avoir un ensemble trop massif en volume et tire parti de la pente naturelle du terrain relativement importante descendant dans le sens est-ouest.

Et donc poser les constructions sur le site rocheux sans bouleverser ce dernier.



Figure 35: la volumétrie

Source : Agence Cim béton, lycée Jean Jaurès – pic saint loup -, paris.

### III.1.2.5 Plan de l'établissement :



Figure 36: les principales entités fonctionnelles du lycée

- A, B, C, D, E, F bâtiments d'enseignements.
- 1 restaurant 2 internat 3 plateau sportif.
- 4 cybers cafétéria 5 centres de documentation 6 Administration.

### III.1.2.6 Façades :

Les façades montrent la texture de chaque niveau dans le bâtiment dont le rez-de-chaussée est réalisé par la pierre et le premier est en béton teinté en rouge et blanc.

Les façades est et ouest sont caractérisées par la discontinuité grâce à l'éclatement du projet dont les blocs sont décalés l'un par rapport à l'autre.

L'entrée principale dans la façade ouest est marquée par une ombrière constituée de panneaux colorés et de panneaux photovoltaïques.

Toutes les façades sud des bâtiments d'enseignement sont équipées « d'étagères à lumière », associées aux larges débords de toiture en béton blanc.



*Figure 37: façade principale du projet*

Source : Agence Cim béton, lycée Jean Jaurès – pic saint loup -, paris.



*Figure 38: les étagères à lumières des façades sud du lycée*

Source : Agence Cim béton, lycée Jean Jaurès – pic saint loup -, paris, réadapté par l'auteur.



Figure 39: façades nord du lycée sans aucune protection soleil

Source : MYLÈNE GLIKOU, HQE® : démarche et enjeux - Lycée dans l'Hérault Un établissement scolaire respectueux de l'environnement-, construction moderne/ N° 1 2 3

Par contre les façades nord ne contiennent aucune brise soleil.

### III.1.2.7 Techniques constructives :

#### III.1.2.7.1 Eco construction :

##### ➤ relation harmonieuse avec l'environnement :

Une architecture en béton claire peinte aux couleurs locales, des formes planes harmonieusement posées sur la garrigue, respectueuses des courbes naturelles du terrain et alliées de la stratégie climatique des bâtiments. Telle une excroissance du terrain, cette réalisation est en osmose totale avec le site naturel.

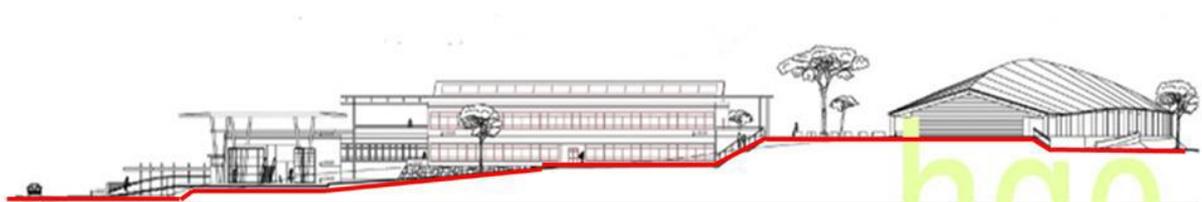


Figure 40: implantation du projet respectueuse aux courbes naturelles du terrain

Source : Agence méditerranéenne de l'environnement, construire un bâtiment respectueux de l'environnement, réadapté par l'auteur

##### ➤ Matériaux :

Choisir des matériaux et composants à faible entretien : Béton et pierre se fondent harmonieusement sur le site, répondant d'un point de vue pratique aux critères d'entretien et de durabilité, et d'un point de vue architectural aux exigences esthétiques et d'intégration au décor.



*Figure 41 :le béton et la pierre comme matériaux fondamentaux de construction du projet*

*Source : Agence Cim béton, lycée Jean Jaurès – pic saint loup -, paris.*



*Figure 42:l'utilisation du bois dans l'entrée principale*

*Source : Agence Cim béton, lycée Jean Jaurès – pic saint loup -, paris.*

### III.1.2.7.2Eco gestion :

#### ➤ Gestion de l'énergie :

Pas de projet HQE sans l'utilisation d'énergie renouvelables et parmi les objectifs de ce projet était la limitation de la puissance électrique. Alors qu'habituellement la puissance installée dans un lycée était de l'ordre de 800 kW, pour ce projet il était demandé de ne pas dépasser 160 kW.

1. Analyse et mesure des régimes de vent in situ, une campagne de mesure sur douze mois à 25m de hauteur pour vérifier le potentiel éolien du site :
  - Adoption d'une ventilation mécanique qui équipe les locaux fumeurs, la restauration, la salle polyvalente ou les pièces à pollution spécifique.
  - Partout ailleurs, il a été décidé de favoriser la ventilation hybride (très employée en Suisse avec une base mécanique simple flux et un appoint naturel par des dispositions architecturales, ou une ventilation entièrement naturelle mais simple.
  - Implantation d'une éolienne d'une puissance de 10 à 20 kW.
2. Audits énergétiques sur le parc des lycées de la région Languedoc-Roussillon. Ces audits permettent de positionner les consommations futures du lycée et de fixer les choix :
  - Fourniture d'eau chaude solaire sous forme de capteurs solaires individuels disposés en toiture terrasse sur les logements de fonction.
  - Equipement d'une installation photovoltaïque d'une puissance de 5 à 10kw de photopiles.<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> Agence méditerranéenne de l'environnement, *construire un bâtiment respectueux de l'environnement – retour d'expérience : le lycée HQE du pic saint loup réalisé par la région -, région Languedoc Roussillon.*

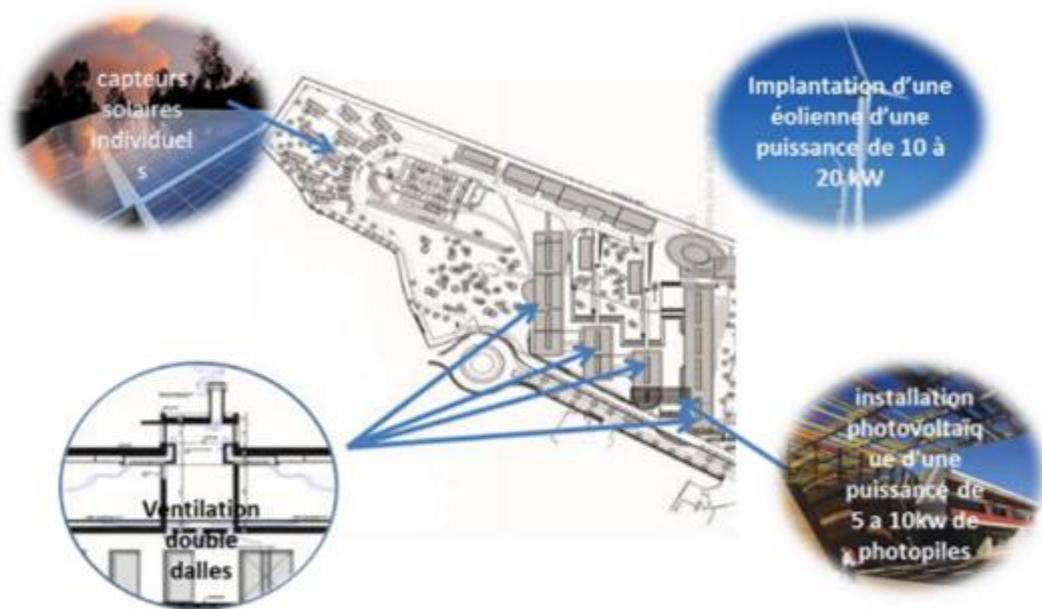


Figure 43 :les différentes sources d'énergie renouvelable dans le projet

Source : Agence Cim béton, lycée Jean Jaurès – pic saint loup -, paris, réadapté par l'auteur.

➤ **gestion de l'eau :**

- Audit eau sur le parc des lycées de la région Languedoc-Roussillon :
- Cet audit permet de positionner les consommations d'eau dans une fourchette à la fois exigeante et réaliste Perméabilité des sols de la parcelle.
- Cette étude permet de vérifier la capacité d'un sol à absorber une pluie d'orage.

**III.1.2.7.3 Confort :**

➤ **Confort hygrothermique :**

L'enjeu majeur est de répondre à l'objectif de confort thermique d'été. Pour ce faire, il s'agit de ne pas dépasser 28 °C dans les salles de classe au mois de juin et au mois de septembre, sans climatisation, pour une température extérieure de 33 °C.<sup>34</sup>

Pour répondre à cet objectif La bonne orientation et la protection solaire sont des conditions indispensables, mais non suffisantes.

À cela le rafraîchissement des locaux d'enseignement est assuré par un système de ventilation naturelle qui utilise l'inertie thermique du bâtiment grâce à un double plancher. L'air neuf circule entre ces deux dalles, puis traverse les classes avant d'être évacué en toiture par des tourelles à hélices activées par le vent.

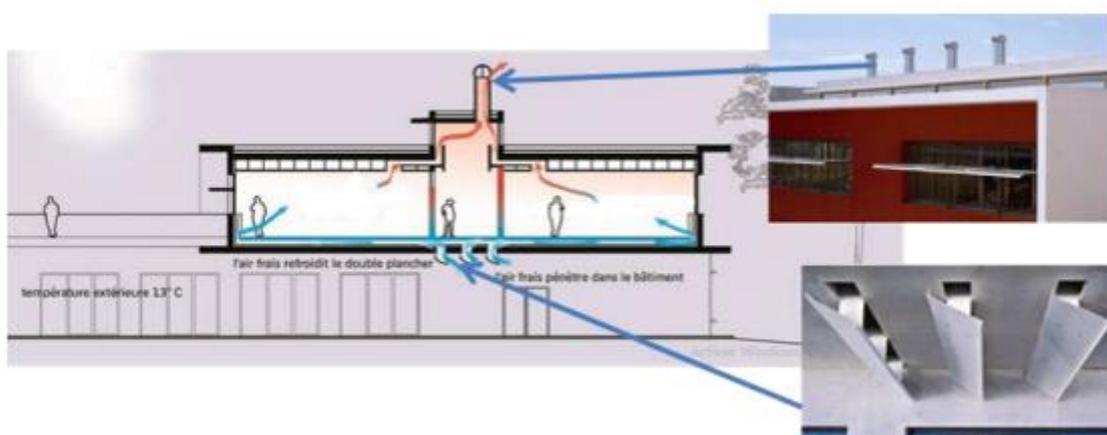


Figure 44: système de double planché pour la ventilation naturelle

Source : MYLÈNE GLIKOU, HQE® : démarche et enjeux - Lycée dans l'Hérault Un établissement scolaire respectueux de l'environnement-, construction moderne/ N° 1 2 3 réadapté par l'auteur

## Synthèse :

Eu égard aux objectifs affichés, le lycée est une réussite tant sur le plan architectural, qui tire le meilleur parti de l'environnement, que sur celui de l'éco-gestion, par la mise en place de dispositifs efficaces et astucieux.

<sup>34</sup> MYLÈNE GLIKOU, HQE® : démarche et enjeux - Lycée dans l'Hérault Un établissement scolaire respectueux de l'environnement-, construction moderne/ N° 1 2 3 •15, P.21

### **III.1.3 Lycée de Ben Djerrah :**

#### **III.1.3.1 Présentation :**

L'établissement représente un lycée public, programmé de 1000/300 places, regroupé d'un bloc pédagogique, une salle de sport et des logements d'astreinte. Qui se situe au nord-est de la commune de ben djerrah qui fait partie de la ville de Guelma.



*Figure 45: vue générale du projet*

*Source : réadapté par l'auteur.*

#### **III.1.3.2 L'environnement immédiat :**

L'établissement est inséré dans un contexte mixte entre l'urbain qui est constitué d'un CEM et un jardin public et l'autre naturel, délimité par :

Le nord : un terrain agricole.

L'est : un contexte naturel.

Le sud : jardin public et équipement.

L'ouest : CEM



Figure 46: situation du lycée

Source : Google earth, réadapté par l'auteur.

### **III.1.3.3 L'accessibilité :**

Ce lycée est accessible seulement par deux voies la première donne sur l'entrée principale et la deuxième sur l'accès parking.

### **III.1.3.4 Le plan de masse :**

La conception fonctionnelle de ce lycée est organisée selon trois blocs: un bloc pédagogique (bloc 01), salle de sport (bloc 02) et les logements d'astreinte (bloc 03).

La hauteur de ces blocs se varie entre le RDC et R+1.

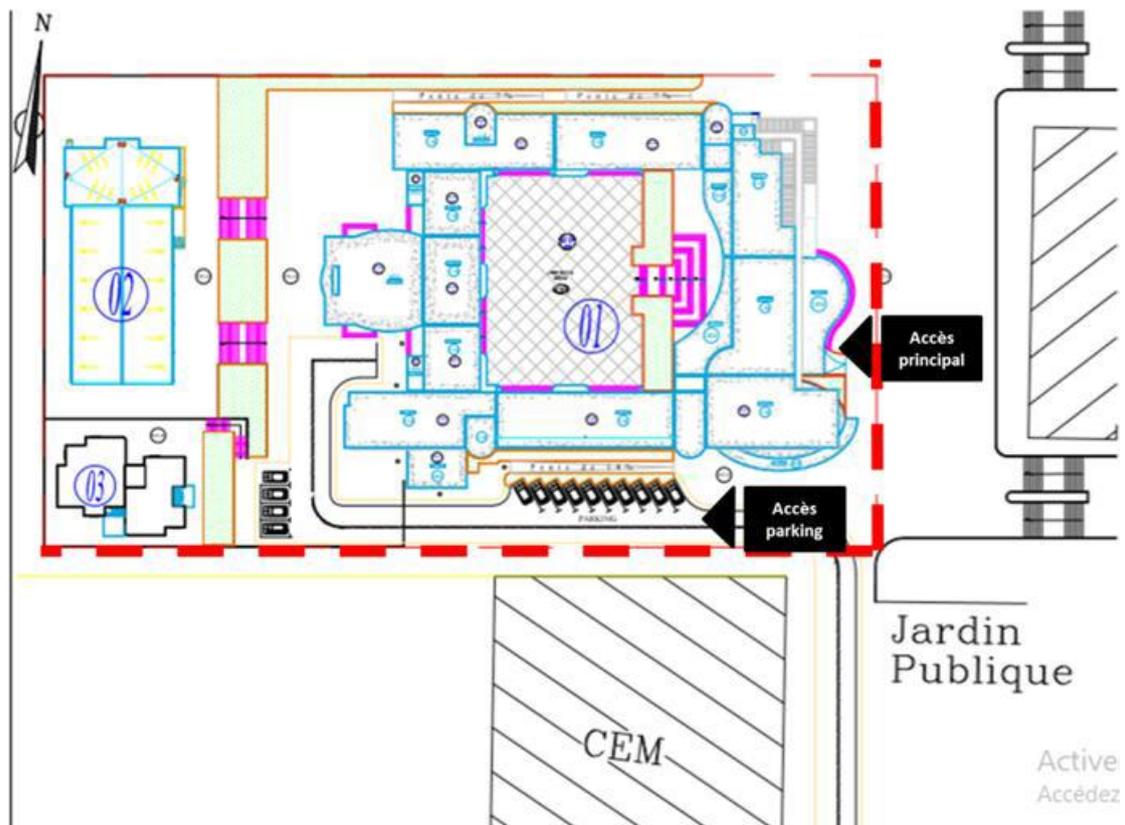


Figure 47: plan de masse du projet

Source : ADLEP, 2020, Guelma, réadapté par l'auteur

### III.1.3.5 Volumétrie :

Une composition géométrique simple dont les blocs pédagogiques sont présentés dans un seul volume compact organisé autour d'un patio de récréation central, un autre volume qui représente le bloc sportif et un dernier qui est préservé pour les logements d'astreinte. Tous ces blocs sont bien intégrés dans l'assiette.

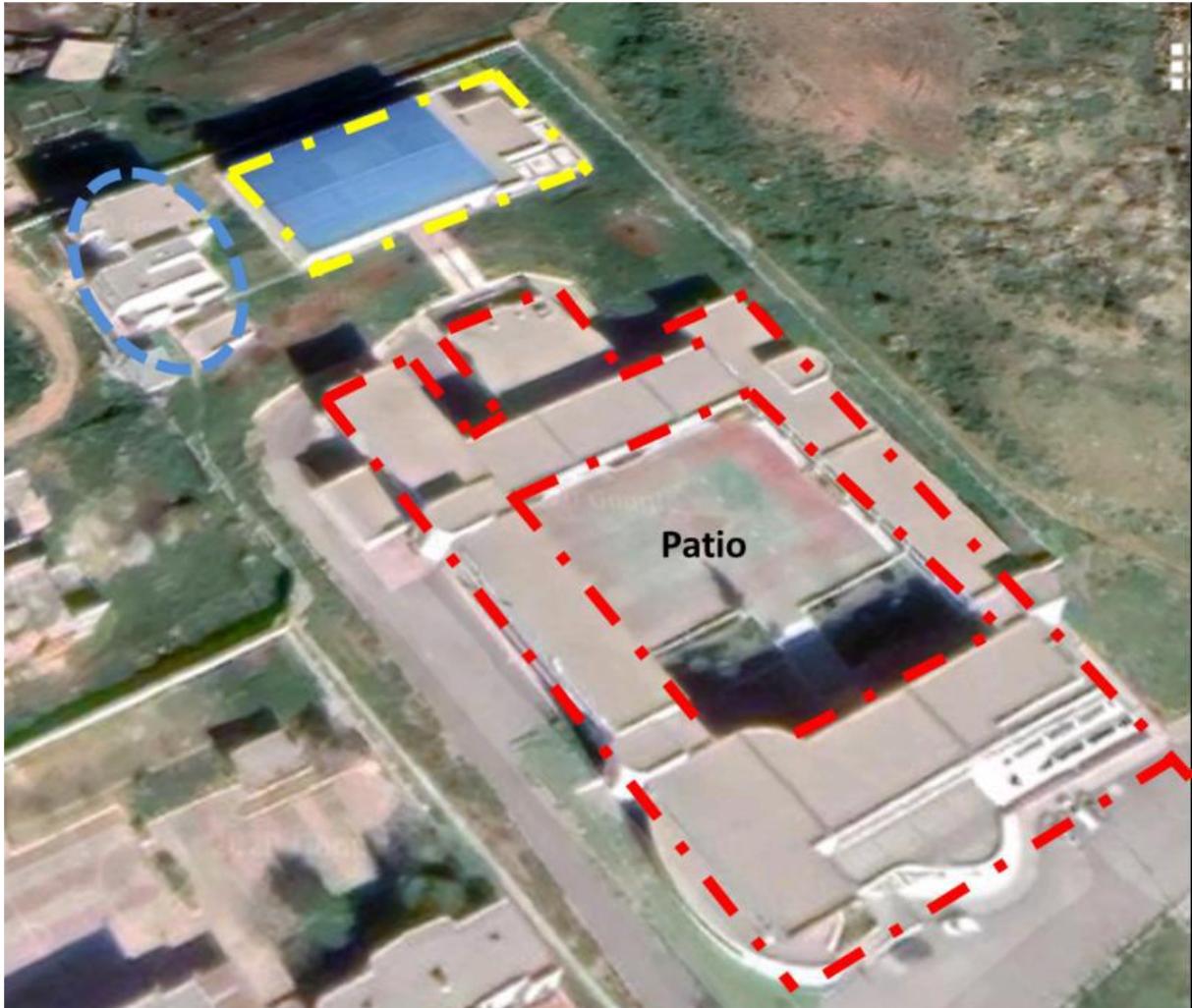


Figure 48: la volumétrie

Source : Google earth, 2022, réadapté par l'auteur.

### III.1.3.6 Façades :

Coté façade, une façade principale asymétrique marquée par son entrée et la répétition des ouvertures en forme rectangulaire simple.



Figure 49: façade principale du projet.

Source : DEP, 2022, Guelma, réadapté par l'auteur

La façade latérale gauche représente une façade allongée dans son attribut le plus impressionnant est horizontalité.



Figure 50: façade latérale du lycée

Source : ADLEP, 2020, Guelma, réadapté par l'auteur

### III.1.3.7 Etude de l'intérieur :

Ce lycée est construit sur quatre niveaux, le sous-sol, le RDC, le premier et le deuxième étage  
Le niveau sous-sol est partiellement aménagé, il contient seulement l'auditorium et l'administration

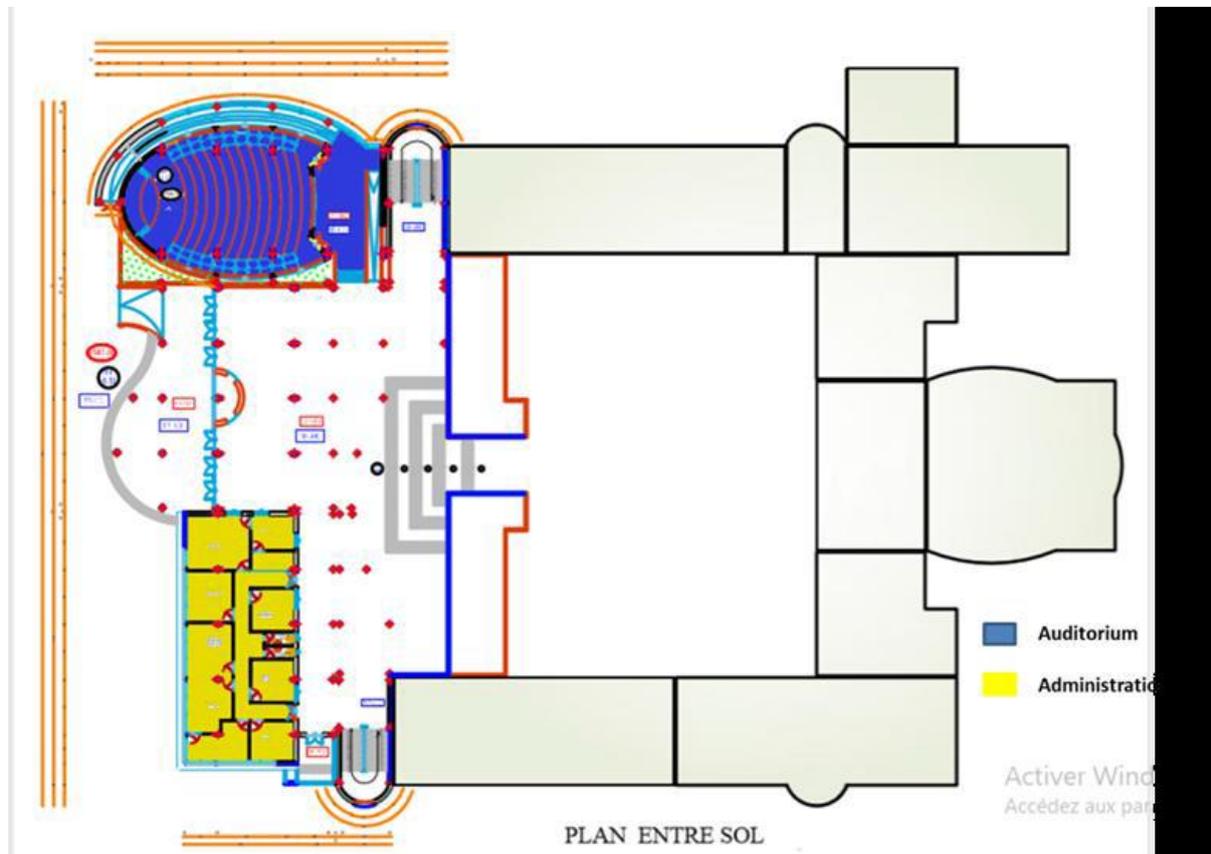


Figure 51: plan entre sol

Source DEP, 2022, Guelma, réadapté par l'auteur

Le RDC contient des salles ordinaires alignées dans le côté sud, des laboratoires de sciences dans le nord, une bibliothèque et un réfectoire.

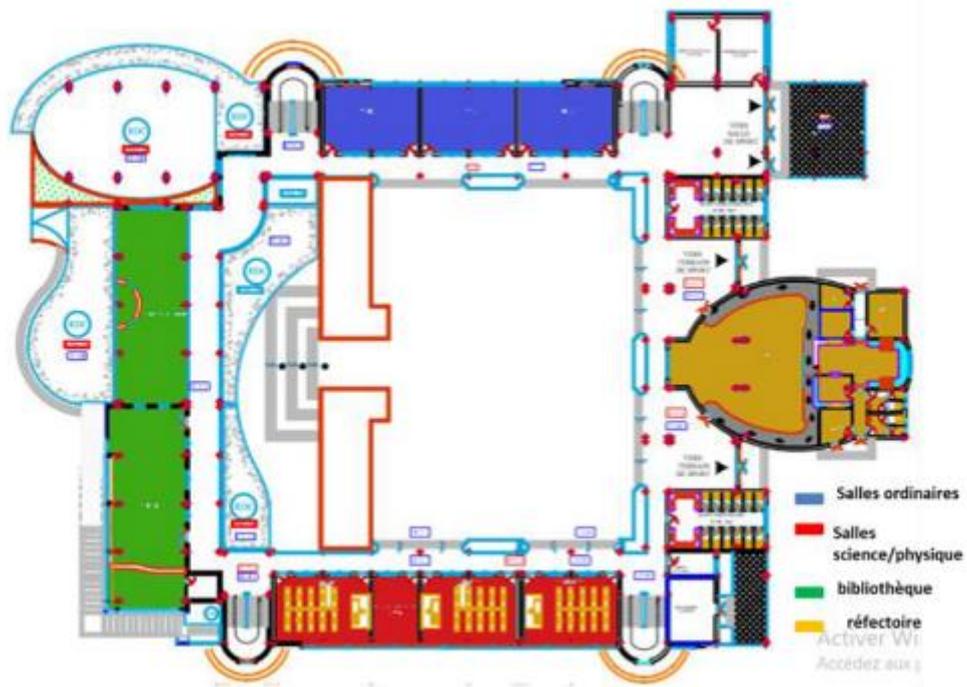


Figure 52: plan RDC du lycée

Source : DEP, 2022, Guelma, réadapté par l'auteur

Le premier étage est préservé dans sa majorité pour les salles ordinaires qui occupent tous les côtés nord, est et sud. Dans le côté ouest se trouve les salles des enseignants et la salle polyvalente.

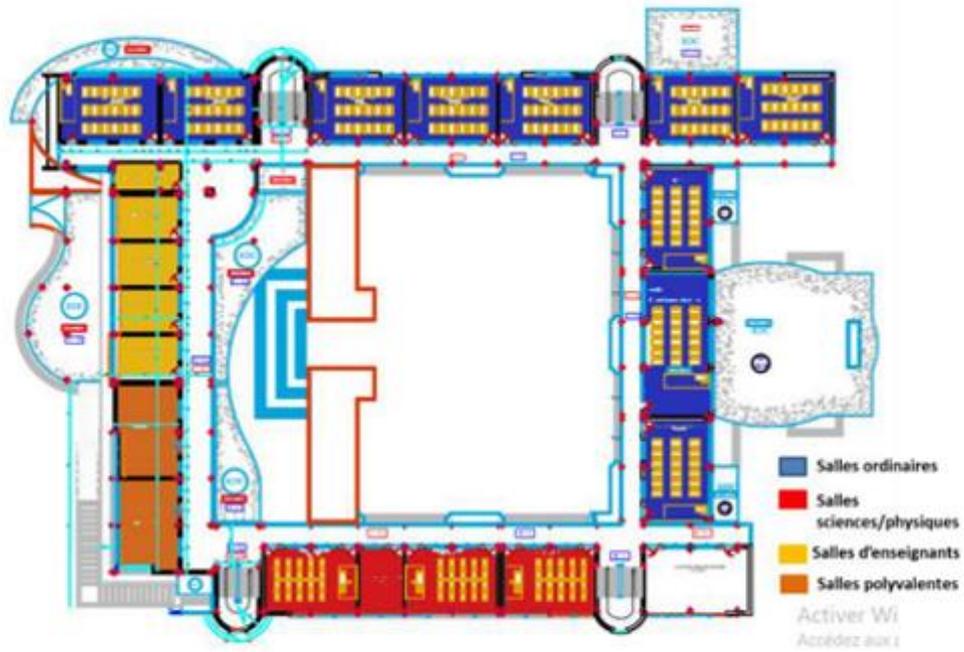


Figure 53: plan 1er étage

Le deuxième étage est aménagé seulement dans le côté sud par des salles ordinaires.

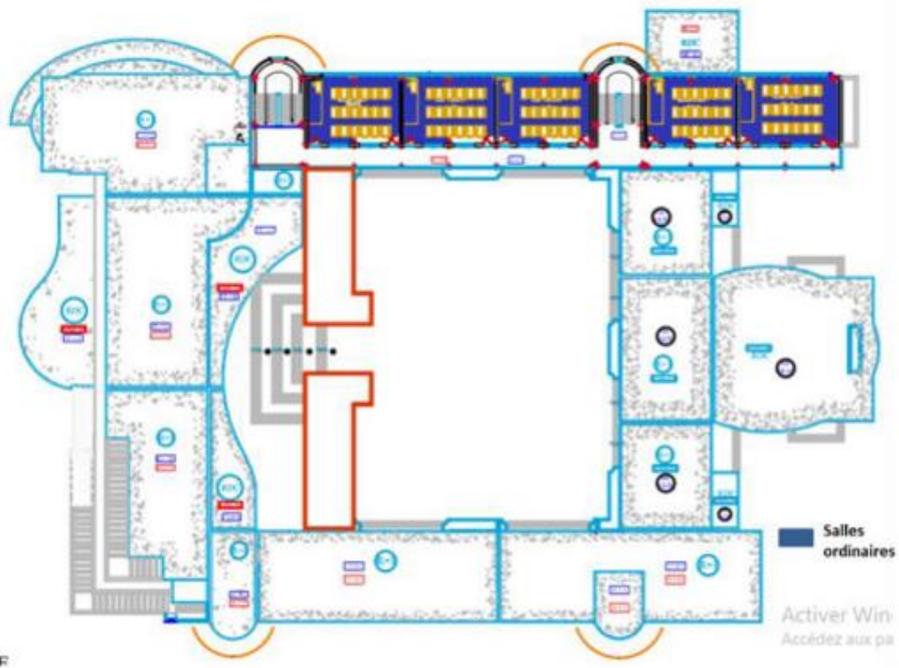


Figure 54: plan 2ème étage

Source : ADLEP, 2020, Guelma, réadapté par l'auteur

### III.1.3.8 Evaluation qualitative environnementale du lycée :

#### III.1.3.8.1.1 Eco construction :

Le lycée est bien intégré dans son assiette, construit d'une manière à respecter la pente et donc il présente une relation harmonieuse avec son terrain. Utilisation d'un seul matériau de construction : le béton et l'absence totale des éco-matériaux.

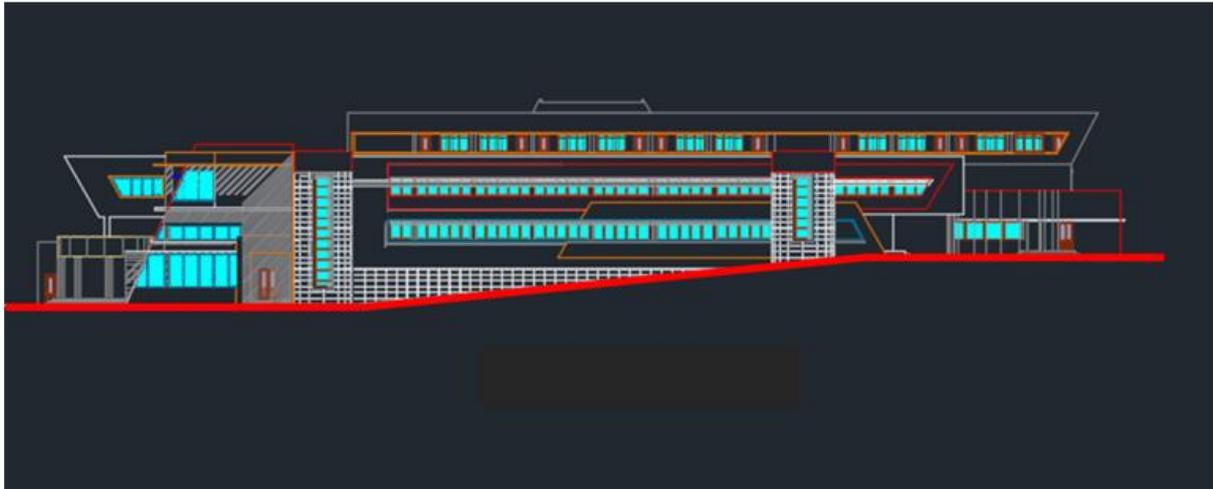


Figure 55: coupe sur le projet

Source : DEP, 2022, Guelma, réadapté par l'auteur



Figure 56:l'intégration du projet dans l'assiette

Source : DEP, 2022, Guelma

### III.1.3.8.1.2 Eco gestion :

Aucun signe de renforcement de la réduction de la demande et des besoins énergétiques, que ce soit par l'orientation ou par l'emplacement des dispositifs astucieux et efficaces, avec le manque d'utilisation des énergies renouvelables telle que l'énergie solaire, l'éolienne et même la géothermie qui peut présenter un choix efficace dans le cas de ce projet qui contient un sous-sol.



Figure 57: une coupe qui montre les différents niveaux (le sous-sol encadré par le rouge)

Source : DEP, 2022, Guelma, réadapté par l'auteur

Coté gestion des eaux, manque des zones d'assainissement et de collecte des eaux usées et pluviales pour les réutiliser dans l'arrosage et les sanitaires.

Dans ce projet ils n'ont pas conçu des dépôts des déchets d'activités adaptées aux modes actuelles avec une gestion différenciée.

### III.1.3.8.1.3 Confort :

La majorité des salles de classes ordinaires sont mal orientées et donc elles vont souffrir du manque d'une homogénéité hygrothermique aussi d'un problème d'éclairage naturelle.

Aucune utilisation des matériaux isolants pour bénéficier d'un confort thermique ou une isolation acoustique mais ça n'empêche pas que le lycée se situe dans un endroit calme (contexte mixte entre l'urbain et le naturel).



*Figure 58: vue lointaine sur le projet*

Source : DEP, 2022, Guelma

#### **III.1.3.8.1.4 Condition sanitaire :**

Création de commodités pour les personnes aux besoins spécifiques, donc ils ont construit une rampe à côté des marches d'entrée. Aussi la présence des unités les plus importantes dans un établissement scolaire qui sont les salles ordinaires, la bibliothèque et le réfectoire au niveau du RDC.



*Figure 59: la rampe d'entrée pour les personnes aux besoins spécifiques*

Source : DEP, 2022, Guelma, réadapté par l'auteur

#### **III.1.3.8.1.5 Qualité de l'air :**

Absence des risques de pollution par les équipements qui entourent le lycée.

Manque de dispositifs et de solutions constructifs pour assurer une ventilation naturelle et donc une bonne qualité de l'air intérieur.

#### **Conclusion :**

D'après l'analyse des exemples, les responsables de ses projets afin d'assurer un environnement intérieurs de leurs lycées sains, confortable et satisfaisant pour les utilisateurs, au même temps maîtrisé leurs impacts sur l'environnement extérieur, les normes HQE étaient le choix le plus efficace dans leur cas.

## **IV Chapitre 04 : Cas d'étude**

## **Introduction :**

Dans ce chapitre nous consistons à présenter le programme retenu des exemples pour faire ensuite un programme officiel qui répond aux exigences en premier lieu, du terrain que nous allons l'analyser afin de bien intégrer le projet dans ce dernier et en deuxième lieu, d'une conception architecturale qui réponde à son tour aux principes du label HQE.

## **Présentation du terrain :**

Choix du terrain d'implantation : notre choix a été fait suivant ces critères :

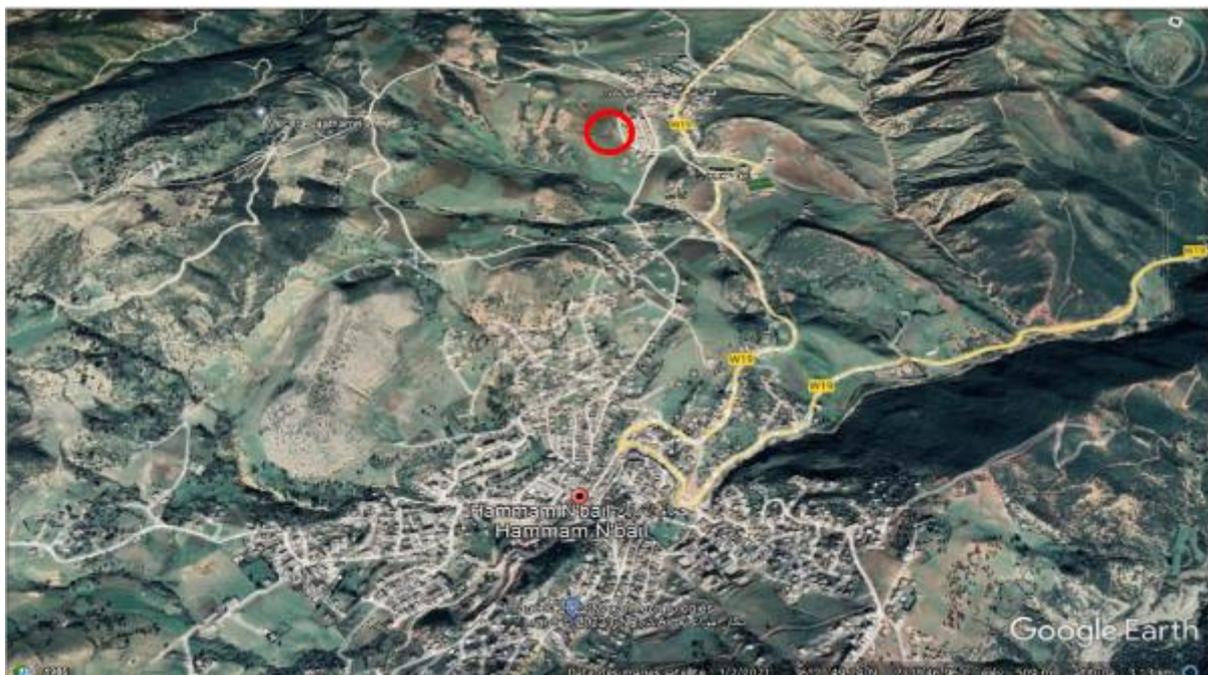
## **Motivation du choix :**

Choix du terrain d'implantation : notre choix a été fait suivant ces critères :

Un terrain réservé pour un lycée.

## **Situation :**

Le terrain se situe dans l'ouest de la commune de hammam nbail exactement le village de Ghaoui Mohammed seghir



*Figure 60: situation du terrain par rapport à la ville de hammam nbail*

Source : Google earth Auteur



Figure 61: le terrain

Source : google earth 2022 réadapté par l'auteur

### La qualité de L'environnement local :

Le site a une zone d'habitation dans la partie est de site.



Figure 62: limites immédiats du terrain

Source : Google earth, 2022, réadapté par l'auteur

### Accessibilité et mobilité :

- Présence d'une seule voie mécanique pour accéder le site.
- Présence d'une autre voie mécanique dans la partie est du site.



Figure 63: mobilité et accessibilité au site

Source : Google earth, 2022, réadapté par l'auteur

### Morphologie de terrain :



Figure 64: la limite de terrain

Le terrain a une forme presque trapézoïdale et une surface de 10130 m<sup>2</sup>.

## Topographie :

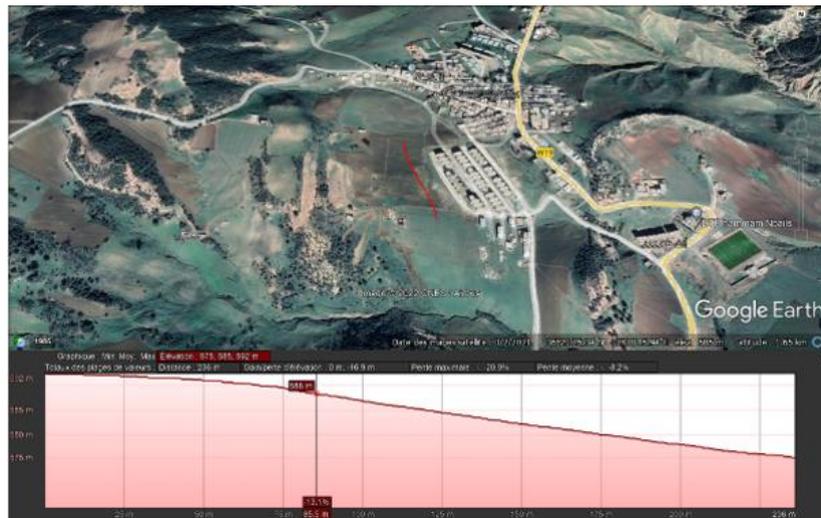


Figure 65: coupe transversale

Source : Google earth, 2022.



Figure 66: coupe longitudinale Source : Google earth, 2022

La pente de site est de 4 %

## Orientation et ensoleillement :

Le site est ensoleillé pendant tous les jours d'années.

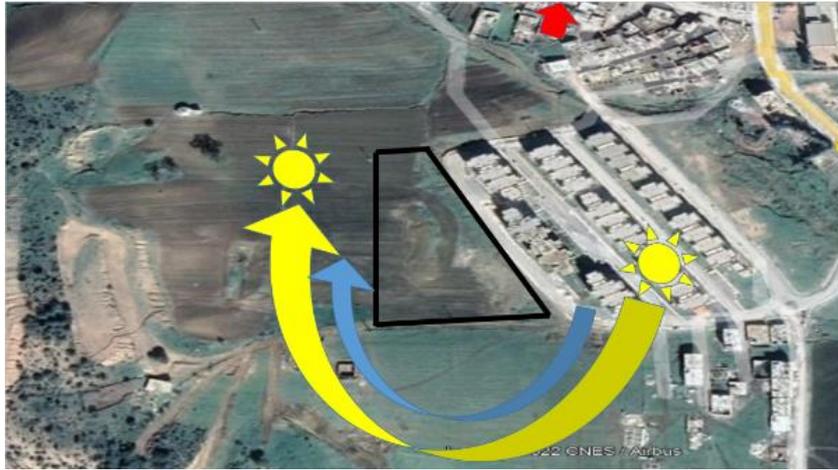


Figure 67: calcul de la position du soleil dans le ciel dans le mois de Juin et Décembre

Source : Google earth 2022

### **Synthèse :**

La situation du terrain dans des quartiers résidentiels ce qui peut assurer le maximum du développement socio-éducatif.

Le terrain profite d'un bon ensoleillement.

Environnement calme proche de la nature.

### **Programmation :**

Entités	Espaces	Exemple 01		Exemple 02		Exemples 03		programme officiel		programme retenu		
		Nombre	Surface m²	Nombre	Surface m²	Nombre	Surface m²	Nombre	Surface m²	Espaces	Surface	
Bloc pédagogique	Salle de classe ordinaire	11	72	17	65	15	/	20	62		65	
	Laboratoires de travaux pratiques	/	/	6	75	6	/	4	64		64	
	Salle de préparation	/	/	4	19/30	2	40/25	2	30		30	
	Laboratoire informatique	/	/	/	/	/	/	2	48		/	
	Atelier pour l'éducation artistique	/	/	/	/	/	/	2	72		/	
	Salle polyvalente	/	/	/	/	2	70	1	80		70	
	Bibliothèque et salle de lecture	/	/	1	220	1	/	1	120		120	
	Ampthéâtre	/	/	1	170	1	125	1	160		150	
	Bureau d'adjoint d'éducation	1	34	/	/	/	/	1	16		/	
	Atelier pour l'éducation musical	/	/	/	/	/	/	1			72	
	Salle pour élèves	1	/	4	75	3	/	2	45		45	
	Bureau du directeur	1	20	1	/	1	/	1	16		16	
	Bloc administratif	Bureau assistant du directeur	1	20	/	/	1	/	1	16		16
Secrétariat		1	17	1	/	1	/	1	9		10	
Salle des professeurs		1	100	2	29	1	/	1	50		50	
Lage		/	/	/	/	/	/	1	6		/	
Salle d'attente		1	22	1	62	/	/	1	16		16	
Salle d'archives		1	68	1	15	1	/	1	20		20	
Dépot / magasin		/	/	/	/	/	/	1	16		/	
Salle pour professeurs et personnel administratif		2	43	4	10	1	/	1	9		9	
Services		Atelier et dépôt ouvrier professionnel	/	/	1	/	1	/	1	60		60
		Chaufferie	1	/	1	/	1	/	1	30		30
	Poste transformateur et local pour groupe électrogène	1	/	1	/	1	/	1	40		40	
	Local pour abriter les équipements des énergies renouvelables	1	/	/	/	/	/	1	12		12	
	Bâche à eau et salle des machines	1	/	1	/	1	/	1	24		24	
	Aire de jeux	1	/	1	500	1	/	1	600		600	
	Hall d'entrée	/	/			1	10	1	16		/	
Salle de sport	Vestiaires élèves	1	/	2	50	2	20	2	32		32	
	Bureau du professeur avec vestiaire	1	/	2	8	2	6	2	12		12	
	Local matériel	1	/	/	/	1	16	1	16		16	
	Préam	1	/	/	/	/	/	1	16		/	
	Tapis brosse	1	/	/	/	/	/	1	8		/	
	Chaufferie	/	/	/	/	1	16	1	16		16	
	Logements de fonction	logements de 5 pièces	/	/	2	144	4	/	1	100		/
logements de 4 pièces		/	/	2	135	4	/	2	85		85	
logements de 3 pièces		/	/	2	130	4	/	4	70		70	

## Schéma de principe :

### La genèse de la forme :

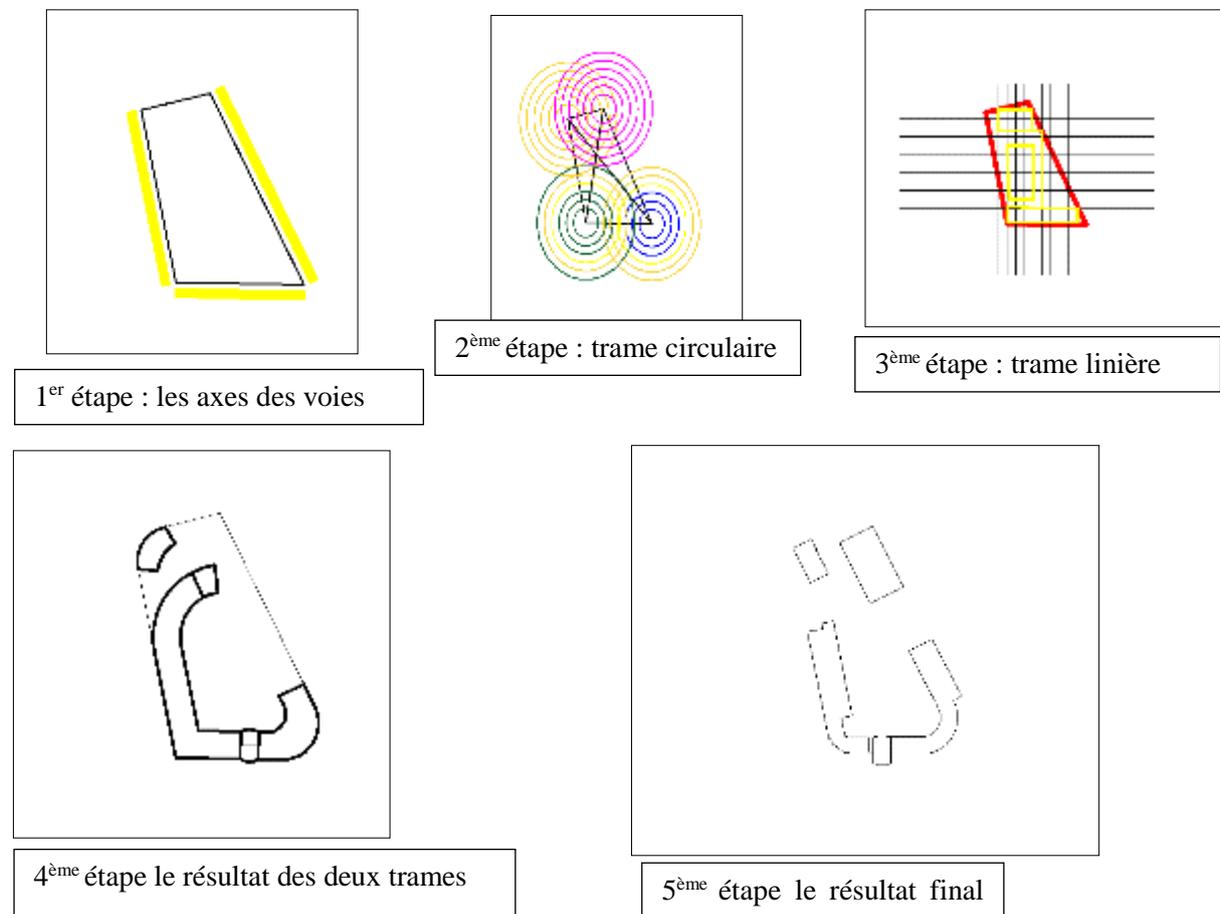


Figure 68 : la genèse de la forme

### La volumétrie :



Figure 69: la volumétrie de projet Source : sketch up réadapter par l'auteur

La volumétrie se compose des formes circulaires et des formes rectangulaires brutes.

## **La simulation :**

### **Logiciel de la simulation :**

#### **Définition :**

ArchiWIZARD est un logiciel de simulation énergétique pour l'optimisation et la validation réglementaire de la performance énergétique du bâtiment dès l'esquisse et jusqu'à l'achèvement des travaux, en conception comme en rénovation, en connexion directe avec la maquette numérique (BIM).<sup>35</sup>



#### **Avantage :**

Nous permet de bénéficier d'une simulation énergétique multizone au pas de temps horaire en temps réel, basée sur les méthodes de calcul réglementaires et normatives pour la modélisation énergétique et combinée à notre technologie de lancer de rayons (raytracing) pour la simulation précise et performante du rayonnement solaire et lumineux.

Modifiez les données et évaluez directement l'impact sur vos calculs de besoins énergétiques et sur le confort thermique dans les différentes zones du projet.

Il dispose d'outils ergonomiques et efficaces pour analyser en détail l'ensoleillement et l'irradiation de vos projets et optimiser l'exploitation de la ressource solaire. Ces fonctionnalités en font une solution incontournable pour l'évaluation et la démonstration visuelle et pédagogique des choix effectués, que ce soit pour l'implantation du bâtiment dans son îlot, ou encore le dimensionnement des baies, protections solaires, installations photovoltaïques, etc.

Assurez un accès à la lumière naturelle et un confort visuel optimaux dans vos projets à l'aide de cartographies d'éclairage précises. L'utilisation de la maquette numérique 3D et de la technologie de lancer de rayons (« raytracing ») d'ArchiWIZARD permettent une prise

---

<sup>35</sup> <http://simseo.fr/wp1/wp-content/uploads/2017/11/Offres-Archiwizard.pdf>

en compte complète des éléments de votre projet et de son environnement même avec des géométries complexes.

Les simulations d'éclairage couplées aux simulations thermiques impactent directement les besoins énergétiques (apports de chaleur dû aux équipements d'éclairage, calcul des consommations d'éclairage artificiel, prise en compte de l'accès à la lumière naturelle et du pilotage des protections mobiles).

Optimisez l'accès à la lumière naturelle, analysez en détail le flux lumineux à l'intérieur de vos pièces et menez des études de Facteur Lumière Jour sur vos projets sans aucune ressaisie sur le modèle énergétique.

### **Présentation cas d'étude et application :**

Notre projet est un lycée type 600. La partie sélectionnée pour effectuer la simulation énergétique correspond à deux salles de classe (figure 88).



*Figure 70: la partie choisie dans le volume*

*Source : sketch up réadapté par l'auteur*

Les deux salles de classe sont de surface 63 m<sup>2</sup> pour chacune d'elles. L'enveloppe est constituée d'un mur double en maçonnerie de brique creuse avec une couche d'isolation en laine de verre (4cm) et avec enduit intérieure et extérieure en plâtre et en ciment respectivement.

### **Méthodologie de travail :**

#### **Etape 01 : Modélisation :**

L'étape suivante consiste à modéliser la géométrie du bâtiment et le nombre d'étages à l'aide d'outils de conception 3D comme AutoCAD, Revit, Google SketchUp ou Vasari qui

permettent de transférer les données vers un logiciel de simulation énergétique à l'aide d'un module d'extension. Après on import le modèle dans ArchiWizard

**Etape 02 : Résultat et Interprétation :**

**A / L'indicateur Compacité de l'enveloppe :**

La valeur doit être inférieure ou égale à 0,8 ; notre simulation nous a donné 0,7. La valeur obtenue est très acceptable selon la réglementation RT 2012.

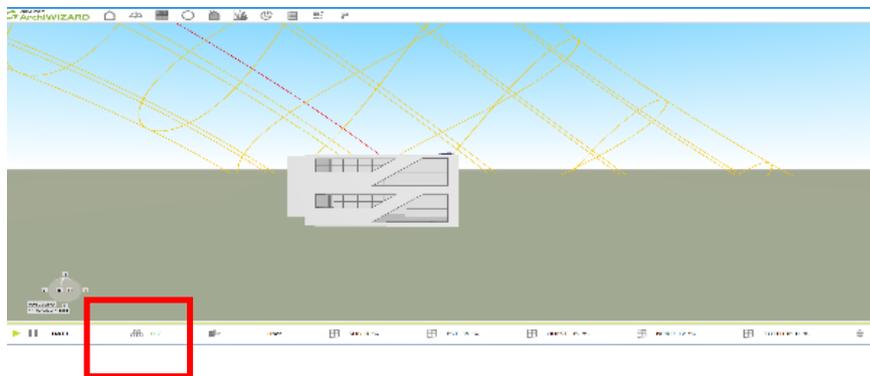


Figure 71 : résultat de l'indicateur compacité de l'enveloppe Source : ARCHIWIZARD

**b/ Le Ubat : Indicateur de performance thermique de l'enveloppe :**

L'indicateur passe au vert si la performance de l'enveloppe est supérieure ou égale à la performance de référence. La RT 2012 exige qu'il soit près à la valeur de référence 0.514w/(m².k) ; le résultat est 2,152w/(m².k) est dans les normes.

Ubat	2.152 W/(m².K)
Ubat de référence	0.514 W/(m².K)

Figure 72: résultat de l'indicateur UBAT Source : ARCHIWIZARD

**c/Ratio: Ratio de transmission thermique linéique moyen global :**

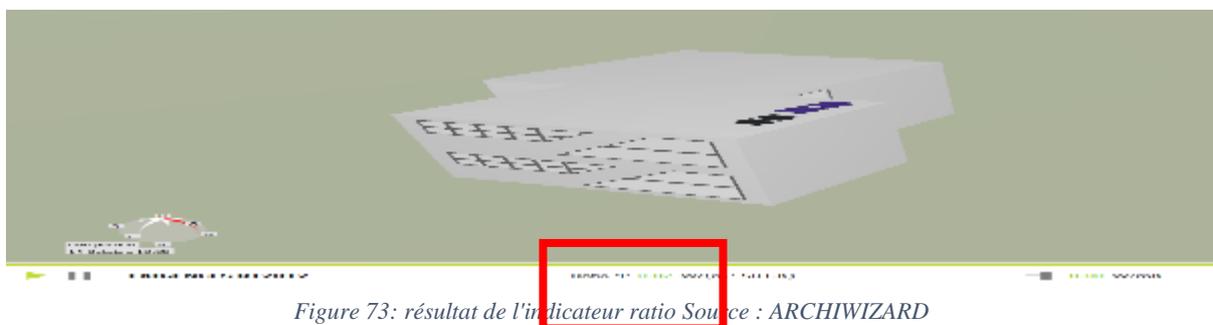


Figure 73: résultat de l'indicateur ratio Source : ARCHIWIZARD

La RT 2012 exige qu'il soit inférieur à 0,28 ; on a obtenu 0,02 la valeur est suitable.

#### **d/Valeur du pont thermique moyen de la jonction planché intermédiaire :**

Elle doit être inférieure à 0,6 d'après La RT 2012, notre résultat est 0,00. La valeur est très



Figure 74: résultat de l'indicateur valeur du pont thermique Source : ARCHIWIZARD

favorable.

#### **e/Imagerie solaire :**

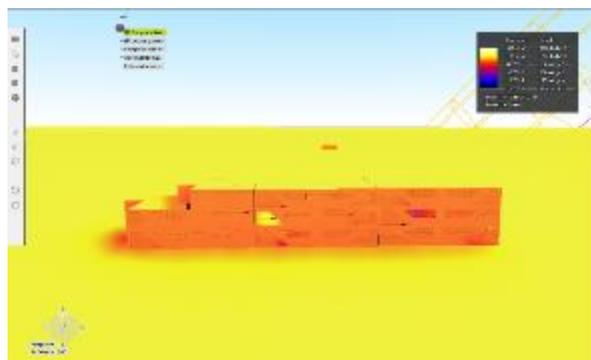


Figure 75 : résultat de l'imagerie solaire Source : ARCHIWIZARD

#### **f/ Carte d'éclairage :**

La valeur min : la partie ombré c'est un espace qui néssecite pas l'éclairage, alors l'emplacement de la pièce est convenable aux besoins. La valeur max : 3000% près des fenêtres.

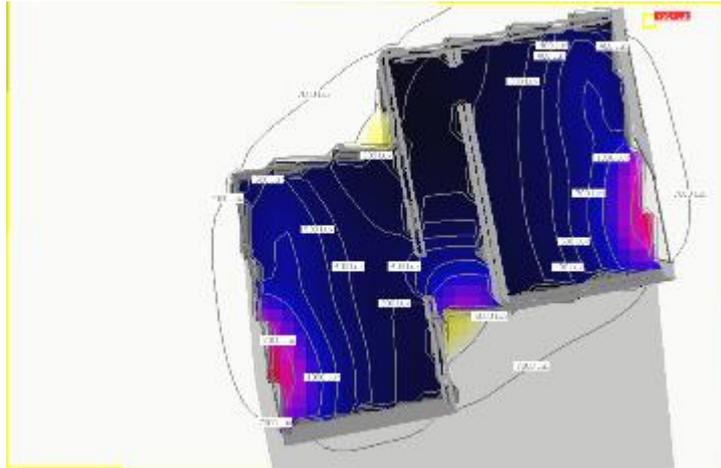


Figure 76: résultat d'éclairage Source : ARCHIWIZARD

### g/ Confort lumineux :

Le résultat de confort lumineux est favorable plus que 92%.



Figure 78: taux d'inconfort Source : ARCHIWIZARD

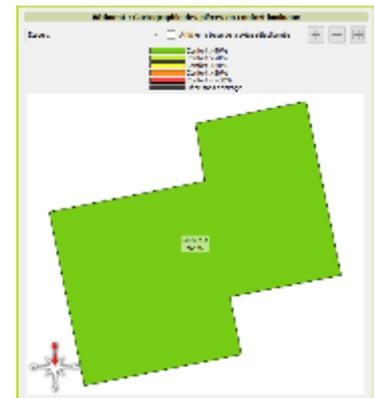


Figure 77: Le résultat de confort lumineux est favorable plus que 92%. Source : ARCHIWIZARD

Ces résultats confirment le résultat initial 29% de Taux d'inconfort, en addition la température du bâtiment ne dépasse pas le 28°C sauf pendant 571h en totale.

Le bâtiment n'a pas besoin de la lumière artificielle pendant la journée grâce à l'éclairage Naturel suffisant de pourcentage **de 77%**.



Figure 79: résultat de confort lumineux Source : ARCHIWIZARD

#### IV.1.1 h/ Besoin énergétique :

D'après l'analyse du modèle on a eu que le totale du besoin des blocs choisis est élevés tandis que la carence de la production.

Après l'installation des panneaux thermique, on observe l'équilibre de besoin énergétique.

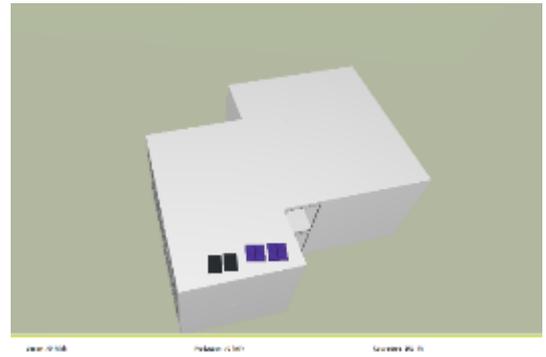


Figure 80: besoin énergétique après la modification  
Source : ARCHIWIZARD

Bâtiment : Besoins énergétiques													
Besoins mensuels (kWh)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Chauffage	2951	1706	1023	100	0	0	0	0	0	0	1321	2253	9354
Refroidissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eclairage	136	59	48	18	21	14	0	0	19	55	166	151	688
Eau chaude sanitaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilation	235	200	348	171	356	333	0	0	313	278	342	241	2817

Figure 82: tableau de résultat de besoin énergétique  
Source : ARCHIWIZARD

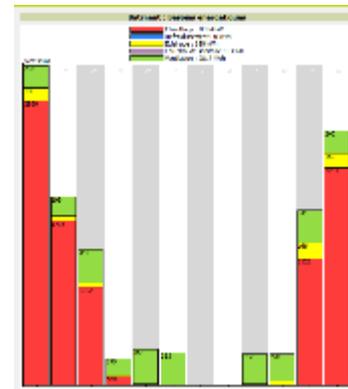


Figure 81: graphe résultat de besoin énergétique  
Source : ARCHIWIZARD

#### Résultats :

Après ce calcul on obtient les bilans énergétique de notre modèle ; et avec simple division du totale sur la surface, on opte la classification de notre projet.

$$(9354\text{kwh/an}+688\text{kwh/an}+2817\text{kwh/an}+70\text{kwh/an})/324.3\text{m}^2 =39.86\text{kwh/m}^2/\text{an}$$

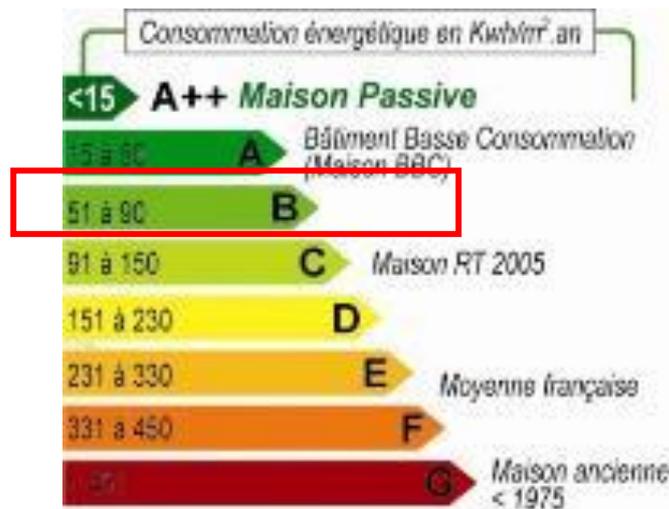


Figure 83: l'étiquette énergétique  
source : jan-maison-passive.com

La partie choisie du Centre commercial est en classe B avec une consommation de 39.86 kWh/m<sup>2</sup>/an, donc notre projet est un équipement à basse consommation énergétique.

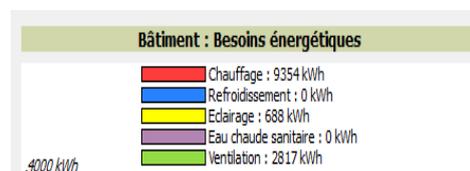


Figure 84: besoin énergétique

Source : ARCHIWIZARD

## Conclusion :

Dans le cadre du bâti et de la conception énergétique, La simulation énergétique dynamique se définit comme un outil d'aide à la décision en phase de conception, elle permet de proposer des options de conception, équilibrant conception et risques environnementaux afin de réaliser la vision énergétique du projet, l'application permet également de montrer les outils de simulation pour la importance de la conception écologique des projets de construction.

## **V Conclusion générale :**

A travers cette étude, nous avons essayé d'examiner la performance énergétique d'un équipement pédagogique. Pour se faire, nous avons développé une analyse conceptuelle des notions et concepts clés liées à notre thématique afin de pouvoir procéder à l'application.

La recherche mondiale montre que l'industrie de la construction est l'un des principaux consommateurs qui pèsent sur la consommation d'énergie et les émissions des gaz à effet de serre (GES). Les estimations actuelles de la consommation énergétique du secteur sont d'environ de 40 % de la consommation mondiale. Cette consommation élevée et distribuée dans le monde dépend principalement des combustibles fossiles, des ressources non renouvelables. La surcharge environnementale du secteur et ses effets néfastes sur notre biosphère permettent le recours à des alternatives écologiques, participer à la lutte pour protéger et promouvoir l'environnement.

Les études théoriques menées dans ce travail nous amènent à conclure que, l'approche HPE (HAUTE PERFORMANCE ENERGETIQUE) est une alternative respectueuse de l'environnement, Conçu pour contrôler la consommation d'énergie et réduire l'impact des projets de construction Protéger l'environnement par une conception passive, en tenant compte des seuils définis Différentes étiquettes et normes énergétiques. Dans ce cas, la conception et construire des bâtiments économes en énergie est nécessaire Pour la gestion de l'énergie et la conservation de l'énergie dans l'industrie du bâtiment.

Les résultats de l'analyse qui sont obtenue à travers la simulation on montrer un niveau acceptable de performance thermique, de confort lumineux et de qualité énergétique .la consommation énergétique mesurer nous a permet de classer notre projet dans la catégorie des bâtiment moins énergivore . Selon la RT2020, notre bâtiment est classer dans la catégorie A. cette étude nous a montrer également l'importance de la démarche HPE pour la conception des équipements écologique notamment dans le secteur de l'éducation

Pour améliorer la performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment et assurer La conception environnementale, qui met l'accent sur la maîtrise de la consommation d'énergie en tenant compte des paramètres climatiques et environnementaux, il est nécessaire de tenir compte des mesures conceptuelles, parmi lesquelles, on peut citer :

- L'analyse du climat et du microclimat révèle l'importance des différents changements climatiques restrictions et opportunités et entraîner des conseils de configuration à suivre, Faire en sorte que les projets immobiliers soient mieux adaptés au climat.
  
- Il est nécessaire d'améliorer la qualité thermique, visuelle et sonore de l'enveloppe architecturale, par le développement des solutions techniques et conceptuelles en matière de :
  - ✓ Choix d'orientation.
  - ✓ Choix de matériaux (mur végétalisé, béton préfabriqué, béton cellulaire, etc.).
  - ✓ Amélioration de l'étanchéité et de l'isolation ainsi que la minimisation des ponts thermique (chanvre, fibre de bois, etc.).
  - ✓ L'utilisation des énergies renouvelables.

## Bibliographie :

### Ouvrage :

1. C, NGO ; (2002-2008). *L'énergie ressources, technologies et environnement*, Paris : Edition Dunod, 189P.
2. ““Environnement - Définition et Explications.” techno-science.net. <https://www.techno-science.net/definition/3469.html> (consulter le 23, 03, 2022).
3. “Environnement.” Toupie.org. <https://www.toupie.org/Dictionnaire/Environnement.htm> (consulter le 23,03, 2022)
4. “L'énergie - 3ème édition.” dunod.com. <https://www.dunod.com/sciences-techniques/energie-ressources-technologies-et-environnement> (consulter le 23,03, 2022).
5. Les activités humaines, leurs impacts, la crise environnementale globale et les crises humaines.” Planeteviable.org. <https://planeteviable.org/activites-humaines-impacts-crise-environnementale-globale-crisis-humaines/> (consulter le 26,03, 2022).
6. CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ALGERIE.” caritas.org. <https://www.caritas.org/2011/07/changement-climatique-en-algerie>. (consulter le 27,03, 2022).
7. A.Liébard et A.de Herde 2004
8. Construction et performance environnementale du bâtiment.” Ecologie.gouv.fr. <https://www.ecologie.gouv.fr/construction-et-performance-environnementale-du-batiment> (consulter le 27, 03, 2022).
9. Mona Sahlin, ex-ministre du Développement durable de la Suède, Institutionalising Sustainable Development.
10. <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DVS04qi3fiXo&psig=AOvVaw0bp8-0biCMVUG1UF5Cmdzr&ust=1648460956165000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoT CPjVhuiB5vYCFQAAAAAdAAAAABAD>
11. Energie nucléaire : ce qu'il faut retenir.” orano.group. <https://www.orano.group/fr/decodage/tout-savoir-sur-l-energie-nucleaire> (consulter le 27,03, 2022).
12. P,FERNANDEZ , P,LAVIGNE; (2009). *Concevoir des bâtiments bioclimatiques*, New York : Edition LE MONITEUR , 430P.
13. Label Energie-carbone.” docplayer.fr. <https://docplayer.fr/60242187-Label-energie-carbone.html> (consulter le 19,04, 2022).
14. Ibid. G, Durand, J, Bertin; Bâtiments et performance. Page : 42.
15. SEMAHI (Samir) : *contribution méthodologique a la conception des logements a haute performance Énergétique (HPE) en Algérie*, mémoire de magister, laboratoire architecture et environnement, école Polytechniques d'architecture et d'urbanisme, Alger, 2013, p.34
16. B, SIMONE (Schleifer); (2009). *Architecture et energie –un enjeu pour l'avenir*, France : Edition place desvictoires, 304 P
17. Wikipédia Commons.)
18. Green energy, CDL groupe.
19. MISSOUM (Mohammed) : *Contribution de l'énergie photovoltaïque dans la performance Energétique de l'habitat a haute qualité énergétique en Algérie*, mémoire de Magistère en génie mécanique, Chalef, décembre2011, p. 97.
20. “exigences standards.” minergie.ch. <https://www.minergie.ch/fr/standards/nouvelle-construction/minergie-a/> (consulter le 21,04, 2022).
21. MAES (Pascale) : *Labels d'efficacité énergétique*, Editions Eyrolles, Paris, p.35-37
22. S'y retrouver dans les labels du bâtiment.” techniques-ingenieur.fr. <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/sy-retrouver-dans-les-labels-du-batiment-25284/> (consulter le 21,04, 2022).
23. Hautes performances énergétiques : qu'est-ce que c'est ?” futura-sciences.com. <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/developpement-durable-hautes-performances-energetiques-6533/> (consulter le 21,04, 2022).
24. site web : Guide de la maison
25. Bâtiment performant.” saqara.com. <https://saqara.com/lexique-btp/batiment-performant> (consulter le 21,04, 2022).

26. e diagnostic de performance énergétique (DPE) est une évaluation qui renseigne sur la quantité d'énergie consommée par un bâtiment et évalue sa performance énergétique, ainsi que l'impact de sa consommation en termes d'émissions de gaz à effet de serre.
27. MDJELDI ZINEB ; mémoire de master, département d'architecture, Guelma, 2018, p.69
28. mémoire étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment
29. <https://www.cnrtl.fr/definition/education>
30. <https://journals.openedition.org/>
31. <https://books.openedition.org/enseditions/5051?lang=fr>
32. "Système Éducatif Algérien." Education.gov.dz. <https://www.education.gov.dz/fr/systeme-educatif-algerien> (consulter le 22,05, 2022).
33. *Architecture scolaire*, université de Biskra, PDF, p.119
34. Soprema entreprises, 2017, CARQUEFOU (44) INAUGURE UN NOUVEAU LYCÉE FUTURISTE 100% ENERGIES RENOUVELABLES LABELLISÉ BEPOS, Carquefou, p.01
35. Google map
36. Laurence Guim, 2013, Présentation du projet architectural du futur lycée de Carquefou
37. Novabuild entreprise, 2016, Lycée Nord-Est de Nantes à Carquefou, réadapté par l'auteur
38. Laurence Guim, 2013, Présentation du projet architectural du futur lycée de Carquefou réadapté par l'auteur
39. captée d'après une vidéo YouTube
40. : MYLÈNE GLIKOU, HQE® : démarche et enjeux - Lycée dans l'Hérault Un établissement scolaire respectueux de l'environnement-, construction moderne/ N° 1 2 3
41. Agence Cim béton, lycée Jean Jaurès – pic saint loup -, paris
42. Agence méditerranéenne de l'environnement, construire un bâtiment respectueux de l'environnement, réadapté par l'auteur
43. Agence méditerranéenne de l'environnement, *construire un bâtiment respectueux de l'environnement – retour d'expérience : le lycée HQE du pic saint loup réalisé par la région -*, région Languedoc Roussillon.
44. DEP, 2020
45. sketch up
46. <http://simseo.fr/wp1/wp-content/uploads/2017/11/Offres-Archiwizard.pdf>
47. ARCHIWIZARD
48. jan-maison-passive.com