

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## **MÉMOIRE DE MASTER**

Présenté à l'Université 8 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : **Architecture**

Spécialité : **Architecture**

Option : **Architecture, Environnement et Technologie**

Présenté par : **BERKANE Manel**

---

**Thème : Une architecture solaire pour une Efficience  
énergétique dans un équipement public**

**Projet : Centre d'affaires et de loisirs (dans l'extension Sud  
de Guelma)**

---

Sous la direction de : **Dr. CHERAITIA Mohammed**

**Juin2024**

# Dédicace

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers :*

## *À ma chère Mère*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, le très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie.*

...

## *À mon cher père*

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.*

*Que ce travail traduit mes gratitude et mes affections. Que dieu vous protège.*

...

## *À mes chers frères et sœurs*

*Qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.*

...

## *À tous mes amis (e)...*

*Qui me rend tous les jours la vie est belle par leur présence et surtout « Meriem » et « Imen »*

*Ainsi qu'à toute ma promo en leur souhaitant un avenir très*

*Brillant.*

# Remerciements

« *Celui qui ne remercie pas les gens n'a pas remercié Allah* »

-Le prophète Mohammed (que la paix et les bénédictions de Dieu soient sur lui) -  
أحمد الله الذي أنار لي درب العلم والمعرفة، وأعانني على أداء هذا الواجب ووقفتني إلى إنجاز هذا العمل ...  
اللهم لك الحمد

**E**n premier lieu je remercie **ALLAH** le Tout Puissant de m'avoir éclairé la voie du savoir et donné la santé, la volonté et la force pour achever ce travail dans les meilleures conditions.

**J**e tiens avant tout à exprimer ma reconnaissance à **Dr. CHERAITIA Mohammed** pour avoir accepté de m'encadrer dans mon projet de fin d'études (PFE). Je le remercie pour son implication, son soutien et ses encouragements tout au long de ce travail. Ce fut un grand honneur pour moi, je lui souhaite plus d'excellence dans sa vie professionnelle.

**J**e souhaite de remercie **Dr. MEDDOUR Larbi** mon honorable enseignant, pour son soutien, pour m'avoir accordé de son temps et pour avoir toujours été disponible pour m'aider.

**J**'exprime vivement ma gratitude au **Président** et **Membres de jury** pour l'honneur qu'ils me font en acceptant d'examiner ce travail.

**M**es gratitudes à tous mes enseignants et du personnel du département d'Architecture - Guelma- chacun en son nom, à leur tête le chef département **Mr. BOUDJEHEM Houcine**.

**G**rand merci du cœur à **mes parents, mes frères et mes sœurs « Saïda » et « Zineb »** pour tout ce qu'ils m'ont donné ; qui sont toujours là pour moi, les mots ne suffiront pas pour décrire l'amour que je vous porte, que dieu vous protège pour moi.

**A** mes belles sœurs « **Hasna** », « **Massouda** », « **Rima** » qui m'avez toujours soutenu et m'encouragé durant ces années d'étude, je vous aime beaucoup

**E**nfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont soutenu de près ou de loin, pour élaborer ce travail.

**BERKANE Manel...**

## Résumé

Le secteur du bâtiment est aujourd'hui considéré comme un levier important pour limiter la crise environnementale et ses conséquences. Les architectes sont donc appelés à participer pertinemment pour la réduction des charges écologiques à travers l'adoption d'une approche basée sur les démarches bioclimatique afin de pouvoir développer des meilleures solutions conceptuelle et constructive.

La transition vers des systèmes énergétiques visant l'efficacité est propulsée par Les technologies des énergies renouvelables. Des réglementations thermiques et environnementales sont mises à la disposition des acteurs du bâtiment dans tous les pays du monde. L'Algérie a élaboré un programme d'appui national au secteur des énergies renouvelables, principalement électriques, et de l'efficacité énergétique nationale.

Dans cette recherche, nous proposons une démarche architecturale bioclimatique, soucieuse de son environnement, qui s'appuie sur l'intégration de la biodiversité par la conception d'espaces verts pour la création d'un microclimat confortable, formant ainsi un pas vers la performance énergétique de ce type d'équipement. Cette démarche passive sera appuyée par une approche active d'efficacité énergétique intelligente dans les bâtiments énergivores par l'intégration d'une source d'énergie renouvelable à savoir l'énergie solaire.

Afin de vérifier la faisabilité de cette proposition, l'outil méthodologique utilisé est la simulation énergétique des bâtiments, ce qui permet d'évaluer les consommations énergétiques. Notre étude sur l'impact des mesures d'efficacité énergétique est appliquée sur les besoins énergétiques d'un bâtiment énergivore de référence sous des données climatiques arrêtées au préalable.

**Mots clés :** conception bioclimatique, Performance énergétique, Energie solaire, énergies renouvelables, modélisation et simulation énergétique des bâtiments.



## Abstract

The building sector is today considered an important lever to limit the environmental crisis and its consequences. Architects are therefore called upon to participate meaningfully in reducing ecological burdens through the adoption of an approach based on bioclimatic approaches in order to be able to develop better conceptual and constructive solutions.

The transition to energy systems aimed at efficiency is powered by renewable energy technologies. Thermal and environmental regulations are made available to building stakeholders in all countries around the world. Algeria has developed a national support program for the renewable energy sector, mainly electrical, and national energy efficiency.

In this research, we propose a bioclimatic architectural approach, concerned with its environment, which is based on the integration of biodiversity through the design of green spaces for the creation of a comfortable microclimate, thus forming a step towards performance energy of this type of equipment. This passive approach will be supported by an active approach to intelligent energy efficiency in energy-intensive buildings through the integration of a renewable energy source, namely solar energy.

In order to verify the feasibility of this proposal, the methodological tool used is the energy simulation of buildings, which makes it possible to evaluate energy consumption. Our study on the impact of energy efficiency measures is applied to the energy needs of a reference energy-intensive building under previously determined climate data.

**Keywords:** bioclimatic design, Energy performance, Solar energy, renewable energies, energy modeling and simulation of buildings.

## ملخص

يعتبر قطاع البناء اليوم رافعة مهمة للحد من الأزمة البيئية وتبعاتها. ولذلك فإن المهندسين المعماريين مدعوون للمشاركة بشكل هادف في تقليل الأعباء البيئية من خلال اعتماد نهج يعتمد على الأساليب المناخية الحيوية حتى يتمكنوا من تطوير حلول مفاهيمية وبناءة أفضل.

إن التحول إلى أنظمة الطاقة التي تهدف إلى تحقيق الكفاءة مدعوم بتقنيات الطاقة المتجددة. حيث يتم توفير اللوائح الحرارية والبيئية لأصحاب المصلحة في البناء في جميع البلدان حول العالم. وقد وضعت الجزائر برنامجاً وطنياً لدعم قطاع الطاقة المتجددة، لا سيما الكهرباء وكفاءة الطاقة الوطنية.

نقترح في هذا البحث منهجاً معمارياً مناخياً حيوياً، يهتم ببيئته، يقوم على تكامل التنوع البيولوجي من خلال تصميم المساحات الخضراء لخلق مناخ محلي مريح، وبالتالي تشكيل خطوة نحو أداء الطاقة لهذا النوع من المعدات وسيتم دعم هذا النهج السلبي من خلال نهج نشط لكفاءة الطاقة الذكية في المباني كثيفة الاستهلاك للطاقة من خلال دمج مصدر الطاقة المتجددة، وهي الطاقة الشمسية.

ومن أجل التحقق من جدوى هذا الاقتراح، فإن الأداة المنهجية المستخدمة هي محاكاة الطاقة في المباني، مما يجعل من الممكن تقييم استهلاك الطاقة. يتم تطبيق دراستنا حول تأثير تدابير كفاءة الطاقة على احتياجات الطاقة لمبنى مرجعي كثيف الاستهلاك للطاقة في ظل بيانات مناخية محددة مسبقاً.

الكلمات المفتاحية: التصميم المناخي الحيوي، أداء الطاقة، الطاقة الشمسية، الطاقات المتجددة، نمذجة ومحاكاة الطاقة للمباني.

# Table des matières

<b>Chapitre introductif</b> .....	<b>I</b>
<b>I. Introduction</b> .....	<b>I</b>
<b>II. Problématique</b> .....	<b>II</b>
<b>III. Hypothèses</b> .....	<b>III</b>
<b>IV. Objectifs</b> .....	<b>IV</b>
<b>V. Méthodologie de recherche</b> .....	<b>IV</b>
<b>VI. Structure de mémoire</b> .....	<b>V</b>
<b>Chapitre I : "Les énergies renouvelables dans le bâtiment : vers une efficacité maximale"</b> .....	<b>1</b>
<b>Introduction :</b> .....	<b>1</b>
<b>I.1. Défis et Enjeux Énergétiques : L'Impact des Énergies Fossiles sur l'Environnement"</b> .....	<b>1</b>
<b>I.1.1. L'Énergie dans l'Histoire : Des Sources Naturelles aux Défis Contemporains"</b> .....	<b>1</b>
<b>I.1.2. Les énergies fossiles :</b> .....	<b>2</b>
<b>I.1.2.1 Définition des énergies fossiles :</b> .....	<b>2</b>
<b>I.1.2.2 La surexploitation des ressources fossiles :</b> .....	<b>2</b>
<b>I.1.2.3. Les différents types des énergies fossiles :</b> .....	<b>3</b>
<b>I.1.2.4. Conséquences majeures des énergies fossiles :</b> .....	<b>3</b>
<b>I.1.2.4.1 Le réchauffement climatique : une urgence écologique</b> .....	<b>3</b>
<input type="checkbox"/> <b>Définition :</b> .....	<b>3</b>
<input type="checkbox"/> <b>Conséquences du réchauffement climatique :</b> .....	<b>4</b>
<input type="checkbox"/> <b>Résultats de quelques conférences sur les changements climatiques :</b> .....	<b>5</b>
<b>I.1.2.4.2 L'effet de serre :</b> .....	<b>6</b>
<input type="checkbox"/> <b>Définition :</b> .....	<b>6</b>
<input type="checkbox"/> <b>Sources des GES :</b> .....	<b>6</b>
<b>I.1.2.4.3 Pollutions atmosphériques causées du GES :</b> .....	<b>7</b>
<b>I.2. Transiter vers les énergies renouvelables : un défi environnemental majeur :</b> ..	<b>8</b>
<b>I.2.1 Les énergies renouvelables :</b> .....	<b>8</b>
<b>I.2.2 Types des énergies renouvelables :</b> .....	<b>8</b>
<b>I.2.2.1 Énergie solaire :</b> .....	<b>8</b>
<b>I.2.2.2 L'énergie éolienne :</b> .....	<b>9</b>
<b>I.2.2.3 L'énergie hydraulique</b> .....	<b>9</b>
<b>I.2.2.4 L'énergie géothermique</b> .....	<b>10</b>
<b>I.2.2.5 Énergie de Biomasse</b> .....	<b>11</b>

<b>I.2.3</b>	<b>Avantages des énergies renouvelables :</b> .....	12
<b>I.2.3.1</b>	<b>Avantages économiques</b> .....	12
<b>I.2.3.2</b>	<b>Avantages environnementaux</b> .....	12
<b>I.2.3.3</b>	<b>Avantages sociaux</b> .....	12
<b>I.2.3.4</b>	<b>Résilience et fiabilité</b> .....	13
<b>I.3.</b>	<b>"Efficience Énergétique et Performance des Bâtiments : Détails et Réglementations"</b> .....	<b>13</b>
<b>I.3.1</b>	<b>Notions et concepts :</b> .....	13
<b>I.3.1.1</b>	<b>Efficience :</b> .....	13
<b>I.3.1.2</b>	<b>Efficience énergétique</b> .....	13
<b>I.3.2</b>	<b>Avantages de l'efficience énergétique</b> .....	14
<b>I.3.2.1</b>	<b>Avantages économiques</b> .....	14
<b>I.3.2.2</b>	<b>Avantages environnementaux</b> .....	14
<b>I.3.2.3</b>	<b>Avantages sociaux</b> .....	14
<b>I.3.2.4</b>	<b>Résilience et fiabilité</b> .....	14
<b>I.3.2.5</b>	<b>Avantages de santé</b> .....	14
<b>I.3.3</b>	<b>L'efficience énergétique des bâtiments</b> .....	15
<b>I.3.3.1</b>	<b>Définition</b> .....	15
<b>I.3.3.2</b>	<b>La consommation énergétique des bâtiments</b> .....	15
<b>I.3.4.</b>	<b>La Réglementation Thermique en matière de performance énergétique</b> .....	16
<b>I.3.5</b>	<b>La réglementation environnementale européenne RE2020</b> .....	16
<b>I.3.5.1</b>	<b>Le volet de la performance énergétique des bâtiments de la RE2020</b> .....	17
<b>I.3.5.1.1</b>	<b>Le coefficient Bbio (Besoin Bioclimatique)</b> .....	18
<b>I.3.5.1.2</b>	<b>Le Coefficient d'Énergie Primaire (Cep)</b> .....	18
<b>I.3.5.1.3</b>	<b>Coefficient d'Énergie Primaire non renouvelable (Cep,nr)</b> .....	19
<b>I.3.5.2</b>	<b>Labellisation et certification énergétique</b> .....	19
<b>I.3.5.2.1</b>	<b>La labellisation énergétique des bâtiments</b> .....	19
<b>A.</b>	<b>Label BEPOS</b> .....	19
<b>B.</b>	<b>Label E+C</b> .....	20
<b>C.</b>	<b>Label Effinergie RE2020</b> .....	20
<b>I.3.5.2.2</b>	<b>Diagnostic de performance énergétique DPE</b> .....	21
<b>A.</b>	<b>Etiquette Energie</b>	
<b>B.</b>	<b>Etiquette climat</b>	
<b>I.3.6</b>	<b>La Réglementation Algérienne en matière de performance énergétique</b> .....	22
<b>I.3.6.1</b>	<b>Réglementation et cadre législatif portant sur la gestion de l'énergie en Algérie</b> ...	23
<b>I.3.7</b>	<b>Stratégies d'efficience énergétique dans le bâtiment</b> .....	24
<b>I.3.7.1</b>	<b>Stratégies passives</b> .....	25
<b>I.3.7.2</b>	<b>Stratégies actives</b> .....	25

<b>I.4. L'énergie solaire : potentiel énergétique durable.....</b>	<b>26</b>
<b>I.4.1 Notions et concepts :.....</b>	<b>26</b>
<b>I.4.1.1 Le soleil.....</b>	<b>26</b>
<b>I.4.1.2 Énergie solaire :.....</b>	<b>26</b>
<b>I.4.2 L'énergie solaire en Algérie :.....</b>	<b>27</b>
<b>I.5 Potentiel solaire en Algérie.....</b>	<b>27</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>28</b>
<b>Chapitre II : L'architecture solaire : une solution durable pour un avenir écologique .....</b>	<b>29</b>
<b>Introduction : .....</b>	<b>29</b>
<b>II.1 L'architecture solaire : la voie vers des bâtiments écoénergétiques .....</b>	<b>29</b>
<b>II.1.1 Définition de l'architecture solaire : .....</b>	<b>29</b>
<b>II.1.2 Le principe de l'architecture solaire.....</b>	<b>30</b>
<b>II.1.3 Intégration de l'énergie solaire à l'architecture .....</b>	<b>30</b>
<b>II.1.3.1 Dimension environnementale .....</b>	<b>30</b>
<b>II.1.3.2 Dimension économique .....</b>	<b>30</b>
<b>II.1.3.3 Dimension des ambiances physiques architecturales.....</b>	<b>30</b>
<b>II.1.4 Les formes de l'architecture solaire :.....</b>	<b>31</b>
<b>II.1.4.1 L'architecture solaire active :.....</b>	<b>31</b>
<b>II.1.4.2 L'architecture solaire passive : .....</b>	<b>31</b>
<b>II.2 La conception solaire : éléments et démarches .....</b>	<b>31</b>
<b>II.2.1 L'Énergie solaire passive :.....</b>	<b>31</b>
<b>II.2.1.1 La conception Bioclimatique : présentation, avantages et principes :.....</b>	<b>32</b>
<b>II.2.1.1.1 Présentation :.....</b>	<b>32</b>
<b>II.2.1.1.2 Les stratégies du solaire passives : .....</b>	<b>34</b>
<b>II.2.1.1.3 Les avantages de la conception bioclimatique :.....</b>	<b>34</b>
<b>II.2.1.1.4 Les principes de la conception bioclimatique :.....</b>	<b>34</b>
<b>II.2.1.2 L'isolation thermique.....</b>	<b>40</b>
<b>II.2.1.2.1 Le rôle de l'isolation : .....</b>	<b>41</b>
<b>II.2.1.2.2 La fonction des isolants : .....</b>	<b>41</b>
<b>II.2.1.3 L'inertie thermique :.....</b>	<b>41</b>
<b>II.2.1.3.1 Le principe de l'inertie thermique : .....</b>	<b>42</b>
<b>II.2.1.4 La ventilation naturelle.....</b>	<b>42</b>
<b>II.2.1.4.1 Le rôle de ventilation naturelle :.....</b>	<b>42</b>
<b>II.2.1.4.2 Les stratégies de la ventilation naturelle : .....</b>	<b>42</b>
<b>II.2.2 L'Énergie solaire active :.....</b>	<b>43</b>
<b>II.2.2.1. Les formes de l'énergie solaire active :.....</b>	<b>44</b>

II.2.2.1.1	Énergie solaire thermique :.....	44
II.2.2.1.2	Énergie solaire photovoltaïque :.....	45
II.2.2.2	Démarche d'intégration.....	46
II.2.2.3	Intégration des capteurs solaire dans le bâtiment.....	46
II.2.2.3.1	Intégration en toiture.....	47
II.2.2.3.2	Intégration en façades.....	47
II.2.2.4	Mode de fonctionnement d'un système solaire :.....	48
Le Principe:	.....	49
II.2.2.5	Les principaux avantages de l'intégration des systèmes solaires.....	50
II.2.2.6	Les mesures d'efficacité énergétique actives.....	51
II.2.2.7	Conditions d'efficacité énergétique.....	51
II.2.2.7.1	Course et masque solaire.....	51
II.2.2.8	Conditions de performance.....	52
	<b>Conclusion.....</b>	<b>53</b>
	<b>Chapitre III : Analyse thematique et etude des exemples.....</b>	<b>54</b>
III.1.	Partie thématique.....	54
Introduction.....		54
III.1.1.	Le tourisme.....	54
III.1.1.1	Le but de choix de tourisme.....	54
III.1.1.2	Définitions.....	54
III.1.1.3	Les besoins du tourisme.....	55
III.1.1.4	Les différents types du tourisme.....	55
III.1.1.4.1	Le tourisme de vacances :.....	55
III.1.1.4.2	Le tourisme culturel.....	56
III.1.1.4.3	Le tourisme de santé.....	57
III.1.1.4.4	Le tourisme d'affaires.....	57
III.1.1.4.5	Le tourisme religieux.....	58
III.1.2.	Le tourisme D'affaires.....	58
III.1.2.1	Motivation du choix.....	58
III.1.2.2	Définition du tourisme d'affaires.....	59
III.1.3	Le centre D'affaires.....	59
III.1.3.1	Motivation du choix.....	59
III.1.3.2	Définition du projet.....	60
III.1.3.3	Les Usagers.....	60
III.1.3.3.1	Les usagers permanents.....	60
III.1.3.3.2	Les usagers occasionnels.....	60
III.1.3.4	Le rôle des centres d'affaires :.....	61

III.1.3.5	Le programme de base des centres d'affaires.....	61
III.2.	Partie Analytique : Analyse des exemples.....	64
III.2.1.	Exemple 01 : Complexe Multifonctionnel durable au Caire .....	64
III.2.1.1	Motivation du choix : .....	64
III.2.1.2	Présentation : .....	64
	□ Fiche technique du projet .....	64
III.2.1.3	Analyse des caractéristiques externe de projet :.....	65
	□ Situation géographique : .....	65
	□ La forme : .....	65
	□ Orientation : .....	65
	□ Limite et accessibilité : .....	66
	□ Volumétrie : .....	66
	□ Analyse des façades : .....	67
III.2.1.4	Analyse des caractéristiques internes de projet :.....	69
	□ Fonctionnement du projet : .....	69
	□ Matériaux de construction : .....	69
	□ Les plans : .....	69
	□ L'étude de programme : .....	70
III.2.1.5	Éléments architecturaux verts :.....	71
III.2.1.6	Synthèse :.....	75
III.2.2.	Exemple 02 : Le centre d'affaires Swiss Re building .....	76
III.2.2.1	Motivation du choix : .....	76
III.2.2.2	Présentation : .....	76
	□ Fiche technique du projet : .....	76
	□ Histoire du projet : .....	76
III.2.2.3	Analyse des caractéristiques externes de projet :.....	77
	□ Situation géographique : .....	77
	□ Plan de masse de Swiss Re building :.....	78
	□ Les concepts liés à l'urbain : .....	78
	□ La forme : .....	78
	□ La volumétrie : .....	79
	□ Analyse de la façade : .....	79
	□ Structure de la façade : .....	79
III.2.2.4	Analyse des caractéristiques internes de projet :.....	79
	□ Fonctionnement du projet : .....	79
	□ L'organisation spatiale : .....	80
	□ Les plans : .....	80

□	La Circulation intérieur :	82
III.2.2.5	Les concepts lies au thème (centre d'affaires) :	83
III.2.2.6	Coté écologique du projet :	84
III.2.2.7	La consommation d'Energie et durabilité :	88
III.2.2.8	Synthèse :	89
III.2.3	Exemple 03 : Tour New'R, ZAC Euro Nantes, Nantes, France	90
III.2.3.1	Motivation du choix :	90
III.2.3.2	Présentation :	90
□	Fiche technique du projet :	90
III.2.3.3	Analyse des caractéristiques externes de projet :	91
□	Situation géographique :	91
□	Limite et accessibilité :	91
□	Analyse formelle :	92
□	Analyse de la façade :	93
III.2.3.4	Analyse des caractéristiques internes de projet :	94
□	Fonctionnement du projet :	94
□	Typologie des bâtiments :	95
III.2.3.5	Analyse des ambiances :	97
III.2.3.6	Synthèse :	98
III.2.4.	Exemple 04 : centre d'affaire « Numidia » à Annaba	99
III.2.4.1	Motivation du choix :	99
III.2.4.2	Présentation :	99
□	Fiche technique :	99
III.2.4.3	Analyse des caractéristiques externes de projet :	99
□	Situation géographique :	99
□	Eude du Plan de masse :	100
□	Accessibilité :	100
□	Volumétrie :	<b>100</b>
□	Analyse de la façade :	101
III.2.4.4	Analyse des caractéristiques internes de projet :	102
□	Lecture des déférents plans :	102
□	Système constructif :	104
□	Programme surfacique de projet :	105
III.2.4.5	Synthèse :	105
III.3	Synthèse générale :	<b>106</b>
III.3.1	Synthèse architecturale :	106
III.1.1	Synthèse écologique :	106



Conclusion :	107
<b>III.4 Programmation :</b>	<b>107</b>
III.4.1. La programmation architecturale :	108
III.4.2 Le programme retenu :	109
Conclusion	112
<b>Chapitre IV : "Analyse climatique et physique du site d'intervention : fondements conceptuels pour le projet"</b>	<b>113</b>
Introduction :	113
IV.1. Motivation du choix	113
IV.2. Présentation de la ville de Guelma	114
IV.2.1 Toponymie :	114
IV.2.2 Contexte géographique :	114
IV.2.3 Analyse climatique	116
IV.2.3.1 Les Températures (°C)	116
IV.2.3.2 Précipitation :	117
IV.2.3.3 Vitesse des vents :	118
IV.2.3.4 La rose des vents :	118
IV.2.3.5 Insolation :	119
IV.2.3.6 Température du sol :	120
IV.2.3.7 Diagramme solaire de Guelma :	121
IV.3. Analyse de site	123
IV.3.1 Situation	123
IV.3.2 L'environnement immédiat :	124
IV.3.3 Analyse physique du site	125
IV.3.3.1 La morphologie :	125
IV.3.3.2 Le profil topographique	126
IV.3.3.3 L'accessibilité :	127
IV.3.3.4 La climatologie :	127
IV.4. Synthèse et critères de choix :	129
IV.1.1 Accessibilité optimale :	129
IV.1.2 Proximité stratégique :	129
IV.1.3 Besoins culturels et sociaux :	129
<b>IV.4.4 Conditions naturelles favorables :</b>	<b>129</b>
<b>IV.5. Les Recommandations conceptuelles</b>	<b>130</b>
Conclusion	131

<b>Chapitre V : Le projet architecturale .....</b>	<b>132</b>
<b>Introduction : .....</b>	<b>132</b>
<b>V.1. Éléments conceptuels.....</b>	<b>132</b>
<b>V.1.1 Genèse et démarche de projet .....</b>	<b>133</b>
<b>V.1.1.1 Objectifs.....</b>	<b>133</b>
<b>V.1.1.2 Processus de formalisation de projet : .....</b>	<b>133</b>
<b>a. La fonctionnalité.....</b>	<b>133</b>
<b>b. La flexibilité .....</b>	<b>134</b>
<b>c. La hiérarchie.....</b>	<b>134</b>
<b>d. La perméabilité.....</b>	<b>134</b>
<b>e. La centralité .....</b>	<b>134</b>
<b>f. Transparence .....</b>	<b>134</b>
<b>g. L'efficacité énergétique .....</b>	<b>134</b>
<b>V.1.1.3 Genèse de projet : .....</b>	<b>135</b>
<b>V.1.1.4 Genèse de la forme.....</b>	<b>136</b>
<b>V.1.1.5 Projection des éléments conceptuels sur le site d'intervention .....</b>	<b>137</b>
<b>V.2 La simulation architecturale comme outils d'aide à l'optimisation énergétique :.....</b>	<b>138</b>
<b>Introduction : .....</b>	<b>138</b>
<b>V.2.1. Définition de la simulation : .....</b>	<b>138</b>
<b>V.2.2. La simulation informatique (numérique) : .....</b>	<b>138</b>
<b>V.2.3 Objectif de la simulation informatique : .....</b>	<b>139</b>
<b>V.2.4. La simulation thermique .....</b>	<b>139</b>
<b>V.2.4.1 Définition :.....</b>	<b>139</b>
<b>V.2.4.2 Les types de la simulation thermique.....</b>	<b>139</b>
<b>V.2.4.3 La simulation thermique dynamique : .....</b>	<b>140</b>
<b>V.2.4.3.1 Définition.....</b>	<b>141</b>
<b>V.2.4.3.2 L'intérêt de la simulation thermique dynamique.....</b>	<b>141</b>
<b>V.2.4.3.3 La méthode de la simulation thermique dynamique.....</b>	<b>142</b>
<b>V.2.4.3.4 Quand faire une simulation thermique dynamique ? .....</b>	<b>142</b>
<b>V.2.4.4 La simulation thermique dynamique dans le processus de la conception architecturale .....</b>	<b>143</b>
<b>V.2.4.5 Les étapes d'un calcul de simulation thermique dynamique .....</b>	<b>144</b>
<b>V.2.4.5.1 Une collecte de données : .....</b>	<b>144</b>
<b>V.2.4.5.2 Une modélisation du projet : .....</b>	<b>144</b>
<b>V.2.4.5.3 Lancer les calculs (Simuler) .....</b>	<b>145</b>
<b>V.2.4.5.4 Une synthèse des résultats .....</b>	<b>145</b>
<b>V.2.4.6. Les atouts de la simulation thermique dynamique :.....</b>	<b>145</b>

V.2.4.7. Les logiciels utilisés pour faire une simulation thermique.....	146
V.2.5. Présentation du logiciel « ArchiWIZARD » : .....	148
V.2.5.1. Définition : .....	148
V.2.5.2. Les fonctionnalités de Archiwizard.....	149
V.2.5.3. Intégration Revit Archiwizard.....	151
V.2.6 Simulation du cas d'étude :.....	152
<b>V.3.4 Aspect bioclimatique et performances énergétiques du projet.....</b>	<b>158</b>
V.3.1. Les stratégies passives : .....	158
V.3.1.1 La forme compacte : .....	158
V.3.1.2 Le rafraîchissement passif par ventilation naturelle : .....	158
V.3.1.2.1 La ventilation transversale :.....	159
V.3.1.2.2 Le tirage thermique .....	159
V.3.1.3. La façade double peau.....	160
V.3.1.4. Les brises soleil en GRC : .....	161
V.3.1.5. Les façades vitrées (vitrage photochromique).....	162
V.3.1.6. Éclairage naturel optimisé : .....	163
V.3.1.7. L'atrium solaire .....	163
V.3.1.8. L'usage de la végétation : .....	164
V.3.1.9. Les matériaux écologiques : .....	165
V.3.1.9.1 Le béton cellulaire :.....	165
V.3.1.9.3 Revêtement de sol en linoléum : .....	166
V.3.1.9.4 Peinture écologique à base de lait de chaux : .....	166
V.3.1.9.5 Le CCV (composite ciment verre) : .....	166
V.3.2. Le système actif : .....	167
V.3.2.1 Intégration des panneaux solaires : .....	167
V.3.3. La gestion écologique du projet .....	167
V.3.3.1 La gestion des déchets par le tri sélectif.....	168
V.3.3.2 La récupération des eaux pluviales .....	168
<b>V.4. Détails constructifs : .....</b>	<b>169</b>
Introduction :.....	<b>169</b>
V.4.1. Choix du système constructif : .....	169
Conclusion : .....	170
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>171</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>181</b>

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Emission de charbon fossile.	4
<b>Figure 2</b>	Causes et effets du réchauffement du aux gaz à effet de serre.	5
<b>Figure 3</b>	Le phénomène de l'effet de serre	6
<b>Figure 4</b>	Emission des gés dans le monde par secteur en 2016	7
<b>Figure 5</b>	Production d'électricité par l'énergie éolienne	9
<b>Figure 6</b>	Production d'électricité mondiale par l'énergie hydraulique	10
<b>Figure 7</b>	Production d'électricité par l'énergie géothermique	11
<b>Figure 8</b>	Production d'électricité par l'énergie de biomasse	12
<b>Figure 9</b>	Consommation finale d'énergie dans le secteur des bâtiments en 2021	15
<b>Figure 10</b>	L'évolution des réglementations thermiques vers la réglementation environnementale 2020	17
<b>Figure 11</b>	Principales évolutions de la re2020 sur le volet performance énergétique	18
<b>Figure 12</b>	Evolution de la performance énergétique des bâtiments	20
<b>Figure 13</b>	Diagnostic de performance énergétique	21
<b>Figure 14</b>	Le soleil	26
<b>Figure 15</b>	Schéma de l'architecture bioclimatique	32
<b>Figure 16</b>	Principe de la conception bioclimatique	33
<b>Figure 17</b>	Exemple d'analyse de site en fonction du climat.	35
<b>Figure 18</b>	L'orientation par rapport à la course de soleil.	36
<b>Figure 19</b>	L'effet de la forme du bâtiment sur l'efficacité énergétique	37
<b>Figure 20</b>	Schéma d'organisation des espaces intérieures	38
<b>Figure 21</b>	La surface des ouvertures en fonction des façades.	39
<b>Figure 22</b>	Intégration de la végétation au niveau des bâtiments	40
<b>Figure 23</b>	Les déperditions thermiques dans un logement	41
<b>Figure 24</b>	L'effet de la masse thermique	42
<b>Figure 25</b>	Schéma représente les stratégies de la ventilation naturelle	43
<b>Figure 26</b>	Schéma d'une installation destiné pour le chauffage solaire d'une habitation	44
<b>Figure 27</b>	Panneau solaire photovoltaïque	45
<b>Figure 28</b>	Schéma de principe d'un système pv autonome	45
<b>Figure 29</b>	Distribution des rayonnements solaires reçu sur les façades et le toit d'un bâtiment	47
<b>Figure 30</b>	Mur rideau solaire	47
<b>Figure 31</b>	Es types d'intégration des panneaux photovoltaïques en façades des bâtiments	48
<b>Figure 32</b>	Définition de la position du soleil (latitude et azimut)	48
<b>Figure 33</b>	Représentation de la latitude (hauteur) angulaire et l'azimut	49
<b>Figure 34</b>	Orientation des panneaux solaires	50

<b>Figure 35</b>	Le rendement des capteurs solaires en référence de l'échelle de performance	52
<b>Figure 36</b>	Le tourisme balnéaire	55
<b>Figure 37</b>	Le tourisme de montagne	56
<b>Figure 38</b>	Le tourisme saharien	56
<b>Figure 39</b>	Le tourisme culturel	57
<b>Figure 40</b>	Le tourisme de santé	57
<b>Figure 41</b>	Tourisme d'affaire	58
<b>Figure 42</b>	Le tourisme religieux	58
<b>Figure 43</b>	L'accueil l'accueil	61
<b>Figure 44</b>	Espace de travail	62
<b>Figure 45</b>	Salle de maintenance	62
<b>Figure 46</b>	La gestion administrative	63
<b>Figure 47</b>	Salon de thé	63
<b>Figure 48</b>	Cmf durable au caire	64
<b>Figure 49</b>	Situation de projet	65
<b>Figure 50</b>	Orientation du projet	66
<b>Figure 51</b>	Vue aérienne de cmf de caire	67
<b>Figure 52</b>	Schéma de genèse de projet	67
<b>Figure 53</b>	La structure métallique au-dessus de projet	67
<b>Figure 54</b>	Le volume de cmf	67
<b>Figure 55</b>	Façades de cmf	68
<b>Figure 56</b>	Façades de cmf	68
<b>Figure 57</b>	Toit de cmf de caire	69
<b>Figure 58</b>	Fonctionnement du tour	69
<b>Figure 59</b>	Plan sous-sol parking	69
<b>Figure 60</b>	Plan sous-sol 1 commerce	70
<b>Figure 61</b>	Plan rdc commerce	70
<b>Figure 62</b>	Plan des étages bureaux + logements	70
<b>Figure 63</b>	Plan toiture vert	71
<b>Figure 64</b>	Les brise -vent	72
<b>Figure 65</b>	Le système de refroidissement géothermique	72
<b>Figure 66</b>	Les cellules solaires photovoltaïques intégrés au projet	73
<b>Figure 67</b>	Les tubes de chauffage solaire	73
<b>Figure 68</b>	Les éoliennes à axe vertical	74
<b>Figure 69</b>	Jardins communautaires	74
<b>Figure 70</b>	Les murs végétaux	76
<b>Figure 71</b>	The gherkin	77
<b>Figure 72</b>	Bâtiment baltic exchange	77
<b>Figure 73</b>	Le bâtiment après l'explosion	77
<b>Figure 74</b>	Situation du projet	77
<b>Figure 75</b>	Plan du rdc du gherkin	78
<b>Figure 76</b>	Maquette de la tour	78
<b>Figure 77</b>	La volumétrie de la tour	78
<b>Figure 78</b>	Structure de la façade	79
<b>Figure 79</b>	La répartition des espaces	80
<b>Figure 80</b>	La répartition des espaces	80
<b>Figure 81</b>	Les différents plans	81

<b>Figure 82</b>	Les plans 40et 41	81
<b>Figure 83</b>	La circulation dans la tour	82
<b>Figure 84</b>	Les fondations	82
<b>Figure 85</b>	Superstructure	83
<b>Figure 86</b>	La structure diagrid system	83
<b>Figure 87</b>	Le dôme au dernier étage	84
<b>Figure 88</b>	Puits de lumière (les 06 doigts).	84
<b>Figure 89</b>	Le dôme de l'extérieure	85
<b>Figure 90</b>	Le dôme de l'intérieure	85
<b>Figure 91</b>	La ventilation	86
<b>Figure 92</b>	Ouverture des fenêtres	86
<b>Figure 93</b>	La forme de la tour	86
<b>Figure 94</b>	Simulation numérique	86
<b>Figure 95</b>	Simulation numérique	87
<b>Figure 96</b>	Plan montrant la ventilation	87
<b>Figure 97</b>	Chauffage de l'air	87
<b>Figure 98</b>	Rafraichissement de l'air	87
<b>Figure 99</b>	Vue 3d de la tour	90
<b>Figure 100</b>	Situation du projet	91
<b>Figure 101</b>	Plan de masse du projet	91
<b>Figure 102</b>	Processus de conception formel	92
<b>Figure 103</b>	La tour depuis le mail picass	93
<b>Figure 104</b>	La façade du projet	93
<b>Figure 105</b>	Fonctionnement du projet	94
<b>Figure 106</b>	La vue en plan de plan de masse	95
<b>Figure 107</b>	Organisation spatiale de différentes variantes des plans	95
<b>Figure 108</b>	Typologie des logements selon le nombre des pièces	96
<b>Figure 109</b>	Un graph montre la répartition des logements selon la typologie	96
<b>Figure 110</b>	Photo d'espace séjour et le coin séjour	96
<b>Figure 111</b>	Organisation spatiale de différentes variantes des plans	97
<b>Figure 112</b>	Le bac plante	98
<b>Figure 113</b>	L'espace deck solarium	98
<b>Figure 114</b>	Centre d'affaire Numidia	99
<b>Figure 115</b>	Situation du centre d'affaire Nnumidia	99
<b>Figure 116</b>	Plan de masse	100
<b>Figure 117</b>	Volume 01 du centre d'affaire Numidia	100
<b>Figure 118</b>	Volume 02 du centre d'affaire Numidia	101
<b>Figure 119</b>	Volume 03 du centre d'affaire Numidia	101
<b>Figure 120</b>	Façade principale du centre d'affaire Numidia	102
<b>Figure 121</b>	Plan rdc	103
<b>Figure 122</b>	Plan 1er étage	103
<b>Figure 123</b>	Plan 2éme étage	103
<b>Figure 124</b>	Plan 3éme étage	103
<b>Figure 125</b>	Plan 4éme étage	103
<b>Figure 126</b>	Plan 5éme étage	104
<b>Figure 127</b>	Plan 6éme étage	104
<b>Figure 128</b>	Plan 7éme étage	104
<b>Figure 129</b>	Système constructif	105

<b>Figure 130</b>	Schéma montre l'organisation verticale des centres d'affaires	106
<b>Figure 131</b>	Schéma explicatif du programme.	108
<b>Figure 132</b>	Schéma montre les grandes entités du projet	109
<b>Figure 133</b>	La situation géographique et administrative de la wilaya de guelma	114
<b>Figure 134</b>	Le relief de la ville de guelma	115
<b>Figure 135</b>	La classification du climat de la ville de guelma.	116
<b>Figure 136</b>	Graph des variations des températures mensuelles et annuelle de guelma.	116
<b>Figure 137</b>	Graph de variations des précipitations mensuelles.	117
<b>Figure 138</b>	Graph de variation de vitesse des vents mensuelle.	118
<b>Figure 139</b>	La rose du vent dans les 4 saisons de la wilaya de guelma.	118
<b>Figure 140</b>	Variation de durée d'insolation mensuelle	119
<b>Figure 141</b>	Graph de variations mensuelle de la température du sol.	120
<b>Figure 142</b>	Diagramme solaire de guelma période hiver/printemps.	121
<b>Figure 143</b>	Diagramme solaire de guelma période été/automne.	121
<b>Figure 144</b>	Diagramme psychométrique de guelma.	122
<b>Figure 145</b>	Situation de terrain par rapport au pos sud	123
<b>Figure 146</b>	Les limites de terrain	123
<b>Figure 147</b>	L'environnement immédiat de l'aire d'intervention	124
<b>Figure 148</b>	Situation du terrain par rapport au pos sud	125
<b>Figure 149</b>	La forme de terrain	125
<b>Figure 150</b>	Coupe longitudinale	126
<b>Figure 151</b>	Coupe transversale	126
<b>Figure 152</b>	Accessibilité de terrain.	127
<b>Figure 153</b>	La climatologie du site	128
<b>Figure 154</b>	Etapes de croissance du projet	133
<b>Figure 155</b>	Schéma de principe	137
<b>Figure 156</b>	Une simulation thermique statique	140
<b>Figure 157</b>	Simulation thermique dynamique	140
<b>Figure 158</b>	Schéma montre le rôle de la simulation thermique dynamique dans le processus de la conception architecturale	143
<b>Figure 159</b>	Illustration d'une modélisation 3d d'un bâtiment à l'aide d'un logiciel de cao,	145
<b>Figure 160</b>	Logiciel de simulation archiwizard.	148
<b>Figure 161</b>	Les outils d'archiwizard.	149
<b>Figure 162</b>	Simulation énergétique par archiwizard	150
<b>Figure 163</b>	Illustration de l'intégration du logiciel archiwizard dans revit,	151
<b>Figure 164</b>	Imagerie solaire du volume dans archiwizard	152
<b>Figure 165</b>	Informations globales sur le projet	153
<b>Figure 166</b>	Imagerie solaire en temp réel dans Archiwizard	155
<b>Figure 167</b>	Tableau des résultats RT 2012	156
<b>Figure 168</b>	Génération des rapports d'analyse dans Archiwizard	156
<b>Figure 169</b>	La ventilation naturelle	159
<b>Figure 170</b>	Le tirage thermique	160
<b>Figure 171</b>	Façade bioclimatique intelligente	161
<b>Figure 172</b>	Brises soleil en grc	162
<b>Figure 173</b>	Vitrage photochromique	162
<b>Figure 174</b>	Fonctionnement d'un atrium solaire	164
<b>Figure 175</b>	Tri sélectif des déchets	168
<b>Figure 176</b>	Stockage des eaux pluviales utilisables	169

## Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	Les différents types d'énergie primaire	3
<b>Tableau 2</b>	Etiquetage énergétique européen de la consommation annuelle d'énergie	22
<b>Tableau 3</b>	Etiquetage climatique européen des émissions de gés	22
<b>Tableau 4</b>	Taux d'ensoleillement pour chaque région de l'algérie du pays.	27
<b>Tableau 5</b>	Programme du projet	70
<b>Tableau 6</b>	Programme surfacique du projet	105
<b>Tableau 7</b>	Programme retenu.	109
<b>Tableau 8</b>	Interopérabilité des quelques logicielles de simulation thermique dynamique.	146



# CHAPITRE INTRODUCTIF

## I. Introduction

Un bâtiment est conçu pour protéger les usagers des effets climatiques (chauds et froids) en créant un microclimat intérieur satisfaisant pour l'exercice de diverses activités, tout en assurant une gestion efficace de l'énergie.

Selon l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), la consommation mondiale d'énergie est à l'origine de plus de 70% des émissions de gaz à effet de serre et elle devrait augmenter à cause de la croissance des pays en voie de développement.

Et Selon les dernières projections des Nations Unies, d'ici l'année 2030, il y aura 8,5 milliards de personnes dans le monde (Nations Unies, 2022) et la consommation augmentera de 75 % par rapport aux années 2000, répartie également entre les pays en développement et les pays développés. Cela signifie une augmentation de 37,5 % de la consommation d'énergie tous les 10 ans. Ces facteurs ont motivé la recherche sur la durabilité dans la production, la distribution, le stockage et la consommation d'énergie.

Le domaine du bâtiment, très énergivore, apparaît au premier plan de cette tendance. A Mondialement, les bâtiments consomment environ 32 % de l'énergie électrique totale et sont responsables d'environ 30 % des émissions de CO<sub>2</sub> (Pinzon, Vergara, Da Silva, & Rider, 2018).

En Algérie, Le secteur du bâtiment représente une grande part dans la consommation énergétique du pays. En effet, les dernières statistiques donnent un taux supérieur à 45% par rapport à la consommation nationale. Et avec L'épuisement annoncé des énergies fossiles et les problèmes climatiques dus aux gaz à effet de serre, plusieurs pays sont amenés à accorder une priorité à cette question.

Pour répondre à ces défis énergétiques et environnementaux, plusieurs stratégies et solutions peuvent être mis en œuvre de manière complémentaire. Du point de vue environnemental, les solutions sont très nombreuses et concernent notamment la rationalisation de l'utilisation des matières premières, la réduction des émissions polluantes et des déchets et le recyclage des matériaux. Du point de vue énergétique, les mesures seront ciblées sur la baisse de la consommation d'énergie des bâtiments, l'amélioration de l'efficacité (EE) énergétique des équipements et le recours aux énergies renouvelables (ER) notamment l'énergie solaire. C'est dans cette perspective que l'approche bioclimatique est

adoptée. Cette approche permet de réduire la consommation énergétique des équipements en utilisant les techniques du solaire passif et actif.

En conclusion, la nécessité de transiter vers l'utilisation des énergies renouvelables dans le secteur du bâtiment est cruciale pour répondre aux défis environnementaux actuels, assurer la durabilité énergétique à long terme, et stimuler le développement économique. Cette transition représente un pas essentiel vers la construction de villes plus résilientes, respectueuses de l'environnement et économiquement prospères.

## II. Problématique

« La consommation d'énergie des bâtiments représente 30-40 % de la consommation d'énergie primaire mondiale ». (Zhang, Shah, & Papageorgiou, 2013).

Les progrès technologiques inventent et proposent de nouveaux produits et services. Notamment dans Le secteur bâtiment, les smart buildings connaît un essor considérable par l'intégration de ces nouvelles technologies au service d'un développement urbain durable et moins énergivore. Plusieurs gouvernements promeuvent des politiques de développement durable et une utilisation intelligente des ressources énergétiques mondiales.

L'objectif est de réduire les émissions polluantes et l'adoption de stratégies appropriées pour réduire les déchets énergétiques inutiles, par l'adoption des énergies renouvelables telles que l'énergie solaire.

Aujourd'hui, l'importance croissante des technologies des énergies renouvelables sont l'un des principaux moteurs de la transition des systèmes énergétiques, y compris la décarbonisation et l'efficacité énergétique, de nombreuses réglementations thermiques et environnementales sont mis à la disposition des acteurs du bâtiment dans tous les pays du monde. Pour cela, l'Algérie a élaboré un programme d'appui national au secteur des énergies renouvelables, principalement électriques, et de l'efficacité énergétique nationale "TAKA NADIFA".

L'objectif est de concevoir des bâtiments urbains écoénergétiques en intégrant des technologies vertes. Les architectes, aménageurs urbains et ingénieurs sont tous appelés à contribuer à la conception de bâtiments performants sur le plan énergétique.

Le bâtiment énergivore comprend des installations et des utilisations des systèmes technologiques avancés et intégrés qui constituent une part significative de la consommation énergétique, ce qui les rend énergivores. Dans ce sens, la question de l'efficacité énergétique

de ce genre de bâtiment est l'un des plus grands défis à relever. Dans un rapport de l'union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources, la notion de développement durable a été définie en 1987 par la commission mondiale sur l'environnement et le développement dite commission Brundtland comme : « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre ceux des générations futures » (ONU, 1996).

À l'aide de modèles prédictifs de consommation d'énergie fondés sur le profil d'utilisation, l'étude se concentre sur l'impact des mesures d'efficacité énergétique sur les besoins énergétiques d'un bâtiment énergivore, en tenant compte des données climatiques de la ville de Guelma. L'objectif est d'améliorer la performance énergétique de ce bâtiment en adaptant les mesures les plus appropriées pour cette zone.

Et Afin d'assurer le confort thermique des occupants dans un bâtiments énergivores comme un centre d'affaires d'une manière écologique avec des stratégies solaires passives (bioclimatique) et actives ; à partir de ces stratégies qu'on peut protéger l'environnement et vivre dans un milieu sain, sans compromettre les besoins des générations futurs. Cela nous amène à se poser le questionnement suivant :

- **Comment l'architecture solaire peut-elle optimiser la performance énergétique des bâtiments et répond aux enjeux contemporains de durabilité et d'efficacité énergétique dans les centres d'affaires et de loisirs dans le contexte spécifique de Guelma ?**

### III. Hypothèses

Afin d'aborder la question de recherche nous posons les hypothèses suivantes :

- ✓ L'énergie solaire comme source d'énergies renouvelables peut contribuer à l'optimisation de la performance énergétique des bâtiments énergivores. Dans ce sens l'énergie solaire semble être une des meilleures actions pour le cas spécifique de Guelma,
- ✓ L'intégration des technologies vertes, telles que l'énergie solaire assurera l'efficacité énergétique du centre d'affaires et de loisir à concevoir.

### IV. Objectifs

Notre travail consiste à mettre en œuvre une conception architecturale combinée entre des procédés passives optimisé par une approche active intelligente (énergie solaire).

Les objectifs de ce travail sont :

- ✓ L'objectif principale est de baisser les consommations d'énergie de bâtiment, réduire les coûts liés à la facture d'énergie et réduire l'empreinte carbone de ce projet,
- ✓ Proposer un bâtiment a grande efficience énergétique sous le climat spécifique de Guelma,
- ✓ Redynamiser l'extension Sud de Guelma par un équipement structurant en saisissant l'opportunité foncière et réglementaire à la disposition,
- ✓ Tester la faisabilité de l'intégration de l'énergie solaire dans le processus de conception architecturale,
- ✓ La mise en œuvre d'une conception architecturale permettant la création d'un microclimat confortable comme action passive dans l'objet architectural qui est un équipement d'affaires et de loisirs.

### V. Méthodologie de recherche

Afin de répondre à la question de recherche et atteindre les résultats escomptés dans ce travail, une démarche méthodologique est proposée, elle s'articule autour d'un :

- Positionnement théorique et méthodologique : les concepts/revue de littérature, déterminer les indicateurs à étudier.
- Cadrage des éléments de contextualisation : présentation de projet, analyse des exemples, programme et analyse de site.
- Définition des éléments de projection : par un processus conceptuel basé sur des recommandations passives pour créer le modèle efficient, et ensuite les recommandations d'intégrations des procédés actives pour créer le modèle optimisé.

### VI. Structure de mémoire

Suite à la méthodologie exposée, le présent mémoire est structuré en deux parties : partie théorique et partie pratique.

- La première partie théorique consiste à une analyse conceptuelle des différents concepts clés énoncées dans l'hypothèse. Cette partie est structurée en trois chapitres comme suit :
  - **Le chapitre I** : Est une revue bibliographique concernant les aspects généraux des concepts clés concernant notre sujet de recherche, ainsi qu'un aperçu sur l'impact de l'énergie primaire et ses conséquences sur le changement climatique et la transition énergétique vers les énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire en Algérie.
  - **Le chapitre II** : Rassemble des généralités sur l'architecture solaire et son intégration dans le projet architectural.
  - **Le chapitre III** : Ce chapitre permet de définir notre thème qui est le tourisme spécifiquement le tourisme d'affaires ainsi que les centres d'affaires. En second lieu, une analyse qui englobe quatre exemples de référence des centres d'affaires et voir comment introduire les principes de l'architecture solaire dans ces exemples, Pour élaborer un programme.
- La partie pratique Englobe deux chapitres :
  - **Le chapitre IV** : Présente une analyse climatique et physique de site d'intervention, afin de tirer des éléments conceptuels pour le projet.
  - **Le Chapitre V** : consiste en la création du projet architectural allant du processus de conception, tenant compte des recommandations des approches analysées précédemment, passant par une simulation de projet et à la description des détails constructifs.

# **CHAPITRE I : "LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE BATIMENT : VERS UNE EFFICACITE MAXIMALE"**

## **Introduction :**

Depuis toujours, l'homme a consommé de l'énergie. Cette consommation était relativement linéaire et d'origine presque exclusivement renouvelable (biomasse, énergie hydroélectrique, énergie animale, ...) jusqu'à la révolution industrielle. C'est durant cette phase, marquée par des développements industriels et économiques toujours plus énergivores et une augmentation de plus en plus importante de la population mondiale que des pics de consommation énergétique sont observés.

Aujourd'hui, La production de l'énergie, sous toutes formes, est sujet de débats économiques et politiques ; le recours aux énergies primaires dans le domaine de l'architecture et le secteur de bâtiment a pour but de répondre à leurs multiples besoins et confort (éclairage, cuisson, chauffage, climatisation, etc.).

Donc il nous paraît important de présenter dans ce chapitre, les définitions des notions ayant un rapport avec l'énergie et l'architecture à savoir l'énergie fossile et ses impacts sur l'environnement, énergie renouvelable...

## **I.1. Défis et Enjeux Énergétiques : L'Impact des Énergies Fossiles sur l'Environnement".**

### **I.1.1. L'Énergie dans l'Histoire : Des Sources Naturelles aux Défis Contemporains"**

De tout temps, l'homme a eu besoin de l'énergie pour se nourrir et se mouvoir. Celle-ci existe sous plusieurs formes. Aujourd'hui, la technologie permet d'en produire en grande quantité, en utilisant toutes les ressources possibles (fossiles, eau, vent, soleil...). L'énergie est un enjeu majeur, tant au niveau politique, économique, scientifique qu'environnemental...

Selon Depecker, le concept de l'énergie peut s'introduire dans l'architecture à travers deux thèmes principaux :

- Le coût énergétique « initial » de l'ouvrage se forme à partir du coût énergétique des matériaux utilisés, et du coût de la construction.
- Le coût énergétique « vécu » de l'ouvrage qui correspond à la consommation en chauffage ou climatisation, éclairage et alimentation.

L'énergie apparaît sous plusieurs formes : le mouvement, la chaleur, la lumière, les réactions chimiques et l'électricité. On dit que l'énergie est présente dans les sources d'énergie telles que, le vent, le gaz naturel, le charbon, le pétrole et au Cœur des noyaux d'atomes. Toutes ces différentes formes d'énergie ont en commun le fait que nous pouvons les utiliser pour obtenir ce que nous désirons. Nous utilisons l'énergie pour mettre des choses en mouvement, pour modifier des températures et produire de la lumière ou du son. C'est ainsi qu'on pourrait dire : *« l'énergie est la capacité d'accomplir un travail utile ».*

### **I.1.2 Les énergies fossiles :**

#### **I.1.2.1 Définition des énergies fossiles :**

Sources d'énergies qui ne sont pas renouvelables, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent se renouveler en proportion de la consommation qui en est faite, et vont donc, tôt ou tard, s'épuiser.

#### **I.1.2.2 La surexploitation des ressources fossiles :**

La consommation d'énergie non renouvelable est indispensable à l'économie. Elle varie en fonction du taux d'équipement (véhicules, chauffage/climatisation, appareils électroménagers, appareils électroniques). A l'échelle mondiale, selon L'AIE (Agence Internationale de l'Energie) **l'industrie consomme 29% des énergies primaires, le transport 27% et le résidentiel 23 %**. Ainsi plus un pays est développé plus il consomme d'énergies.

**I.1.2.3. Les différents types des énergies fossiles :**

**TABEAU 4 : LES DIFFERENTS TYPES D'ENERGIE PRIMAIRE**

	<i>Source d'énergie</i>	<i>Mix énergétique mondial 2011</i>	<i>Principaux usages</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<b>Non renouvelables</b>	<b>CHARBON</b>	<b>29 %</b>	Chauffage, électricité, industrie chimique	Abondant	Fortes émissions de CO2
	<b>PETROLE</b>	<b>31 %</b>	Transports, électricité, industrie pétrochimique	Usages polyvalents et bonne adaptation aux transports	Réserves limitées, fortes émissions de CO2, tensions géopolitiques
	<b>GAZ NATUREL</b>	<b>21 %</b>	Chauffage, électricité, transports	Stockage assez facile	Réserves limitées, Infrastructures coûteuses, assez fortes émissions de CO2
	<b>NUCLEAIRE</b>	<b>5 %</b>	Electricité	Pas d'émissions de CO2	Installations coûteuses et dangereuses, stockage des déchets

SOURCE : IEA

**I.1.2.4. Conséquences majeures des énergies fossiles :**

- ✓ Réchauffement climatique à cause de l'émission des gaz à effet de serre.
- ✓ Bouleverse les grands équilibres écologiques et menace à terme la planète.

**I.1.2.4.1 Le réchauffement climatique : une urgence écologique**

• **Définition :**

Également appelé réchauffement planétaire ou réchauffement global, Est un phénomène d'augmentation des températures sur la plus grande partie des océans et de l'atmosphère terrestre, mesuré à l'échelle mondiale sur plusieurs décennies, et qui traduit une augmentation de la quantité de chaleur retenue à la surface terrestre.

Le réchauffement climatique apparaît comme une menace majeure pour le monde. Les activités humaines dans les villes se traduisent également par des émissions importantes de gaz à effet de serre. D'après le 4ème rapport du GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), ces émissions seraient pour la plupart responsables de l'augmentation de la température de la planète.



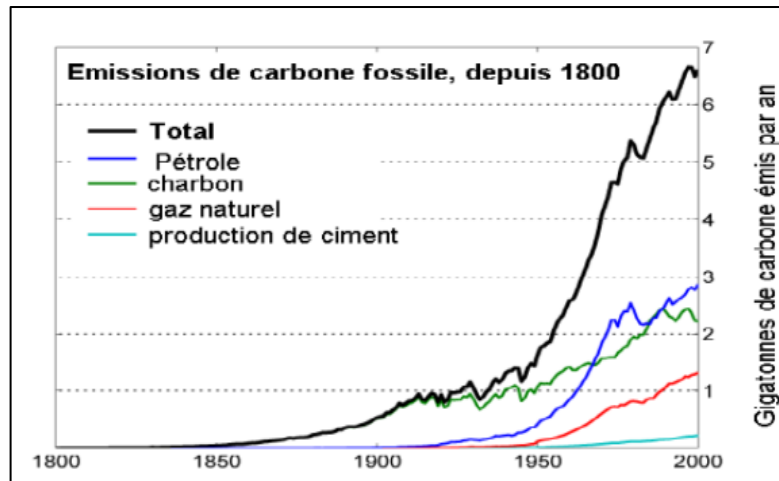


FIGURE 1: EMISSION DE CHARBON FOSSILE.

SOURCE: CDIAC 2007

• **Conséquences du réchauffement climatique :**

Selon le GIEC, les conséquences, très concrètes, du réchauffement seraient multiples :

- Vagues de chaleur plus nombreuses,
- Sécheresses,
- Inondations,
- Précipitations violentes,
- Cyclones plus intenses, acidification des océans...
- Niveau de l'élévation de la mer (entre 20 et 60 cm de plus d'ici la fin du siècle) serait particulièrement dramatique dans les régions côtières très peuplées.

Certes, les impacts du réchauffement climatique ne seraient pas les mêmes suivant les régions.

Citons ici directement le dernier rapport du **GIEC** :

*« Il existe des écarts considérables entre les régions, et celles dont la situation économique est la plus défavorable sont souvent les plus vulnérables aux changements climatiques et aux dommages qui s'y associent, en particulier en présence de stress multiples. On a davantage de raisons de penser que certains segments de la population deviennent plus vulnérables, notamment les pauvres et les personnes âgées, dans les pays en développement comme dans les pays développés. Par ailleurs, de plus en plus d'éléments semblent indiquer que les zones peu développées ou situées aux basses latitudes, notamment les régions sèches et les grands deltas, seront davantage exposées. ».*

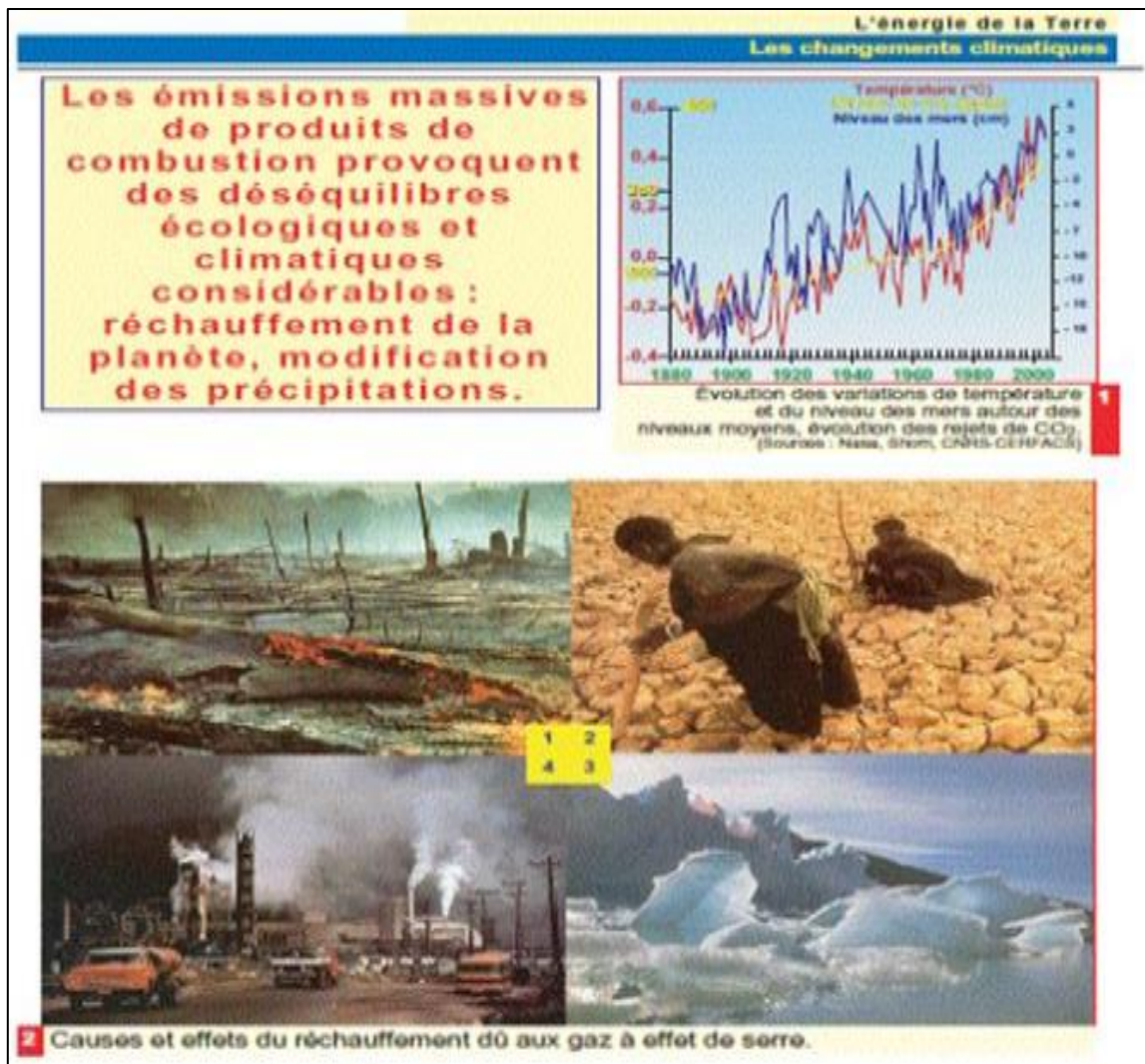


FIGURE 2 : CAUSES ET EFFETS DU RECHAUFFEMENT DU AUX GAZ A EFFET DE SERRE.

SOURCE : CDIAC, 2007

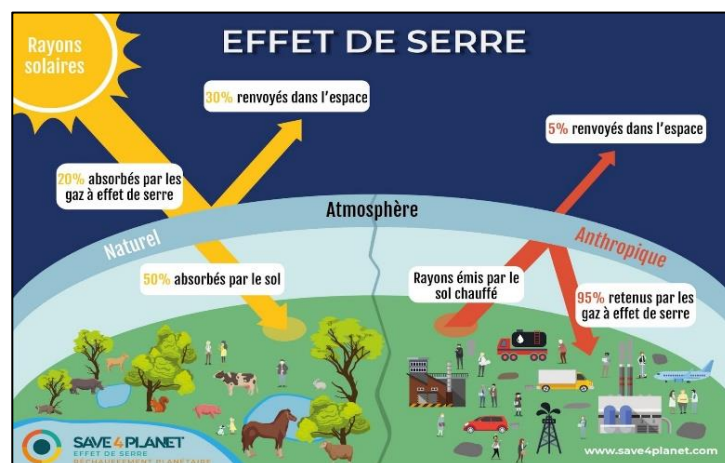
• **Résultats de quelques conférences sur les changements climatiques :**

- ✓ Conférence de Rio : les Etats prend conscience des problèmes des émissions de CO<sub>2</sub> liées aux énergies fossiles.
- ✓ Protocole de Kyoto de 1997, signé par 184 Etats, visait la réduction des gaz à effet de serre.
- ✓ Du 30 novembre au 11 décembre 2015, s'ouvre une nouvelle conférence sur le climat à Paris, la COP21, qui doit aboutir à un accord pour réduire les GES pour limiter le réchauffement climatique. Afin de réduire les GES dus aux énergies fossiles les Etats doivent engager leur transition énergétique.

## I.1.2.4.2 L'effet de serre :

- **Définition :**

L'effet de serre est originellement un phénomène naturel qui vise à réabsorber le rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre et maintenu sous forme de chaleur dans la partie inférieure de l'atmosphère. Avec la surabondance de gaz à effet de serre, ce phénomène fragile tend à transformer la Terre en véritable étuve.



**FIGURE 4: LE PHENOMENE DE L'EFFET DE SERRE**

**SOURCE :**

[HTTPS://WWW.SAVE4PLANET.COM/ECOLOGIE/68/GES-GAZ-EFFET-SERRE](https://www.save4planet.com/ecologie/68/GES-GAZ-EFFET-SERRE)

- **Sources des GES :**

Les émissions de GES sont générées principalement par Les activités dans les secteurs de l'énergie, des transports, de l'industrie, de l'agriculture et du bâtiment, qui ont recours pour la plupart à la combustion d'hydrocarbures :

- **Le transport :** première source d'émissions de gaz à effet de serre. Le secteur est responsable de 30 % des émissions de CO<sub>2</sub>. Le transport routier est à l'origine de 91 % des rejets.
- **L'agriculture :** à l'origine de 20 % des émissions. Les activités agricoles rejettent principalement du protoxyde d'azote, lié à la fertilisation azotée, et du méthane, en raison notamment des déjections animales. « Il faut noter que les estimations d'émissions pour ces deux gaz présentent de fortes incertitudes ».
- **L'industrie :** en troisième position avec 21 % des émissions. Le secteur émet majoritairement du dioxyde de carbone mais aussi du protoxyde d'azote.
- **L'habitat :** autre source importante d'émissions de gaz à effet de serre. Aussi appelé secteur résidentiel-tertiaire, il est responsable de 19 % des émissions, essentiellement de

dioxyde de carbone, venant des installations de chauffage, de production d'eau chaude et de climatisation.

- ✓ Les émissions ont augmenté d'environ 70% entre 1970 et 2004.
- ✓ Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) étant la principale source, a augmenté de 80% dans la même période.
- ✓ La majeure partie de la hausse d'émissions de CO<sub>2</sub> provient l'approvisionnement en énergie et du transport routier.
- ✓ Les émissions de méthane (CH<sub>4</sub>) ont augmenté d'environ 40% par rapport à 1970, dont 85% proviennent de l'utilisation des combustibles fossiles.
- ✓ L'agriculture reste cependant la plus grande source d'émissions de méthane.

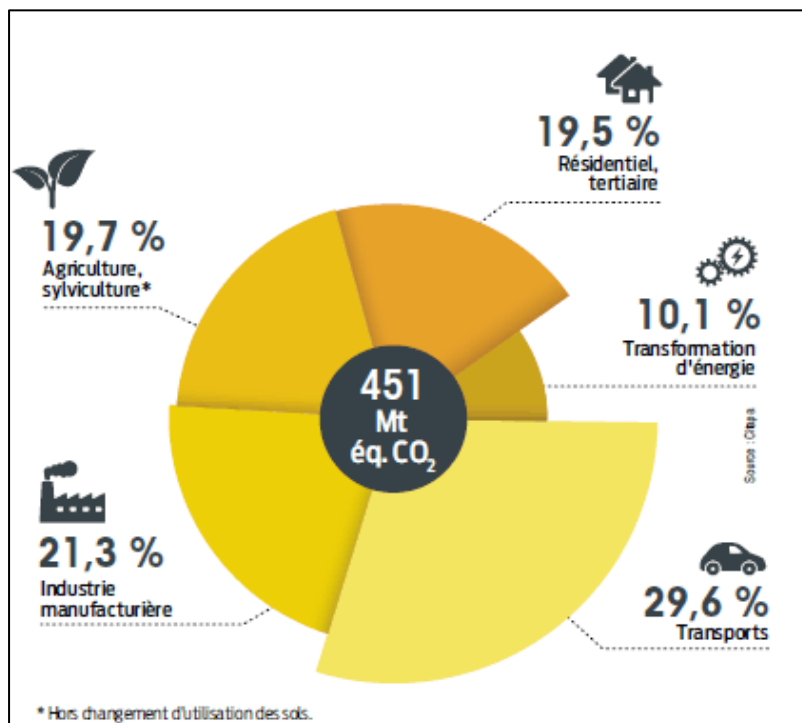


FIGURE 5: ÉMISSION DES GES DANS LE MONDE PAR SECTEUR EN 2016

SOURCE: [HTTPS://WWW.ALTERNATIVES-ECONOMIQUES.FR](https://www.alternatives-economiques.fr)

### I.1.2.4.3 Pollutions atmosphériques causées du GES :

L'émission des gaz à effet de serre ne produit pas seulement un réchauffement climatique néfaste pour l'Homme, mais entraîne aussi une pollution locale menaçant de destruction de son habitat et dégradant sa santé : en milieu urbain, la qualité de l'air est très dégradée et affecte la santé publique : on compte 45 000 décès par an directement imputables aux particules, soit dix fois ceux liés aux accidents de la route. L'exploitation intensive des

ressources fossiles carbonées, c'est aussi les pluies acides, la déforestation, l'épuisement des sols, **les pollutions atmosphériques**... Les effets locaux de la pollution qui, parce que plus visibles, peuvent déclencher une véritable prise de conscience collective de l'urgence écologique.

### **I.2 Transiter vers les énergies renouvelables : un défi environnemental majeur :**

L'utilisation de l'énergie fossile a une grande partie de responsabilité dans les problèmes environnementaux de la planète. Non seulement l'ensemble de ressources naturelles est en train de s'épuiser, mais l'exploitation et la consommation de combustibles fossiles génèrent de la pollution à plusieurs niveaux, dont la conséquence la plus grave est le changement climatique.

En effet, la consommation énergétique repose essentiellement sur les combustibles fossiles, ils représentent un peu plus de 80% de l'énergie primaire consommée sur la planète. Le pétrole et le gaz représentent 57 % de la fourniture d'énergie primaire et le charbon 23%. 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.

#### **I.2.1 Les énergies renouvelables :**

Les énergies renouvelables sont des énergies primaires inépuisables à long terme car elles sont issues directement de phénomènes naturels comme le rayonnement du soleil, le vent, le courant des fleuves ou encore la chaleur du sol. Le bilan carbone des énergies renouvelables est par conséquent très faibles, elles permettent de lutter contre le changement climatique et sont donc une solution viable pour une transition énergétique.

#### **I.2.2 Types des énergies renouvelables :**

Les sources d'énergie renouvelables, comme la biomasse, les ressources géothermiques, la lumière du soleil, l'eau et le vent, sont des ressources naturelles qui peuvent être converties en ces types d'énergie propre et utilisable sont les suivants :

##### **I.2.2.1 Energie solaire :**

Ce terme désigne l'énergie fournie par les rayons du soleil.

### I.2.2.2 L'énergie éolienne :

Le vent est utilisé pour produire de l'électricité en convertissant l'énergie cinétique de l'air en mouvement en électricité. Dans les éoliennes modernes, le vent fait tourner les pales du rotor, qui convertissent l'énergie cinétique en énergie de rotation. Cette énergie de rotation produit de l'énergie électrique. À la fin de 2018, 600 GW d'énergie éolienne étaient installés dans le monde, répondant ainsi à près de 6 % de la demande mondiale d'électricité. Elle devrait continuer à accroître sa part de la production d'électricité à l'échelle mondiale, comme le vent ne souffle pas continuellement, les chercheurs ont mis au point des façons d'utiliser l'énergie éolienne qui aident également à maintenir un approvisionnement fiable en électricité, comme l'appariement de parcs éoliens avec des parcs solaires ou le stockage d'énergie comme des batteries.

Les éoliennes se présentent sous : des éoliennes de grandes puissances raccordées aux réseaux nationaux, ou des micro-éoliennes, présentent sous plusieurs formes dans les zones urbaines offrent la possibilité de devenir moins dépendants du réseau électrique .

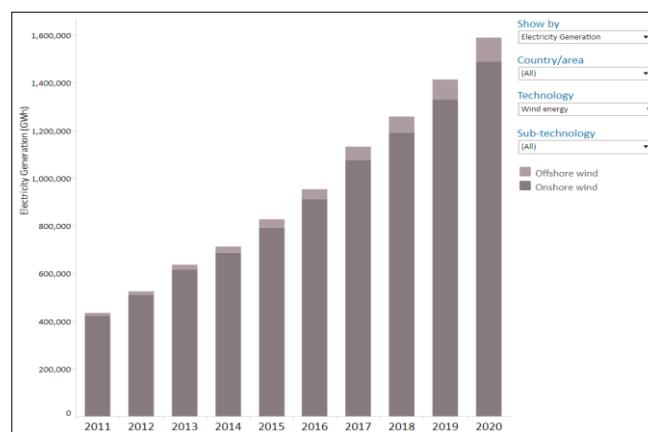


FIGURE 6: PRODUCTION D'ELECTRICITE PAR L'ENERGIE EOLIENNE

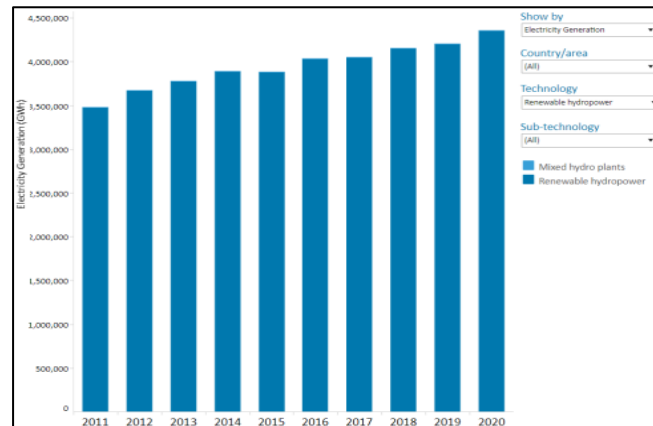
SOURCE: WIND ENERGY (IRENA.ORG)

### I.2.2.3 L'énergie hydraulique

L'hydroélectricité est l'une des plus anciennes et des plus importantes sources d'énergie renouvelable, qui utilise le flux naturel de l'eau en mouvement pour produire de l'électricité. Les technologies hydroélectriques produisent de l'électricité en utilisant la différence d'élévation, créée par un barrage ou une structure de dérivation, de l'eau qui s'écoule d'un côté et de l'autre, bien en dessous, de l'autre.



Parce que l'hydroélectricité utilise l'eau pour produire de l'électricité, les centrales sont habituellement situées sur ou à proximité d'une source d'eau. L'énergie disponible à partir de l'eau en mouvement dépend à la fois du volume du débit d'eau et du changement d'élévation ; aussi appelé la tête- d'un point à l'autre. Plus le débit est élevé et plus la tête est haute, plus l'électricité peut être produite.



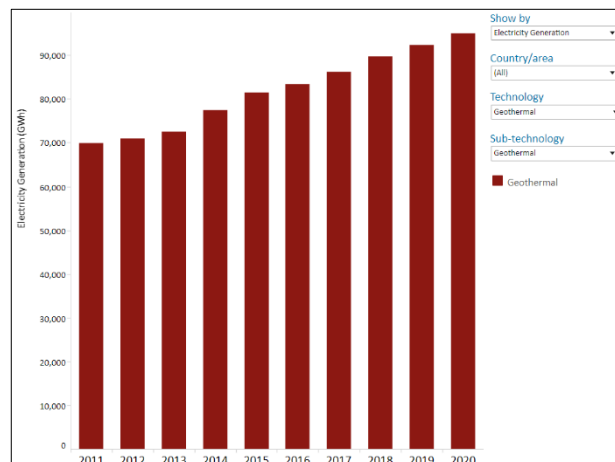
**FIGURE 7: PRODUCTION D'ELECTRICITE MONDIALE PAR L'ENERGIE HYDRAULIQUE**

**SOURCE:** WWW.IRENA.ORG

## I.2.2.4 L'énergie géothermique

L'énergie géothermique est la chaleur de la Terre. C'est une source d'énergie renouvelable avec de multiples applications, y compris le chauffage, le séchage et la production d'électricité. Les systèmes géothermiques extraient la chaleur de la Terre sous forme de fluides comme la vapeur ou l'eau. Les températures atteintes déterminent les utilisations possibles de son énergie (IRENA, 2022).

La technologie géothermique extrait la chaleur trouvée dans le sous-sol de la terre, qui peut être utilisée directement pour le chauffage et le refroidissement, ou convertie en électricité. Cependant, pour produire de l'électricité, il faut des ressources à température moyenne ou élevée. Ceux-ci sont habituellement situés à proximité de à activité volcanique ou tectonique où l'eau chaude et/ou la vapeur sont transportées à la surface de la Terre ou peuvent être accessibles à de faibles profondeurs (IRENA, 2022).



**FIGURE 8: PRODUCTION D'ELECTRICITE PAR L'ENERGIE GEOTHERMIQUE**

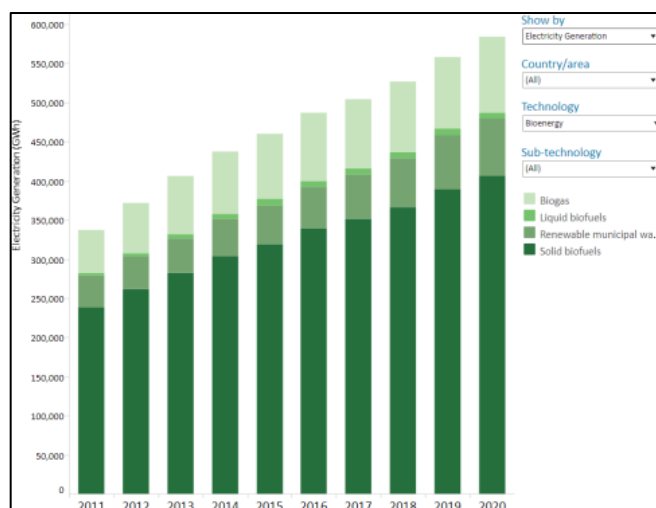
**SOURCE: GEOTHERMAL ENERGY IRENA.ORG**

### I.2.2.5 Énergie de Biomasse

La biomasse est une forme d'énergie renouvelable produite par la conversion de la biomasse en chaleur, électricité, biogaz et combustibles liquides. La biomasse est une matière organique dérivée de la foresterie, de l'agriculture ou des flux de déchets disponibles sur une base renouvelable. Il peut également inclure des composants combustibles de déchets solides municipaux.

La biomasse peut être convertie en bioénergie à l'aide d'une gamme de technologies selon le type de matière première (matière première), l'échelle/la taille du projet et la forme d'énergie à produire. Les technologies de conversion comprennent la combustion, la pyrolyse, la gazéification, la transestérification, la digestion anaérobie et la fermentation, ou peuvent être liées à des processus comme le bio raffinage. Certains procédés de conversion produisent également des sous-produits qui peuvent être utilisés pour fabriquer des matériaux utiles comme du bitume renouvelable et même du béton à base de biomasse. Les autres avantages comprennent la réduction des émissions, l'élimination des déchets, le soutien aux économies rurales et l'amélioration de la qualité de l'air (ARENA, 2022).





**FIGURE 9: PRODUCTION D'ELECTRICITE PAR L'ENERGIE DE BIOMASSE**

**SOURCE : BIOENERGIE ET BIOCARBURANTS (IRENA.ORG)**

### I.2.3 Avantages des énergies renouvelables :

Les avantages de l'énergie renouvelable sont nombreux et touchent l'économie, l'environnement et la santé humaine :

#### I.2.3.1 Avantages économiques

Plus les énergies renouvelables se développent, plus leur prix baisse, plus elles sont compétitives, plus elles fournissent une énergie bon marché et plus les investissements permettent d'en développer. C'est un secteur d'activité complet en pleine structuration.

#### I.2.3.2 Avantages environnementaux

Les énergies renouvelables réduisent les émissions de gaz à effet de serre en réaction à la crise climatique par l'intégration dans le mix énergétique (distribution des différentes sources d'énergie consommées). La transformation de la production énergétique aura des effets sanitaires. Elle permettra en effet de diminuer la pollution de l'air, contrairement aux énergies fossiles, dont la combustion libère des particules fines et de l'ozone fortement nocifs, les filières comme l'éolien, le solaire ou l'hydraulique n'émettent pas de polluants.

#### I.2.3.3 Avantages sociaux

Les citoyens peuvent construire le modèle énergétique renouvelable en produisant eux-mêmes leur énergie et en investissant dans des projets à proximité dont ils peuvent devenir les actionnaires dans le cadre d'un financement participatif.

### **I.2.3.4 Résilience et fiabilité**

Les énergies renouvelables sont moins sujettes aux échecs à grande échelle parce qu'elles sont distribuées et modulaires. Si un événement météorologique violent à un endroit ne coupe pas le courant à toute une région. Même si une partie de l'équipement du système est endommagée, le reste peut généralement continuer à fonctionner.

## **I.3. "Efficience Énergétique et Performance des Bâtiments : Détails et Réglementations"**

### **I.3.1 Notions et concepts :**

#### **I.3.1.1 Efficience :**

Selon le dictionnaire de l'énergie, l'efficience est : "En général, l'efficacité relative d'un système ou d'un dispositif, en particulier en termes de ressources totales requises pour atteindre le résultat souhaité, une quantité sans dimension qui caractérise un processus de conversion de l'énergie basé sur la relation entre la sortie de travail et l'entrée d'énergie" (Cleveland & Morris, 2005).

Aussi, L'efficience peut être défini comme la capacité d'atteindre un objectif final avec peu ou pas de gaspillage, d'effort ou d'énergie. Être efficace signifie que peuvent atteindre des résultats en mettant les ressources existantes de la meilleure façon possible. En termes simples, quelque chose est efficace si rien n'est gaspillé et que tous les processus sont optimisés. Cela comprend l'utilisation de l'argent, du capital humain, du matériel de production et des sources d'énergie. L'efficience peut être utilisée de diverses façons pour décrire divers processus d'optimisation. Par conséquent, l'analyse de l'efficience peut aider à réduire les coûts et à augmenter les bénéfices nets.

#### **I.3.1.2 Efficience énergétique**

L'efficience énergétique est définie comme le rapport entre l'énergie nécessaire pour fournir un service particulier et la quantité d'énergie primaire utilisée pour le procédé. Améliorer l'efficience énergétique augmente la productivité des sources d'énergie de base en fournissant des services donnés avec moins de ressources énergétiques. Par exemple, le conditionnement de l'espace, l'éclairage ou l'alimentation mécanique peuvent être fournis avec moins de charbon, d'énergie solaire, d'énergie éolienne ou d'uranium dans un système plus écoénergétique (Goswami & Kreith, 2016).

Aussi, L'efficience énergétique est l'utilisation de moins d'énergie pour effectuer la même

tâche ou produire le même résultat, et elle est l'un des moyens les plus faciles et les plus rentables de lutter contre les changements climatiques, de réduire les coûts énergétiques pour les consommateurs et d'améliorer la compétitivité des entreprises américaines. L'efficacité énergétique est également un élément essentiel pour atteindre la carboneutralité par la décarbonisation.

### **I.3.2 Avantages de l'efficacité énergétique**

L'efficacité énergétique permet d'économiser de l'argent, accroît la résilience et la fiabilité du réseau électrique et procure des avantages pour l'environnement, la collectivité et la santé par :

#### **I.3.2.1 Avantages économiques**

Peuvent économiser sur les factures d'énergie en améliorant l'efficacité énergétique. Les bâtiments écoénergétiques coûtent moins cher à chauffer, à refroidir et à exploiter, tandis que l'industrie et les usines de fabrication peuvent fabriquer des produits à moindre coût.

#### **I.3.2.2 Avantages environnementaux**

La réduction de la consommation d'énergie est essentielle dans la lutte contre le changement climatique, car les centrales électriques traditionnelles consomment des combustibles fossiles qui dégagent des GES et contribuent à la pollution atmosphérique. Les maisons et les bâtiments écoénergétiques sont également mieux équipés pour passer à l'énergie renouvelable, qui ne produit pas d'émissions nocives.

#### **I.3.2.3 Avantages sociaux**

Les programmes d'efficacité énergétique améliorent la résilience des collectivités et visent l'équité énergétique en apportant des technologies et des infrastructures efficaces et rentables aux collectivités.

#### **I.3.2.4 Résilience et fiabilité**

Les améliorations de l'efficacité énergétique réduisent la quantité d'électricité sur le réseau à la fois, ce qu'on appelle la charge, ce qui réduit la congestion et le stress. Moins de charge empêche les interruptions de courant.

#### **I.3.2.5 Avantages de santé**

De l'air, de l'eau et des terres propres, qui ont tous une incidence directe sur la santé humaine, surtout dans les communautés marginalisées et chez les personnes dont les conditions sont exacerbées par la pollution.

### I.3.3 L'efficacité énergétique des bâtiments

#### I.3.3.1 Définition

L'efficacité énergétique est l'utilisation de moins d'énergie dans un bâtiment pour effectuer la même opération que les bâtiments qui consomment de l'énergie de façon inefficace. Il devrait être pris en considération à l'étape de la conception, du choix des matériaux de construction, du processus de construction et de l'exploitation du bâtiment. L'adoption de stratégies de conception de bâtiments solaires passives à l'étape de la conception est la première étape vers une structure écoénergétique. Les matériaux de construction à faible consommation d'énergie et les équipements de construction moins énergivores doivent être utilisés pendant le processus de construction. En ce qui concerne l'exploitation des bâtiments, les services publics pour les systèmes d'énergie renouvelable doivent être intégrés dans le bâtiment pour le chauffage de l'eau, l'électrification photovoltaïque, etc...

#### I.3.3.2 La consommation énergétique des bâtiments :

En 2021, Les secteurs du bâtiment et de la construction sont responsables de 30 % de la consommation finale d'énergie mondiale, y compris la consommation finale d'énergie associée à la production de ciment, d'acier et d'aluminium, la part augmente à 34%. Et de 27 % des émissions totales du secteur de l'énergie, (8 % étant des émissions directes dans les bâtiments et 19 % des émissions indirectes provenant de la production d'électricité et de chaleur utilisées dans les bâtiments). À la suite de l'assouplissement des restrictions liées à la COVID-19, en 2021, la demande d'énergie dans les immeubles a augmenté de près de 4 % par rapport à 2020 (ou de 3 % par rapport à 2019), la plus forte augmentation annuelle au cours de la dernière décennie. (International Energy Agency, 2022).

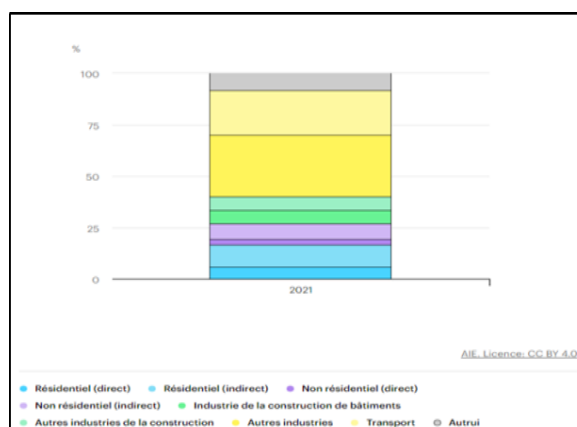


FIGURE 10: CONSOMMATION FINALE D'ENERGIE DANS LE SECTEUR DES BATIMENTS EN 2021

SOURCE : INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2022

### **I.3.4. La Réglementation Thermique en matière de performance énergétique**

Afin de résoudre les défis liés aux enjeux énergétiques, économiques et environnementaux (Les principes du développement durable) au sein du secteur du bâtiment, de nombreux textes législatifs et réglementaires sont mis à la disposition des acteurs du bâtiment dans tous les pays du monde, pour veiller à l'équilibre entre les trois paramètres "3E" : Economie / Energie / Environnement de toute conception de projet de bâtiment.

La Réglementation Thermique du bâtiment est pour objectif de :

- Fixer les exigences en matière de performance énergétique de l'enveloppe : niveau d'isolation thermique, optimisation du taux de vitrage par orientation, protection solaire des fenêtres, etc.
- Inciter à couvrir une partie des besoins énergétiques par une production d'énergie à l'aide des techniques solaires thermiques et photovoltaïques.
- Exiger des systèmes de climatisation et de chauffage, d'éclairage et d'ECS, à efficacité énergétique, les systèmes HVAC.
- Limiter au maximum les consommations énergétiques en kWh/m<sup>2</sup>.an (Dakhia, 2019).

### **I.3.5 La réglementation environnementale européenne RE2020**

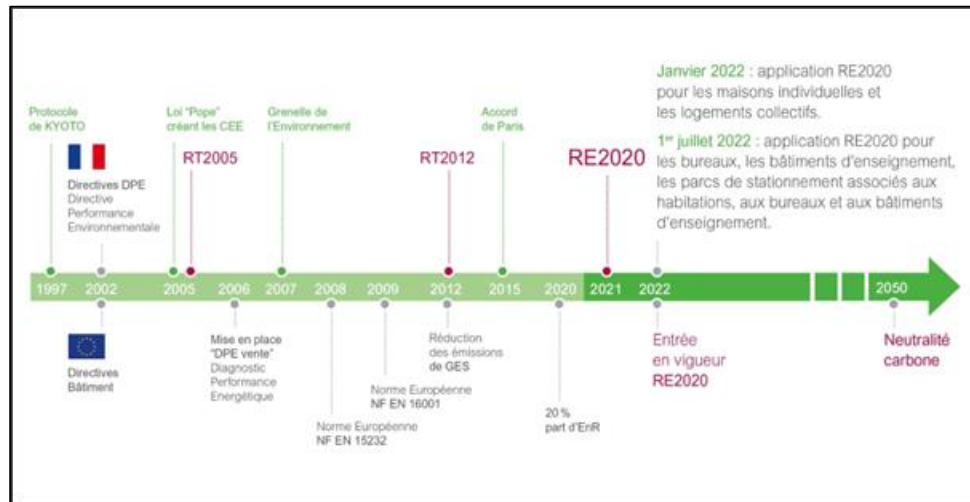
La nouvelle réglementation environnementale RE2020 s'inscrit dans l'objectif d'atteindre la neutralité carbone pour 2050. Elle a été préparée et élaborée à partir des résultats de l'expérimentation E+C-. En 2020, la réglementation thermique RT2012 passe à une réglementation environnementale la RE2020, et elle a entrée en vigueur le 1er janvier 2022. Elle impacte fortement le secteur des bâtiments et de l'électricité. (Ministère de la Transition énergétique, 2022)

La RE2020 est fixé : toute nouvelle construction devra produire davantage d'énergie qu'il n'en consomme. Cet objectif repose sur le principe des bâtiments à énergie positive (BEPOS), qui produit plus d'énergie qu'il en consomme et des bâtiments passives, qui dépense très peu d'énergie et recycle celle qu'elle produit, la RE2020 vise une dépense énergétique des nouveaux bâtiments de 0 kWh par m<sup>2</sup> et par année.

Cette réglementation, a pour objectif de construire des bâtiments plus "propres", bas carbone et qui consomment moins. Elle poursuit 3 volets principaux :

- La performance énergétique des bâtiments,

- La performance environnementale des bâtiments,
- Le confort de ses occupants durant l'été. (legrand, s.d.)



**FIGURE 11:**L'EVOLUTION DES REGLEMENTATIONS THERMIQUES VERS LA REGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE 2020

**SOURCE:** [HTTPS://WWW.SE.COM/FR/FR/WORK/SUPPORT/REGLEMENTATION/RE2020/](https://www.se.com/fr/fr/work/support/reglementation/re2020/)

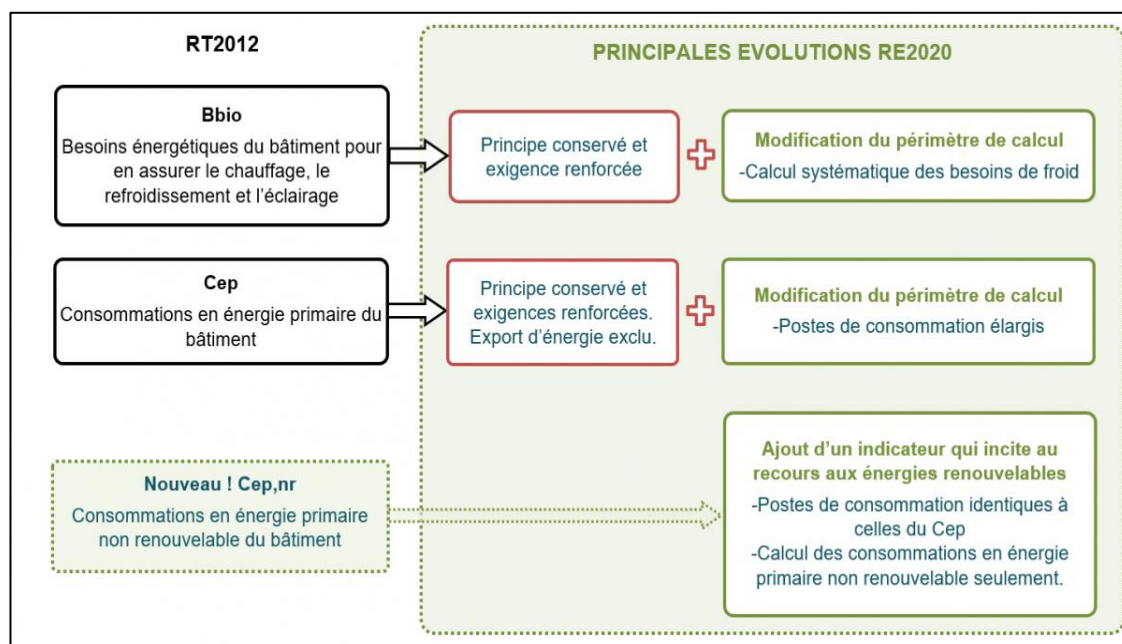
### I.3.5.1 Le volet de la performance énergétique des bâtiments de la RE2020

La RE2020 elle poursuit les objectifs visant l'amélioration de la performance énergétique et la baisse des consommations des bâtiments neufs, engagés par les précédentes réglementations thermiques. La RE2020 elle exige des évolutions qui renforcent le principe d'efficience énergétique et de recours aux énergies renouvelables. Elle intègre le retour d'expérience de huit d'années d'application de la RT2012 pour ce qui l'indicateur sur les besoins énergétiques (Bbio), et l'indicateur sur les consommations énergétiques (Cep) comptabilisera toujours la quantité d'énergie nécessaire pour couvrir les besoins restant du bâtiment. L'objectif de réduction de la consommation se traduit également par l'amélioration de l'efficience énergétique des équipements. Le Bbio et le Cep de la RE2020 sont non comparables avec Bbio et Cep de la RT2012. La méthode de calcul et la surface de référence ont changé. Enfin, la RE2020 privilégie réellement les énergies renouvelables : un nouvel indicateur, le Cep, nr (consommation en énergie primaire non renouvelable). Cette nouveauté incite les concepteurs à progressivement remplacer les énergies fossiles et nucléaires par des énergies renouvelables.

Les principales évolutions au niveau des exigences concernent :

- L'évolution du coefficient du Besoin Bioclimatique (Bbio)

- L'évolution du Coefficient d'Énergie Primaire (Cep)
- L'introduction du Coefficient d'Énergie Primaire non renouvelable (Cep, nr).



**FIGURE 12:** PRINCIPALES EVOLUTIONS DE LA RE2020 SUR LE VOLET PERFORMANCE ENERGETIQUE

SOURCE : WWW.CEREMA.FR

### I.3.5.1.1 Le coefficient Bbio (Besoin Bioclimatique)

S'approche de celui de la RT2012. Ce coefficient valorise l'efficacité énergétique du bâti indépendamment des systèmes énergétiques, a pour objectif d'inciter à une conception bioclimatique (orientation, compacité, protections solaires, inertie) et bien maîtriser les apports solaires (énergie et lumière) en toutes saisons.

### I.3.5.1.2 Le Coefficient d'Énergie Primaire (Cep)

Le Cep (consommation d'énergie primaire renouvelable et non renouvelable importée en KWhEP/(m<sup>2</sup>.an)), ce coefficient caractérise la consommation d'énergie globale du bâtiment, et peut être réduit en améliorant la performance du bâti (réduction des déperditions donc de la consommation), et en améliorant la performance des équipements (ou systèmes) énergétiques. Seules les énergies importées (renouvelables ou non) sont comptabilisées dans le calcul. Les exports d'énergie sont désormais exclus.

### **I.3.5.1.3 Coefficient d'Énergie Primaire non renouvelable (Cep,nr)**

Le Cep, nr (consommation d'énergie primaire non renouvelable importée par le bâtiment en KWhEP/(m<sup>2</sup>.an)) est un nouveau coefficient réglementaire. Il est calculé selon la même méthode que l'indicateur Cep mais ne prend en compte que les consommations d'énergie primaire non renouvelables et vise à limiter en priorité ces consommations non renouvelables. Cet indicateur incite donc au recours aux énergies renouvelables (bois, solaire thermique, solaire photovoltaïque, etc.). L'objectif est d'arriver progressivement à l'abandon des énergies fossiles.

### **I.3.5.2 Labellisation et certification énergétique**

Le secteur du bâtiment joue un rôle de premier plan en ce qui a trait au développement durable. Pour y parvenir, les acteurs de ce secteur s'en remettent aux systèmes d'évaluation de la performance énergétique environnementale des bâtiments par le biais des : labels, certifications, et normes (Benoudjafer, 2018), Ils ont vocation à certifier une qualité de bâtiment supérieure aux normes réglementaires.

#### **I.3.5.2.1 La labellisation énergétique des bâtiments**

Le label énergie est une certification qui garantit qu'une construction immobilière comporte certaines qualités énergétiques. Il peut par exemple s'agir d'une haute performance énergétique, ou encore d'une faible consommation électrique.

##### **A. Label BEPOS**

Le label BEPOS 2020 est une certification visant à offrir la possibilité au secteur du bâtiment de se préparer à la construction de bâtiments à énergie positive, qui produisent plus d'énergie qu'ils n'en besoin pour leur fonctionnement. Les bâtiments à énergie positive doivent mettre en avant la production d'énergie renouvelable, la sobriété énergétique ainsi que les équipements performants. Bien entendu, les nouveaux bâtiments devront être dotés d'énergies renouvelables pour parvenir à ce but. Le BEPOS, qui vise pour les bâtiments un bilan énergétique positif. L'idée est en effet de faire en sortes que les bâtiments neufs produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment. Et dans ce cas, il faudra mettre en place les moyens pratiques dédiés à la production d'une telle énergie. En la matière, on note les énergies renouvelables : solaire, la géothermie, l'énergie éolienne et hydraulique.

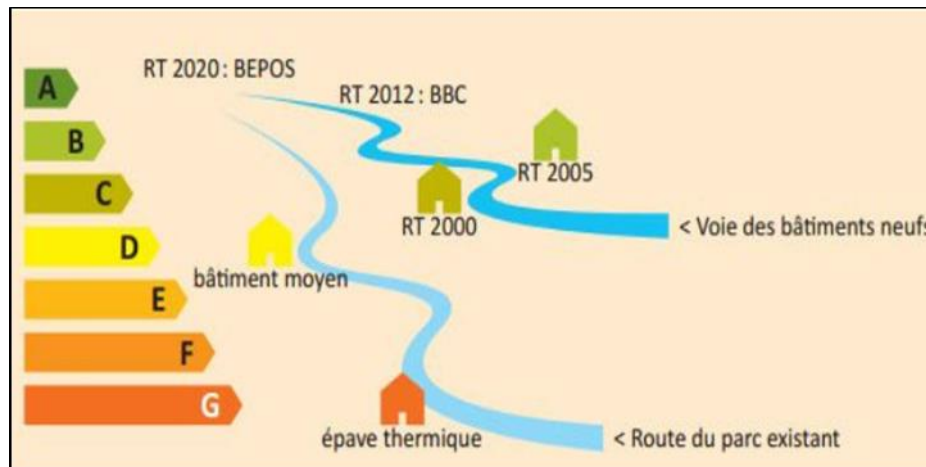
Pour certifier qu'un bâtiment est bien un BEPOS, il existe deux labels principaux en la matière :

- **Le label E+C-** créé pour amorcer la généralisation des BEPOS. Il prend en compte le bilan



BEPOS (différence entre production et consommation d'énergie) et l'Eges (quantité d'émissions de gaz à effet de serre) ;

- **Le label Effinergie**, il reprend les critères du label E+C- ainsi que son propre référentiel.



**FIGURE 13:** ÉVOLUTION DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS

**SOURCE :** WWW.RT-2020.COM

## B. Label E+C

Avec le label E+C- « Bâtiments à Énergie Positive et Réduction Carbone », il ne s'agit plus uniquement de performance énergétique puisqu'il concerne également la « performance environnementale » des bâtiments. Ce label d'État repose sur une nouvelle méthode de calcul et de nouveaux indicateurs pour évaluer la performance énergétique et environnementale des bâtiments, dans le cadre d'une construction neuve, selon les critères « Bilan Bepos » et « Carbone ».

## C. Label Effinergie RE2020

Effinergie est un label de qualité certifiant des bâtiments neufs ayant une très faible consommation d'énergie (label BBC arrêté du 8 mai 2007) et offrant un confort supérieur à la moyenne. Les constructions neuves labellisées Effinergie consomment 4 à 5 fois moins d'énergie que la plupart des bâtiments existants et moitié moins que les constructions neuves réalisées selon la réglementation actuelle.

Effinergie redéfinit le bâtiment à énergie positive BEPOS tout en renforçant des exigences sur plusieurs indicateurs de la RE2020.

### I.3.5.2.2 Diagnostic de performance énergétique DPE

Le diagnostic de performance énergétique (DPE) renseigne sur la performance énergétique et climatique d'un bâtiment (étiquettes A à G). Il s'inscrit dans le cadre de la politique énergétique définie au niveau européen. Un DPE valable de 10 ans, afin de réduire la consommation d'énergie des bâtiments et de limiter les émissions de gaz à effet de serre et sert notamment à identifier les passoires énergétiques.

Un bon diagnostic DPE de bâtiment doit suivre les sept 07 instructions suivantes :

1. Identifier le mode constructif du bâtiment (selon son époque de construction).
2. Connaître son fonctionnement thermique (avec ses dispositions actives et passives).
3. Avoir une approche bioclimatique du bâtiment (pour interpréter les consommations).
4. Étudier conjointement son comportement thermique d'hiver et son confort thermique d'été.
5. Considérer que les dispositions les plus économes en énergie sont passives.
6. Éviter les ponts thermiques dans les constructions (surtout les bâtiments anciens).
7. Ne préconiser que des améliorations qui ne risquent pas de provoquer de désordres (Dakhia, 2019).

Le nouveau DPE comporte une nouvelle étiquette « énergie » intégrant directement deux volets : la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre exprimées respectivement en kilowattheure d'énergie primaire et kilogramme équivalent de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Ces étiquettes énergie se résument à :

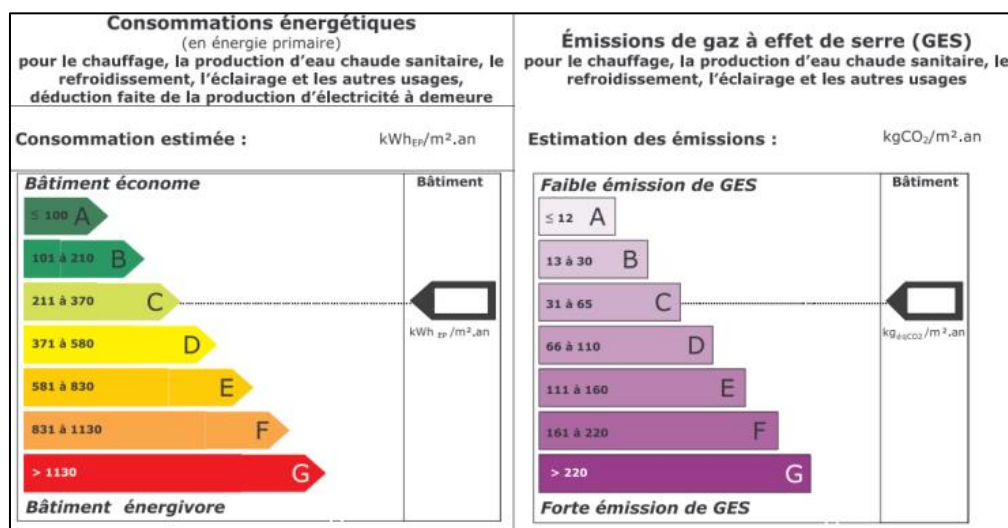


FIGURE 14: DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ENERGETIQUE

SOURCE : WWW.ECOLOGIE.GOUV.FR

### A. Etiquette Energie

C'est la classification du bâtiment selon la consommation annuelle par m<sup>2</sup> (en kWh énergie primaire/m<sup>2</sup>.an), sept classes sont définies de A à G.

**TABLEAU 5 : ÉTIQUETAGE ENERGETIQUE EUROPEEN DE LA CONSOMMATION ANNUELLE D'ENERGIE**

Classe énergétique	Consommation annuelle d'énergie
<b>A</b>	≤100 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>B</b>	101 à 210 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>C</b>	211 à 370 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>D</b>	371 à 580 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>E</b>	581 à 830 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>F</b>	831 à 1130 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>G</b>	> 1130 kwh/m <sup>2</sup> .an

### B. Etiquette climat

C'est la classification d'un bâtiment selon le niveau d'émission annuelle de GES par m<sup>2</sup> lié à la consommation (en kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an), allant de la classe A à la classe G.

**Tableau 6:** Etiquetage climatique européen des émissions de gés

Classe climatique	Emissions de GES
<b>A</b>	≤12 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>B</b>	13 à 30 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>C</b>	31 à 65 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>D</b>	66 à 110 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>E</b>	111 à 160 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>F</b>	161 à 220 kwh/m <sup>2</sup> .an
<b>G</b>	> 220 kwh/m <sup>2</sup> .an

## I.3.6 La Réglementation Algérienne en matière de performance énergétique

L'Algérie est confrontée aujourd'hui à l'augmentation de la consommation interne d'énergie. De 2004 à 2014, la consommation d'énergie a doublé, passant de 31.2 MTep à 52 MTep. La même tendance haussière est observée pour la production d'énergie électrique qui a augmenté

pour la même période avec un taux de croissance de 7 % par an. Les prévisions d'ici 2030 montrent que la production d'énergie primaire couvrira à peine les besoins du marché intérieur. Prenant conscience de cette problématique, l'Algérie a lancé un processus de transition énergétique qui lui permettra de protéger son économie et d'assurer sa sécurité énergétique à long terme. Cette transition est mise en place à travers deux programmes considérés comme priorité nationale. Le premier concerne l'application de mesures d'efficacité énergétique, tandis que le second concerne le développement des énergies renouvelables. (Imessad K. , et al., 2017).

### **I.3.6.1 Réglementation et cadre législatif portant sur la gestion de l'énergie en Algérie**

La politique énergétique de l'Algérie est encadrée par un recueil de textes législatifs il s'agit de :

1. **La Loi n° 99-09** : du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie, p.3. (N° JORA : 051 du 02-08-1999) : La loi sur la maîtrise de l'énergie : Elle traduit un des objectifs fondamentaux de la politique énergétique nationale, à savoir la gestion rationnelle de la demande d'énergie.
  - La notion de maîtrise de l'énergie, dans la loi, couvre **l'utilisation rationnelle de l'énergie, le développement des énergies renouvelables et la protection de l'environnement** des effets néfastes du système énergétique.
  - La loi réaffirme, dans son préambule, les options **du modèle de consommation énergétique nationale** : (cadre de référence pour le développement et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie). Parmi ces options, on peut citer :
    - ❖ L'utilisation prioritaire du gaz naturel,
    - ❖ La promotion des énergies renouvelables,
    - ❖ L'économie d'énergie.
  - La contribution au défi du développement durable. La loi consacre **le caractère d'utilité publique de la maîtrise de l'énergie**.
  - **L'enjeu de la maîtrise de la technologie** : La loi algérienne sur la maîtrise de l'énergie, en tant que loi cadre, se distingue surtout par l'énoncé du principe d'introduction de **réglementations spécifiques** qui établiront des **exigences et des normes nationales d'efficacité énergétique** appliquées aux **bâtiments neufs** et aux **appareils**.

- **Les mesures de contrôle** : Un **contrôle d'efficacité énergétique** (contrôle de conformité aux normes), s'appliquant aux bâtiments neufs, aux appareils et aux véhicules à moteurs, est institué par la loi.
  - **Les moyens d'action** : La mise en œuvre de la loi relative à la maîtrise de l'énergie repose principalement sur le **programme national de maîtrise de l'énergie (PNME)**, un programme à moyen terme.
2. **Loi n° 04-09** : du 27 Joumada Ethania 1425 correspondant au 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable (JO n° 52 du 18 août 2004) ; a pour objectif :
    - De protéger l'environnement, en favorisant le recours à des sources d'énergie non polluantes ;
    - De contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique en limitant les émissions de gaz à effet de serre ;
    - De participer à un développement durable par la préservation et la conservation des énergies fossiles ;
    - De contribuer à la politique nationale d'aménagement du territoire par la valorisation des gisements d'énergies renouvelables, en généralisant leurs utilisations (CDER, 2005).
  3. **Loi n° 09-09** : du 13 Moharram 1431 correspondant au 30 décembre 2009 portant loi de finances pour 2010, notamment son article 64 portant création du fonds national pour les Energies renouvelables et la cogénération (FNER) (JO n°78 du 31 décembre 2009) ;
  4. **Arrêté interministériel** du 19 avril 2008, portant Adoption du règlement technique relatif au « Module Photovoltaïque (PV) au silicium cristallin pour application terrestre ».
  5. **Article 20** : Il est institué un système d'audit énergétique obligatoire et périodique pour établir le suivi et le contrôle de la consommation d'énergie des établissements grands consommateurs d'énergie dans les secteurs de l'industrie, du transport et du tertiaire, en vue d'assurer l'optimisation énergétique de leur fonctionnement.

### **I.3.7 Stratégies d'efficacité énergétique dans le bâtiment**

Assurer un environnement intérieur confortable et sain est l'une des principales fonctions des systèmes énergétiques des bâtiments et représente environ un tiers de la consommation totale d'énergie des bâtiments. Et les perspectives d'efficacité énergétique se classent dans les catégories de base suivantes :

1. Bonne conception des bâtiments, y compris les systèmes passifs et l'aménagement

paysager ;

2. Amélioration de l'enveloppe du bâtiment, y compris les toits, les murs et les fenêtres ;
3. Équipement amélioré pour chauffer et refroidir l'air et éliminer l'humidité ;
4. Stockage d'énergie thermique pouvant faire partie de la structure du bâtiment ou d'un équipement séparé ;
5. Capteurs, systèmes de contrôle et algorithmes de contrôle améliorés pour optimiser les performances du système.

La conception des bâtiments et la sélection des équipements dépendent du climat dans lequel le bâtiment fonctionne. Pour contribuer à la performance énergétique des bâtiments, tout le monde s'accorde à dire qu'il existe principalement trois leviers qui peuvent être activés : les solutions passives, les solutions actives et le comportement des occupants (Rahmouni, 2020).

### **I.3.7.1 Stratégies passives**

Concerne le bâti, c'est-à-dire uniquement l'enveloppe du bâtiment. Il s'agit notamment d'éviter les déperditions énergétiques en améliorant les performances techniques du bâtiment (isolation des murs, isolation des combles, étanchéité à l'air, triple vitrage...). Ces stratégies sont déterminées par les paramètres suivants :

1. La compacité ;
2. Organisation des espaces ;
3. L'éclairage naturel ;
4. Proportion de surface vitrée ;
5. Le vitrage ;
6. Protections solaires ;
7. Enveloppe du bâtiment ;
8. La ventilation des bâtiments.

### **I.3.7.2 Stratégies actives**

Combiner une amélioration de l'efficacité énergétique des équipements techniques, et une gestion de l'énergie basée sur la mesure, le contrôle et la régulation de l'énergie du bâtiment en fonction des utilisations. A savoir :

1. Capteurs, contrôles et réseaux ;
2. Les systèmes CVC ;
3. Les énergies renouvelables.

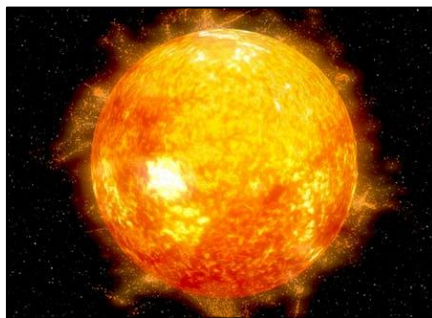
## I.4. L'énergie solaire : potentiel énergétique durable

L'énergie solaire disponible sur la terre constitue une ressource naturelle abondante et renouvelable. Toutefois, l'utilisation de cette énergie demeure, à ce jour, relativement peu répandue dans la pratique courante de l'architecture. Afin de contrer cette tendance, l'Agence Internationale de l'énergie (AIE) a mis sur pied la Tâche "Énergie solaire et Architecture", dont le but principal est d'encourager et d'accélérer le développement d'une architecture solaire de haute qualité à l'échelle internationale.

### I.4.1 Notions et concepts :

#### I.4.1.1 Le soleil

Le Soleil est une grosse boule de gaz chaud tournant sur elle-même en 28 jours environ. Comme toutes les étoiles, le Soleil brille car il produit de l'énergie. C'est un gigantesque réacteur nucléaire. En son cœur, la température est de 15 millions de degrés.



**FIGURE 15 : LE SOLEIL**

**SOURCE:**

[HTTPS://THECONVERSATION.CO  
M/AFRICA/TOPICS/TEMPETES-  
68240](https://theconversation.com/AFRICA/TOPICS/TEMPETES-68240)

#### I.4.1.2. Énergie solaire :

L'énergie solaire est l'énergie rayonnée par le soleil. Cette énergie est à l'origine de nombreux phénomènes physiques tels que la photosynthèse, le vent ou le cycle de l'eau. Elle vient de la fusion nucléaire se produisant au cœur du soleil. Elle circule dans l'espace sous forme d'un rayonnement électromagnétique. Ce rayonnement est composé de photons, petites particules d'énergie élémentaires.

« L'essentiel de l'activité climatique extérieure est directement ou indirectement liée aux rayons solaires : en effet toutes les énergies disponibles proviennent directement ou indirectement du soleil ».

De toutes les ressources énergétiques renouvelables, l'énergie solaire n'a pas besoin d'une technologie de pointe pour son utilisation. Elle est disponible à tous les niveaux du globe terrestre, naturellement à différentes intensités et son utilisation ne produit pas de pollution.

### **I.4.2 L'énergie solaire en Algérie :**

L'Algérie en particulier et les pays du Maghreb ont un potentiel solaire élevé. Les taux d'irradiation solaire effectués par satellites par l'Agence Spatiale Allemande (DLR), montrent des niveaux d'ensoleillement exceptionnels de l'ordre de 1200 kWh/m<sup>2</sup>/an dans le Nord du Grand Sahara. Suite à une évaluation par satellites, l'Agence Spatiale Allemande (ASA) a conclu, que l'Algérie représente le potentiel solaire le plus important de tout le bassin méditerranéen, soit : 169.000 TWH/an pour le solaire thermique, 13,9 TWH/an pour le solaire photovoltaïque. Cette énergie renouvelable présente à l'heure actuelle une réponse aux problèmes environnementaux et aux émissions de gaz à effet de serre qui menace la planète entière et une solution durable à la crise actuelle de l'énergie.

### **I.5 Potentiel solaire en Algérie**

L'Algérie possède un gisement solaire parmi les plus élevés dans le monde, la durée moyenne d'ensoleillement dans le Sahara algérien est de 3500 heures, ce potentiel peut constituer un facteur important de développement durable dans cette région, s'il est exploité de manière économique, le tableau suivant indique le taux d'ensoleillement pour chaque région de l'Algérie du pays.

**Tableau 4 :** Taux d'ensoleillement pour chaque région de l'Algérie du pays.

Régions	Régions plateaux	Haut plateaux	sahara
Superficie	4%	10 %	86%
Durée moyenne d'ensoleillement (H/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (KWh/m <sup>2</sup> /an)	1700	1900	2650

**Source:** Journal of Scientific Research N° 0 vol. 1 (2010).



### **Conclusion**

Nous avons vu que les problèmes environnementaux tels que la pollution, l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, le changement climatique et l'épuisement des ressources naturelles compromettent l'équilibre écologique de notre biosphère. Les combustibles fossiles semblent jouer un rôle prédominant dans cette crise environnementale, alors que les énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire, sont de plus en plus reconnues comme des alternatives essentielles pour des pratiques de production durable et plus respectueuses de l'environnement.

## CHAPITRE II : L'ARCHITECTURE SOLAIRE : UNE SOLUTION DURABLE POUR UN AVENIR ÉCOLOGIQUE

### Introduction :

L'architecture solaire représente une approche innovante qui intègre l'énergie solaire dans la conception des bâtiments pour les rendre plus écologiques et énergétiquement efficaces. Cette méthode repose sur l'utilisation de technologies solaires, comme les panneaux photovoltaïques et les systèmes de chauffage solaire, pour réduire la dépendance aux combustibles fossiles et diminuer l'empreinte carbone des constructions.

Avec l'architecture solaire, les bâtiments sont conçus pour optimiser la capture et l'utilisation de l'énergie solaire, ce qui favorise une utilisation durable des ressources énergétiques. En plus de ses avantages environnementaux, l'architecture solaire contribue également à améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments, offrant ainsi des avantages économiques à long terme.

Cette approche constitue une alternative écologique pour la construction moderne, en alignant le design architectural avec des principes de durabilité. Les bâtiments solaires deviennent ainsi des modèles de constructions respectueuses de l'environnement, capables de répondre aux défis énergétiques actuels tout en créant des espaces confortables et fonctionnels pour les occupants.

Donc il nous paraît important de parler, dans ce chapitre, de L'architecture solaire et son intégration dans le projet architecturale.

### II.5 L'architecture solaire : la voie vers des bâtiments écoénergétiques

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

C'est une conception des constructions en fonction du soleil.

L'architecture solaire est une architecture qui intègre au mieux l'exploitation de l'énergie solaire dans le bâtiment afin d'y accroître le confort des occupants ainsi que les performances environnementales (énergétiques, etc.), économique, social et des ambiances physiques architecturales (thermiques, visuelles, etc...).

Elle est une architecture plus confortable et plus conviviale pour les occupants. L'architecture

solaire, la conception bioclimatique, le chauffage solaire actif ou passif, sont des termes qui couvrent des choix techniques et philosophiques de construction. Ils utilisent, avec bon sens, des ressources qui sont toujours présentes dans la nature : le soleil, le vent, la végétation et la température ambiante.

### **II.1.2 Le principe de l'architecture solaire**

L'architecture solaire a pour but de réduire au maximum la consommation énergétique d'un bâtiment. Elle repose sur l'exploitation judicieuse des phénomènes naturels comme le climat et le rayonnement solaire.

### **II.1.3 Intégration de l'énergie solaire à l'architecture**

Effectivement, l'intégration de l'énergie solaire à l'architecture permettrait sous certaines conditions de concevoir des bâtiments mieux adaptés à leur site, en relation directe avec l'environnement extérieur, dans le respect des lois de la nature et favorisant le confort de ses occupants. Ce constat n'est pas sans rappeler que l'intégration de l'énergie solaire en architecture appartient à une tradition architecturale qui demeure " certainement vénérable " (Heschong, 1981) qui a longtemps fait partie des environnements de travail.

L'intégration de l'énergie solaire à l'architecture sous-tend des dimensions environnementales, économiques, d'autre plus proprement architecturales, relatives aux ambiances physiques.

#### **II.1.3.1 Dimension environnementale**

L'intégration est durable, efficace et propre, puisque l'énergie solaire est utilisée directement sur place (ne nécessite aucun transport, donc aucun pétrole) et est renouvelable (Suzuki et Boyd, 2008).

#### **II.1.3.2 Dimension économique**

L'intégration peut grandement réduire le cout opérationnel (d'exploitation) et le cout capital (système de stockage, de distribution et d'entretien) relatifs aux besoins des bâtiments.

#### **II.1.3.3 Dimension des ambiances physiques architecturales**

L'intégration peut générer, entre autres, des ambiances appréciées par les usagers ainsi que des lieux riches et significatifs, pour produire des environnements globalement sains, cohérents et équilibrés.

### **II.1.4 Les formes de l'architecture solaire :**

L'énergie solaire peut être utilisée sous deux formes :

#### **II.1.4.1 L'architecture solaire active :**

Est une branche de la conception architecturale qui se concentre sur l'intégration de systèmes et de technologies spécifiques pour capter et utiliser directement l'énergie solaire (implique des composants technologiques qui convertissent le rayonnement solaire en énergie utilisable, comme l'électricité ou la chaleur).

#### **II.1.4.2 L'architecture solaire passive :**

Se concentre sur la disposition des éléments architecturaux pour maximiser la lumière naturelle et les gains de chaleur.

### **II.2 La conception solaire : éléments et démarches**

L'élaboration d'un projet architectural bioclimatique et solaire nécessite une approche complexe, combinant les aspects techniques et artistiques. Pour atteindre cet équilibre, des procédures intuitives et des instruments rigoureux sont utilisés. L'objectif central est visé l'intégration harmonieuse des éléments énergétiques, visant à optimiser les performances énergétiques tout en assurant une esthétique cohérente et une expérience utilisateur enrichissante.

#### **II.2.1 L'Energie solaire passive :**

La plus ancienne utilisation de l'énergie solaire consiste à bénéficier de l'apport direct du rayonnement solaire, c'est-à-dire l'énergie solaire passive. Pour qu'un bâtiment bénéficie au mieux des rayons du Soleil, on doit tenir compte de l'énergie solaire lors de la conception architecturale (façades doubles, orientation vers le sud, surfaces vitrées, etc.)

Dans un bâtiment solaire passif, l'apport solaire passif permet de faire des économies d'énergie importantes. Dans les bâtiments dont la conception est dite bioclimatique, l'énergie solaire passive permet aussi de chauffer tout ou partie d'un bâtiment pour un coût proportionnel quasiment nul.

Le solaire passif s'articule autour de quatre paramètres essentiels :

- ✓ La conception bioclimatique.
- ✓ L'isolation thermique.

- ✓ L'inertie thermique.
- ✓ La ventilation naturelle.

## II.2.1.1 La conception Bioclimatique : présentation, avantages et principes :

### II.2.1.1.1 Présentation :

La conception bioclimatique de l'habitat, aussi appelée bioclimatisme consiste à mettre à profit les conditions climatiques favorables tout en se protégeant de celles qui sont indésirables ; ceci afin d'obtenir le meilleur confort thermique. Elle utilise l'énergie solaire disponible sous forme de lumière ou de chaleur, afin de consommer le moins d'énergie possible pour un confort équivalent.

Mais avant tout c'est la première étape dans un projet de construction qui aboutira à la réalisation d'un bâtiment très performant tout en soignant de confort de ses occupants.

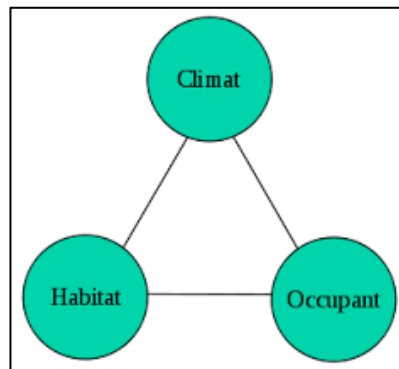


FIGURE 16 : SCHEMA DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE

SOURCE : [HTTPS://AR.WIKIPEDIA.ORG/WIKI:ARCHIBIO.SVG](https://ar.wikipedia.org/wiki:Archibio.svg)

Elle recherche donc la meilleure adéquation entre l'habitat, les habitudes des occupants et le climat pour réduire au maximum les besoins de chauffage ou de climatisation.

### II.2.1.1.2 Les stratégies du solaire passives :

La conception bioclimatique consiste à tirer le meilleur profit de l'énergie solaire, abondante et gratuite. En hiver, le bâtiment doit maximiser la captation de l'énergie solaire, la diffuser et la conserver. Inversement, en été, le bâtiment doit se protéger du rayonnement solaire et évacuer le surplus de chaleur du bâtiment. La conception bioclimatique s'articule autour des 3 axes suivants :

#### 1. Capter / se protéger de la chaleur :

**En hiver**, le soleil se lève au Sud Est et se couche au Sud-Ouest, restant très bas (22° au solstice d'hiver). Seule la façade Sud reçoit un rayonnement non négligeable durant la période

d'hiver. Ainsi, en maximisant la surface vitrée au sud, la lumière du soleil est convertie en chaleur (effet de serre), ce qui chauffe le bâtiment de manière passive et gratuite.

**En été**, le soleil se lève au Nord Est et se couche au Sud-Ouest, montant très haut (78° au solstice d'été). Cette fois ci, ce sont la toiture, les façades Est (le matin) et Ouest (le soir) qui sont le plus irradiées. Quant à la façade Sud, elle reste fortement irradiée mais l'angle d'incidence des rayons lumineux est élevé. Il convient donc de protéger les surfaces vitrées orientées Sud via des protections solaires horizontales dimensionnées pour bloquer le rayonnement solaire en été. Sur les façades Est et Ouest, les protections solaires horizontales sont d'une efficacité limitée car les rayons solaires ont une incidence moins élevée. Il conviendra d'installer des protections solaires verticales, d'augmenter l'opacité des vitrages (volets, vitrage opaque) ou encore de mettre en place une végétation caduque.

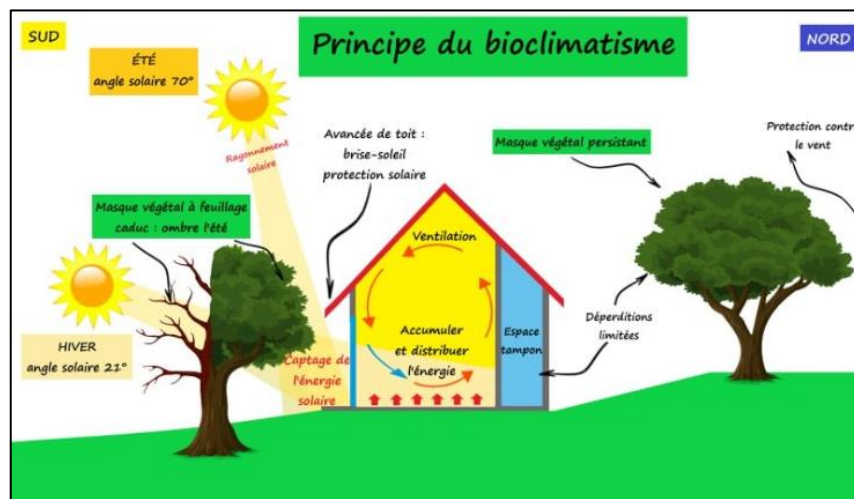


FIGURE 17: PRINCIPE DE LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE

SOURCE : [HTTPS://GUIDE-MAISON-CONTAINER.FR](https://guide-maison-container.fr)

## 2. Transformer, diffuser la chaleur :

Une fois le rayonnement solaire capté et transformé en chaleur, celle-ci doit être diffusée et/ou captée. Le bâtiment bioclimatique est conçu pour maintenir un équilibre thermique entre les pièces, diffuser ou évacuer la chaleur via le système de ventilation.

La conversion de la lumière en chaleur se fait principalement au niveau du sol. Naturellement, la chaleur a souvent tendance à s'accumuler vers le haut des locaux par convection et stratification thermique, provoquant un déséquilibre thermique. Afin d'éviter le phénomène de stratification, il conviendra de favoriser les sols foncés, d'utiliser des teintes variables sur les murs selon la priorité entre la diffusion de lumière et la captation de l'énergie solaire (selon le besoin) et de mettre des teintes claires au plafond.

Les teintes les plus aptes à convertir la lumière en chaleur et l'absorber sont sombres (idéalement noires) et celles plus aptes à réfléchir la lumière en chaleur sont claires (idéalement blanches).

Il est également à noter que les matériaux mats de surface granuleuse sont plus aptes à capter la lumière et la convertir en chaleur que les surfaces lisses et brillantes (effet miroir).

Une réflexion pourra également être faite sur les matériaux utilisés, pouvant donner une impression de chaud ou de froid selon leur effusivité.

### **3. conserver la chaleur ou la fraîcheur :**

En **hiver**, une fois captée et transformée, l'énergie solaire doit être conservée à l'intérieur de la construction et valorisée au moment opportun.

En **été**, c'est la fraîcheur nocturne, captée via une sur-ventilation par exemple, qui doit être stockée dans le bâti afin de limiter les surchauffes pendant le jour.

De manière générale, cette énergie est stockée dans les matériaux lourds de la construction. Afin de maximiser cette inertie, on privilégiera l'isolation par l'extérieur.

#### **II.2.1.1.3 Les avantages de la conception bioclimatique :**

L'architecture bioclimatique a pour principal avantage de réduire les besoins énergétiques d'un bâtiment, tout en y assurant des températures agréables et une bonne luminosité, grâce à l'éclairage naturel.

- Un bâtiment bioclimatique peut couvrir plus des deux tiers de ses besoins de chauffage uniquement grâce à l'énergie solaire.
- On parle aussi d'habitat solaire passif pour désigner les bâtiments dont l'orientation, la conception des murs, toits et fenêtres a pour but de capter les rayons du soleil.
- Faciliter la gestion de l'environnement qui utilise diverses sources d'énergie renouvelables en particulier, et qui est équipé d'un réseau de plomberie permettant la réutilisation des eaux grises, tout en réduisant les besoins en eau à travers un aménagement intelligent des jardins.

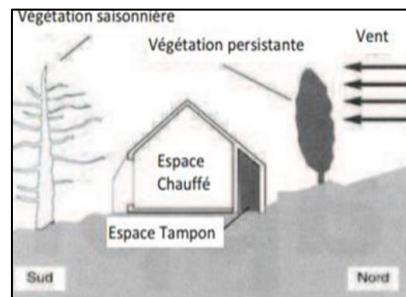
#### **II.2.1.1.4 Les principes de la conception bioclimatique :**

La conception bioclimatique d'un bâtiment passive doit respecter certaines règles essentielles. La plus importante est la situation du bâtiment. Vient alors le choix de son orientation et de sa forme. Une fois tous ces paramètres déterminés, on peut penser à son agencement intérieur et à la disposition des ouvertures.

### a) Le site :

Tout d'abord la situation idéale du bâtiment : sur le flanc sud d'une colline car elle y est à l'abri du vent froid du nord ; et l'ensoleillement, élément très important de l'architecture bioclimatique. De plus, en règle générale, il est plus favorable sur le plan énergétique de construire des maisons mitoyennes que des maisons quatre façades. Une bonne disposition de la végétation alentour est également bénéfique au nord, des arbres persistants pour protéger du vent froid, au sud, des arbres caducs pour laisser passer le rayonnement solaire en hiver.

Le but est de créer les meilleures conditions de confort physiologique (température, humidité, aération, ...) pour les occupants, tout en limitant le recours aux systèmes mécaniques et



**FIGURE 18:** EXEMPLE D'ANALYSE DE SITE EN FONCTION DU CLIMAT.

**SOURCE :** [HTTPS://MEDIA.XPAIR.COM/PDF/BASSE-CONSOMMATION/LE-BIOCLIMATISME.PDF](https://media.xpair.com/pdf/basse-consommation/le-bioclimatisme.pdf)

énergétiques de chauffage, de climatisation et de ventilation.

### b) L'orientation :

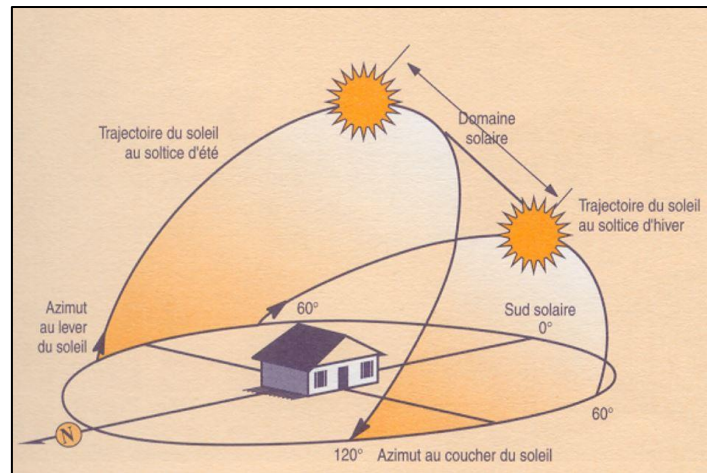
B. Givoni, place le concept de l'orientation au centre des éléments influant sur les ambiances intérieures d'un bâtiment. Il définit, l'orientation d'un bâtiment par la direction vers laquelle sont tournées ces façades. Ce facteur est soumis à de nombreuses considérations, telles que la vue, les déperditions possibles, l'aération et la nature du climat.

### Les paramètres importants dans le choix de l'orientation

L'orientation d'un bâtiment répond à sa destination :

- Les besoins en lumière naturelle.
- L'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment où ; au contraire, la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe.
- L'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou le rafraîchir en été.





**FIGURE 19:** L'ORIENTATION PAR RAPPORT A LA COURSE DE SOLEIL.

**SOURCE :** [HTTPS://SOLUTIONERA.COM/ARTICLES/HABITAT-ECOLOGIQUE/MAISON-BIOCLIMATIQUE/ORIENTER-FENESTRATION/](https://solutionera.com/articles/habitat-ecologique/maison-bioclimatique/orienter-fenestration/)

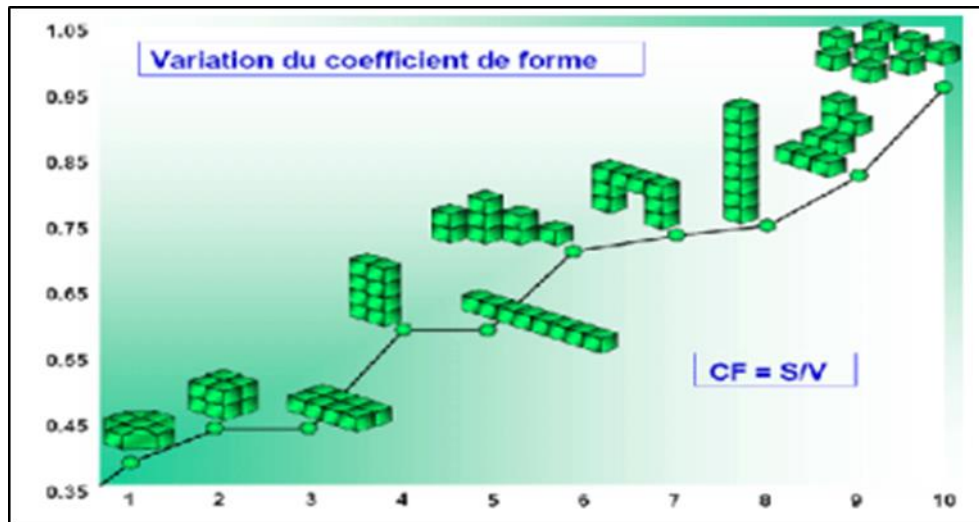
**c) La forme et la compacité :**

Selon V. Olygay (1963), la forme optimale d'un bâtiment correspond à celle qui permet de perdre un minimum de chaleur en hiver et d'en gagner un minimum en été. Il précise que :

- ✓ La forme allongée dans la direction est-ouest, donne de meilleurs résultats pour tous les climats.
- ✓ Par contre le carré, n'est pas optimale quelle que soit la localisation de la construction. Et toutes les formes allongées dans la direction nord-sud sont encore moins efficaces que la forme carrée.

La compacité d'un bâtiment est mesurée par le rapport entre la surface des parois extérieures et la surface habitable. Plus ce coefficient est faible, plus le bâtiment sera compact.

La surface de l'enveloppe étant moins importante, les déperditions thermiques sont réduites. Elle varient suivant la forme, la taille, et le mode de contact des volumes construits. En effet la mitoyenneté favorisera la réduction des surfaces de déperditions.



**FIGURE 20:** L'EFFET DE LA FORME DU BATIMENT SUR L'EFFICACITE ENERGETIQUE

SOURCE : [HTTP://WWW.ENERGIEPOSITIVE.INFO/FR/REDUIRE-BESOIN/CONSTRUIRE-COMPACT.HTML](http://www.energiepositive.info/fr/reduire-besoin/construire-compact.html)

**d) Choix des matériaux :**

Ils sont à sélectionner sur plusieurs critères

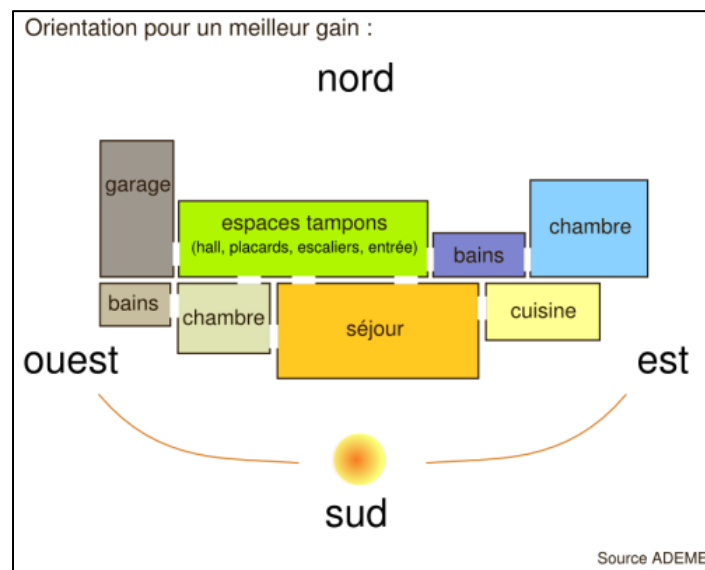
- Leur faible impact sur l'environnement (au niveau de leur fabrication de leur destruction et du transport).
- Leur capacité d'absorption des rayons lumineux.
- Leur capacité à stocker la chaleur.
- Leur rapidité d'absorption et de restitution de la chaleur.

**e) Organisation intérieure du bâti :**

L'un des grands principes du bâtiment solaire passif est le fait qu'elle doit consommer un minimum d'énergie, que ce soit pour le chauffage ou pour l'éclairage. On utilise donc ces deux critères, le besoin en éclairage et le besoin en chauffage, dans le choix de la disposition des différentes pièces. On prend aussi en compte la durée, le moment et la manière dont ces pièces seront utilisées. Donc nous pouvons séparer les pièces selon 4 zones distinctes :

1. **Zone Sud** : on retrouvera toutes les pièces "de vie" ; bien éclairées et bien chauffées par une bonne exposition au soleil, ce sont les pièces les plus souvent occupées. On peut y implanter le salon, un bureau, la salle à manger...

2. **Zone Nord** : on s'assurera d'y créer un espace "tampon", dont les besoins en éclairage et chauffage sont faibles. Ce sont les pièces les moins occupées : couloirs, placards de rangement, buanderies, garages...
3. **Zone Est** : on profitera du soleil matinal pour y installer les pièces ayant besoin de chaleur le matin et de fraîcheur en fin de journée. On peut y implanter les chambres, le coin "petit-déjeuner" comme la cuisine, la salle de bain...
4. **Zone Ouest** : à l'inverse de la zone Est, on profitera du soleil du soir pour les pièces ayant besoin de fraîcheur le matin et de chaleur en fin de journée. On peut y implanter une salle de jeux, ...



**FIGURE 21:** SCHEMA D'ORGANISATION DES ESPACES INTERIEURES

**SOURCE :**

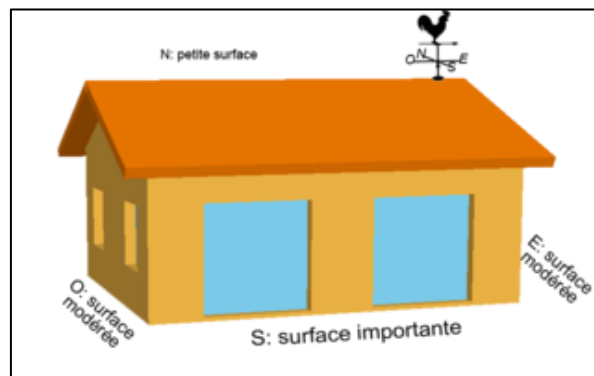
[HTTPS://WWW.NATURECONCEPT.LU/ECOCONSTRUCTION.HT](https://www.natureconcept.lu/ecoconstruction.htm)

M

**f) Emplacement des ouvertures :**

L'emplacement et la taille des ouvertures détermineront les apports en éclairage et en chaleur. L'installation des ouvertures devra correspondre à un besoin maximal d'éclairage et de chaleur en période froide et minimal en période chaude. Les caractéristiques des ouvertures ne sont donc pas les mêmes selon l'orientation des murs. On notera 3 types d'emplacements des ouvertures distinctes :

- **Pour les vitres orientées au Sud** : elles doivent être en grand nombre et de grande taille afin de capter un maximum de chaleur et de luminosité en période froide. On s'assurera de les protéger en été par des avancées (auvents, stores) en fonction de l'inclinaison des rayons du soleil.
- **Les ouvertures vitrées orientées au nord** : sont celles qui reçoivent le moins d'énergie solaire car c'est souvent du nord que viennent les vents les plus froids, donc ses ouvertures doivent être réduites. Mais à cause du problème de surconsommation en éclairage artificiel il faut éviter de trop réduire ces ouvertures.
- **Pour les vitres orientées à l'Est ou à l'Ouest** : il n'est pas souhaitable de leur donner de grandes dimensions au seul plan d'énergie solaire, car elles reçoivent très peu d'énergie solaire en hiver. Il faut aussi éviter de sur dimensionner les fenêtres orientées ouest pour risque de surchauffe. On ne dimensionne les ouvertures Est et ouest qu'en fonction de la vue et de l'éclairage. En été, elles sont, par contre, largement exposées (le matin pour les fenêtres Est, l'après-midi pour les fenêtres ouest). La température extérieure étant plus élevée l'après-midi, les ouvertures ouest produisent des surchauffes plus difficiles à éliminer.



**FIGURE 22:** LA SURFACE DES OUVERTURES EN FONCTION DES FAÇADES.

**SOURCE :**

[HTTPS://FR.SOLARPEDIA.NET/WIKI/INDEX.PHP?TITLE=EMPLACEMENT\\_DES\\_OUVERTURES](https://fr.solarpedia.net/wiki/index.php?title=Emplacement_des_ouvertures)

### **g) Intégration de La végétation :**

Les arbres sont des climatiseurs naturels : ils génèrent de l'ombre, humidifient l'air par évaporation, baissent sa température et le purifie. L'arbre ne crée pas une ombre étouffante, contrairement au parasol. Il ne consomme pas d'électricité contrairement au climatiseur. Il ne fait pas de bruit contrairement au ventilateur.

Placer des feuillus (arbre à feuilles saisonnier) au sud du bâtiment permettra de renforcer sa protection en été tout en ne la privant pas de lumière l'hiver puisqu'ils n'auront plus de

feuilles. Il est également judicieux de prévoir des feuillus (arbre à feuilles saisonnier) sur les lieux extérieurs qui pourraient avoir besoin d'un ombrage l'été : la terrasse et le coin où les voitures sont stationnées par exemple.

Les résineux doivent être mis au nord et à l'est, pour briser les vents froids. Leur feuillage permanent offrira une bonne protection pendant la saison froide.

Les murs et les abords du bâtiment peuvent être plantés de végétation grimpante : vigne, lierre, glycine, etc... Celles qui perdent leurs feuilles seront mises pour ombrager la terrasse.



**FIGURE 23:** INTEGRATION DE LA VEGETATION AU NIVEAU DES BATIMENTS

**SOURCE:** [HTTP://WWW.JARDINSDEBABYLONE.FR/BLOG/ARCHITECTURE-VEGETALE/](http://www.jardinsdebabylone.fr/blog/architecture-vegetale/)

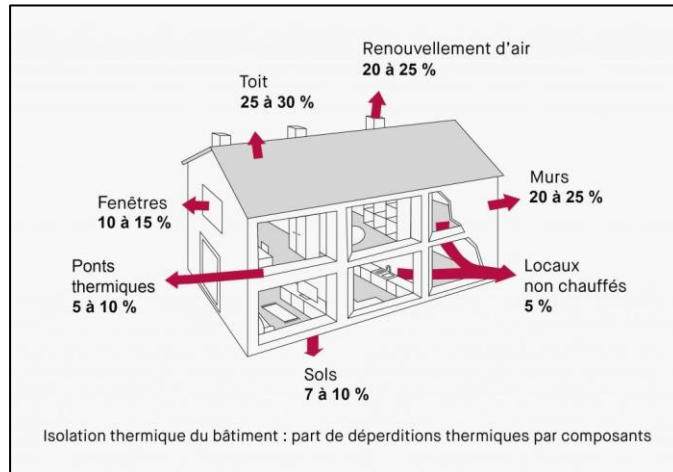
### II.2.1.2 L'isolation thermique

Tout isolant installé participe à la préservation de l'environnement, et pour avoir un confort thermique, une isolation thermique est plus que nécessaire.

- En hiver, l'isolation donne une bonne sensation de confort tout en limitant sa note de chauffage.
- En été, le confort sera obtenu en associant les atouts de cette isolation à une forte inertie thermique de la maison ainsi la température intérieure sera maintenue stable et la plus fraîche possible sans recours à la climatisation.

Une maison chauffée perd continuellement une partie de sa chaleur. Les grosses fuites de chaleur s'effectuent par les surfaces : toiture, murs et vitrages. Ces points sensibles d'une habitation peuvent générer jusqu'à 60 % des déperditions en chaleur, les joints entre les parois laissent également fuir la chaleur appelée « Ponts thermiques ». Ces derniers peuvent participer de 5 à 25 % à la fuite de chaleur. Mais l'impact d'un isolant, comme celui des autres matériaux d'un bâtiment, ne se réduit pas aux grains qu'il procure pendant son utilisation :

C'est l'ensemble du cycle de vie du matériau, de sa production à son élimination, qui doit être pris en compte.



**FIGURE 24:** LES DEPERDITIONS THERMIQUES DANS UN LOGEMENT

SOURCE : [HTTPS://WWW.QUALITEL.ORG/PARTICULIERS/ISOLATION/TECHNIQUES-ISOLATION/](https://www.qualitel.org/particuliers/isolation/techniques-isolation/)

### II.2.1.2.1 Le rôle de l'isolation :

Le rôle d'isolation est d'interposer entre l'intérieur et l'extérieur une barrière au passage des calories au moyen de matériaux ayant une capacité de conduction la plus faible possible.

### II.2.1.2.2 La fonction des isolants :

Lorsque l'on chauffe l'air d'une habitation non isolée, les parois ne s'échauffent pas. Les calories qui atteignent ces dernières par convection et rayonnement passent au travers par conduction. Et s'en échappent, à nouveau par convection et rayonnement, avant d'avoir eu le temps de l'échauffer. Ce n'est pas le froid qui entre, mais la chaleur qui sort.

### II.2.1.3 L'inertie thermique :

L'inertie thermique est la capacité d'un matériau à accumuler la chaleur puis à la restituer dans un temps plus ou moins long. Plus l'inertie est importante, plus l'habitation met de temps à se réchauffer ou se refroidir.

L'inertie thermique (ou la masse thermique) est le potentiel de stockage thermique d'un bâtiment. Elle peut être composée de divers matériaux lourds (pierre, brique, terre crue,) qui répartis à l'intérieur de l'enveloppe isolante d'une construction, agissent comme accumulateurs de chaleur (l'hiver) ou de fraîcheur (l'été).

### II.2.1.3.1 Le principe de l'inertie thermique :

Le principe de l'inertie thermique est complexe et fait appel à des notions de physique des matériaux. L'inertie d'un bâtiment est une fonction directe de sa capacité thermique, donc du produit de la masse de tous ses composants par leur chaleur spécifique massique. Pour simplifier, on peut dire que plus un matériel est lourd et dense plus sa capacité à accumuler de la chaleur sera importante.

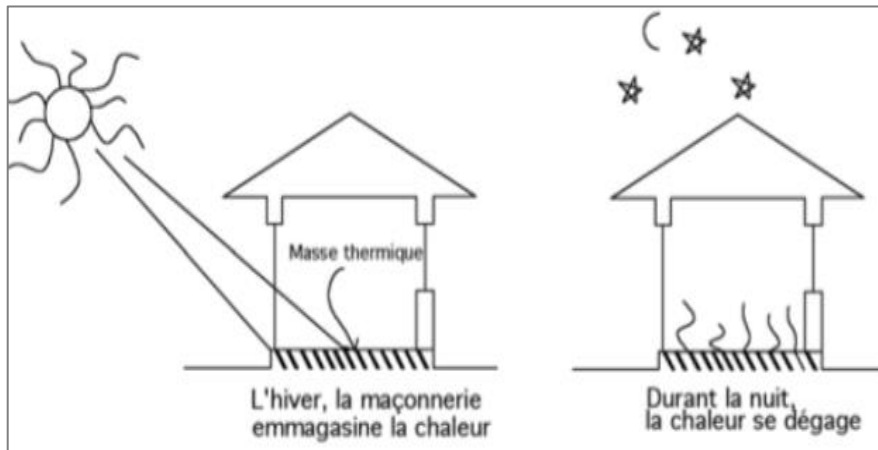


FIGURE 25: L'EFFET DE LA MASSE THERMIQUE

SOURCE : [HTTPS://WWW.ECOHABITATION.COM/MEDIA/ARCHIVES/FICHES/U872/FICHEARCHIBIO\\_MASSE\\_THERMIQUE.PDF](https://www.ecohabitation.com/media/archives/fiches/u872/fichearchibio_masse_thermique.pdf)

### II.2.1.4 La ventilation naturelle

C'est une stratégie passive, sans moyen mécanique, de maintenir un environnement intérieur confortable, donc elle est le cœur de la conception bioclimatique surtout dans les climats chauds.

#### II.2.1.4.1 Le rôle de ventilation naturelle :

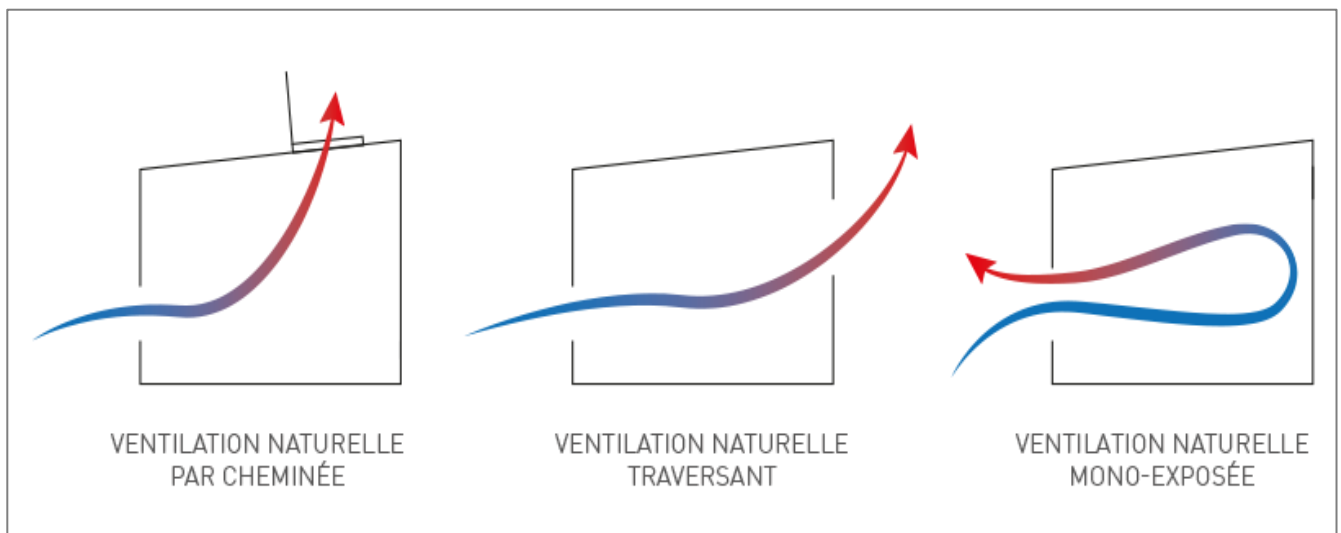
La ventilation naturelle est nécessaire pour :

- Pour fournir l'air frais (santé).
- Pour fournir le mouvement d'air nécessaire.
- Pour le refroidissement évaporatif convectif du corps humain (confort).
- Pour dissiper la chaleur d'un bâtiment sans besoin de climatisation (économie d'énergie)

### II.2.1.4.2 Les stratégies de la ventilation naturelle :

Il existe de nombreux types de modes de ventilation naturelle dans les bâtiments, les trois principaux sont :

- **La ventilation transversale :** La ventilation transversale dans un local doit réunir deux conditions : Le premier est que le local comporte deux ouvertures, et la deuxième est que celles-ci soient sur deux façades opposées du local.
- **La ventilation de simple exposition :** il consiste en l'aération d'un espace sur une seule façade.
- **La ventilation par tirage thermique (effet de cheminées) :** La ventilation par tirage thermique est parfois utilisée quand la ventilation transversale n'est pas possible et quand la ventilation par exposition simple n'est pas suffisante. Le tirage thermique est en général assuré la différence de température entre l'air chaud intérieur et l'air plus frais de l'extérieur



**FIGURE 26:** SCHEMA REPRESENTE LES STRATEGIES DE LA VENTILATION NATURELLE

**SOURCE :** [HTTPS://PRODUITS.XPAIR.COM/INNOVATION/VENTILATION-NATURELLE-RAFRAICHISSEMENT-ADIABATIQUE.HTM](https://produits.xpair.com/innovation/ventilation-naturelle-rafraichissement-adiabatique.htm)

### II.2.2 L'Énergie solaire active :

Elle désigne l'ensemble des moyens qui permettent de capter et de transformer le rayonnement solaire en chaleur ou en électricité. L'énergie solaire active peut-être photovoltaïque et thermique :

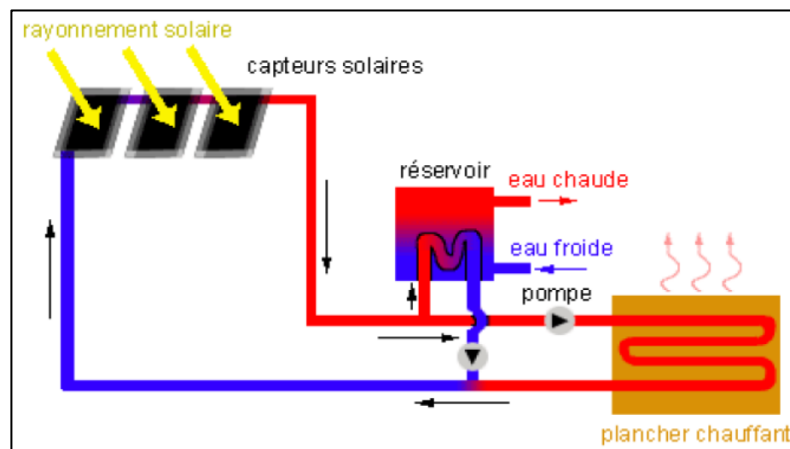


**II.2.2.1. Les formes de l'énergie solaire active :**

**II.2.2.1.1 Énergie solaire thermique :**

L'énergie solaire thermique consiste à exploiter la chaleur du rayonnement solaire, elle s'utilise principalement à travers deux applications : le chauffage de l'eau et le chauffage des locaux.

- **Les chauffe-eaux solaires :** Ils sont utilisés pour l'eau de consommation domestique, un circuit primaire constitué de capteurs solaires réchauffe l'eau, et un circuit secondaire délivre l'eau ainsi chauffée vers un réservoir, Les capteurs sont généralement constitués d'un boîtier plat et rectangulaire, isolé et fermé par une vitre, exposé au soleil sur le toit d'une maison comme il est indiqué dans la figure.
- **Le chauffage solaire des locaux :** Elle se fait par le réservoir d'eau chaude : Dans lequel la chaleur peut être distribuée par des radiateurs ou par le sol (solution plus fréquente). Dans ce dispositif, le fluide échange sa chaleur avec la dalle qui elle-même va transmettre la chaleur reçue par le fluide à l'air de la maison.



**FIGURE 27:**SCHEMA D'UNE INSTALLATION DESTINE POUR LE CHAUFFAGE SOLAIRE D'UNE HABITATION

**SOURCE :**[HTTPS://REPOSITORY.ENP.EDU.DZ/JSPUI/BITSTREAM/123456789/5616/1/GHEMARI.NACER.PDF](https://repository.enp.edu.dz/jspui/bitstream/123456789/5616/1/GHEMARI.NACER.PDF)

**II.2.2.1.2 Énergie solaire photovoltaïque :**

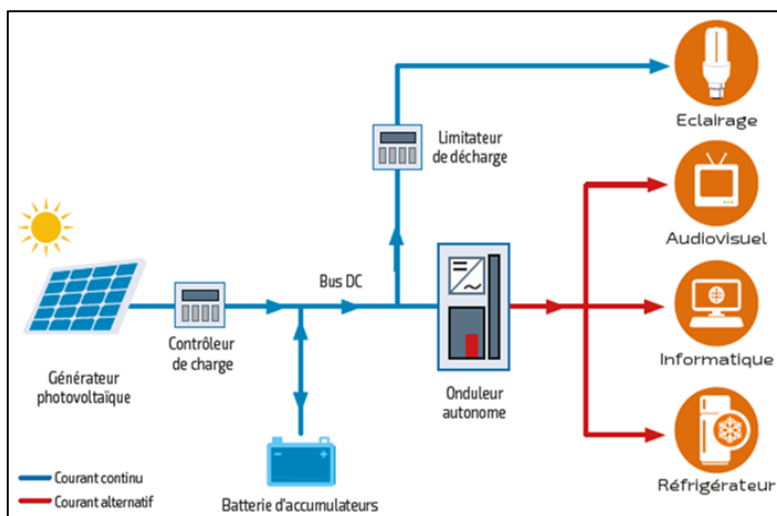
C'est la technique où le rayonnement solaire peut être converti en électricité par des capteurs ou bien cellule photovoltaïques (PV). Ces capteurs sont généralement constitués de composants électroniques au silicium. Plusieurs cellules sont reliées entre elles formant un module solaire photovoltaïque, et plusieurs modules sont regroupés pour former un générateur solaire.



**FIGURE 28:** PANNEAU SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

**SOURCE :** [HTTPS://WWW.HABITATPRESTO.COM/](https://www.habitatprest.com/)

Un système photovoltaïque est composé d'un ensemble de modules (panneaux) photovoltaïque, d'un composant électrique (câbles) et un électronique (onduleur). Les modules utilisent l'énergie solaire incidente pour produire de l'électricité par l'effet photovoltaïque.



**FIGURE 29:** SCHEMA DE PRINCIPE D'UN SYSTEME PV AUTONOME

**SOURCE :** [HTTPS://WWW.SSF-ASSO.ORG/SYSTEMES-PV-AUTONOMES/](https://www.ssf-asso.org/systemes-pv-autonomes/)

Le but du système photovoltaïque est de réaliser une économie d'énergie importante pour la structure servie. Les avantages qui sont à la base du développement cette technologie sont :

- \* La compatibilité avec les exigences architecturales et de la protection de l'environnement.
- \* Aucune pollution sonore.
- \* Une économie et une alternative aux combustibles fossiles.
- \* Une production d'électricité sans émissions de polluants.

### **II.2.2.2 Démarche d'intégration**

La réussite d'une intégration solaire dépend de la conjugaison optimale des critères suivants qu'on considère primordiaux :

- Minimiser l'impact Visual des capteurs dans leur environnement proche et lointain.
- Adapter la forme, la proportion et la position des champs de capteur à la physionomie générale du bâtiment.
- Privilégier le capteur double fonction : Fonction couverture, brise soleil, allège, garde-corps, fenêtre, verrière, bardage, mur-rideau...
- Marier performance et intégration : Une bonne intégration architecturale ne nuit pas aux performances globales du système.
- Choisir le matériel adapté : Le marché du solaire s'est développé ces dernières années, après la standardisation du matériel, on commence à proposer des types et accessoires facilitant l'intégration du solaire dans le bâtiment, et offrant ainsi de diverses solutions pour l'usage recherché.

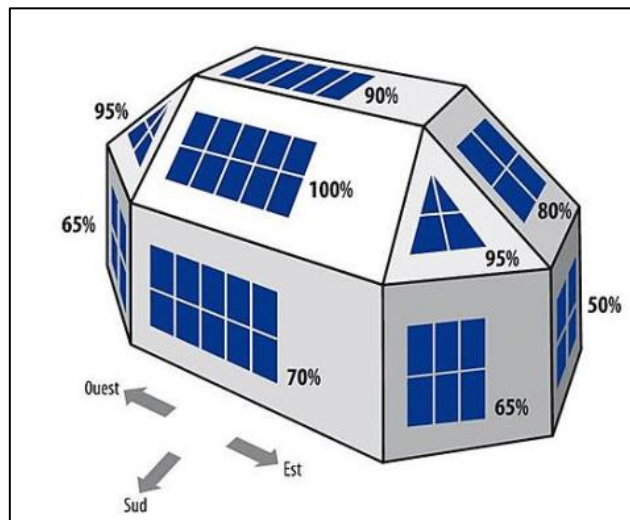
### **II.2.2.3 Intégration des capteurs solaire dans le bâtiment**

Les différentes techniques d'intégration architecturale des capteurs solaire dans le bâtiment sont l'intégration en toiture et en façade, les serres photovoltaïques. Les différents schémas d'intégration des modules sont élaborés selon le type et l'orientation du bâtiment. Ainsi, les pertes de captation de l'éclairement solaire varient selon l'orientation des façades et les inclinaisons : la position horizontale donne un bon résultat annuel par rapport à la position optimale (inclinaison à la latitude du site), la position verticale est moins efficace (KARAMOSTEFA KHELIL, 2008).

### II.2.2.3.1 Intégration en toiture

Les différents types d'intégration des modules en toiture sont les suivantes :

- La toiture plane à l'avantage de l'accès facile permettant de monter les modules sur de simples structures ou piliers préfabriqués ;
- La toiture inclinée peut être conçue avec l'angle adéquat.
- La structure en sheds ou encore dite en dents de scies est souvent d'orientation vers le sud.



**FIGURE 30:** DISTRIBUTION DES RAYONNEMENTS SOLAIRES REÇU SUR LES FAÇADES ET LE TOIT D'UN BATIMENT

SOURCE : BLOG.SOLOREA.COM

### II.2.2.3.2 Intégration en façades

Aujourd'hui, le domaine des énergies renouvelables, a innové des différentes technologies de cellules photovoltaïques à appliquer en façade.

- **Le bardage solaire :** le bardage est une solution esthétique qui permet également d'isoler et protéger le bâtiment par des modules photovoltaïques en revêtement des façades, et en assurant un rôle protecteur et isolant, pour les murs extérieurs.
- **Le vitrage solaire photovoltaïque :** le verre solaire affiche un aspect transparent légèrement fumé. Ces verres sont capables de modifier le degré de transparence

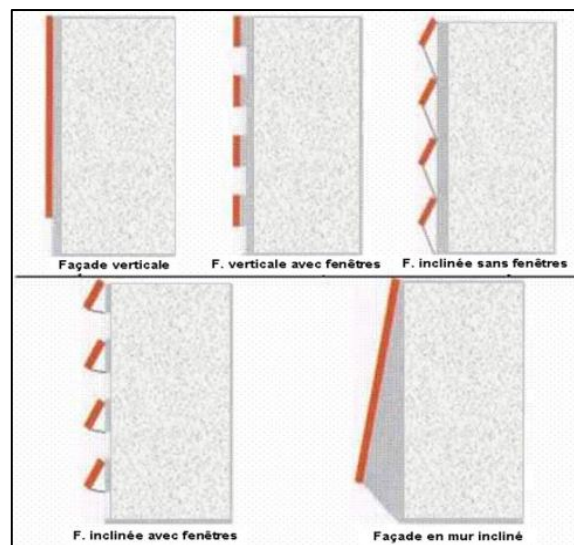


**FIGURE 31:** MUR RIDEAU SOLAIRE

SOURCE : BATIADVISOR.FR

en fonction de la luminosité extérieure. Ils permettent ainsi de réguler la température intérieure d'un bâtiment. À la fois discret et esthétique, le vitrage solaire photovoltaïque permet d'alimenter un éclairage LED et peut couvrir de grandes surfaces.

- **Le mur rideau solaire** : composé d'une ou plusieurs parois, le mur-rideau photovoltaïque se différencie d'une fenêtre classique avec des cellules bien visibles. Elles prennent néanmoins des formes décoratives qui valorisent le bâtiment tout en permettant la revente d'électricité.



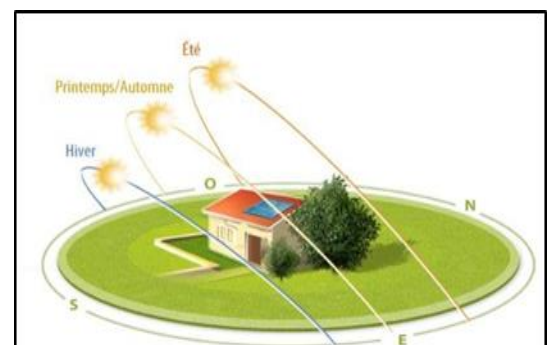
**FIGURE 32:** LES TYPES D'INTEGRATION DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES EN FAÇADES DES BATIMENTS

SOURCE : KARAMOSTEFA KHELIL, 2008

#### II.2.2.4 Mode de fonctionnement d'un système solaire :

Un architecte considère tous les systèmes naturels et les aspects environnementaux lors de la conception et de la planification des bâtiments et des espaces. Le soleil affecte les conceptions architecturales de nombreuses façons : la lumière, directions du soleil, matériaux de construction et le rayonnement solaire.

Le soleil se déplace au cours de la journée et suivant les saisons.



**FIGURE 33:** DEFINITION DE LA POSITION DU SOLEIL (LATITUDE ET AZIMUT)

SOURCE :

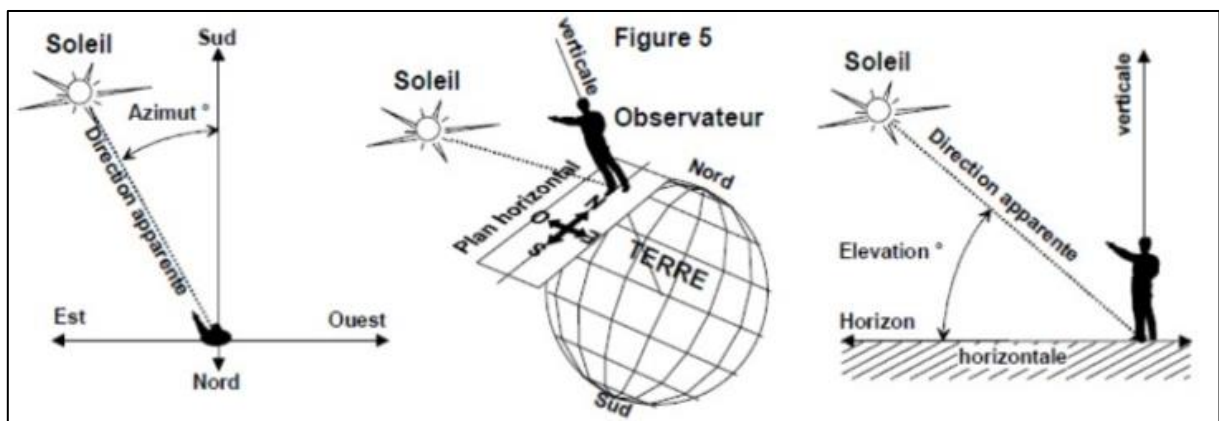
WWW.PHOTOVOLTAIQUE.INFO

Le soleil est la seule ressource dont a besoin un panneau solaire. En revanche, l'énergie solaire photovoltaïque peut être intégrée de manière esthétique dans les bâtiments, par ses modules photovoltaïques peuvent couvrir toits et façades, contribuant ainsi à l'autonomie énergétique des bâtiments et favorisera la production d'électricité.

### Le Principe

Pour un observateur situé en un lieu précis de la surface terrestre (latitude + longitude), la position du soleil dans le ciel, à un instant donné (date + heure), peut être repérée par deux coordonnées angulaires :

- **AZIMUT** : angle mesuré par rapport au sud dans un plan horizontal, à mesure de l'avancée de la journée
- **ELEVATION** : angle mesuré par rapport à l'horizontale dans un plan vertical, selon la saison et, l'avancée de la journée (BRAHAMI, 2018).



**FIGURE 34:** REPRESENTATION DE LA LATITUDE (HAUTEUR) ANGULAIRE ET L'AZIMUT  
**SOURCE :** BRAHAMI, 2018

Le système photovoltaïque vise à orienter en temps réel les capteurs vers le soleil, pour placer le panneau photovoltaïque et de maximiser son rendement dans une position optimale par rapport à l'incidence du rayonnement solaire. Il convient de prêter une attention toute particulière à :

- **L'orientation de l'installation du panneau photovoltaïque**

Les modules doivent être orientés vers le Sud pour les sites situés dans l'hémisphère Nord et vers le Nord pour les sites situés dans l'hémisphère Sud.



• **L'inclinaison du panneau photovoltaïque**

Pour que les modules produisent un maximum d'énergie, il faut que leur surface soit perpendiculaire aux rayons solaires. On doit donc incliner les modules pour qu'ils soient face au soleil. La valeur d'inclinaison correspond à l'angle que font les modules avec l'horizontale. Comme il est difficile de modifier plusieurs fois aux cours de l'année

L'inclinaison des modules, on choisit généralement une valeur moyenne pour toute l'année (BRAHAMI, 2018).

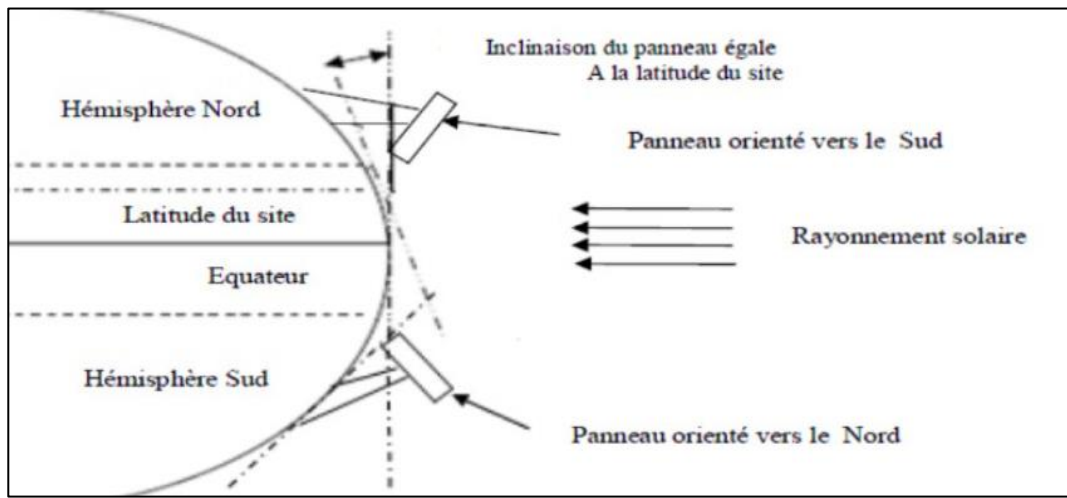


FIGURE 35: ORIENTATION DES PANNEAUX SOLAIRES

SOURCE : BRAHAMI, 2018

**II.2.2.5 Les principaux avantages de l'intégration des systèmes solaires**

Suite à des recherches sur les bâtiments écologiques, Lucuik (2005) relève pour sa part les avantages suivants :

- Des couts opérationnels moindres pendant la durée de vie du bâtiment ;
- Une protection contre les augmentations futures du prix de l'énergie ; des primes d'assurances réduites ;
- Une valeur plus élevée des bâtiments et des meilleurs taux d'occupation ;
- Une amélioration de l'image ; diverses considérations externes comme des effets sur l'infrastructure, sur l'environnement et sur l'économie locale.
- Une reconnaissance internationale démontrant un intérêt clair et symbolique pour le développement durable.

### **II.2.2.6 Les mesures d'efficacité énergétique actives**

L'efficacité énergétique active peut être mise en œuvre soit dans le cadre d'une approche globale, soit par application. Optimisées individuellement ou de manière combinée, les actions suivantes permettent de réaliser des économies d'énergie significatives :

#### **a. Mesure des consommations**

- ✓ La mesure électrique
- ✓ La mesure du gaz naturel

#### **b. Systèmes de régulation et d'automatisme**

Pour les équipements de chauffage, de ventilation ou d'éclairage qui permettent d'adapter la consommation aux conditions extérieures et en fonction de la présence de personnes.

#### **c. Gestion de la 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.

#### **d. Production d'énergie solaire**

- ✓ Énergies solaires thermiques.
- ✓ Énergies solaires photovoltaïques.

#### **e. Systèmes et équipements performants**

- Système de ventilation double-flux.
- Pompes à chaleur (PAC) : Le principe de fonctionnement d'une PAC est identique à celui d'un réfrigérateur.
- Chaudière gaz à condensation : Dans les chaudières à condensation, la chaleur résiduelle contenue dans les gaz d'échappement est récupérée sous forme de vapeur d'eau par voie de condensation.

### **II.2.2.7 Conditions d'efficacité énergétique**

#### **II.2.2.7.1 Course et masque solaire**

Pour assurer une meilleure implantation des panneaux solaires. Il est nécessaire d'étudier les conditions climatiques notamment la course solaire et le masque environnementale pour optimiser la meilleure solution.

Ces ombres peuvent être produites par des arbres, bâtiments mitoyens ou proches, ou un relief environnant...



### II.2.2.8 Conditions de performance

Pour assurer un meilleur rendement des panneaux solaires il est nécessaire d'opter pour une démarche passive visant à la réduction la consommation énergétique du bâtiment en augmentant sa performance énergétique en adéquation avec les différents labels et normes énergétiques.



**FIGURE 36:**LE RENDEMENT DES CAPTEURS SOLAIRES EN REFERENCE DE L'ECHELLE DE PERFORMANCE

**SOURCE :** [HTTPS://FR.123RF.COM](https://fr.123rf.com)

### **Conclusion**

L'efficacité énergétique des bâtiments repose sur une combinaison de stratégies passives et de technologies actives. Les stratégies passives incluent le choix judicieux de l'orientation du bâtiment, l'utilisation de matériaux à haute performance thermique, et la réduction des ponts thermiques. Elles visent à minimiser les besoins énergétiques en optimisant l'utilisation de ressources naturelles comme la lumière du jour et la chaleur solaire.

Les technologies actives, telles que les panneaux photovoltaïques et les systèmes thermiques solaires, jouent un rôle complémentaire en fournissant des sources d'énergie renouvelable. L'intégration de ces technologies dès la phase de conception du bâtiment permet de réduire la dépendance aux sources d'énergie fossile et de diminuer les émissions de gaz à effet de serre.

Cette approche intégrée offre des avantages tangibles en matière de durabilité environnementale, de réduction de la consommation énergétique et de confort pour les occupants. Pour être efficace, elle doit être adoptée dès le début du processus de conception et mise en œuvre de manière cohérente avec les réglementations thermiques et environnementales. L'efficacité énergétique ainsi obtenue contribue non seulement à la lutte contre le changement climatique, mais aussi à la création de bâtiments durables et confortables pour les générations future.

## CHAPITRE III : ANALYSE THEMATIQUE ET ETUDE DES EXEMPLES

### III.1. Partie thématique

#### Introduction

Le tourisme est considéré comme la structure de développement et de croissance, c'est un Domaine très fort de création d'emplois et de revenus durables. Malgré les efforts déployés par l'Etat algérien en matière de tourisme, le secteur connaît peu de développement et nécessite une prise en charge effective.

#### III.1.1. Le tourisme

##### III.1.1.1 Le but de choix de tourisme

- ✓ Le tourisme influence d'une façon directe les autres secteurs tels que : l'agriculture, l'économie, la culture, l'industrie, les services, le transport, l'artisanat, les travaux publics.
- ✓ Permet le développement de la communication, d'échange, et permet l'ouverture sur le monde.
- ✓ Le tourisme joue un rôle très important dans la création d'emplois, et la redynamisation de l'investissement local.

##### III.1.1.2 Définitions

- **Le mot tourisme :** L'Organisation mondiale du tourisme (**OMT**) définit le tourisme comme : « les activités déployées par les personnes au cours de leurs voyages et de leurs séjours dans les lieux situés en dehors de leur environnement habituel pour une période consécutive qui ne dépasse pas une année à des fins de loisirs, pour affaires et autres motifs ».
- **Le mot Touriste :** est « toute personne en déplacement ailleurs de sa résidence habituelle pour une durée d'au moins 24h (ou une nuit) pour l'un des motifs suivants : agréments (vacances, et séjours de fin de semaine), santé (thermalisme, thalassothérapie), mission et réunions de toutes sorte (congrès, séminaires, pèlerinages, manifestations sportives, etc.), voyage d'affaires et déplacement professionnels, voyage scolaires ».

### III.1.1.3 Les besoins du tourisme

- Besoin de loisir.
- Besoin de contacter.
- Besoin de dépaysement.
- Besoin de découvrir d'autre culture.
- Besoin de vacances, de repos.
- Besoin d'affaire.

### III.1.1.4 Les différents types du tourisme

#### III.1.1.4.1 Le tourisme de vacances : il Ya 03 types

- **Le tourisme balnéaire**

Tout séjour touristique en bord de mer ou les touristes disposent, en plus des loisirs de la mer, et d'autres activités liées à l'animation en milieu marin. Ce type de tourisme est le plus répandue dans le monde. La cote, la plage, la mer, le soleil sont des attraits indéniables pour les touristes.



**FIGURE 37:**LE TOURISME BALNEAIRE

**SOURCE :** [HTTPS://WWW.ESLSCA.MA/BLOG/TOUT-SAVOIR-SUR-LE-TOURISME-BALNEAIRE](https://www.eslsc.ma/blog/tout-savoir-sur-le-tourisme-balneaire)

- **Le tourisme de montagne**

Est le tourisme dans les massifs montagneux. Ce type de tourisme a besoin des équipements d'une grand taille : station intégrée de sport d'hiver. D'autre part, il nécessite de contrôler les flux touristiques afin de préserver l'environnement.



**FIGURE 38:** LE TOURISME DE MONTAGNE

**SOURCE :** [HTTPS://WWW.ALBINFO.CH/FR/LES-MONTAGNES-DU-KOSOVO-APPELLENT-LES-PETITS-PAPILLONS/](https://www.albinfo.ch/fr/les-montagnes-du-kosovo-appellent-les-petits-papillons/)

- **Le Tourisme saharien**

Est tout séjour touristique en milieu saharien bâti sur l'exploitation des différentes potentialités naturelles historiques et culturelles et accompagnées d'activités de loisirs, et de détente et de découverte spécifique à ce milieu.



**FIGURE 39:** LE TOURISME SAHARIEN

**SOURCE :** [HTTPS://WWW.HORIZONS.DZ/?P=30508](https://www.horizons.dz/?P=30508)

### **III.1.1.4.2 Le tourisme culturel**

Le but principal de ce type de touriste est de rechercher des connaissances et des émotions à travers la découverte d'un patrimoine architecturale, d'une autre population, des fêtes traditionnelles, ainsi que les coutumes nationales ou locales.



**FIGURE 40:** LE TOURISME CULTUREL

SOURCE : [HTTP://WWW.CONSULENZA-SVILUPPO.COM](http://www.consulenza-sviluppo.com)

### III.1.1.4.3 Le tourisme de santé

Le but de tourisme médical est de faire un traitement naturel a moindre cout dans un pays autre que celui dans lequel ils résidant, ou de faire soigner à l'étranger de qui ne pourrait être traire chez eux. Ce type de tourisme nécessite un traitement dans un environnement équipé d'installation de soins, de détente et de loisir.



**FIGURE 41:** LE TOURISME DE SANTE

SOURCE : [HTTPS://WWW.SENIOR-VACANCES.COM/THALASSOTHERAPIE/](https://www.senior-vacances.com/thalassotherapie/)

### III.1.1.4.4 Le tourisme d'affaires

Il désigne les déplacements professionnel.il combine les composantes classiques du tourisme : transport, hébergement, restauration. Avec une activité économique pour l'entreprise.



**FIGURE 42:** TOURISME D'AFFAIRE

**SOURCE :** [HTTPS://BLOG.VISITACOSTADELSOL.COM](https://blog.visitacostadelsol.com)

### III.1.1.4.5 Le tourisme religieux

Dans son sens large, il s'agit de voyages dont le but est la visite de lieux, de bâtiments dits sacrés ou saints.



**FIGURE 43:** LE TOURISME RELIGIEUX

**SOURCE:** [HTTPS://VOCAL.MEDIA/WANDER/THE-BEAUTIFUL-SIDE-OF-RELIGIOUS-TOURISM](https://vocal.media/wander/the-beautiful-side-of-religious-tourism)

### III.3.3.4. Le tourisme D'affaires

#### III.1.2.1 Motivation du choix

La ville ne cesse de s'élargir et l'économie est le facteur de cet élargissement. Sachant que l'Algérie s'ouvrant sur l'économie du marché, une multitude d'activités commerciales sont à prévoir dans le futur immédiat ce qui donne une opportunité de programmation d'un équipement qui répond aux besoins et aux exigences de ce genre d'activités.

Donc le Développement du secteur de tourisme d'affaire dans la ville de Guelma permet de :

- ✓ Conduire la ville vers un statut de pôle national.
- ✓ Répondre aux besoins qui se font sentir en matière d'échange, de commerce et de communication.
- ✓ La création d'emplois.
- ✓ Participer au développement du secteur économique privé et public.

### III.1.2.2 Définition du tourisme d'affaires

C'est un tourisme qui se pratique en toute saison, il est à caractère professionnel et technique, il peut être aussi culturelle, scientifique, artistique, administratif ou commerciale.

Il regroupe quatre secteurs :

- Les congrès et les conventions d'entreprise.
- Les foires et les salons.
- Les inventives, séminaires et réunion d'entreprises.
- Les voyages d'affaires individuels.

## III.4. Le centre D'affaires

### III.1.3.1 Motivation du choix

Parmi les différentes types des équipements d'affaires j'ai décidé de proposer un centre d'affaires dans le but de :

- ✓ Donner une vision moderniste de la ville,
- ✓ Ouverture de la ville vers l'extérieur,
- ✓ Attirer les entreprises,
- ✓ Accueillir les investisseurs et les hommes d'affaires,
- ✓ Favoriser le développement économique local,
- ✓ Rendre la région compétitive,
- ✓ Mieux servir les citoyens,
- ✓ Dynamiser et Renforcer l'attractivité de la ville,
- ✓ Créer de l'emploi pour la population actuelle et future,
- ✓ Vecteur de développement et pôle d'attraction pour la ville.

L'implantation d'un centre d'affaires dans cette ville avec ces nombreuses activités lui donnerait un nouveau souffle de vie et répondrait ainsi aux besoins du présent et du futur.



### III.1.3.2 Définition du projet

Les centres d'affaires, par définition systématique :

- Centres, c'est-à-dire des lieux qui regroupent et attirent les différents opérateurs économiques, donc c'est le cadre physique.
- Affaires, c'est-à-dire la raison pour laquelle les opérateurs se sont regroupés, c'est le cadre contextuel.

C'est le lieu d'échange et de concertation des différents opérateurs économiques; qui prend en charge les activités du secteur tertiaire en favorisant les échanges, les négociations et la représentation des services dans les meilleures conditions, le centre d'affaires est apparu en 1950.

Il regroupe des surfaces importantes de bureaux et des espaces assurant les activités d'accompagnement et d'animation publique, tels que : restaurants, commerce, salles de conférences et espaces de détente et de loisirs.

**Le sujet « Centre d'affaires » fait référence à un certain nombre de concepts à savoir : l'économie, le tertiaire, l'échange.**

- **L'économie** : Domaine d'activités relatives à la production et à la consommation des richesses d'une collectivité humaine.
- **Le tertiaire** : il juxtapose les activités de service comme : le commerce, les banques, les assurances, les transports.
- **L'échange** : Mouvement d'achats et de ventes de biens et services ou mouvements de capitaux.

### III.1.3.3 Les Usagers

Les centres d'affaires sont fréquentés par deux types d'utilisateurs :

#### III.1.3.3.1 Les utilisateurs permanents

Employés destinés à la représentation d'entreprises, activités publiques, gestion et maintenance.

#### III.1.3.3.2 Les utilisateurs occasionnels

Il s'agit des hommes d'affaires, les utilisateurs des différents services et le public.

### III.1.3.4 Le rôle des centres d'affaires :

Un centre d'affaire :

- ✓ Offre aux entreprises un espace libre, donc leur permet de diminuer les coûts d'investissements dans l'immobilier, mobilier, équipements de bureaux, etc.
- ✓ Offres aux entreprises une image valorisante.
- ✓ Permet d'assurer aux clients une présence commerciale et une adresse au sein d'un organisme.
- ✓ Offre un lieu de convivialité qui favorise les échanges de biens et de services.
- ✓ Offre un pôle d'attraction pour le travail.
- ✓ Présente une grande flexibilité, c'est-à-dire l'aptitude pour ses espaces à recevoir des activités qui changent avec le temps.
- ✓ La diversité des services mis en place pour assurer le confort et la sécurité des entreprises et de leurs clients, leur offre ainsi l'opportunité de conclure des affaires sur le lieu même et donc de minimiser les éventuels déplacements

### IV.1.3.5 Le programme de base des centres d'affaires :

Se compose essentiellement de :

#### III.1.3.5.1 L'accueil :

Un espace d'articulation, où se fait le premier contact avec l'utilisateur, est un espace jouant le rôle de charnière entre l'intérieur et l'extérieur, comme les halls d'accueil et les cours centrales. Aussi, c'est l'espace qui regroupe tous les éléments qui permettent au public de se retrouver au sein de l'équipement.



**FIGURE 44: L'ACCUEIL**

**SOURCE : GOOGLE IMAGE**

### III.1.3.5.2 Les services divers :

- **L'échange** : c'est la fonction principale du projet, activités destinées à faciliter les contacts économiques, administratifs et commerciaux comme les agences bancaires, chambre de commerce...etc.
- **La communication** : Ce sont des espaces dynamiques de regroupement, de rencontre comme les salles de réunions et les salles de conférences, les expositions, bibliothèque.
- **Le travail** : constituent le thème principal de notre équipement. Ils se divisent en :
  - Bureaux de location divers selon les tailles d'entreprises (Grandes, Moyennes, Petites entreprises).
  - Bureaux pour fonctions libérales : cabinets d'avocats, d'architectes ...etc.



**FIGURE 45:** ESPACE DE TRAVAIL

**SOURCE :** GOOGLE IMAGE

### III.1.3.5.3 Gestion et logistique :

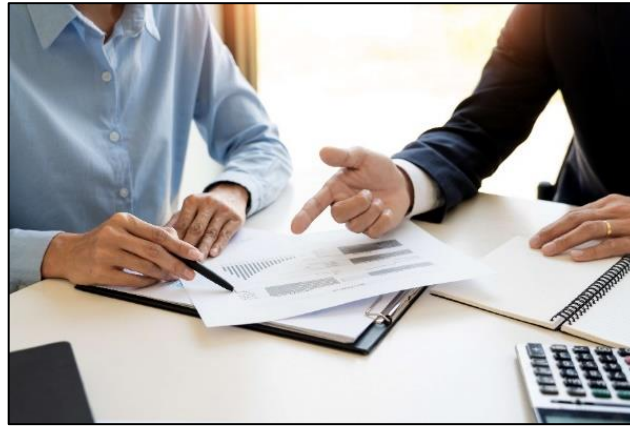
- **La logistique** : C'est une activité qui permet l'entretien des biens matériels ainsi que l'équipement lui-même (locaux techniques).



**FIGURE 46:** SALLE DE MAINTENANCE

**SOURCE :** GOOGLE IMAGE

- **La gestion** : la gestion administrative de l'équipement tel que décision, exécution, location, facturation, coordination et organisation.



**FIGURE 47:** LA GESTION ADMINISTRATIVE

**SOURCE :** [HTTPS://FRENCHMORNING.COM](https://frenchmorning.com)

### III.1.3.5.4 Détente et loisirs :

- **La consommation** : restaurant, fast Food, pizzeria, cafétéria, salon de thé.
- **La détente** : Ce sont des lieux de détente et de rencontre, qui créent une certaine convivialité dans l'équipement à travers les salons, les salles de sport, les clubs.



**FIGURE 48:** SALON DE THE

**SOURCE :** [HTTPS://WWW.LAPRESSE.CA/MAISON/ARCHITECTURE](https://www.lapresse.ca/maison/architecture)

### III.2. Partie Analytique : Analyse des exemples

#### III.2.1. Exemple 01 : Complexe Multifonctionnel durable au Caire

##### III.2.1.1 Motivation du choix :

On a choisi cet exemple pour :

- Son inscription dans le développement durable : Utilisation des énergies renouvelables (éolienne, géothermique, solaire), Faible consommation énergétique, Lumière naturelle, végétalisation.
- Diversité des flux et des programmes.

##### III.2.1.2 Présentation :

###### 📄 Fiche technique du projet

- **Architectes** : Vincent Callebaut architecture
- **Lieu** : district d'Héliopolis, le Caire, Egypte
- **Architectes locaux** : K&A design, Injaz
- **Superficie de développement** : 450 000 M<sup>2</sup>
- **Budget** : 4,5 milliards EGP.
- **Client** : Abraj Misr, développement urbain, le Caire, Égypte
- **Programme** : 1000 appartements, bureaux et centres commerciaux
- **Certification verte** : LEED gold plus
- **Type** : usage mixte, bureaux, commerce, résidentiel



**FIGURE 49: CMF DURABLE AU CAIRE**

**SOURCE :**

[HTTP://WWW.ARCHITECTURA.BE/IMGORIG/58016FOTO\\_3.JPG](http://www.architectura.be/imgorig/58016foto_3.jpg)

Le projet développé par l'architecte belge Vincent Callebaut, pour le groupe immobilier Abraj Misr, pour Nasr City, un district du Caire. Il proposera à ses habitants et visiteurs de multiples équipements sportifs extérieurs et intérieurs, un hôtel 5 étoiles, des commerces, un large éventail de services, y compris médicaux et de transports, Le bâtiment vise le niveau LEED Gold Plus.







FIGURE 51: ORIENTATION DU PROJET

SOURCE : GOOGLE IMAGE READAPTE PAR L'AUTEUR

**✚ Limite et accessibilité :**

Le projet est accessible des quatre côtés par trois entrées via des routes mécaniques et une entrée piétonne via une route secondaire.





-  Accès mécanique
-  Accès piéton

FIGURE 52: VUE AERIENNE DE CMF DE CAIRE

SOURCE : GOOGLE IMAGE READAPTE PAR L'AUTEUR

**✚ Volumétrie :**

Volumétriquement, le projet apparaît comme des excroissances en forme de U rattachés à la rue centrale. Une artère centrale avec des embranchements qui appelée Le Boulevard. Constitue la colonne vertébrale du bâtiment en le divisant en deux parties.

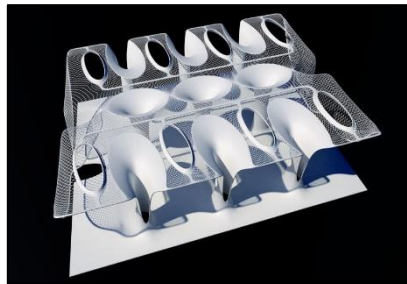
Une enveloppe de maille métallique se déroule au-dessus de tous les volumes de

Construction comme une robe tressée. Cette seconde peau en acier blanc permet d'intégrer sur le toit les cellules photovoltaïques, les tubes thermiques et des parois verticales plantées. Cette robe est conçue pour créer des mouvements d'air et ainsi ventiler naturellement tous les espaces du sous-sol et de rafraîchir naturellement les patios et les voies intérieures.



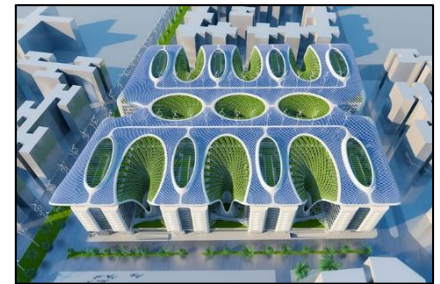
**FIGURE 52:** SCHEMA DE GENESE DE PROJET

SOURCE : GOOGLE IMAGE  
READAPTEE PAR L'AUTEUR



**FIGURE 53 :** LA STRUCTURE METALLIQUE AU-DESSUS DE PROJET

SOURCE: [HTTP://WWW.ARCHITECTURA.BE/IMGORIG/58016FOTO\\_3.JPG](http://www.architectura.be/imgorig/58016FOTO_3.JPG)



**FIGURE 54 :** LE VOLUME DE CMF

SOURCE :  
[HTTP://WWW.ARCHITECTURA.BE/IMGORIG/58016FOTO\\_3.JPG](http://www.architectura.be/imgorig/58016FOTO_3.JPG)

### 🌿 Analyse des façades :

Les façades des 9 étages de logements sont conçues par des panneaux de verre et de pierre blanche. Tous les balcons sont transformés en jardins suspendus par l'intégration de verdure le long du périmètre des façades. Aux deux Extrémités, les façades s'inspirent des branchies des poissons.



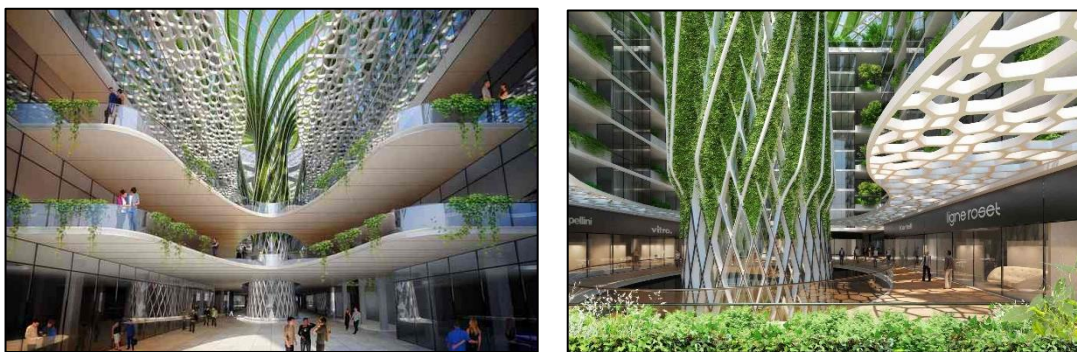
**FIGURE 55:** FAÇADES DE CMF

SOURCE :  
[HTTPS://YANDEX.COM/COLLECTIONS/CARD/58F1025B0265C100BA82F6EC](https://yandex.com/collections/card/58f1025b0265c100ba82f6ec)



**En dessous des 9 niveaux d'habitations, les 3 niveaux commerciaux hors sol présentent deux typologies de façades :**

Un mur-rideau transparent placé tout au long de la promenade. À l'intérieur des patios, les façades se développent avec une structure voronoi présentant des formes organiques avec une densité progressive de bas en haut. Chacune de ces élévations est reliée par des passerelles qui traversent les terrasses verdoyantes à l'intérieur de chaque cour.



**FIGURE 53: FAÇADES DE CMF**

**SOURCE :** [HTTPS://YANDEX.COM/COLLECTIONS/CARD/58F1025B0265C100BA82F6EC](https://yandex.com/collections/card/58f1025b0265c100ba82f6ec)

Le toit de l'ensemble du complexe se transforme en un grand jardin communautaire qui devient la cinquième façade du projet, est un espace commun de vergers, de piscines et d'installations sportives.



**FIGURE 57 : TOIT DE CMF DE CAIRE**

**SOURCE :** [HTTP://WWW.BIOMIMESIS.FR/WPCONTENT/UPLOADS/2014](http://www.biomimesis.fr/wpcontent/uploads/2014)

## III.2.1.4 Analyse des caractéristiques internes de projet :

### + Fonctionnement du projet :

Le bâtiment comportera :

- Un parking souterrain sur 4 niveaux,
- Un supermarché,
- 3 niveaux de zone commerciale à partir du niveau du sol
- 9 niveaux de logements intégrant 3 niveaux de bureaux (1000 appartements) ; un club de santé, un centre de fitness, des boutiques, et des espaces de loisir.



FIGURE 58 : FONCTIONNEMENT DU TOUR

SOURCE :

[HTTP://WWW.ARCHITECTURA.BE/IMGORIG/58016FO\\_TO\\_3.JPG](http://www.architectura.be/imgorig/58016FO_TO_3.JPG)

### + Matériaux de construction :

De la pierre polie et des châssis à haute performance énergétique caractérisant les logements.

### + Les plans :

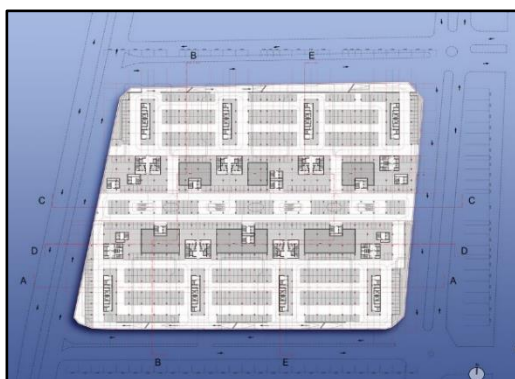


FIGURE 59 : PLAN SOUS-SOL PARKING

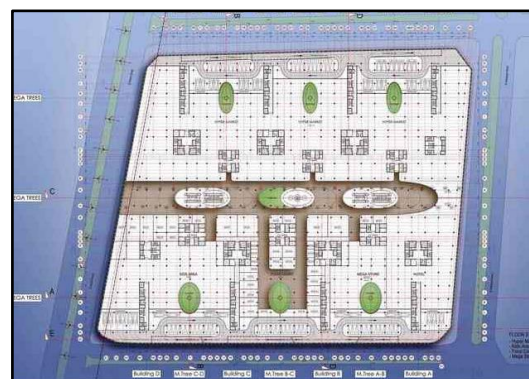


FIGURE 60 : PLAN SOUS-SOL 1 COMMERCE

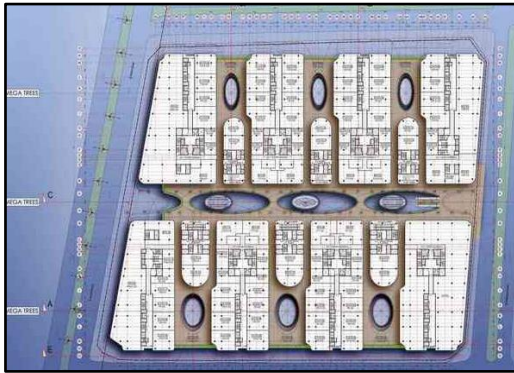


Figure 61 : Plan RDC commerce

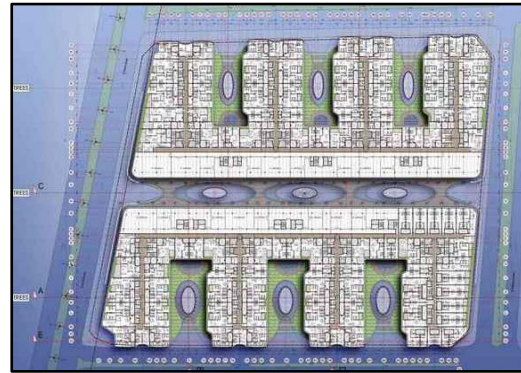


Figure 62 : Plan des étages bureaux + logements



Figure 63 : Plan Toiture Vert

Source : [http://www.architectura.be/imgorig/58016foto\\_3.jpg](http://www.architectura.be/imgorig/58016foto_3.jpg)

**L'étude de programme :**

Tableau 5: programme du projet

Espace	Description
L'hébergement	Le projet comporte 1000 appartements partagée entre 9 niveaux.
Parking	Ils ont situé dans le sous-sol de projet
Un centre d'affaires	Se trouve au dernier étage composé de série des bureaux, salle de conférence et salle de réunion
Commerces	Ce sont des boutiques situées dans le RDC et 2 autre niveaux



### III.2.1.5 Éléments architecturaux verts :

Les 8 fonctionnalités d'architecture verte intégrées au projet sont :

#### ✚ Les brise-vent transformés en méga arbres au milieu de chaque patio verdoyant

Comme des grands arbres au milieu de chaque patio verdoyant. Chacune de ces structures peut fonctionner de trois manières différentes :

- diriger le flux d'air vers le bas en utilisant l'entrée du vent directe,
- diriger le flux d'air vers le haut en utilisant un gradient de température aidée par le vent
- diriger le flux d'air vers le haut en utilisant un gradient de température à assistance solaire.



Figure 64 : les brise -vent

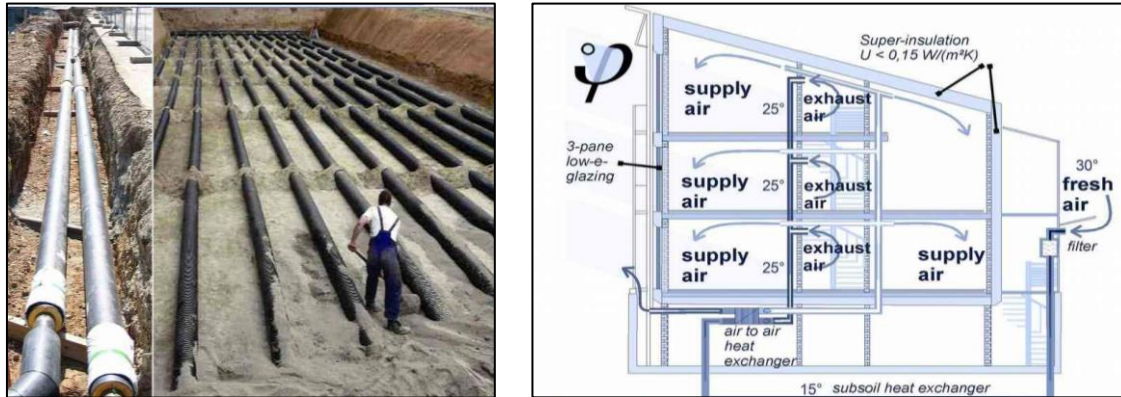
Source : <https://www.arch2o.com/gate-heliopolis-vincent-callebaut-architectures/>

#### ✚ Le système de refroidissement géothermique passif intégré le long de chaque noyau avec les puits verticaux :

Est une approche de conception de bâtiment qui se concentre sur le contrôle du gain de chaleur et la dissipation de la chaleur dans un bâtiment afin d'améliorer le confort thermique intérieur avec une consommation d'énergie faible ou nulle.

Cette approche fonctionne soit en empêchant la chaleur de pénétrer à l'intérieur (prévention des gains de chaleur), soit en évacuant la chaleur du bâtiment (refroidissement naturel).

Un puits canadien peut réduire la température de 5 à 8 °C dans chaque appartement en période de canicule en utilisant pratiquement aucune électricité. Il utilise passivement l'énergie géothermique et est parfait pour rafraîchir les appartements en été et les chauffer en hiver.



**Figure 65** : Le système de refroidissement géothermique

Source : <https://www.arch2o.com/gate-heliopolis-vincent-callebaut-architectures/>

### ✚ Les Cellules Solaires Photovoltaïques couvrant toute la toiture solaire et les façades Ouest et Est :

Dans le projet, le toit solaire sera recouvert de panneaux solaires praticables qui créeront des ombres au-dessus des patios et de la promenade, générant une grande partie de l'électricité nécessaire au bâtiment.



**Figure 66** : Les Cellules Solaires Photovoltaïques intégrés au projet

Source : <https://www.arch2o.com/gate-heliopolis-vincent-callebaut-architectures/>

### ✚ Les tubes de chauffage solaire situés sur le toit au-dessus de chaque noyau :

Le chauffage solaire de l'eau ou les systèmes de chauffe-eau solaires comprennent plusieurs innovations et de nombreuses technologies d'énergies renouvelables matures qui sont bien établies depuis de nombreuses années. Les systèmes de chauffe-eau solaires sont conçus pour fournir de l'eau chaude dans toutes les salles de bains et cuisines du bâtiment pendant la majeure partie de l'année.

Des tubes verre-métal collectant la chaleur du soleil seront intégrés dans les formes elliptiques recouvrant les salles mécaniques de chaque noyau du toit.

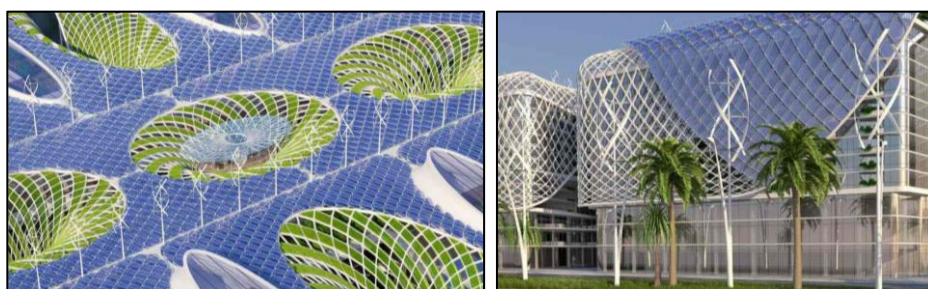


**Figure 67 :** Les tubes de chauffage solaire

**Source :** <https://www.arch2o.com/gate-heliopolis-vincent-callebaut-architectures/>

### ✚ Les éoliennes à axe vertical :

Implantées dans le projet le long de la rue intérieure et sur le toit, les éoliennes hélicoïdales bénéficient des vents dominants du site et génèrent une grande quantité d'électricité. Le nouveau prototype autonome intitulé « le phylolight », est une hybridation entre un éclairage urbain et une éolienne verticale.



**Figure 68 :** Les éoliennes à axe vertical

**Source :** <https://www.arch2o.com/gate-heliopolis-vincent-callebaut-architectures/>



**+ Toits jardins communautaires couvrant l'ensemble du complexe améliorant l'inertie thermique de la toiture :**

Des jardins communautaires sont proposés pour transformer le toit en un lieu d'innovation pour tous les résidents du projet. Le « grand jardin dans le ciel » intégrera des aires de jeux pour les enfants, des zones sportives, des jardins potagers et des vergers. Un toit vert compensera la haute densité de la construction en servant de couche d'isolation parfaite au-dessus des niveaux résidentiels.



**Figure 69 :** jardins communautaires

**Source :** <https://www.arch2o.com/gate-heliopolis-vincent-callebaut-architectures/>

**+ Les murs végétaux poussant le long des 9 méga arbres :**

9 méga arbres seront recouverts de murs verts vivants. Réduisant les températures globales et le bruit à l'intérieur du bâtiment, le long de la rue intérieure, des murs-rideaux seront ponctués de zones de plantation, conçues pour identifier les entrées principales de chaque bloc d'habitation.



**Figure70 :** Les murs végétaux

**Source :** <https://www.arch2o.com/gate-heliopolis-vincent-callebaut-architectures/>

- ✚ **L'utilisation de Mobilier Recyclable et/ou Recyclé recommandé aux futurs résidents afin de diminuer leur empreinte carbone.**

### **III.2.1.6 Synthèse :**

- ✓ Choix d'un emplacement stratégique, proche des transports en commun et des zones d'activité, pour favoriser l'accessibilité et réduire la dépendance à la voiture.
- ✓ L'aménagement extérieur vise à créer une harmonie entre l'intérieur et l'extérieur, favorisant des espaces publics accueillants pour stimuler la vie communautaire.
- ✓ Intégration de parcs, places, et espaces verts pour améliorer la qualité de vie des résidents et encourager un mode de vie actif.
- ✓ La conception multifonctionnelle offre une flexibilité pour accueillir divers usages, tels que des espaces commerciaux, bureaux, culturels, résidentiels, et récréatifs.

### **Coté durable :**

- ✓ Utilisation de matériaux durables et à faible impact environnemental et qui respectent la nature.
- ✓ Intégration de technologies vertes, et des énergies renouvelables telles que des systèmes de gestion de l'énergie, des panneaux solaires, et des systèmes de collecte des eaux pluviales...etc., pour promouvoir l'autosuffisance énergétique et minimiser l'empreinte carbone.
- ✓ Maximisation de la lumière naturelle et de la ventilation pour réduire la dépendance à l'énergie artificielle.



### III.2.2. Exemple 02 : Le centre d'affaires Swiss Re building

#### III.2.2.1 Motivation du choix :

J'ai choisi cet exemple pour :

- Le bâtiment est respectueux de l'environnement (bâtiment écologique).
- Le bâtiment est performé énergétiquement (lumière et ventilation naturelle).
- Sa forme et sa structure intéressante.

#### III.2.2.2 Présentation :

##### ✚ Fiche technique du projet :

- **Architecte** : Norman Foster et partenaires
- **Date de réalisation** : depuis 2003 au 28/04/2004
- **Situation** : le quartier d'affaires de la City de Londres, Royaume-Uni
- **Son surnom** : En référence à sa forme, on a pris l'habitude de l'appeler le CORNICHON.
- **Occupants** : immeuble de bureaux, Accueille actuellement 18 sociétés.
- **Hauteur du toit** : 180m
- **Nombre d'étage** : 41
- **Superficie** : 47 950 m<sup>2</sup>
- **Matériaux utilisés** : Verre, Acier, béton armé.



**Figure 71:** The Gherkin

**Source:** google image

Le projet est conçu par l'architecte Norman Foster et ses partenaires, situé de Londres en Angleterre, Il a été achevé en décembre 2003 et ouvert en avril 2004. Avec 41 étages, et 180 mètres de haut et une superficie de 470950m<sup>2</sup>. En référence à sa forme, les Londoniens ont pris l'habitude de l'appeler the Gherkin (le cornichon).

##### ✚ Histoire du projet :

Le bâtiment se trouve sur l'ancien site du bâtiment Baltic Exchange, le siège d'un marché mondial pour les ventes de navires et d'information maritime. Le 10 avril 1992, l'IRA provisoire fait exploser une bombe près de la Bourse, endommageant gravement le bâtiment historique de la Bourse et les structures voisines. Il a été jugé possible restauration, mais plus tard a réalisé que l'ancienne structure ne pouvait pas être récupérée. Seulement en 2000 cependant, le consentement a la réalisation d'un nouveau bâtiment a commencé. Il est le

premier gratte-ciel construit dans le quartier depuis les années 1970 et était la plus haute construction immobilière de la ville avant la construction de la tour The Shard. Ses concepteurs revendiquent le titre de premier gratte-ciel écologique du Royaume-Uni.



**Figure 54:** bâtiment Baltic Exchange  
source : <http://www.dearmanmollett.id.au>

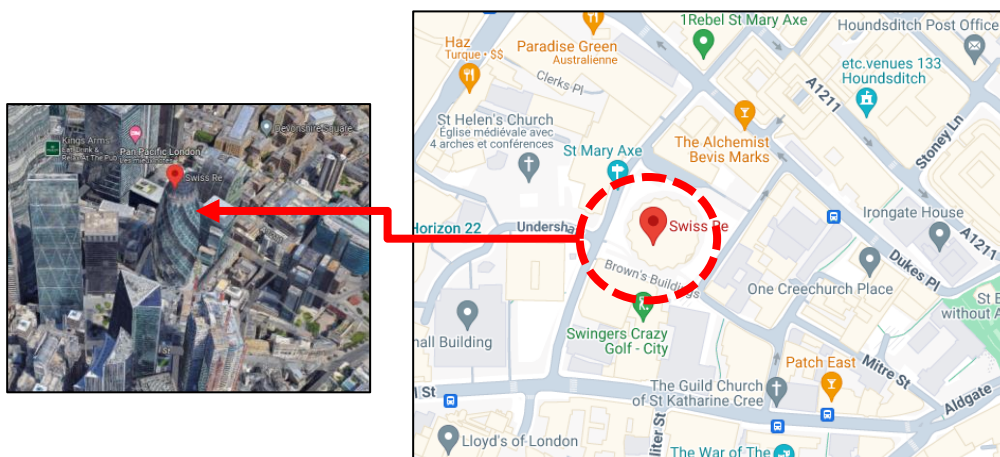


**Figure 73 :** Le bâtiment après l'explosion  
source : <http://www.skyscrapercity.com>

### III.2.2.3 Analyse des caractéristiques externes de projet :

#### 📍 Situation géographique :

**Swiss Re Building**, est Situé en plein cœur de la City londrès en Angleterre (donc il est bien accessible) plus précisément dans le principal quartier financier près de la voie st Mery axe.



**FIGURE 74 : SITUATION DU PROJET**

**SOURCE : AUTEUR, A LA BASE DU GOOGLE EARTH**

### ✚ Plan de masse de Swiss Re building :

- La tour occupe le centre du terrain, dont l'emprise au sol est 37%, sa forme de cigare répondre spécialement au petit terrain Permet de dégager tout l'espace restant est aménagé pour créer une place publique qui sera aménagée.
- Le projet est accessible de tous les côtés.

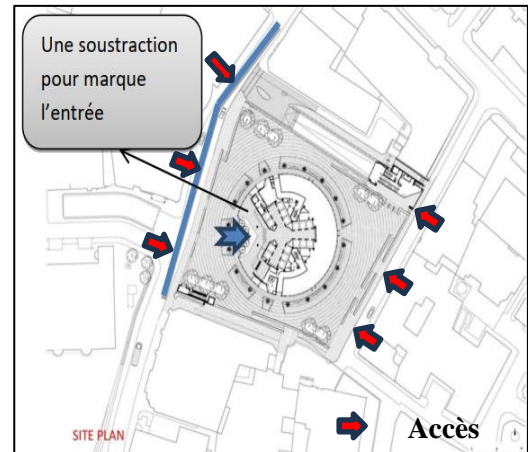


Figure 75 : Plan du RDC du Gherkin

Source : Google image réadapté par l'auteur

### ✚ Les concepts liés à l'urbain :

- L'intégration et la continuité fonctionnelle par rapport site (quartier d'affaires).
- L'émergence et la monumentalité.
- La centralité et la dominance.

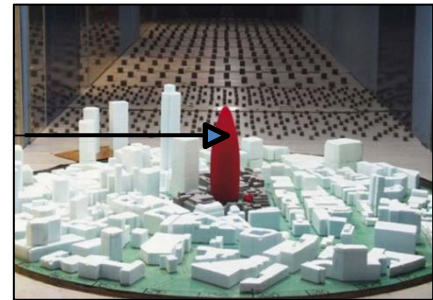


Figure 76 : maquette de la tour

Source : <http://www.fosterandpartners.com>

### ✚ La forme :

Sa forme est aérodynamique permet de réduire les désagréments dus aux turbulences du vent, et elle diminue également les reflets et améliore la transparence. Et la façade de verre contribue à cette discrétion avec ses grandes surfaces vitrées au niveau du R.D.C qui donnent une impression d'ouverture aux visiteurs.

### ✚ La volumétrie :

Elle a un plan circulaire dont le diamètre s'accroît au fur et à mesure qu'elle s'élance vers le haut, pour diminuer de nouveau à l'approche du sommet, Cette forme distinctive répond aux contraintes du site :

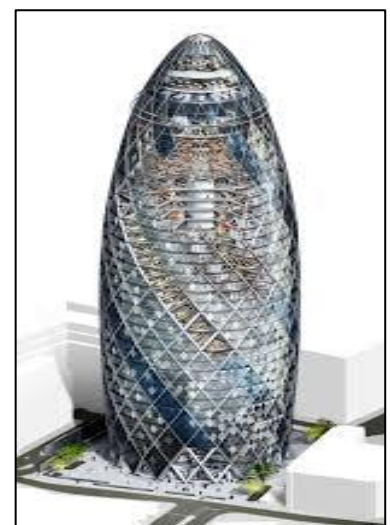


Figure 77 : la volumétrie de la tour

Source : <http://www.fosterandpartners.com>

Le bâtiment apparaît plus mince que d'un bloc rectangulaire de taille équivalente et de la minceur de son profil vers la base maximise le domaine public au niveau de la rue.

### ✚ Analyse de la façade :

#### • Structure de la façade :

Les entretoises tubulaires en acier, disposées en diagonale, et les tirants horizontaux forment une structure rigide triangulaire, dénommée diagrid. Sa forme lui donne une grande résistance au vent, de sorte que la structure interne en acier du bâtiment porte uniquement des charges verticales. La diagrèdes sert aussi de support vertical pour les structures de planchers, les espaces de bureaux étant ainsi libres de tout poteau intermédiaire.



**Figure 78 :** structure de la façade

**Source :** Norman\_Foster.compressed.pdf

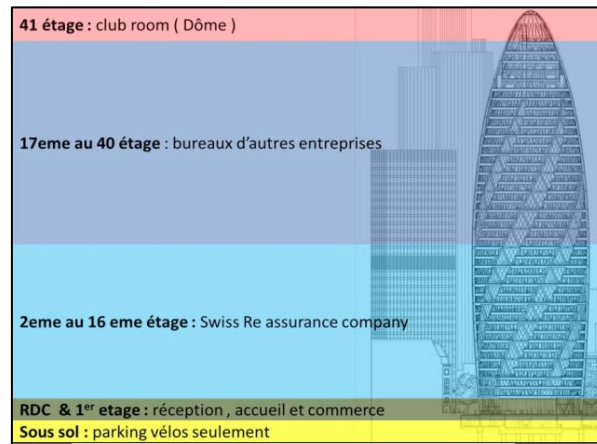
- **Façade double peau :** La façade est entièrement vitrée et se compose d'environ 5500 panneaux de verre triangulaires. La façade est double : un double vitrage à l'extérieur et une paroi intérieure à simple vitrage.
- Les puits de lumière sont équipés en façade intérieure de verre teinter qui, tels des rubans foncés, s'enroule autour de la construction et souligne ainsi la diagonale de la structure périphérique.

### III.2.2.4 Analyse des caractéristiques internes de projet :

#### ✚ Fonctionnement du projet :

L'équipement est réparti en trois parties le socle en RDC (accueil et commerce), le corps de 1er étage jusqu'au 39ème étage (les bureaux) le couronnement (restaurant panoramique en 40ème étage) et un bar en 41ème étage.



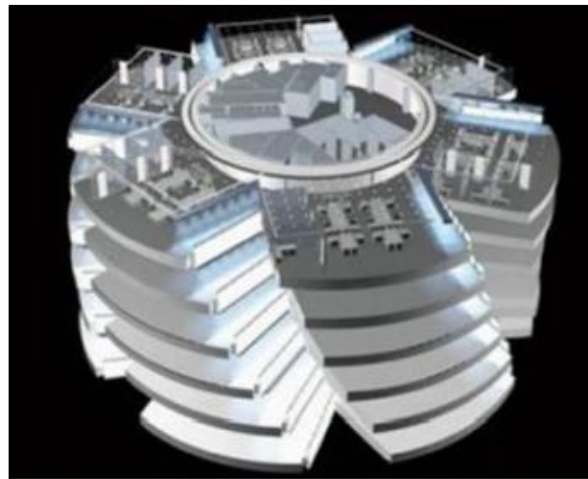


**Figure 79 :** La répartition des espaces

**Source :** [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

### **✚ L'organisation spatiale :**

A l'intérieur, les étages sont organisés en étoile à six branches pour que l'ensemble des locaux bénéficie de la lumière extérieure. Des jardins sont plantés dans les atriums tous les six étages, ils régulent et purifient l'air en circulation et servent à délimiter les périmètres de sécurité incendie.

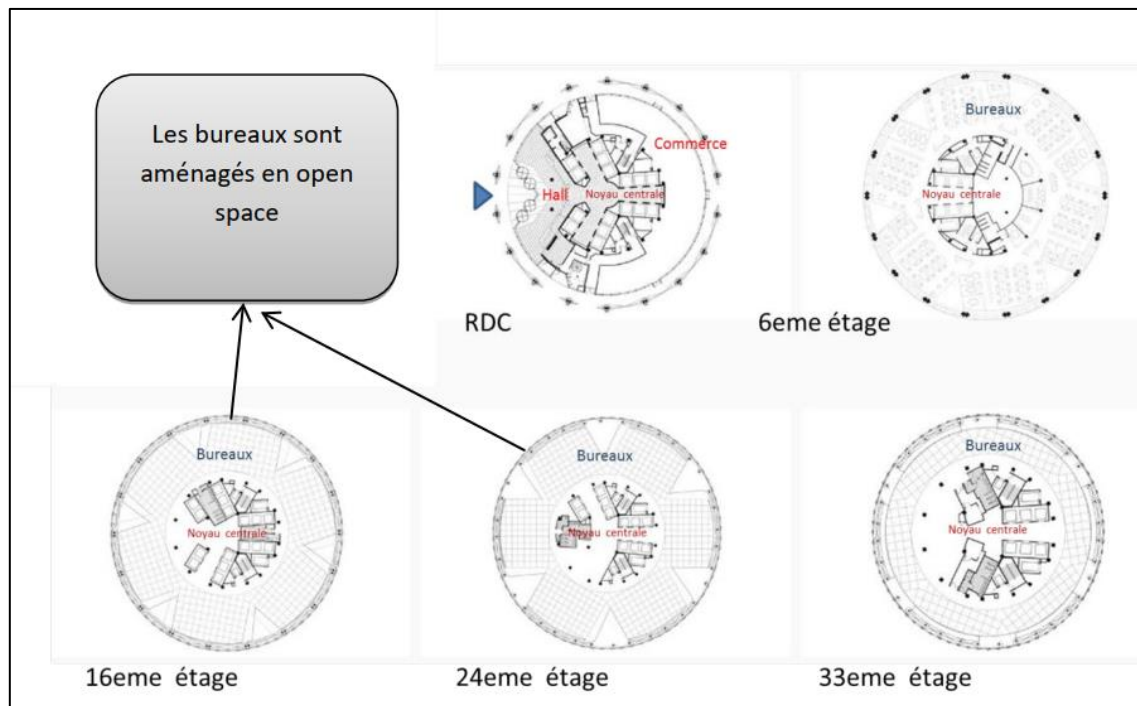


**Figure 80 :** La répartition des espaces

**Source :** [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

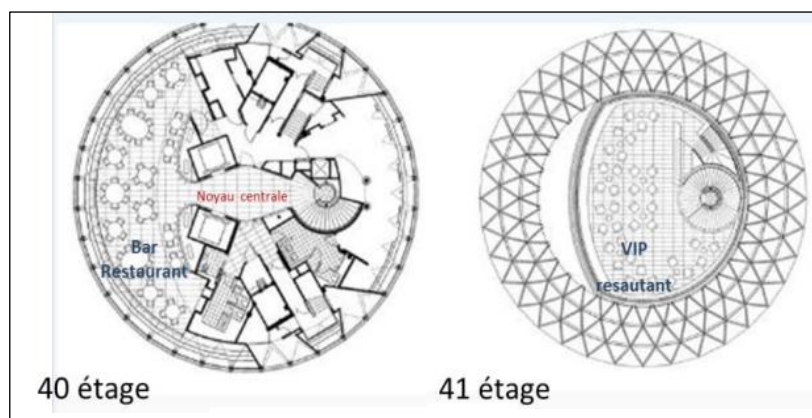
✚ Les plans :

- Les plans du : RDC (accueil et commerce), et du 1er étage jusqu'au 39ème étage (les bureaux).



**Figure 81** : Les différents plans  
source : <https://divisare.com>

- Les plans du 40 et 41 -ème étages (restaurant et VIP restaurant).



**Figure 82** : les plans 40et 41

Source : <https://divisare.com>

### ✚ La Circulation intérieur :

- Le Noyau central est un élément de distribution vertical et horizontal.
- Il y a 18 ascenseurs de passagers dans le bâtiment.
- 378 personnes peuvent être transportées verticalement à travers le bâtiment à la vitesse jusqu'à 6m par seconde à tout moment
- Ascenseur d'incendie.
- Ascenseur du parking du sous-sol vers la réception.
- Deux ascenseurs spéciaux desservent les étages supérieurs du bâtiment.



**Figure 83** : La circulation dans la tour

Source : [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

### ✚ Le système de structure :

#### a) -Fondations (infrastructure) :

333 pieux enterrés de 75 cm de diamètre Avec une profondeur de 25 m (9km de pieux).

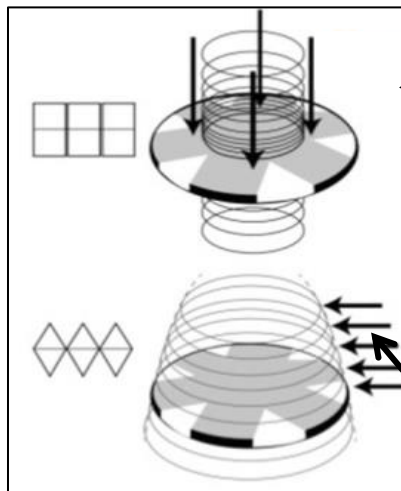


**Figure 84** : Les fondations  
source : [www.30stmaryaxe.info](http://www.30stmaryaxe.info)

**b) - superstructure :**

1-Noyau central : (résiste aux forces verticales ; poids propre surcharge et gravité).

2-Diagrid System (principal) : (Résiste à la force horizontale et verticale).



**Figure 85 :** Superstructure  
Source : [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

**Forces verticales**

**Forces horizontales**



**Figure 55:** La structure Diagrid system  
Source : [aedesign.files.wordpress.com](http://aedesign.files.wordpress.com)

Diagrid système est une série de triangles qui combinent la gravité et le support latéral en un, ce qui rend le bâtiment à être solide, efficace et plus léger qu'une autre tour traditionnelle Ces des tubes d'acier articuler avec un enduit d'aluminium pour créer des nœuds.

**III.2.2.5 Les concepts liés au thème (centre d'affaires) :**

Norman Foster a utilisé plusieurs concepts liés au thème :

- **L'atrium** : élément fort de l'organisation et de l'éclairage naturel.
- **La flexibilité** : pour permettre un éventuel changement dans l'aménagement.
- **La dialectique** : entre l'espace servi (bureau) et l'espace servant (escalier ascenseur sanitaires gaines techniques).
- **L'animation** : pour attirer la clientèle par l'intégration des activités culturelles commerciales et économiques, Il fournit 46.400 mètres carrés net d'espace de bureaux.





**Figure 87** : Le dôme au dernier étage

Source : [www.alamy.com](http://www.alamy.com)

### III.2.2.6 Coté écologique du projet :

FOSTER a utilisé et inventé des systèmes ingénieux pour parvenir aux différents confort :

#### a) -Eclairage Naturelle :

Pour que la lumière du soleil atteigne les étages situés aux premiers niveaux, les planchers circulaires ont été sectionnés dans six emplacements, et en subissant une rotation de 5°.



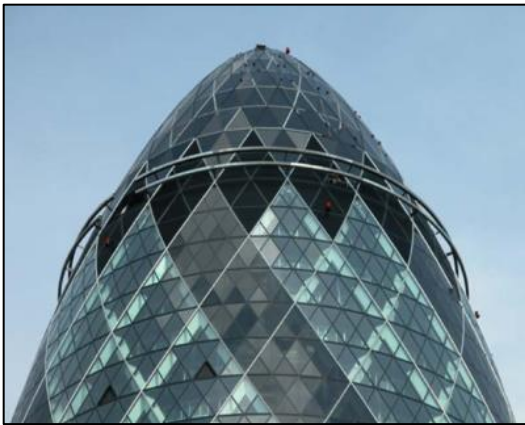
**Figure 88** : puits de lumière (les 06 doigts).

Source : [mec3yh.wordpress.com](http://mec3yh.wordpress.com)

Les puits de lumière et la forme de la tour permettent de profiter au maximum de la lumière du jour, réduisant ainsi l'utilisation de l'éclairage et offrant une vue large de l'intérieur de l'immeuble.

La structure en diagonale de la tour permet un espace libre de colonne et une façade entièrement vitrée, qui ouvre le bâtiment à la lumière et les vues.

Le dôme qui offre une vue de 360 degrés vers la capitale.



**Figure 89** : Le dôme de l'extérieure  
source : [www.constructalia.com](http://www.constructalia.com)

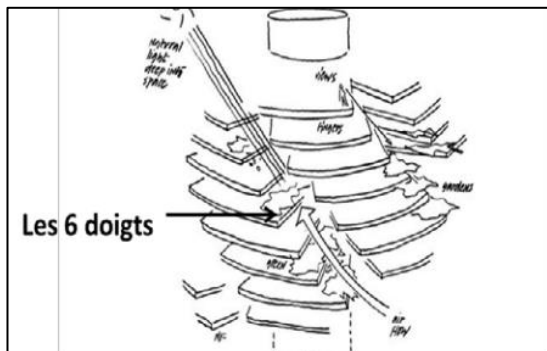


**Figure 90** : Le dôme de l'intérieure  
Source : [www.buildingtheherkin.com](http://www.buildingtheherkin.com)

### **b) - Aération et ventilation naturelle :**

Ce projet suggéré un nouveau rapport entre la nature et le lieu de travail :

Les aires entre les doigts rayonnants de chaque étage se relient verticalement pour former une série d'espaces de rupture informels qui en spirale le bâtiment. Ces espaces sont un centre social naturel – des endroits pour les points de rafraîchissement et des zones de réunion – et fonctionnent comme « poumons » du bâtiment (refroidissement en été et enlevé l'air chaud du bâtiment) la distribution d'air frais aspiré à travers les panneaux d'ouverture de la façade. Ce système réduit la dépendance du bâtiment vis-à-vis de la climatisation.



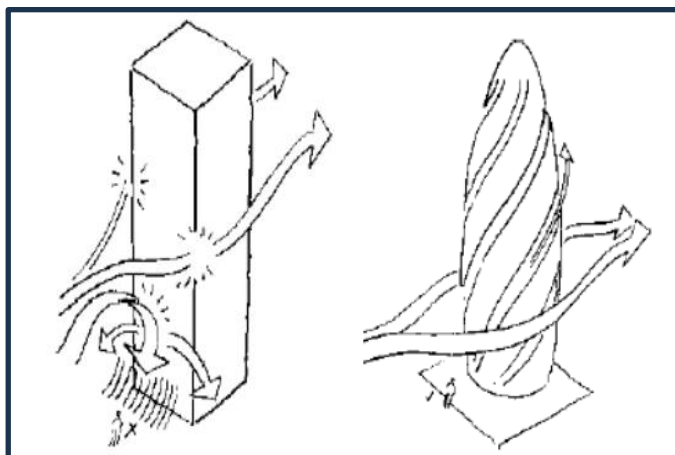
**Figure 91 :** La ventilation  
 source : [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)



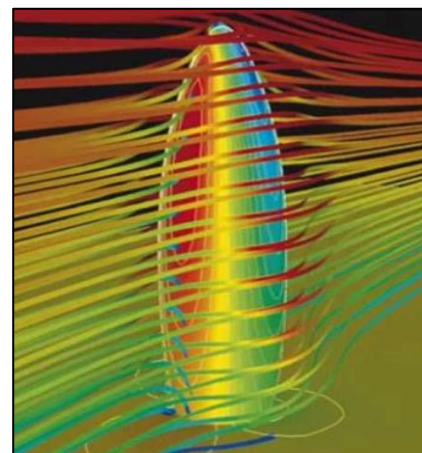
**Figure 92 :** Ouverture des fenêtres  
 source : [www.modlar.com](http://www.modlar.com)

Sa forme aérodynamique permet de réduire l'effet du vent autour du bâtiment et de l'utiliser dans le système de ventilation de l'immeuble, été comme hiver ; cette forme emploie des alvéoles, une structure de façade en spirale.

Le système de ventilation et l'organisation interne des locaux permettent des économies d'énergie. L'idée d'en faire un immeuble respectant l'environnement.

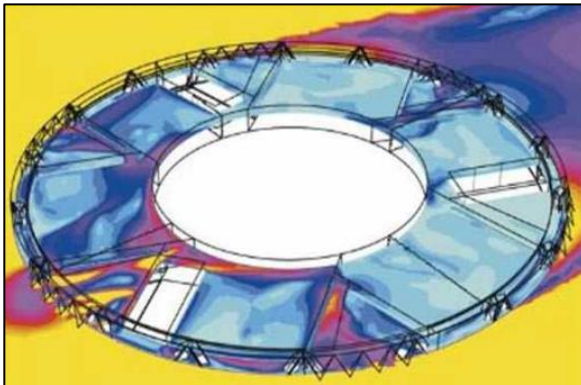


**Figure 93 :** La forme de la tour  
 source : [arch212.blogspot.com](http://arch212.blogspot.com)

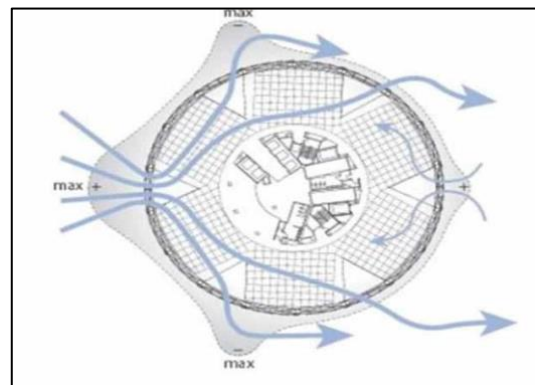


**Figure 94 :** Simulation numérique  
 source : <http://hoanglong1997.violet.vn>

Et les 06 doigts permettent la ventilation naturelle de la tour.

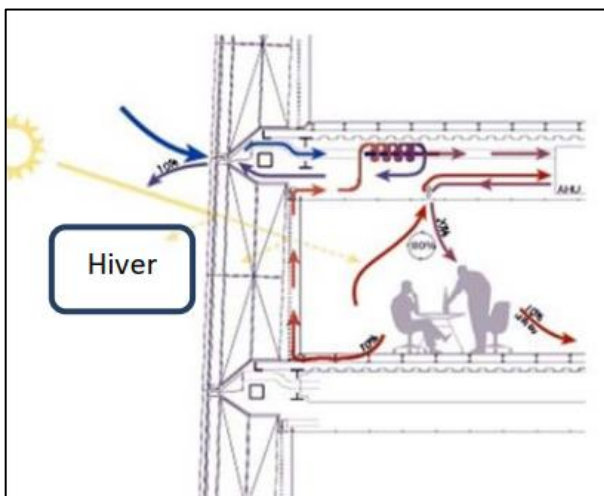


**Figure 95** : Simulation numérique  
Source : [www.fosterandpartners.com](http://www.fosterandpartners.com)

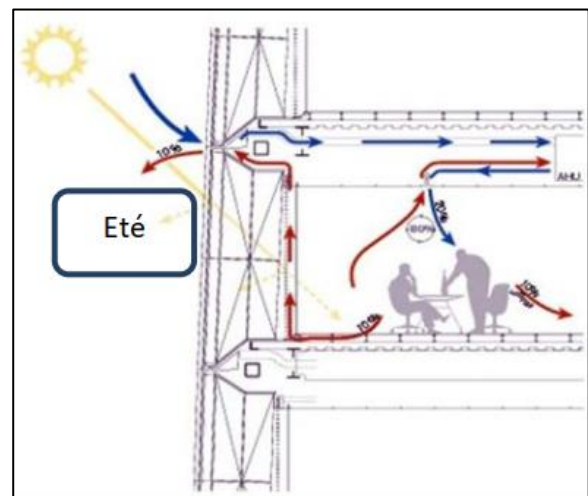


**Figure 96** : plan montrant la ventilation  
Source : [www.fosterandpartners.com](http://www.fosterandpartners.com)

Entre 12 et 25 °C et avec un vent modéré, des stations météo gèrent l'ouverture des fenêtres. Si la température varie en dessous ou au-dessus de ces températures, la ventilation naturelle est complétée par le chauffage ou le rafraîchissement de l'air.



**Figure 97** : Chauffage de l'air  
Source : [rmw2wp.wordpress](http://rmw2wp.wordpress)



**Figure 98** : Rafraîchissement de l'air  
Source : [rmw2wp.wordpress](http://rmw2wp.wordpress)

- L'hiver, l'air chaud de retour passe par un échangeur de chaleur pour réchauffer l'air entrant avant d'être évacué. De cette façon, les risques de courants d'air froid descendants et inconfortables sur les périmètres sont réduits.

- L'été, c'est l'inverse, l'air frais qui entre dans le bâtiment contribue à rafraîchir l'air ambiant et la température des cavités, réduisant du même coup les gains solaires. Ensuite, il est ventilé au niveau du plafond puis évacué.
- Double vitrage (gaz argon) pour assurer la ventilation naturelle
- Fenêtres et stores sont commandés par ordinateur
- Stores solaires pour récupérer ou rejeter la chaleur
- Fenêtres ouvertes lorsque la température extérieure est comprise entre 20 et 26 ° et la vitesse des vents est inférieure à 10 mph.
- Le system de filtration : Filtrer l'air entré dans les espaces du travail

### **III.2.2.7 La consommation d'Energie et durabilité :**

- La température peut être contrôlée dans plusieurs zones séparées à chaque étage.
- La construction peut potentiellement éteindre le système de température mécanique 40% pendant tout l'année.
- La source d'énergie principale est gaz.
- Le bâti consomme 50% moins d'énergie.
- Le bâtiment utilise des fenêtres ouvertes et une ventilation naturelle pour réduire les coûts énergétiques.
- La conception de la façade avec des technologies de vitrage d'avance des cavités ventilées et des stores, fournit jusqu'à 85% de protection solaire.
- Le gaz est le principal combustible utilisé, donc il ne générera que la moitié des émissions de carbone.

### III.2.2.8 Synthèse :

- ✓ Le projet est bien intégré par rapport à son environnement et il est bien accessible aussi.
- ✓ L'espace extérieur est conçu comme un jardin public pour créer un espace de détente.
- ✓ L'équipement est réparti verticalement en trois parties (commerce ; bureaux ; restauration)
- ✓ Le projet a une structure très rigide et intéressante (pieux et diagrid système)
- ✓ Sa façade double peaux à une structure spéciale traitée par des technique moderne (fenêtres ouvertes automatiquement).
- ✓ **Il est économe en énergie :** Le bâtiment est construit pour être respectueux de l'environnement, utilisant la lumière naturelle et la circulation de l'air pour stabiliser le climat du bâtiment, afin de réduire les couts énergétiques.



### III.2.3 Exemple 03 : Tour New'R, ZAC Euro Nantes, Nantes, France

#### III.2.3.1 Motivation du choix :

- La forme dense et sinueuse du projet (une conception bioclimatique).
- L'intégration dans l'environnement.
- La végétalisation.
- La modernité du projet.
- La variété de programme architecturale.

#### III.2.3.2 Présentation :

##### 🚧 Fiche technique du projet :

- **Type de projet** : Construction Neuve.
- **Type de bâtiment** : Tour d'affaire.
- **Localisation** : Nantes (44), France
- **Architecte** : hamonic+masson & associés
- **Maîtrise d'ouvrage** : Kaufman & Broad
- **Aménageur** : Nantes métropole aménagement
- **Urbaniste** : atelier ruelle
- **Programme** : construction d'un bâtiment de 156 logements avec bureaux, commerces et parkings
- **Surface habitable** : 10 350 m<sup>2</sup>
- **Coût des travaux** : 13,5 millions d'euros
- **Livraison** : Janvier 2017



Figure 99 : vue 3D de la tour

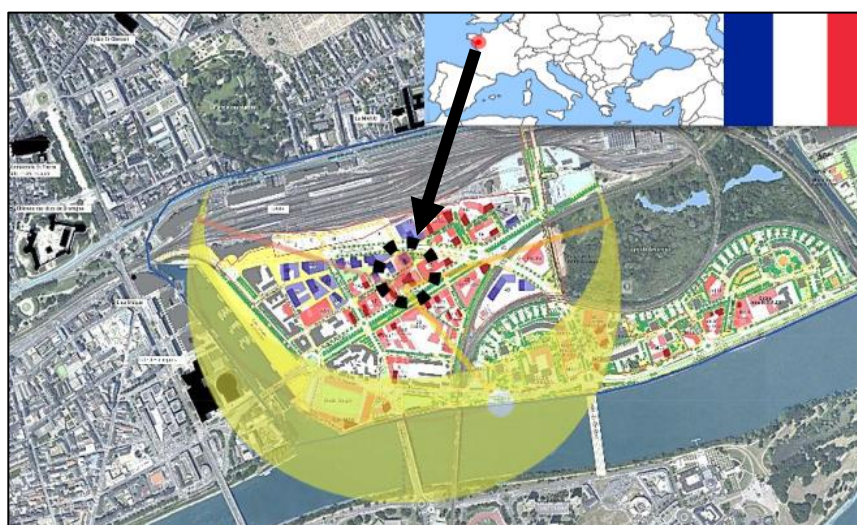
Source : hamonic-masson.com

La Tour New'R est un immeuble de bureaux dernière génération Livré en janvier 2017 ; Ce projet est la conception du cabinet d'architecture Hamonic + Masson pour le promoteur immobilier Kaufman & Broad avec une superficie de 11 000m<sup>2</sup>, il propose commerces, bureaux et 156 logements déclinés en une quarantaine de typologies différentes. Une variété de flux et de programmes unifiés dans une tour de 55 mètres de haut tout en courbes.

### III.2.3.3 Analyse des caractéristiques externes de projet :

#### ✚ Situation géographique :

Le projet est localisé à ZAC Euro Nantes, îlot 1C dans la nouvelle partie du quartier en développement, le long de l'infrastructure ferroviaire, dans le secteur Gare et sur l'île de Nantes et s'inscrit dans les opérations de l'aménagement du Nouveau Malakoff pour répondre à la concurrence entre les grandes métropoles européennes.



**Figure 100** : situation du projet

**Source** : Auteur, à la base du plan directeur du ZAC Euro Nantes

#### ✚ Limite et accessibilité :

Le projet est bien accessible depuis l'Est et l'Ouest et il s'ouvre directement aux voies.



**Figure 101** : Plan de masse du projet

**Source** : Auteur, à la base du Google Earth



### 🌈 Analyse formelle :

L'idée principale du projet est de créer de la densité dans certaines zones pour garder l'espace ouvert dans d'autres.

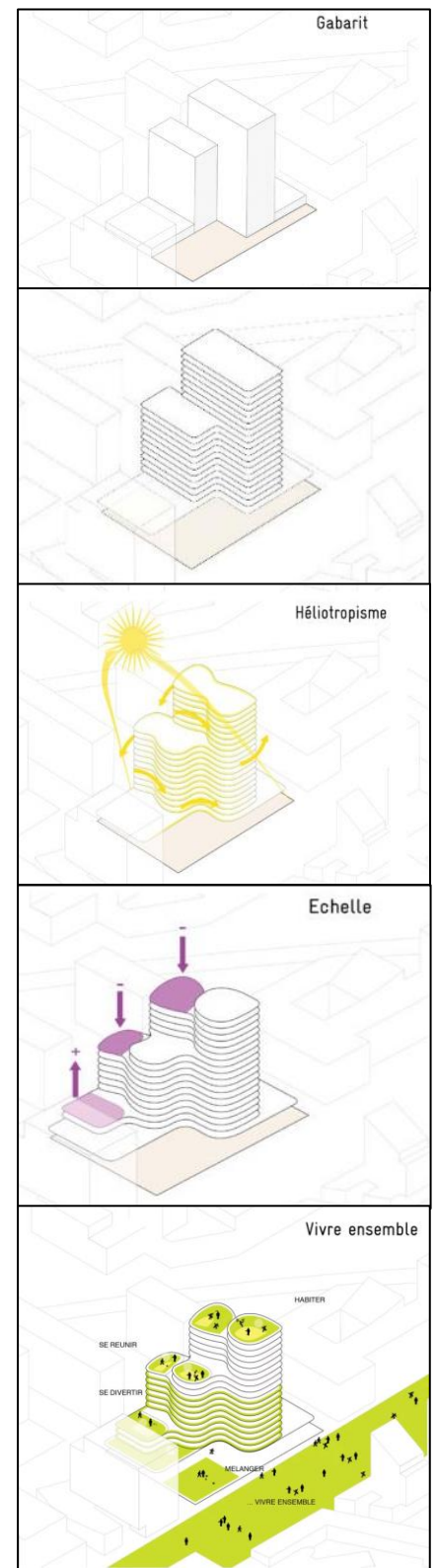
Nous proposons un projet qui fait clairement partie d'une approche axée sur l'avenir du logement urbain, à savoir un immeuble de grande hauteur permettant d'engager une nouvelle relation de logement avec le monde extérieur.

Dans cette étape, l'architecte a introduit le concept de bioclimatique, préconisant une stratégie de chauffage dans ce climat et permettant l'utilisation maximale du volume à l'apport du soleil, il utilise la courbe autour du volume pour augmenter la surface exposée aux rayons du soleil, et profite du paysage à travers le balcon filants et roulant, sensuel et multidirectionnel.

L'architecte introduit une gradation dans la façon d'habiter la hauteur qui peut permettre un certain dialogue du bâtiment avec l'environnement proche et lointain.

« Nous avons introduit une mise à l'échelle de la vie dans les airs. Avec les étages inférieurs définissant les différents espaces extérieurs et l'inclusion d'un plateau planté dans la balustrade permettant une appropriation différente des terrasses. Plus vous dépassez les vues obstruées, plus les terrasses deviennent grandes, des écrans panoramiques avec des jardins d'hiver protégés contre le vent et les intempéries. » cabinet Hamonic & Masson.

A ce stade, les architectes ont fourni le luxe pour l'hébergement grâce à des espaces extérieurs propres basés sur la terre ferme. Il crée un espace de convivialité où les résidents peuvent se divertir et se réunir.



**Figure 102** : processus de conception formel

Source : hamonic-masson.com

### Analyse de la façade :

L'aspect extérieur du bâtiment est caractérisé par la verticalité décloisonnée horizontalement par des courbes sinueuses, reflétant d'une part la forme inhérente aux plans de chaque étage, ainsi que l'accentuation plastique apportée par les balcons qui entourent tous les étages.

La quantité de verdure incluse dans ce projet mérite d'être mentionnée. Les balcons susmentionnés disposent également, dans le projet, d'une végétation abondante.



**Figure 103 :** La tour depuis le mail Picass

**Source :** Photographie ; Takuji Shimmura

On remarque que les façades ne sont pas très ouvertes elles sont Composées d'angles courbes et entouré de balcons ondulants traite par des bardages métalliques de couleur claire (comme la photo montre), les façades captent la lumière dans un jeu de lumière réfléchi en constante évolution. Le design joue sur l'idée de mouvement, d'arrière-plans et de multiplicité. C'est Architecture à l'échelle du cinéma.



**Figure 104 :** La façade du projet

**Source :** google image

### III.2.3.4 Analyse des caractéristiques internes de projet :

#### ✚ Fonctionnement du projet :

Le sous-sol comprend 116 places de parking dont le nombre est complété par 11 places, au niveau R+1 offrant de l'espace pour chaque logement.

Le parking est relié verticalement par les logements avec deux cages d'escaliers et un ascenseur.

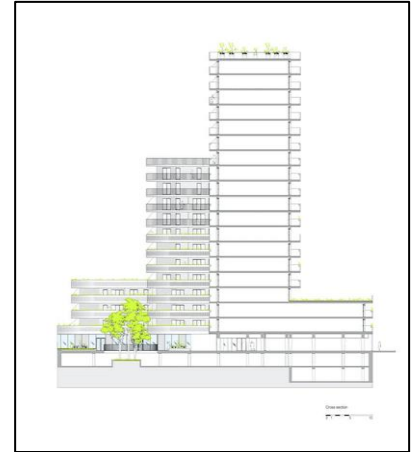
Les deux premiers niveaux sont destinés généralement aux des voyageur ou là plus par des logements sont de type T2 et T3

L'alimentation de la circulation se fait par 2 ascenseurs et 2 cages d'escalier qui desserve directement sur l'espace de circulation horizontale semi-public, ce dernier alimente directement l'espace jour.

L'ensemble des espaces jour et nuit ont des vues direct sur la terrasse urbaine. Les espaces verts viennent prendre place au sein de la résidence offrant la possibilité aux habitants de se retrouver et d'envisager un futur partagé

Au dixième étage se trouve Des bacs à plantes sont intégrés aux balustrades du balcon et un potager et une serre. L'association Bio-T-full, en partenariat avec le syndic et le maître d'ouvrage, propose une trentaine d'ateliers aux habitants. Pendant l'année 2017, la plantation de la serre et l'entretien des cultures seront le fruit des activités collectives mises en œuvre avec les habitants.

Au seizième étage, un vaste deck solarium est mis à disposition des habitants et permet d'organiser anniversaires, soirées, et autres événements.



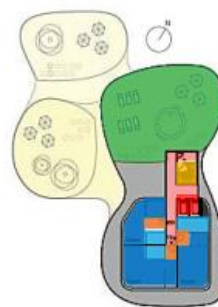
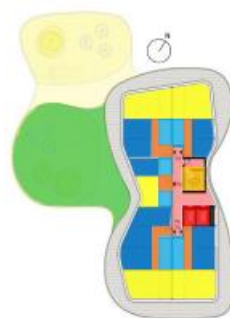
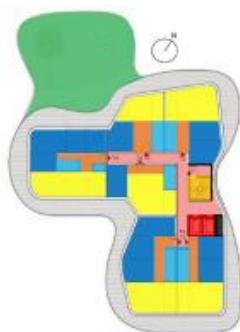
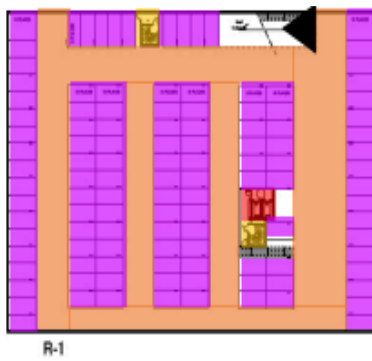
**Figure 105 :** Fonctionnement du projet

**Source :** hamonic-masson.com



Figure 106 : La vue en plan de plan de masse  
Source : hamonic-masson.com

Les plans :



- Espace circulation mécanique vertical en pente
- Espace de stationnement
- Espace vert publique
- Gaine technique
- Terrasse urbain
- Espace de circulation vertical
- Espace de circulation vertical (Escalier)
- Espace de circulation
- Espace circulation privé
- Espace jour
- Espace nuit
- Espace d'entretien de corps

Figure 107 : Organisation spatial de différentes variantes des plans

Source : hamonic-masson.com traité par l'auteur.

✚ Typologie des bâtiments :

« La ville est constituée de 80 % de logements... c'est un peu comme l'eau pour le corps humain. Il faut donc mettre de l'exceptionnel dans ces 80 %. La vie et la richesse d'une ville ce sont ses habitants. En offrant ici des logements et des espaces extérieurs multiples et variés dans leurs typologies (on trouve 40 typologies différentes sur 156 logements), nous proposons de la diversité dans le groupe. La répétition inhérente à la thématique du logement collectif est ici contrebalancée par les notions d'unicité et d'appartenance (typologies, espace extérieur, vues...). ». Cabinet Hamonic & Masson.

Ces 40 typologies ont varié selon le type du T1 jusqu'au T5, l'orientation des logements, la disponibilité des places de parking, et le duplex pour le dernier étage.



Figure 108 : typologie des logements selon le nombre des pièces

Source : hamonic-masson.com traité par l'auteur

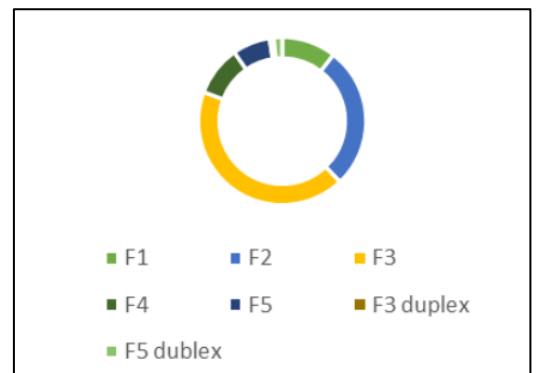


Figure 109 : un graph montre la répartition des logements selon la typologie

Source : l'auteur



Figure 110 : photo d'espace séjour et le coin séjour

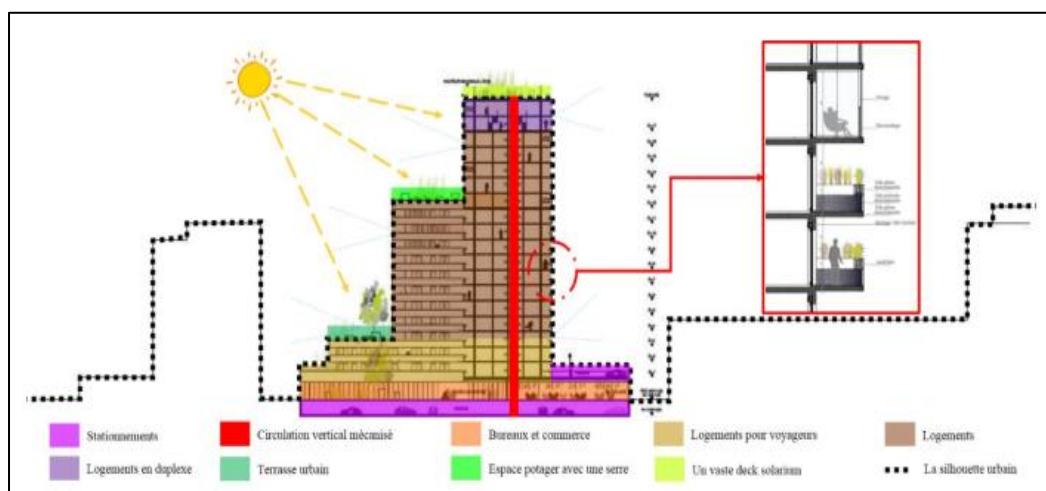
Source : hamonic-masson.com traité par l'auteur



### III.2.3.5 Analyse des ambiances :

Les immeubles de grande hauteur permettent aux résidents vivant dans la ville de rester à l'écart de la ville et de voir l'espace. Vivre là-haut, c'est comme voyager. L'avantage d'habiter en hauteur dans la tour est qu'il n'est pas nécessaire d'installer des rideaux aux fenêtres pour profiter d'une vue imprenable. Le panorama permet aux gens de voir l'horizon, le soleil en mouvement et les saisons changeantes. Vivre dans les airs donne aux gens un sentiment de privilège.

La morphologie jouant sur l'idée de mouvement, d'arrière-plan et de multiplicité, la Skyline de l'édifice permet ainsi de multiplier des appropriations diverses des toitures. Résultat de cette audacieuse géométrie dynamique : pas moins de 40 typologies différentes de logements et d'espaces extérieurs sur un total de 156 appartements.



**Figure 111** : Organisation spatiale de différentes variantes des plans

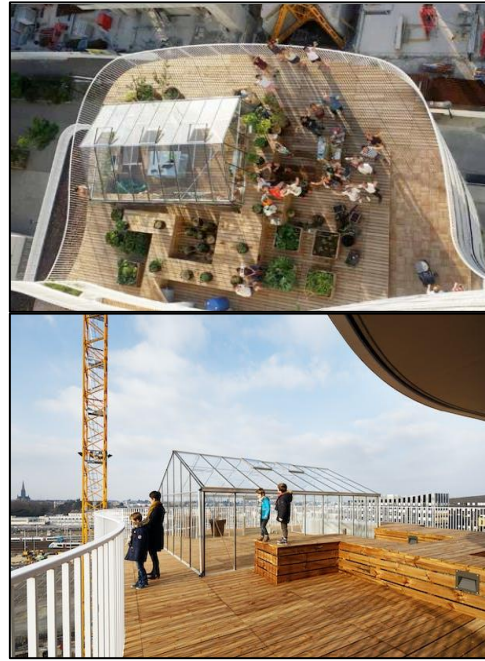
Source : hamonic-masson.com traité par l'auteur

L'introduction d'un bac planté intégré au garde-corps permet une appropriation différente des terrasses des premiers niveaux. Ces jardinières offrent aux habitants la possibilité de laisser libre cours à leurs envies (plantes aromatiques, fleurs...). Plus on s'élève, au-delà de tout vis-à-vis, plus la terrasse devient grand écran panoramique.



**Figure 112 :** le bac plante

Source : hamonic-masson.com.



**Figure 113:** l'espace deck solarium

Source: hamonic-masson.com.

### III.2.3.6 Synthèse :

- ✓ Le projet est bien accessible
- ✓ Forme dense et compacte pour réduire la consommation énergétique, et sinueuse pour augmenter la surface exposée aux rayons du soleil, et profiter du paysage à travers les balcons filants. (L'utilisation de l'Energie Solaire d'une façon passif)
- ✓ L'utilisation des Matériaux écologique : verre, bois, acier ... etc.
- ✓ L'intégration de la végétation au niveau des balcons et des terrasses.
- ✓ Variété des fonctions (commerce, restauration, affaires...etc.).
- ✓ Le projet crée une certaine ambiance par sa hauteur et offre des vues panoramiques qui permettent aux gens de voir l'horizon, le soleil en mouvement et le changement des saisons, Vivre dans les airs donne aux gens un sentiment de privilège.
- ✓ Une façade qui n'est pas ainsi traitée de manière trop ouverte pour être compatible avec le climat de la région.
- ✓ La réalisation d'un vaste deck solarium au 16eme étage pour organiser des anniversaires, soirées, et autres événements afin de renforcer le concept de partage et de vivre ensemble entre les habitants.

### III.2.4. Exemple 04 : centre d'affaire « Numidia » à Annaba

#### III.2.4.1 Motivation du choix :

J'ai choisi l'étude et l'analyse de ce projet pour :

- Connaitre tout d'abord les d'efférentes composantes principales d'un incubateur
- Il est très intéressant sur le plan fonctionnel.

#### III.2.4.2 Présentation :

##### ✚ Fiche technique :

- Localisation : Boulevard de l'Afrique «Annaba.
- Surface : 1740 m2
- Date de réalisation : 2000
- Type de structure : béton armé
- Quelque chiffre : largeur 39 longueur 57 m



Figure 114 : Centre d'affaire Numidia

Le centre d'affaire Numidia est une entreprise qui active dans le secteur industriel.

Source : google image

#### III.2.4.3 Analyse des caractéristiques externes de projet :

##### ✚ Situation géographique :

Le projet NUMIDIA est situé au plein centre commercial de la ville de Annaba a « el Hatab » au près du centre d'affaire méditerranéen, Non loin du centre-ville historique et la cour de la révolution.



Figure 115 : situation du centre d'affaire Numidia

Source : Auteur, à la base du Google Earth



### ✚ Etude du Plan de masse :

Le terrain du projet a une forme trapézoïdale, placé entre deux routes l'un sur la façade principale l'autre sur la façade postérieure. Les parkings : situés derrière le bâtiment, ce dernier et de 23 emplacements.

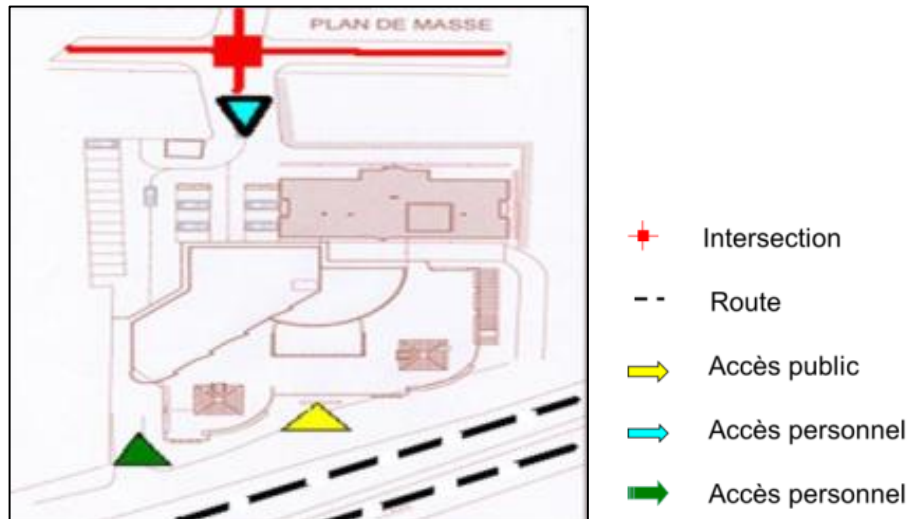


Figure 116 : plan de masse

Source : POS réadaptée par l'auteur

### ✚ Accessibilité :

- 2 accès mécaniques : accès public, accès service.
- Le centre possède une circulation mécanique très dense à partir des différents moyens de transport.

✚ **Volumétrie** : Le volume de ce projet se compose par 3 volumes qui sont :

- **Volume 01** : RDC+1ere étage

Pour ce volume là on voit la combinaison de plusieurs formes géométriques Evidé au centre en laissant la place au patio « éclairage et aération ».

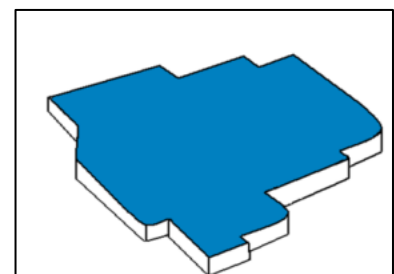
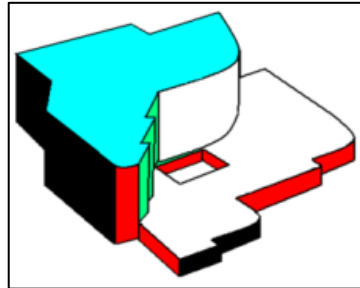


Figure 117 : volume 01 du centre d'affaire Numidia

Source : google image

- **Volume 02** : Du 2eme au 6eme étage

L'architecte a suivi ce fameux rythme arrondis associé avec des décrochements.

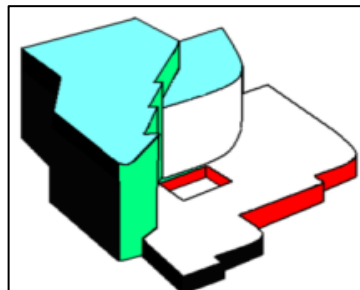


**Figure 118** : volume 02 du centre d'affaire Numidia

Source : google image

- **Volume 03** : Du 7eme au 8eme étage

La conjonction des deux formes trapézoïdales et rectangulaires suit parfaitement les étages inférieurs.



**Figure 119** : volume 03 du centre d'affaire Numidia

Source : google image

### **Analyse de la façade :**

La façade en générale est composée principalement d'un jeu de volume en dégradation.

- Niveau RDC et le 1e étage : on voit une symétrie imparfaite ou un rythme presque répété au niveau des éléments en béton armé avec des ouvertures classiques, seulement en jouant avec Leur dimensionnement horizontal. Ce niveau est marqué par une porte Monumentale axés au centre du Projet qui fait l'objet d'accès principal au Bâtiment.

- Pour les étages supérieurs : Le côté bureaux est indiqué par un choix correct de types des ouvertures différente de celles des habitations dans leur rapprochement « E », ces dernières sont en bandes horizontales rapprochées qui marque le cadre des activités exercées à l'intérieur « bureaux ».
- Le côté habitation : et indiqué lui aussi par un type personnalisé d'ouverture simple en suivant la même forme et la même disposition.



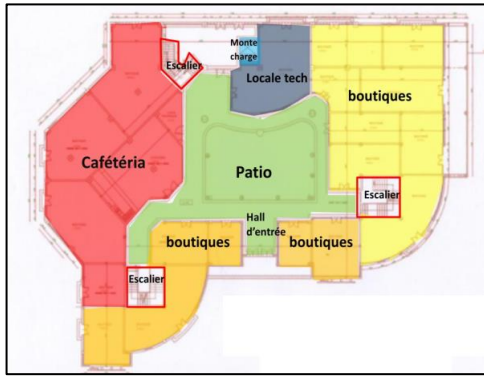
**Figure 120** : Façade principale du centre d'affaire Numidia

Source : autocad

### III.2.4.4 Analyse des caractéristiques internes de projet :

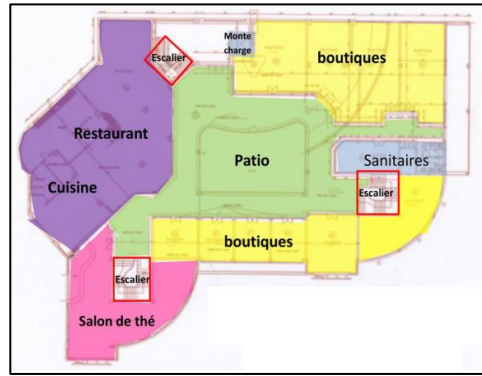
#### ✚ Lecture des différents plans :

- **Plan RDC et 1er étage** : Comme activité au plan du R.D.C et 1er étage : le commerce qui domine et qui donnant sur le hall intérieur



**Figure 121** : Plan RDC

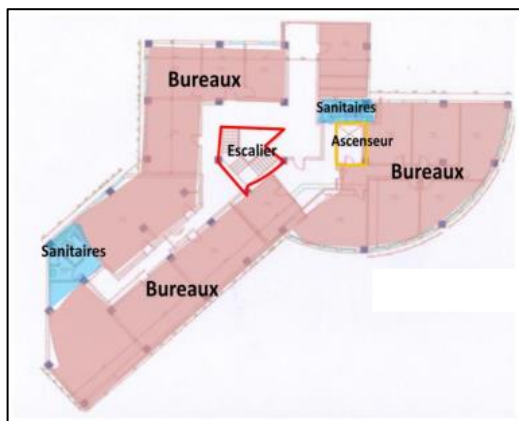
source : autocad réadapté par l'auteur



**Figure 122** : Plan 1er étage

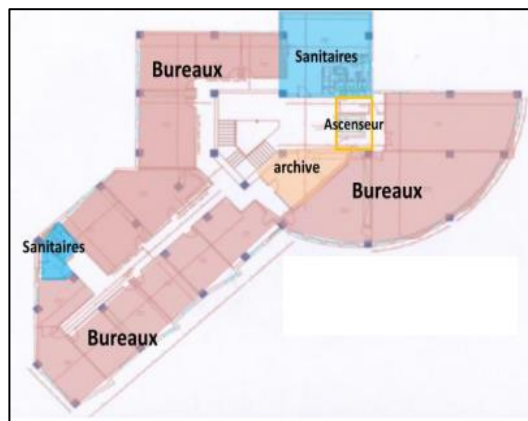
Source : autocad réadapté par l'auteur

- **Plan 2ème, 3ème et 4ème étage** : De 2ème jusqu'à 4ème étage le centre d'affaires Numidia contient des bureaux.



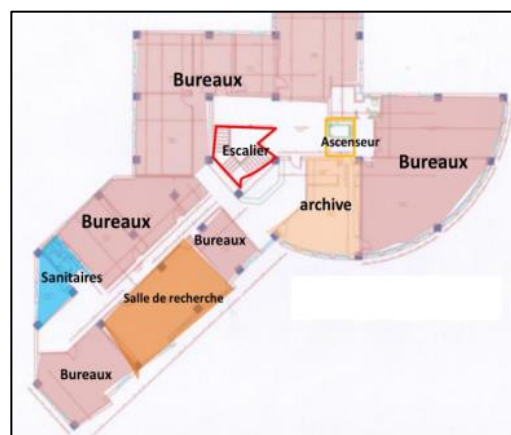
**Figure 123** : Plan 2ème étage

Source : autocad réadapté par l'auteur



**Figure 124** : Plan 3ème étage

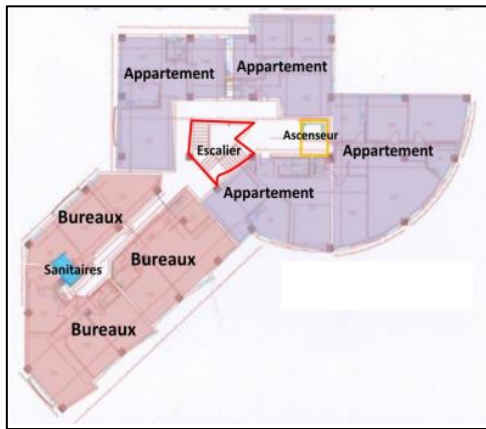
Source : autocad réadapté par l'auteur



**Figure 125** : Plan 4ème étage

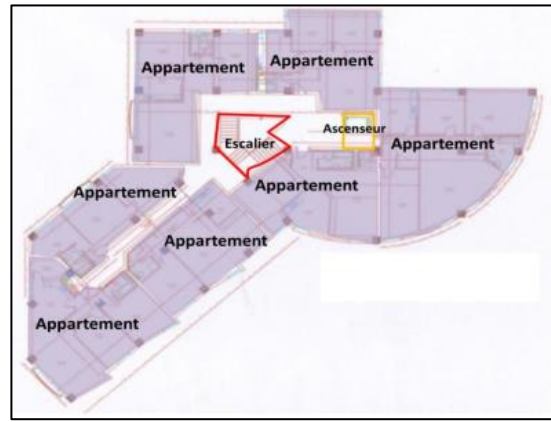
Source : autocad réadapté par l'auteur

- **Plan 5ème, 6ème et 7ème étage :** De 5ème jusqu'à 7ème étage le centre d'affaires Numidia contient des logements.



**Figure 126 :** Plan 5ème étage

Source : autocad réadapté par l'auteur



**Figure 127 :** Plan 6ème étage

Source : autocad réadapté par l'auteur



**Figure 128 :** Plan 7ème étage

Source : autocad réadapté par l'auteur

### **Système constructif :**

- Le système de construction est un système traditionnel poteau poutre seulement.
- Les matériaux utilisés : le béton armé et le verre pour le vitrage.



**Figure 129** : Système constructif

Source : google image

**Programme surfacique de projet :**

**Tableau 6** : Programme surfacique du projet

<b>Programme fonctionnel</b>	<b>Programme surfacique m<sup>2</sup></b>
Hall d'entrée	20,25
Cafétéria	75,25
Restaurant	220,42
Cuisine	80,95
Salon de thé	109,10
Boutique	1374,74
Bureaux	1250,27
Salle de recherche	25,86
Archive	13,30
Sanitaires	34,83
Appartement	852,06

**III.2.4.5 Synthèse :**

- ✓ Implantation dans une zone résidentielle avec la présence de quelques équipements différents.
- ✓ Trois accès ont été programmés.
- ✓ La séparation entre le trafic mécanique et piéton.
- ✓ Nombre insuffisant des places de stationnement.
- ✓ Une logique bien visible dans la disposition des espaces.
- ✓ Y'a les fonctions principales d'un centre d'affaires ; le commerce l'affaire et des appartements.
- ✓ Les espaces commerciaux ont relié fortement avec le Hall.

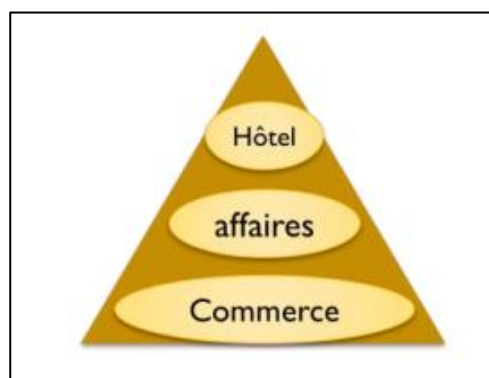
- ✓ Le centre d'affaire NUMIDIA « Annaba » est conçue en trois formes architecturales répartie sur plusieurs étages (chaque forme abrite une fonction).
- ✓ Le projet est loin d'être écologique dans sa conception.

### III.3 Synthèse générale :

#### III.3.1 Synthèse architecturale :

Suivant l'analyse des exemples, on voit que :

- Ce genre d'équipement est implanté dans les centres urbains.
- Intégration des parkings dans la construction (sous-sol) ou espace large aménagé parking.
- Le nombre élevé des accès a été programmé pour absorber le maximum de flux (orienter et minimiser le flux).
- La séparation entre le trafic mécanique et piéton.
- La détente et le loisir sont les éléments de jonction entre les différentes activités.
- Le hall d'accueil est un élément très important.
- Ils doivent répondre au besoin des usagers.
- Hiérarchie de l'espace du plus bruyant au plus calme, et du plus grand au plus petit.
- La transparence, la richesse des formes et des volumes.



**Figure 130** : Schéma montre l'organisation verticale des centres d'affaires

**Source** : auteur



### III.4.1 Synthèse écologique :

Chaque exemple utilise des solutions écologique et bioclimatique pour tendre le bâtiment plus fonctionnel en matière de consommation énergétique parmi ces solutions :

- La création d'une conception physique par l'intégration de la nature dans le projet (la présence de la végétation à l'intérieur du projet pour créer un microclimat).
- Le choix des matériaux a été guidé par la volonté de réfléchir la lumière au maximum sur les parois. Les choix s'orientent donc préférentiellement vers des couleurs claires et des matériaux réfléchissants.
- Utilisation des énergies renouvelables (géothermique, éolienne, solaire ...etc.)
- Intégrer les solutions passives pour ventiler et chauffer les espaces. (Jouer sur la forme et la volumétrie des projets par exemple).

### Conclusion :

Un centre d'affaires constitue une infrastructure majeure illustrant la puissance économique d'une ville. À ce titre, il doit se distinguer par son programme fonctionnel, son architecture innovante et sa forme emblématique. Par ailleurs, l'intégration et l'harmonie du projet avec son environnement géographique et les conditions climatiques locales sont essentielles. Cette approche garantit que le projet devient un modèle exemplaire de biodiversité et de durabilité. Cela est réalisé grâce à l'utilisation de matériaux de construction écologiques, optimisés pour réduire l'empreinte carbone, et l'intégration de sources d'énergie renouvelables, favorisant une efficacité énergétique maximale. En adoptant ces pratiques, le projet non seulement minimise son impact environnemental, mais contribue également à la résilience écologique et au bien-être des communautés locales.

### III.4 Programmation :

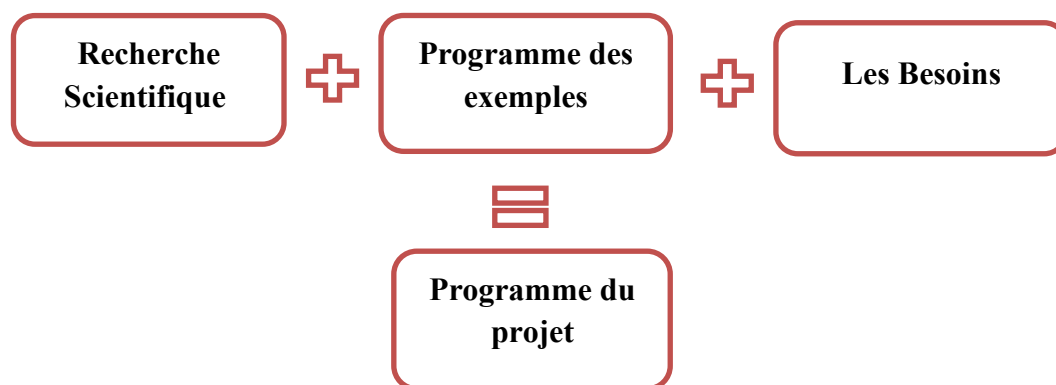
Cette partie consiste à présenter le programme élaboré pour répondre aux exigences citées dans l'approche thématique, afin de maîtriser la qualité des espaces ainsi que leurs agencements.

### III.4.1. La programmation architecturale :

La programmation architecturale est la première étape du processus de conception architecturale dans le cadre duquel les valeurs pertinentes de l'occupant, de l'architecte et de la société sont identifiées ; les objectifs importants du projet sont énoncés ; des faits sur le projet sont découverts ; et les besoins en installations sont explicités. Il s'ensuit donc que :

Le programme architectural est le document dans lequel les valeurs, les buts, les faits et les besoins sont présentés (Hershberger, 2015).

Notre programme retenu défini à partir d'un programme de base enrichi par l'étude thématique des exemples et nos propres besoins selon le schéma suivant :



**Figure 131** : Schéma explicatif du programme.

**Source** : Auteur

Le programme élaboré nous a guidés dans la détermination de huit grandes fonctions, chacune comprenant différentes entités. Parmi ces entités, on distingue deux éléments fondamentaux et complémentaires qui définissent le principe d'un centre d'affaires et de loisirs : l'une dédiée aux activités professionnelles, comprenant des bureaux, des salles de réunion et des espaces de coworking, et l'autre consacrée aux loisirs, incluant des espaces de détente, des installations sportives et des zones de restauration. Cette organisation permet de répondre efficacement aux besoins variés des usagers, tout en favorisant une synergie entre travail et bien-être.

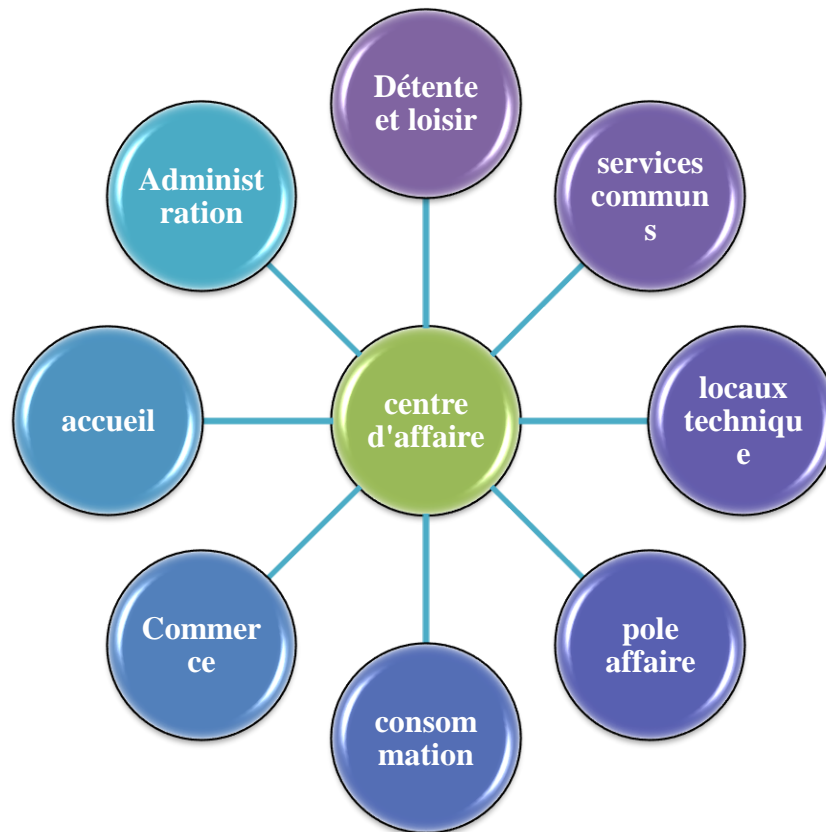


Figure 132 : schéma montre les grandes entités du projet

Source : auteur

### III.4.2 Le programme retenu :

Tableau 7 : Programme retenu. Source : Auteur.

Fonction	Entité	Sous Espaces	Surface (m <sup>2</sup> )	Nombre	Surface totale (m <sup>2</sup> )
ACCUEIL ET INFORMATION	Hall d'accueil	Entré	150	1	580
		Orientations et informations	15	1	
		Bureau de sécurité	15	1	
		Jardin	330	1	
		Sanitaire (H/F)	35	2	
ADMINISTRATIVE ET LOGISTIQUE	Administration	Secrétariat	15	1	
		Salle d'attente	20	1	

		Bureau du directeur	25	1	210
		Bureau de comptable	20	1	
		Bureau juridique	20	1	
		Bureau de finance	20	1	
		Salle de réunion	60	1	
		Archive	15	1	
		Sanitaire (H/F)	15	2	
<b>COMMERCE</b>	<b>Les boutiques</b>	Parfumerie	25	1	535
		Horlogerie	25	1	
		Cosmétique	25	2	
		Fleuriste	30	1	
		Photographie	25	1	
		Bijouterie	25	1	
		Artisanat	30	1	
		Salon de coiffure homme	50	1	
		Salon de coiffure femme	50	1	
		Informatique	25	1	
		Herbe médicinale	30	1	
		Valise-Sac	25	1	
		Chaussure homme	25	1	
		Chaussure femme	25	1	
		Vêtement homme	25	1	
		Vêtement homme	25	1	
		Vêtement femme	25	1	
		Vêtement femme	25	1	
		<b>POLE AFFAIRE</b>	<b>Fonctions Libérales</b>	Bureau d'avocat	
B. Import/export	50			1	
Bureau de notaire	25			1	

	<b>Agences</b>	Agence postale	80	1	
		Agence publicitaire	80	1	
		Agence de voyage	80	1	
		Agence d'assurances	80	1	
	<b>Siege d'entreprises</b>	Petite entreprise (Inférieur à 10 personnes et 12m <sup>2</sup> /personne)	120	12	
		Moyenne entreprise (Supérieur à 10 personnes)	140	10	
		Grande entreprise (Supérieur à 30 personnes)	360	4	
<b>CONSOMMATION</b>	<b>Consommation</b>	Restaurant	230	1	690
		Cafeteria	180	1	
		Salon de thé	140	2	
<b>DETENTE ET LOISIR</b>	<b>Sports</b>	Salle de sport	250	1	2300
	<b>Jeux</b>	Salle de jeux	50	2	
	<b>Air de détente</b>	Jardin	2000	1	
<b>SERVICES COMMUNS</b>	<b>Services communs</b>	Salle d'exposition	200	1	1080
		Salle de projection	180	1	
		Salle évènementielles	180	1	
		Bibliothèque	200	1	
		Club scientifique	40	4	
		Salle informatique	160	1	
<b>LOCAUX TECHNIQUE</b>	<b>Locaux technique</b>	Chaufferie	35	1	145
		Climatisation	40	1	
		Salle de maintenance	30	1	
		Dépôt générale	40	1	

### Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié le principe et le concept d'un projet de "Centre d'affaires" ayant pour but de construire une base de données utile afin d'établir un programme et des techniques de conception pour notre cas d'étude. Il s'avère que l'interaction et l'originalité de l'architecture intérieure de ce type de projet, à travers différents espaces de travail et de réunion, présentent des concepts futuristes et intelligents susceptibles de transformer et améliorer la société de demain. Ces concepts font parfaitement écho à l'extérieur du bâtiment par les formes de conception, les matériaux utilisés, ainsi que l'intégration à son environnement. En apportant notamment des solutions technologiques et écologiques pour remédier aux consommations énergétiques causées par les installations énergivores intégrées. Ainsi, aujourd'hui, la responsabilité d'un architecte est de créer de meilleurs bâtiments en se dirigeant vers l'avenir, et en construisant des bâtiments écoénergétiques et durables.

## **CHAPITRE IV : "ANALYSE CLIMATIQUE ET PHYSIQUE DU SITE D'INTERVENTION : FONDEMENTS CONCEPTUELS POUR LE PROJET"**

### **Introduction :**

Dans ce chapitre, nous approchons notre site d'intervention qui se situe à Guelma. Comme cadre de notre étude, nous abordons son contexte climatique. Nous exposons ses données physiques et ses paramètres climatiques, et enfin, nous effectuons une analyse microclimatique du site d'intervention climatique selon les outils d'aide à la décision usuels (diagrammes solaires, diagramme psychométrique...), La deuxième partie de ce chapitre est consacrée à fournir, également, les principales recommandations conceptuelles adaptées au climat spécifique de la ville de Guelma.

### **IV.1. Motivation du choix**

Notre choix a été fait suivant ces critères :

- Manque de ce type d'équipement à proximité ;
- Le POS propose une série d'équipements à l'intérieur de ce POS ;
- La position de terrain au milieu de cette zone urbaine ;
- La bonne accessibilité permet la réalisation pareil (centre d'affaires) par des initiatives individuelles pour permettre la dynamisation de cette grande partie de ville en formation (POS SUD1 + POS SUD2 +université en construction avec une superficie plus de 300ha) ;
- L'opportunité réglementaire et foncière ;
- Potentiel naturel et paysage favorable ;
- Dynamiser et revitaliser cette grande extension sud de la ville ;
- Ensoleillement favorable pour l'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque.



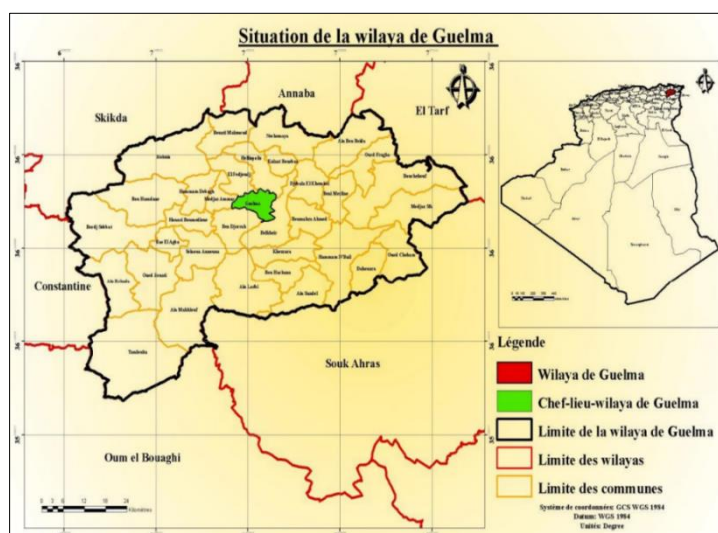
## IV.2.Présentation de la ville de Guelma

### IV.2.1Toponymie :

Appelée autrefois Calama ou encore Malaca, ville numide et fut importante sous le règne de Massinissa. Des inscriptions libyques trouvées à Guelma prouvent que la région a été civilisée bien avant l'arrivée des Carthaginois ou des Romains ; des mentions latines attestent que Guelma portait déjà le nom de « Calama », bien que ce nom soit probablement d'origine phénicienne.

### IV.2.2 Contexte géographique :

La Wilaya de Guelma se situe au Nord-Est de l'Algérie. Elle occupe une position géographique stratégique, en sa qualité de carrefour dans cette région (Nord-Est de l'Algérie), reliant le littoral des Wilaya de Annaba, El Taref et Skikda, aux régions intérieures telles que les Wilaya de Constantine, Oum El Bouagui et Souk Ahras, elle s'étend sur une superficie de 3686,84 km<sup>2</sup>. Elle est limitrophe aux Wilayas d'Annaba, au Nord ; El Taref, au Nord-est ; Souk Ahras, à l'Est ; Oum El-Bouagui, au Sud ; Constantine, à l'Ouest ; Skikda, au Nord-ouest (Guechi, 2018).



**Figure 133** : La situation géographique et administrative de la wilaya de Guelma

**Source** : Thèse Ghechi Imane 2018.

La géographie de la Wilaya se caractérise par un relief diversifié dont on retient essentiellement une importante couverture forestière et le passage de la Seybouse qui constitue le principal cours d'eau. Ce relief se décompose comme suit :

- **Montagnes** : 37,82 % dont les principales sont :
  - Mahouna (Ben Djerrah) : 1.411 m d'Altitude ;
  - Houara (Ain Ben Beidha) : 1.292 m d'Altitude ;
  - Taya (Bouhamdane) : 1.208 m d'Altitude ;
  - D'bagh (Hammam Debagh) : 1.060 m d'Altitude.
- **Plaines et Plateaux** : 27,22 %.
- **Collines et Piémonts** : 26,29 %.
- **Autres** : 8,67 %.

La ville de Guelma se situe au cœur d'une grande région agricole à 290 m d'altitude, elle s'étend sur une superficie de 45 km<sup>2</sup>. La ville entourée de montagnes (Maouna, Dbegh, Houara) ce qui lui donne le nom de ville assiette, sa région bénéficie d'une grande fertilité grâce notamment à la Seybouse et d'un grand barrage qui assure un vaste périmètre d'irrigation. La ville est limitée au nord par les communes de Héliopolis et El-Fedjoudj, et au Sud par Bendjerah, à l'Est Belkheir et Boumehra et à l'Ouest Hammam Debagh et Houari Boumediène, alors qu'au Nord-Ouest elle est limitée par Medjez Amar.



**Figure 134** : le relief de la ville de Guelma

Source : google earth

IV.2.3 Analyse climatique

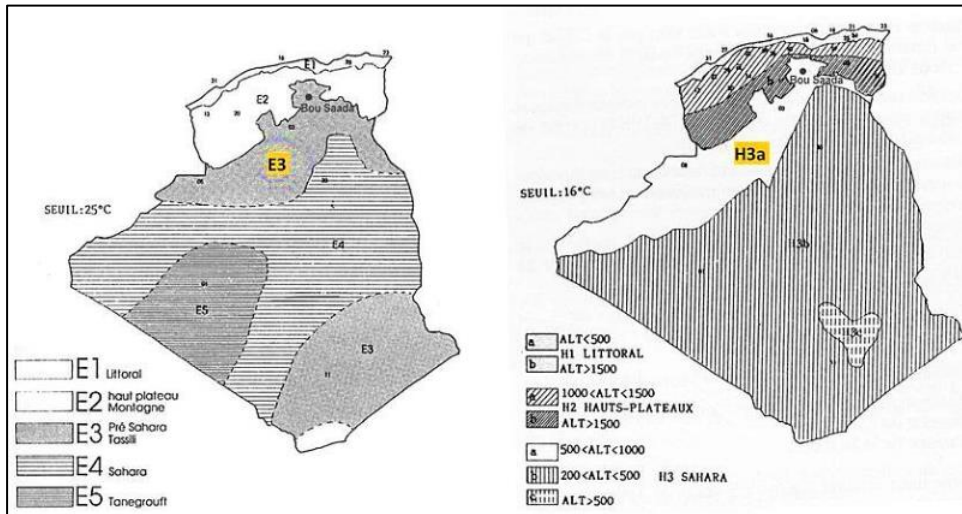


Figure 135 : La classification du climat de la ville de Guelma.

Source : cour « Introduction aux climats », Mme BENHARRA H.

D’après la classification donnée par BENGHERABI M, la ville de Guelma appartient à la zone climatique E2 d’été et H2a d’hiver, qui possède deux saisons principales :

- Un été plus chaud moins humide ou l’écart de température diurne est important.
- Un hiver froid et sec, avec un écart de température diurne important.

Donc le climat de la ville de Guelma est un climat SUB-HUMIDE se caractérise par des hivers plus froids et plus longs et des étés chauds et moins humides.

IV.2.3.1 Les Températures (°C)

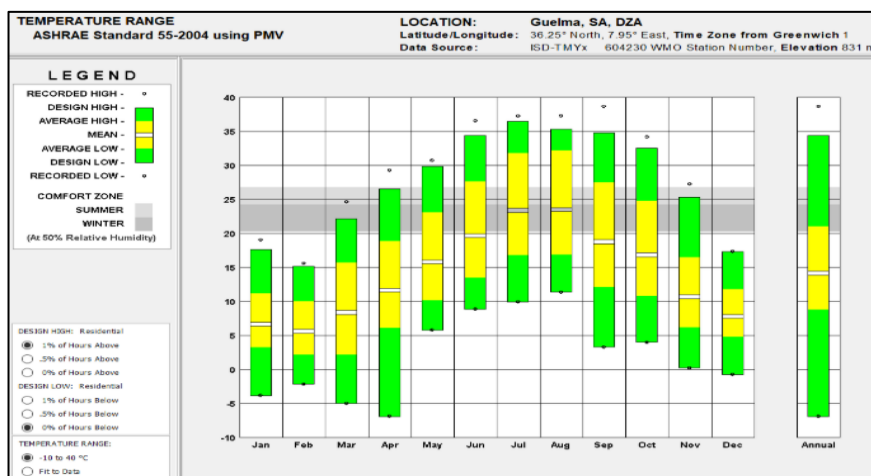


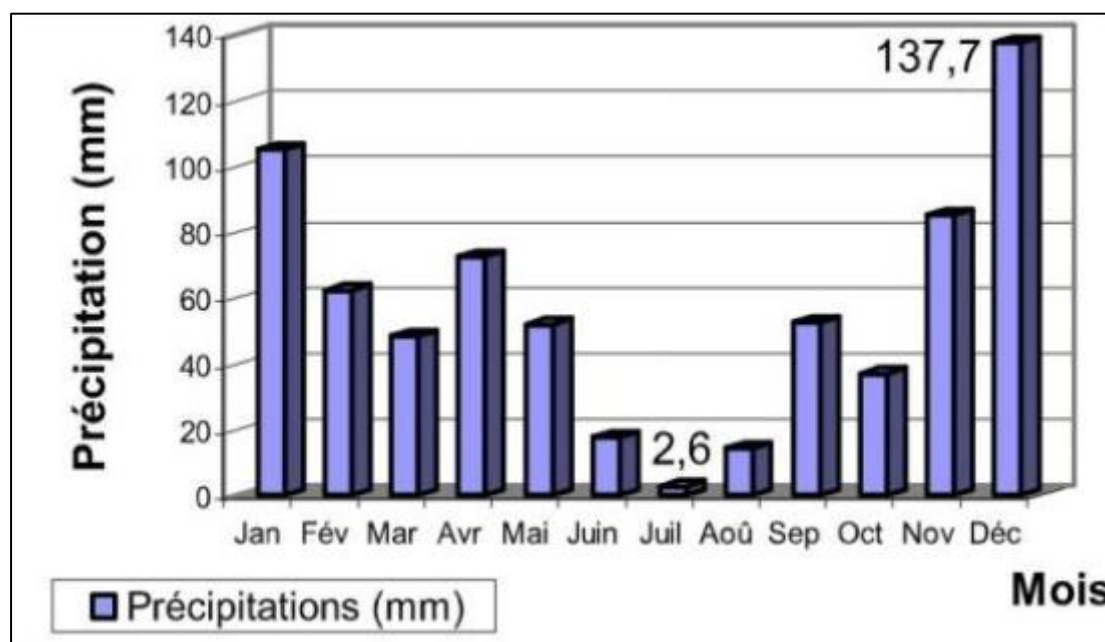
Figure 136 : Graph des variations des températures mensuelles et annuelle de Guelma.

Source : « Climat consultant 6.0 »

Ce graphe représente la température mensuelle et annuelle de la ville de Guelma, dans lequel :

- La température moyenne annuelle est de 14 °C, La température annuelle maximale est de 34°C et le minimal est -7°C.
- Le mois le plus chaud de l'année c'est le mois de juillet ou la température atteint une valeur maximale de 37 C°.
- Les mois les plus froids de l'année c'est les mois d'avril ou la température atteint une valeur minimale de -7 C° (effet de gel).

#### IV.2.3.2 Précipitation :



**Figure 137 :** Graph de variations des précipitations mensuelles.

**Source :** Thèse Ghechi Imane 2018.

La répartition des précipitations est marquée par une durée de sécheresse durant l'été, avec un minimum de 2.6 mm enregistré en juillet. Le reste des saisons est marqué par des précipitations considérables. Le total annuel est de 688.3 mm avec un maximum de 137.7 mm enregistré en décembre. Près de 57% de la pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide.

IV.2.3.3 Vitesse des vents :

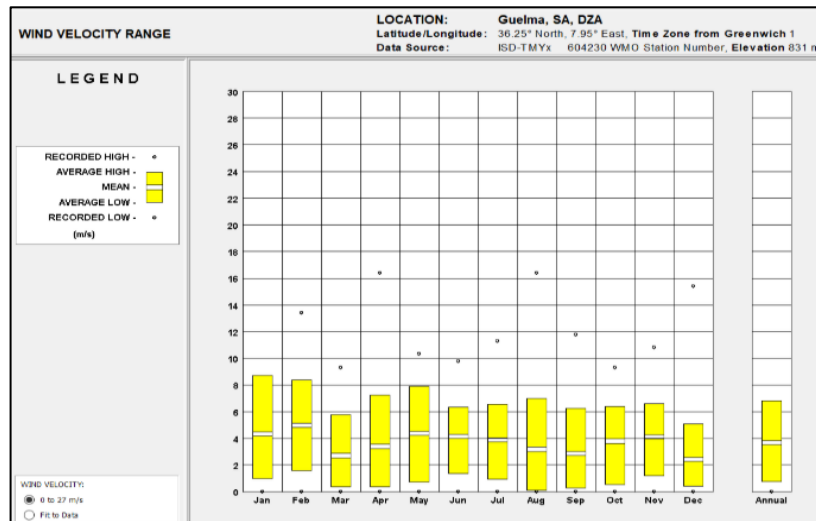


Figure 138 : Graph de variation de vitesse des vents mensuelle.

Source : « Climat consultant 6.0 »

Le graphe précédent représente l'intervalle de la vitesse du vent dans la ville de Guelma pendant l'année dans lequel :

- La vitesse moyenne annuelle est presque 4 m/s, la vitesse maximale est de 17 m/s et la vitesse minimale est égale à 0.1m/s.

IV.2.3.4 La rose des vents :

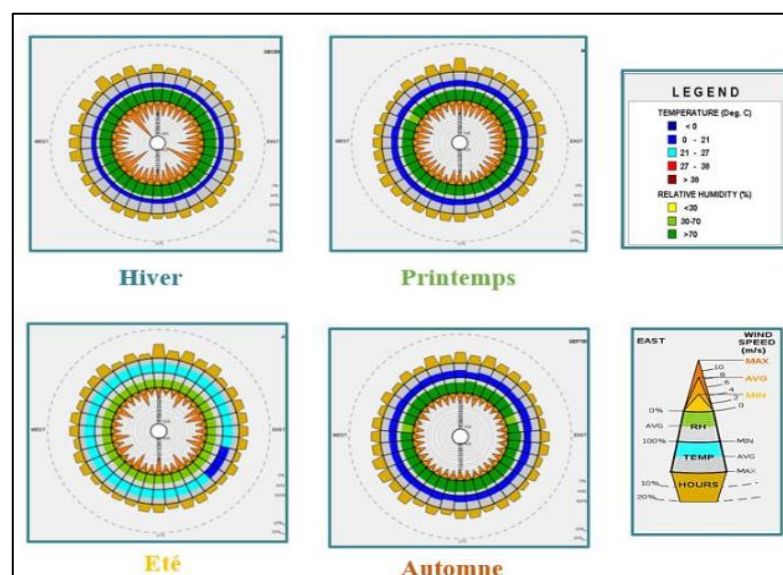


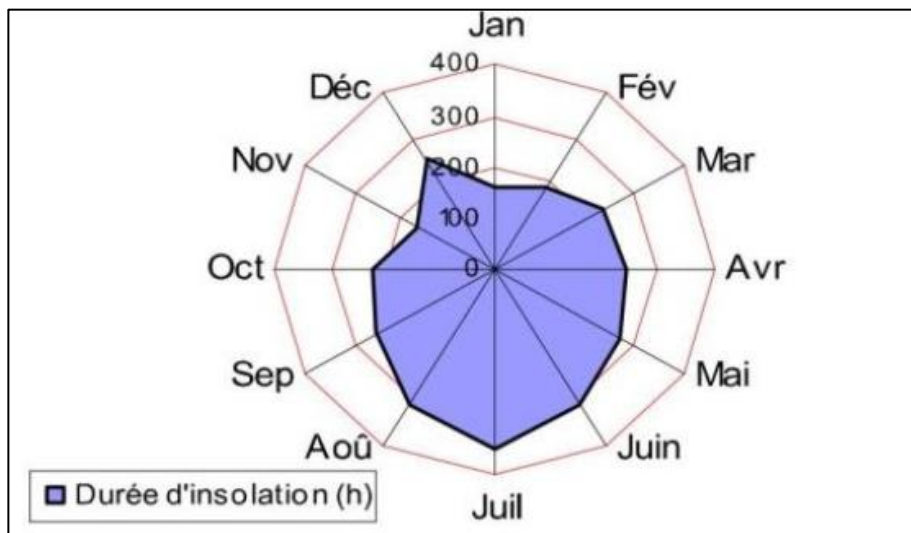
Figure 139 : La rose du vent dans les 4 saisons de la wilaya de Guelma.

Source : « Climat consultant 6.0 »

Ces graphes représentent un résumé du mouvement des vents qui passent sur la ville de Guelma au cours des quatre saisons :

- **L'hiver** : La plupart des vents dominant viennent du Ouest et Nord-Ouest avec une température variante entre 0°C et 21°C. Ainsi qu'avec une humidité relative plus de 70%. Et une vitesse de vent importante qui atteint une valeur maximale.
- **Le printemps** : Les vents viennent de toutes les directions, avec une température variante entre 0°C et 21°C. ainsi qu'avec une humidité relative plus de 70%, et une vitesse de vent moyenne.
- **L'été** : La plupart des vents dominant viennent Nord et Nord-Est et Nord-Ouest avec une température variante entre 21°C et 27°C. Ainsi qu'avec une humidité relative entre 30% - 70%. Avec une vitesse de vent moyenne.

#### IV.2.3.5 Insolation :

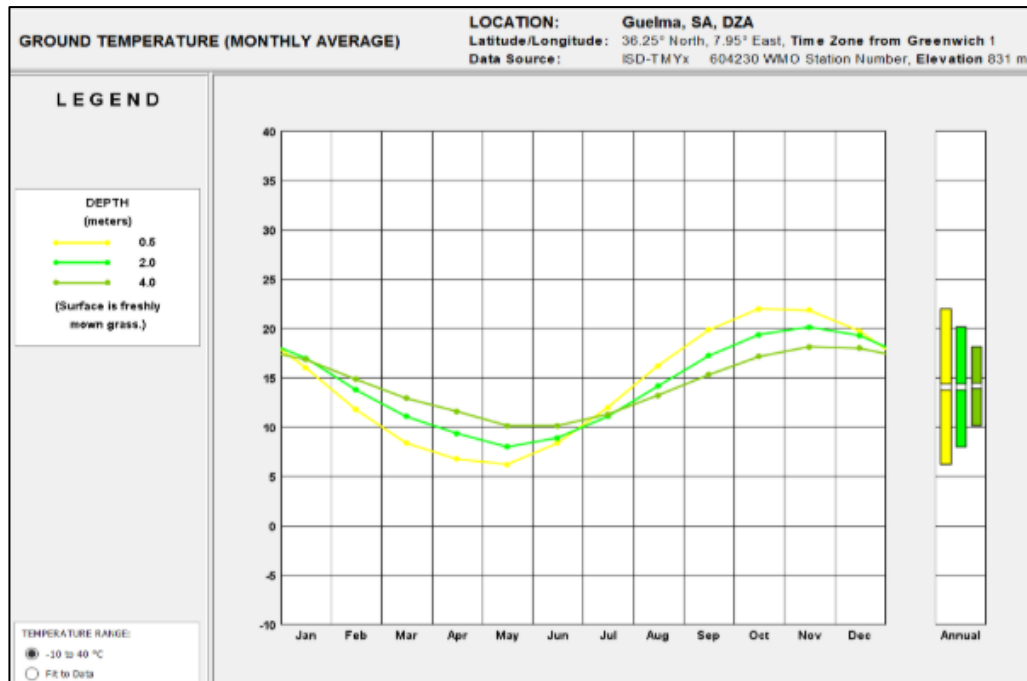


**FIGURE 140** : VARIATION DE DUREE D'INSOLATION MENSUELLE  
SOURCE : THESE GHECHI IMANE 2018.

Le nombre d'heures d'ensoleillement pour les périodes chaudes dépasse 10 heures par jour. L'insolation totale mensuelle est considérable. D'une moyenne de 243.3 h avec un minimum 160.9 h enregistré en janvier et un maximum 353 h enregistré en juillet.



IV.2.3.6 Température du sol :



**FIGURE 141 :** GRAPH DE VARIATIONS MENSUELLE DE LA TEMPERATURE DU SOL.

**SOURCE :** « CLIMAT CONSULTANT 6.0 »

Ce graphe représente la température du sol dans la ville de Guelma pendant l’année dans lequel :

- En été, plus la profondeur sous terre est grande, plus la température du sol est élevée.
- En hivers, plus la profondeur sous terre est petite, plus la température du sol est baissée.



IV.2.3.7 Diagramme solaire de Guelma :

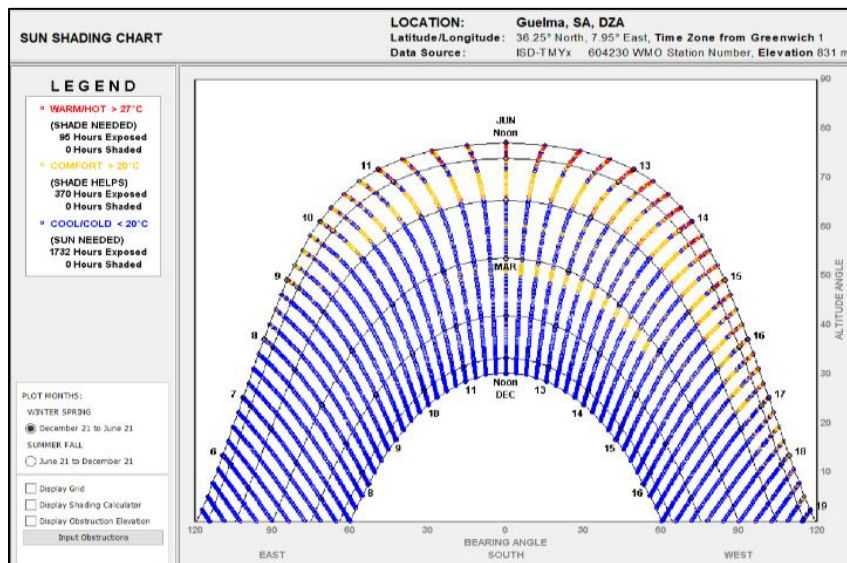


FIGURE 142 : DIAGRAMME SOLAIRE DE GUELMA PERIODE HIVER/PRINTEMPS.  
SOURCE : « CLIMAT CONSULTANT 6.0 »

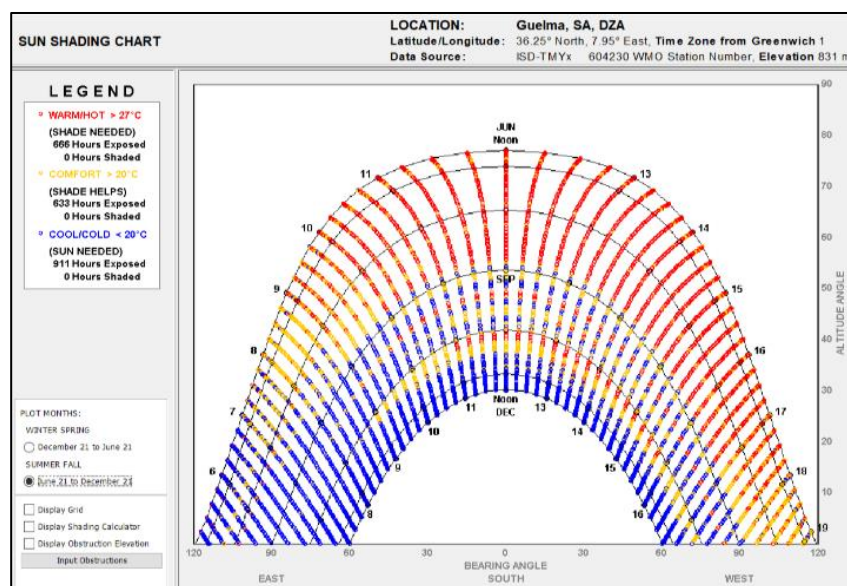


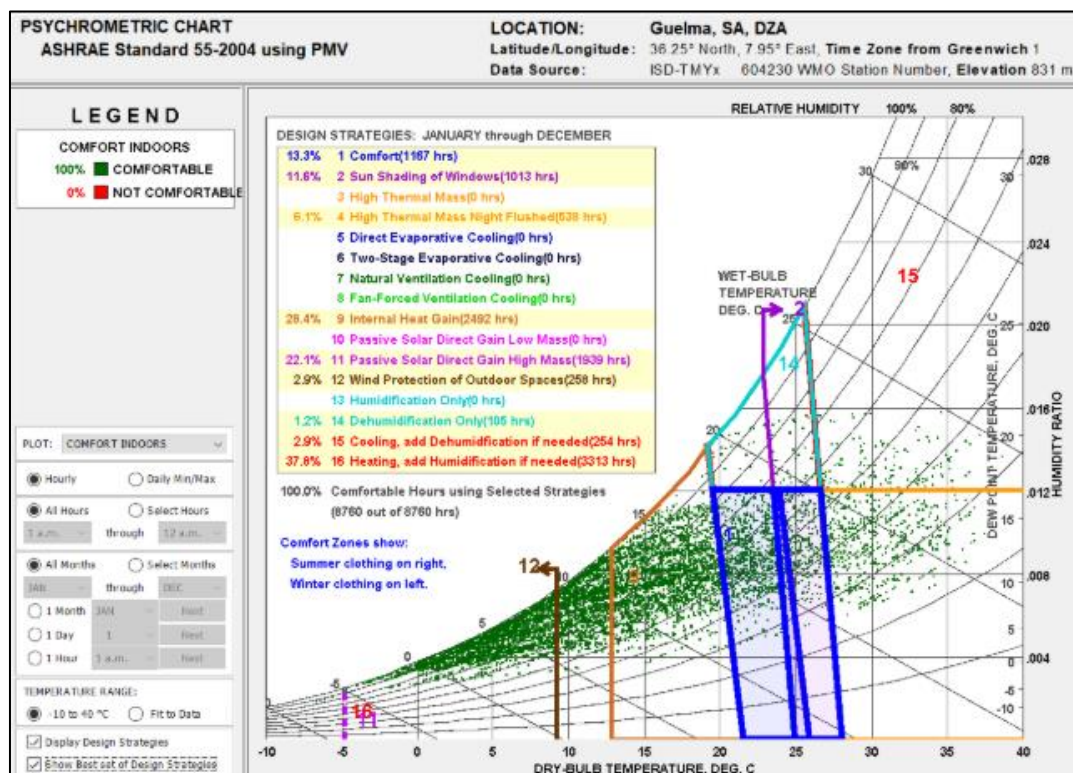
FIGURE 143 : DIAGRAMME SOLAIRE DE GUELMA PERIODE ETE/AUTOMNE.  
SOURCE : « CLIMAT CONSULTANT 6.0 »

Afin de connaître la trajectoire annuelle apparente du soleil dans la ville de Guelma, on s'appuie sur le diagramme solaire, Ce qui nous donne à son tour les résultats variants par rapport aux hauteurs et azimuts solaires

Les deux graphes précédents représentent les cartes d'ombrage de soleil dans la ville de Guelma pendant la période hiver/printemps et la période été/automne dans lequel :

- Dans la période hiver/printemps la plupart des degrés de températures sont moins de 20°C, donc on est besoins de capter au maximum les rayons solaires pour atteindre la zone de confort.
- Par contre dans la période été/automne la plupart des degrés de températures sont plus de 27°C, donc on est besoins de se protéger au maximum les rayons solaires pour atteindre la zone de confort.

## IV.2.3.8 Diagramme psychrométrique



**FIGURE 144 : DIAGRAMME PSYCHOMETRIQUE DE GUELMA.**  
**SOURCE : « CLIMAT CONSULTANT 6.0 »**

Ce graphe représente le diagramme psychométrique dans la ville de Guelma dans lequel :

- Chaque point représente une heure dans l'année où les points verts=heurs confortables, points rouges=heurs inconfortables, qui nécessite le chauffage et la climatisation à travers l'application des différent stratégies (passive et active) proposés pour rendre ces heurs 100% confortables.
- Ces meilleures stratégies sont transformées en solutions architecturales utilisées dans la conception.

## IV.3. Analyse de site

### IV.3.1 Situation

Le terrain choisi est situé au centre-ville de la wilaya de Guelma dans la partie sud du centre-ville de Guelma, plus précisément dans le sud de quartier de pos sud (nouvelle ville) c'est l'extension du centre-ville ancien.



**FIGURE 145 : SITUATION DE TERRAIN PAR RAPPORT AU POS SUD**

SOURCE : GOOGLE IMAGE READAPTE PAR L'AUTEUR

- **Présentation du quartier pos sud :**

Quartier POS SUD se situe aux limites Sud de la commune de Guelma. Proche au pôle universitaire et Un environnement naturel riche constitué d'un forêt urbain, olivier

**Le Quartier pos sud limité :**

- Au nord par : cité 19 juin el la cité Yahaoui Maghmouli
- A l'est par : oued lmaiz
- A l'ouest par : environnement naturel(foret)
- Au sud par : environnement naturel (foret)



**FIGURE 146 : LES LIMITES DE TERRAIN**  
SOURCE : GOOGLE EARTH READAPTE PAR L'AUTEUR



**IV.3.2 L'environnement immédiat :**

Le terrain d'intervention choisies se trouve dans un quartier résidentiel, il est entouré au :

- **Nord** : foret (oliveraie) et habitats collectifs
- **Sud** : habitats collectifs de la cite Chekrouba Ahmed
- **Est** : polyclinique et lycée zeghdoudi Ahmed
- **Ouest** : collège de ben Sedira Madani



**FIGURE 147 : L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT DE L'AIRE D'INTERVENTION**  
**SOURCE : GOOGLE EARTH MODIFIE PAR AUTEUR**

### IV.3.3 Analyse physique du site

#### IV.3.3.1 La morphologie :

Le terrain a une forme presque triangulaire avec :

- Un périmètre de : 500 m
- Une superficie de : 10510 m<sup>2</sup>

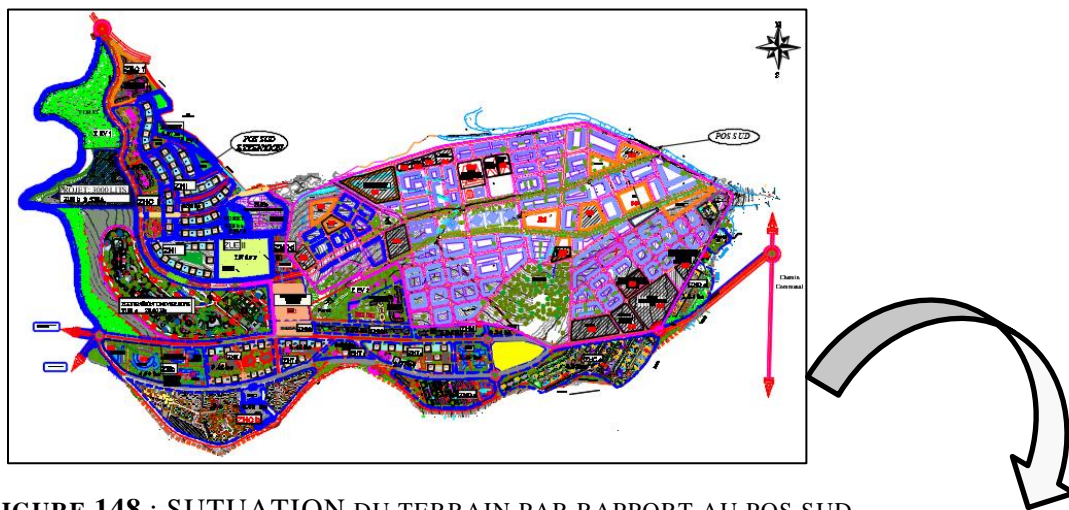


FIGURE 148 : SITUATION DU TERRAIN PAR RAPPORT AU POS SUD

SOURCE : POS SUD



FIGURE 149 : LA FORME DE TERRAIN

SOURCE : POS SUD READAPTE PAR L' AUTEUR



IV.3.3.2 Le profil topographique



La coupe longitudinale montre que le terrain a une moyenne pente de 4,9% dont l'altitude se varie entre (379m comme valeur minimale et 383 m comme valeur maximale).

**FIGURE 56: COUPE LONGITUDINALE**  
**SOURCE : GOOGLE EARTH READAPTE PAR L'AUTEUR**



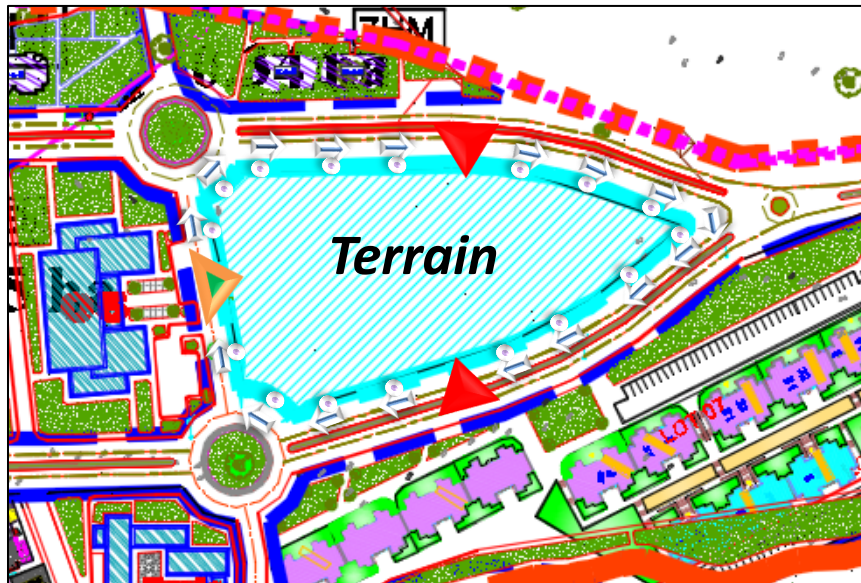
La Coupe transversale montre que le terrain présente une pente de 6,91% dont l'altitude se varie entre (374 m comme valeur minimale et 387 m comme valeur maximale)

**FIGURE 151 : COUPE TRANSVERSALE**  
**SOURCE : GOOGLE EARTH READAPTE PAR L'AUTEUR**

**Synthèse :** La topographie du site comporte des pentes plus ou moins moyennes à faibles : La coupe longitudinale montre une pente de 5% et la coupe transversale montre une pente de 7%.

**IV.3.3.3 L'accessibilité :**

Le terrain d'intervention a l'avantage d'être accessible de tous les côtés par 2 voies mécaniques principales et autre secondaire, Ce qui facilite le dégagement et l'accessibilité au projet.



**FIGURE 572 : ACCESSIBILITE DE TERRAIN.**

**SOURCE : POS SUD READAPTE PAR L'AUTEUR**

- **Le flux :**

Pour le flux les trois voies qui accèdent à notre terrain ont un flux mécanique et piétonne moyenne. (Parce que la zone est encore en train de naitre) donc le confort acoustique est bien assuré.

**IV.3.3.4. La climatologie :**



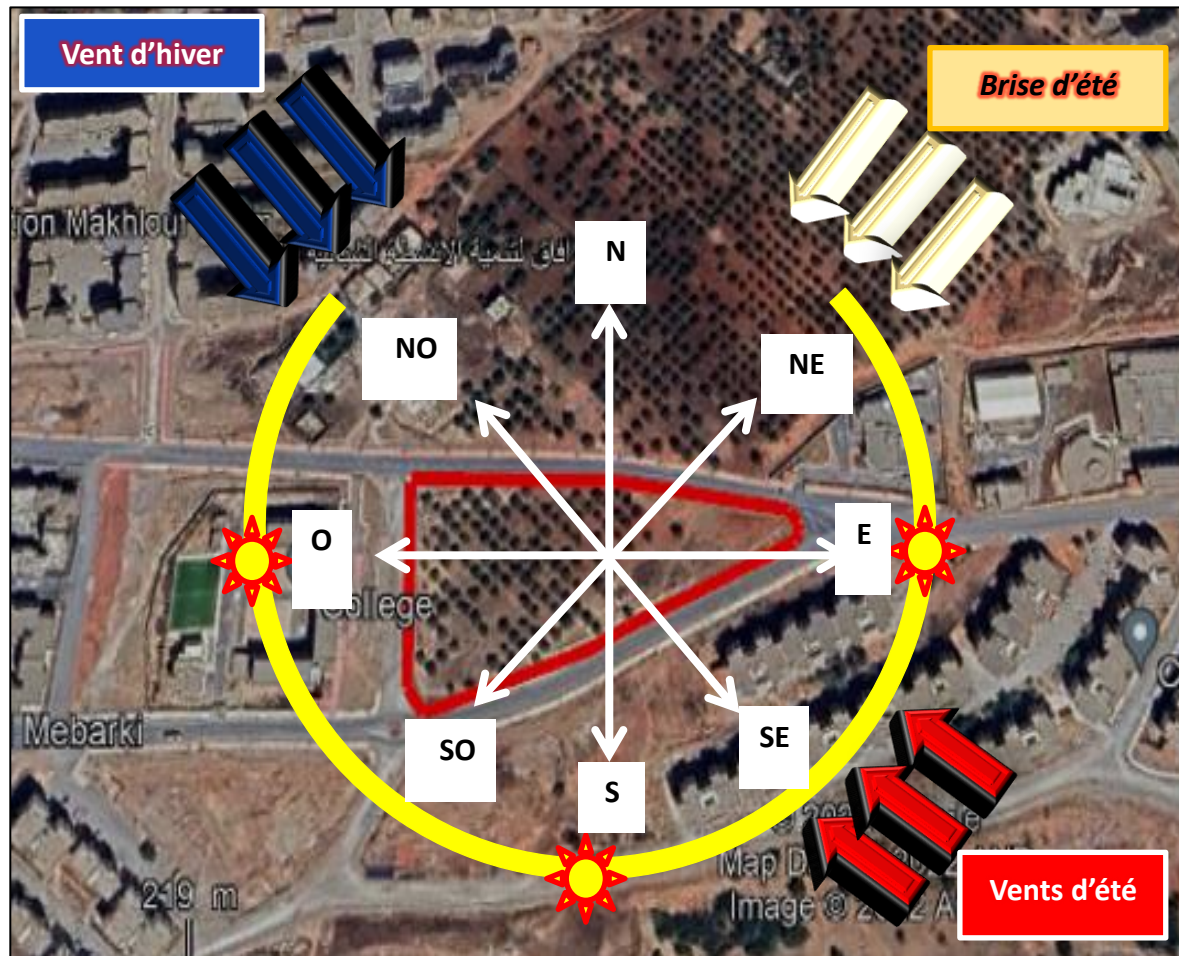


FIGURE 153 :LA CLIMATOLOGIE DU SITE

SOURCE : GOOGLE EARTH READAPTE PAR L'AUTEUR

- **L'ensoleillement :**

Après la vérification que l'on a faite sur l'orientation de notre terrain, on a trouvé qu'il est bien exposé au soleil, dans laquelle la grande partie de notre terrain est orientée vers le sud (vers la zone favorable), ainsi que l'absence des obstacles (ni des bâtis hauts ni des obstacles naturels) qui gênent les gaines solaires.

- **Vitrification des vents dominants :**

On remarque que notre terrain est exposé aux vents dominants d'hiver et d'été qui vient du nord-ouest et sud-est ; aussi il bénéficie des brises d'été qui vient du nord-est, ainsi qu'il n'y a pas des obstacles qui protègent notre terrain de ces vents.

### IV.4. Synthèse et critères de choix :

#### IV.4.1 Accessibilité optimale :

- **Emplacement stratégique** : Situé à une distance idéale du centre-ville, le centre d'affaires est facilement accessible sans être au cœur de l'agitation urbaine.
- **Accessibilité multimodale** : Le site est bien desservi par différents types de transport, incluant les transports publics (bus, taxis) et privés (voitures personnelles). La présence de voies mécaniques et piétonnes assure une accessibilité facile et sécurisée pour les véhicules et les piétons de tous côtés.

#### IV.4.2 Proximité stratégique :

- **Connexion avec les institutions** : La proximité immédiate du pôle universitaire, des équipements éducatifs et des équipements professionnels renforce la pertinence du site. Cette localisation permet de bénéficier d'une clientèle diversifiée et de nombreuses opportunités de collaboration avec des institutions académiques et professionnelles.

#### IV.4.3 Besoins culturels et sociaux :

- **Dynamisation locale** : Les habitants de la nouvelle ville ont un besoin important d'équipements pareil dans un cadre de loisir. Le centre d'affaires répond à cette demande en proposant des espaces culturels qui servent de pont entre la population et la culture, touchant différentes tranches d'âge et favorisant le dynamisme social de la ville de Guelma.

#### V.4.4 Conditions naturelles favorables :

- **Environnement agréable** : Le terrain bénéficie d'un excellent ensoleillement et d'une ventilation naturelle optimale, offrant un cadre de travail sain et confortable.
- **Topographie favorable** : La topographie du terrain est idéale pour tout type de construction, permettant une flexibilité maximale dans la conception et l'aménagement des infrastructures du centre d'affaires.

En conclusion, le site choisi pour le centre d'affaires combine des avantages géographiques, environnementaux et sociaux exceptionnels. Sa position stratégique, son accessibilité optimale, sa proximité avec des institutions clés, et ses conditions naturelles favorables en font un emplacement idéal pour implanter un centre d'affaires dynamique et attractif.

### **IV.5. Les Recommandations conceptuelles**

Cette étude nous a montré :

- ✓ L'importance de l'énergie solaire comme source écologique et abondante pour remplacer les énergies fossiles qui sont polluantes, nocives et consommatrices des ressources naturelles non renouvelables.
- ✓ Il est nécessaire d'entamer une évaluation climatique et microclimatique tenant compte des conditions d'ensoleillement et de masque d'environnement, pour assurer un meilleur rendement des systèmes actifs et passifs.
- ✓ L'efficacité énergétique de ces dispositifs sera accompagnée par une conception passive qui assure une meilleure performance énergétique.
- ✓ Sur le plan opérationnel, l'efficacité des panneaux solaires et leurs rendement électrique, dépend généralement de :
  - Ses dimensions.
  - Sa technologie.
  - Du rayonnement reçu.
  - De la durée d'exposition.

### **Conclusion**

Le climat extérieur change. Afin d'assurer une efficacité énergétique dans le bâtiment, nous devons déterminer et adapter les stratégies de nos conceptions de bâtiments avec le contexte climatique. Dans ce chapitre, nous avons fait une analyse physique et morphologique de notre site d'intervention, ainsi d'une analyse climatique par le logiciel Climate Consultant 6.0 afin d'étudier l'influence des données climatiques sur notre conception.

Pour fournir un projet performant et durable, les données climatiques de la ville de Guelma ont été révisées. A cet effet, Un diagramme psychométrique a été utilisé pour déterminer les stratégies de confort et les recommandations conceptuelles précises et à l'épreuve du climat. D'après ce diagramme, les effets des données climatiques, sur différentes stratégies passives et actives ont été définis, qui vont nous guider d'identifier le schéma de principe du projet.

## CHAPITRE V : LE PROJET ARCHITECTURALE

### Introduction :

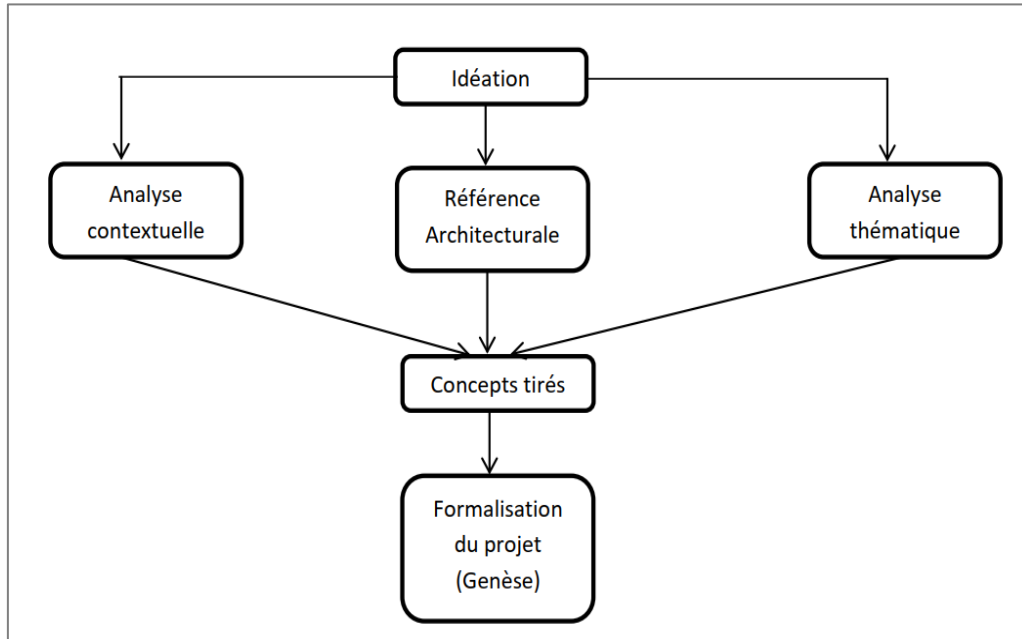
*« Un projet est un espace vivant tel qu'un corps humain ce qui induit que les espaces qui le constituent doivent complémentaires et fonctionnels tel que les organes vitaux » Louis Khan.*

Ce chapitre est le résultat et la concrétisation de tout ce qui est présenté dans les chapitres précédents. Nous allons présenter une genèse de notre projet basée sur des concepts et des principes architecturaux avec une description technique et technologies des procédés utilisées. Une telle démarche qu'elle nous assure une formalisation d'un ensemble architectural cohérent à toutes les contraintes que ce soit du site ou du thème du projet.

### V.4. Éléments conceptuels

Le passage de l'analyse à la traduction spatiale est la tâche la plus délicate dans la conception du projet architectural, qui est le résultat d'un processus méthodologique et d'une démarche théorique.

La démarche du projet constitue l'avant dernière phase de l'élaboration du projet. Le développement des différentes composantes de cette phase doit répondre aux données du site, du thème, du programme, concepts bioclimatiques et nos référents, afin d'aboutir à un projet significatif et cohérent capable de lier harmonieusement, son environnement urbain et son programme fonctionnel.



**FIGURE 154 : ÉTAPES DE CROISSANCE DU PROJET.**  
**SOURCE : AUTEUR.**

## V.1.1 Genèse et démarche de projet

Projet proposé : un centre d'affaires et de loisir à Guelma (POS Sud) ; Sur une assiette de 1.5 ha de surface.

### V.1.1.1 Objectifs

- Concevoir un centre d'affaires à haute efficacité énergétique.
- Réduire la consommation énergétique globale du projet.
- Maximiser l'utilisation de l'énergie solaire comme solution écologique.

### V.1.1.2 Processus de formalisation de projet :

Afin de concevoir et formaliser le projet d'un centre d'affaires et de loisirs avec clarté et visibilité, nous nous sommes axés sur les principes suivants :

#### a. La fonctionnalité

Afin d'avoir un bon fonctionnement, les différentes fonctions seront disposées en fonction de leurs relations et leurs caractéristiques pour obtenir une continuité et une complémentarité.

### **b. La flexibilité**

Elle devrait garantir à l'équipement l'adaptation aux nouveaux changements et exigences opérés sur l'espace.

### **c. La hiérarchie**

Le projet présente un programme riche et une diversité de fonctions qui nécessitent une hiérarchisation dans la disposition de ces derniers afin que l'on puisse distinguer les fonctions primaires et secondaires, calmes et bruyantes.

### **d. La perméabilité**

Elle assure la relation de l'équipement avec son environnement à travers les différents accès (piétons et mécaniques) et les relations fonctionnelles entre les différentes entités internes.

### **e. La centralité**

Ce concept est matérialisé par un espace central articulant entre les différentes entités du projet.

### **f. Transparence**

Un concept qui traduit l'ouverture des espaces vers l'extérieur, et l'interpénétration des espaces extérieurs et intérieurs en assurant le concept de continuité visuelle. Pour permettre à l'équipement de participer à l'ambiance urbaine.

### **g. L'efficacité énergétique**

- Par la forme, l'orientation du bâtiment et les matériaux de construction nous apportons un premier apport à une conception architecturale permettant une réduction de la consommation énergétique tout en gardant un confort à l'usage dans les espaces conçus.
- Nous introduisons les espaces verts et jardins afin de créer un micro climat qui permet la régulation des températures et humidité.
- Intégration des panneaux solaires comme élément conceptuels dans la composition du projet.
- Opter pour une éco conception en s'appuyant sur les deux aspects :
  - Une démarche passive (bioclimatique) du projet architectural.



- Une démarche solaire confrontant notre choix énergétique aux contraintes de site et de programme.

### **V.1.1.3 Genèse de projet :**

Le principe de composition du projet est élaboré en quatre phases successives pour aboutir à un projet qui répond le mieux aux critères de l'accessibilité, la visibilité et la fonctionnalité. Le projet proposé introduira une restructuration de la ville de Guelma par la dynamisation du POS Sud en extension de la ville de Guelma vers le Sud comme centralité urbaine niveau 2 (Objectifs du POS SUD)

Dans l'objectif de dynamiser le projet architectural proposé, nous avons enrichi notre programme par la proposition de fonctions de loisir et de détente. Cette action incite les gens à venir et visiter ce nouveau pôle commercial, de loisirs et d'affaires, proposé pour la ville de Guelma.

Le projet est conçu à partir d'un geste souple qui se veut somptueux et identitaire pour le site. Par la forme, le mouvement et l'apport technologique, nous avons esquissé une Architecture moderne, et écologique qui intègre la fonctionnalité nouvelle et le site.

#### **Phase01 :**

- ✓ Pour faciliter l'accessibilité à notre projet on a proposé des accès secondaires et un accès principal afin de fluidifier la circulation.
- ✓ Après avoir analysé la topographie du site, Nous avons proposé des banquettes avec des rampes piétonnes pour l'accès aux différents niveaux proposés, Nous avons donc divisé le terrain en trois sections selon les courbes de niveau. Cela nous permet de mieux travailler avec le relief existant et de créer des espaces en harmonie avec le paysage.
- ✓ La circulation mécanique a été limitée à l'entrée du terrain, par la proposition de stationnement et services sous-sol.
- ✓ L'emplacement du projet a été choisi dans le but de saisir les opportunités du site, à savoir : le croisement en face du terrain qui génère une forte dynamique autour du projet, ainsi que l'intégration d'un emplacement central qui facilite l'accessibilité et le contact continu avec l'environnement environnant.
- ✓ Cette position centrale offre la possibilité de créer des voies d'accès depuis différentes directions, favorisant ainsi une circulation fluide autour du projet. De plus, elle assure un

équilibre spatial optimal, elle nous permet également de maximiser l'utilisation des zones environnantes, telles que les espaces verts et les aires de détente.

### **Phase 02 :**

La projection du bâtiment suivant une orientation qui permet de tisser un cheminement comme axe structurant du terrain.

### **Phase 03 :**

La projection du stationnement par la proposition d'un sous-sol. Ce stationnement proposé est lié à la voie pour faciliter l'accès au projet.

### **Phase 04 :**

Une esplanade ouverte vers la voie secondaire afin d'animer l'espace extérieur qui entoure le projet. Cette esplanade sert de lieu de rencontre et de passage pour les piétons, contribuant à rendre l'environnement plus dynamique et accueillant. Elle offre également un espace polyvalent qui peut être utilisé pour des activités sociales, des événements ou simplement comme un endroit agréable où se détendre. En ouvrant l'esplanade vers la voie secondaire, nous encourageons l'interaction avec la communauté environnante et ajoutons une dimension de convivialité au projet.

Sur la trajectoire des accès à notre équipement nous avons prévu des aménagements et des aires de détente aménagés avec des espaces verts, activités, événements...

#### **V.1.1.4 Genèse de la forme**

- On s'est basé sur la composition géométrique comme approche pour concrétiser notre idée, et le triangle comme forme de base.
- On a fait des soustractions sur les trios cotés pour obtenir une forme plus architecturale.
- Le projet est présenté comme un seul bloc qui se développe verticalement sur huit niveaux.

V.1.1.5 Projection des éléments conceptuels sur le site d'intervention

**Schéma de principe :** Notre terrain s'organise comme suit : la masse bâtie du projet, un stationnement en sous-sol, des espaces de loisir et de bien-être, des esplanades, l'implantation de chaque entité est effectuée après une étude et une recherche d'une meilleure orientation, d'un confort optimal (séparation espace calme et bruit), et d'une relation la plus fluide possible entre les espaces.

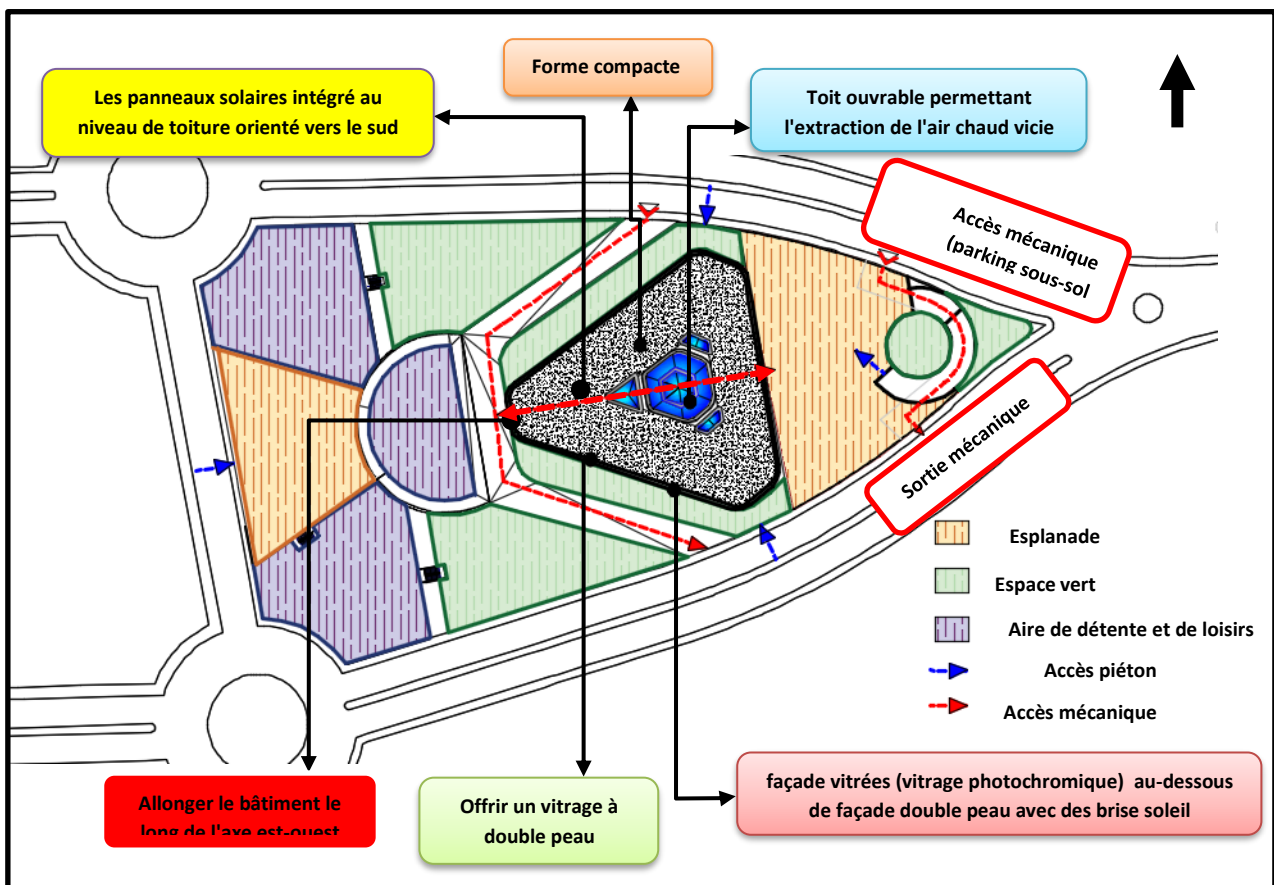


Figure155 : Schéma de principe

Source : Auteur, 2024

---

## V.2 La simulation architecturale comme outils d'aide à l'optimisation énergétique :

### Introduction :

Lors de la conception d'un projet, l'architecte doit impérativement prendre en considération divers paramètres afin d'aboutir à une construction prenant en compte les notions de confort (thermique, acoustique, olfactif...). Pour faciliter ce processus, l'architecte a à sa disposition plusieurs méthodes informatiques modernes notamment la simulation informatique qui lui permettent de simuler le comportement du bâti dans un but d'optimisation des conditions de confort au sein du bâtiment.

### V.2.1. Définition de la simulation :

Imitation volontaire ou semi-volontaire d'un trouble mental ou physique ; Représentation du comportement d'un processus physique, industriel, biologique, économique ou militaire au moyen d'un modèle matériel dont les paramètres et les variables sont les images de ceux du processus étudié. (Les modèles de simulation prennent le plus souvent la forme de programmes d'ordinateurs auxquels sont parfois associés des éléments de calcul analogique) ; Dissimulation, par les parties, d'un contrat secret (contre-lettre) sous le couvert d'un acte apparent. (Larousse, 2019).

La simulation : Action de simuler. Synonymes : illusion, déguisement, comédie, faux-semblant ; Présentation modélisée, figurée d'un phénomène (L'internaute, 2019).

### V.2.2. La simulation informatique (numérique) :

La simulation informatique ou simulation numérique est une série de calculs effectués par ordinateur et reproduisant un phénomène physique. Elle aboutit à la description des résultats de ce phénomène, comme s'il était réellement déroulé.

Cette représentation peut être une série de données, une image ou même un film vidéo. Aussi, la simulation numérique est un processus qui permet de calculer sur ordinateur les solutions de ce modèle et donc de simuler la réalité.

### V.2.3 Objectif de la simulation informatique :

Selon Chatelet A et al « *Pour l'architecte, la simulation doit permettre de valider rapidement des options fondamentales (implantation, structure, ouverture), d'explorer et de commencer à optimiser certains choix* ». (Chatelet, et al., 1998)

La simulation informatique offre la possibilité de comparer plusieurs variantes entre elles. Il est donc nécessaire de savoir ce que l'on cherche pour utiliser l'outil de façon optimale et éviter de perdre du temps et maîtriser le déroulement des calculs.

Et aussi, la simulation aide à comparer les mesures in situ et les données du logiciel, et même celui-ci représente un moyen flexible pour toute modification concernant les données du projet ou copier certain projet ou cas. Enfin la définition de la période de simulation est très souple en changeant la journée, le mois, l'année, Donc le logiciel de simulation reste un outil efficace pour les études en architecture bioclimatique.

### V.2.4. La simulation thermique

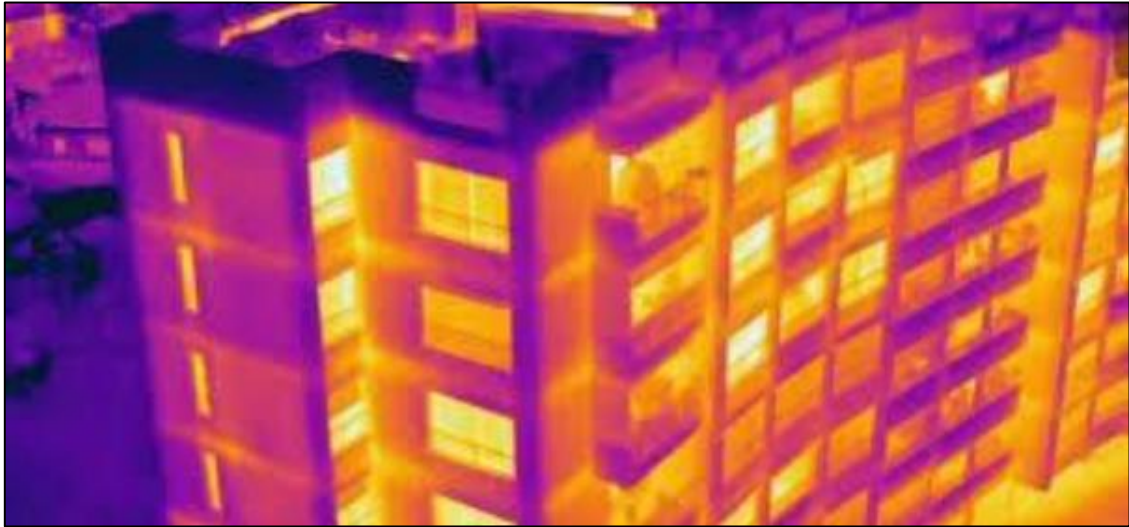
#### V.2.4.1 Définition :

La simulation thermique est un outil d'analyse qui permet de modéliser un bâtiment et d'évaluer de manière détaillée ses besoins énergétiques et son confort thermique d'été. Ces simulations sont effectuées à partir de l'utilisation réelle du bâtiment et de données météorologiques locales.

#### V.2.4.2 Les types de la simulation thermique

On distingue deux grands types de simulation thermique, la statique, et la dynamique :

- **La simulation statique** analyse les paramètres physiques dans des conditions figées, c'est une photo instantanée.
- Par contre, **la simulation dynamique** analyse les paramètres physiques sur une période donnée en tenant compte du changement des conditions externes sur cette période, mais également de la modification des paramètres internes de l'élément analysé.

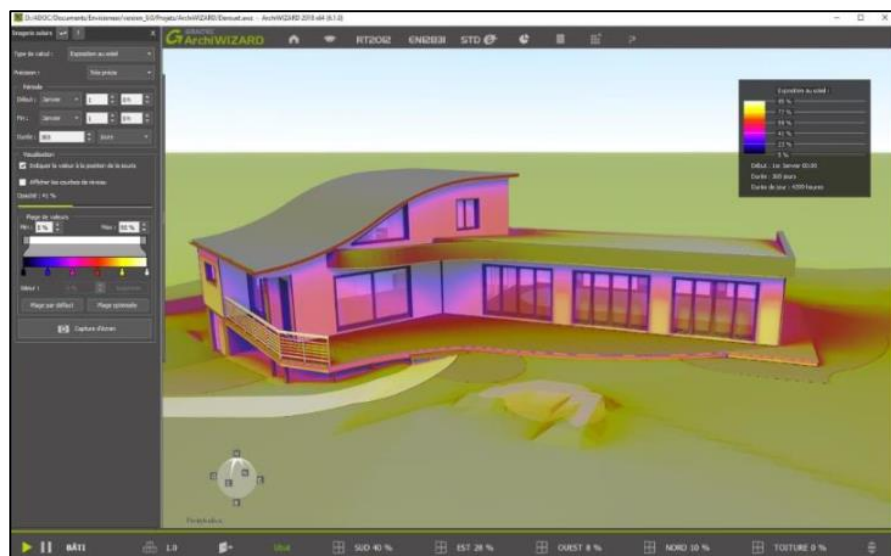


**Figure 156 :** Une simulation thermique statique

Source : Bureau 2E, 2017

### V.2.4.3 La simulation thermique dynamique :

Accepte le bâtiment comme un objet vivant, réactif aux éléments extérieurs, elle tient en compte la réponse des matériaux à une variation des apports thermiques, inerties (occupant, équipement) et externes (soleil, vent...).



**FIGURE 157 :** SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE (ARCHIWIZARD).

**SOURCE :** www.Graitec.com

### V.2.4.3.1 Définition

La simulation thermique dynamique (STD) est une étape importante pour réussir des bâtiments économes et confortables, aussi bien dans la construction que dans la rénovation. Un bâtiment à faible consommation d'énergie ne se comporte pas comme une construction traditionnelle.

Des phénomènes auparavant négligeables dans les bâtiments à fort besoins de chauffage deviennent prépondérants (ponts thermiques, apports solaires et internes, étanchéité du bâtiment, etc.). De plus, les surchauffes estivales, conséquences de l'isolation importante, sont un élément indispensable à prendre en compte pour le confort et la maîtrise des consommations d'énergie.

Une modélisation fine du comportement du bâtiment est alors nécessaire pour quantifier à l'avance les impacts de la conception architecturale au regard des besoins de chauffage et du confort. C'est là l'intérêt de la STD qui, contrairement à une simulation statique, prend en compte l'inertie des matériaux, les apports externes et internes, etc. Cet outil permet de tester différentes solutions techniques à la recherche de l'optimum entre performances et investissements.

### V.2.4.3.2 L'intérêt de la simulation thermique dynamique

Fondamentalement, les logiciels de simulations thermiques dynamiques décrivent les échanges thermiques classiques (conduction, convection, rayonnement, changement d'état). Leurs développements récents leur confèrent aussi la capacité très appréciée :

- Dimensionner les solutions énergétiques complexes en développant une approche globale.
- De simuler l'impact du vent sur les façades, les phénomènes de ventilation naturelle.
- Et surtout, d'estimation réelle d'énergie à partir des informations sur l'enveloppe du bâtiment, de son inertie, de son système énergétique (quelle que soit l'énergie exploitée), du comportement des occupants, et du climat local.
- La température tout au long de l'année de différentes zones et le pourcentage d'inconfort des personnes sur la base d'une température maximale. En effet, un bâtiment bien isolé est



davantage sujet aux surchauffes estivales de par un effet "Thermos". Il est alors essentiel de minimiser les apports solaires et internes, de maximiser l'inertie et de mettre en place une stratégie de rafraîchissement naturel efficace.

### **V.2.4.3.3 La méthode de la simulation thermique dynamique**

La simulation thermique dynamique simule heure par heure le comportement du bâtiment.

Pour cela, on prend en compte :

- ✓ La localisation du bâtiment, la météo locale ;
- ✓ L'orientation du bâtiment, la répartition des pièces et des vitrages ;
- ✓ Les matériaux constituant le bâtiment, son inertie thermique, ses ponts thermiques, ses protections solaires, etc. ;
- ✓ Les équipements de chauffage, climatisation, production ecs, ventilation, éclairage ;
- ✓ L'occupation des pièces et le comportement des usagers ;
- ✓ La régulation du chauffage et éventuellement des autres équipements.

Elle permet de connaître :

- ✓ Les températures,
- ✓ Les besoins de chauffage et de climatisation,
- ✓ Les apports solaires,
- ✓ La consommation finale.

### **V.2.4.3.4 Quand faire une simulation thermique dynamique ?**

Une simulation thermique dynamique est nécessaire : En phase de conception d'un projet de construction, afin de valider les objectifs de faible consommation. On réalise des simulations pour tester différentes configurations (enveloppe, ventilation, chauffage, vitrage, équipement...). Ainsi, on sera à même de choisir la configuration la plus optimale, de valider les choix techniques en ayant un maximum d'information en main.

Dans l'existant quand il s'agit d'établir une stratégie de rénovation. Dans ce dernier cas, on réalise une série de simulations thermiques dynamiques pour tester différentes solutions techniques à tout niveau (enveloppe, ventilation, chauffage, vitrage, équipement...). On peut trouver l'optimum entre performance et retour sur investissement, et établir une stratégie de

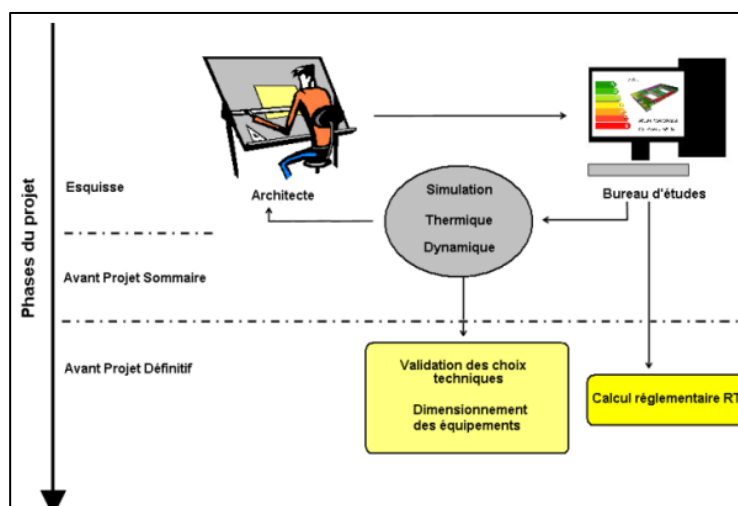
rénovation énergétique permettant d'atteindre la performance énergétique avec un temps de retour minimal.

#### V.2.4.4 La simulation thermique dynamique dans le processus de la conception architecturale

Un bâtiment à très faible consommation d'énergie ne se comporte pas comme les bâtiments traditionnels. Une modélisation fine de son comportement est nécessaire pour optimiser sa conception au regard des besoins de chauffage et du confort d'été.

En effet, des phénomènes auparavant négligeables dans les bâtiments à 200 kWh/m<sup>2</sup>.an de besoins de chauffage deviennent de première importance dans les BBC (de l'ordre de 30 kWh/m<sup>2</sup>.an de besoins de chauffage) : le traitement des ponts thermiques, la gestion des apports solaires et internes, l'étanchéité du bâtiment... De plus, un bâtiment très isolé est davantage sujet aux surchauffes estivales de par un effet « Thermos ».

Il est alors essentiel de minimiser les apports solaires et internes, de maximiser l'inertie et de mettre en place une stratégie de rafraîchissement naturel efficace. Il devient donc nécessaire de quantifier à l'avance les impacts de la conception architecturale sur les besoins de chauffage et le confort d'été. C'est là l'intérêt de la simulation thermique dynamique (STD).



**FIGURE 158** : SCHEMA MONTRE LE ROLE DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE DANS LE PROCESSUS DE LA CONCEPTION ARCHITECTURALE  
**SOURCE** : (MDPH35, 2015)

### V.2.4.5 Les étapes d'un calcul de simulation thermique dynamique

Plusieurs étapes importantes sont nécessaires pour effectuer une simulation thermique dynamique efficace :

#### V.2.4.5.1 Une collecte de données : Comporte à :

- Une description géométrique du bâtiment par saisie de plans, où l'on spécifie les dimensions et orientations des pièces, parois, vitrages, ouvrants...
- Une description de l'environnement proche du bâtiment (bâtiments et végétation à proximité pouvant faire de l'ombrage, albédo du sol aux alentours...) ainsi que les données délocalisation correspondantes (latitude, longitude et altitude).
- Une description de l'enveloppe du bâtiment, avec indication de la composition des parois, des vitrages, des portes... et des propriétés physiques (thermiques et optiques) des matériaux qui les constituent.
- Une description des équipements (chauffage, ventilation, eau chaude sanitaire, éclairage...) à travers les paramètres qui décrivent leur fonctionnement.
- Une description des sollicitations externes (données météorologiques) et internes (scénarios/données de ventilation, occupation...).
- Une description des différentes parois constituant l'enveloppe du bâtiment et aussi les parois internes de séparation entre locaux sont décrites dans toutes leurs caractéristiques thermiques, voire hygrothermiques ( $\lambda$  : conductivité thermique,  $\rho$  : masse volumique,  $C_p$  : capacité calorifique).

#### V.2.4.5.2 Une modélisation du projet :

La modélisation numérique est la transcription du phénomène physique en langage informatique. Donc il est nécessaire de faire une maquette numérique du projet

Dans un audit énergétique, une modélisation thermique du bâtiment est réalisée pour calculer la performance thermique de la copropriété. Grâce à cette modélisation, nous pouvons déterminer où part la chaleur (murs, fenêtres, toit, chaufferie, etc.). Nous pouvons identifier les travaux propriétaire pour réduire les déperditions énergétiques et nous pouvons estimer les futures consommations d'énergie.



**Figure 159 :** Illustration d'une modélisation 3D d'un bâtiment à l'aide d'un logiciel de CAO,

**Source :** [www.wsp.com](http://www.wsp.com)

### **V.2.4.5.3 Lancer les calculs (Simuler)**

En faisant varier plusieurs paramètres afin de trouver l'optimum entre consommations, puissance des équipements, températures estivales et investissements, à l'aide des logiciels.

### **V.2.4.5.4 Une synthèse des résultats**

Il s'agit de comparer les différentes solutions techniques à mettre en œuvre sur une construction (enveloppe, isolation, menuiseries, traitement des ponts thermiques, mise en œuvre d'énergies renouvelables, systèmes, fluides...), de préconiser des solutions de travaux pour remédier aux déperditions constatées, de chiffrer des économies d'énergies et un retour sur investissement.

### **V.2.4.6. Les atouts de la simulation thermique dynamique :**

Les logiciels de STD contribuent à :

- ✓ Améliorer le dimensionnement d'un bâtiment.
- ✓ Fournir au maître d'ouvrage et maître d'œuvre une approche la plus réaliste possible du fonctionnement thermique de bâtiment.

- ✓ Présenter une information argumentée à l'exploitation de l'ouvrage pour préparer le commissionnement et son fonctionnement courant.
- ✓ Évaluer les systèmes innovants dans des configurations particuliers (canicules, les grands vents...).

**V.2.4.7. Les logiciels utilisés pour faire une simulation thermique**

Les professionnels exploitent aujourd'hui des modèles numériques que l'on trouve dans les différents logiciels disponibles : *Ecotect, ArchiWizard, Blast, Climawin, design builder, Pleiades + Comfie, Energy +, Simbad, TRANSys, virtuel Environment, DPV, eQUEST, EcoDesigner, ESP-r, Green Building Studio, Lesosia, IDA ICE, IES VE, Trave 700* ,:

**Tableau 8:** Interopérabilité des quelques logiciels de simulation thermique dynamique.

Outil	Application	Saisie de données	Les Données résultantes	Importation de géométrie basée sur BIM
DPV (Design Performance Viewer)	Conception environnementale, conception thermique et analyse, charges de chauffage et de climatisation, coût énergétique, Energy / CO2, analyse du cycle de vie, ordonnancement.	CAD BIM, Revit	/	Le modèle de construction est directement construit dans le CAD-BIM environnement
Ecotect	Conception environnementale, modèle 3D (conception 3D), conception et analyse thermique, chauffage et refroidissement charges, validation ; Contrôle solaire, ombrageant, régissant, vents et flux d'air, naturels et artificiels éclairage, évaluation du cycle de vie, évaluation du coût du cycle de vie, ordonnancement,	dwg, ifc, gbXML, .obj, 3DS, .xml, I, ASCII, etc	Metafiles, Bitmaps Ou animations. RADIANCE, E, POV Ray, VRML, AutoCAD dxf, Energy Plus, ESP-r, ASCII Mod files, XML, etc.	Importations CAD BIM modèles de la plupart Logiciel de CAO

	acoustique géométrique et statistique une analyse.			
Energy Plus	Simulation énergétique, conception et analyse thermique, Charges de chauffage et de refroidissement, validation ; Solaire contrôle, ombrage, naturel et artificiel éclairage, évaluation du cycle de vie, évaluation du coût du cycle de vie, Planification.	ifc, gbXML, text	ASCII	ifc compatible. (Application BIM)
Design Builder	Conception environnementale, modèle 3D (conception 3D), conception et analyse thermique, chauffage et refroidissement charges, éclairage naturel et artificiel, air intérieur, températures moyennes de rayonnement et de fonctionnement	gbXML, .dxf, .pdf, .bmp, .jpg	CAO : AutoCAD, Microstation, SketchUp en 3D dxf, .epw, .csv, .tmy, .tmy2	Fournit interopérabilité avec Modèles BIM à travers son importation. gbXML aptitud
Green Building Studio	Conception environnementale, analyse thermique, consommation annuelle d'énergie (électricité et gaz), émissions de carbone, éclairage de jour, consommation et coût de l'eau,	BIM activé par gbXML ou CAO 3D	gbXML, VRML	Prend en charge le format gbXML et offre une interopérabilité facile avec l'application BIM

	évaluation du coût du cycle de vie, ventilation naturelle.			
--	--	--	--	--

Source : (YUDI, 2014)

## V.2.5. Présentation du logiciel « ArchiWIZARD » :

### V.2.5.1. Définition :

C'est un Le 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) et les principales solutions CAO du marché.



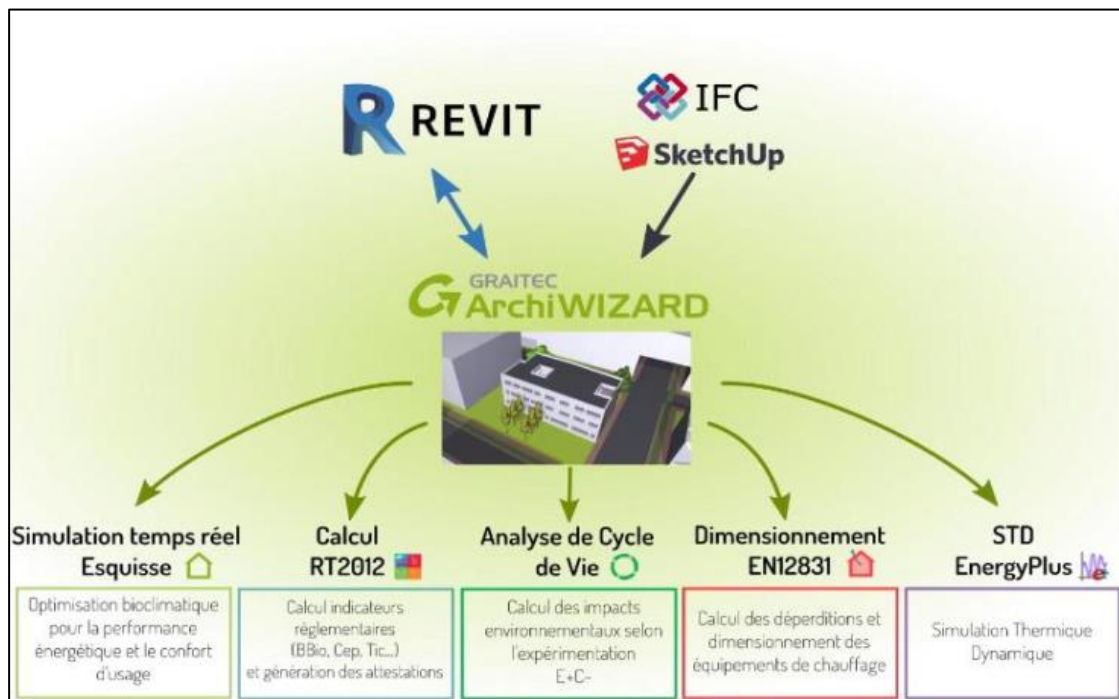
**FIGURE 160** : LOGICIEL DE SIMULATION ARCHIWIZARD.  
SOURCE : (GRAITEC, 2017)



ArchiWIZARD est un logiciel d'application de la RT2012 approuvé par la DHUP et le CSTB (n°EL-07) depuis 2013 et a été validé pour l'application de la méthode Energie-Carbone dans le cadre de l'expérimentation E+C-.

### V.2.5.2. Les fonctionnalités de Archiwizard

- Simulation énergétique temps réel pour l'évaluation interactive et rapide de la performance du projet.
- Simulation des apports solaires et lumineux par lancer de rayon (« raytracing »).
- Calcul réglementaire RT2012.
- Analyse de Cycle de Vie selon la méthodologie « Energie-Carbone » Simulation Thermique Dynamique avec le moteur EnergyPlus.
- Calcul des déperditions de la charge thermique selon la norme EN 12831.
- Calcul réglementaire RT Existant



**FIGURE 161 : LES OUTILS D'ARCHIWIZARD.**

**SOURCE :** <https://gratec.com/fr/products/archiwizard/>

**Aide à la conception bioclimatique et simulation énergétique en temps réel**

ArchiWIZARD Vous 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.

Les nombreux indicateurs et le volet de résultats dynamique vous offrent une solution d'aide à la décision d'une puissance incomparable sur le marché !

Simulez et évaluez l'impact des choix architecturaux et techniques de façon interactive et rapide afin d'optimiser la performance bioclimatique de votre projet dès les premières esquisses.



**FIGURE 162 : SIMULATION ENERGETIQUE PAR ARCHIWIZARD**

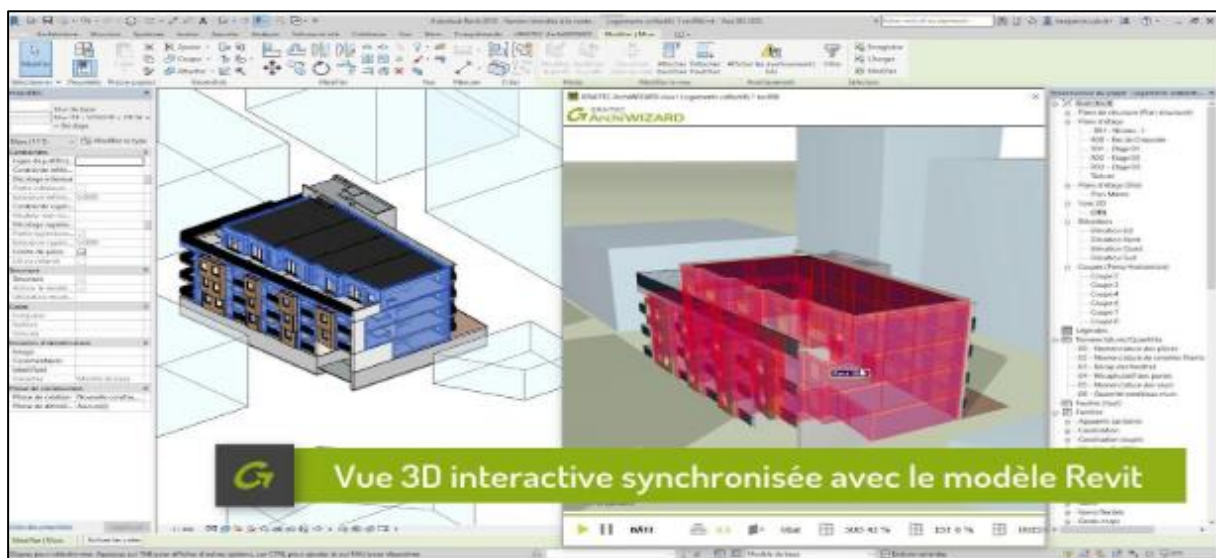
**SOURCE : (A-DOC, 2011)**

### V.2.5.3.Intégration Revit Archiwizard

ArchiWIZARD intègre pour cela divers modules de simulation complémentaires basés sur un même modèle énergétique généré automatiquement à partir de la maquette CAO/BIM afin de limiter les ressaisies inutiles ArchiWIZARD 2018 introduit une nouvelle avancée dans l'interopérabilité avec Revit. Dans la continuité des travaux publiés dans la version 2017 et antérieurement avec les plugins CAO pour la synchronisation, c'est une nouvelle barrière qui Est franchie en proposant une interface intégrée dans Revit pour une exploitation toujours plus directe de la maquette numérique.

L'ensemble des fonctionnalités d'ArchiWIZARD sont accessibles et opérationnelles dans l'environnement Revit, pour une exploitation directe de la maquette BIM.

- Synchronisation maquette BIM / modèle énergétique BEM
- Enrichissement de la maquette BIM
- Visualisation des résultats dans les vues Revit
- Ruban de commandes dédié.



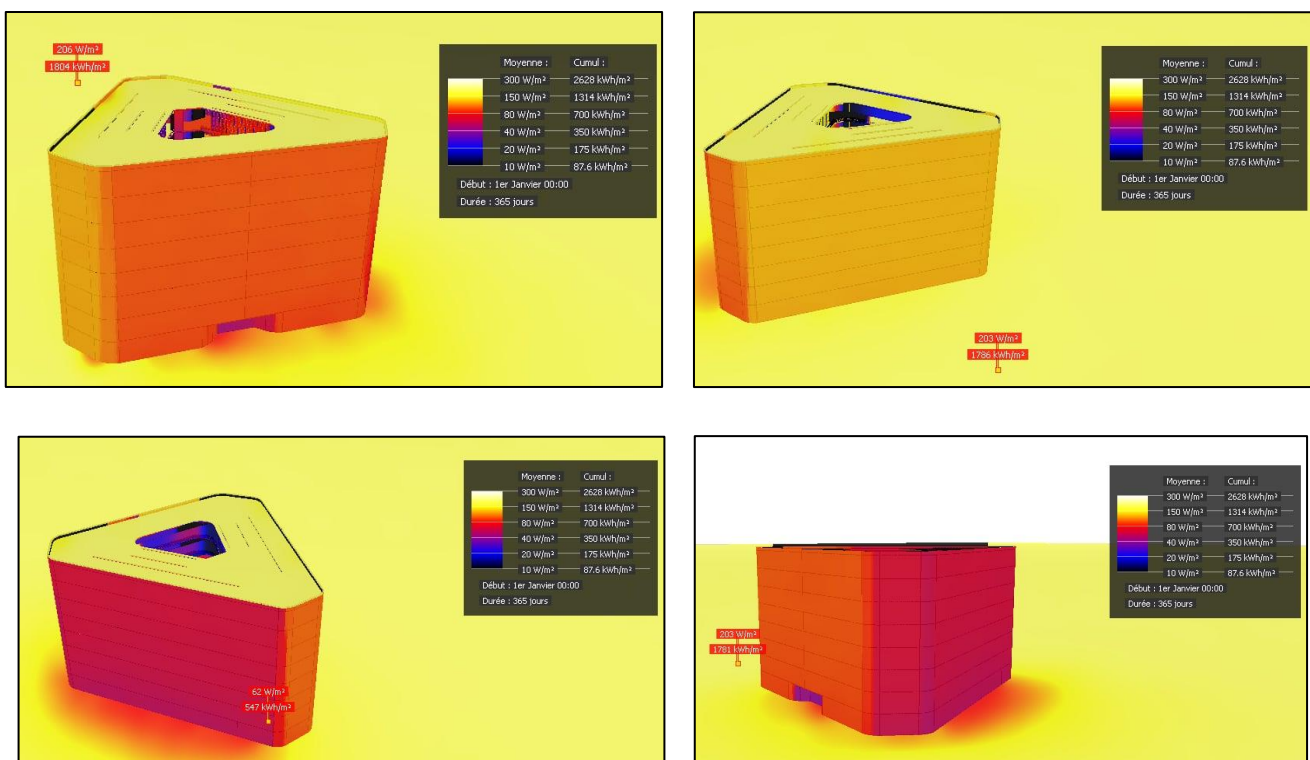
**FIGURE 163 : FIGURE 69ILLUSTRATION DE L'INTEGRATION DU LOGICIEL ARCHIWIZARD DANS REVIT,**

**SOURCE : WWW.GRAITEC.COM**

L'intégration entre les deux logiciels permet une synchronisation rapide et efficace du point de vue de réglage de différents matériaux et isolants et ainsi tester différents scénarios dans le but d'arriver à des résultats concluant en vue d'apporter des modifications ou correction conceptuelles.

## V.2.6 SIMULATION DU CAS D'ETUDE :

- Pour la modélisation de la maquette numérique (BIM), on a eu recours au logiciel Autodesk Revit.
- Après le paramétrage, on passe à l'exportation du fichier via l'extension Archiwizard Revit, ce qui va automatiquement générer un modèle énergétique prenant en compte tous les paramètres du projet
- Après l'exportation, on introduit des paramètres supplémentaires tel que le type de projet, le fichier climatique...
- Ensuite, on accède au modèle dans l'interface Archiwizard et par la même, aux résultats de l'analyse.



**FIGURE 164 :** Imagerie solaire du volume dans Archiwizard

**SOURCE :** Auteur

Informations générales	
Nom	Bâtiment
Nombre de zones	1
Nombre de pièces	8
SRT	12897.9 m <sup>2</sup>
Surface habitable (SHAB)	12594.8 m <sup>2</sup>
Volume	26378.5 m <sup>3</sup>
Coefficient de déperdition global de l'enveloppe	
Ubat	0.626 W/(m <sup>2</sup> .K)
Besoins énergétiques	
Chauffage	755419 kWh
Refroidissement	0 kWh
Eclairage	9079 kWh
Ventilation	144408 kWh
Eau chaude sanitaire (besoin brut)	237891 kWh
Eau chaude sanitaire (besoin final)	237891 kWh
Taux de couverture solaire	0 %

*Bâtiment - Chiffres clés*

**FIGURE 165** : Informations globales sur le projet

**SOURCE** : auteur

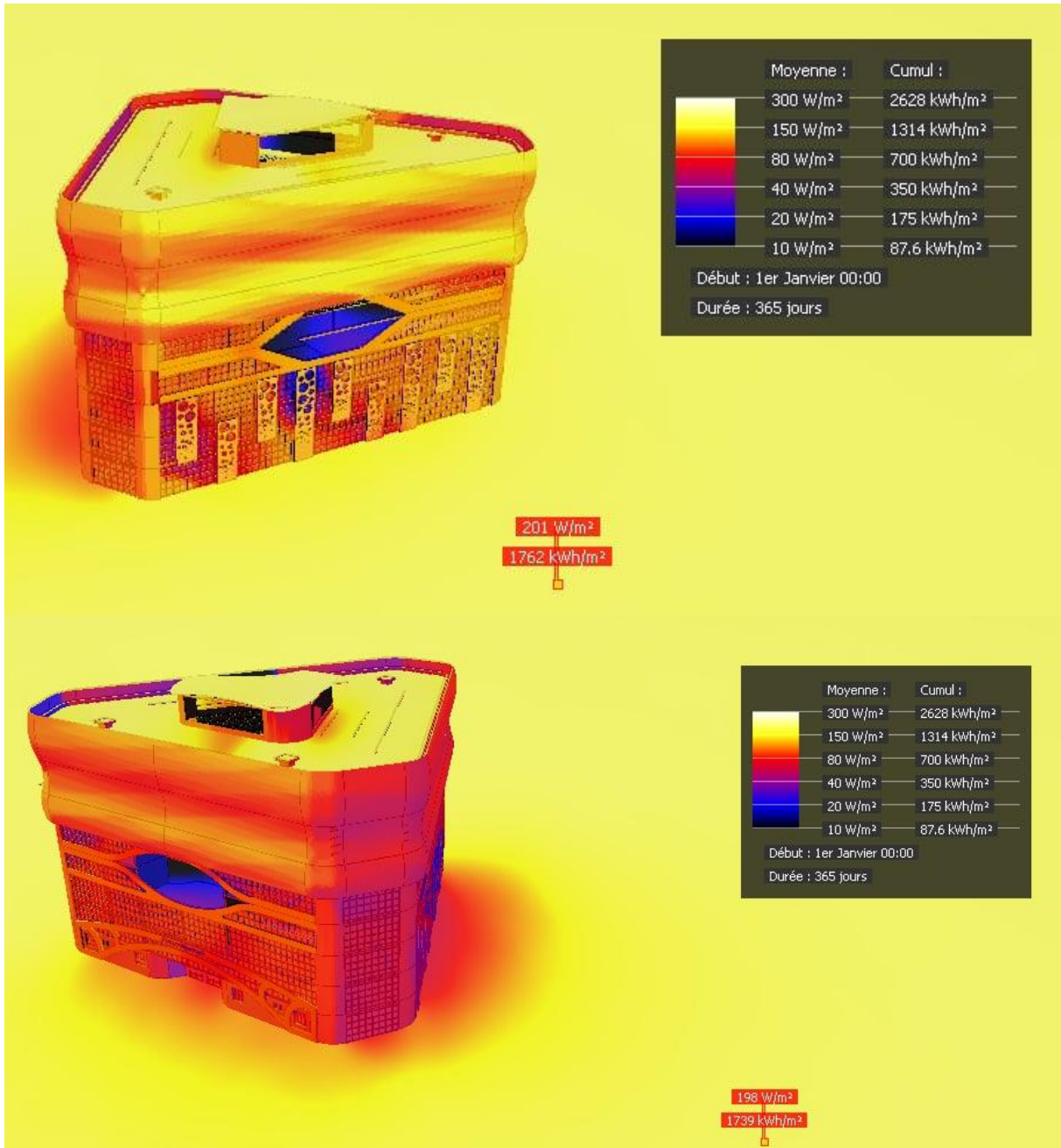
Le premier tableau nous donne des informations globales du bâtiment notamment la SRT, la surface utile ainsi que le volume de la partie du projet étudié.

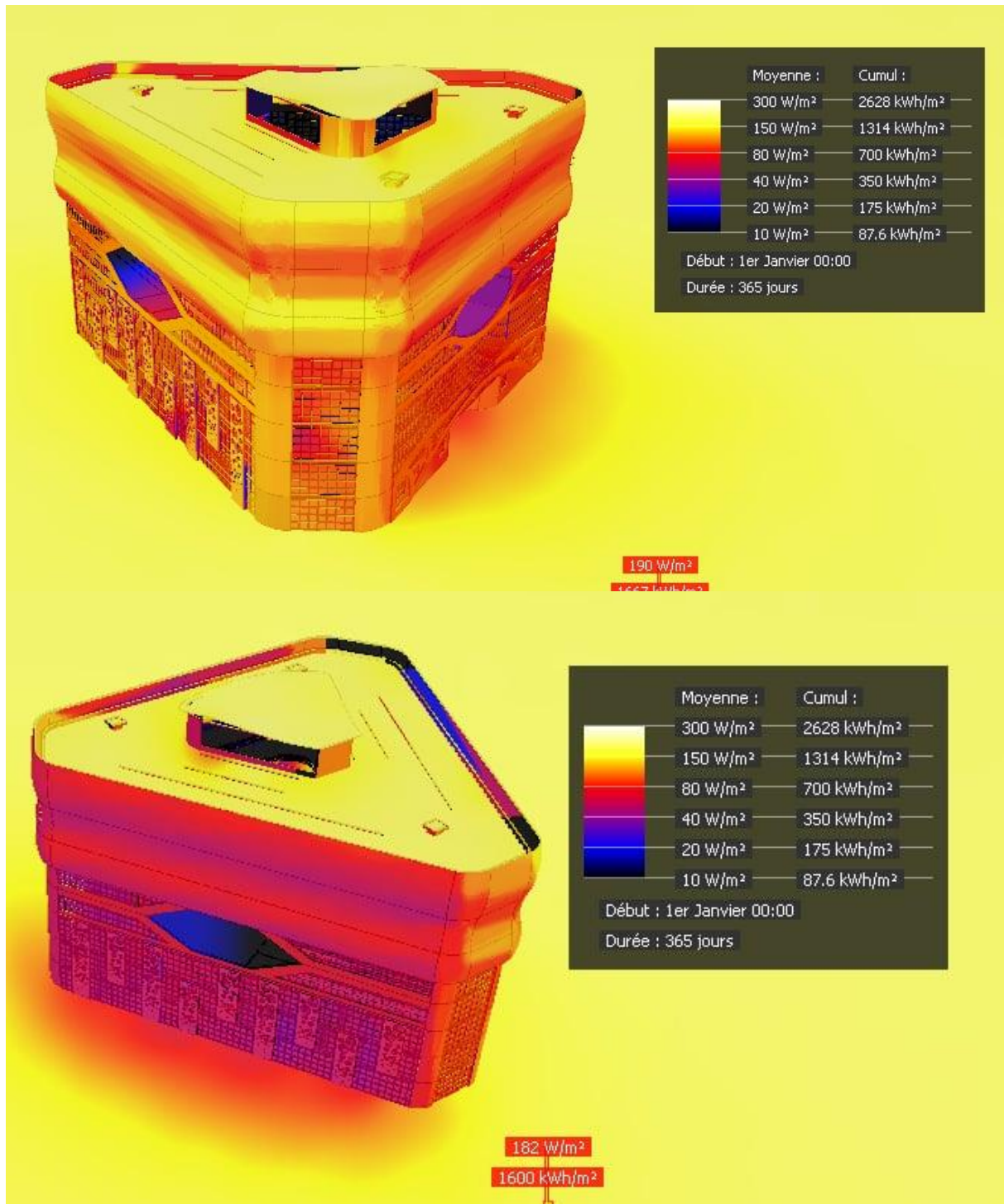
Le premier paramètre à prendre en considération est le Ubat qui est l'indicateur de performance de l'enveloppe. Il est présenté sous forme de coefficient de déperdition global de l'enveloppe.

Le coefficient issu de l'analyse du bâtiment est comparé à un Ubat calculé avec des performances de parois et de baies de références proposées par l'observatoire BBC.

L'indicateur dans l'interface du logiciel passe au vert si la performance de l'enveloppe est supérieure ou égale au seuil normalisé de la performance référence.







**FIGURE 166 :** Imagerie solaire en temps réel dans Archiwizard

**SOURCE :** Auteur



Informations générales	
Surface habitable (SHAB)	12594.8 m <sup>2</sup>
SRT	12897.9 m <sup>2</sup>
Volume	26378.5 m <sup>3</sup>
Surface déperditive totale	28038.3 m <sup>2</sup>
Surface déperditive hors plancher	15443.4 m <sup>2</sup>
Surface d'échange	27883.9 m <sup>2</sup>
Indicateurs	
Compacité de l'enveloppe (S/V)	1.1
Ratio de surface de baies (S <sub>baies</sub> /SHAB) :	1.2 %
Surface de baies des logements / surface de façade disponible	5.4 %
Ratio $\psi$ ( $\psi$ /SRT) :	0.16 W/(m <sup>2</sup> .K)
Ubat	0.626 W/(m <sup>2</sup> .K)
Ubat de référence	0.271 W/(m <sup>2</sup> .K)

Parois	Surface m <sup>2</sup>	Coeff. de transmission thermique W/(m <sup>2</sup> .K)	Coeff. de déperdition W/K
Planchers bas	12594.8	0.185	2331.9
Toitures	12602.6	0.220	2772.6
Parois verticales	2686.5	3.809	10231.9
Baies	154.4	1.243	191.9

Ponts thermiques	Longueur m	Coeff. de transmission thermique W/(m.K)	Coeff. de déperdition W/K
Jonctions parois opaques / parois opaques	3431.2	0.585	2007.7
Jonctions baies / parois opaques	159.6	0.116	18.5

FIGURE 167 : Tableau des résultats RT 2012

Source : Auteur

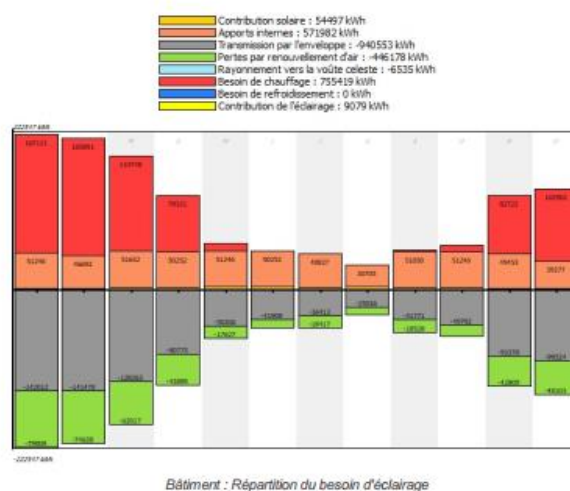


FIGURE 168 : Génération des rapports d'analyse dans Archiwizard,

Source : Auteur

- **Commentaire :**

Suite à l'analyse détaillée des images solaires, il apparaît que les façades de notre bâtiment bénéficient d'une exposition optimale à la lumière du soleil. Forts de cette constatation, nous proposons plusieurs mesures innovantes pour renforcer l'efficacité énergétique de notre bâtiment :

Tout d'abord, nous envisageons l'intégration de façades à double peau avec des designs spécifiques de formes concaves et convexes. Ces structures permettent une meilleure régulation thermique en optimisant l'effet de serre et la ventilation naturelle, notamment elles réduisent la dépendance aux systèmes de chauffage et de climatisation mécaniques, ce qui se traduit par une meilleure efficacité énergétique et une réduction des coûts opérationnels.

Deuxièmement, l'installation de brise-soleil adaptatifs constitue une solution prometteuse. Ces dispositifs permettent de contrôler l'apport lumineux et de réduire les gains thermiques excessifs, tout en maintenant un éclairage naturel optimal à l'intérieur des locaux. Ils contribuent également à la réduction de l'éblouissement et à l'amélioration du confort visuel.

En outre, nous prévoyons d'intégrer du verre photochromique dans les fenêtres et les façades vitrées. Ce type de verre a la capacité de s'associer automatiquement en fonction de l'intensité lumineuse, ce qui réduit les besoins en climatisation et en éclairage artificiel. Il améliore également le confort thermique et visuel des occupants en ajustant automatiquement la transmission de la lumière et de la chaleur.

En combinant ces technologies, nous pouvons atteindre une efficacité énergétique significative de notre bâtiment. Ces mesures contribuent non seulement à des économies d'énergie, mais également à un confort accru pour les occupants et à une réduction d'énergie.

Ces initiatives démontrent notre engagement envers la durabilité et l'innovation dans le domaine de la construction, en exploitant pleinement les ressources naturelles disponibles.

### **V.3.4 Aspect bioclimatique et performances énergétiques du projet**

La conception de notre projet tient compte des bases de l'architecture bioclimatique. Ces principes se fondent sur un choix judicieux de la forme du projet, de son implantation et son orientation, de la disposition des espaces en fonction des particularités du site. L'objectif est non seulement de concevoir une architecture en fonction de la dynamique du climat, mais en tirer un profit énergétique optimal afin de modérer les excès climatiques.

#### **V.3.1. Les stratégies passives :**

##### **V.3.1.1 La forme compacte :**

La forme compacte de notre projet joue un rôle crucial dans sa conception bioclimatique. En réduisant la surface exposée aux conditions extérieures, une forme compacte permet de minimiser les déperditions thermiques en hiver et de limiter les gains de chaleur en été. Cette configuration favorise une meilleure gestion de l'énergie, car elle réduit les besoins en chauffage et en climatisation. De plus, une forme compacte facilite une ventilation naturelle efficace et permet une meilleure répartition de la lumière naturelle à l'intérieur des espaces. En optimisant l'utilisation des ressources naturelles et en réduisant l'empreinte énergétique du bâtiment, cette approche contribue à créer un environnement intérieur confortable tout en respectant les principes du développement durable.

##### **V.3.1.2 Le rafraîchissement passif par ventilation naturelle :**

La ventilation est l'un des principes les plus importants de l'architecture bioclimatique, Elle permet à la fois de renouveler l'air des locaux pour amener de l'air frais nécessaire à l'évacuation des polluants internes et de la chaleur particulièrement en été. « On distingue deux types de ventilation naturelle : celle due à la pression du vent et celle due à la différence de densité (température) entre l'air chaud et l'air froid ».

Au sein de notre projet, la ventilation joue un double rôle : la déshumidification de l'air et le rafraîchissement des températures pour qu'elles deviennent plus confortables, Par la suite, l'implantation du projet face aux vents permet de collecter l'air par le biais des façades afin d'aérer et rafraîchir les espaces intérieurs.

### V.3.1.2.1 La ventilation transversale :

La ventilation naturelle transversale repose uniquement sur le phénomène de convection qui améliore le confort d'un bâtiment en créant des courants d'air, c'est à dire en mettant l'air en mouvement sans la moindre consommation d'énergie. La ventilation naturelle est alors essentiellement due à la force du vent.

Ce système est appliqué dans notre projet en vue de sa bonne exposition aux vents Est et Nord-Ouest et sud-est. L'effet du vent sur les entités provoque des pressions sur les façades

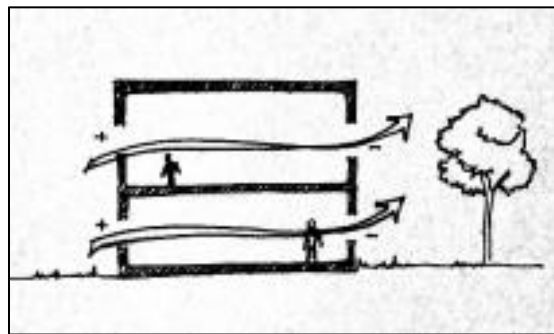


Figure 169 : la ventilation naturelle

Source : google image

exposées et à l'inverse des dépressions sur les façades opposées. Il se crée un écart de pression importante qui a pour conséquence l'apparition d'un débit d'air traversant.

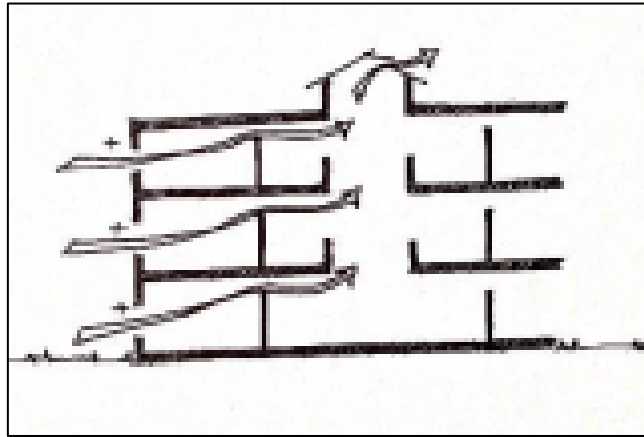
Le même principe se produit au niveau des huit étages du centre où l'air rentre par les ouvertures de la façade en surpression et est évacué par les sorties d'air placées sur la façade en dépression sans qu'il y ait de pertes par effet thermique.

### V.3.1.2.2 Le tirage thermique

Le tirage thermique est dû à la différence de pression engendrée par la différence de densité entre l'air chaud et l'air froid : si l'air chauffe, une dépression se créera dans les zones basses d'un espace et une surpression dans les zones hautes. Si des ouvrants sont placés dans ces deux zones, les ouvrants bas aspireront de l'air extérieur plus frais et les ouvrants hauts expulseront vers l'extérieur de l'air intérieur plus chaud.

Un tirage thermique se produit au niveau de l'atrium, de centre, munie d'orifices sur le toit. L'air froid rentre du côté Ouest, rafraichit les espaces intérieurs. L'air chauffé et vicié est ensuite évacué par les ouvertures disposées au niveau de la toiture vitrée. Le vitrage permet de chauffer davantage l'air et accentue ainsi le phénomène du tirage thermique.

La façade opposée (Est) est rafraîchie par les brises d'été. Ceci participe à garder la fraîcheur dans les espaces intérieurs.



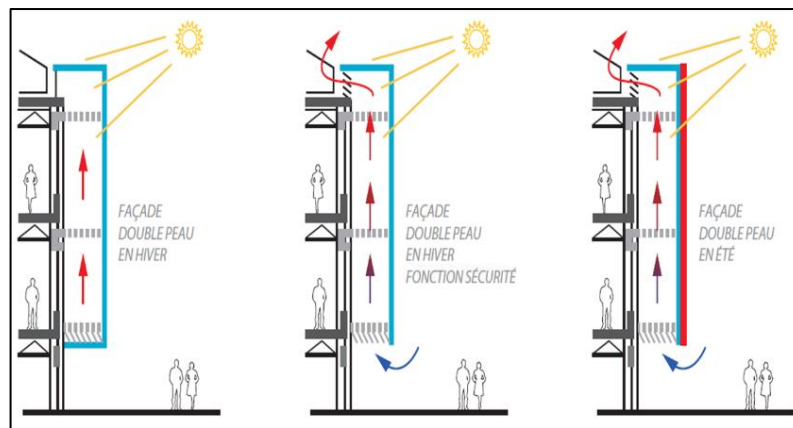
**Figure 170** : le tirage thermique

Source : google image

### V.3.1.3. La façade double peau

Une façade double peau, peut être utilisée comme procédés de rafraîchissement passif. C'est un espace tampon entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, elle présente une opportunité intéressante pour la création de grandes ouvertures vitrées. En plus d'être un bon isolant phonique, elle diminue les déperditions thermiques, protège contre les intempéries, évite les surchauffes d'été et permet d'économiser l'énergie.

Une façade double peau est disposée au niveau des bureaux faisant face aux vents froids du Nord-ouest. Et chaude du Sud-Est Grâce à sa grande surface vitrée elle permet de capter les vents et les redistribuer sur chaque niveau du bâtiment et réduire ainsi la consommation énergétique. En hiver elle permet la protection du bâtiment contre le froid. En été, elle a pour fonction la régulation thermique.



**Figure 171** : façade bioclimatique intelligente

Source : google image

**La façade double-peau possède en outre de nombreux avantages :**

- Diminution des déperditions thermiques,
- Protection contre les contraintes météorologiques (froid, vent ...),
- Stockage de la chaleur par effet de serre à l'intérieur de la double peau,
- Évite les surchauffes d'été en limitant l'action du rayonnement direct du soleil,
- Supprime l'effet de paroi froide en hiver,
- Isolation phonique,
- Économie d'énergie en limitant le recours à la climatisation et au chauffage,
- Préchauffage des amenées d'air,
- Utilisation de l'éclairage naturel.

#### **V.3.1.4. Les brises soleil en GRC :**

La ventilation ne peut être efficace si les rayons solaires pénètrent les ouvertures du bâtiment. Il convient donc d'installer des dispositifs tel qu'un débord de toit ou des persiennes, permettant au soleil de pénétrer au maximum dans le bâtiment en hiver (les rayons solaires étant plus bas) et de les réduire au minimum en été (les rayons solaires étant plus hauts). Ainsi, l'occultation permet le chauffage du bâtiment en hiver et aux équinoxes, mais réduit les surchauffes en été.

Des brises soleils verticaux ont été placés sur les trois niveaux inferieures des façades sud et ouest pour éviter les surchauffes en période estivale.

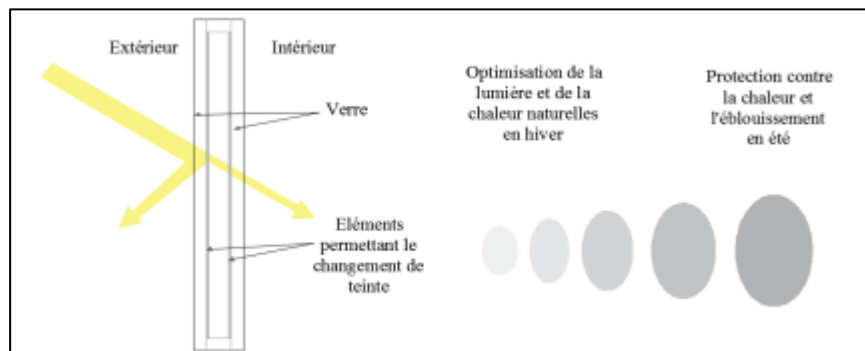


**Figure 172 :** brises soleil en GRC

Source : google image

### V.3.1.5. Les façades vitrées (vitrage photochromique)

Des surfaces vitrées ont été placer sur les façades des trois niveaux inferieures afin d’offrir un maximum de surfaces de captage des apports calorifiques en hiver. Ces façades dotées d’un vitrage photochromique, C’est un vitrage isolant qui passe d’un état clair à un état teinté grâce à un faible courant électrique.



**Figure 173 :** vitrage photochromique

Source : google image

La teinte a une influence sur le facteur solaire du vitrage. Le changement de teinte se fait de manière automatique sous l’effet de capteur ou bien manuellement.



Ce type de vitrage permet d'économiser de l'énergie en toutes saisons. Se teinte en couleur clair pour laisser la pénétration des rayons solaires en hiver. La chaleur captée permet un éclairage et un chauffage gratuits des espaces intérieurs d'une manière silencieuse et sans consommation énergétique. La chaleur est ensuite stockée aux niveaux des planchers et des parois en béton présentant une forte inertie thermique.

En effet, le soleil étant plus bas en hiver, le vitrage permet la production de la chaleur par les radiations du soleil. En été, il diminue son facteur solaire et l'effet d'éblouissement.

### **V.3.1.6. Éclairage naturel optimisé :**

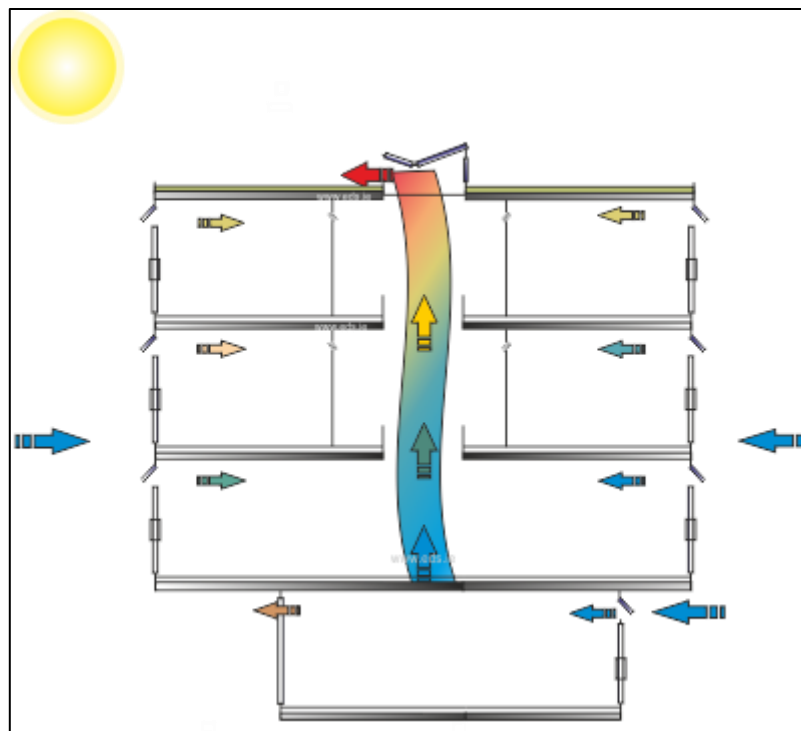
En Conçoit les espaces intérieurs pour maximiser l'utilisation de la lumière naturelle à travers des fenêtres en verre. Cela réduira la dépendance à l'éclairage artificiel pendant la journée, réduisant ainsi la consommation d'énergie.

### **V.3.1.7. L'atrium solaire**

L'atrium est un espace dans lequel il se passe des échanges d'énergies lumineuses et thermiques. Sa couverture permet l'éclairage naturel et la pénétration des rayons solaires ce qui fait de lui un espace tempéré puisque sa température d'air est souvent plus chaude qu'à l'extérieur. Lors de la conception du projet, nous avons intégré un atrium recouvert par des volumes vitrés.

- En hiver, la nature vitrée de cette toiture permet de capter et stocker l'énergie solaire. Il cherchera donc à obtenir un maximum d'apport solaire, créant l'effet de serre à l'intérieur. Ceci permet de le chauffer et de distribuer cette chaleur dans les espaces qui l'entourent.

- À l'inverse, en période estivale, la toiture vitrée s'ouvre et permet l'évacuation de la chaleur intérieure et de l'air vicié pour rafraîchir naturellement les espaces.



**Figure 174** : fonctionnement d'un atrium solaire

Source : google image

### V.3.1.8. L'usage de la végétation :

En plus de sa qualité esthétique, la végétation constitue une bonne solution pour économiser de l'énergie.

- **La partie jardin d'hiver** : c'est le cœur du projet, aussi il présente un espace de transition entre les deux parties bureaux et commerce et se développe sur deux niveaux afin de créer un micro climat à l'intérieure du projet .et assurer la ventilation naturelle.
- **Le fonctionnement du jardin d'hiver**

L'intégration d'un jardin d'hiver entre les étages d'un centre d'affaires peut avoir plusieurs impacts positifs sur la ventilation naturelle, le rafraîchissement d'air et le confort thermique, tant en hiver qu'en été.

- Elle contribue au confort hygrothermique des espaces intérieurs grâce au renouvellement de l'air vicié.
- En hiver, lorsque les fenêtres sont fermées, le jardin d'hiver peut agir comme un tampon thermique, retenant la chaleur et empêchant les courants d'air froid de pénétrer dans le bâtiment.
- En été, la ventilation naturelle est favorisée en ouvrant les fenêtres du jardin d'hiver, permettant à l'air frais de circuler à l'intérieur.
- Pour maximiser les avantages de l'intégration d'un jardin d'hiver, il est important de prendre en compte son orientation par rapport au soleil peuvent influencer sa capacité à capturer la chaleur en hiver et à rester frais en été.

En résumé, l'intégration d'un jardin d'hiver entre les étages d'un centre d'affaires améliore la ventilation naturelle, le rafraîchissement d'air et le confort thermique des occupants, tout en contribuant à des économies d'énergie et à une meilleure durabilité environnementale du bâtiment.

### **V.3.1.9. Les matériaux écologiques :**

#### **V.3.1.9.1 Le béton cellulaire :**

Un matériau de construction préfabriquée destiné au gros œuvre. C'est une combinaison d'eau, de sable, de ciment, de poudre d'aluminium ou de pâte d'aluminium et d'air. Ce mélange forme des microcellules de béton fermées et séparées par de fines parois pour empêcher les remontées capillaires. Il est ainsi complètement protégé de l'humidité grâce au procédé de microcellules.

**Dans notre projet il est** Utilisé pour les murs porteurs et les fondations, le béton cellulaire est léger, isolant et fabriqué à partir de matières premières recyclées, ce qui en fait un choix écologique pour la construction.

#### **V.3.1.9.2 Briques de terre crue :**

Utilisées pour les murs extérieurs et intérieurs, les briques de terre crue sont fabriquées à partir de terre locale et d'eau, ce qui en fait un matériau de construction naturel, durable et peu énergivore.

### **V.3.1.9.3 Revêtement de sol en linoléum :**

Utilisé pour les revêtements de sol, le linoléum est fabriqué à partir de matières premières naturelles telles que l'huile de lin, la farine de bois et la résine. Il est résistant, facile à entretenir et disponible dans une large gamme de couleurs et de motifs, permettant de créer des espaces de travail inspirants.

### **V.3.1.9.4 Peinture écologique à base de lait de chaux :**

Utilisée pour les murs intérieurs, la peinture à base de lait de chaux est non toxique, respirante et contribue à réguler l'humidité ambiante. Elle offre également des propriétés antibactériennes et antifongiques, favorisant ainsi un environnement intérieur sain.

### **V.3.1.9.5 Le CCV (composite ciment verre) :**

Ou **GRC** (Glassfibre reinforced concrete), ou **GFRC** (Glass Fiber Reinforced Concrete), est un matériau de construction couramment utilisé pour former des panneaux de revêtement extérieur. Il a gagné en popularité auprès des concepteurs en raison de sa capacité à être formé dans pratiquement n'importe quelle taille, forme ou profil. Il permet une grande liberté de forme, de courbure, de texture, de couleur, de poids, de capacité de moulage et de propriétés techniques à long terme.

**Le GRC**, est un micro béton riche en ciment, dans lequel des fils de verre sont incorporés lors du malaxage ou de la mise en œuvre.

Le **GFRC** est un mortier renforcé avec des fibres de verre, appelé aussi en français « composite ciment verre » (**CCV**). Il permet de limiter ou de supprimer l'utilisation de l'acier habituellement destiné à renforcer les ouvrages. Très répandu aux Etats-Unis sous l'appellation **Glass Fibers Reinforced Concrete**, cette technique permet de réaliser des pièces en faible épaisseur et de les alléger. Cette technique permet de réaliser.

### **Avantages du GRC :**

Les avantages du **GRC** sont nombreux :

- Léger et durable dans des conditions météorologiques extrêmes ;
- Flexibilité de conception, capacité à former des formes complexes ;
- Idéal pour les formes sculpturales ;
- Amélioration des détails de surface et de la qualité de la finition ;

- Diversité illimitée de couleurs ;
- Non combustible ;
- Écologique ;
- Bon pour les zones sismiques élevées ;
- Haute résistance aux chocs ;
- Moins de déchets ;
- Nécessite très peu d'entretien ;
- Temps de construction plus rapides.
- Faible porosité.
- Matériau offrant d'excellente qualité de résistance au feu.
- Réalisation de n'importe quelle forme esthétique.
- Simplicité d'exécution des décorations design (formes irrégulières, courbes...)
- Installation rapide.

### **V.3.2. Le système actif :**

#### **V.3.2.1 Intégration des panneaux solaires :**

On a utilisé dans notre projet des panneaux solaires hybrides intégrer dans les toitures des oriente vers le sud aussi des cellules photovoltaïques dans le vitrage de projet.

Les panneaux solaires hybrides permettent de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur. Placés sur la toiture, ces panneaux sont constitués de capteurs thermiques sur lesquels reposent des cellules solaires photovoltaïques. Ces dernières transforment le rayonnement solaire en électricité, tandis que les capteurs thermiques récupèrent la chaleur émise par le soleil grâce à un fluide caloporteur injecté par un échangeur ou grâce à un collecteur d'air chaud.

#### **V.3.3. La gestion écologique du projet**

Le projet développe une conscience environnementale visant à la gestion durable des écosystèmes. Ses fonctions ont pour rôle la sensibilisation par la motivation et l'implication du public. Son architecture est conçue dans le respect de l'environnement avec l'utilisation de l'énergie naturelle et renouvelable en s'adaptant au climat.

### V.3.3.1 La gestion des déchets par le tri sélectif

La gestion des déchets par le tri sélectif Une bonne gestion des déchets contribue non seulement à protéger l'environnement mais également à réduire les couts. Des systèmes de tri sélectifs seront disposés dans plusieurs endroits du site. Ceci permettra d'éliminer une partie des déchets qui sera réorientée vers le recyclage où les déchets organiques seront transformés pour produire du compost qui servira à alimenter les espèces animales et végétales.

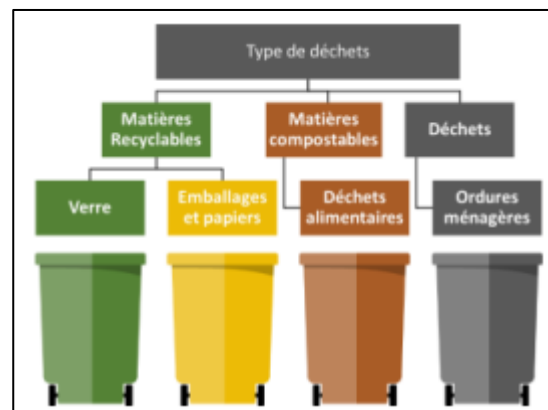


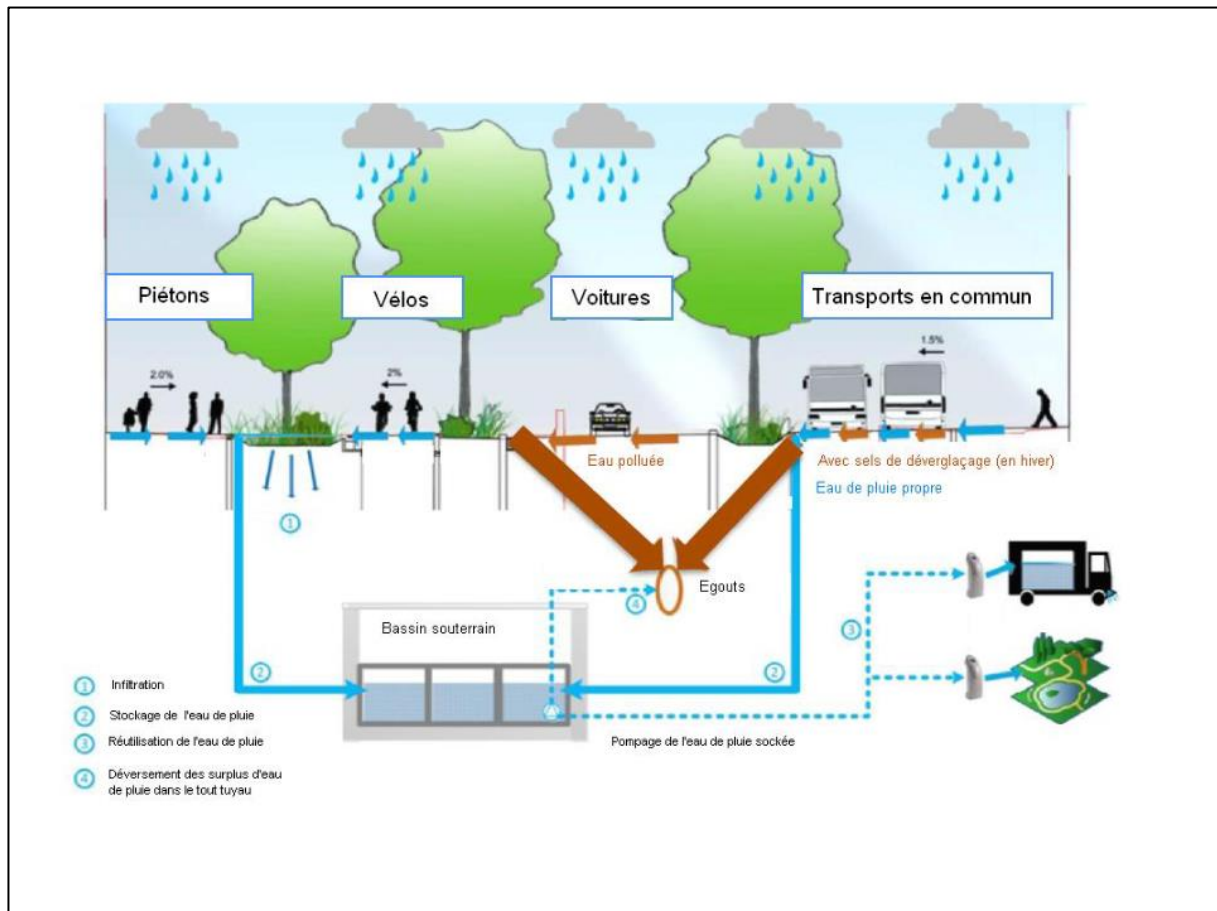
Figure 175 : Tri sélectif des déchets

Source : google image

### V.3.3.2 La récupération des eaux pluviales

Récupérer l'eau de pluie est un éco geste facile à mettre en place. Il permet d'économiser l'eau payante et donc de consommer de manière raisonnée les ressources naturelles.

Un système de récupération des eaux pluviales peut être installé en utilisant des techniques adaptées. Par exemple, des canaux de drainage peuvent être aménagés le long des pentes pour collecter l'eau de pluie et la diriger vers des réservoirs de stockage situés en contrebas. Cette eau peut ensuite être utilisée pour l'irrigation des cultures et l'entretien des espaces extérieurs. En utilisant efficacement les caractéristiques naturelles du terrain, nous pouvons maximiser la récupération des eaux pluviales tout en minimisant les coûts et l'impact sur l'environnement.



**Figure 176 :** stockage des eaux pluviales utilisables

Source : GRAIE, 2014

## V.4. Détails constructifs :

### Introduction :

« La technique et l'architecture étant étroitement dépendante, la structure d'un édifice public et son architecture découle dans une large mesure de la manière de l'irriguer en fluide et en énergie : les éléments techniques prennent de plus en plus d'importance. il est donc nécessaire de bien les intégrer dans le bâtiment dès le départ de la conception pour lui donner sa cohérence et son caractère architectural ». *A.Fainsiber*

### V.4.1. Choix du système constructif :

Le choix du système constructif du notre projet dépend de plusieurs facteurs, environnementale, fonctionnelle et esthétique qu'on a voulu développer suivant des concepts



de : durabilité, fluidité, flexibilité et légèreté, pour dégager de vastes surfaces de travail, d'échange et de communication.

Le système constructif le plus adéquat, qui répond à nos exigences structurelle et spatiale est :  
« **La structure en béton armé** ».

La structure en béton armé, poteaux poutres et dalle pleine armé est utilisée dans les bâtiments ayant des portées peu importantes soit les centres d'affaires. Cette structure présente l'avantage d'être économique en plus de sa capacité portante.

### **Conclusion :**

Nous avons essayé à travers cette prestation de répondre aux objectifs que nous nous sommes fixés : redonner un nouvel élan économique pour la ville de Guelma et le pays, tout en répondant aux exigences des piliers du Master plan. Nous souhaitons offrir à Guelma une nouvelle image et affirmer son rôle économique avec une approche moderne.

Cela nous a menés à proposer des solutions aux problématiques architecturales, techniques et bioclimatiques liées à la conception des centres d'affaires et à leur intégration au site. Cette démarche nous a permis de tester et d'approfondir nos connaissances dans les domaines vastes de l'architecture et du design.

Pour conclure, il est évident que notre intervention n'est ni la seule, ni la meilleure, ni l'unique façon d'agir ; elle représente simplement une réponse à un contexte et à un programme donné.

### CONCLUSION GENERALE

À travers ce mémoire, notre objectif est d'intégrer l'énergie solaire dans le processus de conception des projets architecturaux et de minimiser la consommation énergétique grâce à l'énergie solaire.

Dans un premier temps, la recherche théorique développée au début de ce travail nous a permis de construire une image globale des différents aspects tels que la consommation énergétique, les systèmes solaires, l'efficacité énergétique, etc.

Dans le contexte mondial, la consommation élevée d'énergie est principalement responsable des émissions élevées de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et de la consommation d'énergie provenant de sources non renouvelables, ce qui contribue au réchauffement de la planète et à l'épuisement des combustibles fossiles, et l'un des plus gros secteurs consommateurs de cette énergie est le secteur de la construction.

Les études scientifiques ont proposé des solutions visant à réduire l'impact néfaste des énergies fossiles. La stratégie repose sur une transition écologique, incluant le passage aux énergies renouvelables. Ainsi, l'énergie solaire apparaît comme une option particulièrement viable, notamment en Algérie, qui bénéficie d'un important potentiel solaire.

L'essor de l'architecture écologique et bioclimatique permet de théoriser et de concrétiser cette réflexion dans la production architecturale du cadre bâti. Cette conception se concentre principalement sur divers paramètres bioclimatiques, tels que l'orientation, l'implantation, la ventilation, l'isolation, etc. Elle intègre également diverses solutions d'énergie solaire pour réduire au minimum l'utilisation des énergies fossiles, les impacts négatifs sur l'environnement, ainsi que les coûts d'investissement et de fonctionnement.

Les gouvernements de l'environnement ont favorisé et accéléré le développement d'une architecture solaire de haute qualité. Cette approche, comme son nom l'indique, se concentre à la fois sur les aspects architecturaux du bâtiment et sur l'intégration du solaire pour obtenir une performance énergétique élevée. L'intégration de l'énergie solaire dans le processus architectural permet de créer des environnements bâtis mieux adaptés aux tendances écologiques actuelles, qui visent à améliorer la relation entre l'homme, l'environnement et le climat.

D'un point de vue opérationnel, une diversité de méthodes solaires est disponible, chacune ayant des répercussions sur l'aspect du bâtiment, la consommation d'énergie et les coûts de construction. L'utilisation de l'énergie solaire dans les bâtiments implique le recours à différentes techniques : thermiques pour la production de chaleur ou photovoltaïques pour la production d'électricité. Les applications thermiques et photovoltaïques de l'énergie solaire offrent des avantages considérables. Cependant, cette alternative est actuellement critiquée sur le plan économique vu que la filière solaire est encore en phase de développement et de vulgarisation notamment en Algérie.

Pour une efficacité énergétique optimale, la conception doit avant tout rechercher les différentes possibilités d'intégration des panneaux solaires en respectant l'orientation et l'inclinaison recommandées pour un rendement énergétique maximal, tout en les intégrant dans une approche bioclimatique.

## Bibliographie

### Articles

1. Imessad, K., Kharchi, R., Bouchaib, S., Chenak, A., Hakem, S.-A., Hamidat, A., . . . Larbi-youcef, S. (2017, Décembre 25). Mise en application de la nouvelle réglementation thermique algérienne du bâtiment. *Revue des Energies Renouvelables*, 20(4), pp. 591-597.
2. Semahi, S., Zemmouri, N., Singh, M. K., & Attia, S. (2019). Comparative bioclimatic approach for comfort and passive heating and cooling strategies in Algeria. *Building and Environment*, 161, 106271. doi:<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106271>
3. Zhang, D., Shah, N., & Papageorgiou, L. G. (2013). Efficient energy consumption and operation management in a smart building with microgrid. *Energy Conversion and management*, 74, 209-222. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.04.038>
4. *smart grid*, 10(3), 3236-3247. doi:<https://doi.org/10.1109/TSG.2018.2822276>
5. Fahim, M., Fraz, K., & Sillitti, A. (2020). TSI: Time series to imaging based model for detecting anomalous energy consumption in smart buildings. *Information Sciences*, 523, 1-13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.02.069>
6. Deng, S., Wang, R. A., & Dai, Y. J. (2014). How to evaluate performance of net zero energy building—A literature research. *Energy*, 71, 1-16. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.05.007>
7. Moreno, M., Dufour, L., Skarmeta, A. F., Jara, A. J., Genoud, D., Ladevie, B., & Bezian, J. J. (2016, Mai). Big data: the key to energy efficiency in smart buildings. *Soft Computing*, 20(5), 1-14. doi:10.1007/s00500-015-1679-4
8. Pinzon, J. A., Vergara, P. P., Da Silva, L. C., & Rider, M. J. (2018). Optimal management of energy consumption and comfort for smart buildings operating in a microgrid. *IEEE transactions on smart grid*, 10(3), 3236-3247. doi:<https://doi.org/10.1109/TSG.2018.2822276>
9. Harouadi. F et All Les potentialités d'exploitation d'hydrogène solaire en Algérie dans un cadre euromaghrébin Partie I: Phase d'étude d'opportunité et de faisabilité Revue CDER VOL 10 N 2 2007

10. C.A.U.E (Conseil en Architecture Urbanisme et Environnement), « l'Architecture bioclimatique », In revue d'architecture d'urbanisme et d'environnement de l'Ariège, France, (2005).
11. Hugues Boivin, la ventilation naturelle développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale, maître ès sciences (M.Sc.), université Laval Québec, (2007).

### Ouvrages :

1. L.Freris et D.Infield, « les énergies renouvelables pour la production d'électricité »,2009
2. MARK Tiele. Westra, S. Kuyvenhoven , L'énergie fait tourner le monde , 2002 , p2
3. Goswami, D. Y., & Kreith, F. (2016). *Energy efficiency and renewable energy handbook*. CRC Press.
4. Hershberger, R. G. (2015). *Architectural programming and predesign manager*. New York : Routledge.
5. International Energy Agency. (2022). *World Energy Outlook*. Paris. sur <http://www.iea.org/>
6. Cleveland, C., & Morris, C. (2005). *Dictionary of energy*. Elsevier.
7. [ewebpedagogique.com/education-developpement durable/files/2012/05/Besoin en énergie et gestion des ressources version prof-2.pdf](http://ewebpedagogique.com/education-developpement-durable/files/2012/05/Besoin-en-energie-et-gestion-des-ressources-version-prof-2.pdf)
8. Manuel ; 'Gérer les ressources terrestres. L'enjeu énergétique'. La Russie p. 114, 116 et 118
9. Alain Liébard, 'traité d'architecture et urbanisme', éd observatoire des énergies renouvelable, p35, France
10. D. Wright, 'Soleil, nature, architecture'. Ed parentheses, P85, Paris 1979
11. Fernandez. P & Lavigne.P, Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements & méthodes, Paris : Le moniteur,2009
12. GIVONI. B : « L'homme, l'architecture et le climat » Edition Le Moniteur, Paris 1978, p 285.
13. OLGYAY.V, «Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism », Princeton, University Press, N.J., U.S.A. (1963), page.185.
14. Thierry CABRIOL- Daniel ROUX, « Chauffage de l'habitat et énergie solaire », tome2, Edition Edisud, France (1984).

15. De HERDE & A. Evrard, « béton et utilisation rationnelle de l'énergie », Bulletin publié par : FEBELCEM – Fédération de l'Industrie Cimentière Belge, (2005), p 85et 28.
16. P. DONNADIEU/ H. et J.M. DIDILLON, «Habiter le désert – les maisons mozabites – », architecture + Recherches/ Editeur : Pierre MARDAGA, Bruxelles 1977.
17. André RAVEREAU, « Le M' Zab, une leçon d'architecture », Éditions Sindbad, Paris, 1981.
18. L'electricite-qui-nous-entoure-cours-1.pdf. Pr. HALHOL LARABI
19. Dominique Gauzin-Muller, L'architecture écologique, le moniteur, 2001. P286.
20. **cour « Introduction aux climats », Mme BENHARRA H.**
21. Mazria.E « Le guide de l'énergie solaire passive », 1980
22. Mat Santamouris (Ed), Environmental design of urban buildings: An Integrated Approach, Scan, London, UK, 2006.
23. Effinergie, Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation, 2008, p.21.
24. Guide de l'énergie solaire passive. Edward Mazria, ISBN : 2863640119 .Éditeur : Parenthèses (1981).
25. Roger. CASAR, Guide des calculs des déperditions et charges thermiques d'hiver, « Détermination des puissances de chauffage a installé dans les locaux », collection des guides de l'AICVF, ouvrage de la commission technique coordonné, Edition(1989).
26. ARCHIBIO : Groupe d'intervention en habitat écologique.
27. Guide Bio-Tech. La ventilation naturelle et mécanique, pilotage : Dominique Sellier, ARENE ÎledeFrance. (978-2-911533-00-6).
28. Guide Bio-Tech. La ventilation naturelle et mécanique, pilotage : Dominique Sellier, ARENE ÎledeFrance. (978-2-911533-00-6).
29. Norman\_Foster.compressed.pdf

### **Documents gouvernementaux :**

1. Chiffres clés de l'énergie, édition 2011. SOeS – chiffres de consommation 2010.
2. GIEC (2008). Changements Climatiques 2007. Rapport de Synthèse.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. <http://www.ipcc.ch/>
4. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat – GIEC.Son cinquième rapport (AR5) apparaîtra en 2014.

5. Ministère de l'Écologie du Développement durable des Transports et du Logement, *Les essentiels du développement durable*, Février 2012
6. Ministère de la Transition énergétique. (2022, Août 12). *Réglementation environnementale RE2020*. Consulté le Novembre 22, 2023, sur Ministères Écologie Énergie Territoires: <https://www.ecologie.gouv.fr/reglementation-environnementale-re2020>

### **Thèses et mémoires de Magister :**

1. Dakhia, A. (2019). *L'analyse du cycle de vie, comme stratégie de développement d'un bâtiment durable dans les milieux arides à climat chaud et sec. Cas de la ville de Biskra*. Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider, Département d'Architecture, Biskra.
2. Benoudjafer, I. (2018). *Vers une amélioration de la performance énergétique des habitations : la certification énergétique comme une stratégie durable. Cas de la ville de Bechar*. Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider, Département d'Architecture, Biskra.
3. Rahmouni, S. (2020). *Evaluation et Amélioration Energétiques de Bâtiments dans le cadre du Programme National d'Efficacité Énergétique*. Thèse de doctorat, Université Mostepha Ben Boulaid, Institut d'Hygiène et Sécurité, Batna.
4. KARAMOSTEFA KHELIL, C. (2008). *Simulation des performances des systèmes photovoltaïques de façades*. Thèse de doctorat, Université Saad DAHLEB, Département d'Électronique, Blida.
5. BRAHAMI, I. S. (2018). *Optimisation du fonctionnement d'un générateur photovoltaïque*. Thèse de doctorat, Université Djillali Liabes, Électrotechnique, Sidi Bel-Abbès.
6. Bennouna. A ; Zejli.D ; Benchrifa. R *Les Energies Renouvelables Pour un développement durable et globale CER, 2007 (CNRST)*.
7. Houpert.S, « approche inverse pour la résolution de contraintes solaires et individuelles dans le projet architectural et urbain », thèse de doctorat, école d'architecture de Nantes ,2003.



8. BENAMRA.M, « Intégration des systèmes solaires photovoltaïques dans le bâtiment : Approche architecturale ». Mémoire de magister. UNIV Mohamed KHIDER. BISKRA, 2013.
9. Heschong, L. (1981). *Architecture et volupté thermique* (H. Guillaud, Trans.).
10. Thèse Ghechi Imane 2018
11. Boukhari.M; Radi. Y « centre d'affaires à Bab Ezzouar (*bio-tech Tower*) » mémoire de master en architecture. Université mouloud Mammeri de tizi Ouzou,2017.
12. Benamar. A ; Geuninech. Med « Le tourisme d'affaire (centre d'affaire -Oran) » mémoire de master en architecture. Université Abou Bekr Belkaid,2012

### Sites web :

1. [http://www.gabrielperi.fr/assets/files/pdf/les\\_enjeux\\_energetiques.pdf](http://www.gabrielperi.fr/assets/files/pdf/les_enjeux_energetiques.pdf)
2. [http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/syr/ar4\\_syr\\_fr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf)
3. <https://www.save4planet.com/ecologie/68/ges-gaz-effet-serre>
4. <https://www.alternatives-economiques.fr>
5. <https://arena.gov.au/renewable-energy/wind/>
6. <https://www.energy.gov/eere/water/hydropower-basics>
7. <https://www.energy.gov/eere/water/how-hydropower>
8. <https://arena.gov.au/renewable-energy/geothermal/>
9. <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Geothermal-energy>
10. <https://arena.gov.au/renewable-energy/bioenergy/>
11. <https://www.ecologie.gouv.fr/energies-renouvelables>
12. <https://www.investopedia.com/terms/e/efficiency.asp#toc-types-of-efficiency>
13. <https://www.energy.gov/eere/energy-efficiency>
14. <https://theconstructor.org/building/energy-efficiency-building/562100/>
15. <https://www.iea.org/reports/buildings>
16. <https://www.ecologie.gouv.fr/reglementation-environnementale-re2020>
17. <https://www.les-energies-renouvelables.eu/conseils/reglementation-thermique-2012/lobjectif-de-lareglementation-thermique-2020/>
18. <https://www.legrand.fr/questions-frequentes/quest-ce-que-la-reglementation-environnementale-2020-ou-2020#:~:text=La%20RE2020%2C%20ou%20r%C3%A9glementation%20environnementale%202020%2C%20remplace%20la,b%C3%A2timents%20plus%20propres%22%2C%20bas-carbon>

19. <https://www.cerema.fr/fr/actualites/reglementation-environnementale-2020-quelles-evolutions-0?folder=8182>
20. <https://www.e-re2020.fr/explications/energie/bbio/>
21. <https://www.e-re2020.fr/explications/energie/cep/>
22. <https://www.e-re2020.fr/explications/energie/cep/>
23. <https://www.lelynx.fr>
24. <https://www.megastructures.fr/bepos-2020/#:~:text=En%20d%C3%A9finitive%2C%20le%20label%20BEPOS%202020%20est%20une,a%20rendu%20obligatoire%20la%20construction%20de%20tels%20logements.>
25. <https://batiadvisor.fr/bepos/>
26. <https://www.qualitel.org/professionnels/certifications/label-e-c/>
27. <https://www.effinergie.org/web/61-effinergie-c-est-quoi/1781-qu-est-ce-que-le-label-effinergie#:~:text=effinergie%2C%20est%20un%20label%20de%20qualit%C3%A9%20certifiant%20des,et%20offrant%20un%20confort%20sup%C3%A9rieur%20%C3%A0%20la%20moyenne.>
28. <https://www.effinergie.org/web/les-labels-effinergie/effinergie-re20202>
29. <https://www.ecologie.gouv.fr/diagnostic-performance-energetique-dpe>
30. [https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/loi\\_99-09\\_5b68630e15102.pdf](https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/loi_99-09_5b68630e15102.pdf)
31. <http://www.cea.fr/comprendre/Pages/matiere-univers/essentiel-sur-le-soleil.aspx>
32. <https://www.geo.fr/environnement/quest-ce-que-leffet-de-serre-193565>
33. [https://www.la-croix.com/Actualite/France/Les-sources-d-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-\\_NG\\_-2011-06-23-666929](https://www.la-croix.com/Actualite/France/Les-sources-d-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-_NG_-2011-06-23-666929)
34. <https://ar.wikipedia.org/wiki:Archibio.svg>
35. <https://batiadvisor.fr/facades-photovoltaiques/>
36. <https://abe.fau.univ-constantine3.dz/>
37. <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/>
38. <https://www.qualitel.org/particuliers/isolation/techniques-isolation/>
39. <HTTPS://PRODUITS.XPAIR.COM/INNOVATION/VENTILATION-NATURELLE-RAFRAICHISSEMENT-ADIABATIQUE.HTM>
40. <https://repository.enp.edu.dz/jspui/bitstream/123456789/5616/1/GHEMARI.Nacer.pdf>
41. [https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie\\_solaire\\_photovolta%C3%AFque](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_solaire_photovolta%C3%AFque)

42. <https://www.ssf-asso.org/systemes-pv-autonomes/>
43. <https://www.eslsca.ma/blog/tout-savoir-sur-le-tourisme-balneaire>
44. <https://www.albinfo.ch/fr/les-montagnes-du-kosovo-appellent-les-petits->
45. <https://www.horizons.dz/?p=30508>
46. <https://blog.visitacostadelsol.com/fr/diff%C3%A9rence-tourisme-affaires-tourisme-reunions>
47. Lamaisonpassive.fr – Quelques informations sur la maison passive.
48. <https://vocal.media/wander/the-beautiful-side-of-religious-tourism>
49. [https://vincent.callebaut.org/object/141029\\_thegate/thegate/projects](https://vincent.callebaut.org/object/141029_thegate/thegate/projects)
50. [https://vincent.callebaut.org/zoom/projects/141029\\_thegate/thegate\\_pl038](https://vincent.callebaut.org/zoom/projects/141029_thegate/thegate_pl038)
51. <https://www.arch2o.com/gate-heliopolis-vincent-callebaut-architectures/>
52. <https://www.designboom.com/architecture/vincent-callebaut-architectures-the-gate-residence-cairo-egypt-11-03-2014/>
53. <http://www.fosterandpartners.com>
54. <https://divisare.com>
55. [www.30stmaryaxe.info](http://www.30stmaryaxe.info)
56. [arch212.blogspot.com](http://arch212.blogspot.com)
57. [rmw2wp.wordpress](http://rmw2wp.wordpress)
58. [hamonic-masson.com](http://hamonic-masson.com)
59. <https://aasarchitecture.com/2015/05/newr-zac-euronantes-by-hamonicmasson-associés-architects/>
60. <https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/10-menu-principal/44-situation-geographique>
61. <https://www.interieur.gov.dz/index.php/fr/commune-%C3%A0-la-une/2125-commune-de-guelma-%C3%A0-la-une.html#faqnoanchor>
62. Xpair, 2013
63. EC2 Modelisation, 2018
64. Sénova, 2016
65. NR+, 2017
66. Xpair, 2013
67. Evolutions ArchiWIZARD 2018 R2
68. <https://fr.graitec.com/archiwizard/rt-2012/>
69. <https://www.envirobatbdm.eu/sites/default/files/2019-03/Formation-STD-EnvirobatBDM.pdf>

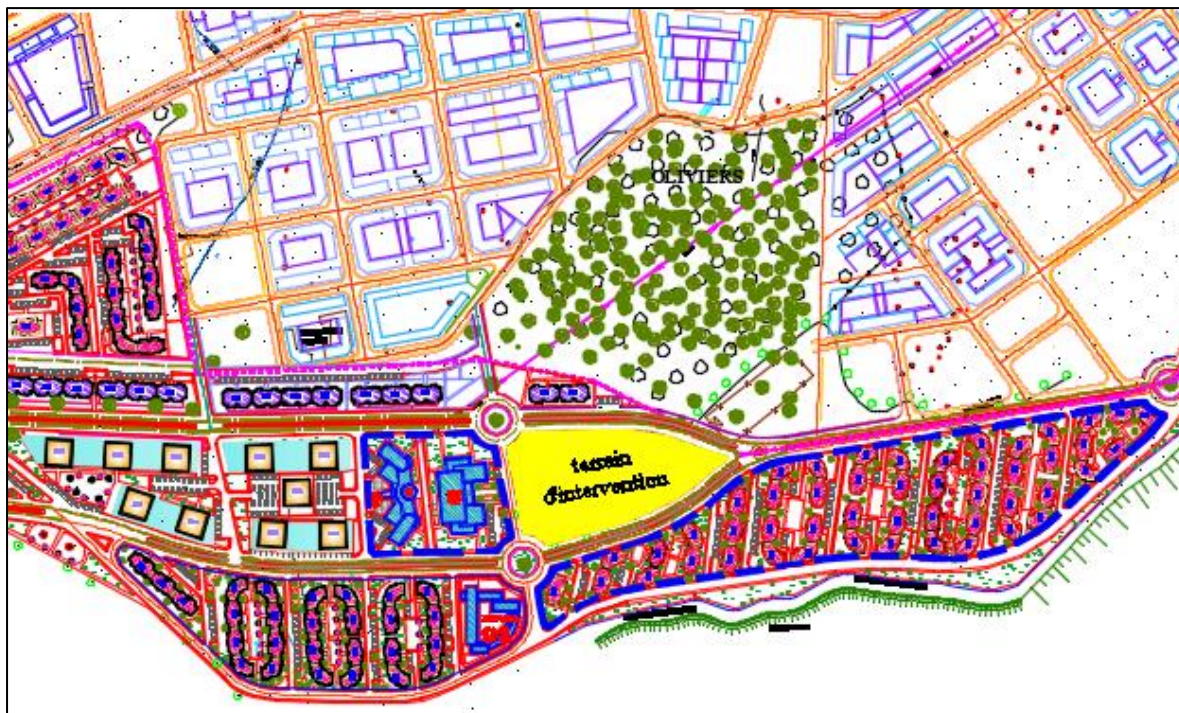
### Dictionnaires :

1. Dictionnaire Larousse, Édition électronique, Paris France, 2007

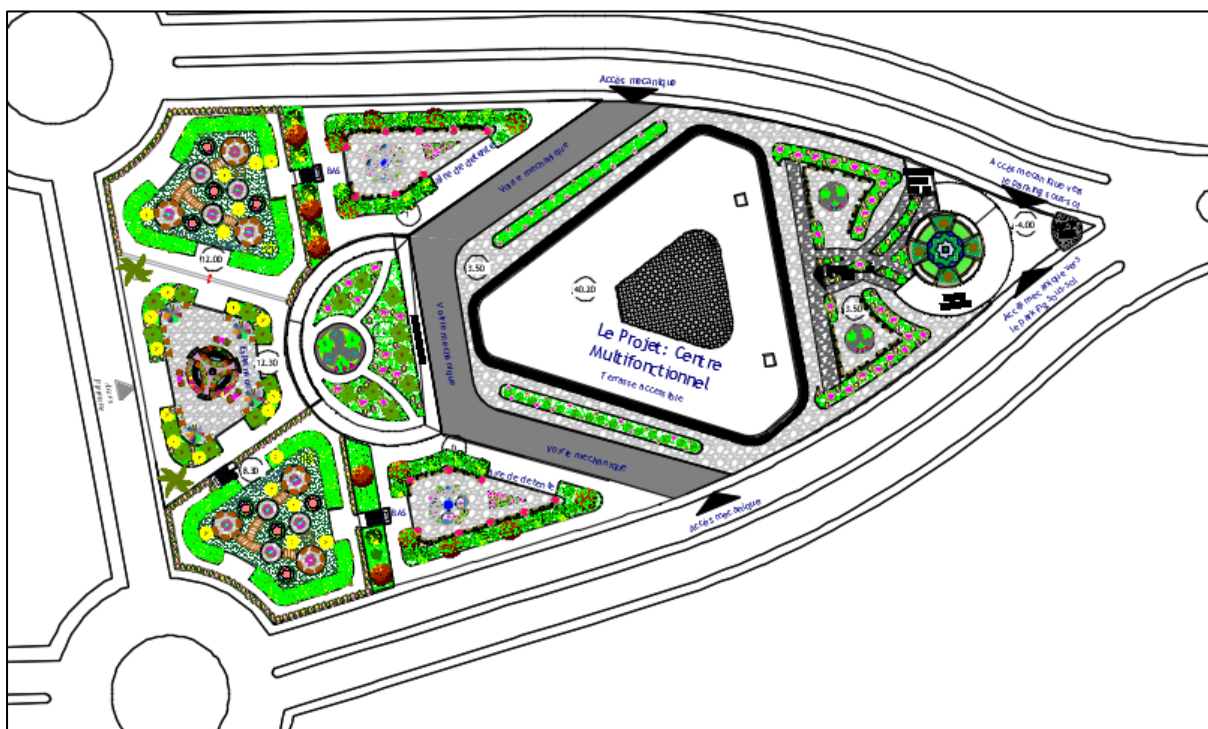
# Annexes



- Le plan de situation :



- Le plan de masse :





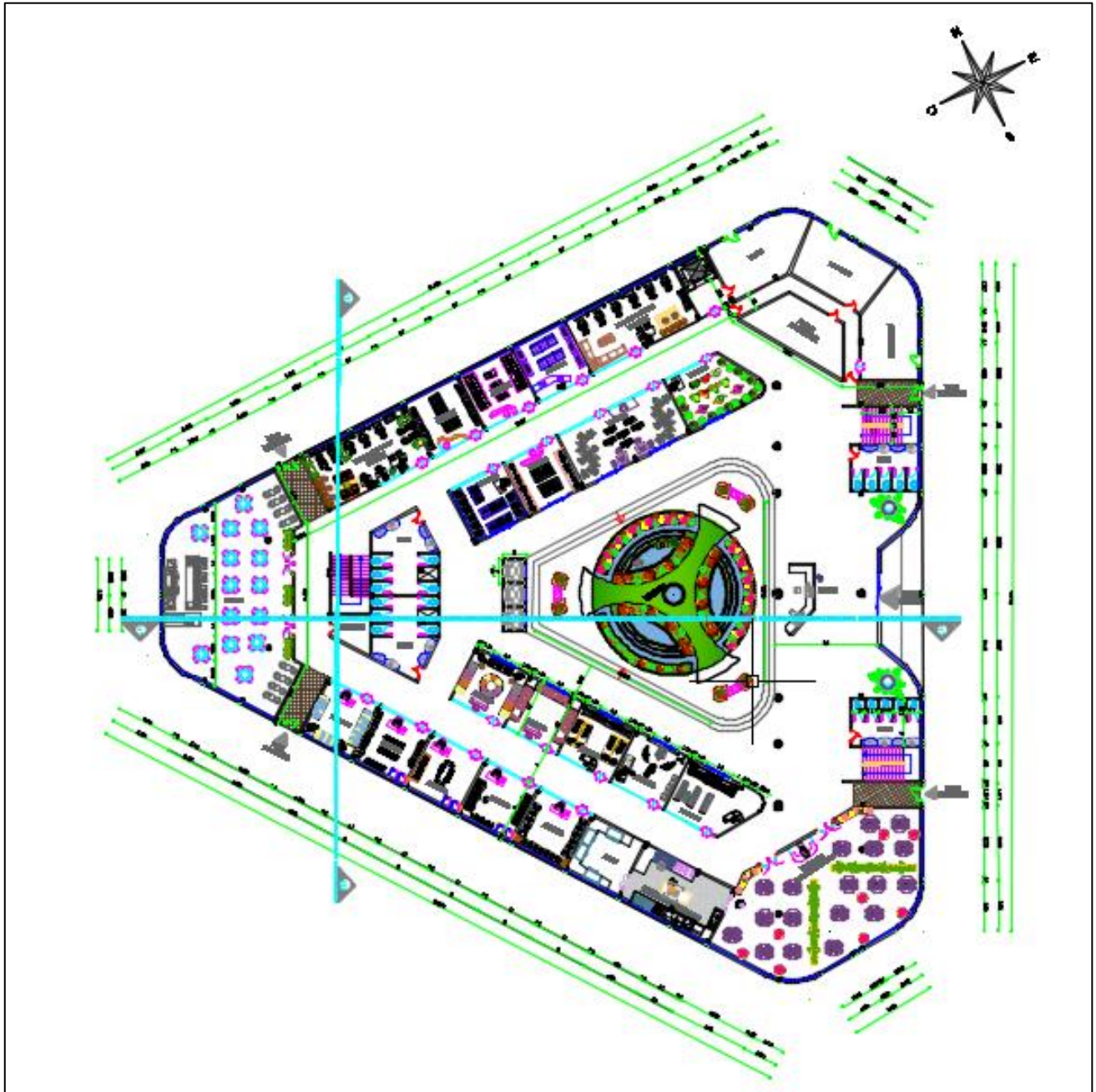
## • Les plans

Le principe de l'organisation verticale de mon projet consiste à placer les zones les plus bruyantes aux niveaux inférieurs, tandis que les espaces moins bruyants sont situés aux étages supérieurs. Cette organisation permet de séparer efficacement les zones d'activité en fonction de leur niveau sonore, assurant ainsi un environnement plus calme et propice aux affaires, au divertissement et à la présentation d'expositions.

### Rdc :

Le rez-de-chaussée est principalement dédié à des boutiques variées, créant un environnement commercial dynamique.

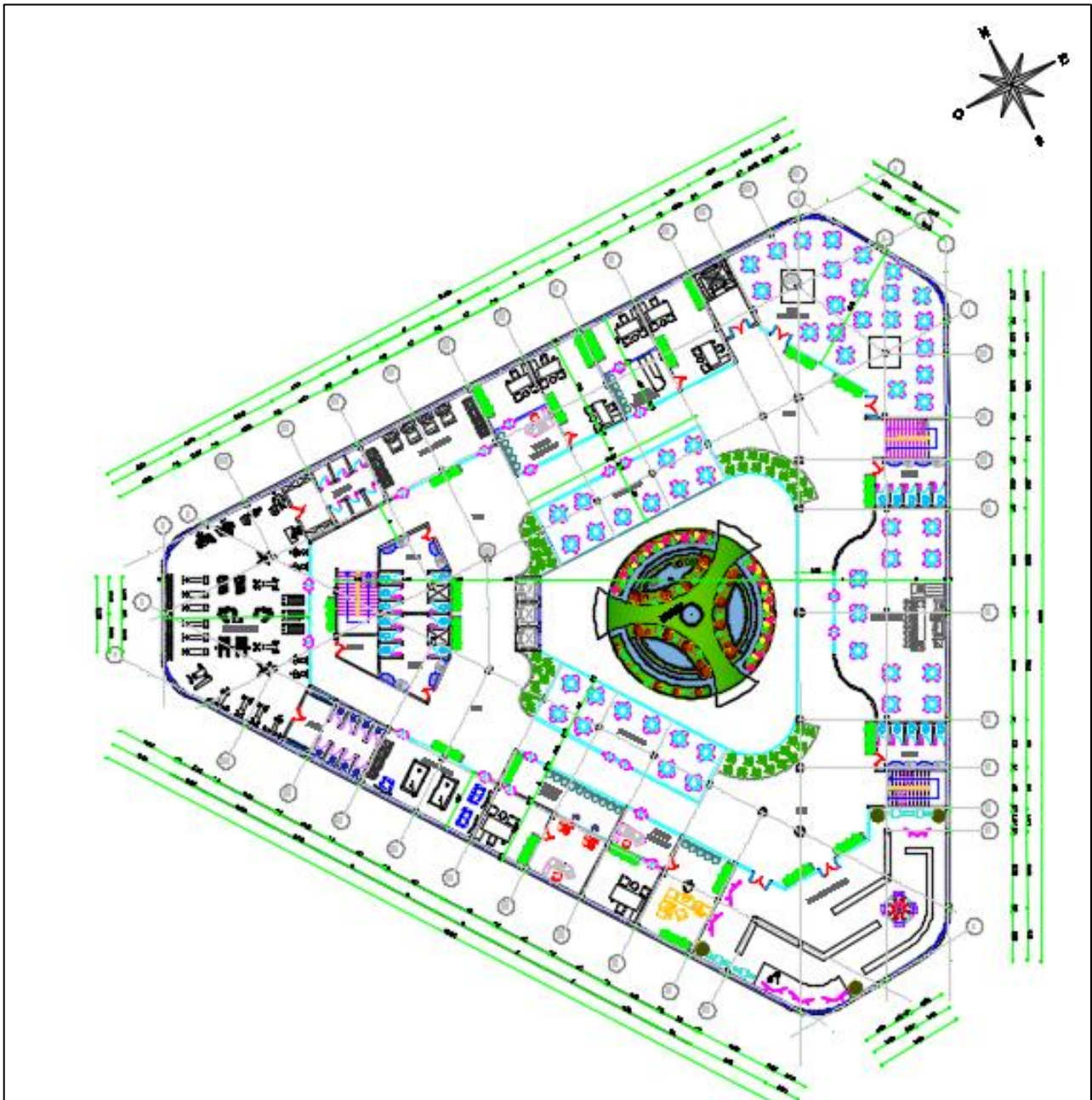
- J'ai placé une grande entrée principale, marquant l'accès avec clarté, qui mène directement à un hall d'accueil central. Cette entrée, conçue pour être accueillante et spacieuse, facilite l'orientation des visiteurs et crée une première impression mémorable.
- J'ai intégré un atrium central avec un jardin intérieur pour apporter une touche de nature et de tranquillité au cœur de l'espace commercial. Cet atrium non seulement améliore l'esthétique mais aussi optimise l'éclairage naturel et la ventilation, contribuant à la création d'un environnement intérieur sain et agréable.
- J'ai placé des accès secondaires sur les côtés du projet. Pour faciliter l'entrée et la sortie du personnel et des livraisons sans perturber le flux principal des visiteurs,
- J'ai disposé les boutiques le long des côtés du rez-de-chaussée, créant ainsi un couloir central qui guide les visiteurs à travers l'espace commercial. Cette disposition linéaire optimise l'utilisation de l'espace et permet une meilleure visibilité pour chaque boutique.
- J'ai placé le restaurant et la cafétéria aux coins du rez-de-chaussée, offrant ainsi des espaces de consommation et de détente pour les visiteurs. Ces emplacements stratégiques permettent de capter le flux des clients tout en offrant des vues agréables vers l'extérieur,
- J'ai assuré une circulation fluide et rapide entre les niveaux grâce à des escaliers et des ascenseurs panoramiques situés à divers points, répondant ainsi aux besoins de tous les usagers.
- J'ai placé Les locaux techniques au troisième coin nord du projet sont conçus pour être directement accessibles depuis l'extérieur.



Rdc

## 1<sup>er</sup> étage

- J'ai conçu le premier étage de manière à accueillir des espaces tels que des agences, des salles de jeux et de sport, ainsi qu'une salle d'exposition et salle événementielle. En privilégiant des activités moins bruyantes par rapport au rez-de-chaussée.
- J'ai également intégré un salon de thé avec des vues panoramiques vers l'atrium, visant à attirer la clientèle et à augmenter les bénéfices financiers du projet.

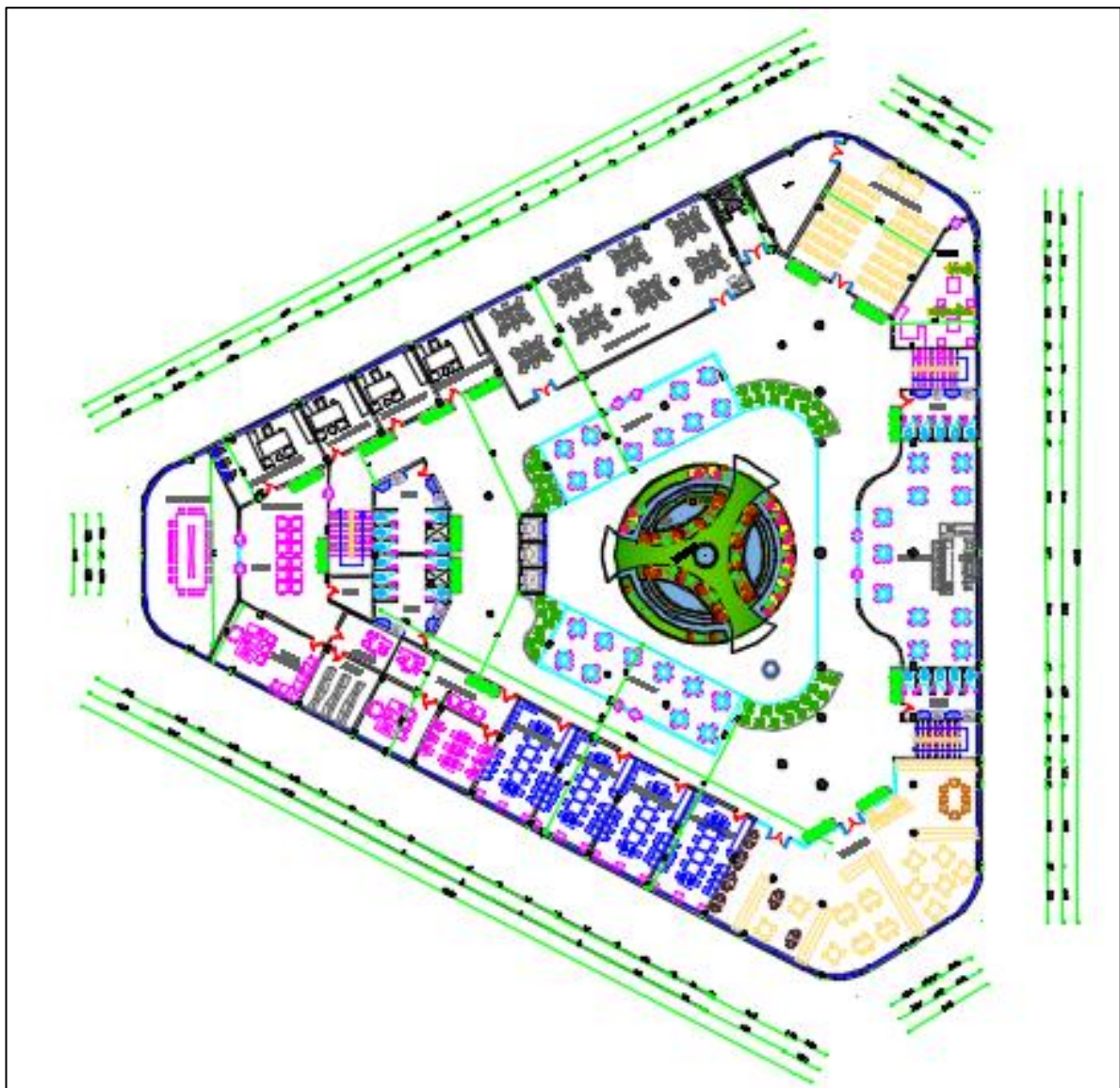


1<sup>er</sup> étage



**2<sup>eme</sup> étage**

- J'ai placé dans le deuxième étage une bibliothèque, des clubs scientifiques, des salles informatiques, l'administration et une salle de conférence. Mon objectif principal était de créer des espaces calmes et culturels. La bibliothèque favorise la recherche et la lecture dans une atmosphère tranquille. Les clubs scientifiques et les salles informatiques sont conçus pour encourager l'apprentissage et la collaboration, offrant un cadre propice à la réflexion. En ajoutant un salon de thé avec vue panoramique pour enrichir l'expérience des visiteurs tout en contribuant à une ambiance apaisante et culturelle dans le projet.

**2<sup>eme</sup> étage**

### 3<sup>eme</sup> étage

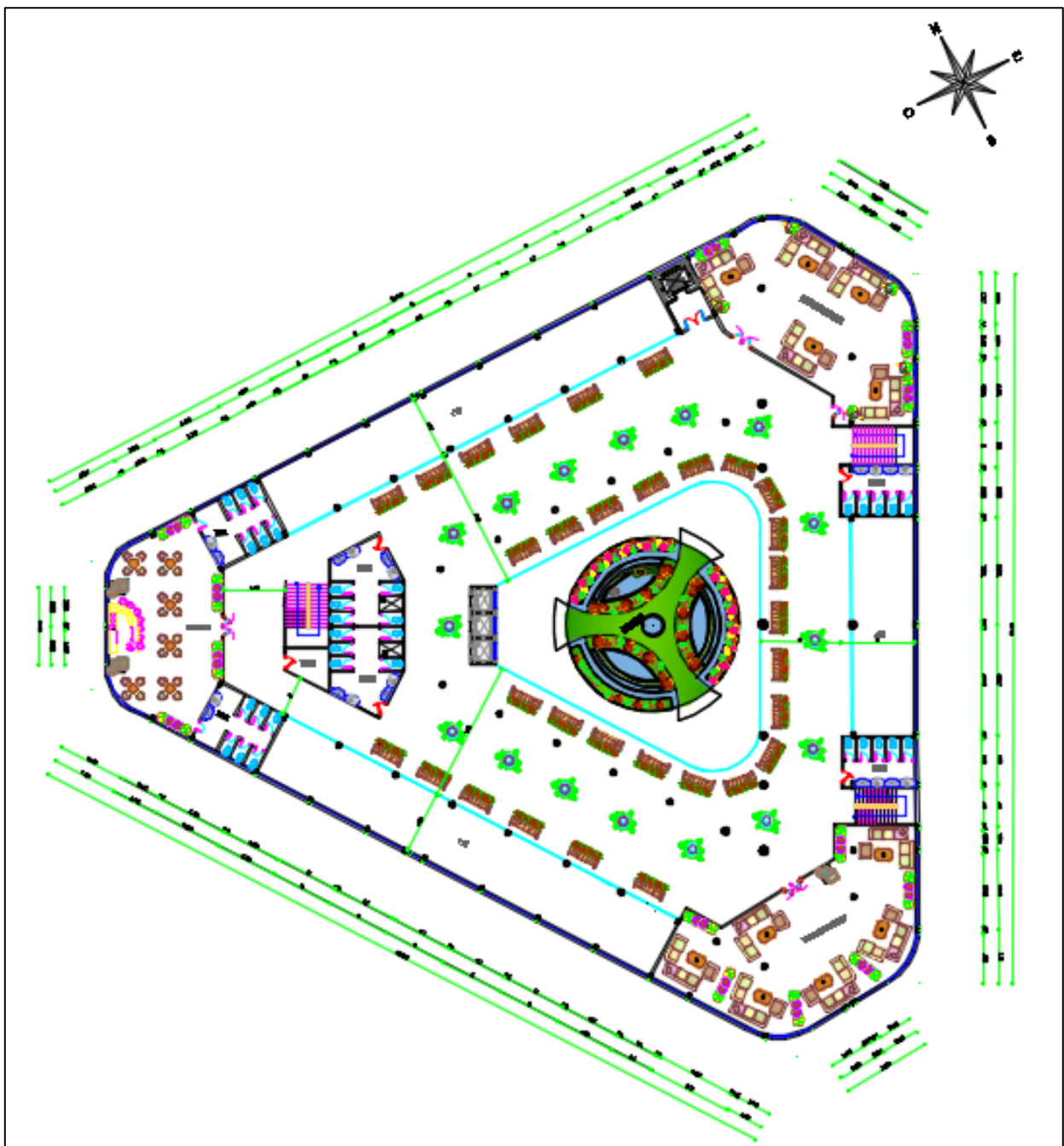
Pour le troisième étage, j'ai aménagé un jardin public avec des espaces de détente ce niveau joue un rôle de doubles fonctions : **la régulation thermique des bâtiments grâce à l'intégration de la végétation**, favorisant ainsi une température agréable à l'intérieur. Ce jardin permet aussi **une ventilation naturelle efficace, contribuant à la circulation d'un air frais et purifié à travers les espaces**. Ainsi, il offre aux clients des zones de détente et de bien-être.



### 3<sup>eme</sup> étage

**4<sup>ème</sup> étage**

- Le quatrième étage, c'est une extension naturelle du troisième étage donc il s'agit d'une jardin avec des balcons qui offrent une vue panoramique sur le niveau inférieur. La grande végétation crée une continuité visuelle entre ces deux niveaux de jardin. Cette disposition marque également la séparation entre les trois niveaux inférieurs et les trois niveaux supérieurs, qui aide à l'isolation sonore tout en enrichissant l'expérience spatiale et visuelle des utilisateurs.

**4<sup>ème</sup> étage**



## 5+6+7<sup>-ème</sup> Étages

J'ai aménagé les trois niveaux restants avec des bureaux et des salles de réunion spécialement conçus pour répondre aux besoins des affaires. Les salles de réunion sont conçues pour offrir des vues panoramiques sur l'atrium, créant ainsi une ambiance lumineuse et ouverte. Les bureaux sont disposés de manière à faciliter le travail collaboratif entre les différentes entreprises, avec des espaces partagés qui encouragent l'interaction et l'innovation.



5+6+7<sup>-ème</sup> Étages

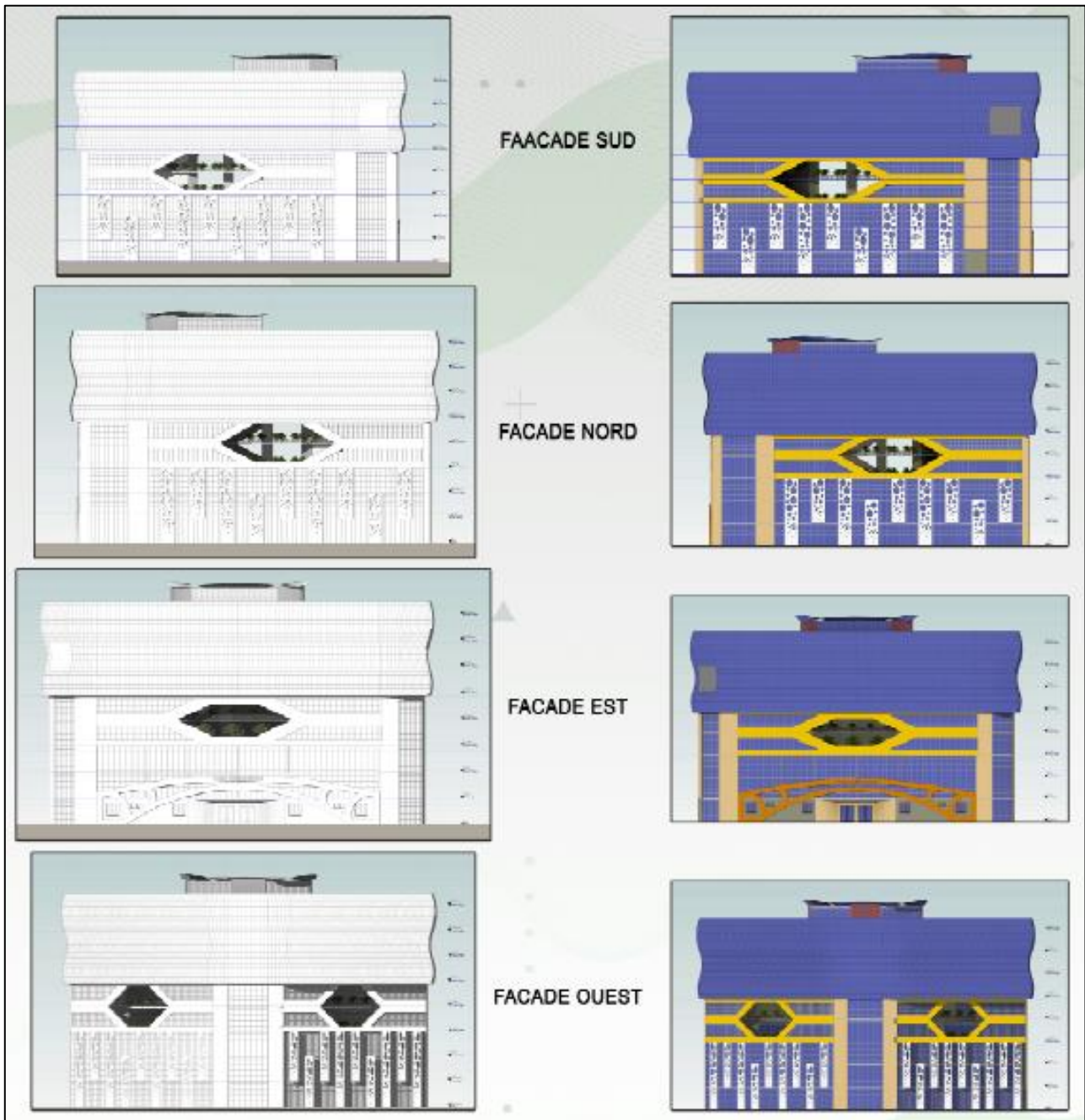


## • Les façades

J'ai conçu Les façades de notre projet de manière écologique, en mettant l'accent sur l'utilisation efficace de la lumière naturelle et la réduction de la consommation énergétique.

### La façade principale :

- En rdc Nous avons intégré un élément accueillant en arc à l'entrée principale pour marquer l'accès.
- J'ai intégré l'utilisation de vitrages photochromiques aux trois niveaux inférieurs, destinés au commerce et aux services, pour maximiser l'éclairage naturel. Ces vitrages ajustent leur teinte en fonction de l'intensité lumineuse extérieure, ce qui permet de réduire la chaleur et la luminosité excessives à l'intérieur tout en minimisant la nécessité de recourir à l'éclairage artificiel.
- Les deux niveaux de jardin sont marqués par une grande baie végétale de forme géométrique, non seulement pour leur esthétique mais aussi pour favoriser la ventilation naturelle à l'intérieur du projet.
- Au trois niveaux supérieurs, nous intégrant une façade à double peau avec des designs spécifiques de formes concaves et convexes. Ces structures permettent une meilleure régulation thermique en optimisant l'effet de serre en hiver et le rafraîchissement de l'air en été, notamment elles réduisent la dépendance aux systèmes de chauffage et de climatisation mécaniques. Ces vitrages sont équipés de cellules photovoltaïques, contribuant à la production d'énergie renouvelable pour le bâtiment.

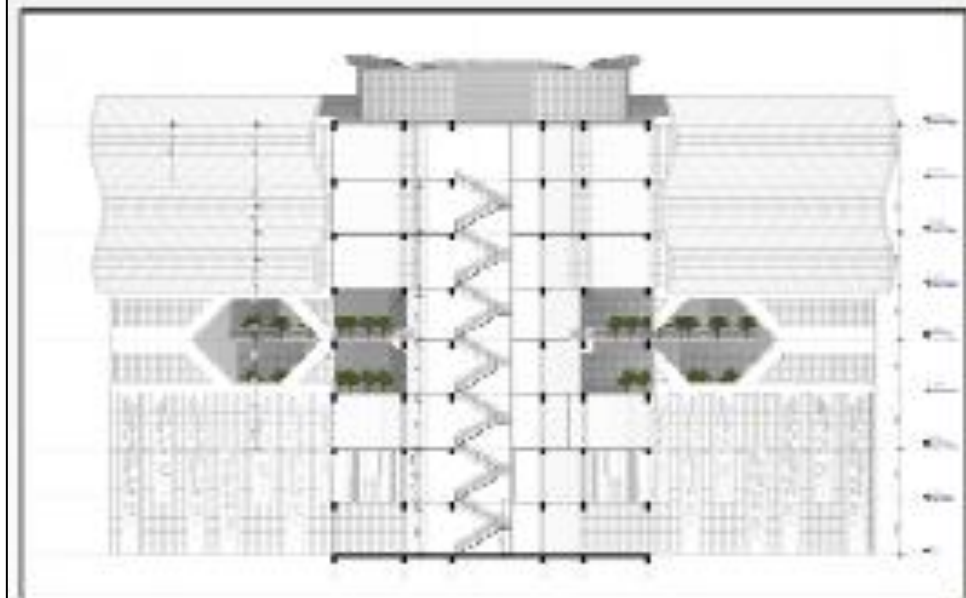


Les façades

- Les coupes



COUPE A-A



COUPE B-B

Les coupes

- Les vues 3d





## • Les aspects bioclimatiques :

### ASPECT BIOCLIMATIQUE ET PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES DU PROJET

La conception de notre projet tient compte les bases de l'architecture bioclimatique. Ces principes se fondent sur un choix judicieux de la forme du projet, de son implantation et son orientation, de la disposition des espaces en fonction des particularités du site. L'objectif est de concevoir une architecture en fonction de la dynamique du climat.

#### 1- LES STRATÉGIE PASSIVES :

##### LA FORME COMPACTE :

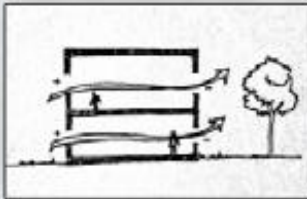
La forme compacte de notre projet joue un rôle crucial dans sa conception bioclimatique. En réduisant la surface exposée aux conditions extérieures, une forme compacte permet de minimiser les déperditions thermiques en hiver et de limiter les gains de chaleur en été. Cette configuration favorise une meilleure gestion de l'énergie, car elle réduit les besoins en chauffage et en climatisation. De plus, une forme compacte facilite une ventilation naturelle efficace et permet une meilleure répartition de la lumière naturelle à l'intérieur des espaces. En optimisant l'utilisation des ressources naturelles et en réduisant l'empreinte énergétique du bâtiment, cette approche contribue à créer un environnement intérieur confortable tout en respectant les principes du développement durable.



##### LE RAFFRAÎCHISSEMENT PASSIF PAR VENTILATION NATURELLE :

La ventilation est l'un des principes les plus importants de l'architecture bioclimatique. Elle permet à la fois de renouveler l'air des locaux pour amener de l'air frais nécessaire à l'évacuation des polluants internes et de la chaleur particulièrement en été. On distingue deux types de ventilation naturelle : celle due à la pression du vent et celle due à la différence de densité (température) entre l'air chaud et l'air froid.

Au sein de notre projet, la ventilation joue un double rôle : la déshumidification de l'air et le rafraîchissement des températures pour qu'elles deviennent plus confortables. Par la suite, l'implantation du projet face aux vents permet de collecter l'air par le biais des façades afin d'aérer et rafraîchir les espaces intérieurs.

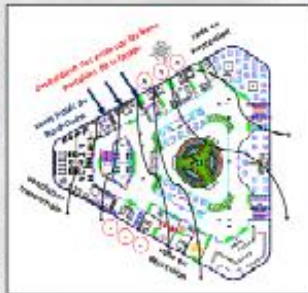


##### LA VENTILATION TRANSVERSALE :

La ventilation naturelle transversale repose uniquement sur le phénomène de convection qui amène le confort d'un bâtiment en créant des courants d'air, c'est à dire en mettant l'air en mouvement sans le moindre consommation d'énergie. La ventilation naturelle est alors essentiellement due à la force du vent.

Ce système est appliqué dans notre projet en vue de sa bonne exposition aux vents Est et Nord-Ouest et sud-est. L'effet du vent sur les ailes provoque des pressions sur les façades opposées et à l'inverse des dépressions sur les façades opposées. Il se crée un écart de pression importante qui a pour conséquence l'apparition d'un débit d'air transversal.

Le même principe se produit au niveau des haut étages du centre où l'air rentre par les ouvertures de la façade en surpression et est évacué par les sorties d'air placées sur la façade en dépression sans qu'il y ait de pertes par effet thermique.

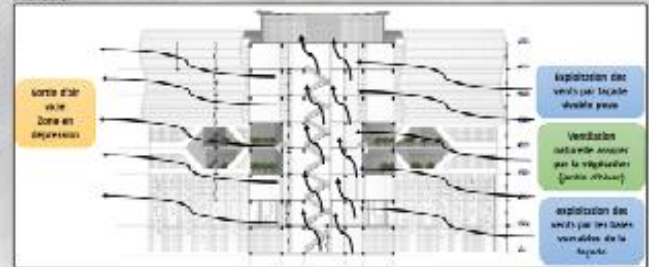


### LE TIRAGE THERMIQUE

Le tirage thermique est dû à la différence de pression engendrée par la différence de densité entre l'air chaud et l'air froid : si l'air chauffe, une dépression se crée dans les zones basses d'un espace et une surpression dans les zones hautes. Si des ouvrants sont placés dans ces deux zones, les ouvrants bas aspireront de l'air extérieur plus frais et les ouvrants hauts expulseront vers l'extérieur de l'air intérieur plus chaud.

Un tirage thermique se produit au niveau de l'atrium, de centre, munie d'offices sur le toit. L'air froid rentre du côté Ouest, rafraîchit les espaces intérieurs. L'air chauffé et vicié est ensuite évacué par les ouvertures disposées au niveau de la toiture vitrée. Le vitrage permet de chauffer davantage l'air et accentue ainsi le phénomène du tirage thermique.

La façade opposée (Est) est rafraîchie par les brises d'été. Ceci participe à garder la fraîcheur dans les espaces intérieurs.



Toit ouvrable permettant l'extraction de l'air chaud vicié

### LA FAÇADE DOUBLE PEAU :

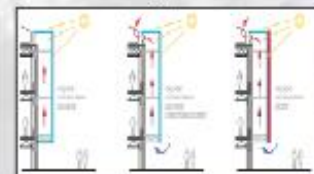


Une façade double peau, peut être utilisée comme procédé de rafraîchissement passif. C'est un espace tampon entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, elle présente une opportunité intéressante pour la création de grandes ouvertures vitrées. En plus d'être un bon isolant phonique, elle diminue les déperditions thermiques, protège contre les intempéries, évite les surchauffes d'été et permet d'économiser l'énergie.

Une façade double peau est disposée au niveau des bureaux faisant face aux vents froids du Nord-ouest. Et chaude du Sud-Est grâce à sa grande surface vitrée elle permet de capter les vents et les redistribuer sur chaque niveau du bâtiment et réduire ainsi la consommation énergétique. En hiver elle permet la protection du bâtiment contre le froid. En été, elle a pour fonction la régulation thermique.

### LA FAÇADE DOUBLE-PEAU POSSÈDE EN OUTRE DE NOMBREUX AVANTAGES :

- Diminution des déperditions thermiques,
- Protection contre les contraintes météorologiques (froid, vent ...),
- Bloquage de la chaleur par effet de serre à l'intérieur de la double peau,
- Évite les surchauffes d'été en limitant l'action du rayonnement direct du soleil,
- Supprime l'effet de paroi froide en hiver,
- Isolation phonique,
- Économie d'énergie en limitant le recours à la climatisation et au chauffage,
- Préchauffage des aménas d'air,
- Utilisation de l'éclairage naturel.





**LES BRISSES SOLEIL :**



La ventilation ne peut être efficace si les rayons solaires obstruent les ouvertures du bâtiment. Il convient donc d'installer des dispositifs tel qu'un défilé de toit ou des persiennes, permettant au soleil de pénétrer au maximum dans le bâtiment en hiver (les rayons solaires sont plus bas) et de les réduire au minimum en été (les rayons solaires sont plus hauts).

Ainsi, l'occupation permet le chauffage du bâtiment en hiver et aux estivations, mais réduit les surchauffes en été. Des brises soleil verticaux ont été placés sur les trois niveaux inférieurs des façades sud et ouest pour éviter les surchauffes en période estivale.

**LES FAÇADES VITRÉES (VITRAGE PHOTOCROMIQUES) :**

Des surfaces vitrées ont été placées sur les façades des trois niveaux inférieurs afin d'offrir un maximum de surfaces de captage des apports solaires en hiver. Ces façades dotées d'un vitrage photochromique. C'est un vitrage bicolore qui passe d'un état clair à un état sombre grâce à un léger courant électrique.



La toiture a une influence sur le confort thermique du bâtiment. Le changement de teinte se fait de manière automatique sous l'effet de capteur ou bien manuellement.



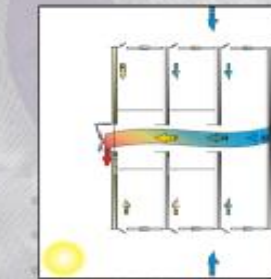
Ce type de vitrage permet d'optimiser de l'énergie en toutes saisons. Sa forme en courbe aide pour limiter la pénétration des rayons solaires en hiver. La chaleur captée permet un chauffage et un chauffage gratuits des espaces intérieurs d'une manière économe et sans consommation énergétique. La toiture est ensuite isolée aux niveaux des planchers d'été pour éviter les pertes de chaleur en hiver. En été, le soleil est plus haut et la toiture permet la production de la chaleur par les surfaces du toit. En été, l'été est un facteur de confort d'été.

**ÉCLAIRAGE NATUREL OPTIMISÉ :**



En concevant les espaces intérieurs pour maximiser l'utilisation de la lumière naturelle à travers des fenêtres en verre. Cela réduit la dépendance à l'éclairage artificiel pendant la journée, réduisant ainsi la consommation d'énergie.

**L'ATRIUM SOLAIRE :**



L'atrium est un espace dans lequel il se passe des échanges d'énergie lumineuse et thermique. Sa conception permet l'éclairage naturel et la pénétration des rayons solaires ce qui fait de lui un espace très agréable. La température d'été est souvent plus chaude qu'à l'intérieur. Lors de la conception de projet, nous avons intégré un atrium recouvert par des volumes vitrés.

En hiver, la lumière vitrée de cette toiture permet de capter et stocker l'énergie solaire. L'atrium agit comme un maximum d'apport solaire, créant un effet de serre à l'intérieur. Ceci permet de la chaleur et de demeurer cette chaleur dans les espaces qui font partie.

À l'inverse, en période estivale, la toiture vitrée s'écure et permet l'évacuation de la chaleur intérieure et de l'air vicié pour attirer naturellement les espaces.

**L'USAGE DE LA VÉGÉTATION :**

Le plan de la qualité architecturale, la végétation constitue une bonne solution pour économiser de l'énergie.

**LA PARTIE JARDIN D'HIVER :**

C'est le cœur du projet, aussi il présente un espace de transition entre les deux parties bureaux et commerce et se développe sur deux niveaux afin de créer un micro climat à l'intérieur du projet, et assurer la ventilation naturelle.

**LE FONCTIONNEMENT DU JARDIN D'HIVER :**

L'intégration d'un jardin d'hiver entre les étages d'un centre d'affaires peut avoir plusieurs impacts positifs sur la ventilation naturelle, le rafraîchissement d'air et le confort thermique, tant en hiver qu'en été.

Cela contribue au confort hygrothermique des espaces intérieurs grâce au renouvellement de l'air vicié.

En hiver, lorsque les fenêtres sont fermées, le jardin d'hiver agit comme un tampon thermique, réduisant la chaleur et empêchant les courants d'air froid de pénétrer dans le bâtiment.

En été, la ventilation naturelle est favorisée en ouvrant les fenêtres du jardin d'hiver, permettant à l'air frais de circuler à l'intérieur.

Pour maximiser les avantages de l'intégration d'un jardin d'hiver, il est important de prendre en compte son orientation par rapport au soleil, sa capacité à capter la chaleur et à stocker l'énergie.

En résumé, l'intégration d'un jardin d'hiver entre les étages d'un centre d'affaires améliore la ventilation naturelle, le rafraîchissement d'air et le confort thermique des occupants, tout en contribuant à des économies d'énergie et à une meilleure durabilité environnementale du bâtiment.

**LES MATÉRIAUX ÉCOLOGIQUES :**

**Le béton cellulaire**  
Briques de terre crue  
Peinture écologique à base de lait de chaux  
Le COV (composés organiques volatils)



**2- LE SYSTÈME ACTIF :**

**INTÉGRATION DES PANNEAUX SOLAIRES :**

On oriente vers le sud aussi des cellules photovoltaïques dans le vitrage de projet.

Les panneaux solaires hybrides permettent de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur. Placés sur le toit, ces panneaux sont constitués de capteurs thermiques sur lesquels reposent des cellules solaires photovoltaïques. Ces dernières transforment le rayonnement solaire en électricité, tandis que les cellules thermiques récupèrent la chaleur émise par le soleil grâce à un fluide caloporteur intégré par un échangeur ou grâce à un collecteur d'air chaud.

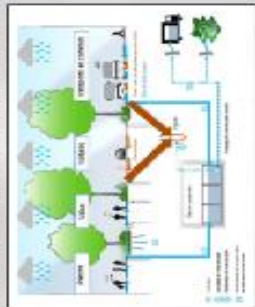
**3- LA GESTION ÉCOLOGIQUE DU PROJET :**

**LA GESTION DES DÉCHETS PAR LE TRI SÉLECTIF**



Ces systèmes de tri sélectifs seront disposés dans plusieurs entrées du site.

**LA RÉCUPÉRATION DES EAUX PLUVIALES :**



Récupérer l'eau de pluie est un éco-geste facile à mettre en place. Il permet d'économiser l'eau payante et donc de consommer de manière équilibrée les ressources naturelles.

**DÉTAILS CONSTRUCTIFS :**

**CHOIX DU SYSTÈME CONSTRUCTIF :**

Le choix du système constructif de notre projet dépend de plusieurs facteurs, environnementaux, fonctionnels et esthétiques. On a voulu développer un concept de durabilité, fluidité, flexibilité et légèreté, pour concevoir un bâtiment durable et innovant. Le système constructif le plus adapté, qui répond à ces exigences structurelles et spatiales est : « La structure en béton armé ».

La structure en béton armé est utilisée dans les bâtiments ayant des formes peu inhabituelles ou les centres d'affaires. Cette structure présente l'avantage d'être économique en plus de sa stabilité permanente.

**CONCLUSION**

Nous avons essayé à travers cette prestation de répondre aux objectifs que nous nous sommes fixés : réaliser un projet économe pour le site de Guérande et le pays, tout en répondant aux exigences des plans de l'État. Nous espérons offrir à Guérande une nouvelle image et offrir son rôle économique avec une approche moderne.

Cela nous a permis de proposer des solutions aux problématiques architecturales, techniques et budgétaires liées à la conception des centres d'affaires et à leur intégration au site. Cette démarche nous a permis de travailler et d'approfondir nos connaissances dans les domaines de l'architecture et du design.

Pour conclure, il est important que notre intervention n'est ni le début, ni la fin, ni le meilleur, ni l'unique façon d'agir ; elle représente simplement une réponse à un contexte et à un programme donné.