



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

# MÉMOIRE DE MASTER

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

---

Présenté et soutenu par :  
BAHI AMEL

Le : dimanche 26 juin 2022

**Le Thème : L'évaluation Des impacts Environnementaux  
Durant Le Cycle De Vie De Bâtiment, Pour Une Meilleur  
Maitrise Energétique. Cas Des Zones Arides**

**Le projet : POLY CLINIQUE**

---

## Jury

Mme	Lynda Benchikha	MCB	Université de Biskra	Président
Mr	Djihed Berkouk	MCB	Université de Biskra	Examineur
Mr	Dakhia azzeddine	MCB	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2021 - 2022



## **Remerciment :**

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce travail. Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr DHKIA AZZEDDINE

On voudrait également remercier les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour toutes leurs remarques et critiques,

Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidé et soutenu de près ou de loin.

# Dédicace :



Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents,

de mon soutien et ma source de puissance Mon mari «Faouzi»

Mes petits anges « Dhaker .Mohammed Elaid »

Mes chères soeurs , Mes chers frères

Ma belle famille

Tous les amis

Tous les collègues Tous ceux qui me sont chers et proches

**BAHI AMEL**



# SOMMAIRE

Remerciement

Dédicace

Résumé

ملخص

## CHAPITRE 01: INTRODUCTIF

Introduction générale.....	01
Problématique de recherche.....	01
Hypothèse de recherche.....	01
L'objectif de la recherche .....	01
Méthodologie de recherche .....	01
Structure de mémoire.....	02

## CHAPITRE 02: ANALYSE DE CYCLE DE VIE

1-Introduction.....	03
2-Définition de l'ACV.....	03
3- L'historique de l'ACV .....	03
4- L'ACV et le concept du cycle de vie .....	05
5- Les usages de l'acv dans le secteur de la construction.....	05
6-Cadre méthodologique de l'AVC .....	06
7-Les étapes d'une ACV .....	07
8-l'Analyse en Cycle de Vie du bâtiment .....	08

## **CHAPITRE 03: Etat de l'art**

<b>Introduction .....</b>	<b>10</b>
<b>1. Le développement durable.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Historique .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2. Le développement durable et ses démarches .....</b>	<b>11</b>
<b>2.L'évaluation des bâtiments .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. L'évaluation .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Types d'évaluation .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.1. Evaluation d'impacts associée au processus .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.2. Evaluation cumulative d'impacts .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.3. Evaluation de cycle de vie .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3. Méthodes d'évaluation .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1. Le benchmarking .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.2. Les audits .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.3. Post Occupancy Evaluation .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.4. Empreinte écologique .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.5. Liste de contrôle .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.6. Méthode d'Analyse de Cycle de Vie ACV .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Les expériences antérieures de l'Analyse de cycle de Vie de bâtiments .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Influence de l'enveloppe sur la demande énergétique des bâtiments .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Economie de l'énergie par l'isolation des bâtiments dans les pays chauds .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Amélioration des bâtiments par les dispositifs d'ombrage .....</b>	<b>17</b>
<b>4. Les outils de l'Analyse de cycle de Vie de bâtiments .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1. Des logiciels d'agrégation pour les ouvrages .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.1. ELODIE .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.2. TEAM™ Bâtiment .....</b>	<b>18</b>

4.1.3. EQUER .....	19
4.2. Synthèse et analyse des outils existants.....	21
Conclusion .....	22

## **CHAPITRE 04: Problématiques Energétiques des Bâtiments**

1.Introduction.....	23
2.Aperçu historique.....	24
3. L'efficacité énergétiques et le développement durable.....	24
4. L'influence du bâtiment sur son environnement .....	24
4.1. La maitrise des impacts sur l'environnement extérieur .....	25
5. Emissions des gaz à effet de serre des bâtiments .....	25
6. Caractéristiques des bâtiments respectant l'environnement .....	25
7. Bâtiments actifs .....	26
8. Outils d'évaluation dans la conception énergétique des bâtiments .....	28
9. Exigences de performance du bâtiment .....	29
9.1. Réglementations Thermiques des bâtiments .....	29
9.2. Application de la Réglementation Thermique.....	30
9.2.1. La réglementation Thermique des bâtiments en Italie.....	30
9.2.2. La réglementation Thermique des bâtiments en france.....	30
10. Labels et certifications pour l'efficacité énergétiques des bâtiments.....	31
10.1. La démarche Passiv'haus.....	31
10.2. BBC Effnergie .....	32
10.3. La démarche Minergie.....	33
10.3.1. Le label Minergie.....	33
10.3.2. Le bâtiment à basse consommation .....	34
10.3.3. Maitrise d'énergie et Efficacité énergétique .....	34
10.4. La norme Réglementation Thermique RT 2005.....	34

10.5. La norme Réglementation Thermique RT 2012.....	35
10.6. La norme BBC – bâtiment basse consommation.....	35
10.7. La Haute Qualité Environnementale HQE.....	35
10.8. LEED .....	35
10.9. BREEAM .....	35
11. Performances thermiques et efficacité énergétiques des bâtiments .....	36
12. Les certificats d'économie d'énergie de bâtiment.....	36
13. L'audit énergétique de bâtiment.....	36
14. Bilan thermique d'un bâtiment.....	36
14.1. Conduction à travers l'enveloppe .....	36
14.2. Renouvellement de l'air.....	36
14.3. Gains solaires à travers les vitrages .....	36
14.4. Gains internes.....	37
14.5. Sources d'énergie.....	37
15. Calcul du bilan énergétique du bâtiment .....	37
15.1. Diagnostic de performance énergétique DPE du bâtiment.....	37
15.2. Les étiquette Energie et Climat .....	37
15.2. 1. Etiquette Energie .....	37
15.2.2 Etiquette Climat .....	37
16. Critères de Performances énergétiques des bâtiments .....	37
16.1. Le coefficient de transmission thermique d'une paroi U.....	38
16.2. Le coefficient de transmission thermique d'un matériau $\mu$ en W/mK...38	
16.3. Le niveau d'isolation thermique globale d'un bâtiment K.....	38
16.4. Le niveau de consommation annuelle d'énergie E.....	38
Conclusion .....	40

## **CHAPITRE 05: La santé**

<b>Introduction .....</b>	<b>41</b>
<b>1-la santé .....</b>	<b>41</b>
<b>1-1-Définition de la santé.....</b>	<b>41</b>
<b>1-2. Evolution de la santé .....</b>	<b>41</b>
<b>1-3. Organisation mondiale de la santé OMS .....</b>	<b>42</b>
<b>2- La santé en Algérie .....</b>	<b>42</b>
<b>2-1. Evolution du système sanitaire de 1830 – 1962.....</b>	<b>42</b>
<b>2-2. Evolution du système sanitaire après 1962.....</b>	<b>43</b>
<b>2-3. Principes directeurs de l'organisation du système de santé national après 1992....</b>	<b>43</b>
<b>2-4. Organisation de la structure sanitaire.....</b>	<b>44</b>
<b>3-Typologie d'établissement sanitaire.....</b>	<b>44</b>
<b>4-Les polycliniques .....</b>	<b>45</b>
<b>4-1.Définition spécifique .....</b>	<b>45</b>
<b>4 -2. Les différents services .....</b>	<b>45</b>
<b>4-3.Définitions des services .....</b>	<b>46</b>
<b>5- Analyse des exemples.....</b>	<b>49</b>
<b>5-1. Polyclinique Kéraudren à Brest, France .....</b>	<b>50</b>
<b>5-2. Polyclinique Saint-come.....</b>	<b>52</b>
<b>5-3. PolycliniqueEL-Alia.....</b>	<b>55</b>

## **CHAPITRE 06: Cas d'etude**

<b>1-Présentation de la wilaya d'El-oued .....</b>	<b>60</b>
<b>Limites de la Wilaya.....</b>	<b>60</b>
<b>1-1-Relief .....</b>	<b>60</b>
<b>1-2- Région du Souf</b>	

<b>1-3- Erg .....</b>	<b>60</b>
<b>1-4- Oued Righ .....</b>	<b>60</b>
<b>1-5- Région de dépression.....</b>	<b>60</b>
<b>1-6- La Bande Frontalière .....</b>	<b>60</b>
<b>1-7- Le Climat .....</b>	<b>60</b>
<b>2- ANALYSE DE SITE .....</b>	<b>61</b>
<b>L'entourage de terrain .....</b>	<b>62</b>
<b>La forme de terrain de terrain .....</b>	<b>63</b>
<b>L'accessibilité de terrain .....</b>	<b>63</b>
<b>Le vent .....</b>	<b>64</b>
<b>L'ensoleillement .....</b>	<b>65</b>
<b>Les entrés.....</b>	<b>66</b>

# Résumé

**Le développement durable nécessite des méthodes et des outils pour mesurer et comparer les impacts environnementaux des activités humaines pour divers produits (biens et services). Fournir à la société des biens et des services contribue à un large éventail d'impacts environnementaux. Les impacts environnementaux comprennent les émissions dans l'environnement et la consommation de ressources ainsi que d'autres inventions telles que l'utilisation des terres, etc. Afin de créer un bâtiment respectueux de l'environnement, les impacts environnementaux de toute la durée de vie doivent être connus.**

**Il a été observé que la phase d'exploitation à elle seule contribue pour plus de 50% aux GES à ignorer. Il existe maintenant un besoin de trouver d'autres moyens de concevoir des bâtiments pour un avenir durable.**

**L'analyse du cycle de vie est présentée depuis le début des années 2000 comme un outil de développement durable. Il s'agit d'une analyse multicritères et non pas d'une analyse se basant sur un seul point de vue qui bien sûr serait choisi à l'avantage de celui qui commande l'évaluation. En effet, non seulement différents impacts environnementaux sont envisagés, mais on mesure aussi l'apport de matières premières et la consommation d'énergie. La vision n'est donc pas à la seule question des pollutions mais s'étend aussi à la gestion des ressources.**

## **Les mots clés:**

Évaluation des impacts environnementaux ;Analyse de cycle de vie de bâtiment;

Maitrise énergétique.

## Liste de figure

N° des figures	Désignation	Source	Pages
01	arbre de processus et principales étapes du cycle de vie d'un produit	<a href="https://www.researchgate.net">https://www.researchgate.net</a>	03
02	Historique et évolution de l'ACV	INTRODUCTION A L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE JULIE ROIZ VALBIOM	04
03	étapes du cycle de vie d'un produit	<a href="https://www.researchgate.net">https://www.researchgate.net</a>	05
04	étapes du cycle de vie d'un bâtiment	<a href="https://www.researchgate.net">https://www.researchgate.net</a>	05
05	Cadre méthodologique pour conduire une analyse de cycle de vie(ISO2006a)	Introduction à l'Analyse de Cycle de Vie ADEME 2005	06
10	les 3 piliers du développement durable		11
11	Types d'évaluations		13
12	Chaînage des entrées/sorties entre les outils d'évaluation		20
13	Les trois dimensions du concept de la durabilité	Auteur 2017.	27
14	Dimensions du concept de la durabilité appliqué à la conception énergétique du bâtiment	Velazquez, 2015.	29
15	Schématisation des principes de la conception d'une maison passive	Passivhaus, 2007	32
16	Exigence des standards Minergie® et Minergie-P.	Minergie, 2007.	33
17	Transmission thermique de la paroi de bâtiment.	<a href="http://www.energieplus.be">www.energieplus.be</a>	38
18	polyclinique de Kéraudren	<a href="https://www.researchgate.net">https://www.researchgate.net</a>	50
19	polyclinique de Kéraudren	<a href="https://www.researchgate.net">https://www.researchgate.net</a>	50
20	polyclinique de Kéraudren	<a href="https://www.researchgate.net">https://www.researchgate.net</a>	50
21	polyclinique de Kéraudren	<a href="https://www.researchgate.net">https://www.researchgate.net</a>	

# ملخص

تتطلب التنمية المستدامة أساليب وأدوات لقياس ومقارنة الآثار البيئية للأنشطة البشرية على مختلف المنتجات (السلع والخدمات). يساهم تزويد المجتمع بالسلع والخدمات في مجموعة واسعة من التأثيرات البيئية. تشمل التأثيرات البيئية الانبعاثات في البيئة واستهلاك الموارد بالإضافة إلى الاختراعات الأخرى مثل استخدام الأراضي ، إلخ. من أجل إنشاء مبنى صديق للبيئة ، يجب معرفة التأثيرات البيئية مدى الحياة.

وقد لوحظ أن مرحلة التشغيل وحدها تساهم في تجاهل أكثر من 50% من غازات الدفيئة. هناك حاجة الآن لإيجاد طرق أخرى لتصميم المباني من أجل مستقبل مستدام.

تم تقديم تحليل دورة الحياة منذ أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين كأداة للتنمية المستدامة. إنه تحليل متعدد المعايير وليس تحليلاً قائماً على وجهة نظر واحدة سيتم اختيارها بالطبع لصالح من يأمر بالتقييم. في الواقع ، لا يتم أخذ التأثيرات البيئية المختلفة في الاعتبار فحسب ، بل يتم أيضاً قياس مدخلات المواد الخام واستهلاك الطاقة. ولذلك فإن الرؤية ليست فقط لمسألة التلوث بل تمتد أيضاً إلى إدارة الموارد

## الكلمات المفتاحية:

تقييم الآثار البيئية ، دورة حياة المبنى ، التحكم في الطاقة

## I Introduction générale:

Depuis quelques années, de nouvelles approches scientifiques ont vu le jour pour permettre la transition vers des modes de consommation et de production durables. Parmi les méthodes proposées, se trouvent des approches basées sur un nouveau paradigme\* : la « pensée cycle de vie ». Elle se définit comme une pratique de l'utilisation efficace des ressources, qui intègre la prise en compte de toutes les conséquences (environnementales, économiques, sociales...), propres à un produit ou à un service, depuis l'extraction de matières premières, jusqu'à l'élimination finale, afin d'en réduire les impacts néfastes. La pensée cycle de vie s'appuie sur une « boîte à outils » appelée « gestion du cycle de vie », laquelle contient des approches complémentaires dont, entre autres, « l'analyse du cycle de vie » (ACV\*) et « l'écoconception\* ». Leur application permettra d'éviter que l'impact environnemental soit déplacé d'une étape du cycle de vie à une autre, d'une région du monde à une autre et d'un type d'impact environnemental, comme le changement climatique, à un autre, comme la pollution des eaux.

## II Problématique :

-Comment réaliser le maitrise énergétique d'un bâtiment au climat chaud pour réduire les impacts environnementaux à travers la stratégie de l'analyse de cycle de vie ?

## III Hypothèse :

L'analyse de cycle de vie est un stratégie permettant l'évaluation de performance énergétique et les impacts environnementaux.

## IV Les objectifs:

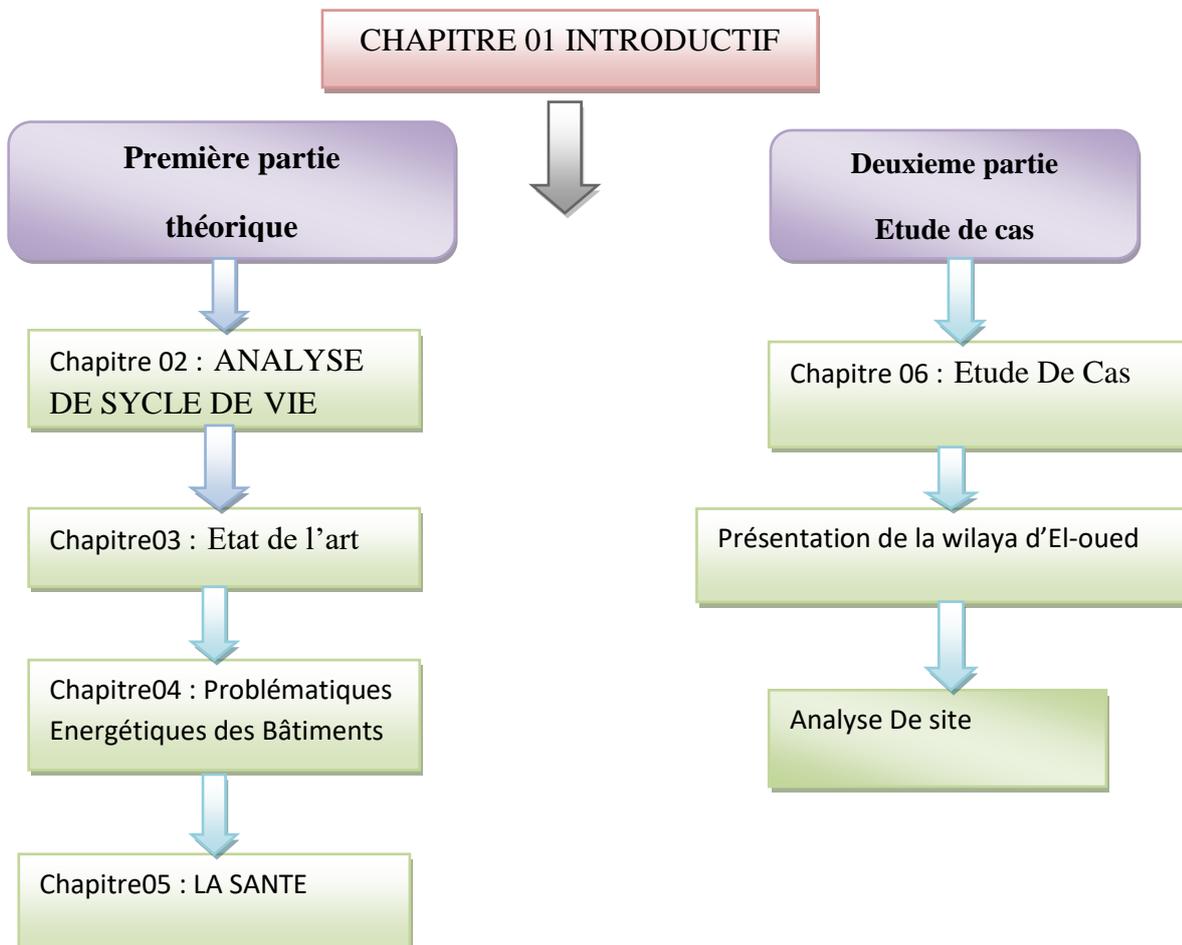
- 1- utilise la méthode d'analyse de cycle de vie dès l'étape de conception afin d'arriver à une vrais construction durable sans impacts environnementaux aigues.
- 2-lier les enjeux du choix des matériaux de construction utilisés dans un bâtiment et leur empreint carbone .
- 3- Ajouter à la stratégie de construction durable des certitudes qui aident à la prise de décisions avant l'étape d'exécution.
- 4-Utiliser les energies renouvelables

## V Méthodologie:

- 1- Les références thématiques ainsi que des études analytiques dans le domaine d'ANALYSE DE CYCLE DE VIE.
- 2-Les références thématiques et collecte des données concerne les méthodes d'évaluation environnementale.
- 3- Les references techniques et analytiques concernant les applications d'analyse de cycle de vie de bâtiments.

## I Structure de mémoire:

Ce mémoire est présenté dans six chapitres, précédés par une introduction et se termine par une conclusion. Une partie théorique constituée de cinq chapitres sur les connaissance des recherche dans le' domaine.



## 1-Introduction:

En accord avec l'organisation internationale de normalisation(ISO), L'ACV définit comme une "Méthode analytique pour la modélisation de l'impact environnemental d'un produit, bien ou service. Elle consiste à compiler et évaluer des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie (ISO,2006a)

## 2- L'Analyse de Cycle de Vie :

est un outil efficace pour l'évaluation des impacts environnementaux des systèmes étudiés, en se reposant sur une méthodologie spécifique qui considère les impacts de façon globale (de façon non localisée) et sur la durée de vie totale de l'objet de l'étude. Cette approche constitue un outil pertinent d'aide à la conception et à la décision .

**L'ACV** est une méthodes standardisée et un modèle de transformations mathématiques permettant de convertir des flux d'énergie et de substances chimiques en impacts environnementaux potentiels. L'ACV d'un produit, d'un service ou d'un système prend en compte un ensemble de processus élémentaires découlant de l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie de l'objet étudié . Ceci est réalisé en effectuant la sommation des flux entrants et sortants du système étudié.

Une ACV complète est dite du " berceau au tombeau " (gradl to grave) ,lorsqu'elle inclut l'ensemble du cycle de vie . Par exemples, on parlera d'une étude du "berceau à la porte" (gradle to gate) lorsque celle-ci inclut uniquement les étapes d'extraction et de transformation d'un produit , jusqu'à la sortie de l'usine de fabrication.

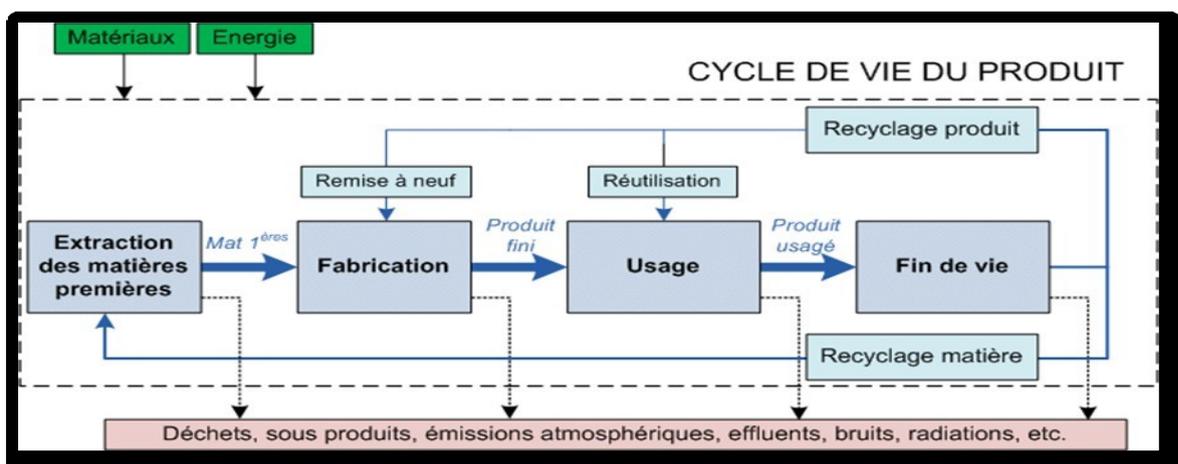


Figure01: -arbre de processus et principales étapes du cycle de vie d'un produit source: <https://www.researchgate.net>

## 3-L'historique de L'ACV:

C'est une approche qui se développe, notamment depuis les années 1960 en Europe du Nord, basée sur le fait que tout produit et process ont un impact sur l'environnement, qu'il s'agisse de production de biens ou de service. Les motivations de l'entreprise qui y souscrit peuvent être variées : soucis de rentabilité pour les actionnaires, image tant interne qu'externe de l'entreprise (que la croissance des

préoccupations de type « responsabilité sociale et environnementale des entreprises » tend à renforcer), plaisir de mieux faire et de répondre à une demande sociale en faveur d'un développement plus durable et soutenable, volonté de se prémunir contre des plaintes liées à des pollutions induites par un produit non écoconçu, qualité des produits et des process (moins ils comportent de déchets lors de la production, et plus le process peut être économe, s'il a été pensé ab initio ainsi), réponse à la croissance structurelle des coûts de matières premières non renouvelables. En effet, la pollution ignore les frontières et donne par conséquent une dimension internationale aux questions environnementales. La conférence de RIO en 1992, le protocole de Kyoto en 1997 marquent des prises de conscience de la communauté internationale sur la nécessité d'agir pour limiter les impacts environnementaux des activités économiques. Dès 1992 la prise en compte de l'environnement dans le développement économique s'est inscrite dans le cadre plus général du développement durable. La conférence de Johannesburg de juin 2002 a confirmé cette logique en consacrant l'environnement comme l'un des piliers du développement durable, aux côtés des piliers économique et social. En 2007, le Grenelle de l'environnement a donné une autre dimension aux problèmes environnementaux en réunissant l'Etat et les représentants de la société civile afin d'impulser une dynamique collective et une mobilisation de la société française. Enfin, suite aux négociations de Cancun en 2010, les initiatives liées au changement climatique sont nombreuses. De plus, l'Union Européenne maintient son engagement à diminuer de 20 % par rapport à 1990 ses émissions de GES à l'horizon 2020. Le gouvernement français y participe et s'est engagé à diviser par 4 ses émissions à l'horizon 2050.

De même la nouvelle Stratégie Nationale du Développement Durable (SNDD) (2010- 2013), cohérente avec la stratégie européenne (SEDD), fixe des objectifs et prévoit que des indicateurs permettent d'en évaluer les résultats. Quinze indicateurs phares sont directement associés aux neuf défis stratégiques identifiés parmi lesquels peuvent être cités : consommation et production

durables, changement climatique et énergies, biodiversité et ressources naturelles. L'objectif est de s'orienter vers une économie verte compétitive.

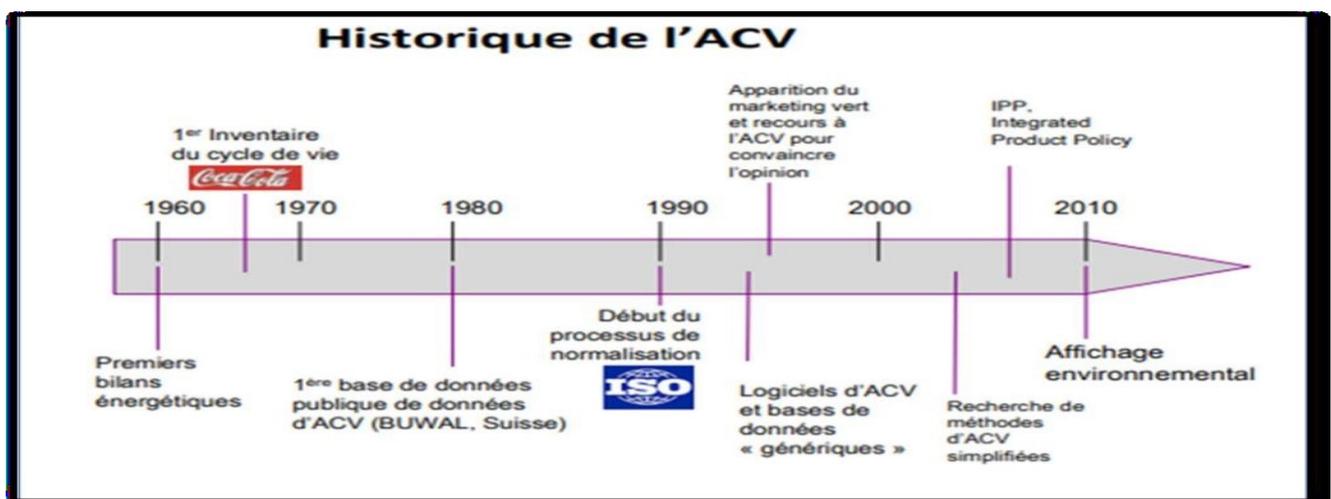


Figure02: Historique et évolution de l'ACV

Source: INTRODUCTION A L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE JULIE ROIZ VALBIOM

### 4-L'ACV et le concept du cycle de vie :

L'ACV s'insère dans un cadre de réflexion large qui est celui du concept ou de la pensée du Cycle de vie (life cycle thinking) (UNEP,2007), la pensée Selon l'UNEP (2007), la pensée du cycle de vie économiques, sociaux et environnementaux sont pris en compte pendant tout le cycle de vie d'un produit.

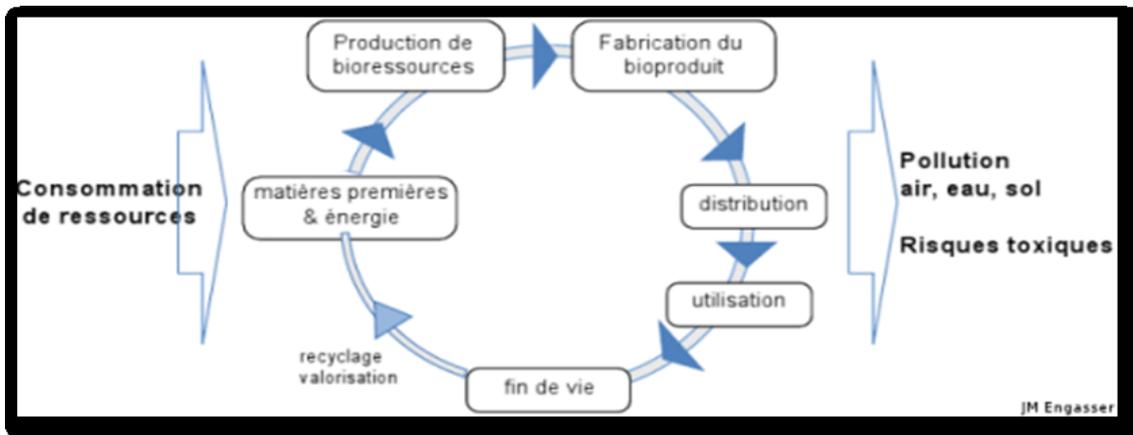


Figure03: - étapes du cycle de vie d'un produit source: <https://www.researchgate.net>

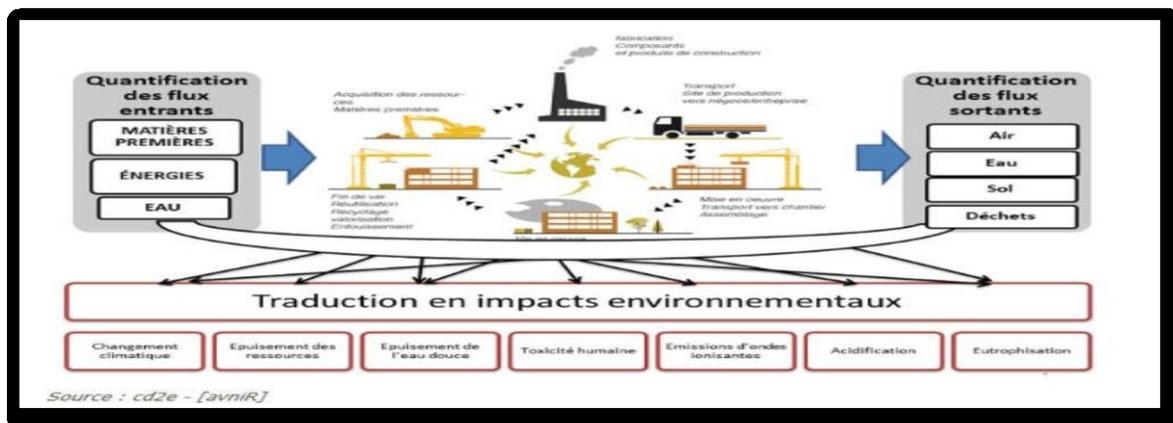


Figure04: - étapes du cycle de vie d'un bâtiment source: <https://www.researchgate.net>

### 5-Les usages de l'acv dans le secteur de la construction:

Les utilisateurs potentiels de l'acv dans le secteur de la construction sont les fabricants de produits de construction, les consultants, les architectes , les ingénieurs, les gestionnaire de l'énergie de l'administration locale et régionale, les urbaniste et les promoteurs.

Type d'utilisateur	Phase du processus de construction	Objectif de l'ACV
Urbanistes et conseillers municipaux	Phase préliminaires	Etablissement des objectifs au niveau municipal, régional ou national Information sur la politique de construction/réhabilitation Le recrutement et les marchés publics verts Etablir des objectifs pour les zones à développer
Promoteurs immobiliers et client		Choix de l'emplacement de la construction Dimensionnement du projet Définition des objectifs S environnementaux de la construction pour une intégration dans un programme déterminé.
Fabricants de produits de construction	Premiers dessins et plans détaillés	Evaluation des impacts des produits de la construction
Architectes	Premières esquisses et plans détaillés des bâtiments neufs en collaboration avec les ingénieurs Conception de projets de réhabilitation	Comparaison des options de conception (géométrie/orientation option techniques)
Ingénieurs/consultants	Premières esquisses et plans détaillés des bâtiments neufs en collaboration avec les architectes Conception de projets de réhabilitation	

Tableau01: Les usages de l'acv dans le secteur de la construction source: [www.unep.fr/shared](http://www.unep.fr/shared)

## 6-Cadre méthodologique de l'AVC:

L'analyse de cycle de vie fait partie du groupe de méthodes d'analyse environnementale d'un système. Elle démarre par la définition des objectifs et du champ de l'étude (figure05). Puis, la modélisation du système est entreprise. Elle se poursuit par une étape de collecte des données, qui aboutit au calcul d'un inventaire regroupant les différents flux de ressources consommées, d'émissions de substances générées et de production de déchets. La dernière étape concerne l'évaluation des impacts environnementaux.

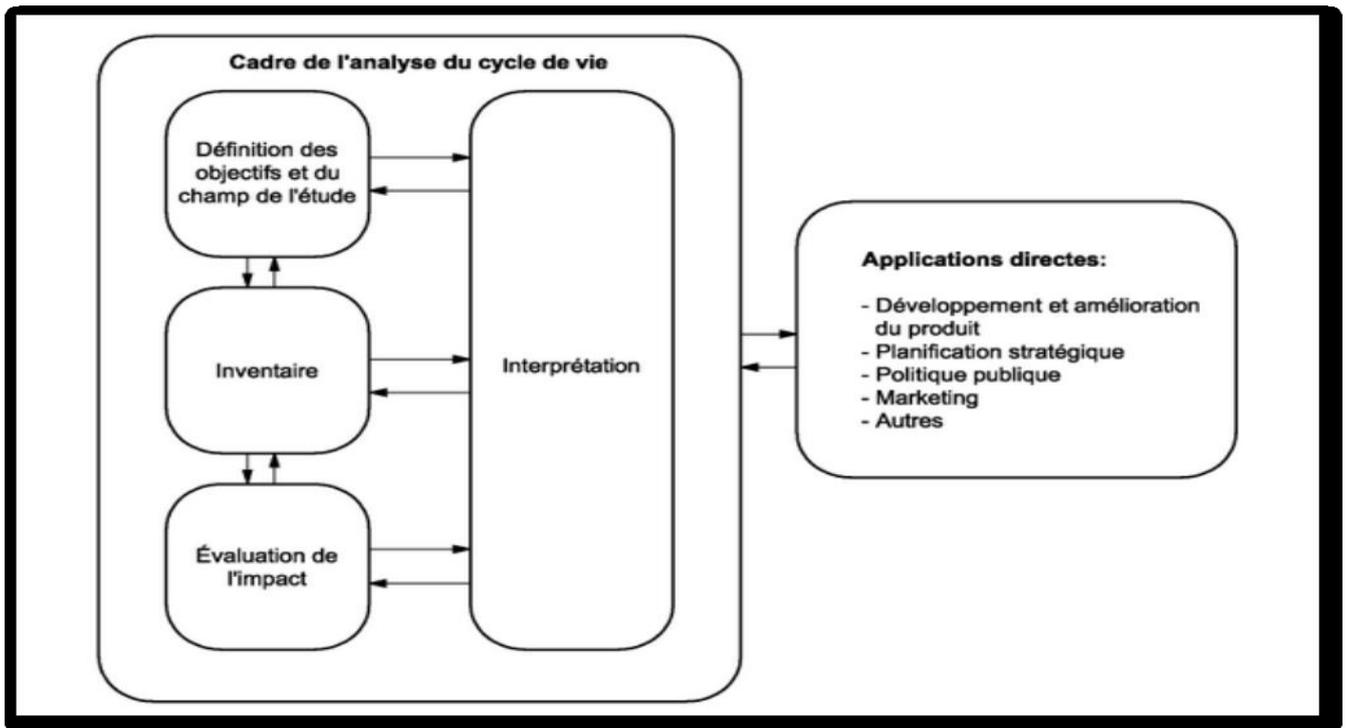


Figure05: Cadre méthodologique pour conduire une analyse de cycle de vie(ISO2006a)

source: Introduction à l'Analyse de Cycle de Vie ADEME 2005

## 7-Les étapes d'une ACV:

**D'après la normes ISO 14040, une analyse de cycle de vie doit inclure quatre étapes:**

Etape1:Définition des objectifs et du champ de l'étude; comporte3:

PHASE 1. Objectif et champs de l'étude

Phase 2. Fonction de produit et unité fonctionnelle

Phase 3. Frontière du système

Etape2:Inventaire des données sur le cycle de vie; comporte 5 phase :

Phase 1. Construction du cadre de travail

Phase 2. Collecte de données

Phase 3. scénarios

Phase 4. La construction d'un modèle informatique

Phase 5. La vérification et la validation des données

Etape3:L'évaluation des impacts sur l'environnement en cours de développement : Comporte4 phase

Phase 1. La sélection Phase 2. Classification Phase 3. Caractérisation des impacts 4. La normalisation

## **8-1'Analyse en Cycle de Vie du bâtiment:**

Le cycle de vie du bâtiment se compose de trois phases principales :

construction, utilisation et fin de vie du bâtiment.

L'ACV est un outil permettant de :

quantifier les flux d'énergie, de matière et d'eau, entrants ou sortants, et ce pour chaque étape du cycle de vie du bâtiment, traduire leur impact sur l'environnement à travers différentes catégories d'impact (comme le changement climatique, l'épuisement des ressources ou l'acidification des sols)

### **Les enjeux environnementaux étape par étape**

#### **8.1. Production des matériaux :**

Cette étape s'étend depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la sortie de l'usine. Elle génère des impacts sur l'environnement tout autour du globe, notamment en termes d'épuisement des ressources et de changement climatique.

choisir des matériaux à faible énergie grise ou à base de matière biosourcée renouvelable ou issus du recyclage.

#### **8.2. Transport :**

Le transport des produits depuis l'usine jusqu'au site de construction impacte aussi sur l'épuisement des ressources et le changement climatique dans une moindre mesure.

opter pour un approvisionnement local.

#### **8. 3. Mise en œuvre :**

Les chantiers de construction et de rénovation posent des problématiques de pollutions de l'air et de l'eau et de nuisances locales auxquelles s'ajoute celle de la gestion des déchets.

chantier à faible impacts, tri et valorisation des déchets de chantier.

#### **8. 4. Vie en oeuvre**

##### **8. 4.1. Consommations**

La vie en oeuvre comprend les consommations en eau et en énergie pour l'usage.

Cela génère des impacts importants en termes d'épuisement des ressources énergétiques et des ressources en eau et, par voie de conséquence, des impacts sur le changement climatique.

Cette étape peut représenter jusqu'à 90% de l'impact global du bâtiment !

optimiser la performance énergétique dès la conception et s'approvisionner en énergies renouvelables.

#### **8.4. 2-Air intérieur**

Les matériaux de construction émettent des substances (COV's notamment)

ou particules impactantes pour la santé humaine des occupants.

veiller à la qualité sanitaire des matériaux.

#### **8.4.3.-Rénovation et réhabilitation**

Les actions de rénovation et de réhabilitation permettent de rallonger la durée de vie du bâtiment et d'exploiter au maximum le patrimoine bâti. Elles génèrent des impacts moins importants que les constructions neuves et permettent de réduire les consommations à l'usage.

penser la flexibilité des usages en amont en plus de l'optimisation de la performance énergétique et du choix des produit.

#### **8.4.4.Fin de vie**

La fin de vie inclut la démolition du bâtiment, le transport des déchets et leur traitement. Tout comme les chantiers de construction, la démolition génère des problématiques de pollutions et nuisances locales. En outre, l'émission de particules fines dommageables sur la santé humaine est importante lors de la démolition. Enfin, l'enjeu de la gestion des déchets est important auregard des quantités à évacuer et traiter.

chantier à faible impacts et valorisation des déchets en réemploi sur site ou non, recyclage et valorisation.

## Introduction:

La thématique du développement durable a connu une remarquable évolution durant les dernières décennies. Toutefois, bien que la maîtrise de ce concept soit relativement consolidée au niveau théorique et méthodologique, la traduction de l'idée en plans d'action concrets et la mise en œuvre de ces derniers peine encore à se réaliser.

Le développement durable fait référence à une approche transversale et systémique, une coordination du local et du global, et une articulation du court et du long terme. Pour l'ensemble des acteurs, il s'agit alors de prendre des décisions et trouver des pratiques intégrant à parts égales trois objectifs, performances ou responsabilités dans les domaines économique, social et environnemental [DUCROUX, 2002].

Le développement durable et ses concepts se sont traduits dans le domaine du bâtiment par l'émergence des principes de qualité environnementale, ces principes, cristallisés autour de la démarche Haute Qualité Environnementale (HQE), visent à limiter les impacts du bâtiment, tant sur l'environnement extérieur que sur les usagers, et ce dans toutes ses phases de vie.

Pour le secteur du bâtiment, qui est le secteur le plus consommateur d'énergie, les exigences du développement durable constituent, en raison de leur multiplicité, de leur variété et des hauts niveaux de performances recherchés, de véritables défis pour les professionnels : haute qualité environnementale, réduction drastique des consommations énergétiques, réduction des émissions de gaz à effet de serre, intégration de nouvelles technologies et recours aux énergies renouvelables, réduction des dépenses et amélioration du pouvoir d'achat des ménages, etc.

Ils existent plusieurs outils d'évaluation quantitative de la qualité environnementale des bâtiments dont l'analyse de cycle de vie en fait partie et on va présenter d'une manière synthétique seize logiciels pour choisir le convenable entre eux pour notre étude concernant la possibilité d'utiliser l'ACV pour évaluer plus précisément et facilement les impacts des bâtiments en leur phase de conception.

## 1. Le développement durable :

### 1.1. Historique :

Le concept de développement durable DD a vu le jour dès le début des années 1970. Quelques personnalités, politiques et scientifiques, inquiètes de dysfonctionnements observés (changements climatiques, diminution des ressources en énergies fossiles, inégalités sociales, etc.) avaient alors attiré l'attention sur la nécessité d'intégrer équité sociale et prudence écologique dans les modèles de développement économique.

Des dates significatives de cette idée sont les suivantes :

**1972 à Stockholm** : Pour la première fois les Nations Unies se réunissent pour évoquer l'impact environnemental de la forte industrialisation des pays développés sur l'équilibre planétaire. Cette conférence donne naissance à l'UNEP (United Nations Environment Program).

**1992 "Sommet de la Terre"** à Rio de Janeiro (Brésil): Pour la première fois, se réunissent des instances nationales (184 nations et plus de 100 chefs d'état) sur ce thème du développement

durable. Chaque pays rédige un **Agenda 21** (ou comment améliorer l'équilibre de la planète dans les 10 ans qui viennent, pour que le 21<sup>ème</sup> siècle soit le siècle du développement durable).

**1997** : (1er au 12 décembre) : 3<sup>ème</sup> conférence des Nations unies sur les changements climatiques, à Kyoto (Japan), au cours duquel sera établi le protocole de même nom, Protocole de Kyoto.

**2002** (28 août au 4 septembre) Sommet de Johannesburg (Afrique du Sud): Plus de cent chefs d'État, plusieurs dizaines de milliers de représentants gouvernementaux et d'ONG ratifient un traité prenant position sur la conservation des ressources naturelles et de la biodiversité. Quelques grandes entreprises européennes et internationales sont présentes.

**2005** : Entrée en vigueur du protocole de Kyoto sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'Union Européenne.

**2015** (18 juin) : publication de l'encyclique *Laudato si'* du pape François sur la sauvegarde de la maison commune.

**La Conférence de Paris (France) de 2015** sur le climat a eu lieu du 30 novembre 2015 au 11 décembre 2015 au Bourget en France. Elle est à la fois la 21<sup>e</sup> conférence des parties (d'où le nom COP21) à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et la 11<sup>e</sup> conférence des parties siégeant en tant que réunion des parties au protocole de Kyoto (CMP-11)<sup>1</sup>.

Chaque année, les participants de cette conférence se réunissent pour décider des mesures à mettre en place, dans le but de limiter le réchauffement climatique.

### 1.2. Le développement durable et ses démarches :

La célèbre définition du concept de développement durable donnée en 1987 «Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre les capacités des générations futures à répondre aux leurs » a été illustrée par le non moins célèbre schéma des trois piliers du développement durable ci après.



**Figure 10 : les 3 piliers du développement durable**

Les objectifs fondamentaux du développement durable sont l'équité entre les nations, les générations et les individus, l'intégrité écologique et l'efficacité économique. La concrétisation de ces trois objectifs s'appuie sur les mesures suivantes:

**a. l'équité sociale:** il s'agit de satisfaire les besoins essentiels de l'humanité (en logement, alimentation, santé et éducation), tout en réduisant les inégalités entre les individus, dans le respect de leurs cultures.

- Assurer la qualité d'air intérieur et celle de l'eau.
- Assurer le confort thermique, visuel, olfactif et acoustique.
- Optimiser l'accessibilité et l'adaptabilité des logements....

**b. Qualité environnementale :** il s'agit de préserver les ressources naturelles à long terme, en maintenant les grands équilibres écologiques et en limitant des impacts environnementaux.

- Limiter les impacts sur l'ensemble du cycle de vie.
- Economiser les ressources dont l'énergie.
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre....

**c. Efficacité économique:** il s'agit d'assurer une gestion saine et durable, sans préjudice pour l'environnement et le social.

## **2. L'évaluation des bâtiments :**

Une rationalisation des activités anthropiques doit nécessairement s'opérer si on désire laisser à nos enfants un monde riche et sain. Cette réalité n'échappe à aucun secteur, et le bâtiment existant est l'un des premiers pollueurs parmi nos activités dont il a des impacts environnementaux majeurs sur l'environnement et constitue un secteur d'intervention prioritaire de diminution des émissions de gaz à effet de serre et autres polluants, mais aussi un secteur où les économies potentielles sont conséquentes, alors il nous faut vraiment une méthode d'évaluation d'un bâtiment durant sa vie.

### **2.1. L'évaluation:**

Un processus d'évaluation et de suivi des opérations et des actions doit être mis en place le plus en amont possible. Cette évaluation et ce suivi portent sur les actions et les opérations mais aussi sur le projet dans son ensemble.

L'évaluation est un des cinq critères de développement durable, chaque action et chaque programme d'actions doit être évalué en amont afin de mesurer en quoi elle va contribuer à chacun des objectifs retenus pour l'opération d'une part, pour le projet d'autre part et enfin pour les objectifs de la collectivité locale.

Le processus d'évaluation comprend des objectifs, des priorités, des indicateurs (avec leur méthode de mesure, leur périodicité, leurs valeurs objectives, les responsables de leur mesure, etc.).

L'évaluation et l'analyse des flux énergétiques d'un bâtiment et de ses impacts sur l'environnement nécessitent l'usage de méthodes rigoureuses afin de donner un sens et de fixer des limites aux résultats obtenus. Des outils de calcul spécifiques, adaptés aux niveaux de précision et d'analyse souhaités, mettent en œuvre ces méthodes et facilitent leur application. Cette partie présente les principales méthodes et les outils destinés à l'analyse énergétique et environnementale du bâtiment.

### **2.2. Types d'évaluation:**

Le processus d'évaluation se présente sous différentes formes selon la situation et le sujet à évaluer. On peut citer quelques types d'évaluation :

#### **2.2.1. Evaluation d'impacts associée au processus:**

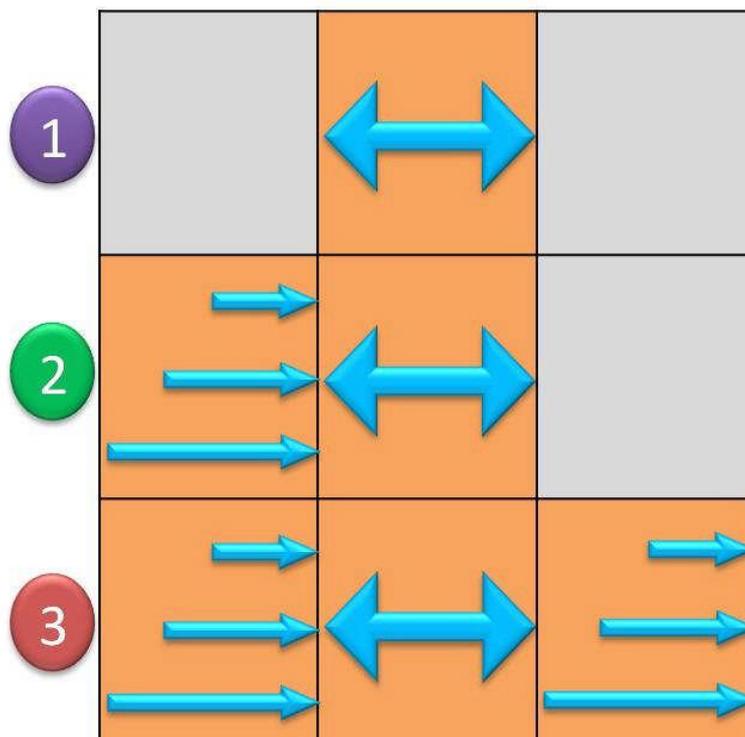
Elle tient en compte les entrants et les sortants au sein des limites de système.

**2.2.2. Evaluation cumulative d'impacts:**

Elle tient en compte toutes les données remontant au processus incluant les émissions et les déchets directs.

**2.2.3. Evaluation de cycle de vie:**

Elle tient en compte toutes les données cumulatives ainsi le probable future impact incluant toutes les fonctions de transfert et les suppositions de scénario ainsi les limites de système dans le temps et dans l'espace (EASE, 2005).



**Figure 11 : Types d'évaluations**

**2.3. Méthodes d'évaluation :**

Les méthodes les plus utilisées évaluent les performances d'un bâtiment sur des aspects énergétiques. D'autres méthodes multicritères évaluent plus largement les impacts environnementaux. Parmi les outils développés à ce propos il existe un nombre de Méthodes d'évaluation citées ci-après :

**2.3.1. Le benchmarking :**

Le benchmarking signifie analyse comparative. C'est donc une démarche d'évaluation fondée sur des comparaisons d'informations. Ces dernières peuvent être « internes », pour un ensemble de bâtiments d'un patrimoine immobilier par exemple, ou « externes », à partir de données d'autres bâtiments du même type ou de réglementation à titre d'exemple.

La finalité est d'optimiser la gestion à la fois d'un bâtiment, mais l'outil peut s'appliquer à l'échelle du patrimoine (ECOWEB, 2002).

La méthode s'appuie sur l'analyse d'écarts, ce qui permet de :

- Situer les performances du bâtiment,
- Analyser ces performances à des fins d'optimisation.

c) Décider des actions à mener à court, moyen et long terme, pour améliorer l'usage du bâtiment avec un niveau de confort souhaité.

### **2.3.2. Les audits :** Dont on distingue :

**a. Audit énergétique :** méthode focalisant sur le domaine des énergies. Il s'agit d'une évaluation des performances énergétiques d'un site par un diagnostic à partir des consommations (facturées et mesurées), d'analyses et de préconisations.

**b. Audit environnemental :** le principe est le même que l'audit énergétique, mais les performances sont estimées sur une méthode définissant des critères environnementaux et en attribuant des points sur chaque critère en fonction du respect d'un certain nombre de conditions : solutions techniques, seuils de performance, choix de matériaux, etc.

### **2.3.3. Post Occupancy Evaluation :**

La Post Occupancy Evaluation ou POE, c'est une méthode basée sur la synthèse de l'expérience et de la satisfaction des occupants et gestionnaires techniques d'un bâtiment. Elle fait également appel à des mesures physiques dans certains cas.

Elle est conduite par une personne dans la première année de vie de l'activité hébergée par le bâtiment et s'appuie sur une enquête qui se veut complète sur la qualité du bâtiment, à travers des éléments techniques, des éléments de confort, d'adaptation du bâtiment à l'activité qui s'y déroule, ce qui suppose une série d'indicateurs économiques et sociétaux.

### **2.3.4. Empreinte écologique :**

L'empreinte écologique est basée sur une méthode d'évaluation de la pression qu'exerce l'homme sur la nature, et s'exprime en terme d'équivalent surface terrestre. Cet outil évalue la surface productive nécessaire à une population pour répondre à sa consommation de ressources et à ses besoins d'absorption de déchets.

Le principe se résume à déterminer la taille de l'empreinte écologique de l'activité d'une société dans des conditions de vie données.

### **2.3.5. Liste de contrôle :**

Ces méthodes s'appuient sur un questionnaire à choix multiple ou sur un système de notation associé à des méthodes de pondération permettant d'associer à différents critères du bâtiment des notes reflétant la qualité environnementale.

Ces méthodes sont largement utilisées pour la labellisation des bâtiments, du fait de leur facilité de mise en oeuvre. Par contre, elles demandent une connaissance pointue du bâtiment et font appel à des pondérations subjectives limitant leur portée.

### **2.3.6. Méthode d'Analyse de Cycle de Vie ACV:**

Suite aux préoccupations environnementales de plus en plus manifestées ces dernières années, les scientifiques aussi bien que les organismes gouvernementaux cherchent de nouveaux moyens pour évaluer les impacts des différents produits, matériaux, procédés, de systèmes, d'habitudes de vie ou encore de services. Sa pratique et sa diffusion actuelle contribuent à en faire de l'analyse de cycle de vie ACV un instrument de plus en plus performant et reconnu. Elle est utilisée au sein de démarche de développement durable, notamment celles orientées sur les produits.

L'analyse de cycle de vie ACV est un raisonnement d'évaluation des impacts environnementaux d'un objet ou d'un système évalué dit « **du berceau à la tombe** ». Son utilisation a pour but de quantifier les flux de matière dans les écosystèmes. Par extension, toute activité peut faire l'objet d'une analyse de cycle de vie. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour les calculs de ces flux, notamment pour connaître les répercussions complètes de l'utilisation d'un produit, d'une activité ou d'une technologie sur l'environnement.

L'analyse de cycle de vie ACV est utilisée pour évaluer l'impact environnemental de la fabrication d'un équipement ou d'un produit, de son usage et de sa mise en aire de stockage (dépôt). L'analyse du cycle de vie ACV de produit ou procédé ne comprend aucune donnée sociale ou économique. Mais, comme l'analyse en coût global, l'ACV fournit les indicateurs environnementaux incontournables, et se limite à un indicateur environnemental d'identification des pollutions.

Cette méthode dépend donc de la définition du périmètre d'étude, de l'objet, et de la précision de l'état des connaissances à la fois sur :

- a) Les facteurs d'émission sur l'environnement.
- b) Les impacts environnementaux engendrés.

C'est actuellement une méthode largement utilisée pour des outils de management et d'aide à la décision, et a donné lieu aux méthodes normatives ISO 14040 et 14044.

### **3. Les expériences antérieures de l'Analyse de cycle de Vie de bâtiments :**

Différents projets de recherche européens ont été conduits depuis une vingtaine d'années. Ils ont permis de faire progresser et disséminer les connaissances en analyse de cycle de vie ACV de bâtiment :

- a. Le projet **REGENER** est un projet de recherche qui s'est déroulé en 1995 et 1996. Il réunissait huit partenaires européens pour proposer une méthodologie commune d'analyse de cycle de vie des bâtiments, une boîte à outils d'aide à la conception et mener les premières investigations sur les méthodes d'évaluation (comparaison de variantes de solutions techniques et de bâtiments).
- b. Le projet Annexe 31 de l'Agence Internationale de l'Energie (2001).
- c. Le projet **PRESCO** s'est déroulé entre les années 2004 et 2005 dont l'objectif est de réaliser une comparaison d'outils d'analyse de cycle de vie ACV bâtiment à l'échelle Européenne.
- d. Le projet **ENSLIC-Building** est coordonné par le Centre de Recherche sur la Consommation de Ressources Energétiques (CIRCE).
- e. Le projet **LoRe-LCA** dont l'abréviation signifie « Low Resource consumption buildings and constructions by use of LCA in design and decision making ».
- f. À l'échelle française, le projet **COIMBA** a pour objectif de développer un outil opérationnel et consensuel d'évaluation à partir des deux outils français d'ACV

bâtiment EQUER et ELODIE (ANR, 2007).

### **3.1 Influence de l'enveloppe sur la demande énergétique des bâtiments:**

L'enveloppe est composée de différents matériaux et composants. Ces derniers, et leurs techniques constructives envisagées font que l'enveloppe a une influence sur le comportement thermique de cette dernière et des besoins énergétiques du bâtiment

Les matériaux isolants peuvent être placés à différents endroits de l'enveloppe sans incidence sur leurs propriétés. L'emplacement aura une influence sur l'inertie de l'enveloppe et le risque de condensation (Liébard, 2005).

1. **André de Herde et Liébard A.**, du laboratoire Architecture et climat à Louvain la Neuve en Belgique, en 2005 ont démontré que pour avoir la même résistance thermique, on doit utiliser 55 fois l'épaisseur de l'isolant.

2. **Al-Hamoud MS**, a établi en 2005 une comparaison des résistances thermiques de plusieurs matériaux isolants d'une même épaisseur, il étudie comme élément de l'enveloppe « le bloc de béton » pour démontrer son faible pouvoir isolant.

3. **Gallauziaux T.** en 2008, dans une recherche par rapport à la technique constructive, affirme que le procédé performant est l'isolation par l'extérieur du fait qu'elle supprime tous les ponts thermiques.

### **3.2 Economie de l'énergie par l'isolation des bâtiments dans les pays chauds:**

Des recherches ont été menées pour démontrer l'influence du système d'isolation ; l'isolant et son emplacement dans la composition du mur extérieur, sur la consommation énergétique pour le chauffage et la climatisation.

Après une série de simulation par le logiciel TRNSYS, les chercheurs Medjelekh et al, ont montré que l'introduction d'un isolant permet un abaissement important de la température intérieure qu'avec une lame d'air, et l'emplacement idéal de l'isolant dans la paroi est du côté externe de la masse thermique.

Autres chercheurs ont montré le rôle de la position de la couche isolante dans la paroi sur le comportement dynamique des bâtiments.

1. **André de Herde et Liébard A.**, du laboratoire Architecture et climat à Louvain la Neuve en Belgique, en 2005 ont démontré que pour avoir la même résistance thermique, on doit utiliser 55 fois l'épaisseur de l'isolant.

2. **Al-Hamoud MS**, a établi en 2005 une comparaison des résistances thermiques de plusieurs matériaux isolants d'une même épaisseur, il étudie comme élément de l'enveloppe « le bloc de béton » pour démontrer son faible pouvoir isolant.

3. **Gallauziaux T.** en 2008, dans une recherche par rapport à la technique constructive, affirme que le procédé performant est l'isolation par l'extérieur du fait qu'elle supprime tous les ponts thermiques.

4. **Mia Meftah et al** en 2008, l'intervention au niveau d'une ancienne maison située à Oran pour les systèmes d'isolation, avec l'utilisation d'un double vitrage pour les fenêtres, ont constaté que les économies annuelles d'énergie de chauffage peuvent atteindre 11%, et aussi l'isolation de l'enveloppe entraîne une diminution des besoins de chauffage de 23%. Ils ont conclu que par une bonne isolation constituant une barrière résistant aux échanges thermiques, l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur est diminué.

5. **Daouas et al**, en 2010 ont montré que les économies d'énergie peuvent atteindre jusqu'à 58% en utilisant une épaisseur optimale de l'isolant (le polystyrène expansé à une épaisseur de 5.7 cm).

6. **Aktacir et al**, en 2010 ont prouvé que des réductions d'énergie de l'ordre de 33% pour les besoins de refroidissement, ont été réalisées suite à l'isolation thermique d'un bâtiment situé à Adana en Turquie.

7. Bolatturk A., a réalisé en 2006 une optimisation basée sur l'analyse des coûts du cycle de vie, et a considéré cinq combustibles : charbon, gaz naturel, mazout, gaz de pétrole liquéfié (GPL) et l'électricité, avec comme isolant le polystyrène. Ainsi les résultats montrent avec des épaisseurs de l'isolant allant de 2 à 10 cm, des économies d'énergies de chauffage pour la période hivernale allant de 22% à 79%.

### **3.3 Amélioration des bâtiments par les dispositifs d'ombrage :**

Plusieurs recherches ont été menées dans le but d'une amélioration thermique des bâtiments, et une optimisation dans les consommations énergétiques par l'intégration de dispositifs de protections solaires et d'ombrage de ces derniers.

Suite à ces études portant sur les protections solaires et leur influence sur le bilan énergétique et la consommation énergétique d'un bâtiment, on peut citer :

a. l'étude réalisée par ES- SO et FFB en 2012 (La Protection solaire dans les bâtiments à basse consommation), qui présente l'importance des stores pour l'efficacité énergétique des bâtiments.

b. Une autre étude menée par le professeur B. Peuportier et S. Thiers en 2006 , de l'école des mines de Paris Tech, France, sous le titre « Des Écotechniques à l'écoconception des bâtiments », montre l'importance des masques et des brises-soleil dans la réduction des besoins énergétiques et des apports solaires en été.

## **4. Les outils de l'Analyse de cycle de Vie de bâtiments :**

### **4.1. Des logiciels d'agrégation pour les ouvrages :**

Voici les quelques logiciels disponibles pour le concepteur. Il est à noter qu'il ne faut pas nécessairement utiliser un agrégateur basé sur une base de données de déclarations environnementales.

Les experts ACV pourront, s'ils le souhaitent, réaliser une véritable ACV quartier ou bâtiment, sur certains impacts, en régressant aux données brutes, afin d'éviter une addition d'approximations importantes.

Pour le quotidien du concepteur et afin d'assurer la répétitivité des opérations, l'apprentissage d'un bon agrégateur est nécessaire.

#### **4.1.1. ELODIE:**

ELODIE est un outil à interface web développé par le CSTB (Centre scientifique et Technique de bâtiment) avec le concours de la Direction générale de l'urbanisme de l'habitat et de la construction. ELODIE a reçu en avril 2008 le second prix du concours de l'association HQE sur les outils de qualité environnementale des bâtiments s'appuyant sur les FDES (Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaire).

ELODIE est un logiciel qui permet l'ACV d'ouvrages. A la contribution des matériaux et produits de construction aux impacts environnementaux d'un bâtiment est adjointe celle des consommations d'énergie et d'eau de l'ouvrage en exploitation. ELODIE devrait rapidement évoluer afin de pouvoir répondre à toutes les attentes. Ainsi, un même projet pourra être évalué en phase conception, exploitation ou réhabilitation. De même dans les versions ultérieures ELODIE intégrera d'autres outils et d'autres aspects, tels que le confort acoustique, la qualité d'air intérieur, le confort visuel...

ELODIE permet de coupler un métré de bâtiment (quantitatif des produits utilisés dans le bâtiment) avec les FDES contenues dans la base INIES.

ELODIE permet donc de compiler l'ensemble des impacts environnementaux des produits incorporés dans un bâtiment. Il permet ainsi de calculer la contribution des produits de construction aux impacts environnementaux du bâtiment. ELODIE n'est donc pas un outil complet d'évaluation environnementale d'un bâtiment.

Basé sur l'approche cycle de vie, ELODIE est conçu comme le premier module d'un outil complet d'évaluation environnementale des bâtiments conforme à la norme XP P01-020-3. [CHEVALIER, 2009]

ELODIE est couplé à la base de données INIES, qui regroupe les fiches de déclarations environnementales et sanitaire (FDES), et à des bibliothèques de FDES supplémentaires. ELODIE est développé en concertation avec les professionnels de la construction, la norme XP P01-020-3 et les travaux de la Sustainable Building Alliance (SBA).

#### **4.1.2. TEAM™ Bâtiment:**

TEAM™ Bâtiment est une adaptation du logiciel d'ACV TEAM™ édité par la société Ecobilan. Développé par Price Water House Coopers et leur filiale ECOBILAN, TEAM™ Bâtiment est également un agrégateur de FDES, qui possède une fonction de confidentialité en cas de partage des ressources sur un concours d'architecture, et un module de saisie et traduction des EPD issues de la normalisation internationale. Le logiciel propose de modéliser « les bâtiments et les quartiers » et calculer des extrapolations pour les données manquantes.

Il permet de réaliser l'ACV des bâtiments. Pour la contribution des produits de construction aux impacts des ouvrages, cet outil peut utiliser les ICV issus des FDES des produits de construction. TEAM™ Bâtiment a reçu en avril 2008 le premier prix du concours de l'association HQE sur les outils de qualité environnementale des bâtiments s'appuyant sur les FDES.

La principale force de TEAM™ Bâtiment est sa complétude en matière de fonctionnalités d'ACV. Par contre, il est beaucoup moins bien intégré aux autres outils de conception des bâtiments (CAO et calculs thermiques).

#### 4.1.3. EQUER:

La méthode d'Analyse de Cycle de Vie du bâtiment développée au Centre Energétique et Procédés de l'Ecole des Mines de Paris permet d'évaluer les principaux impacts environnementaux (effet de serre, eutrophisation, consommation d'eau...) d'un bâtiment issus de sa construction, son utilisation, sa rénovation et sa destruction. Cette démarche, résultat du chaînage entre les logiciels ALCYONE, COMFIE et EQUER.

Différentes variantes sont proposées pour situer le niveau de performances du projet par rapport à la réglementation et aux meilleures pratiques.

EQUER est un outil d'ACV des bâtiments développé depuis 1995 par l'école des Mines de Paris – ParisTech (centre énergétique et procédés). La saisie graphique (logiciel ALCYONE) facilite la description des projets et la comparaison de variantes. Le chaînage à la simulation thermique dynamique (logiciel PLEIADES+COMFIE) permet de prendre en compte l'influence du choix des matériaux sur la consommation d'énergie et les impacts correspondants.

EQUER utilise la base de données d'ACV ECOINVENT incluant une centaine de matériaux et les procédés intervenant sur le cycle de vie des bâtiments (énergie, eau, déchets, transports...). Une version utilisant la base INIES est en cours de développement. Le logiciel a été complété pour l'étude des quartiers.

EQUER est développé sous la responsabilité scientifique de Bruno PEUPORTIER, du Centre d'Energétique et Procédés de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, EQUER est un logiciel édité par IZUBA Énergies.

EQUER présente le résultat de l'ACV du bâtiment sous la forme d'un profil environnemental de 12 indicateurs environnementaux.

Les avantages d'EQUER sont sa relative simplicité d'utilisation, sa complétude, son adaptabilité et la cohérence des données qu'il utilise. EQUER est très bien adapté à l'évaluation environnementale du bâtiment très tôt dans le projet (dès l'esquisse et le début de la conception, voire avant). Parmi ses faiblesses, l'obsolescence de certaines données sur les matériaux liée au non-usage des FDES. EQUER a en effet privilégié la cohérence des données sur leur représentativité temporelle et géographique. EQUER va probablement évoluer pour prendre en compte les FDES. [CHEVALIER, 2009].

Il récupère la plupart des informations relatives au bâtiment étudié : types et quantités de matériaux, consommations d'énergie électrique spécifique, de chauffage et de climatisation.

D'autres informations sont renseignées dans le logiciel :

La consommation d'eau chaude et eau froide par jour et par habitant, associées à un rendement de réseau d'eau.

Le type d'énergie utilisé pour le chauffage et un mix énergétique pour la production d'électricité.

Les transports (notamment si l'objectif de l'étude est de choisir entre plusieurs emplacements possibles de construction) ; et l'existence de pratique de valorisation des déchets (tri sélectifs

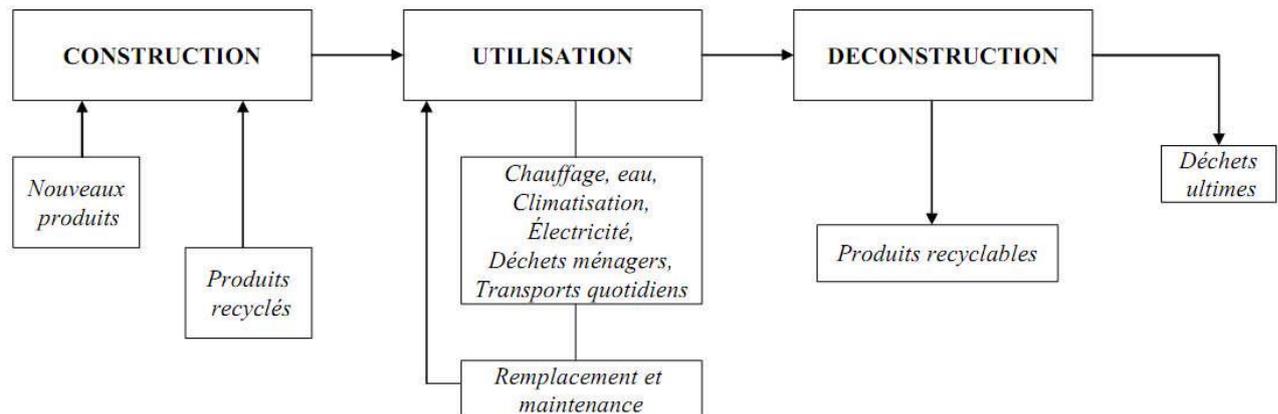


Figure 51 Cycle de vie simulé dans EQUER

ou valorisation à l'incinération).

Dans EQUER, le bâtiment est représenté comme une structure d'objet. Le calcul des inventaires est effectué grâce aux méthodes associées à chaque objet selon les procédures de simulation présentées à la Figure 3. Le bâtiment est simulé dans la phase d'utilisation sur un pas de temps d'un an. Le remplacement des composants ou de leurs constituants est effectué automatiquement grâce à des compteurs d'âge inclus dans les objets. [TROCME, 2009]

EQUER est un outil plus ciblé sur les professionnels du bâtiment, y compris les nonspécialistes de l'ACV.

L'analyse de cycle de vie d'un bâtiment dans ce logiciel comme nous avons déjà dit est le résultat d'un chaînage de données entre différents outils informatiques d'évaluation :

- ALCYONE : description géométrique du bâtiment;
- COMFIE : simulation thermique;
- EQUER : ACV des bâtiments.

Ces outils sont chaînés via des fichiers textes dans lesquels les données de bâtiment (la géométrie, les besoins d'énergie, les quantités et types de matériaux impliqués) sont écrites par l'outil situé en amont et lues par l'outil situé en aval.



Figure 12: Chaînage des entrées/sorties entre les outils d'évaluation

ALCYONE - le modeleur 2d-3d transfère les données architecturales à l'outil de simulation thermique COMFIE. Le bâtiment est décomposé en volumes appelés zones ayant un comportement thermique homogène (température unique).

COMFIE - un modèle est importé d'ALCYONE, complété par des données sur l'utilisation du bâtiment, puis la simulation est effectuée en utilisant des données météorologiques horaires.

Le programme calcule les besoins d'énergie (chauffage, climatisation et éclairage) et des températures horaires pour les différentes zones thermiques du bâtiment. Les données de l'enveloppe, définie par ses matériaux et leurs quantités, et les besoins d'énergie, sont alors transférées à l'outil EQUER. Dont EQUER - un modèle est importé de COMFIE, complété par des données sur les déchets, les consommations d'eau, éventuellement les transports domicile-travail, puis l'analyse de cycle de vie est effectuée pour évaluer le profil environnemental du bâtiment.

#### **4.2. Synthèse et analyse des outils existants :**

Parmi l'ensemble des outils existants et incluant ceux présentés en dessus, seize ont été analysés en vue de distinguer leurs principales caractéristiques. Cette analyse devait permettre d'évaluer ainsi la pertinence d'une étude détaillée de leur méthodologie. Les résultats de ces premières analyses ont été présentés suivant un format de fiche de synthèse.

Cette analyse avait pour objectif principal d'identifier quelles sont les données utilisées par les outils, les indicateurs exprimés et la forme sous laquelle les résultats étaient exprimés. Elle a été effectuée à partir des seules informations disponibles et communiquées par les éditeurs des outils. Cette recherche a donc trébuché sur les difficultés d'accès aux méthodes et outils utilisés et nous n'avons donc travaillé que sur la partie émergée de l'information. Les logiciels et outils étudiés avaient été sélectionnés en tant qu'outils utilisant une approche analyse de cycle de vie à l'échelle du bâtiment. Certains de ces outils, préalablement choisis, se sont avérés ne pas être pertinents pour ce projet puisqu'ils n'incluaient pas de réelle approche ACV mais ont permis l'élargissement de cette analyse.

Les outils peuvent être classés en plusieurs catégories selon leur niveau d'intégration et selon leur chaînage avec d'autres outils:

Parmi les outils, on distingue différents niveaux d'intégration, notamment :

- Un outil correspond à un module. Ces outils n'ont qu'une seule fonction et s'attachent essentiellement aux calculs des impacts imputables aux produits de construction.
- Un outil correspond à plusieurs modules. Ces outils sont ceux pour lesquels le module produits de construction est un module parmi d'autres au sein d'un outil plus global. Les modules sont considérés comme juxtaposés.

Après l'analyse des logiciels faite et présentée sous fiches d'analyse en annexe 1, on peut conclure que les 16 outils étudiés ne s'adressent pas tous aux mêmes acteurs (architectes, BET, architectes, consultants, collectivités locales), ne répondent donc pas aux mêmes besoins et n'affichent pas tous la même transparence. Pour une majorité des outils observés, de la documentation consistante et disponible est quasi-inexistante. Les outils proposent -pour l'essentiel- un cœur commun qui est l'agrégation des données environnementales (matériaux, produits, assemblages) pour obtenir des données à l'échelle de l'ouvrage. Les outils divergent

sur le format et la méthode d'acquisition des données environnementales (acquisition automatique ou manuelle ; données à l'échelle matériaux, produit, assemblage ; données «from cradle to gate » ou « cradle to grave » ; adaptabilité des données), sur l'expression des résultats (indicateurs renseignés, présentation graphique)...

Les outils semblent pouvoir se classer selon deux alternatives, en termes de méthodologie :

- Soit l'outil travaille à partir de données d'ACV produits complètes (« from cradle to grave») et l'utilisateur peut modifier les données s'il souhaite les personnaliser.
- Soit l'outil travaille à partir de données d'ACV partielles (« from cradle to gate ») et l'utilisateur apportent les compléments nécessaires pour son cas d'étude. (Outil type EQUER)

**Conclusion :**

La connaissance du cycle de vie du bâtiment est un élément indispensable pour toutes les activités de conception et de gestion qui nous a mené à accentuer sur l'étape de conception où il réside notre soucis essentiel en tant qu' architectes, en essayant de maintenir les résultats de la méthode d'analyse de cycle de vie avant l'exécution et l'exploitation des bâtiments afin d'éviter tout effet négatif sur l'environnement et l'usager ainsi de prévoir une vie saine et confortable au sein de nouveaux bâtiments sans influencer l'extérieur et enrichir l'état des connaissances sur le cycle de vie des bâtiments et incorporer l'incertitude de l'avenir du bâtiment dans la prise de décisions dans l'avant projet dont la phase de conception est déterminante sur les performances environnementales potentielles du bâtiment.

L'évaluation d'un objet ou l'évaluation comparative de plusieurs objets, ici de bâtiments, dépend d'une part des objectifs de l'utilisateur de l'évaluation, donc de ses critères de décision, et d'autre part de l'identification et de la définition des sources ou effets environnementaux que l'on désire considérer.

Les outils basés sur l'analyse de cycle de vie sont plus holistiques, mais font appel à des inventaires et des bases de données complexes et encore incomplètes. Pour une évaluation des impacts environnementaux potentiels, ils présentent cependant la qualité méthodologique d'être impartiaux et de considérer a priori (en l'état des connaissances) tous les effets possibles pour une variante d'un projet.

## 1. Introduction:

Le bâtiment est considéré comme le premier secteur consommateur d'énergie, et le deuxième secteur émetteur de gaz à effet de serre d'origine énergétique après celui du transport. C'est donc le secteur qui peut offrir des possibilités importantes dans la réduction de la demande et de la consommation énergétique. C'est ainsi qu'une mesure telle que l'analyse de cycle de vie des bâtiments s'impose comme outils d'aides à la décision, et pour avancer dans la politique de la maîtrise de l'énergie, les performances thermiques et la réduction des impacts sur l'environnement.

La conception des bâtiments à faible consommation d'énergie est un processus complexe qui nécessite une approche particulière. En effet, les choix techniques et architecturaux retenus pour ce genre de conception influent de manière très importante sur le comportement énergétique du bâtiment. Ainsi, la forme du bâtiment, sa compacité, son orientation, ont des conséquences significatives sur sa performance énergétique. Aussi, dans la même logique pour le choix des systèmes HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning), de chauffage, de climatisation, de ventilation.

Un maître d'ouvrage qui demanderait dans son programme de "construire un bâtiment qui répond aux besoins présents sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs" ne faciliterait pas la tâche des maîtres d'oeuvre (concepteurs).

L'objectif est, donc, si global qu'il est difficile à appliquer concrètement. Une proposition consiste à le décomposer en sous-problèmes, chaque sous-problème donnant lieu à des objectifs sur des critères spécifiques, une telle décomposition est arbitraire. Différentes structurations sont actuellement proposées, par exemple nous pouvons distinguer trois grands domaines:

1. Les aspects écologiques.
2. Les aspects économiques.
3. Les aspects socioculturels.

Pour chacun d'entre eux, une liste de critères est donnée dans le tableau ci-dessous (Tab4.1). Ce chapitre présente un état de l'art de la réalisation des bâtiments performants, ou à haute performance énergétique, ainsi que toutes les problématiques énergétiques soulevées par les bâtiments.

Il énumère les labels internationaux les plus connus, les certifications environnementales relatives à ces bâtiments, ainsi que leurs exigences de performance et d'efficacité.

Et donc, pour résoudre les défis liés aux enjeux énergétiques, économiques, et environnementaux (principe du développement durable) relatifs au secteur du bâtiment, plusieurs lois et réglementations sont mis à la disposition des acteurs du secteur du bâtiment dans tous les pays du monde, dont on expose quelques pays situés dans les deux rives de la méditerranée et voisins à l'Algérie, présentant le même contexte de climat et d'énergie.

Domaine (Dimension)	Critères (Indicateurs)
<b>Ecologique</b>	Ressources (énergie, eau, matières premières) Emissions dans l'air et dans l'eau (gaz à effet de serre, atteinte à la couche d'ozone, acidification, eutrophisation, toxicité sur l'homme, la faune et la flore) Déchets, radioactifs ou non.
<b>Economique</b>	Investissement / Fonctionnement / Entretien Maintenance / Démantèlement / Durabilité, valeur patrimoniale.
<b>Socio-culturel</b>	Fonctionnalité, Adaptabilité / Confort (visuel, thermique, acoustique, olfactif) / Santé (cancers, autres maladies, accidents) Image / Valorisation personnelle et emploi interface avec les réseaux.

Tableau 2: Différents critères de développement durable de bâtiments. Source : Auteur 2017

## 2. Aperçu historique :

A la suite des crises économiques mondiales ressenties ces dernières décennies, l'économie d'énergie est devenue une préoccupation majeure. Cet enjeu s'intègre dans une dimension économique et environnementale planétaire visant à :

1. Economiser les ressources énergétiques épuisables.
2. Réduire les gaz à effet de serre.
3. Lutter contre le réchauffement climatique.

Pour le secteur du bâtiment, cette prise de conscience s'est traduite par une approche énergétique dans la conception architecturale des bâtiments. Elle vise vers une indépendance totale du bâtiment par rapport aux ressources traditionnelles d'énergie.

Cette approche énergétique s'est développée jusqu'à devenir une approche bioclimatique, impliquant la conception architecturale, visant le confort des usagers, la performance des bâtiments et les économies d'énergie.

L'énergie solaire est alors l'énergie par excellence qui s'impose dans cette approche bioclimatique. Pour optimiser les apports solaires, le bâtiment dans sa totalité (toute la construction), est utilisé comme capteur et ne plus se limiter à l'ajout de capteurs solaires à la construction (éléments rajoutés au bâtiment et installés après sa réalisation).

## 3. L'efficacité énergétique et le développement durable:

L'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment est apparue comme une priorité dans les politiques de tous les pays et cela dans le but de limiter le réchauffement climatique, et de sécuriser les approvisionnements face à des ressources fossiles.

La notion de développement durable prend de plus en plus de l'ampleur, dans le but de réduire les impacts négatifs liés à l'activité humaine sur l'environnement, de réduire les consommations d'énergie et d'économiser les sources d'énergie pour les générations futures.

Développement Durable et Qualité Environnementale sont alors devenus les lignes directrices pour les nouvelles politiques de développement des pays et dans tous les domaines : le domaine de l'industrie, l'agriculture, l'agro-alimentaire, l'hydraulique, la construction, et à l'échelle urbaine et de l'aménagement de la ville. Donc, c'est une prise de conscience très réfléchie des enjeux énergétiques environnementaux de tous les secteurs de la vie de l'homme et dans tous ses domaines.

En ce qui concerne le secteur du bâtiment, le principe de la qualité environnementale des bâtiments (QEB), est de maîtriser les impacts des constructions sur l'environnement extérieur et de créer un environnement à l'intérieur des bâtiments sain et confortable. Cette démarche est l'une des contributions aux objectifs de développement durable. Aussi, pour bien s'insérer dans le concept du développement durable, le domaine du bâtiment a créé un label appelé Haute Qualité Environnementale (HQE) des bâtiments.

## 4. L'influence du bâtiment sur son environnement :

En appliquant les principes de la qualité environnementale des bâtiments (QEB), dès la conception des bâtiments, permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre et sans le recours à d'autres solutions plus coûteuses. Pour ce qui est des bâtiments existants, des solutions existent pour améliorer leur performance énergétique tout en réduisant leurs

impacts environnementaux.

La maîtrise des impacts de la construction sur l'environnement extérieur ne peut être dissociée de celle de la création d'un environnement intérieur de qualité (sain et confortable).

**4.1. La maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur** : cette démarche consiste à instaurer deux principes :

a) **L'éco-construction**: consiste à une relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat, par le choix adéquat des procédés et des produits de construction.

b) **L'éco-gestion**: il s'agit d'une gestion de près de l'énergie, gestion de l'eau, et la gestion des déchets (de tous genre) issus du bâtiment.

Pour maîtriser l'impact des constructions sur l'environnement (Brigitte Vu, 2008), il faut :

1. Limiter au maximum l'utilisation des ressources naturelles.
2. Limiter au maximum la pollution de l'air, de l'eau, du sol.
3. Limiter au maximum les nuisances, telles que le bruit.
4. Produire au minimum des déchets ultimes (déchets qui seront détruits après stockage).

#### **5. Emission des gaz à effet de serre des bâtiments:**

La consommation énergétique d'un bâtiment dépend directement du niveau d'isolation de son enveloppe, et de ses parois, ainsi que d'autres facteurs tels que l'étanchéité à l'air, leur orientation, le niveau d'ouverture (rapport plein / vide), etc. Et plusieurs usages de l'énergie dans le bâtiment sont impliqués dans la consommation et l'émission des gaz à effet de serre nocifs à l'environnement. Tout cela, nous emmène à définir les bâtiments respectant l'environnement.

#### **6. Caractéristiques des bâtiments respectant l'environnement :**

« **Composer avec le climat** », est la base de toute démarche de conception d'un bâtiment bioclimatique. Dans ce cas, l'enveloppe du bâtiment ne se limite pas à définir une frontière entre l'intérieur et l'extérieur, mais joue un rôle plus significatif.

Elle vise à, (Liérbard, 2005) :

- a. Réduire les besoins énergétiques.
- b. Offrir un confort thermique satisfaisant en toutes saisons, c'est-à-dire :

1. Un niveau de température interne acceptable.
2. Un contrôle de la surchauffe (faible variation quotidienne de température).
3. Une bonne distribution de la chaleur dans les espaces.
4. Un contrôle de la condensation (bonne conception des parois en fonction de la sollicitation du climat extérieur).

Pour réussir une bonne conception bioclimatique, il est nécessaire de composer avec les différents paramètres, lors du processus de conception, parmi lesquels :

1. Le site d'implantation du bâtiment et son environnement.
2. L'implantation du bâtiment par rapport à son voisinage (bâti, urbain ou naturel).
3. La volumétrie, compacte ou éclatée (compacité du bâtiment).
4. Le traitement des façades (transparentes, ouvertes, opaques).
5. la distribution intérieure (linéaire, autour d'un hall, radio concentrique,..).
6. le choix des matériaux pour les murs extérieurs et intérieurs et les revêtements.
7. Le choix des textures, couleurs etc.

Ainsi, par sa conception, le bâtiment doit être capable de satisfaire quatre fonctions principales :

1. Capter le rayonnement solaire (*confort thermique d'hiver*).
2. Stocker l'énergie captée.
3. Distribuer la chaleur.
4. Réguler la chaleur.

Ainsi, le bâtiment doit assurer des missions pour la protection :

5. Protéger les espaces intérieurs.
6. Se protéger par rapport au soleil et au vent.

L'intérêt croissant pour cette problématique énergétique a donné lieu à des réalisations de bâtiments performants respectant l'environnement.

Aussi, il est à noter que d'autres nouvelles stratégies sont apparues pour le secteur du bâtiment et ont permis d'améliorer les performances énergétiques du bâtiment.

### 7. Bâtiments actifs :

Dans le cadre du protocole de Kyoto (Japon, Décembre 1997), un ensemble d'exigences sur les performances énergétiques des bâtiments a été mis en place pour réduire toutes leurs consommations énergétiques afin de minimiser les impacts environnementaux tels que les gaz à effet de serre et les effets de réchauffement climatiques résultant de la consommation excessive et non contrôlée de l'énergie.

La Commission Européenne CE s'est fixée comme objectif principal de diviser par quatre 4 les consommations d'énergie à l'horizon 2050 (bâtiments facteur 4).

Cet objectif s'est inscrit (ADEME, 2007b) :

- a. en Juin 2003, dans la stratégie nationale de développement durable.
- b. en juillet 2004, dans le Plan climat en France (Plan Climat, 2004).
- c. en 2005, dans la Loi de programme du 13 juillet qui a décrit les orientations de la politique énergétique (la directive européenne dont les exigences sont répertoriées dans la référence (EPBD, 2005).
- d. et en octobre 2007, dans le Grenelle de l'environnement (Grenelle, 2007).

Un ensemble de solutions est proposé en Europe (dans les pays tels que la France, l'Allemagne, la Suisse), au Canada et aux USA, pour réduire de manière significative ces consommations, les diviser par quatre 04 (voire les diviser par dix 10) dans les années à venir. Ces stratégies se basent essentiellement sur trois points :

1. La conception d'une enveloppe très performante (avec une isolation thermique très performante, une faible perméabilité à l'air, une compacité de la forme), et de chercher l'ombre pour les surfaces externes du bâtiment.
2. Le choix de systèmes efficaces (par l'installation de systèmes (Heating, Ventilation and Air Conditioning) HVAC performants.
3. Le choix d'une énergie renouvelable moins polluante (telle que l'énergie solaire, éolienne), et la transformation d'énergie, ( avec possibilité de récupération de l'énergie par ventilation double flux ou puits canadiens).

La certification BREEAM se caractérise par un « taux de performance énergétique », calculée en fonction de la demande énergétique en phase d'exploitation, de la consommation d'énergie primaire et des émissions de dioxyde de carbone du bâtiment.

La certification LEED est caractérisée par la réduction des coûts des consommations énergétiques par rapport à un niveau d'efficacité énergétique de référence.

La Démarche HQE reprend deux indicateurs de la réglementation thermique française, le coefficient de demande énergétique Bbio et la consommation d'énergie primaire, et aussi ajoutant l'émission de trois types de polluants : le dioxyde de carbone, le dioxyde de soufre et les déchets radioactifs.

Les certifications environnementales ne se limitent pas à l'étude de la performance énergétique du bâtiment, mais elles l'évaluent par une description plus complète de sa qualité environnementale.

L'empreinte environnementale du bâtiment est donc définie avec une grande variété d'aspects de la qualité de conception du bâtiment, parmi lesquels :

- a. Des critères sociaux.
- b. Des critères environnementaux.
- c. Des critères économiques.
- d. Des critères techniques et fonctionnels.
- e. Des critères associés à la qualité du processus.
- f. Des critères associés à la sélection du site (choix du site d'implantation).

Ces critères représentent les principes du développement durable ou aussi les trois dimensions du concept de la durabilité (figure 13).

La prise en compte de la durabilité dans les bâtiments a pour objectif de permettre d'atteindre les performances et les fonctionnalités attendues avec le moins d'effets négatifs possibles sur l'environnement, tout en encourageant l'amélioration des aspects économiques et sociaux (ISO/TC 59, 2008).

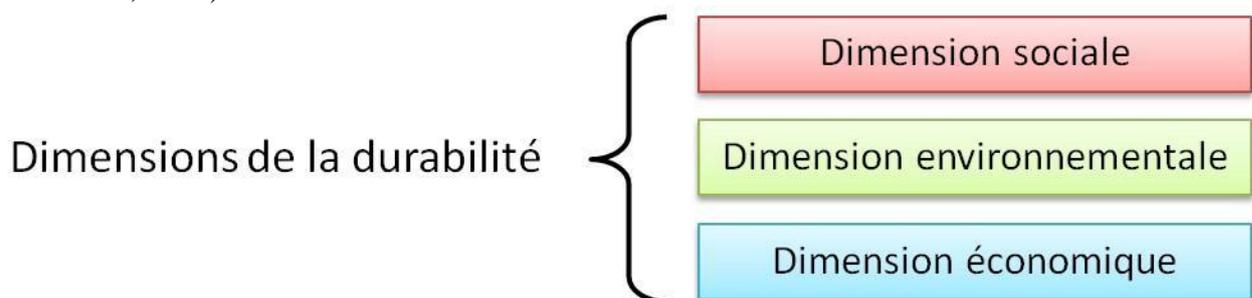


Figure13 Les trois dimensions du concept de la durabilité. Source : Auteur 2017.

Les exigences imposées par les certifications environnementales sont à intégrer dans le processus de conception des bâtiments dès les premières phases de conception, afin de définir les objectifs à atteindre en termes de qualité et de performances énergétiques du bâtiment, d'efficacité thermique, et d'impacts d'émissions réduits sur l'environnement.

Depuis leur conception, les références pour les certifications environnementales sont en évolution continue, en intégrant les nouvelles tendances dans le secteur du bâtiment.

Ceci est le cas de la démarche HQE, qui est actuellement dans une étape de changement, de progrès et d'évolution, en s'orientant vers une approche de type performancielle (Association HQE, 2014).

Le développement du nouveau référentiel « HQE Performance » (HQEP), et qui sera intégré progressivement à cette certification, implique trois réorientations majeures dans sa méthodologie d'évaluation :

1. De la consommation d'énergie aux impacts environnementaux, par l'estimation du profil environnemental du bâtiment dans son ensemble selon une approche « cycle de vie ».
2. De la phase d'exploitation du bâtiment à toutes les phases de son cycle de vie, en intégrant les consommations d'énergie et la mise en oeuvre de produits de construction

tout au long de la durée de vie du bâtiment.

3. De l'évaluation des moyens d'actions à celle des résultats, par la caractérisation de la performance du bâtiment à travers d'indicateurs quantitatifs couvrant les trois dimensions de la durabilité (économie, société, environnement) (figure 1).

Cette évolution dans la méthodologie de la démarche HQE s'aligne avec les conclusions des travaux internationaux de normalisation de critères d'évaluation de la performance de bâtiments durables.

### **8. Outils d'évaluation dans la conception énergétique des bâtiments :**

Un grand nombre d'outils d'évaluation sont proposés dans la littérature pour aider à la prise de décisions dans la conception énergétique des bâtiments. L'objectif de ces outils est de proposer aux concepteurs des éléments de décision pour l'accompagner pendant le choix des matériaux et systèmes, ainsi que le dimensionnement des éléments influençant la performance énergétique du bâtiment.

Ces outils d'évaluation disponibles, certains sont proposés pour aider à la prise de décisions dans les premières phases de la conception des bâtiments.

Aussi, les outils de calcul proposent un nombre réduit d'indicateurs par catégorie de critères, dont les plus employés sont :

1. Indicateurs énergétiques : les deux indicateurs les plus courants sont les besoins thermiques de chauffage et/ou de refroidissement, et la consommation d'énergie primaire ou finale.
2. Indicateurs sociaux : se sont les indicateurs associés au confort des usagers : le confort thermique est favorisé, avec une diversité d'indicateurs tels que la température d'air à l'intérieur des espaces, la période de confort thermique, le confort d'été. Ainsi que d'autres catégories de confort sont aussi considérées, telles que le confort visuel, et le confort acoustique.
3. Indicateurs environnementaux : les plus favorisés, sont les émissions de dioxyde de carbone ou les gaz à effet de serre. D'autres effets sur l'atmosphère comme l'acidification, l'eutrophisation et l'émission de particules fines ont été également identifiés.
4. Indicateurs économiques : les plus courants sont le coût d'investissement, le coût global et le coût de la mise en oeuvre de systèmes et de stratégies d'économie d'énergie.
5. Indicateurs techniques : cet indicateur a une influence sur les autres catégories de critères, tels que la puissance des systèmes techniques de chauffage et/ou de climatisation, la satisfaction des besoins thermiques de façon passive et la performance thermique de l'enveloppe du bâtiment.

Les outils d'évaluation sont des éléments d'aide à la décision essentiellement par la comparaison des alternatives de configuration et d'amélioration du bâtiment.

Ainsi, afin d'intégrer une approche d'évaluation à cette performance énergétique du bâtiment, on définit ce concept à tous les aspects du bâtiment associées à la consommation énergétique. Ces aspects seront caractérisés par une quantification de performances, à travers des indicateurs de performance couvrant les trois dimensions du concept de la durabilité appliqué au bâtiment et suivant une démarche de type analyse de cycle de vie ACV de bâtiment.

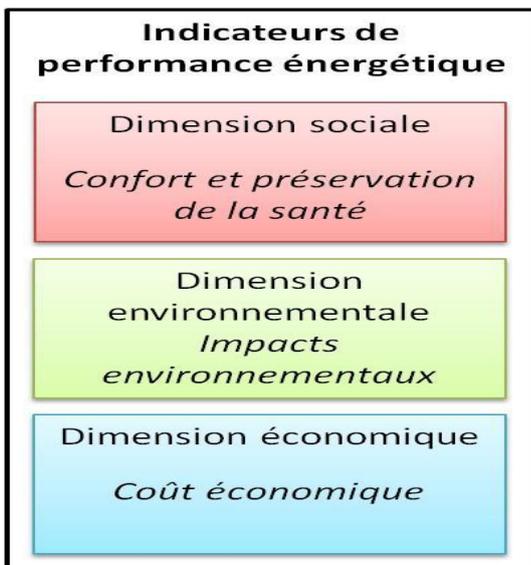


Figure14: Dimensions du concept de la durabilité appliqué à la conception énergétique du bâtiment.  
Source : Velazquez, 2015.

### 9. Exigences de performance du bâtiment :

L'évolution actuelle en termes d'exigences dans l'industrie du bâtiment concerne à la fois l'augmentation des niveaux de performance exigée, et la diversité d'aspects de performance à considérer dans le bâtiment.

Afin de répondre aux exigences croissantes en termes de performance énergétique, un éventail de solutions énergétiques et des stratégies bioclimatiques est actuellement mis en oeuvre depuis plusieurs années, et de plus en plus dans les projets de construction de bâtiments. Issu des traditions constructives et architecturales vernaculaires ou des nouveaux développements technologiques, ces systèmes promettent de réduire les besoins énergétiques des bâtiments, tout en assurant les niveaux de confort exigés.

On peut citer quelques exemples tels que : les murs Trombe, le refroidissement solaire, les cheminées solaires, les matériaux à changement de phase, les toitures végétalisées et les toitures réfléchissantes (Chan et al, 2010) et (Sadineni et al, 2011).

Ainsi la maîtrise énergétique des bâtiments va conduire à favoriser pour le confort durant :

- L'Hiver : par la collecte d'apports solaire gratuits, ainsi qu'une pénétration du rayonnement solaire maximale qui améliore le confort visuel en cette saison où la lumière naturelle est moins abondante et plus recherchée.
- L'Été : par le contrôle des apports solaires, la réduction des apports internes, la mise en oeuvre d'une inertie importante et l'évacuation de la chaleur internes, et limiter les effets de surchauffe en abritant le bâtiment du soleil, ou en réduisant les surfaces de l'enveloppe exposées au soleil. L'amélioration consiste alors à faire le choix de l'isolation de l'enveloppe, la qualité des vitrages et des protections solaires, et aussi la ventilation et le renouvellement d'air des espaces qui composent le bâtiment.

#### 9.1. Réglementations Thermiques des bâtiments :

Afin de résoudre les défis liés aux enjeux énergétiques, économiques et environnementaux (les principes du développement durable) au sein du secteur du bâtiment, plusieurs lois et réglementations sont mis à la disposition des acteurs du bâtiment dans tous les pays du monde, pour assurer un équilibre entre les trois paramètres 3E: Economie/ Energie/ Environnement de toute conception de projet de bâtiment.

La réglementation thermique appliquée aux bâtiments a 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.

b. Inciter à couvrir une partie des besoins énergétiques par une production d'énergie à l'aide des techniques solaires thermiques et photovoltaïques.

c. Exiger des systèmes de climatisation et de chauffage, d'éclairage et d'ECS, à efficacité énergétique, les systèmes HVAC.

d. Limiter au maximum les consommations énergétiques en kwh/m<sup>2</sup>.an.

### **9.2. Application de la Réglementation Thermique des bâtiments :**

La réglementation constitue un instrument privilégié pour le secteur du bâtiment (résidentiel et tertiaire). Les bâtiments continuent d'être la cible principale des réglementations. Celles-ci se développent dans un grand nombre de pays, particulièrement dans les pays émergents. Il est nécessaire de mettre en application la réglementation thermique existante, tout en développant des mécanismes financiers souples et attractifs pour les investisseurs et promoteurs des nouveaux bâtiments et les propriétaires du vieux bâti (patrimoine bâti).

Aussi, la réglementation thermique s'applique à l'amélioration et à la rénovation des bâtiments existants. Cette stratégie permet une économie supplémentaire très significative.

La réglementation thermique d'un bâtiment couvre l'ensemble des points relatifs à l'enveloppe, les parois opaques, et vitrées, la climatisation, le chauffage, l'éclairage, l'ECS. Elle préconise la rationalisation de l'utilisation de l'énergie en agissant directement sur la performance des points sus-cités, pour diminuer les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre GES.

En ce qui concerne l'application de la réglementation thermique et environnementale dans les pays voisins à l'Algérie, situés dans les deux rives de la méditerranée, on peut citer :

#### **9.2.1. La réglementation Thermique des bâtiments en Italie:**

En Italie, la directive de performance énergétique du bâtiment DPEB a été introduit par décret n° 192 / 2005 par le ministère du Développement économique et l'Agence nationale italienne pour les nouvelles technologies, qui a fixé les exigences minimales pour la performance énergétique, et pour le coefficient de transmission thermique des fenêtres, des murs, planchers, et des toits (ENEA, 2005).

En 2011 le décret législatif n°28/2011, concernant les énergies renouvelables vient pour définir la part de production renouvelable minimale pour les bâtiments, qui passe de 35% pour les bâtiments entre 2014 et 2016 à 50% à partir de l'année 2017(ENEA, 2011).

#### **9.2.2. La réglementation Thermique des bâtiments en France:**

La France reste le pays le plus représentatif des pays d'Europe, et du Nord de la Méditerranée. La première réglementation thermique en France a été adoptée en 1974 après le premier choc pétrolier afin de réduire la facture énergétique pour le secteur du bâtiment.

Depuis la réglementation française n'a jamais cessé d'évoluer, avec des exigences de plus en plus importantes. On peut citer la Réglementation Thermique RT 2000, puis RT 2005.

Ainsi la plus récente des réglementations thermiques c'est la RT 2012 qui demande la vérification de trois 3 exigences en termes de performances énergétiques globales

(Legifrance, 2012) et qui sont :

1. L'efficacité énergétique minimale du bâtiment: elle est définie par le coefficient de besoins bioclimatiques, permettant de mesurer la capacité d'un bâtiment à limiter ses besoins en chauffage, de refroidissement, d'éclairage artificiel et ce indépendamment des systèmes énergétiques et équipements choisis (pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, l'éclairage artificiel...).

2. Une consommation d'énergie primaire limitée : par rapport aux usages de chauffage, de refroidissement, d'éclairage, de ventilation, production de l'eau chaude, la moyenne de consommation annuelle est de 50kwh/m<sup>2</sup>/an.

3. Un bon confort d'été : la RT 2012 exige que la température intérieure ne doit pas dépasser une température de référence à la fin de chaque séquence de journées chaudes.

Aussi la réglementation thermique Française a pris en considération les bâtiments existants, dans le but d'apporter une réelle amélioration au niveau de la performance énergétique et aussi la réduction des émissions des gaz à effet de serre.

Cette dernière concerne toutes les constructions existantes, qu'elles soient résidentielles, tertiaires ou autres, définissant ainsi une performance énergétique minimale pour chaque élément (ventilation, climatisation, chauffage,...) changé ou nouvellement installé et qui accompagnent toutes les opérations de rénovations ou d'améliorations.

### 9.2.3. La réglementation Thermique des bâtiments en Algérie:

L'Algérie connaît depuis ces décennies un développement intense et soutenu des secteurs du bâtiment et de la construction (grands projets de l'état, projets immobiliers résidentiels et tertiaires). Ceci conduit d'ores et déjà à de grandes pressions sur les ressources (énergie, eau, matériaux,...) et des émissions et impacts importants (engendrés) sur l'environnement.

Ainsi l'Algérie est le premier pays du Maghreb à avoir mis en place une réglementation thermique des bâtiments depuis 1997 et qui est devenue obligatoire à partir de l'année 2000. La réglementation propose deux méthodes de calcul pour les besoins de chauffage et refroidissement, et dont l'objectif est le contrôle de ces besoins (D.T.R. C3-2, 1997) :

- a. Le calcul statique en thermique du bâtiment dont les concepteurs doivent vérifier que les déperditions par transmission du bâtiment sont inférieurs aux déperditions de référence.
- b. Le calcul dynamique en régime variable dont les concepteurs doivent comparer entre les besoins dynamiques de chauffage (Bdyn.) calculés par un logiciel de simulation thermique dynamique STD et les déperditions de base (DB).

En ce qui concerne les besoins de la climatisation, la réglementation propose une méthode de calcul basée sur le calcul des apports calorifiques des bâtiments (D.T.R. C 3-4, 1997). La vérification se fait de manière à avoir la somme de ces apports calorifiques des parois opaques et de baies vitrées est inférieure aux apports calorifiques de références, en fonction de la zone climatique étudiée.

### 10. Labels et certifications pour l'efficacité énergétiques des bâtiments :

On définit un **label** : comme est une démarche volontaire qui permet d'aller plus loin que la réglementation thermique en vigueur.

Les labels et certifications pour l'efficacité énergétique des bâtiments présentés sont utilisés comme cible pour définir les indicateurs de performances énergétiques des bâtiments, et pour le cas de notre recherche, les bâtiments à usage de bureaux dans les régions arides.

#### 10.1. La démarche Passiv'haus :

Le label Passiv'haus d'origine allemande a été développé en 1996 (Passivhaus, 2015). Ce label est destiné aux bâtiments résidentiels et tertiaires.

Pour atteindre le standard Passivhaus, il est nécessaire d'avoir :

- a. Un besoin annuel de chauffage < 15kwh/m<sup>2</sup>/an (énergie finale).
- b. Etanchéité de l'enveloppe : n50 < 0.6m<sup>3</sup>/h/an.
- c. Energie primaire consommée < 120kwh/m<sup>2</sup>shab/an (correspondant à l'énergie

finale pour la climatisation et du chauffage, de la ventilation et d'électricité).

Le bâtiment selon ce label Passivhaus, doit avoir une enveloppe avec une isolation thermique très performante et une perméabilité à l'air très faible et des sources d'énergies renouvelables.

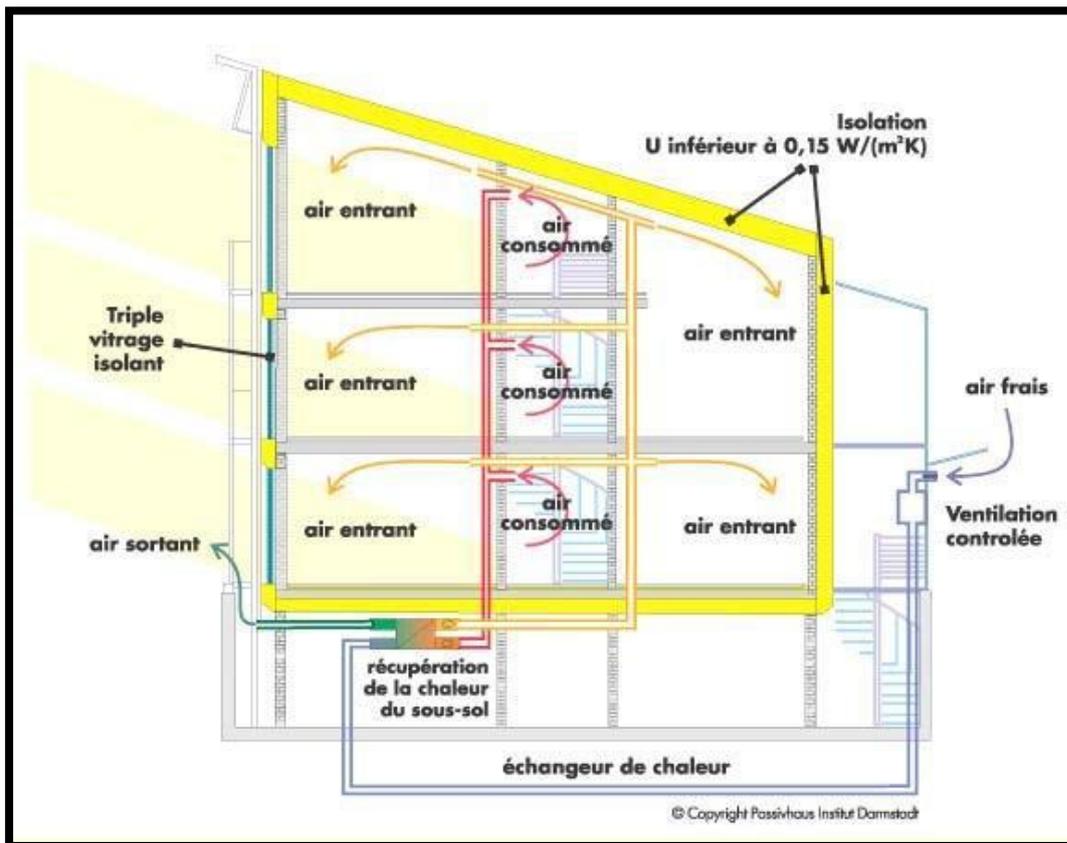


Figure 15 : Schématisation des principes de la conception d'une maison passive  
Source : Passivhaus, 2007.

### 10.2. Le label BBC Effnergie :

Le but de la création du label BBC Effnergie et Effnergie+, a pour objectif de concevoir des bâtiments consommant encore moins d'énergie.

D'un point de vue technique, l'objectif est de passer de 50 à 40 kWhép/m<sup>2</sup>.an.

Pour ce faire, il convient d'améliorer le bâti avec différents objectifs :

1. Améliorer l'enveloppe du bâtiment en agissant sur le Bbio :  $B_{bio} < B_{bio,max} - 20\%$  pour tous les bâtiments.
  2. Améliorer la performance énergétique du bâtiment sur les cinq usages réglementaires.
  3. Améliorer la performance énergétique du bâtiment tertiaire sur les cinq usages réglementaires.
  4. Améliorer l'étanchéité à l'air du bâtiment en durcissant l'exigence de perméabilité à l'air.
  5. Améliorer l'efficacité des systèmes de ventilation en rendant obligatoire la mesure des débits de ventilation et la perméabilité des réseaux pour garantir une bonne qualité de l'air.
- Dans un second temps, le nouveau label Effnergie +, cherche aussi à mobiliser les occupants et les usagers sur la totalité des consommations d'énergie en les informant : par un calcul prévisionnel, et un affichage des consommations... Pour ce faire, il convient de :

1. Rendre obligatoire une évaluation des consommations mobilières, les autres usages de l'énergie (médias, électroménager...).
2. Mettre en place des compteurs de consommation liée aux prises de courant.

### 10.3. La démarche Minergie :

Le label suisse Minergie, créé en 1996, est applicable pour les bâtiments neufs ou rénovés, principalement en Suisse, mais aussi dans d'autres pays d'Europe : en France, Italie, au Luxembourg et en Allemagne (Maes, 2009).

Depuis 1998, Minergie est le label suisse dédié au confort des bâtiments, à l'efficacité énergétique et au maintien de la valeur du patrimoine immobilier. La priorité est accordée au confort des espaces de vie et de travail pour les occupants d'un bâtiment, qu'il s'agisse d'une construction neuve ou d'un ancien bâtiment rénové ou à rénover.

Les bâtiments Minergie se caractérisent également par des besoins très faibles en énergie et une exploitation des énergies renouvelables aussi élevée que possible (fig16).

Ce label jouit d'une large adhésion par le fait de la liberté qu'il offre aux acteurs du bâtiment : les architectes et les maîtres d'ouvrages trouvent un champ très large pour le choix des matériaux, des systèmes structurels et constructifs tant interne qu'externe du bâtiment.

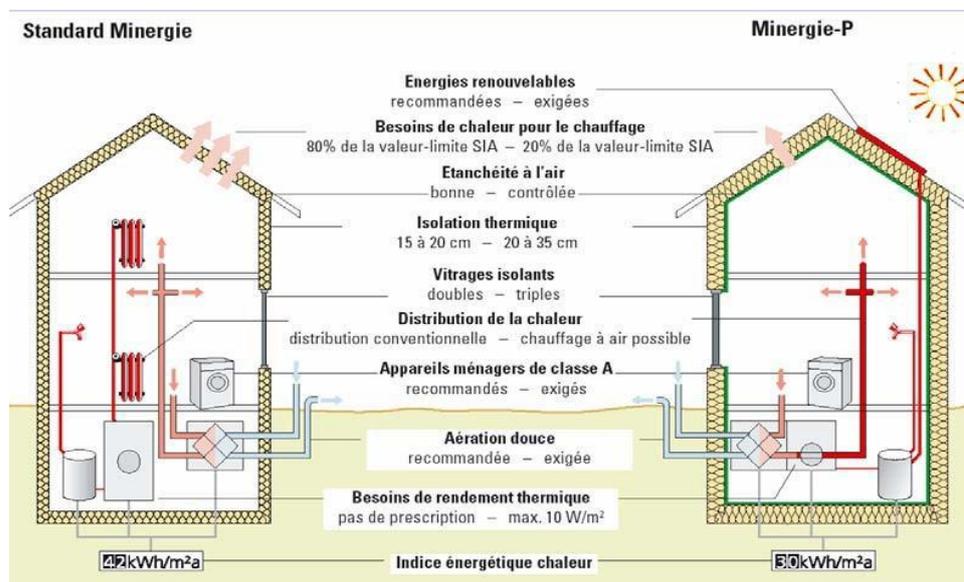


Figure 16 : Exigence des standards Minergie® et Minergie-P. Source : Minergie, 2007.

#### 10.3.1. Le label Minergie:

Le label Minergie s'adresse aux maîtres d'ouvrage et planificateurs dont le niveau d'exigence est supérieur à la moyenne en termes de qualité, de confort et d'énergie.

Ce label définit six niveaux de performance (Minergie, 2015) :

1. Minergie standard. pour les bâtiments à faible consommation d'énergie
2. Minergie-P (Passif) désigne des constructions à très basse consommation d'énergie et répond aux exigences maximales en termes de qualité, de confort et d'énergie, grâce notamment à une excellente enveloppe du bâtiment.
3. Minergie-A. combine des exigences supérieures en termes de qualité et de confort avec une indépendance énergétique maximale, grâce aux importantes installations photovoltaïques et des systèmes de batterie et de gestion des pics de charge.
4. Minergie Eco (Minergie avec éco matériaux et prise en compte du volet santé).
5. Minergie Eco-P. prend en compte les critères concernant la santé des utilisateurs et l'éco construction du bâtiment.

6. Minergie Eco-A. prend en compte les critères concernant la santé des utilisateurs et l'éco construction du bâtiment.

### 10.3.2. Le bâtiment à basse consommation :

Le label Minergie est la définition même du bâtiment à basse consommation en Suisse. Depuis son lancement en 1998, plus de 37 000 édifices ont été certifiés par ce label qui récompense les bâtiments sur les plans du confort et de l'efficacité énergétique.

Le label Minergie repose sur les exigences suivantes:

- a. Une bonne isolation de l'enveloppe du bâtiment.
- b. Un renouvellement contrôlé de l'air.
- c. Un approvisionnement énergétique hautement efficace basé sur les sources d'énergies renouvelables.

### 10.3.3. Maitrise d'énergie et Efficacité Energétique :

L'expression « maîtrise d'énergie » apparaît au début des années quatre vingt 1980, laissant ensuite la place à l'expression « efficacité énergétique » : avec une vision plus globale, intégrant ainsi la rationalisation dans la consommation des ressources énergétiques primaires. Ce terme regroupe donc l'économie d'énergie, et consiste à réduire les consommations d'énergie, et la diminution des coûts environnementaux, économiques et sociaux liés, tout en assurant d'augmenter la qualité de vie de tous les habitants de la planète et celle des générations futures (principe du développement durable), (Burtland, 1987).

La qualité énergétique du bâtiment est représentée par l'indice Minergie. Ce dernier témoigne du volume d'énergie finale nécessaire à l'approvisionnement en énergie d'un bâtiment.

Le calcul de cet indice, prend en compte la qualité de l'enveloppe du bâtiment, les installations techniques, les appareils et l'éclairage, l'approvisionnement énergétique basé sur les sources d'énergies renouvelables ainsi que l'autoproduction d'électricité, à condition qu'il existe également un renouvellement contrôlé de l'air.

Les nouveaux bâtiments doivent se caractériser par la possibilité d'avoir recours aux énergies renouvelables et de couvrir une partie de leurs besoins en électricité par un système d'autoproduction de courant. Leur indice Minergie s'élève à 55 kWh/m<sup>2</sup> par année (énergie finale pondérée).

### 10.4. La norme Réglementation Thermique RT 2005 :

La première réglementation en Europe, imposant une performance énergétique minimale des bâtiments, la Réglementation Thermique **RT 74**, date de 1974 et est consécutive au premier choc pétrolier, les normes sont actualisées tous les cinq ans (RT2000, RT 2005, RT2012).

L'idée de bâtiments sans chauffage et sans climatisation constitue une révolution dans le secteur du bâtiment, qui devrait tenir lieu de modèle dans les années à venir. Dans les pays d'Europe se sont développés des habitats dont la consommation énergétique totale est quatre fois inférieure à celles définies par les réglementations officielles du secteur du bâtiment.

La norme Réglementation Thermique **RT 2005** est la norme actuellement en vigueur pour toutes les constructions neuves depuis le 31 Août 2006.

En moyenne, une construction respectant la norme RT2005 consomme en moyenne entre 120 et 220 Kwh/m<sup>2</sup>/an (climatisation, chauffage, eau chaude, éclairage, et ventilation).

**10.5. La norme Réglementation Thermique RT 2012 :**

Suite à la réglementation thermique française pour les bâtiments neufs RT 2005, la réglementation thermique française RT 2012 met trois 3 exigences en termes de performances énergétiques globales (Legifrance, 2012) à savoir :

1. L'efficacité énergétique minimale du bâtiment.
2. Une consommation d'énergie primaire limitée.
3. Un bon confort d'été.

**10.6. La norme BBC – Bâtiment Basse Consommation :**

La norme BBC s'obtient quand la consommation d'énergie pour le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude est inférieure à **50Kwh/m<sup>2</sup>/an** (coefficient différent selon la situation géographique ou il est implanté le bâtiment) .

Parallèlement, la norme BBC vise à susciter une « évolution industrielle et technologique significative » de la filière construction, un bon niveau de performance énergétique des bâtiments ainsi qu'un bon équilibre technique et économique entre les énergies de chauffage, de climatisation et de l'eau chaude sanitaire. Les bâtiments basse consommation deviennent ainsi la référence.

**10.7. La Haute Qualité Environnementale HQE :**

L'association HQE a donné deux définitions de la qualité environnementale des bâtiments: l'une servant de socle, l'autre exigeentielle, tournée vers l'action.

La qualité environnementale d'un bâtiment correspond aux caractéristiques de celui-ci, de ses équipements et du reste de la parcelle, qui lui permettent une aptitude à satisfaire les besoins de maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur avec la création d'un environnement sain et confortable.

La définition exigeentielle de la qualité environnementale du bâtiment clarifie une mise en ordre opérationnelle d'exigences appelées 'cibles'.

Les quatorze 14 cibles retenues pour la HQE sont classées en deux 2 domaines et quatre 4 familles .

**10.8. LEED** est une certification de bâtiment dépendant d'une organisation gouvernementale à but non lucratif le 'USGBC', U.S. Green Building Council.

Le système de notation LEED Green Building aide les professionnels à améliorer la qualité de leurs bâtiments et leurs impacts sur l'environnement.

Elle regroupe sept 7 catégories, dont:

1. Aménagement écologique des sites.
2. Gestion de l'eau.
3. Energie et atmosphère.
4. Matériaux et ressources.
5. Qualité environnementale intérieur.
6. Systèmes et techniques constructives.
7. Innovation en design et région prioritaire.

Ainsi qu'une pondération spécifique sont alloués à chaque catégorie permettant au projet de cumuler 40 points et plus pour avoir le certificat.

**10.9. BREEAM :**

Building Research Establishment Environmental Assessment Method, est une méthode

d'évaluation des performances environnementales des bâtiments pour la conception, la construction et le fonctionnement de bâtiments écologiques, développée en 1990 en Angleterre par le Building Research Establishment (BRE).

### **11. Performances Thermiques et Efficacités Energétiques des Bâtiments :**

On peut définir l'efficacité énergétique est le rapport entre ce que peut produire un système, et ce qu'il absorbe comme énergie.

Elle est d'autant meilleure que le système énergétique utilise le moins d'énergie pour une meilleure rentabilité, que cela soit pour le chauffage, la climatisation, l'éclairage ou la production de l'eau chaude sanitaire et toute sorte de besoin énergétique.

« Consommer moins et mieux pour le même confort thermique », tel est l'objectif de l'efficacité énergétique. Et donc, on distingue deux types d'efficacité énergétiques :

1. L'efficacité énergétique passive, obtenue par les éléments du bâtiment, son inertie et la qualité de l'isolation thermique de son enveloppe ainsi que toutes les protections solaires et les masques intégrés.
2. L'efficacité énergétique active, qui intègre une gestion technique du bâtiment et avec un système de contrôle en continu entre la consommation énergétique à gérer et un confort des usagers à assurer(en permanence).

### **12. Les certificats d'économies d'énergie de Bâtiment:**

La certification énergétique est une procédure opérationnelle qui permet d'évaluer la consommation énergétique d'un bâtiment ainsi que la performance réelle prenant en compte la conduite énergétique des occupants (Nadine, 2001). Elle a pour but d'informer sur la performance énergétique du bâtiment et de ses équipements ainsi des orientations pour le choix technique permettant de réduire la facture d'énergie.

### **13.L'audit énergétique de Bâtiment :**

L'audit énergétique du bâtiment comprend : un état des lieux, un diagnostic du bâti, des équipements énergétiques, des installations techniques. Il sert à analyser les points faibles du bâtiment et à donner des propositions d'améliorations suivant des considérations techniques, économiques et selon le gisement d'énergie du site considéré.

### **14. Bilan thermique d'un Bâtiment :**

Le bilan thermique d'un Bâtiment permet d'éviter les sources de gaspillage d'énergie, et de calculer les besoins de climatisation et en chauffage d'un bâtiment. La performance globale est évaluée en kwh/m<sup>2</sup>an.

Les grandeurs énergétiques qui influent sur le bilan thermique d'un bâtiment :

#### **14.1. Conduction à travers l'enveloppe :**

L'absorption du rayonnement solaire sur les faces externes de l'enveloppe contribue à accroître les gains solaires en été mais elle diminue les pertes en hiver. Alors pour une enveloppe bien isolée, la contribution solaire est faible, et considérée comme négligeable.

#### **14.2. Renouvellement de l'air :**

Un renouvellement de l'air minimum est nécessaire pour obtenir un niveau acceptable de la qualité de l'air intérieur dans le bâtiment. Il représente une perte de chaleur en hiver, et un gain de chaleur en été.

#### **14.3. Gains solaire à travers les vitrages :**

C'est la quantité d'énergie solaire qui entre dans le bâtiment à travers les fenêtres et autres surfaces vitrées. Il représente toujours un gain de chaleur aussi bien en été qu'en hiver

**14.4. Gains internes :**

Il concerne toutes les sources de chaleur situées à l'intérieur du bâtiment, notamment les occupants, luminaires, et autres équipements. Il représente toujours un gain de chaleur.

**14.5. Sources d'énergie :**

C'est la quantité d'énergie délivrée par tout équipement de chauffage ou de climatisation, activé pour contrôler l'environnement intérieur pour assurer le confort.

**15. Calcul du bilan énergétique du Bâtiment :**

Le bilan énergétique permet de définir avec précision la quantité d'énergie totale nécessaire et consommé pour chaque bâtiment. Selon les saisons,

**15.1. Diagnostic de performance énergétique DPE du bâtiment :**

Le bilan énergétique d'un bâtiment reflète la consommation énergétique de ce dernier. Il démontre l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment, son système d'isolation, d'une part, et la quantité d'énergie totale nécessaire pour le bon fonctionnement de ce bâtiment.

Le diagnostic de performance énergétique DPE comporte deux parties :

1. Une étiquette affiche la consommation d'énergie (chauffage, climatisation, ECS).
2. Une autre étiquette affiche l'impact de ces consommations sur les émissions des gaz à effet de serre.

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. Etudier 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. Eviter les ponts thermiques dans les constructions (surtout les bâtiments anciens).
7. Ne préconiser que des améliorations qui ne risquent pas de provoquer de désordres.

**15.2. Les étiquette Energie et Climat**

Le besoin énergétique défini est visualisé sur les étiquettes énergie, et climat avec un classement allant de A à G (du bâtiment très efficace énergétiquement, au bâtiment peu efficace énergétiquement), selon les étiquettes (fig.4.6). Ces étiquettes énergie se résument à :

**15.2.1. Etiquette Energie :** c'est la classification d'un 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.

**15.2.2. 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.

**16. Critères de Performances Energétiques des Bâtiments :**

La performance énergétique d'un bâtiment est définie selon plusieurs critères ayant relation avec l'enveloppe et les parois du bâtiment, ses matériaux, son système d'isolation et le niveau de consommation d'énergie annuellement.

### 16.1. Le Coefficient de Transmission Thermique d'une paroi U

Le caractère isolant d'une paroi dépend de l'épaisseur et de la nature des matériaux mis en oeuvre. Le niveau d'isolation d'une paroi est donné par son coefficient de transmission thermique « U », celui d'un bâtiment complet est donné par le coefficient « K » .

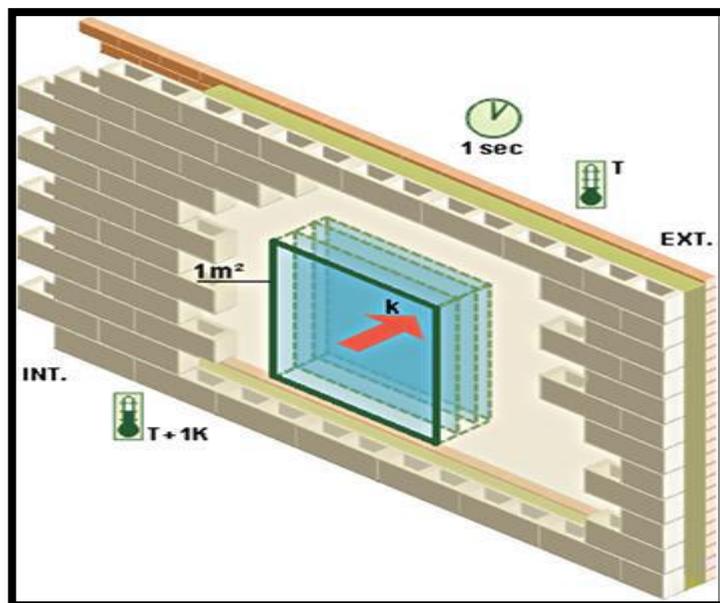


Figure17 : Transmission thermique de la paroi de bâtiment. Source : [www.energieplus.be](http://www.energieplus.be)

### 16.2. Le Coefficient de Transmission Thermique d'un Matériau $\mu$ en W/mK

Le coefficient de transmission thermique d'un matériau est la quantité de chaleur qui traverse en 1 seconde un matériau d'1 mètre d'épaisseur et d'une surface de 1 m<sup>2</sup> pour une différence de température de 1°C entre ses deux faces. Plus la valeur de  $\mu$  est faible, plus le matériau est le mieux isolant.

### 16.3. Le niveau d'isolation thermique globale d'un bâtiment K

Le coefficient K définit le niveau d'isolation thermique globale d'un bâtiment. Plus la valeur de K est basse, plus la perte d'énergie du bâtiment est faible : La perte d'énergie par les éléments de la toiture, le sol, l'enveloppe et les murs extérieurs, ainsi que la menuiserie.

Le choix d'une bonne isolation thermique pour le bâtiment permet de prolonger les périodes de confort thermique sans avoir recours aux systèmes de chauffage ou de climatisation, et de réduire la taille de ces systèmes et aussi le coût énergétique annuel.

### 16.4. Le niveau de consommation annuelle d'énergie E

La méthode de calcul du niveau de consommation annuelle E est différenciée par type de bâtiments résidentiels ou tertiaires, et prend en charge :

- Le site d'implantation du bâtiment, compacité et orientation du bâtiment.
- Les caractéristiques de l'enveloppe et l'étanchéité à l'air du bâtiment.
- Les systèmes de chauffage, et de climatisation.
- La ventilation.
- Le confort intérieur.
- L'éclairage et les installations d'éclairage.

- Les systèmes solaires passifs et les protections solaires.
- Les systèmes solaires actifs, et les systèmes faisant appel aux énergies renouvelables pour le chauffage et la production d'électricité.
- Les systèmes de chauffage et de climatisation collectifs ou urbains.

**Conclusion**

Ce chapitre montre les problématiques énergétiques rencontrées par les bâtiments. Il expose les crises économiques mondiales ressenties ces dernières années, ainsi que les préoccupations par rapport à l'économie et la maîtrise d'énergie, et la réduction des émissions et impacts sur l'environnement.

Pour le secteur du bâtiment, cette prise de conscience s'est traduite par une approche énergétique dans la conception architecturale des bâtiments, visant à économiser les ressources énergétiques épuisables, réduire les gaz à effet de serre, et de lutter contre le réchauffement climatique.

Ainsi, les concepts de performance thermique du bâtiment, de son efficacité énergétique et de son empreinte environnementale sont détaillés.

La performance énergétique d'un bâtiment est la quantité d'énergie nécessaire pour répondre aux besoins énergétiques liés à une utilisation normale du bâtiment, ce qui inclut l'énergie utilisée par ses systèmes techniques (y compris les systèmes de ventilation, d'éclairage, de chauffage, de refroidissement et de production d'eau chaude).

La maîtrise de la consommation d'énergie est une préoccupation majeure pour un grand nombre de pays. A l'heure actuelle l'utilisation rationnelle de l'énergie, a pour objectif d'éviter l'amplification des factures énergétiques des consommations dus aux prix des énergies non renouvelables, qui sont en perpétuelle hausse et causent des contraintes des niveaux de confort et d'économie, ainsi que des impacts très importants sur l'environnement.

## Introduction

L'architecture hospitalière est centrée sur la condition du malade. C'est-à-dire sur sa protection physique comme morale entre les éléments externes mais aussi interne.

Cette condition est résolue avec le plus au moins de succès en assurant un confort acceptable des conditions sanitaires et des protections adéquates et enfin un environnement sécurisant.

La santé est définie comme le bien-être physique, morale et sociale de l'être humain elle se représente comme un état d'équilibre et d'adaptation de l'homme au milieu dans lequel il vit. Mais des facteurs variés peuvent intervenir et provoquer la rupture de cet équilibre qui se donne naissance à la maladie.

## 1-la santé:

### 1-1-Définition de la santé :

- D'après le nouveau Larousse médical :  
Etat de fonctionnement normal de l'organisme en l'absence de maladies.
- Selon le préambule de la charte de l'organisation mondiale de la santé OMS :

La santé est un état complet de bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité. La possession du meilleur état de santé qu'il est capable d'atteindre, constitue l'un des droits fondamentaux de tout être humain, quel que soit sa religion, ses opinions politiques, sa condition économique et sociale, la santé de tous les peuples est une condition fondamentale de la paix du monde et de la sécurité, elle dépend de la coopération la plus étroite des individus et des états.

### 1-2. Evolution de la santé :

Les hôpitaux sont devenus les outils essentiels d'une politique de santé au bénéfice de la population dans son ensemble, le progrès de la communication et des techniques de soins médicaux ont abouti à la conception d'un réseau d'établissements hiérarchisés et coordonnés participant à la promotion de l'hôpital.

L'hébergement et le traitement des pauvres, des malades et des invalides sont apparus dans les pays où se trouvent les grandes religions (Islam, Christianisme et Bouddhisme).

- III<sup>ème</sup> siècle avant J.C : les bouddhistes en Inde ont créé des établissements pour les voyageurs pèlerins et les malades pauvres. Les plantes médicinales étaient cultivées et largement distribuées au peuple.
- En 325 après J.C : à Byzance un lieu appelé «XENODCHION» où les voyageurs et les pauvres étaient hébergés et soignés.
- Du VII<sup>ème</sup> au XII<sup>ème</sup> siècle : le monde islamique se construit et s'organise.

S'élabore dans les pays convertis à l'Islam un système d'assistance évolué, reposant sur les contributions pour les pauvres du dixième du revenu (ZAKET) et la constitution de bien (WAKF HABOUS) ; dans toutes les villes un centre social s'édifie comprenant la mosquée, l'hôpital, l'école théologique, la bibliothèque et les cuisines.

- Fin du 18ème, début du 19ème siècle : la révolution industrielle s'est accompagnée de nombreux échanges et contacts, la première conférence sanitaire internationale est tenue en 1851 ainsi les différentes séries de découvertes avaient donné une base à la médecine scientifique moderne.
- La première institution à vocation sanitaire, le bureau sanitaire international, devenu par la suite, bureau sanitaire para américain, fut créé en 1902 en Amérique.
- Par la suite plusieurs institutions sont fondées dans le but d'améliorer l'état de santé partout dans le monde dont la plus importante est l'organisation mondiale de la santé O.M.S, elle fut créée après la deuxième guerre mondiale.

### **1-3. Organisation mondiale de la santé OMS :**

- **Sa création :**

La science médicale contemporaine est diffusée, les causes pathogènes (virus, microbes) ignorent les frontières politiques alors la coopération internationale est devenue indispensable dans le domaine sanitaire, après la deuxième guerre mondiale la conférence des nations unies a décidé en 1945 la création d'une organisation sanitaire internationale spécialisée possédant son propre budget, et c'est l'organisation sanitaire mondiale qui est fondée le 7 avril 1948, elle s'est imposée comme la plus importante institution sanitaire .

- **Son rôle :**

Son rôle est d'assister les gouvernements membres afin d'assurer à la population le meilleur état de santé, caractérisé par un état de bien-être physique, mental et social.

L'organisation informe les gouvernements des événements importants ainsi que des nouvelles techniques en matière de santé. Parmi ses objectifs celui de lutter contre la pollution de l'air, de l'eau, et comment approvisionner l'eau dans les pays du Tiers- Monde.

## **2- La santé en Algérie :**

Avant 1830 la situation sanitaire en Algérie n'étaient pas très différente des autres pays du monde, vue sa situation géographique, les sciences médicales et techniques se propageaient dans tout les pays du bassin méditerranéen selon un circuit inauguré par la culture arabo-islamique.

### **2-1. Evolution du système sanitaire de 1830 - 1962 :**

Dès la conquête de l'Algérie par la France, le système sanitaire est bouleversé donc parler de santé c'est parler de plusieurs périodes :

- 1830 à 1850 : la distribution des soins est assurée par l'armée.

- 1850 à 1945 : l'occupation achevée et consolidée au niveau des villes, l'administration attire les médecins qui sont en nombre limité.
- 1945 à 1962 : le développement de l'infrastructure sanitaire toujours en faveur des soldats colons ; en 1958 une réforme touchant l'infrastructure mais dans l'extension de l'Algérie française.

## **2-2. Evolution du système sanitaire après 1962 :**

La situation sanitaire en 1962 ne permet pas de répondre à toutes les exigences d'une population dépassant les 10 millions d'habitants ; et l'évolution du système national de santé s'est fait sur plusieurs périodes :

- 1963-1972 : les indicateurs sanitaires de cette époque se caractérisent par :
  - La réduction des disparités en matière de répartition du corps médical.
  - La lutte contre la mortalité et la morbidité dues aux maladies transmissibles.
- 1973-1982 : sur le plan sanitaire, l'époque a été marquée par trois faits majeurs :
  - Décision de l'instauration de la gratuité des soins à partir de 1974.
  - La réforme du système éducatif et en particulier des études médicales qui a été à l'origine d'un accroissement rapide du nombre de praticiens.
  - La création du secteur sanitaire auquel ont été rattachées toutes les unités de soin de base autrefois gérées par les communes ou le secteur parapublic.
- 1983-1992 : cette époque est caractérisée par :
  - La réalisation d'importantes infrastructures sanitaires.
  - L'existence d'un potentiel médical et paramédical.
  - L'acquisition de nombreux équipements.

## **2-3. Principes directeurs de l'organisation du système de santé national après 1992 :**

- Adaptation du dispositif d'organisation du système national de santé économique.
- Préservation du secteur public et l'amélioration de ses performances.
- Intégration du secteur privé dans le système national de santé.
- Hiérarchie de la distribution des soins et des urgences médicochirurgicales dans le cadre d'une carte sanitaire.

- Revalorisation du plateau technique par la mise en place d'un système d'assurances qualitatif et d'un réseau de maintenance.

## **2-4. Organisation de la structure sanitaire :**

La structure sanitaire est hiérarchisée sur le territoire selon le type de soin qu'elle offre, le besoin de la population en la matière et les possibilités financières du secteur.

Nous retrouvons donc quatre niveaux sanitaires, encadrés par différents établissements qui sont :

### ➤ **Les établissements hospitaliers régionaux :**

Etablis dans les chefs-lieux régionaux, ils assurent des soins de hautes spécialités qui nécessitent les plus grandes technicités.

Les établissements que nous appelons C.H.U. (centres hospitaliers universitaires), assurent des formations médicales et paramédicales et disposent d'instruction de recherche et d'examinations.

D'autre part, ils s'occupent des affectations des grands malades vers des unités de soin spécialisées ou de leur envoi à l'étranger.

### ➤ **Les établissements spécialisés :**

Comme pour les C.H.U. ils sont implantés dans les grandes wilayas pour faciliter leur accessibilité, ils assurent des soins de tranches médicales spécialisées et regroupent des équipements médicaux très sophistiqués

### ➤ **Les secteurs sanitaires :**

Ils répondent aux besoins sanitaires d'une daïra en matière de soins de base et de maladies courantes. Ils englobent un ensemble de secteurs composé d'hôpitaux de daïras de 120 à 240 lits, de maternités et de polycliniques.

### ➤ **Les structures de soins légers :**

Ils répondent aux besoins sanitaires de la commune, ces structures sont :

- Maternité urbaine et rurale
- les centres de santé.
- Salle de soins.
- Les centres de P.M.I. (prévention maternelle et infantile).
- Laboratoire d'hygiène.
- Laboratoire de contrôles médicaux.

## **3-Typologie d'établissement sanitaire en Algérie :**

CHU : (Centre Hospitalier Universitaire) est un hôpital lié à l'université qui comporte deux volets principaux celui des services médicaux-chirurgicaux et celui de la formation des médecins, il est à l'échelle régional.

Hôpital : Un lieu destiné à prendre en charge des personnes atteintes de pathologie ou des traumatismes complexes.

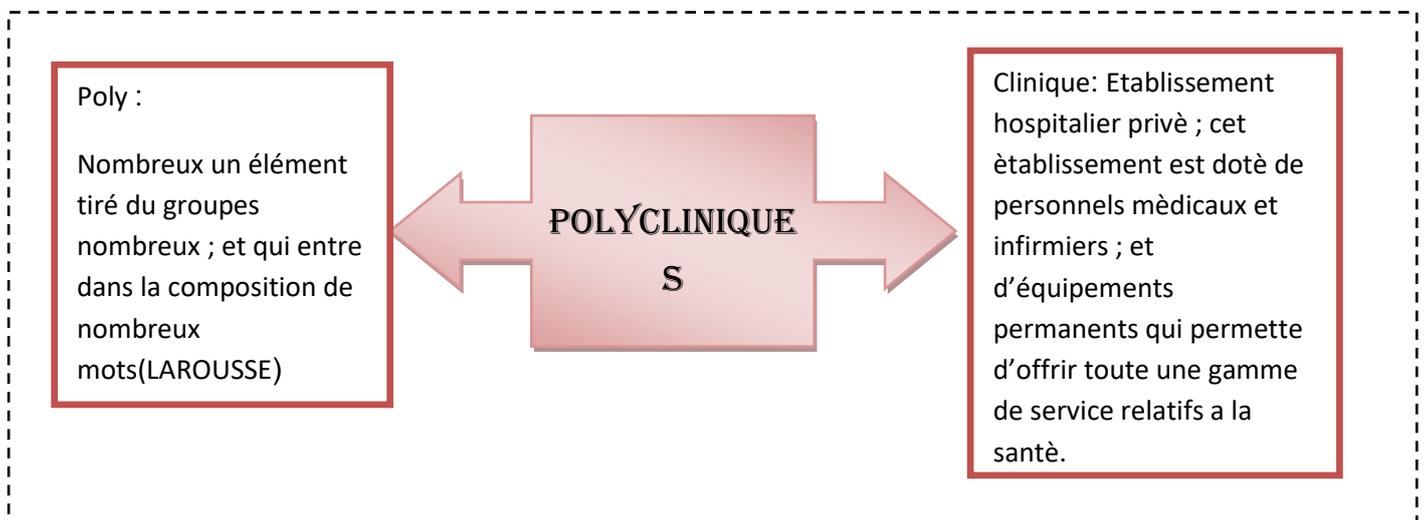
Polyclinique : La structure de relais et de filtre par les consultations spécialisées qu'elle assure entre le secteur hospitalier et les centres de la santé.

Clinique : C'est un établissement doté de personnels médicaux et infirmiers, et d'équipements permanents qui permettent d'offrir toute une gamme de services relatifs à la santé, y compris la chirurgie. Elle peut aussi comporter des équipements adaptés aux accouchements ainsi que divers services consultations externes. Les cliniques sont souvent associées à des structures de recherche et d'enseignement du corps médical et du personnel paramédical.

#### 4-Les polycliniques :

Une polyclinique c'est la seconde infrastructure sanitaire après l'hôpital.

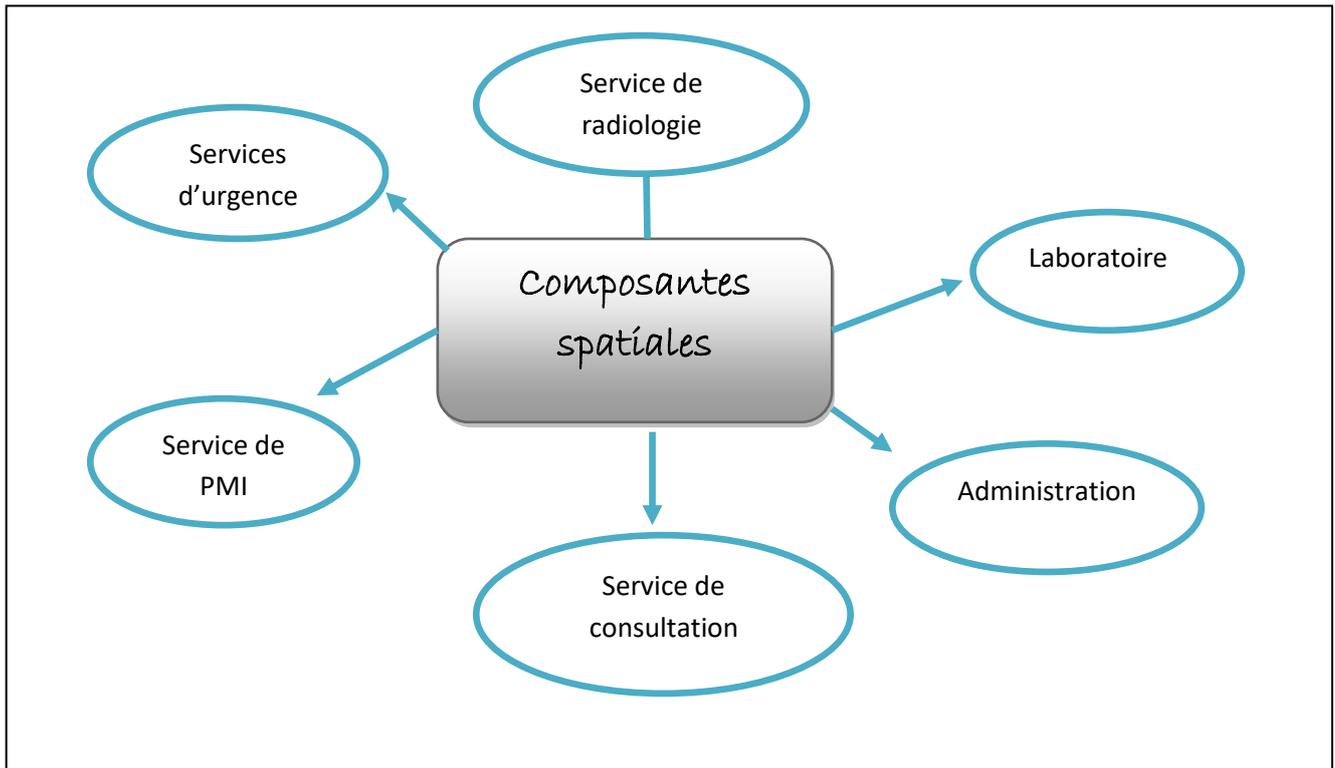
Mais à part la fonction d'hospitalisation, la polyclinique a un rôle presque similaire à celui de l'hôpital, on y fait les analyses, les soins, les traitements pour l'ensemble des maladies pour diminuer la pression exercée sur les hôpitaux par la population. Elle est dotée de moyens d'intervention permettant de rapprocher au maximum les opérations sanitaires pour mieux servir le citoyen et lui faire éviter de long déplacement .



##### 4-1.Définition spécifique :

La polyclinique est un établissement constitué de plusieurs espaces répartis et organisés architecturalement de manière à pouvoir assurer la bonne faisabilité des services médicaux.

##### 4 -2. Les différents services :



#### 4-3. Définitions des services :

- **Urgence** : Les urgences sont l'ensemble des soins médicaux ou chirurgicaux qui doivent être pratiqués dans les plus brefs délais.

Ce service doit permettre la prise en charge du malade :

L'accueillir. L'examiner, le réanimer en cas de besoins et le mettre sous observation pour suivre l'évolution de son état de santé.

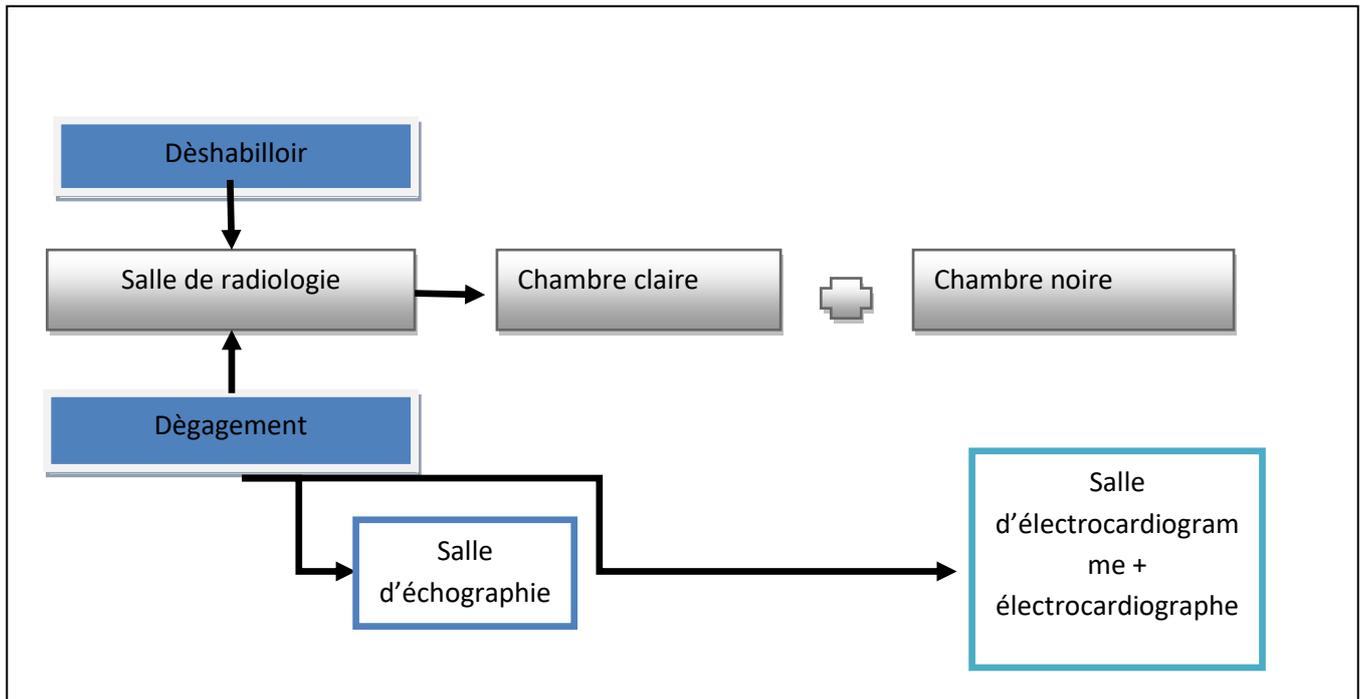
-Il doit impérativement être disposé au RDC pour faciliter son accessibilité en plein pied par voie mécanique.

-Le contact avec les visiteurs et les malades doit être évité.

-Il doit posséder un accès ambulance indépendante de l'accès principal.

- **Radiologie** :

Image obtenue par irradiation d'une émulsion d'un film radiographique au moyen de rayons X.



-Le mur support de l'appareil radio doit donc présenter une largeur minimum de 3m pour un système à plateau fixe et une de minimum de 3.5m pour un système à plateau flottant .Si un doublage des murs est nécessaire pour la radioprotection , il doit être réalisé avant l'installation de l'appareil pour éviter les poussières et les risque de coups , et pour fixer l'appareil sur les surfaces définitives .

-Les murs de la salle de radiologie ont de revêtement spécial.

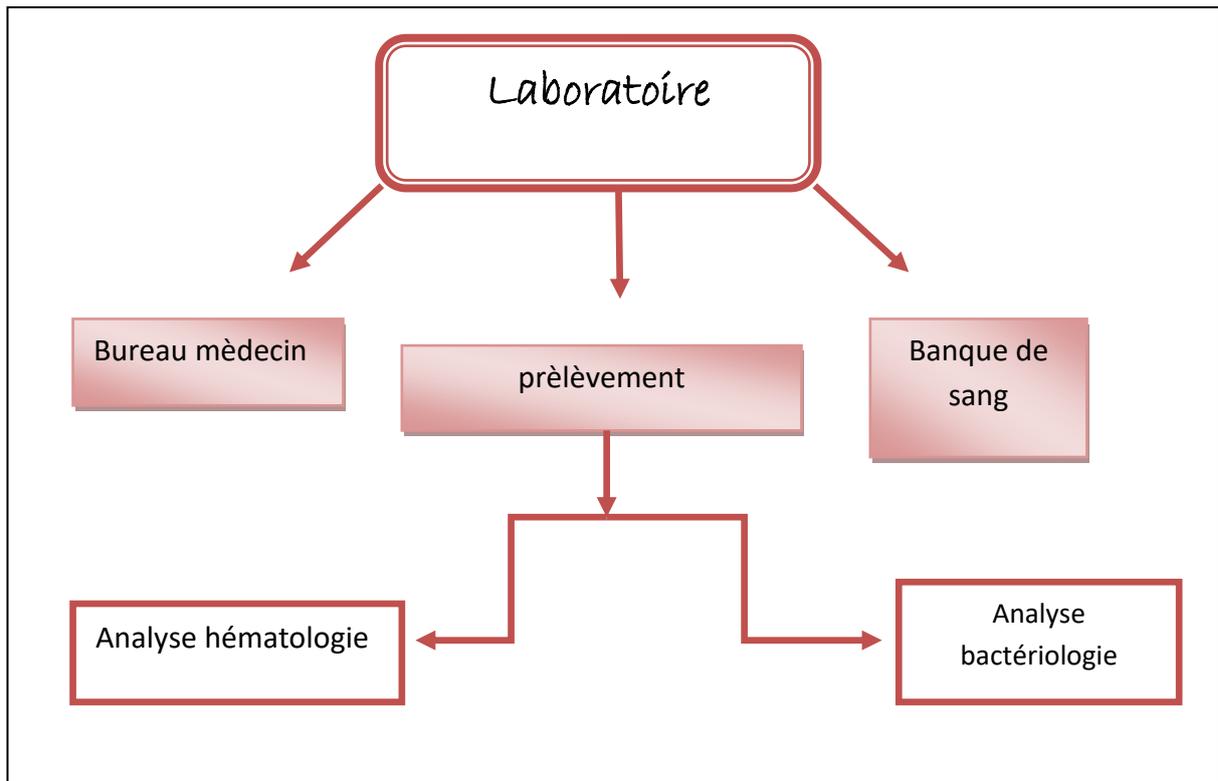
-Une hauteur de 2.10m au tour de la salle avec une couche de plomb fixée aumur avec un revêtement pour l'esthétique et ils sont en général en bois ou PVC.

-Cette couche a pour but d'éviter la transmission des rayons aux autres services.

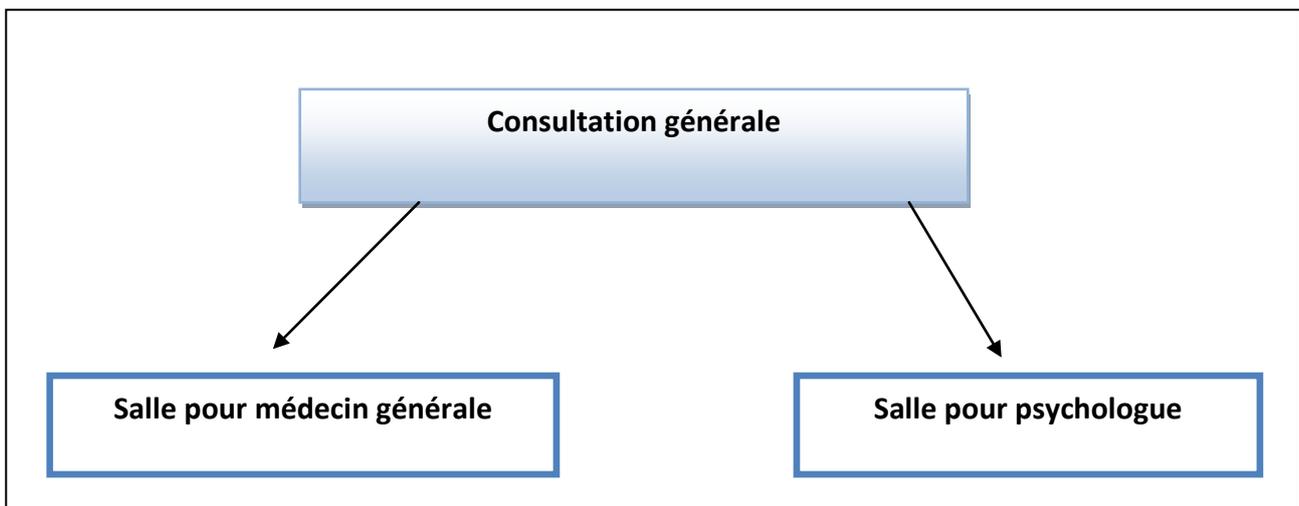
-Le service de radiologie doit être situé au RDC.

➤ **Laboratoire :**

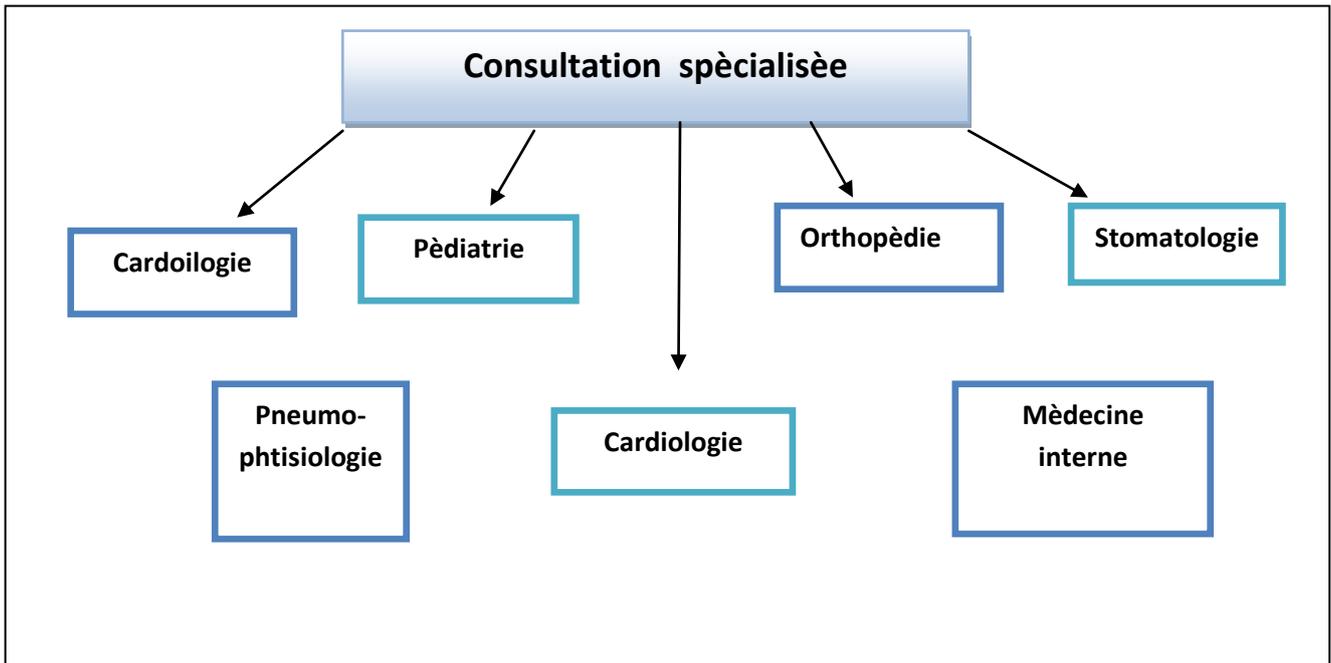
Local aménagé pour faire des recherches scientifiques, des analyse, des essaie industriel, des travaux photographique ...etc.



- **Consultation** : Examen d'un malade par un médecin dans un cabinet médical.
- Générale:

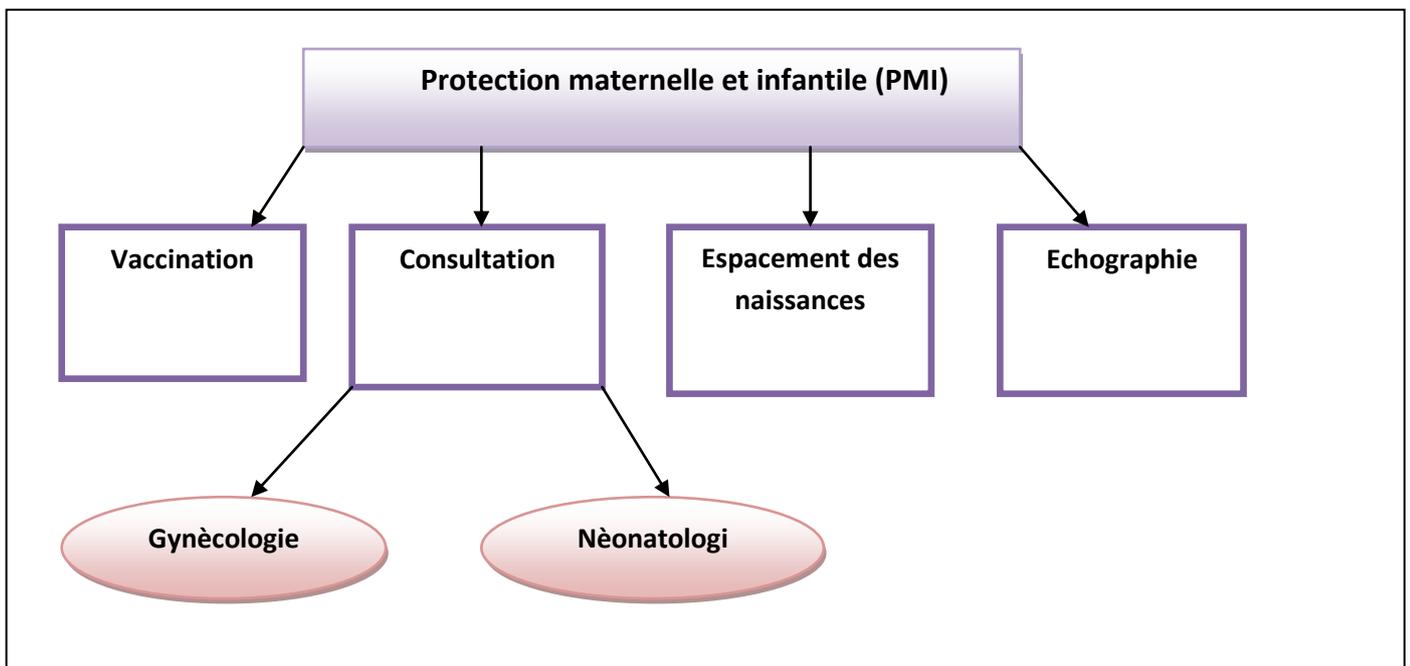


- Spécialisé :



➤ **Protection maternelle et infantile (PMI) :**

Organisme départementale de surveillance sanitaire et sociale des femmes enceintes et des enfants jusqu'à 6 an



**5- Analyse des exemples:**

**5-1. Polyclinique Kéraudren à Brest, France:**

**a)- Situation:**

la polyclinique de Kéraudren est située à la Périphérie nord

De Brest à Paris en France.

La surface de terrain est : 2.5 hectares

La surface bâti est:9500m<sup>2</sup>.

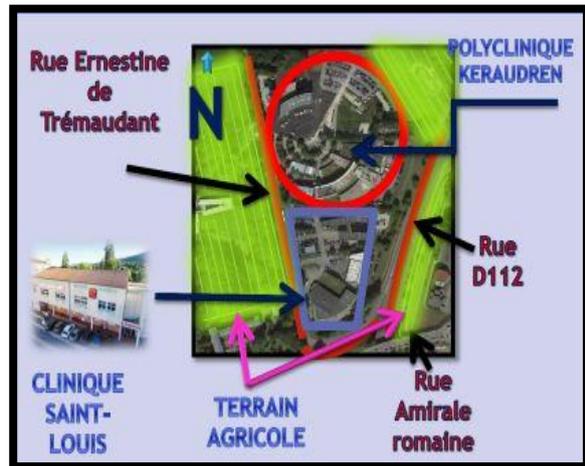


Figure12 : polyclinique de Kéraudren

**b)- Accessibilité +Les entrés :**

La polyclinique est entourée d'une voie secondaire dérive de la voie express, donc elle est facile d'accès

Figure13 : <https://www.researchgate.net>



Figure14 : <https://www.researchgate.net>

séparation entre les entrées pour organiser et faciliter les déplacements.



Figure14 : <https://www.researchgate.net>

**c)- Stationnement:**

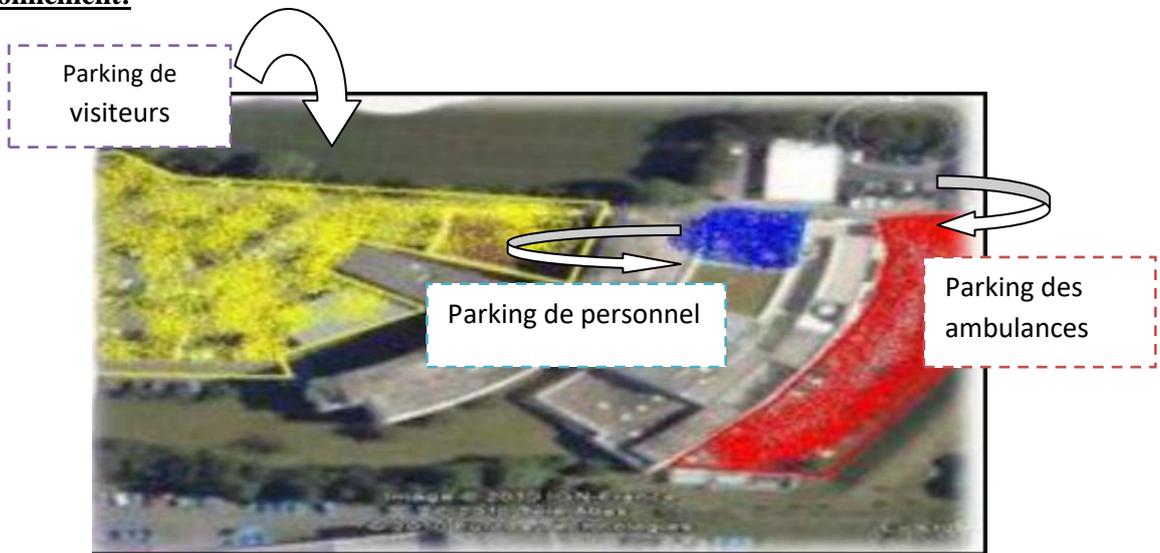
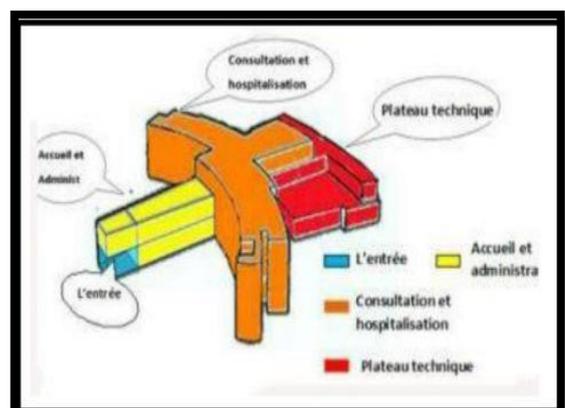


Figure15 : <https://www.researchgate.net>

**d)- Volumétrie:**

la volumétrie de la polyclinique est un combinaison de volumes en arc de cercle avec des hauteurs différentes ,permettant la pénétration de la lumière naturelle au sein de chaque service.



**e)- Les façades:**

Rythme composé

Ouverte et légère

porteuse et protégé

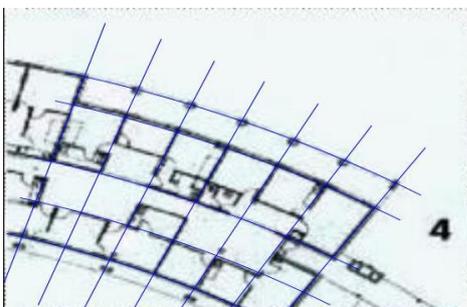


Figure16 : <https://www.researchgate.net>

**f)- Les matériaux de construction:**

Béton armé pour le structure  
Béton pour texture

Couleur unifie dans la façade  
(Blanc)



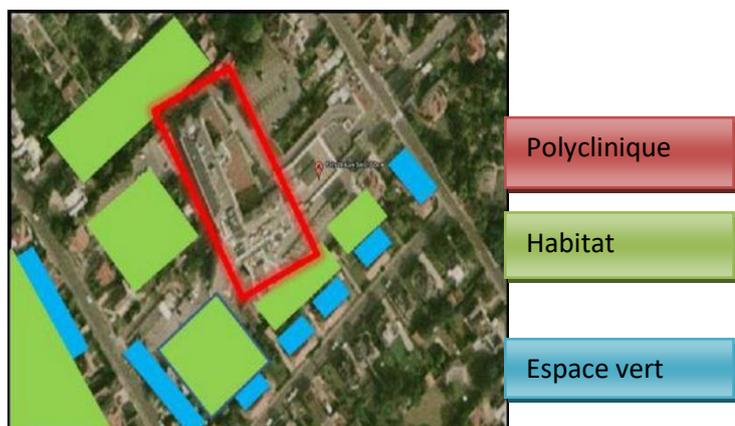
**Figure17 :**  
<https://www.researchgate.net>

**5-2. Polyclinique Saint-come:**

**a)- situation:**

Polyclinique saint-come est située dan un tissu naturel et urbain

figure18 : <https://www.researchgate.net>

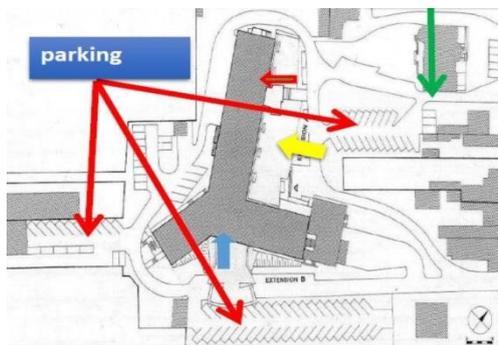


**b)- Accessibilité+ Les entrées:**



La polyclinique est accessible par deux accès Principale

Traitement de l'entrée des urgences est supportée par 03 poteaux en acier



Entrée des urgences

Entrée pour les travailleurs, médecins

Entrée pour les malades

Figure19 : <https://www.researchgate.net>

**c)- Stationnement:**

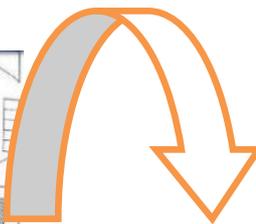
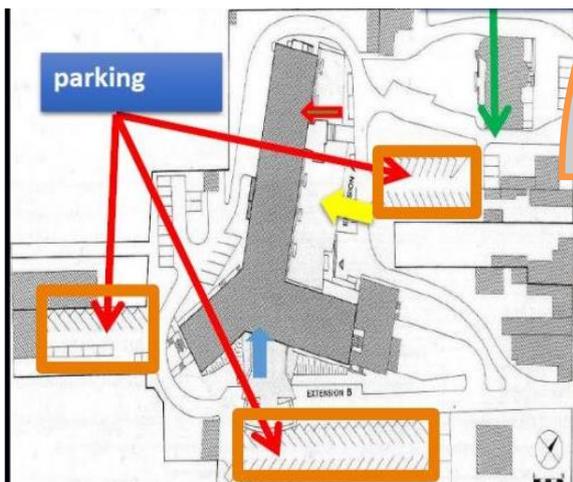


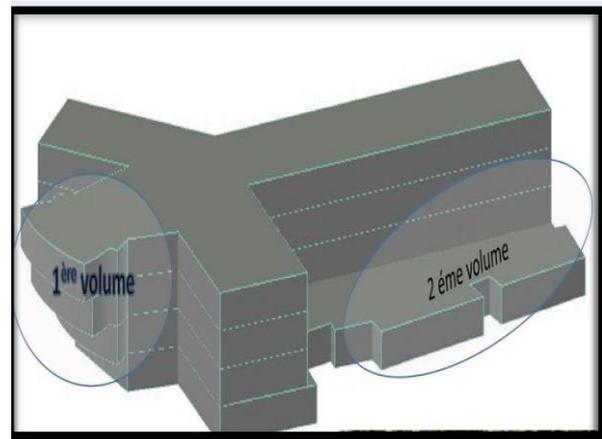
Figure20 : <https://www.researchgate.net>

**d)- Volumétrie**

La masse générale a une forme d'un Y , elle est constituée de deux volumes d'une forme différente.

Figure21:

<https://www.researchgate.net>

**e)- Les façades:**

Il y a un rythme entre le plein et le vide et

l'utilisation des fenêtres on longueur

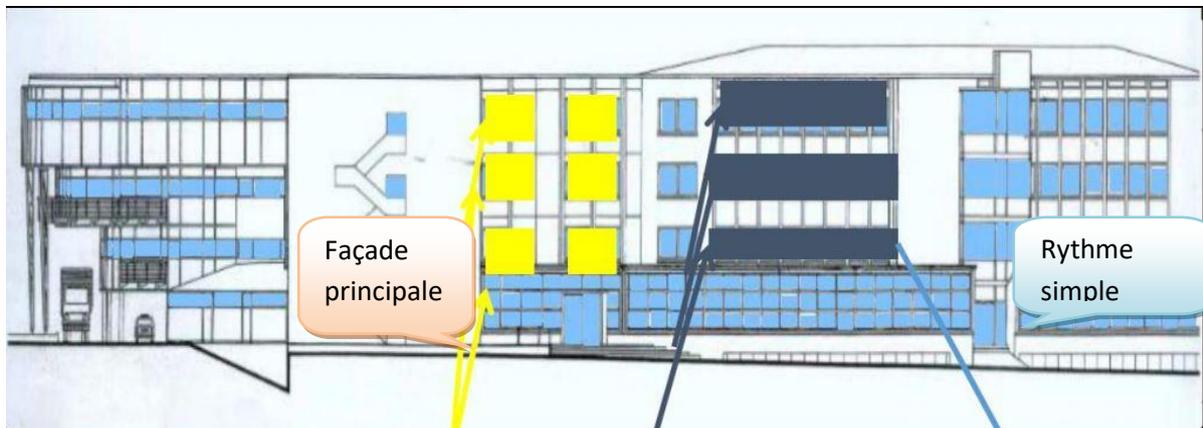


Figure22 : les façade

**f)- Les matériaux de construction :**

Béton armé /acier/verre

Couleur unifiée dans la façade



**5-3. PolycliniqueEL-Alia :**

**a)- situation:**

La polyclinique est située d'une voie express, donc elle est facile d'accès.



Figure 23 :

**b)- Accessibilité +Les entrés:**

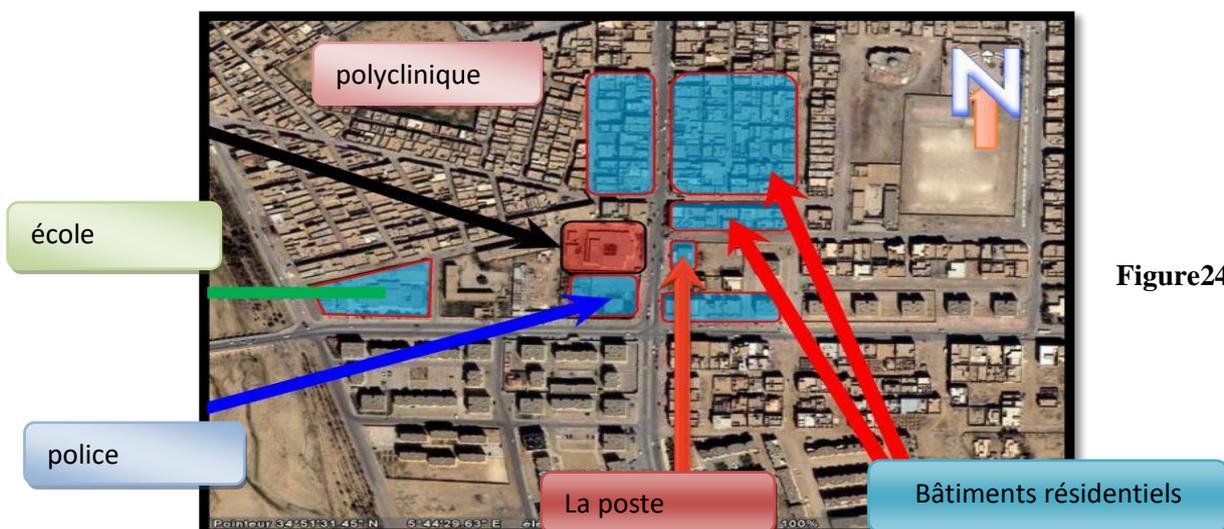


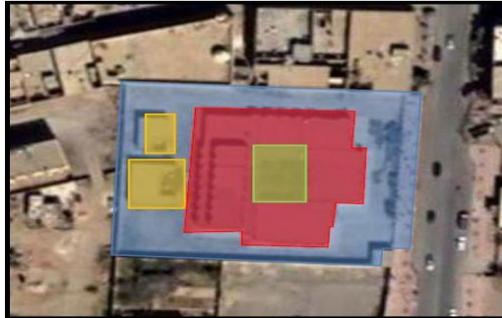
Figure24 :

La séparation entre les entrées pour organiser et faciliter les déplacements

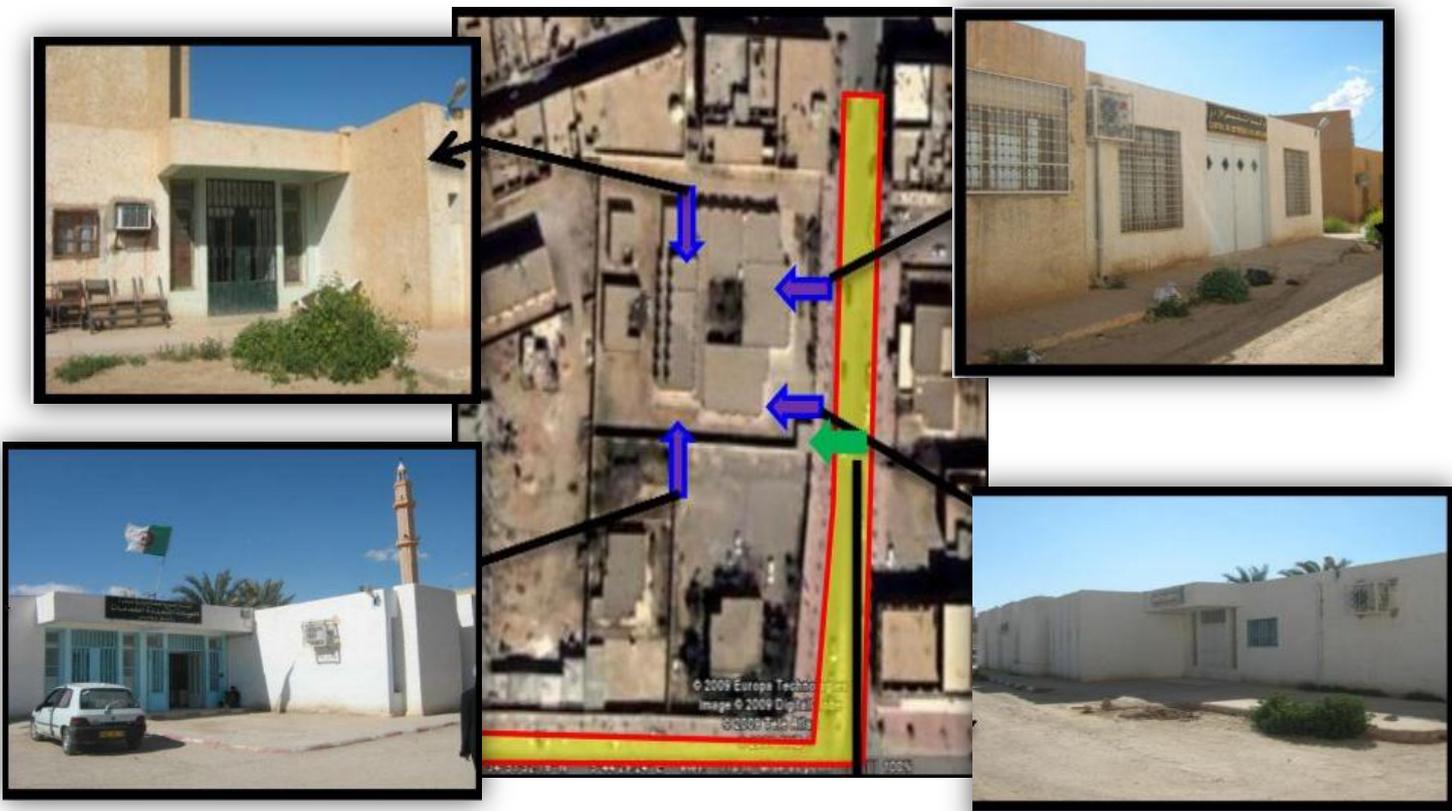
Figure

c)- stationnement:

Absence de parking

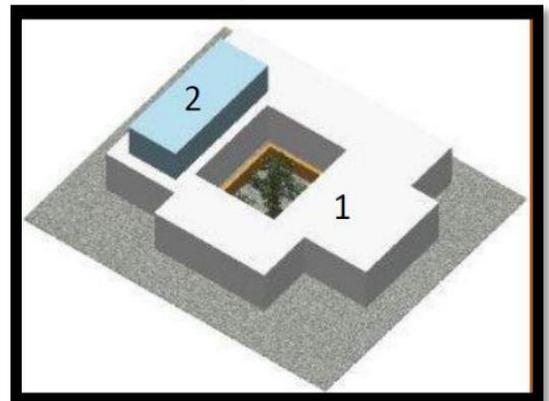
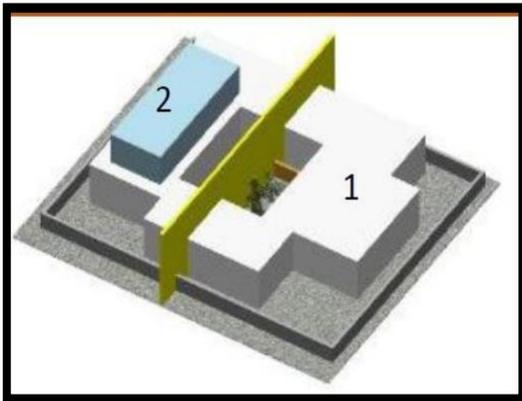


Espace de circulation  
mécanique



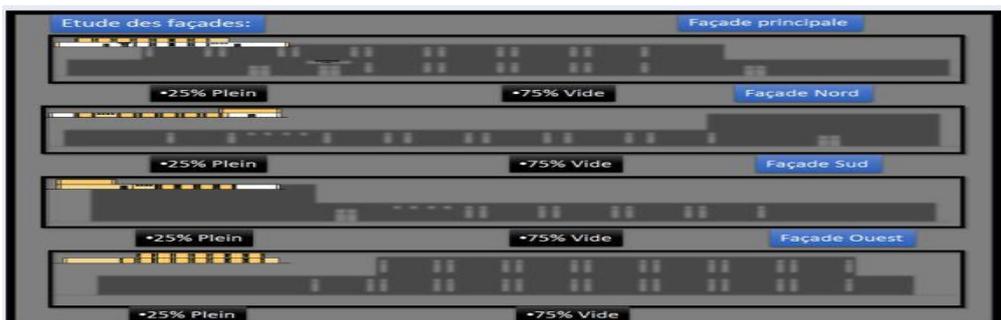
d)- Volumétrie:

La volumétrie de projet se compose de deux volumes



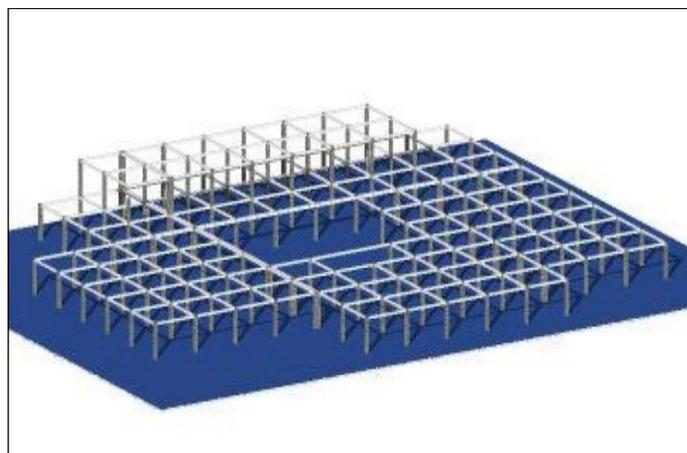
Figure

e)- Les façades:



f)- Les matériaux de construction

Béton armé pour le structure  
 Béton pour texture



## 5- La synthèse générale des exemples:

- Implanté dans une endroit urbain et calme.
- Accessible de plusieurs voix mécanique.
- Clôturé pour assurer la sécurité.
- Le bon choix des matériaux de construction et des isolants thermique et acoustique.
- Réduire la consommation chauffage et ventilation avec une bonne orientation / éclairage naturelle du bâtis et utilisation des énergies renouvelables.
- Assurer une bonne circulation horizontale, séparation entre les chemins visiteur et personnel.
- Différentes accès et parking: pour visiteur / pour personnel médicale / pour ambulance.
- Présence des espaces verts.
- Distribution vers les services depuis le hall d'accueil.
- Circulation directe entre services similaires.
- Administration isolé des autre services.
- Propreté intérieure et extérieure des personnelle médicales / des mobiliers.

<b>secteur</b>	<b>Espace</b>	<b>Surface</b>
<b>Réception</b>	Accueil et orientation	155.00
	Bureau d'entré	14.00
	Blocs sanitaires	9.00
<b>Médecine générale</b>	Réception+ Espace d'attente	30.00
	Salle de soins	32.00
	Salle de consultation	16.00
	Dentisterie	19.00
<b>Médecine spécialisée</b>	Réception + espace d'attente	50.00
	Salle de soins	28.00
	Salle ophtalmo	18.00
	Salle ORL	17.00
	Salle Ophtalmo	27.00
<b>Laboratoire des analyses médicales</b>	Réception + espace d'attente	32.00
	Salle prélèvement + w.c	20.00
	Salle de consultation	14.00
	Salle des analyses	20.00
<b>Service radiologie</b>	Réception + espace d'attente	42.00
	Salle radiographie	36.00
	Chambre noire	12.00
	Chambre claire	12.00
	Zone de travail	16.00
	Lavage de stokage	18.00

	Blocs sanitaires	6.00
<b>Protection maternelle et infantile</b>	Pharmacie	20.00
	Réception + espace d'attente + circulation	60.00
	Salle de soins et vaccination	35.00
	Salle consultation	14.00
	Salle gynécologie	23.00
	Salle démonstration	25.00
	Blocs sanitaires	9.00
<b>maternité</b>	Hall d'entrée + Réception	22.00
	Réception visiteur + espace d'attente	43.00
	Chambre ( y compris: placard + w.c)	18.00
	Bureau de contrôle et surveillance	18.00
	Cuisine biberonnerie	17.00
	Bureau sage- femme	21.00
	Salle de pré travail	24.00
	Salle de stérilisation	14.00
	Salle d'accouchement	60.00
	stocks	6.00
	Blocs sanitaires	7.00
	La morgue	20.00
<b>administration</b>	Accueil	16.00
	Secrétariat	12.00
	Archives	14.00
	Bureau responsable	20.00
	Bureau	12.00
	Vestiaire + sanitaires(H)	14.00
	Vestiaire + sanitaires(H)	14.00
<b>infrastructure</b>	Buanderie	16.00
	Dépôt	12.00
	Dépôt de nettoyage	14.00
	Stockage poubelles	20.00

## 1-Présentation de la wilaya d'El-oued :

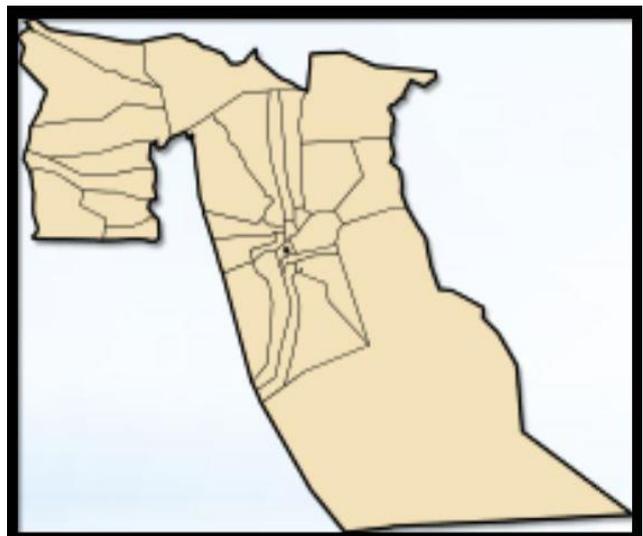
### Limites de la Wilaya :

La Wilaya d'El-Oued qui occupe une superficie de 44.586,80 km<sup>2</sup> (soit un taux de 1,87 % de la superficie du territoire) est limitée par :

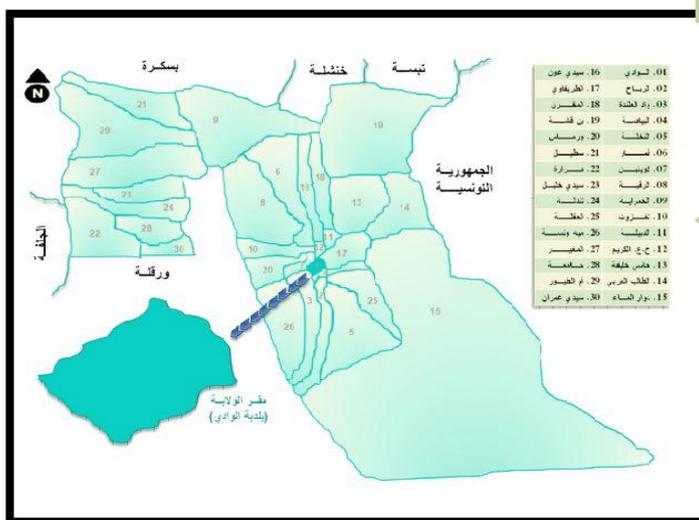
- ↪ La Wilaya de Tébessa au Nord-Est.
  - ↪ La Wilaya de KHANCHELA au Nord.
  - ↪ La Wilaya de BISKRA au Nord-Ouest.
  - ↪ La Wilaya de DJELFA à l'Ouest.
  - ↪ La Wilaya d'OUARGLA Sud-ouest.
  - ↪ La REPUBLIQUE TUNISENNE à l'Est (260 Km de frontières).
- La Wilaya d'El-Oued est composée de 30 Communes et 12 Dairas.



La carte de l'algerie



La carte d'EL-oued



**Relief:**

La configuration du relief de la Wilaya se caractérise par l'existence de trois grands ensembles à savoir :

**a. Région du Souf:**

Une région sableuse qui couvre la totalité du Souf. d'Est et du Sud.

**b. Erg :**

Une région sableuse qui occupe 3/4 de la superficie de Souf; et se trouve sur les lignes (80m Est, 120m Ouest) Cette région fait partie du grand Erg oriental.

**c. Oued Righ :**

Une forme de plateaux rocheux qui longent la R.N 3 à l'Ouest de la Wilaya et s'étend vers le Sud.

**d. Région de dépression :**

C'est la zone des Chotts, elle est située au Nord de la Wilaya et se prolonge vers l'Est avec une dépression variante entre (-10m et -40m) et parmi les chotts connues il y'a Milghigh et Merouane, auprès de R. N. n°48 qui traverse les communes de Hamraia et Still.

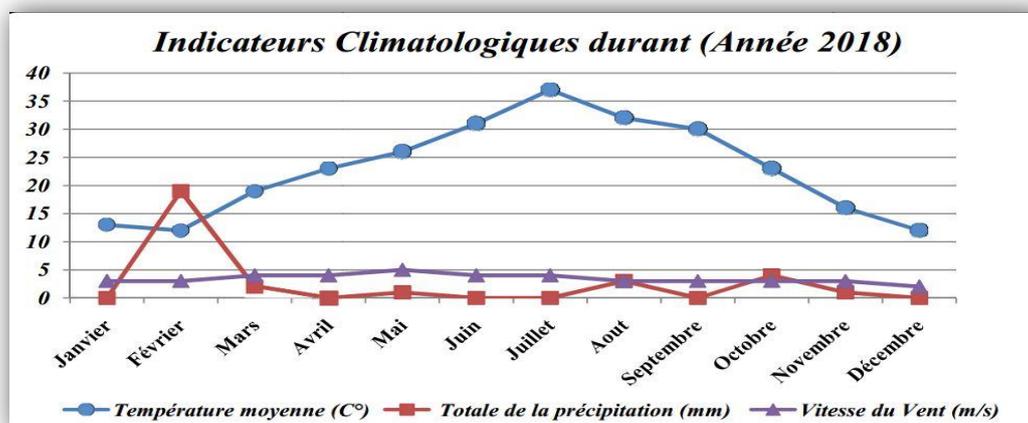
**La Bande Frontalière :**

elle est constituée par la Daïra de Taleb-Larbi qui compte trois Communes : (Taleb-Larbi, Douar El-Ma et Ben-Guecha).

Cette Daïra couvre une superficie de 21.569,60 km<sup>2</sup> soit 48% du territoire de la Wilaya pour une population résidente estimée fin 2018 de 29 490 habitants (Ménages Ordinaires et Collectifs), soit une densité de 1,37 habitant à un km<sup>2</sup>.

**Le Climat :**

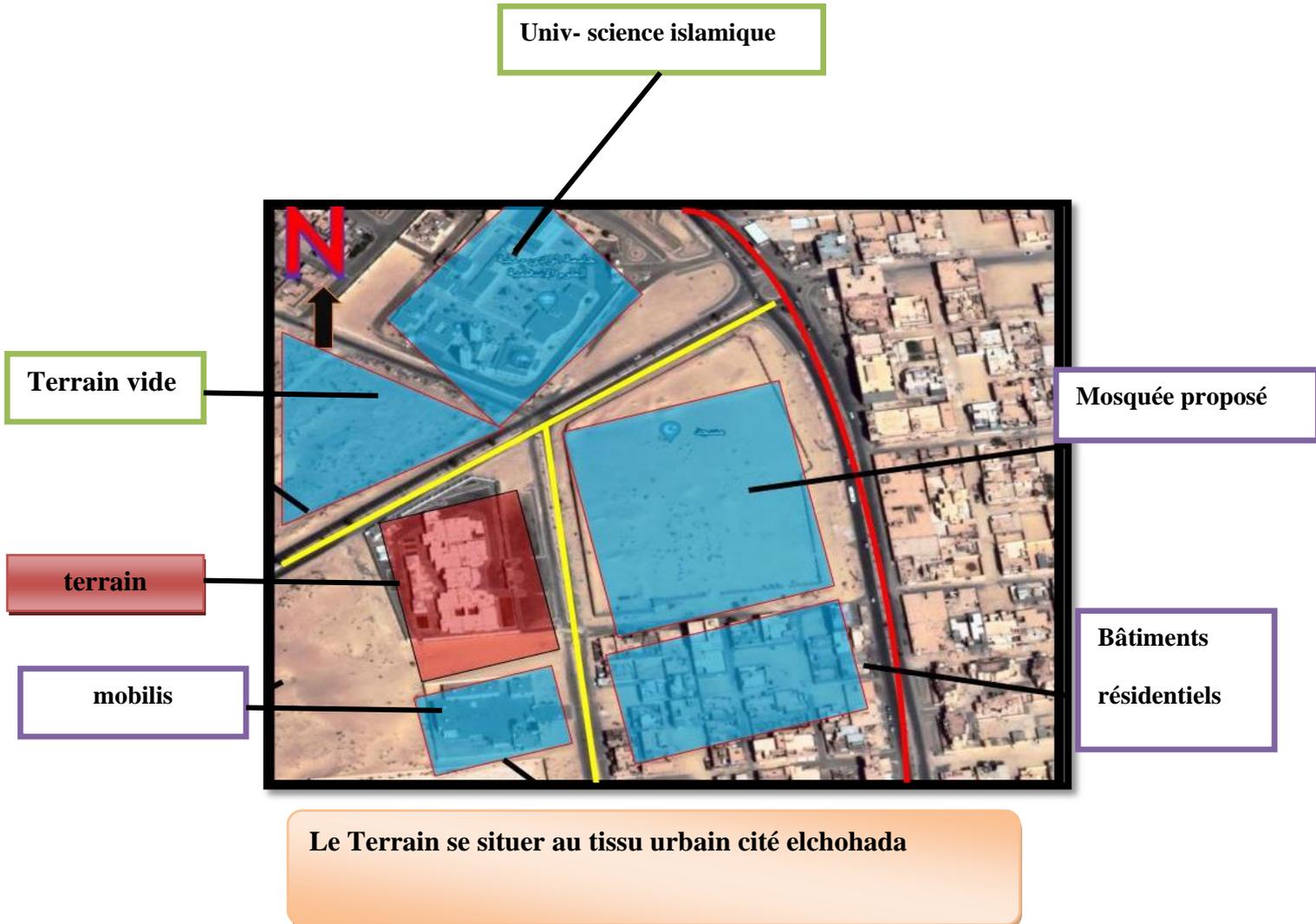
- Type saharien et désertique et se caractérise par des variations très importantes de températures et les précipitations sont très faibles, totale de la précipitation pour 2018 est de 30 mm.
- Les températures en général sont très élevées en été (40°C dans le Souf) et peuvent descendre jusqu'à 5°C en Hiver (à l'Mghaier).



La source : D.P.S.B W.d'El-oued

**2- ANALYSE DE SITE :**

➤ **L'entourage de terrain**



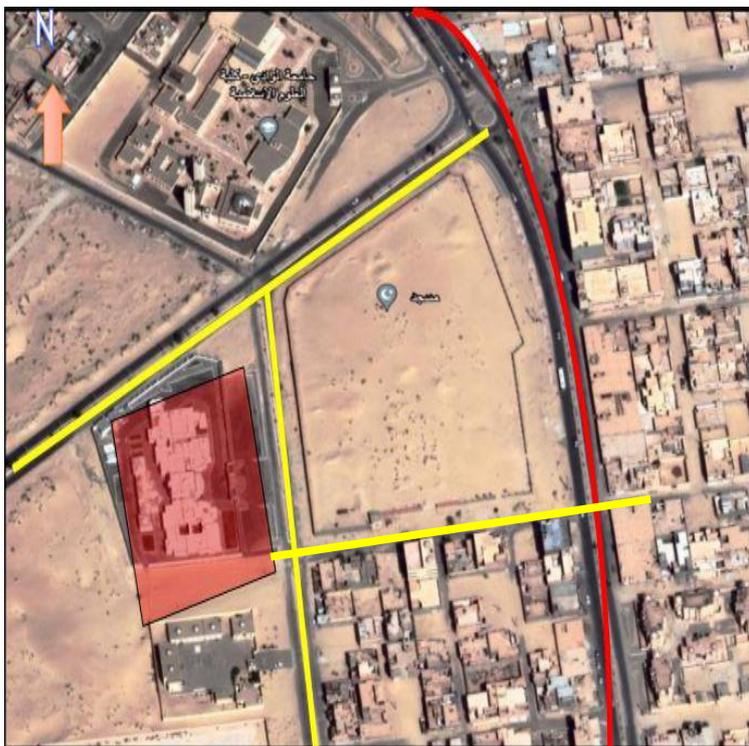
➤ La forme de terrain de terrain



La forme de terrain trapézoïdal

La surface de terrain: 7717m<sup>2</sup>

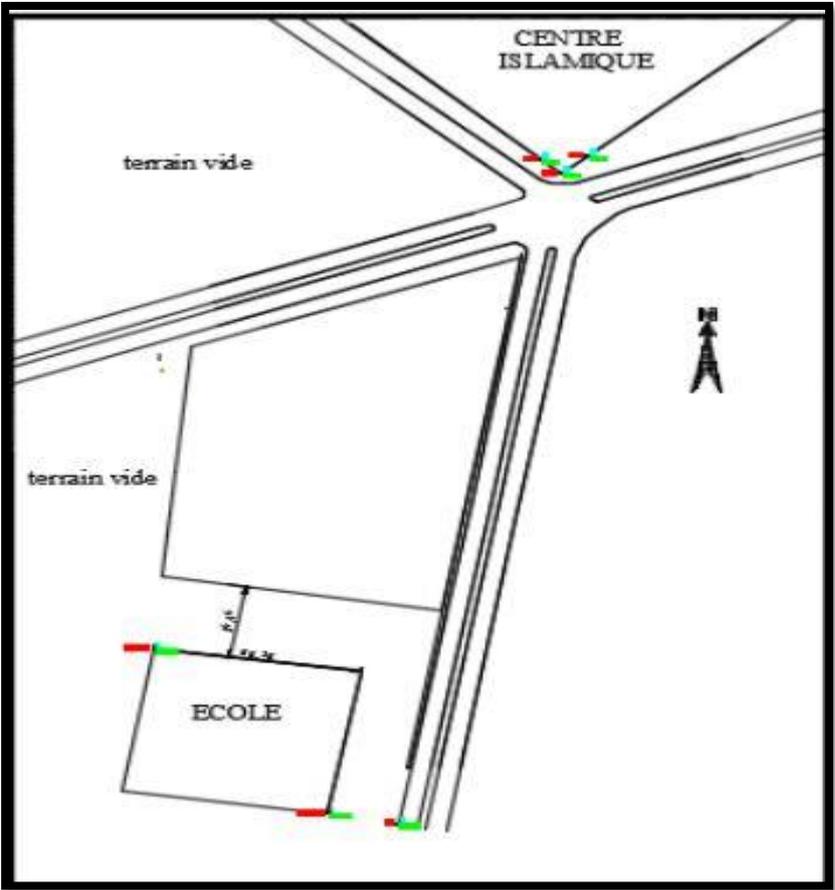
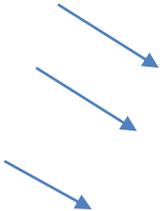
➤ L'accessibilité de terrain



Le terrain est située d'une voie express, donc elle est facile d'accès.

Le vent :

Vent froid (nord-ouest)

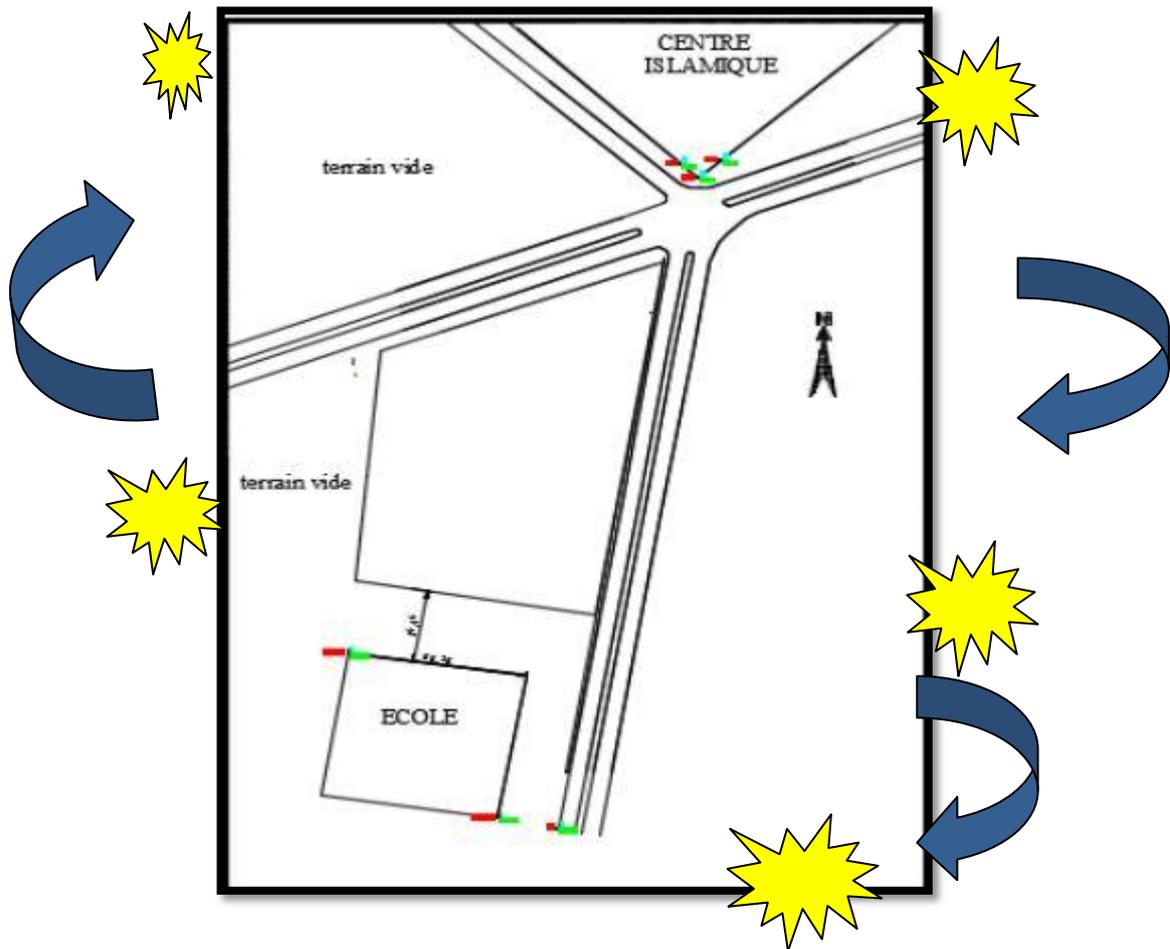


Vent de sable



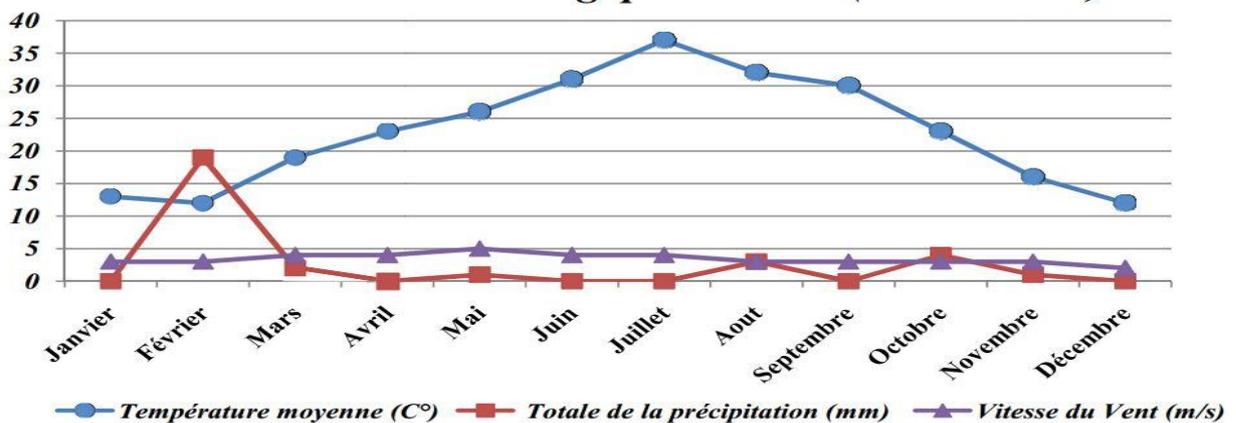
Vent chaud(sud-est)

➤ L'ensoleillement :



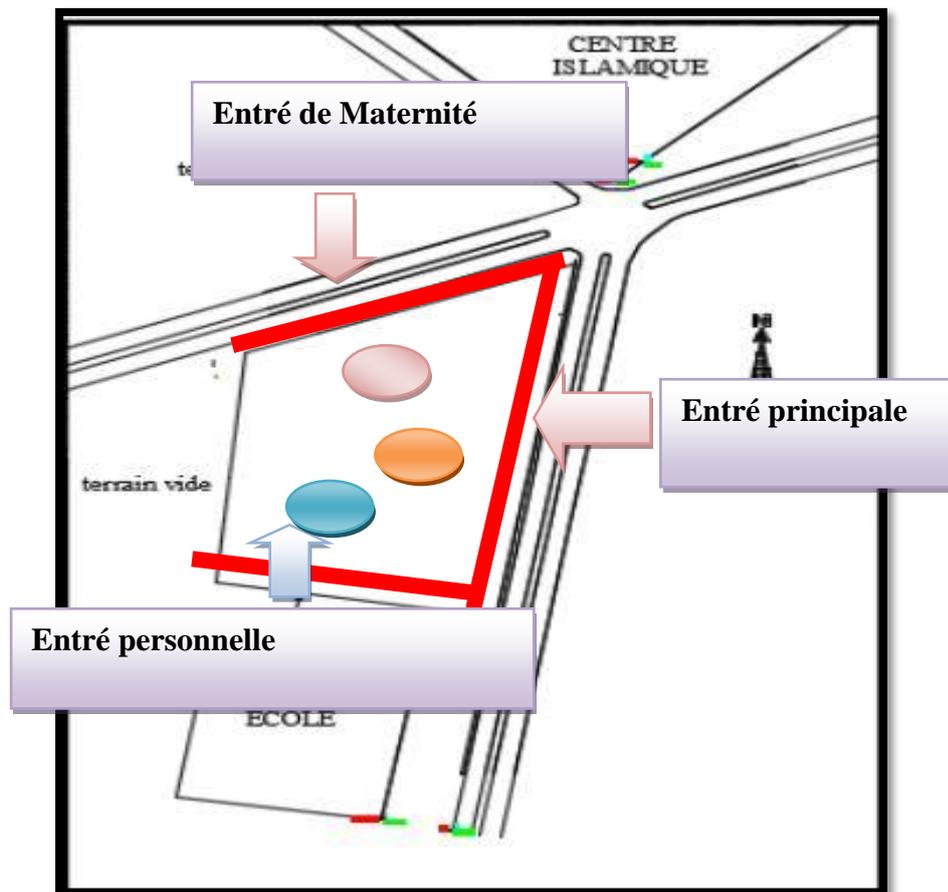
Le terrain est bien ensoleillé . Forte soleil en été avec une présence très élevé de 12h

**Indicateurs Climatologiques durant (Année 2018)**



➤ Les entrées :

séparation entre les entrées pour organiser et faciliter les déplacements.



La dimension environnementale est aujourd'hui une préoccupation majeure à l'échelle internationale, et les approches curatives ont montré leurs limites ce qui a exigé son intégration dans le processus de conception des produits, matériaux et procédés avec le respect des principes de développement durable (l'économie, le social, et l'environnement). Pour ce faire, différents outils d'évaluation, d'expertise, et de bilans (bilan Carbone) sont à la disposition des concepteurs, des acteurs et des constructeurs (industriels, constructeurs, agriculteurs, etc..) ; la méthodologie de l'analyse de cycle de vie ACV en fait partie. L'évaluation des impacts environnementaux résultants à l'exploitation d'un bâtiment relève de plusieurs disciplines, qui ont encore du mal à travailler ensemble dans un objectif de réduction des impacts sur l'environnement.

La performance thermique d'un bâtiment, est un levier important pour réduire la consommation d'énergie, pour l'économie, la concrétisation de la politique de la maîtrise énergétique, et de l'efficacité du bâtiment, ainsi que de la réduction des émissions de gaz à effet de serre GES et la diminution des impacts du bâtiment sur l'environnement. Et ce qui justifie le concept majeur de l'approche Analyse de Cycle de Vie ACV de bâtiment.

A cet effet, l'enveloppe est le lieu privilégié des relations et d'échanges entre espaces intérieurs et extérieurs du bâtiment. Aussi, l'orientation est le paramètre clé des interactions thermiques, acoustiques et visuelles de ce dernier.

## Les références

### Les mémoires :

- [1] Dr DAKHIA AZZEDDINE 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 these de doctorat.
- [2] Boutalbi Hana , le developpement d'un modèle d'évaluation du cycle de vie du batiment sous des conditions climatique et environnementales spécifique Thèse de master.  
Architecture. Université Mohamed Khider -Biskra.2015.
- [3] Aouria Mol El Amin, Matériaux locaux et enveloppe du bâtiment. Cas l'habitat en en zones arides, Thèse de master. Architecture. Université Mohamcc Khider-Biskra.2013
- [4]Loughraichi Nadjat,Les matériaux de construction locaux,. Thèse de master. Architecture. Université Mohamed Khider - Biskra.2013.
- [5] Saouli yasmina , Les matériaux outils d'intégration environnementale dans  
tes zones arides. Tmèse de master. Architecture. Université Mohamed Khider.2016.
- [6] Juliette LANGLOIS ,Représentation dans l'Analyse de Cycle de Vie des impacts environnementaux des usages de l'espace marin illustration sur lesactivités de pêche et d'algoculture. Thèse pour obtenir le grade de docteur, école nationale supérieure agronomique de Montpellier. 29 mars 2013.
- [7] Dorothée Micheau L'Analyse du Cycle de Vie. Thèse de master.  
Architecture., Université blaise Pascale 2011.

### Les sites :

- [1] [www.Wik:ipidea.com](http://www.Wik:ipidea.com).
- [2] [www.meteobleu.com](http://www.meteobleu.com)