



**République Algérienne Démocratique et Populaire**

Ministre de l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique

**UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA 01**

**Faculté des Sciences et technologies**

*Département des Energies Renouvelables*

**Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master**

**Spécialité : Energie Renouvelable**

**Option : Habitat bioclimatique**

**THEME**

**AMELIORATION DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE D'UN  
HABITAT INDIVIDUEL (CAS D'ETUDE BATNA)**

**Réaliser par :**

HADJI LINA

**Encadré par :**

Le professeur SEMMAR DJAFFAR

**Blida, Septembre 2022**

## **Remerciements**

Je voudrais dans un premier temps remercier dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Je remercie mes chers parents, mes deux frères et mes deux sœurs qui sont toujours présents pour moi ,leur sacrifice et leur soutien inconditionnel m'ont permis d'avancer dans ma vie,

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide de l'encadrement de Monsieur DJAFFAR SEMMAR, je le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur, et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Mes remerciements s'adresse au monsieur chef d'option ABDELKADER HAMID pour son aide pratique, son soutien moral et ses encouragements.

Mes remerciements s'adressent également à tous mes professeurs pour la qualité de l'enseignement qu'ils m'ont prodigué au cours de ces cinq ans passées à l'université de Blida.

## **Dédicaces**

*Au meilleur des parents dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines m'ont permis de vivre ce jour.*

*A mes frères et sœurs,*

*A qui je souhaite un avenir radieux plein de réussite*

*A ma copine Lyamna pour son aide et support dans les moments difficile et pour tout l'amour et la vivacité qui me donne.*

*Et A mes Amis A tous ceux qui me sont chers.*

## الملخص:

يجب أن تكون مساكن الغد مستدامة ومتكيفة مع المناخ وموفرة للموارد بهدف تحقيق حياة مريحة للسكان من خلال التبادل الذكي لدرجات الحرارة بين الداخل والخارج خلال الشتاء والصيف.

السكن في الجزائر لا يلبي الحاجة إلى الراحة. يعاني من نقص نوعي أثناء التصميم غير المدروس للمغلف من وجهة نظر الموقع والتوجيه والمواد المستخدمة وما إلى ذلك، مما يجعله القطاع الأكثر كثافة في استخدام الطاقة. يعد تحسين الأداء الحراري والطاقة وعزل غلاف السكن من العوامل المهمة جدًا في جعل الموطن مكانًا مريحًا في هذه الحالة، قمنا بدراسة الخصائص الحرارية لموئل فردي يقع في مدينة باتنة في شرق الجزائر من أجل تقليل الفاقد الحراري وتوفير الراحة الحرارية.

أولاً، قمنا بحساب الخسائر الحرارية وقمنا بإجراء توازن حراري للتحقق من امتثال هذا الموطن للوائح الحرارية للمبنى لنكون قادرين على تقييم درجة الحرارة واستهلاك الطاقة من "pleiade comfie 2.3" ثم أجرينا محاكاة باستخدام برنامج أجل إيجاد حل مناسب لبيئة مريحة لا تستهلك الكثير من الطاقة. استخدام العزل الحراري هو الحل الذي يظهر انخفاضًا في استهلاك الطاقة ويخلق إحساسًا بالراحة الحرارية في الموطن.

الكلمات المفتاحية: السكن - الراحة الحرارية - اللوائح الحرارية - القارئ الأكثر كفاءة في استخدام الطاقة - أداء الطاقة - العزل الحراري - استهلاك الطاقة.

## Résumé

Les logements de demain doivent être durables, adaptés au climat et économisent les ressources visant à atteindre une vie confortable pour les habitants par un échange intelligent de la température entre l'intérieur et l'extérieur pendant l'hiver et l'été.

L'habitat en Algérie ne répond pas au besoin du confort ; il souffre des insuffisances sur le plan qualitatif, lors de la conception non étudié de l'enveloppe du point de vu d'implantation, orientation, matériaux utilisés, ce qui fait de lui le secteur le plus énergivore.

L'amélioration de la performance thermique et énergétique et l'isolation de l'enveloppe du logement sont des facteurs très importants pour faire de l'habitat un lieu confortable.

Dans ce cas, on a étudié les caractéristiques thermiques d'un habitat individuel situé dans la ville Batna à l'est de l'Algérie dans le but de minimiser les déperditions thermiques procuré un confort thermique.

En premier lieu on a calculé les déperditions thermiques et effectuer un bilan thermique pour vérifier la conformité de cet habitat à la réglementation thermique du bâtiment, Ensuite On a effectué une simulation avec le logiciel « pléiade comfie 2.3 » pour pouvoir évaluer la température et la consommation énergétique afin de trouver une solution adéquate pour un habitat confortable qui ne consomme pas beaucoup d'énergie.

L'utilisation de l'isolation thermique est la solution qui montre une réduction de la consommation énergétique et crée un sens de confort thermique dans l'habitat.

**Les mots clés :** l'habitat – le confort thermique – la réglementation thermique- le secteur le plus énergivore - la performance énergétique – l'isolation thermique – la consommation énergétique.

## **Abstract**

The housing of tomorrow should be sustainable, climate-adaptive and resource-saving aiming to achieve a comfortable life for the inhabitants through an intelligent temperature exchange between indoors and outdoors during winter and summer.

Housing in Algeria does not meet the need for comfort; it suffers from qualitative deficiencies, during the unstudied design of the envelope from the point of view of location, orientation, materials used, thicknesses, etc., which makes it the most energy-intensive sector. Improving the thermal and energy performance and the insulation of the housing envelope are very important factors in making the habitat a comfortable place.

In this case, we studied the thermal characteristics of an individual habitat located in the city Batna in the east of Algeria in order to minimize thermal losses and provide thermal comfort.

First, we calculated the heat losses and carried out a heat balance to check the compliance of this habitat with the building's thermal regulations.

Then we carried out a simulation with the software "pleiade comfie 2.3" to be able to evaluate the temperature and the energy consumption in order to find an adequate solution for a comfortable habitat which does not consume a lot of energy.

The use of thermal insulation is the solution that shows a reduction in energy consumption and creates a sense of thermal comfort in the habitat.

**Key words :** housing - thermal comfort - thermal regulations - most energy-efficient reader - energy performance - thermal insulation - energy consumption.

# 1 Sommaire

INTRODUCTION GENERALE .....	1
<b>Chapitre I : Généralité et état de l'art .....</b>	<b>3</b>
1.1 Efficacité énergétique :.....	3
1.1.1 Avantages de l'efficacité énergétique :.....	3
1.2 La haute qualité environnementale HQE :.....	3
1.3 Programme national d'efficacité énergétique : .....	4
1.4 Types bâtiments à efficacité énergétique :.....	4
<b>1.4.1 L'éco-construction :.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.2 Les maisons Basse consommation :.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.3 Les maisons passives :.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4.4 Les maisons à énergie positive :.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.5 Les maisons autonomes ou maisons zéro-énergie :.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.6 L'architecture bioclimatique :.....</b>	<b>7</b>
1.5 Les bénéfices de la Construction durable : .....	8
1.6 Les bases de l'architecture bioclimatique :.....	8
1.6.1 Minimisation des pertes énergétiques en s'adaptant au climat environnant : .....	8
1.6.2 Privilégier les apports thermiques naturels et gratuits en hiver : .....	9
1.6.3 Privilégier les apports lumière naturelle :.....	9
1.6.4 Privilégier le rafraîchissement naturel en été :.....	9
1.7 Le confort thermique : .....	10
1.7.1 Les paramètres du confort thermique :.....	10
1.7.2 L'isolation et le confort thermique :.....	11
1.8 Etat de l'art :.....	11
1.8.1 Mémoires consultés :.....	11
1.8.2 Les articles consultés :.....	14

1.9	Conclusion :	16
<b>2</b>	<b>Chapitre II : Présentation du cas d'étude.</b>	<b>17</b>
2.1	Introduction :	17
2.2	Présentation de cas d'étude :	17
2.2.1	Présentation de la wilaya :	17
2.2.2	Situation géographique de Batna:	18
2.2.3	Présentation de la commune de Batna :	18
2.2.4	Données climatologiques :	18
2.2.5	Classification de la ville de Batna selon la classification thermique de DTR (C3-2) des communes de l'Algérie :	22
2.2.6	Description du logement étudié :	22
2.2.7	Plan architecturale de la maison :	23
2.3	Matériaux de construction utilisés :	23
2.3.1	2.3.1 Compositions des murs extérieurs :	23
2.3.2	Compositions des murs intérieurs :	24
2.3.3	Composition du plancher (c'est la plancher bas dans notre cas d'étude) :	24
2.3.4	Composition de la toiture :	25
2.3.5	Les compositions des ouvertures :	25
2.4	Les matériaux de construction :	26
2.4.1	Briques creuses :	26
2.4.2	Hourdis :	26
2.4.3	Le béton :	27
2.4.4	Le carrelage :	27
2.5	Calcul du bilan thermique :	27
2.5.1	Avant l'isolation :	27
	Calculs des déperditions de référence selon DTR :	27
2.5.2	Bilan thermique après isolation mur extérieur avec le liège :	30
2.6	Conclusion :	32



<b>3</b>	<b>Chapitre III : Logiciels et étapes de simulation.....</b>	<b>33</b>
3.1	Introduction :.....	33
3.2	Définition de la simulation thermique dynamique :.....	33
3.3	Présentation des logiciels :.....	33
3.3.1	Pléiades + Comfie (version 2.3):.....	33
3.3.2	Alcyone:.....	34
3.3.3	Méteonorme 5.1 : .....	35
3.4	Processus d'application des logiciels : .....	36
	Sous Pleiade : .....	36
	Identification de la station météorologique :.....	39
3.5	Définition des scénarios :.....	43
3.5.1	Les scenarios d'occupations : .....	43
3.5.2	Consigne de thermostat : .....	47
3.6	La simulation : .....	50
3.7	Conclusion : .....	51
<b>4</b>	<b>Chapitre IV : résultats et discussions .....</b>	<b>52</b>
4.1	Introduction :.....	52
4.2	Résultats et commentaires des graphes : .....	52
4.2.1	Simulation 01 La première simulation est faite par la composition originale de notre cas d'étude.....	52
4.2.2	Simulation 02 : La deuxième simulation est faite par faite par le renforcement d'isolation au niveau des murs extérieurs avec polystyrène :.....	57
4.2.3	Simulation 03 : La deuxième simulation est faite par faite par le renforcement d'isolation au niveau des murs extérieurs avec panneau de liège :.....	62
4.3	Récapitulation des résultats : .....	65
4.4	Conclusion : .....	67
<b>5</b>	<b>Chapitre V : étude technico économique.....</b>	<b>68</b>
5.1	Introduction :.....	68
5.2	La comparaison entre l'isolation avec le polystyrène expansé et les panneaux de lièges :	

5.2.1	Le polystyrène expansé : .....	68
5.2.2	Le panneau de liège : .....	69
5.3	Conclusion : .....	71
<b>6</b>	<b>Conclusion générale.....</b>	<b>72</b>
<b>7</b>	<b>Bibliographie .....</b>	<b>73</b>

## Liste des figures

<b>Figure 1.1 : Schéma d'une habitation respectant les normes bioclimatiques.</b>	<b>4</b>
<b>Figure1.2 : Schéma d'une maison a basse consommation.</b>	<b>5</b>
<b>Figure 1.3:Schéma d'une maison passive.</b>	<b>6</b>
<b>Figure1.4:Une maison a énergie positive</b>	<b>6</b>
<b>Figure 1.5:Schéma d'une maison bioclimatique</b>	<b>8</b>
<b>Figure2.2 : Durée d'ensoleillement à BATNA, source : Météonorme.</b>	<b>18</b>
<b>Figure2.3:Températures journalière maximales et minimales à BATNA, source : Météonorme</b>	<b>19</b>
<b>Figure2.4 : Rayonnement à BATNA, source : Météonorme.</b>	<b>21</b>
<b>Figure2.5 : Température en °C à BATNA, source : Météonorme.</b>	<b>21</b>
<b>Figure2.6 : Classification de la ville de BATNA ,source DTR C3-2.</b>	<b>22</b>
<b>Figure2.7:Situation géographique du cas d'étude, source Google earth.</b>	<b>22</b>
<b>Figure 2.8 :Plan architectural du premier étage.</b>	<b>24</b>
<b>Figure3.1:Interfacepléiades2.3.</b>	
<b>Figure3.2:interface alcyone.</b>	<b>34</b>
<b>Figure 3.3: interface Météonorme.</b>	<b>35</b>
<b>Figure 3.4: caractéristique de la composition des murs extérieurs, source pléiade.</b>	<b>36</b>
<b>Figure 3.4: caractéristique de la composition des murs extérieurs, source pléiade.</b>	<b>36</b>
<b>Figure 3.5: caractéristique de la composition des murs intérieurs, source pléiade.</b>	<b>37</b>
<b>Figure 3.6:caractéristique de la composition de plancher, source pléiade.</b>	<b>37</b>
<b>Figure 3.7 : caractéristique de la composition de la toiture, source pléiade.</b>	<b>38</b>
<b>Figure3.8 : caractéristique de la composition des portes, source pléiade.</b>	<b>38</b>
<b>Figure 3.9:caractéristique de la composition des fenêtres et portes fenêtres, source pléiade.</b>	<b>39</b>

<b>Figure3.10 : Interface du site et météo sous pleiade.</b>	<b>39</b>
<b>Figure 3.11 : insertion des éléments constructifs sous alcyone pour la composition originale.</b>	<b>40</b>
<b>Figure 3.12 ; plan du cas etudier sous pleiade 2.3</b>	<b>40</b>
<b>Figure 3.13 : Le premier étage Le cas d'étude en 3D,sous pleiade.</b>	<b>41</b>
<b>Figure 3.14 : Le bâtiment en 3D.</b>	<b>41</b>
<b>Figure 3.15 : caractéristiques des murs sous alcyone.</b>	<b>42</b>
<b>Figure 3.17 : Exportation vers pleiade.</b>	<b>43</b>
<b>Figure 3.18 : Scenario d'occupation zone 1.</b>	<b>44</b>
<b>Figure 3.19 : Scenario d'occupation zone 2.</b>	<b>44</b>
<b>Figure 3.20 : Scenario d'occupation zone 3.</b>	<b>45</b>
<b>Figure 3.21 : Scenario d'occupation zone 4.</b>	<b>45</b>
<b>Figure 3.22 : Scenario d'occupation zone 5.</b>	<b>46</b>
<b>Figure 3.23 : Scenario d'occupation zone 6.</b>	<b>46</b>
<b>Figure 3.24 : Scenario d'occupation zone 7.</b>	<b>47</b>
<b>Figure 3.25 : consigne d'hiver chambres, hall, séjour.</b>	<b>48</b>
<b>Figure 3.26 : consigne d'hiver cuisine.</b>	<b>48</b>
<b>Figure 3.27 : consigne d'hiver de SDB ET WC .</b>	<b>49</b>
<b>Figure 3.28 : Ventilation d'hiver.</b>	<b>49</b>
<b>Figure 3.29 : consigne d'été chambres, hall, séjour.</b>	<b>50</b>
<b>Figure 3.30 : ventilation d'été.</b>	<b>51</b>
<b>Figure 3.31 lancement de la simulation.</b>	<b>51</b>
<b>Figure 4.1: Fiche de synthèse de la simulation 01 estivale sans consigne thermostat.</b>	<b>52</b>
<b>Figure 4.2:Graphe de température de la semaine la plus chaude de la simulation 01 estivale sans consigne thermostat.</b>	<b>53</b>
<b>Figure 4.3 : Fiche de synthèse de la simulation 01 estivale avec consigne thermostat.</b>	<b>53</b>
<b>Figure 4.4: Graphe de température de la semaine la plus chaude de la simulation 01 estivale avec consigne thermostat.</b>	<b>55</b>
<b>Figure 4.5 : Fiche de synthèse de la simulation 01 hivernale sans consigne thermostat.</b>	<b>55</b>
<b>Figure 4.6: Graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 01 hivernale sans consigne thermostat.</b>	<b>56</b>
<b>Figure 4.7 : Fiche de synthèse de la simulation 01 hivernale sans consigne thermostat.</b>	<b>56</b>
<b>Figure 4.8: graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 1 hivernale avec consigne thermostat.</b>	<b>57</b>
<b>Figure 4.9 : Fiche de synthèse de la simulation 02 estivale sans consigne thermostat.</b>	<b>57</b>
<b>Figure 4.10 : Graphe de température de la semaine la plus chaude de la simulation 02 estivale sans consigne thermostat.</b>	<b>58</b>

Figure 4.11 : Fiche de synthèse de la simulation 02 estivale avec consigne thermostat.	58
Figure 4.12 : Graphe de température de la semaine la plus chaude de la simulation 02 estivale avec consigne thermostat.	59
Figure 4.13 : Fiche de synthèse de la simulation 02 hivernale sans consigne thermostat.	59
Figure 4.14 : Graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 02 hivernale sans consigne thermostat.	60
Figure 4.15 Fiche de synthèse de la simulation 02 hivernale avec consigne thermostat.	61
Figure 4.16 : Graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 02 hivernale avec consigne thermostat.	61
Figure 4.17 Fiche de synthèse de la simulation 03 estivale avec consigne thermostat.	62
Figure 4.18 : Graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 03 estivale avec consigne thermostat	63
Figure 4.19 : Fiche de synthèse de la simulation 03 hivernale avec consigne thermostat	64
Figure 4.20 : Graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 03 hivernale avec consigne thermostat	64
Figure4.21 : histogramme des besoins et la puissance de chauffage des trois simulations hivernale	65
Figure4.22 : histogramme des besoins et la puissance de rafraichissement des deux simulations estivale	66
Figure4.23 : histogramme des besoins en climatisation et chauffage	66
Figure4.24 : classe énergie et les labels	67
Figure6.1 : isolation extérieur avec le polystyrène	68
Figure6.2 : isolation extérieur avec le liège	68

## Liste des tableaux

Tableau 1.1 : situation géographique Batna.	18
Tableau 2.1:Compositions des murs extérieurs.	23
Tableau 2.2:Compositions des murs intérieurs.	24
Tableau 2.3:Composition du plancher.	24
Tableau 2.4:Composition de la toiture.	25
Tableau 2.5: la composition des menuiseries.	25
Tableau 2.6:Les zones climatiques d'un logement individuel, source DTR C3-2	29
Tableau 3.1: composition mur extérieur avec le liège	31
Tableau 5.1:prix et épaisseurs de polystyrène.	69
Tableau 5.2: prix et épaisseurs de liège.	71

## **NOMENCLATURE :**

$K_m$  : Coefficient de transmission surfacique du mur extérieur.

$S_{ph}$  : Surface de plancher haut.

$D_f$  : Les déprédations surfaciques des portes.

$D_p$  : Les déprédations surfaciques des fenêtres.

$K_i$  : Le coefficient de transmission surfacique de chaque partie en  $W/m^{\circ}C$ .

$A_i$  : La surface intérieure de chaque partie surfacique en  $m^2$ .

$K_{L_i}$  : Le coefficient de transmission linéiques de chaque liaison en  $W/m^{\circ}C$ .

$L_i$  : La longueur intérieure de chaque liaison en m.

$e$ : Épaisseur en m

$L$  : est la longueur intérieure de chaque liaison, (en m).

$D_{SLNC}$  : Déperditions surface à travers aux locaux non chauffés.

$R$  : représente la résistance thermique de matériau, (en  $m^2.OC/ W$ ).

$(\lambda)$  : représente la conductivité thermique de matériau, (en  $W/m.OC$ ).

$V$  : représente le volume, (en  $m^3$ ).

$D_{LLNC}$  : Déperditions liaison à travers aux locaux non chauffés.

$D_T$  : (en  $W/^{\circ}C$ ) représente les déperditions par transmission du logement.

$D_{réf}$  : (en  $W/^{\circ}C$ ) représente les déperditions de référence



## INTRODUCTION GENERALE

Dans le cadre énergétique actuel, associé à l'épuisement de ressources fossiles et au réchauffement climatique, des nouvelles performances sont exigées pour les bâtiments. Il s'agit des performances énergétique et environnementale. La performance énergétique est liée à la consommation énergétique d'un bâtiment pour assurer la salubrité et le confort de ses occupants. Cette consommation concerne les postes de chauffage, de ventilation, de production d'eau chaude sanitaire, d'éclairage, des équipements électriques (réfrigérateur, ordinateur...), mais également de climatisation, dont les besoins risquent d'augmenter avec le réchauffement climatique à long terme. La conception des habitats et la sélection des équipements dépendent du climat dans lequel ces derniers fonctionnent. Pour contribuer à la performance énergétique des bâtiments, tout le monde s'accorde qu'il existe principalement trois leviers qui peuvent être activés : les solutions passives, les solutions actives et le comportement des occupants.

L'efficacité énergétique est aussi reconnue comme l'une des approches les plus rapides et les plus appropriées pour réduire les émissions des gaz à effet de serre liées à la consommation d'énergie et rendre la conception des bâtiments développés et durable. Cette approche exige de présenter l'ensemble des techniques, méthodes ainsi que les solutions et les pistes de réflexion qui s'intéressent à l'amélioration des performances énergétique des bâtiments. La focalisation se fera sur les solutions les plus adaptées au climat local et aux éléments qui compose les bâtiments. (1) Quelles sont les solutions pour une meilleure optimisation énergétique dans un habitat? Et peut-on assurer le confort thermique? Comment réduire la facture énergétique de l'habitation?

### L'OBJECTIF DE TRAVAIL:

Consiste à trouver le meilleur compromis entre confort thermique d'hiver et confort thermique d'été.

Ce travail convoitera les objectifs suivants :

- **Objectif 1:** Minimiser la consommation énergétique dans l'habitat individuel chauffage et climatisation.
- **Objectif 2:** Atteindre le confort thermique.

### PLAN DE TRAVAIL:

Ce mémoire est structuré sous formes de cinq chapitres qui se succèdent et se complètent.

#### Chapitre 1 : Généralité et état de l'art

Ce chapitre introduit le sujet de recherche avec des informations générales sur l'énergie et la consommation d'énergie.

#### Chapitre 2 : présentation du cas d'étude

Ce chapitre présente notre cas d'étude donc une présentation de la maison sa situation

géographique, les matériaux de construction, les données climatiques du site.

### Chapitre 3 : modélisation

Afin d'étudier le comportement thermique de notre cas d'étude on a opté pour l'utilisation du logiciel « pléiade confie 2.3 » qui sert à calculer d'une façon précise les flux thermique de la maison.

### Chapitre 4 : Résultats et discussion

Ce chapitre présente les résultats de la modélisation du projet et discussion des résultats.

Et enfin pour clôturer notre travail une conclusion générale.

Chapitre 5: étude technico-économique une fois réalisée nous donnera un aperçu du contexte économique dans lequel évoluera l'investissement dans l'isolation.

Et enfin pour clôturer notre travail une conclusion générale.



# Chapitre I : Généralité et état de l'art

## 1.1 Efficacité énergétique :

L'efficacité énergétique est le rapport entre ce que produit le dispositif ou le système, et ce qu'il absorbe comme énergie. Elle est d'autant meilleure que le système énergétique utilise le moins d'énergie possible, de la production d'eau chaude sanitaire, de la climatisation, et de toute sorte de besoin énergétique. Consommer moins et mieux pour le même confort thermique, tel est l'objectif de tout concept d'efficacité énergétique. (2)

### 1.1.1 Avantages de l'efficacité énergétique :

De nos jours, il est devenu primordial de bâtir des « bâtiments efficaces » au point de vue énergétique et de rénover les « bâtiments existants » qui sont considérablement énergivores et qui ne prétendent plus aux exigences des nouvelles réglementations.

L'amélioration de l'efficacité énergétique est l'un des moyens les plus constructifs et les moins coûteux de relever les défis des prix élevés de l'énergie, de la sécurité et de l'indépendance énergétiques, de la pollution atmosphérique et du changement climatique mondial. Les nombreux avantages de l'efficacité énergétique comprennent

#### **Environnemental:**

- une efficacité accrue peut réduire les émissions de gaz à effet de serre et autres polluants, ainsi que la consommation d'eau.

#### **Économique :**

- l'amélioration de l'efficacité énergétique coûte généralement moins cher que d'investir dans la nouvelle génération des bâtiments. L'efficacité énergétique peut également stimuler l'économie locale

## 1.2 La haute qualité environnementale HQE :

La haute qualité environnementale est une marque commerciale déposée par l'association HQE, s'inscrit dans le concept du développement durable visant à protéger les ressources naturelles. Elle consiste à maîtriser les impacts de la construction sur l'environnement. Un "bâtiment HQE" répond à une attente environnementale, au sens de qualité de vie, à la fois pour les usagers et pour la collectivité. Il doit être harmonieux avec son paysage, doit intégrer les services urbains (assainissement et écoulement des eaux pluviales, collecte sélective des déchets, réseaux de chaleur, bonne desserte en transports collectifs...), réduire les consommations de ressources naturelles (matériaux, énergie, eau...) et des rejets (gaz à effet de serre...). Critères de labellisation L'éco-construction ; L'éco-gestion ; Le confort ; La santé. (3)

### 1.3 Programme national d'efficacité énergétique :

Le but de ce programme est de produire les mêmes services en utilisant le moins d'énergies possible, en utilisant aussi des énergies propres et durables. Ce programme comprend l'encouragement de :

- La création d'une industrie locale de fabrication de lampes performantes.
- Production de chauffe eau solaires.
- Production des isolants thermiques.
- Tout cela par l'encouragement de l'investissement local ou étranger. (4)

### 1.4 Types bâtiments à efficacité énergétique :

#### 1.4.1 L'éco-construction :

Combinaison des mots « écologie » et « construction », la notion d'éco-construction est née dans les années soixante pour définir des bâtiments qui minimisent leurs besoins, ainsi que leur impact sur le site et sur l'environnement. Ces bâtiments sont intégrés le plus respectueusement possible dans leur milieu, et mettent en œuvre des ressources naturelles et locales (matériaux, entreprises, mais aussi soleil, eau, sol, etc.). Ils font appel à des matériaux abondamment et facilement disponibles, renouvelables, et non polluants : pierre, terre, bois, paille, etc. (5).

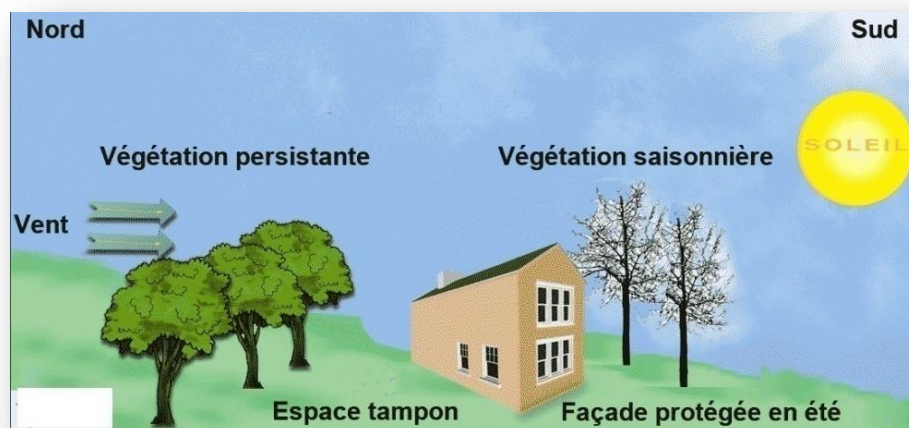


Figure 1.1 : Schéma d'une habitation respectant les normes bioclimatiques. (6)

#### 1.4.2 Les maisons Basse consommation :

Le concept de bâtiment basse consommation (BBC) met l'accent sur les économies d'énergie et l'aspect thermique. Selon certains, le plus important est de commencer par améliorer l'enveloppe du bâtiment pour limiter les déperditions thermiques. Elle comprend également un contrôle de

l'étanchéité à l'air, qui doit être inférieure à 0,6 m<sup>3</sup> par heure et par mètre carré. ces objectifs peuvent être atteints sans difficulté et à des coûts raisonnables avec des techniques et des matériaux actuels éprouvés.

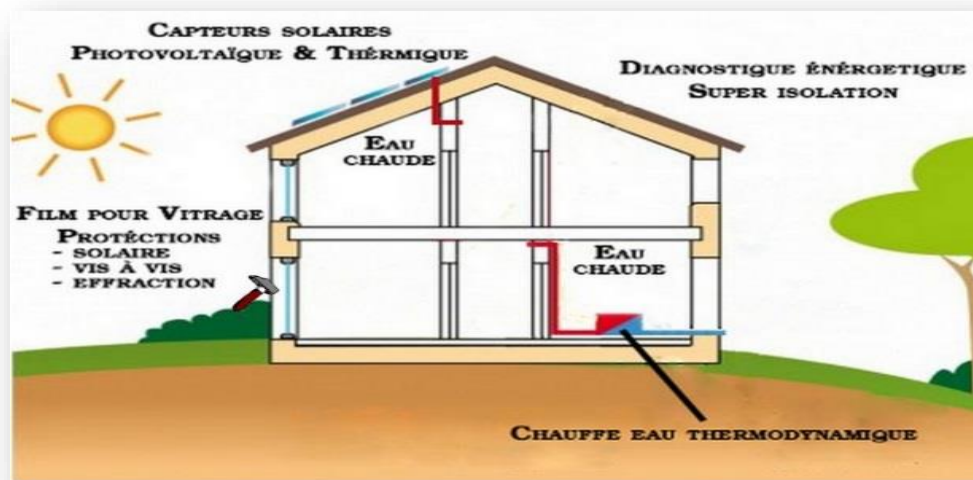


Figure1.2 : Schéma d'une maison a basse consommation. (7)

#### 1.4.3 Les maisons passives :

C'est en Allemagne qu'a été développé le concept de « Passiv-Haus ». Comme le label BBC français, il concerne des maisons à très faible consommation d'énergie, dont les performances, fixées par le Passiv-haus de Darmstadt, sont une consommation de 15 kWh/m<sup>2</sup> /an pour le chauffage, une consommation en énergie primaire inférieure à 120 kWh/m<sup>2</sup> /an et une excellente étanchéité à l'air. Ces résultats sont rendus possibles par une isolation renforcée et des apports en chauffage passif. Mais la norme Passiv-haus et le label suisse Minergie-P (sensiblement équivalent) insistent tous deux sur la sur isolation. La limite de cette démarche réside dans le coût élevé des grandes épaisseurs d'isolants, des vitrages très performants et des équipements techniques. Il est en outre nécessaire de prévoir un appoint en chauffage pour pallier un manque d'ensoleillement de plusieurs jours. (8)

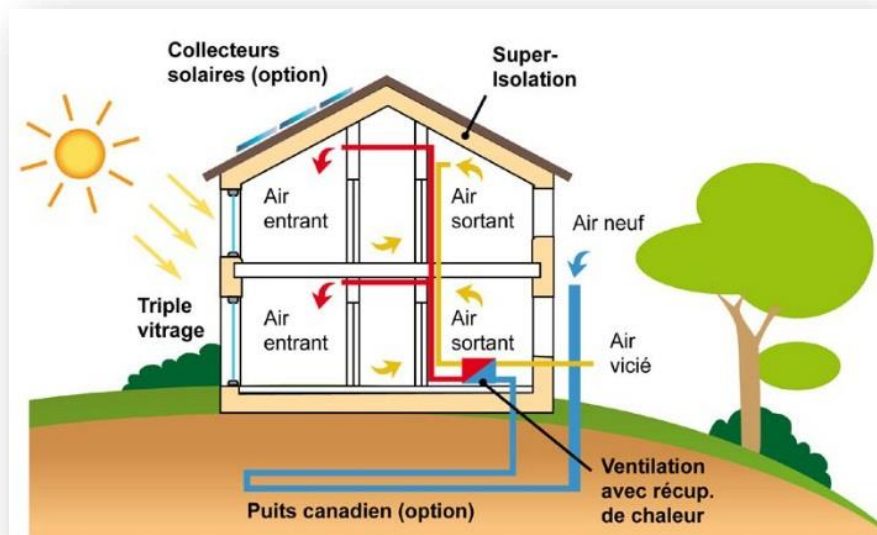


Figure 1.3: Schéma d'une maison passive. (9)

#### 1.4.4 Les maisons à énergie positive :

Elles produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment grâce à des équipements de production d'électricité (panneaux solaires, éoliennes, etc.). Le principe généralement appliqué est de revendre l'électricité produite à la société de production à un prix avantageux, ce qui permet d'éviter les problèmes de stockage et d'acheter l'électricité du réseau en cas de besoin.



Figure 1.4: Une maison à énergie positive. (10)

#### **1.4.5 Les maisons autonomes ou maisons zéro-énergie :**

Le principe des maisons autonomes est de produire directement l'énergie nécessaire au chauffage et à l'éclairage, sans dépendre d'un fournisseur extérieur, et de gérer son approvisionnement en eau (récupération de l'eau de pluie, des cours d'eau, etc.), ainsi que son traitement (par lagunage : l'eau est filtrée par les racines des plantes).

Cette démarche va de pair avec une réduction de ses besoins et l'utilisation d'équipements peu gourmands en énergie. Elle implique un changement de comportement par rapport aux habitudes actuelles. (11)

#### **1.4.6 L'architecture bioclimatique :**

Une maison bioclimatique vise, par sa conception architecturale, à optimiser les ressources du milieu pour en profiter de façon passive. Cela permet de limiter les équipements techniques « actifs », consommateurs d'énergie primaire : les systèmes de chauffage, de transformation de l'énergie solaire en électricité, etc. Les options architecturales diffèrent en fonction du climat, de la latitude, des savoir-faire locaux, des besoins, voire des cultures. En climat continental, dans l'hémisphère Nord, elles se traduisent généralement par une orientation des vitrages au sud pour profiter des apports solaires directs en vue d'un chauffage passif en hiver, avec en complément des protections solaires l'été. Un bâtiment compact permet de limiter les surfaces de façades et le refroidissement provoqué par les vents dominants, entraînant des déperditions de chaleur. Les pièces de service sont situées au nord pour faire office de tampons thermiques. L'autre aspect de l'architecture « bio »-climatique concerne la prise en compte de critères environnementaux dans le choix des procédés de construction et des matériaux. (12)

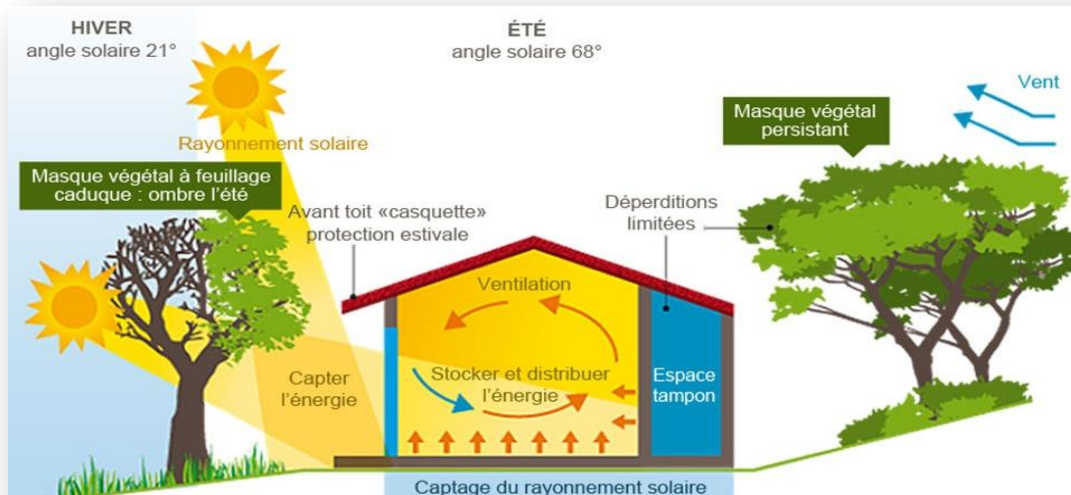


Figure 1.5:Schéma d'une maison bioclimatique. (13)

## 1.5 Les bénéfices de la Construction durable :

Les bénéfices de la construction durable se déclinent sur deux plans celui de :

L'environnement et celui de la qualité de vie des occupants.

**Au plan environnemental**, on notera particulièrement :

- La priorité donnée aux matériaux locaux, renouvelables, bio-sources et recyclables.
- Une conception axée sur l'utilisation des énergies renouvelables et la préservation des ressources (gestion de l'eau).
- Une optimisation de l'adaptation au contexte (climat, exposition...) et des dispositifs d'isolation.

**Pour les occupants**, les avantages principaux sont :

- Un environnement sain (qualité de l'air intérieur), dénué de tout polluant lié aux matériaux
- Un confort de vie amélioré (isolation acoustique et thermique, gestion optimisée des sources d'énergie et de la luminosité...)
- Des coûts d'énergie réduits. (14)

## 1.6 Les bases de l'architecture bioclimatique :

### 1.6.1 Minimisation des pertes énergétiques en s'adaptant au climat environnant :

1. Compacité du volume.

2. Isolation performante pour conserver la chaleur.

3. Réduction des ouvrants et surfaces vitrées sur les façades exposées au froid ou aux intempéries.

### **1.6.2 Privilégier les apports thermiques naturels et gratuits en hiver :**

1. Ouvertures et vitrages sur les façades exposées au soleil.

2. Stockage de la chaleur dans la maçonnerie lourde.

3. Installation solaires pour le chauffage et l'eau chaude pour les sanitaires.

Le chauffage solaire passif fonctionne comme suit ; l'énergie lumineuse du Soleil qui pénètre à l'intérieur des pièces par les fenêtres est absorbée par les murs, les planchers et les meubles, puis libérée sous forme de chaleur.

Dont le confort d'hiver répond à la stratégie du chaud : capter la chaleur par rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment tout en la régulant.

### **1.6.3 Privilégier les apports lumière naturelle :**

1. Intégration d'éléments transparents bien positionnés.

2. Choix des couleurs : Sur le plan énergie-thermique, la teinte des couleurs influe sur le comportement thermique des murs extérieurs, et de ce fait sur le rendement énergétique du bâtiment. Des essais poussés ont montré que les températures superficielles dues à l'action directe des rayons du soleil varient fortement en fonction de la couleur

### **1.6.4 Privilégier le rafraîchissement naturel en été :**

Désigne toute installation qui ne consommant pas d'énergie pour refroidir un bâtiment.

1. Protection solaires fixes, mobiles ou naturels (avancées de toiture, végétation,...) Le confort d'été répond à la stratégie du froid : se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement

2. Ventilation : L'impact de la ventilation sur un bâtiment n'est pas négligé, car elle augmente les déperditions et les pertes de chaleur par convection. La ventilation peut être assurée aussi avec : le puits canadien, l'atrium et le patio

### 3. Inertie appropriée .... (15)

#### **1.7 Le confort thermique :**

Un bâtiment, incluant sa structure, son éclairage, son système de production énergétique, etc., se doit d'offrir les conditions intérieures les plus confortables pour l'être humain. La notion de confort thermique est dès lors étroitement liée à la performance énergétique dans le bâtiment. Cependant, cette notion est difficile à appréhender étant donné son caractère subjectif. Il est en effet hasardeux d'imposer des conditions climatiques strictes en espérant que ces dernières satisfassent tous les occupants du bâtiment. Cela est d'autant plus vrai qu'une ambiance thermique est influencée par une multitude de paramètres auxquels les individus sont plus ou moins sensibles selon le contexte. Malgré tout, la volonté de satisfaire une majorité de personnes est envisageable. Des méthodes sont ainsi développées pour définir, interpréter et optimiser les ambiances thermiques. Ces méthodes permettent de traduire les facteurs sensibles en termes d'indices de sensation. Elles peuvent être émises par des enquêtes sur terrain et des expérimentations avec l'être humain, par des mannequins thermiques ou par le calcul des échanges thermiques entre le corps humain et son environnement.

##### **1.7.1 Les paramètres du confort thermique :**

Le confort thermique est traditionnellement lié à 6 paramètres :

- Le métabolisme, qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7°C.
- L'habillement, qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.
- La température ambiante de l'air  $T_a$ .
- La température moyenne des parois  $T_p$ .
- L'humidité relative de l'air (HR)
- La vitesse de l'air, qui influence les échanges de chaleur par convection. Dans le bâtiment, les vitesses de l'air ne dépassent généralement pas 0,2 m/s. (16)



## **1.7.2 L'isolation et le confort thermique :**

Les parois froides d'une habitation, les zones perméables à l'air ou à l'eau, sont à la source d'une perte de bien-être, de déperditions thermiques. Afin d'améliorer le confort thermique d'un habitat, il importe donc de l'isoler convenablement.

L'isolation des murs, des combles, l'isolation de toiture ou encore le remplacement des parois vitrées en double vitrage (ou en triple vitrage) sont des travaux qui permettent de conserver la chaleur produite par le système de chauffage du domicile. En parallèle, les flux d'air froid en provenance de l'extérieur sont stoppés, maintenant un niveau de température agréable à l'intérieur. Les différents matériaux isolants, qu'ils soient naturels, minéraux ou synthétiques, possèdent des propriétés plus ou moins efficaces par rapport aux trois types de transmission de chaleur. Pour une habitation écologique et respectueuse de la santé des occupants, il est préférable d'opter pour des matériaux isolants d'isolation issus du monde végétal ou animal. Notez qu'une isolation de qualité offre également d'améliorer le confort thermique à l'égard des grandes chaleurs de la saison estivale. (17)

## **1.8 Etat de l'art :**

### **1.8.1 Mémoires consultés :**

#### **1.8.1.1 Cas 01 Amélioration de la performance énergétique d'une maison moderne dans la wilaya d'Oued Souf :**

**L'auteur :** Saidi Ahmed et Raoui Hanane.

**L'année :** 2019/2020.

**L'objectif :** L'objectif pointé dans cette recherche, est d'obtenir un niveau de confort optimal avec une consommation énergétique restreinte, en étudiant l'influence des matériaux de constructions de la maison sur sa demande énergétique; on convoitera les objectifs suivants :

- Évaluation thermique et énergétique d'une maison moderne à Oued Souf
- Amélioration du confort hygrothermique à l'intérieur de notre cas d'étude par l'intégration d'un système de rafraîchissement par humidification adiabatique

**Résultats obtenus :** D'après l'étude statique de notre maison, nous avons constaté que notre cas d'étude n'est pas conforme à la réglementation thermique (DTR C3.2) et c'est dû aux faibles résistances thermiques des éléments constructifs.

Les résultats de l'étude paramétrique qui a été faite à l'aide d'un outil de simulation thermique dynamique a montré que le traitement de l'enveloppe extérieure peut réduire la consommation énergétique par conséquent améliorer sa performance énergétique.

Les résultats de l'étude de l'impact de l'intégration d'un système de rafraîchissement adiabatique (PDEC), ont montré que le système permet d'atteindre un confort hygrothermique acceptable dans les maisons du climat aride.

Il nous semble dès lors nécessaire de revenir aux systèmes passifs innovants, disponibles et efficaces énergétiquement afin d'améliorer la performance énergétique des bâtiments résidentiels existants ou neufs. (18)

### **1.8.1.2 Cas 2 Pour un logement à haute performance énergétique cas du logement collectif promotionnel Oum El Bouaghi :**

**Présentés par :** Chadli Sara.

**L'année :** 2020/2021

**L'objectif :** le travail s'inscrit dans une démarche de la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment résidentiel de la ville d'Oum El Bouaghi (climat semi-aride) et vise à intégrer le concept de l'efficacité énergétique.

L'objectif fixé à travers ce travail de recherche est d'apporter des solutions aux problèmes relatifs à l'utilisation rationnelle de l'énergie dans le bâtiment, tout en répondant à une demande sans cesse croissante de confort.

**Résultats obtenus :** Les résultats de cette recherche montrent l'efficacité de l'isolation thermique pour l'amélioration du confort thermique et la réduction de la consommation énergétique. Aussi, l'accent a été mis sur l'utilisation des matériaux d'isolation performants.

La caractérisation thermique des matériaux utilisés pour la construction des parois composant l'enveloppe du bâtiment dans le but d'améliorer son isolation thermique. En termes de leur impact sur la performance énergétique dans l'habitat, elle a pour rôle de conserver la chaleur et la fraîcheur à l'intérieur, et améliorer le confort intérieur grâce à des parois plus chaudes. (19)

### **1.8.1.3 Cas 3 Amélioration de l'efficacité énergétique bâtiments par la réhabilitation thermique de l'enveloppe en climat semi aride :**

**Présentés par :** Cinquième conférence internationale sur l'énergie, les matériaux, l'énergétique appliquée et la pollution.

M.KADJA, A. MEHEL, A.ZAATRI, H.CHEMANI, S.BENISSAAD et K. TALBI \*

**L'année :** 2019, Constantine, Algérie.

**L'objectif :** L'objectif de cette étude est d'évaluer le rendement énergétique de l'enveloppe d'un bâtiment par la simulation, et suite à l'application d'une stratégie de modernisation par l'ajout de certaines caractéristiques de rénovation, tout en assurant pour les occupants un compromis entre leur confort et leur facture en période estivale.

**Résultats obtenus :** Le concept majeur de la rénovation ou réhabilitation thermique est de réduire les déperditions en saison froide et les gains en saison chaude, et pour cela il faut améliorer chacune des composantes de l'enveloppe sachant qu'une mauvaise conception thermique induit un surdimensionnement des équipements et une surconsommation d'énergie ce qui a un coût financier et environnemental.

L'intégration d'une isolation thermique peut être considérée comme une solution efficace et fiable en climat semi-aride pour ce type de bâtiments : les charges énergétiques totales relatives à la climatisation étant été réduites. La solution qui semble constituer un bon compromis est l'isolation complète du bâtiment. La mise en œuvre de ces différentes mesures a réaffirmé que le potentiel d'amélioration énergétique dépend en premier lieu de l'enveloppe des bâtiments existants, entraînant de même une amélioration des conditions de confort, et une plus grande qualité sanitaire des espaces. (20)

### **1.8.1.4 Cas 04 Evaluation et Amélioration Energétiques de Bâtiments dans le cadre du Programme National d'Efficacité Energétique :**

**Présentés par :** Sofiane RAHMOUNI

**L'année :** 2020

**L'objectif :** Le présent travail a pour objectif l'étude de l'impact des mesures d'efficacité énergétique sur les besoins énergétiques thermiques d'un bâtiment tertiaire conditionné par des données météorologique de trois villes algériennes ; Alger, Batna et Ouargla qui représente respectivement trois zones climatiques ; zone méditerranéenne, zone semi-aride et zone désertique, afin d'améliorer leur performance énergétique et réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, en adaptant les mesures les plus appropriées pour chaque zone. Cela, permettra aux autorités algériennes de réaliser des bâtiments durables, adaptés au programme et à la

stratégie nationale.

**Résultats obtenus :** Il a été constaté que la sélection spécifique de mesures optimales varie en fonction des conditions climatiques.

Les résultats combinés des mesures proposées dans cette étude ont révélé que la consommation d'énergie finale ainsi que les émissions de CO<sub>2</sub> pouvaient être réduites d'environ 41 %, 31 % et 26 % respectivement pour Ouargla, Batna et Alger par rapport aux pratiques actuelles de construction en vigueur en Algérie.

En outre, il pourra réduire le coût de l'énergie jusqu'à 22 % pour Alger, 28 % pour Batna, et 39 % pour Ouargla.

Ces résultats seraient plus efficaces si la « double brique creuse » existante en maçonnerie était remplacée par de meilleures alternatives telles que la brique en terre stabilisée, le béton cellulaire et par l'emploi des matériaux naturels respectueux de l'environnement,

Ces résultats peuvent servir comme une référence de recherche dans trois zones climatiques pour l'application de programme national d'efficacité énergétique adopté par l'APRUE à l'horizon 2030. (21)

## **1.8.2 Les articles consultés :**

### **1.8.2.1 Article 01 :**

Performance énergétique d'une maison à patio dans le contexte maghrébin (Algérie, Maroc, Tunisie et Libye).

N.Fezzioui, M.Benyamine, N.Tadj, B.Draoui et S.Larbi.

Un grand nombre des maisons qui bordent le bassin méditerranéen sont organisées autour d'un patio. Cela est vrai pour l'Andalousie, la Grèce, le sud de l'Italie, les pays de la méditerranée, et particulièrement pour l'Afrique du Nord. la maison à patio est particulièrement bien adaptée au climat chaud et semi-aride. Le patio jouit d'un microclimat plus tempéré que le climat extérieur, et joue ainsi le rôle d'un espace tampon entre l'intérieur de l'habitation et l'ambiance extérieure. Particulièrement en saison chaude, elle propose des solutions thermique sans contradiction avec la vie des gens, leurs traditions, et leur système de croyance . Dans ce travail, ils proposent une simulation numérique du comportement thermique d'une maison à patio en fonction du contexte climatique maghrébin, à l'aide du logiciel de simulation du comportement thermique en régime dynamique TRNSYS.Abstract.

le but de cette étude est de faire ressortir les points forts, ainsi que les défaillances de ce type

d'habitat et d'évaluer le degré d'adaptation climatique de ce type de construction .

### **RESULTATS:**

La maison à patio est particulièrement bien adaptée au climat chaud et semi-aride.

Le patio jouit d'un microclimat plus tempéré que le climat extérieur. (22)

#### **1.8.2.2 Article 02 :**

Simulation De L'effet De L'isolation Thermique Des Bâtiments Cas Du Centre Psychopédagogique Safaa à Oujda.

Guechhati.R, Moussaoui.a, Mezrhab Ahm, Mezrhab Abd.

Le Maroc est un pays très faiblement doté en ressources énergétiques fossiles et dépend à plus de 96 % des importations pour son approvisionnement. Il est donc nécessaire de réduire les besoins énergétiques tout en améliorant l'efficacité énergétique, notamment dans le secteur du bâtiment. Le but de cet article, est l'étude thermique et énergétique du centre psychopédagogique 'SAFAA' qui se situe dans la ville d'Oujda (Maroc). A ce propos, des simulations ont été effectuées à l'aide du logiciel de simulation du comportement thermique en régime dynamique 'TRNSYS 16'. Ce projet vise l'introduction des matériaux isolants dans un bâtiment afin d'améliorer le confort thermique et de réduire l'énergie consommée.

Il en résulte de cette étude, les conclusions suivantes:

- Toutes les solutions proposées permettent de réduire la consommation d'énergie.
- L'isolation de la toiture est nécessaire pour économiser les besoins de chauffage.
- La partie réfectoire et la partie magasin consomment plus d'énergie,
- L'économie en énergie maximale a été obtenue en utilisant l'isolation complète du centre.
- L'isolation de la toiture couplée à l'isolation externe des murs avec 6 cm de polystyrène expansé a été retenue comme solution. (23)

#### **1.8.2.3 Article 03 :**

Influence des caractéristiques dynamiques de l'enveloppe d'un bâtiment sur le confort thermique au sud Algérien.

N.Fezzioui, B.Draoui, M.Benyamine et S. Larbi.

Pour obtenir un niveau de confort thermique avec une consommation énergétique réduite en étudiant l'influence de l'enveloppe du bâtiment sur sa demande énergétique: une étude quantitative, expérimentale de la performance thermique et énergétique basé

sur la simulation numérique du bâtiment à l'aide du logiciel TRNSYS pour la saison chaude à la ville de Béchar et Tamanrasset l'habitat étudiée est orienté vers le sud, elle se trouve dans un site ouvert à tout vent et compte tenu du manque de masques naturels (absence de végétation), favorisant l'exposition des façades au rayonnement solaire. vue l'aridité du climat très rude

La Température intérieur baisse  $0.1C^{\circ}$  la nuit à cause des ouvertures, fenêtres de grandes surfaces. L'isolation des cloisons intérieures donne une réduction de 2,5%.

L'usage de la brique creuse avec la lame d'air participe à un taux de réduction de 3.5%.

La couleur des parois a une faible influence pendant l'été.

L'isolation des parois diminue la consommation de refroidissement de 2,5% par contre l'isolation par toiture à un taux de réduction de 21,55%. (24)

#### **1.8.2.4 Article 04 :**

Efficacité énergétique des logements à haute performance énergétique, 'HPE' : Application au site de Béchar.

S.Sami-Mecheri, D. Semmar, et A. Hamid

Notre pays connaît depuis bientôt une décennie un développement intense et soutenu des secteurs du bâtiment et de la construction.

Le but de cet article est de donner un exemple de simulation des logements Haute performance Energétique (HPE) de la ville de Béchar traitée dans le cadre du projet Eco-Bat car l'énergie est l'un des facteurs déterminants communs liés aux problèmes sociaux, environnementaux et économiques ; L'étude est basée sur les données météorologiques du site et en appliquant les principes de la conception bioclimatique avec variation de paramètres d'étude qui sont :

– L'isolation, choix du vitrage, choix des matériaux de construction et l'orientation pour minimiser les pertes de chaleur et favoriser les apports solaires pendant la période hivernale. (25)

#### **1.9 Conclusion :**

Le rôle premier d'un habitat est de protéger ses occupants des rigueurs du climat extérieur, et d'assurer à ses habitants un climat intérieur agréable et peu dépendant des conditions extérieures. La qualité architecturale participe, aux conditions de confort ou contraire, La qualité du confort dans l'habitat, est une notion à la fois vague et complexe mais surtout relative. Elle revoie à une quantité de dimensions abordées par différents paramètres cités dans ce chapitre.

## 2 Chapitre II : Présentation du cas d'étude.

### 2.1 Introduction :

On arrive dans ce chapitre à présenter notre cas d'étude sur tous les volés en premier partie on va traiter notre cas d'étude, en plus d'une explication détaillée de l'habitat étudié avec le plan, ses critères géographiques et climatiques et ses conditions de base.

### 2.2 Présentation de cas d'étude :

#### 2.2.1 Présentation de la wilaya :

La wilaya de BATNA est située dans la partie Est de l'Algérie, à la jonction de l'Atlas tellien et de l'Atlas saharien. Les wilayas limitrophes sont : Oum El Bouaghi, Mila et Sétif au Nord, Kanchela à l'Est, M'sila à l'Ouest et Biskra au Sud.

La ville de Batna est considérée historiquement comme la capitale des Aurès. Le chef lieu de commune « Batna » est situé dans la partie centrale du territoire de la wilaya, il s'étend sur une superficie totale de 11641 hectares. Elle est limitée par les communes de : - Tazoult au Sud, - Fesdis au Nord, - Ouyoun El Assafer à l'Est, - Oued Chaâba à l'Ouest.

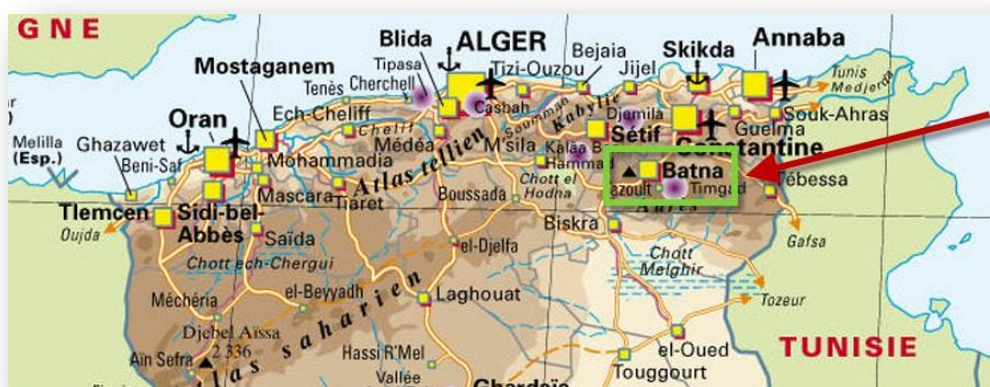


Figure 2.1: Les régions limitrophes de la wilaya de Batna. (26)

## 2.2.2 Situation géographique de Batna:

**Tableau 2.1 : situation géographique Batna.**

Latitude	Longitude	Nord	Est	Altitude	Climat semi-aride Froid
35.55	6.174	35° 33' 0'	6°10'12'	1058m	Sec , Hiver très froid, Eté chaud

## 2.2.3 Présentation de la commune de Batna :

La ville de Batna est considérée historiquement comme la capitale des Aurès. Le chef lieu de commune « Batna » est situé dans la partie centrale du territoire de la wilaya, il s'étend sur une superficie totale de 11641 hectares. Elle est limitée par les communes de Tazoult au Sud, Fesdis au Nord, Ouyoun El Assafer à l'Est, Oued Chaâba à l'Ouest.

## 2.2.4 Données climatologiques :

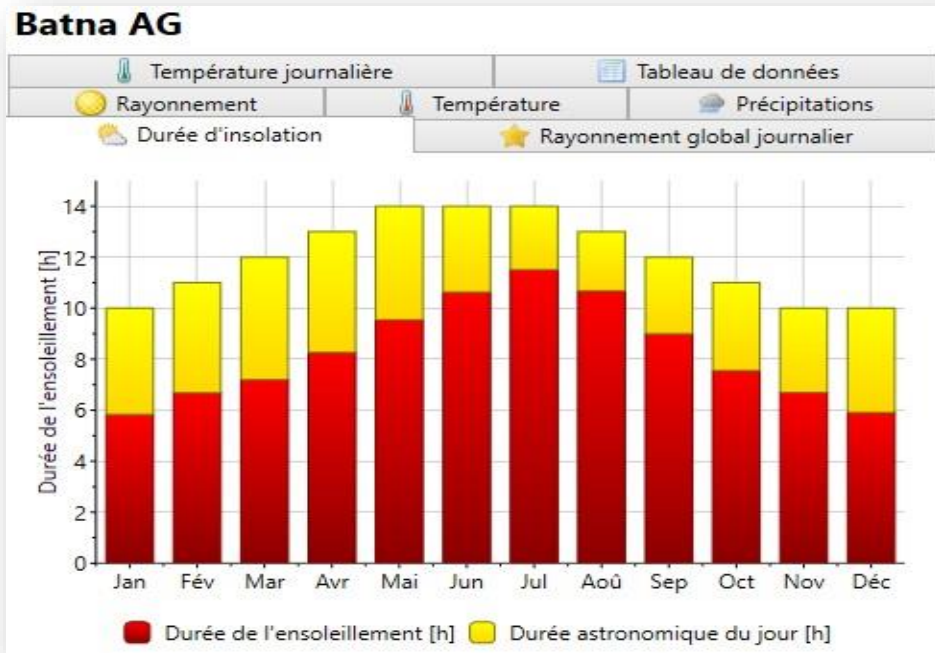
**Climat habituelle à Batna :** Le climat de Batna comporte deux saisons, un hiver froid long et frisquet et un été doux à légèrement chaud.

La saison très chaude dure 2,9 mois, du 11 juin au 8 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 28 °C. Le mois le plus chaud de l'année à Batna est juillet, avec une température moyenne maximale de 33 °C et minimale de 18 °C ce qui explique la différence de température entre le jour et la nuit, c'est un climat de type semi-aride. La saison froide dure 3,9 mois, du 17 novembre au 15 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 14 °C. Le mois le plus froid de l'année à Batna est janvier, avec une température moyenne minimale de 0 °C et maximale de 10 °C. Les figures suivantes représentent les caractéristiques du site Batna importé du logiciel Métronome.

## Durée d'ensoleillement à BATNA :

On remarque que la durée d'ensoleillement à BATNA la plus élevée est au mois de juillet avec une durée de presque 12 heures et la petite durée est en mois de janvier et décembre avec une valeur de 6 heures.

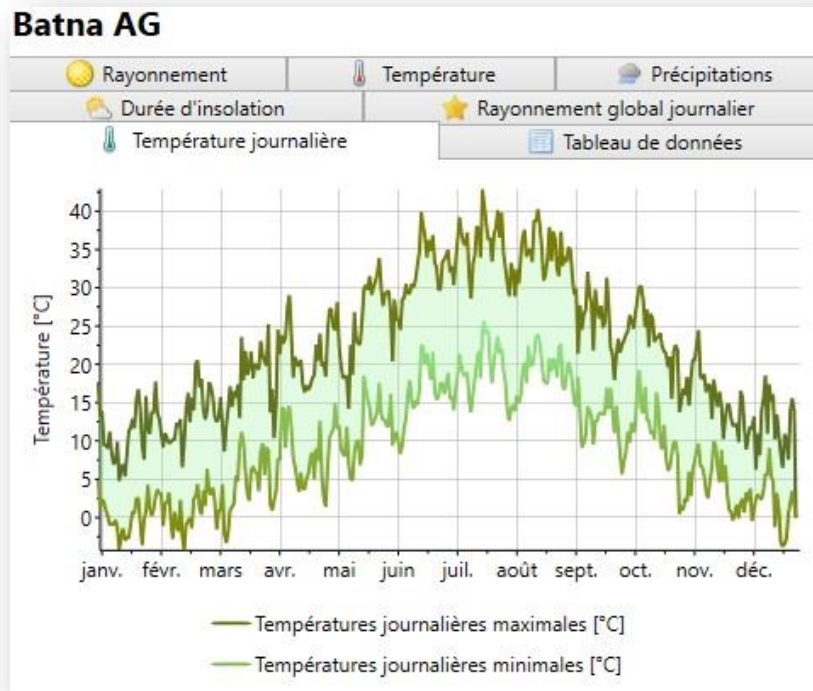




**Figure2.2 : Durée d'ensoleillement à BATNA, source : Météonorme.**

**Températures journalière maximales et minimales à BATNA :**

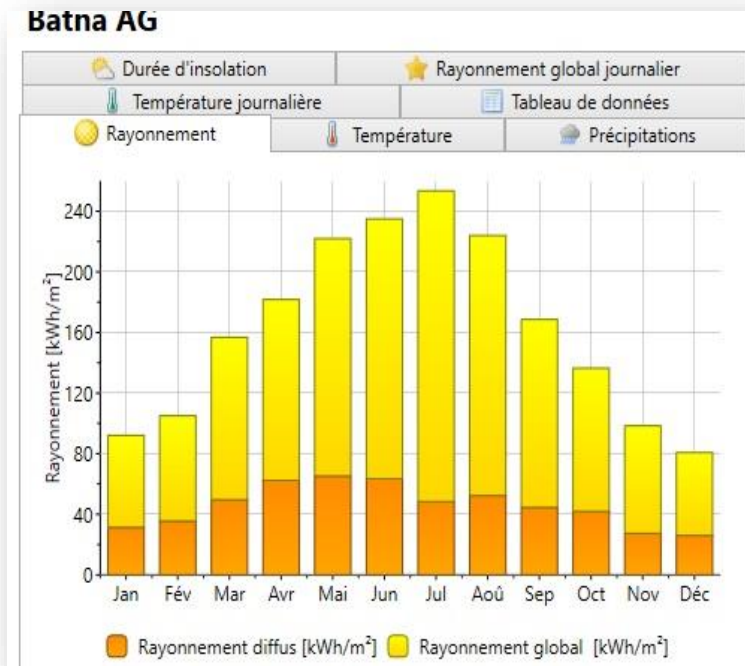
Les températures journalières maximales peuvent atteindre plus de 40°C en été et pour les températures minimales jusqu'à -3 C en hiver donc BATNA possède un été chaud et un hiver très froid.



**Figure2.3:Températures journalière maximales et minimales à BATNA, source :  
Météonorme.**

### **Rayonnement à BATNA**

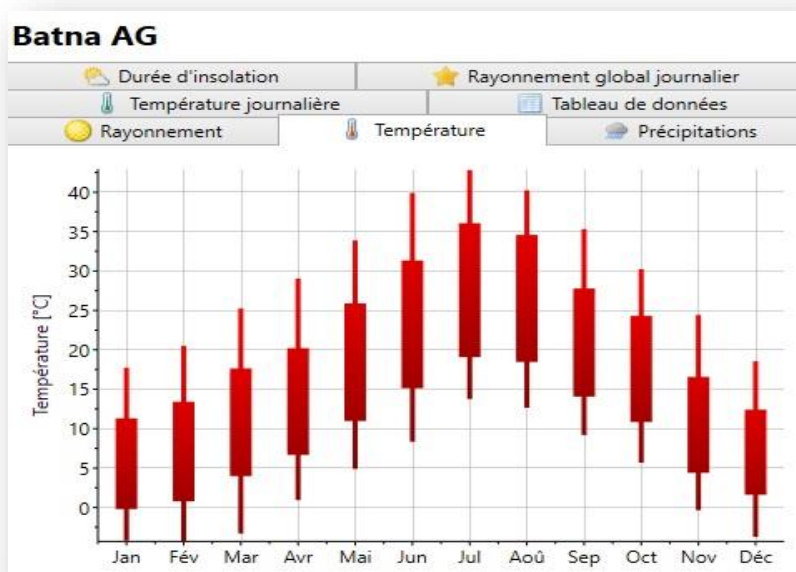
On remarque d’après les histogrammes que la valeur du rayonnement diffus atteint en été 65 kWh/m<sup>2</sup> comme valeur maximale et environ 21 KWh/m<sup>2</sup> la plus petite valeur en mois de janvier et décembre.



**Figure2.4 : Rayonnement à BATNA, source : Météonorme.**

### Température en °C à BATNA

La température à BATNA peut atteindre 40 C maximum en été en mois de juillet et s'abaisse jusqu'à -3 C en hiver donc BATNA se caractérise par un hiver très froid et un été chaud.



**Figure2.5 : Température en °C à BATNA, source : Météonorme**



## 2.2.7 Plan architectural de la maison :

Dans notre cas on va travailler sur le premier étage :

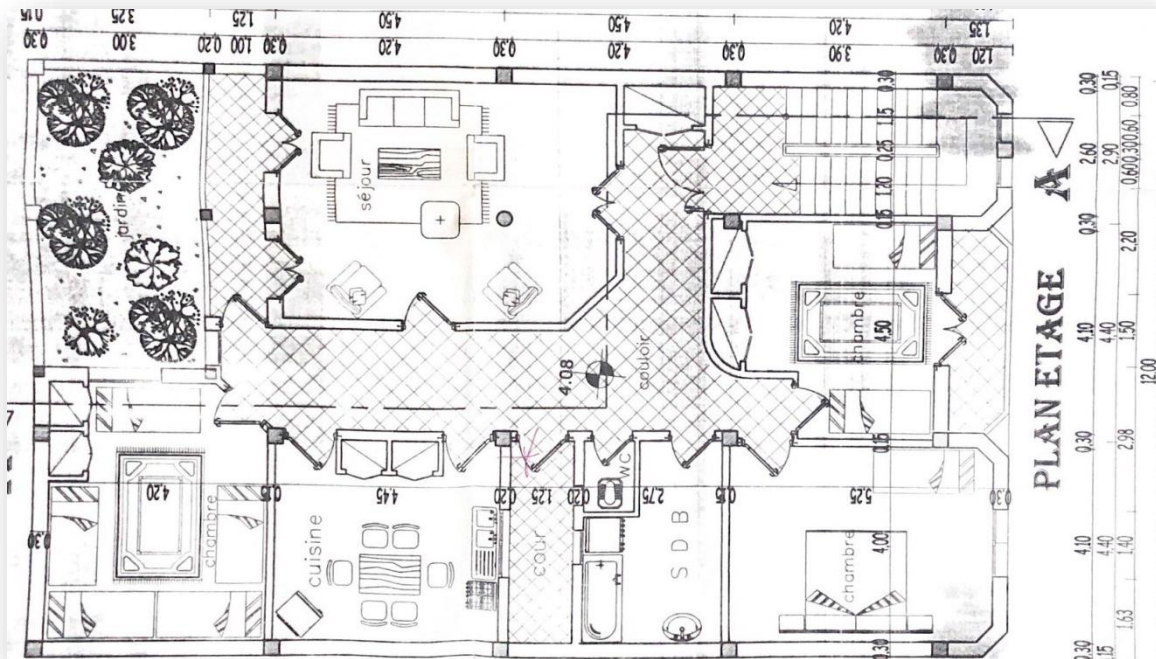


Figure 2.8 : Plan architectural du premier étage.

## 2.3 Matériaux de construction utilisés :

Les matériaux sont cités de l'extérieur à l'intérieur.

### 2.3.1 2.3.1 Compositions des murs extérieurs :

Tableau 2.2: Compositions des murs extérieurs.

Composants	Epaisseur (m)	Conductivité thermique $\lambda$ (w/m.c°)	Résistances Thermique R (m.c°/w) $R = e / \lambda$	Coefficient de transmission surfacique K (w/m <sup>2</sup> .c°)
Enduit extérieur	0.01	1.15	0.008	$1/h_i + 1/h_e = 0.17$ m <sup>2</sup> .°c/w K= 2.02
Brique creuse	0.10	0.48	0.21	
Lame d'air 9 à 11 cm	0.11	0.07	1.57	
Brique creuse de 10 cm	0.10	0.48	0.21	
Enduit plâtre	0.01	0.35	0.028	

### 2.3.2 Compositions des murs intérieurs :

**Tableau2.3:Compositions des murs intérieurs.**

<b>Composants</b>	<b>Epaisseurs (m)</b>	<b>Conductivité thermique <math>\lambda</math> (w/m.c°)</b>	<b>Résistances Thermique R (m.c°/w) R= e / <math>\lambda</math></b>	<b>Coefficient de transmission surfaccique K (w/m<sup>2</sup>.c°)</b>
Enduit plâtre	0.01	0.35	0.028	1/h <sub>i</sub> +1/h <sub>e</sub> = m <sup>2</sup> .°c/w K=1.28
Brique creuse	0.10	0.48	0.21	
Enduit plâtre	0.01	0.35	0.028	

### 2.3.3 Composition du plancher (c'est la plancher bas dans notre cas d'étude) :

**Tableau2.4:Composition du plancher.**

<b>Composants</b>	<b>Epaisseurs (m)</b>	<b>Conductivité thermique <math>\lambda</math> (w/m.c°)</b>	<b>Résistances Thermique R (m.c°/w) R= e / <math>\lambda</math></b>	<b>Coefficient de transmission surfaccique K (w/m<sup>2</sup>.c°)</b>
Carrelage	0.02	1.70	0.01	1/h <sub>i</sub> +1/h <sub>e</sub> = m <sup>2</sup> .°c/w K=1.92
Mortier	0.04	1.15	0.02	
Hourdi en béton 16	0.160	1.23	0.13	
Enduit plâtre	0.01	0.35	0.028	



### 2.3.4 Composition de la toiture :

Tableau 2.5:Composition de la toiture.

Composants	Epaisseurs	Conductivité thermique $\lambda$ (w/m.c°)	Résistances Thermique R (m.c°/w) $R= e / \lambda$	Coefficient de transmission surfacique K (w/m <sup>2</sup> .c°)
Carrelage	0.20	1.70	0.11	1/h <sub>i</sub> +1/h <sub>e</sub> = 0.22 m <sup>2</sup> .°c/w  K=1.5
Mortier	0.40	1.15	0.03	
Hourdis de 16 en béton	0.16	1.23	1.3	
Lame d'air	0.11	0.09	1.22	
Enduit plâtre	0.40	0.35	1.14	

### 2.3.5 Les compositions des ouvertures :

Tableau2.6: la composition des menuiseries.

Menuiserie	Dimension	Type de vitrage	Nature de menuiserie	K (W/c°m <sup>2</sup> )
Porte	Longueur =2.2 m	Opaque	Bois	2
	Largeur =0.9 m		Bois	2
	Surface= 1.98 m <sup>2</sup>		Métal	4.5
Fenêtre	Longueur =1.30 m Largeur =1.20 m Surface= 1.56 m <sup>2</sup>	Un seul vitrage	Bois	2
Porte fenêtre	Longueur =2.2 m Largeur =0.9 m Surface= 1.98 m <sup>2</sup>	Un seul vitrage	Bois	2

Sachant que :

$E$  : l'épaisseur de la couche de matériau. (m).

$\lambda$  : la conductivité thermique du matériau. (w/m c°)

$1/h_i$  et  $1/h_e$  : Les résistances thermiques d'échanges superficiels intérieurs et extérieurs ( $m^2C^\circ/W$ )

$K$  : coefficient de transmission surfacique. ( $W/^\circ C m^2$ )

$R_{total}$  : Résistance superficiel total ( $m^2 c^\circ/w$ )

$R$ : Résistance superficiel de chaque Paroi ( $m^2 c^\circ/w$ ).

## **2.4 Les matériaux de construction :**

### **2.4.1 Briques creuses :**

La brique creuse correspond à la brique de mur qui présente des perforations verticales ou horizontales. Elle est non visible puisqu'elle est recouverte (enduit, ciment) et qu'elle constitue les murs de structure d'un logement. Elle est aussi appelée brique alvéolaire car leurs alvéoles ont la particularité d'emprisonner l'air, contribuant ainsi au pouvoir isolant de la brique. Plus la géométrie des briques est complexe, plus la brique est isolante.

La brique est un matériau de construction qui sert à réaliser les murs extérieurs et intérieur des logements, collectifs et maisons individuelles, ainsi que des bâtiments non résidentiels. Elle est particulièrement reconnaissable à son coloris qui peut aller de l'orange au rouge, et ses avantages sont multiples. (27)

### **2.4.2 Hourdis :**

Les hourdis, également appelés entrevous, sont des éléments préfabriqués qui s'insèrent entre les poutrelles du plancher. Ils servent de coffrage perdu entre les poutrelles.

Les poutrelles en béton préfabriqués constituent le squelette du plancher (ce sont elles qui le portent). Elles peuvent être en béton armé ou en béton précontraint selon les charges qu'elles peuvent reprendre et leur portée.

On coule au-dessus de la structure poutrelles-hourdis une dalle de répartition (encore appelée table de compression ou dalle de compression) en béton renforcée par un treillis soudé (panneau anti fissuration). Elle est coulée en place en béton prêt à l'emploi et sert à répartir les efforts et solidariser l'ensemble du plancher.

Les hourdis préfabriqués en béton offrent de nombreux avantages :

- Ils peuvent être utilisés à tous les étages.
- Ils disposent d'une bonne inertie thermique.
- Ils disposent d'une bonne résistance au feu.
- Ils sont résistants. (28)



### 2.4.3 Le béton :

Est un matériau qui résiste mieux à la compression qu'à la traction. C'est donc la compression qui va définir sa résistance, définie comme la contrainte maximale en compression du béton. La résistance du béton est évaluée après 28 jours d'âge, délai qui lui permet généralement d'atteindre 90% de sa résistance. (29)

Le béton est un mélange de ciment, de sable, d'eau et de gravier plus ou moins fins. Il est utilisé pour couler des fondations, des dalles, des poteaux. Il peut être fait à la main ou avec une bétonnière

**En hiver :** le béton absorbe la chaleur de la journée et la restitue la nuit, par conduction.

**En été :** le béton accumule la fraîcheur de la nuit et peut ainsi faire baisser la température de 3 à 4 degrés. (30)

**Le mortier :** est un mélange de ciment, de sable et d'eau. Il est utilisé pour assembler des parpaings, des briques ou des pierres. (31)

### 2.4.4 Le carrelage :

Le carrelage est un matériau à la fois esthétique et facile à entretenir. Son inconvénient majeur est qu'il n'isole ni du froid, ni du bruit. L'intérêt principal de l'isolation du carrelage est de limiter les déperditions de chaleur au niveau du sol. Notamment sur les maisons anciennes. Le gain pourra être encore plus important si le plancher se trouve au-dessus d'un local non chauffé, comme un garage. En plus d'augmenter les factures énergétiques, le manque d'isolation du sol entraîne de l'inconfort.

**En hiver :** il est souvent nécessaire de surchauffer le logement pour éviter les sensations de froid et d'humidité provenant du carrelage.

**En été :** le carrelage a tendance à stocker la chaleur provenant du sol. Une isolation du carrelage permet donc de bénéficier d'un meilleur confort toute l'année. (32)

## 2.5 Calcul du bilan thermique :

### 2.5.1 Avant l'isolation :

Calculs des déperditions de référence selon DTR :

Source : [de DTR]

#### ➤ Les déperditions totales :

$$D = \sum D_i = (D_T)_i + (D_R)_i \text{ [W/°C]}$$

- $D_i$  [W/°C] représente les déperditions totales du volume « i ».
- $(D_T)_i$ [W/°C] représente les déperditions transmission d'un volume.
- $(D_R)_i$ [W/°C] représente les déperditions renouvellement d'air totales

➤ **Les Déperditions par transmission d'un volume :**

$$(D_T)_i = (D_s)_i + (D_{li})_i + (D_{sol})_i + (D_{inc})_i \text{ [W/°C]}$$

- $(D_s) I$  : déperditions surfaciques par transmission à travers les parois
- $(D_{li}) I$  : Déperditions linéiques.
- $(D_{sol}) i$  : Déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol
- $(D_{inc}) i$  = déperditions à travers les parois en contact avec locaux non chauffée.

➤ **Déperditions par renouvellement d'air :**

$$(D_R)_i = (D_{RV})_i + (D_{RS})_i \text{ [W/°C]}$$

➤ **Vérification des déperditions de référence :**

Vérification réglementaire

Les déperditions par transmission  $D_T$  du logement doivent vérifier :

$$D_T < 1,05 \times D_{réf} \text{ [W/°C]}$$

Où :

- $D_T$  (en W/°C) représente les déperditions par transmission du logement,
- $D_{réf}$  (en W/°C) représente les déperditions de référence.

➤ **Calcul des déperditions de référence**

Les déperditions de référence  $D_{réf}$  sont calculées par la formule suivante :

$$D_{réf} = a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5 \text{ [W/°C]}$$

Les  $S_i$  (en m<sup>2</sup>) représentent les surfaces des parois en contact avec l'extérieur.

$S_1$  la toiture,  $S_2$  le plancher bas, y compris les planchers bas sur locaux non chauffés  $S_3$  les murs,  $S_4$  les portes.  $S_5$  les fenêtres et les portes-fenêtres.  $S_1, S_2, S_3$  sont comptées de l'intérieur des locaux,  $S_4$  et  $S_5$  sont comptées en prenant les dimensions du pourtour de l'ouverture dans le mur ; les coefficients a, b, c, d et e, (en W/m<sup>2</sup>. °C), sont donnés dans le tableau. Ils dépendent de la nature du logement et de la zone climatique, Selon le tableau suivant :

**Tableau 2.7: Les zones climatiques d'un logement individuel, source DTR C3-2**

Zone	Logement individuel				
	A	b	c	d	E
A	1,10	2,40	1,40	3,50	4,50
B	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50
B'	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50
<b>C</b>	<b>1,10</b>	<b>2,40</b>	<b>1,20</b>	<b>3,50</b>	<b>4,50</b>
D	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50
D'	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50

La maison : d'une surface habitable de 216m<sup>2</sup>

La région : Batna (wilaya de BATNA).

Selon DTR c'est la zone C:

a=1.10, b=2.40, c=1.20, d=3.50, e=4.5

La surface de la toiture : 190.87 m<sup>2</sup>

La surface de plancher : 190.87m<sup>2</sup>

La surface des murs : 204 m<sup>2</sup>

La surface des ouvrants : 132.74 m<sup>2</sup>

$$D_{\text{réf}} = 1.10 \times 190.87 + 2.40 \times 190.87 + 1.2 \times 204 + 3.50 \times 25.74 + 4.5 \times 107.92$$

$$D_{\text{réf}} = 1488.575 [\text{W}/^\circ\text{C}]$$

$$1.05 \times D_{\text{réf}} = 1592.98 \text{ W}/^\circ\text{C}$$

➤ **Calcul des déperditions surfaciques par transmission à travers les parois**

$$D_{\text{Surfaciques}} = K \times S$$

K : coefficient de transmission surfacique (W/ m2. °C)

S : surface intérieur intérieure de la paroi (m2)

**Déperdition à travers les murs :**

$$D_{\text{mur}} = K_{\text{mur}} \times S_{\text{mur}}$$

$$D_{\text{mur}} = 1.28 \times 204 = 277.44 \text{ W}/^\circ\text{C}$$

Déperdition à travers le plancher bas :

$$D_{\text{plancher bas}} = K_{\text{plancher bas}} \times S_{\text{plancher bas}}$$

$$D_{\text{plancher bas}} = 1.92 \times 190.87 = 381.74 \text{ W}/^\circ\text{C}$$

### **Déperdition à travers la toiture :**

$$D_{\text{toiture}} = K_{\text{toiture}} \times S_{\text{toiture}}$$

$$D_{\text{toiture}} = 1.28 \times 190.87 = 244.31 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Déperditions à travers les fenêtres :

$$D = K_{\text{fenêtres}} \times S_{\text{fenêtres}}$$

$$D_{\text{fenêtres}} = 2 \times 107.92 = 215.84 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

### **Déperditions à travers les portes :**

$$D_{\text{portes}} = K_{\text{portes}} \times S_{\text{portes}}$$

$$D_{\text{portes}} = 2 \times 25.74 = 51.48 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$\text{Donc } D_{\text{SurfaciqueS}} = 1170.81 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

### **Déperditions à travers les ponts thermiques :**

Déperditions linéique = 20% des déperditions surfaciques

$$D_{\text{linéiques}} = 0.2 \times 1170.81 = 234.162 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$D_{\text{totale}} = D_{\text{surfaciques}} + D_{\text{linéiques}}$$

$$D_{\text{totale}} = 1404.97 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

### **Vérification de la conformité du bâtiment aux exigences de DTR**

$$1.05 \times D_{\text{référence}} = 1562.98 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$D_{\text{totale}} < 1.05 \times D_{\text{référence}}$$

Ce bâtiment n vérifie les exigences recommandées par le DTR.

Nous allons proposer une isolation des murs extérieurs par panneau en liège qui est un isolant naturel idéal pour l'isolation thermique ainsi que ses nombreux avantages :

- Simplicité de mise en œuvre.
- Renouvelable et recyclable.
- pas de dégagement toxique en cas d'incendie.
- imputrescible.
- insensible aux micro-organismes.
- pas d'effet négatif connu sur la santé.
- arrêt des champs magnétiques (en panneaux).

### **2.5.2 Bilan thermique après isolation mur extérieur avec le liège :**

### Composition mur extérieur avec le liège :

**Tableau 2.8: composition mur extérieur avec le liège**

Composants	Epaisseur (cm)	Conductivité thermique $\lambda(w/m.c^{\circ})$	Résistances Thermique R (m.c <sup>0</sup> /w) $R= e / \lambda$	Coefficient de transmission surfacique K (w/m <sup>2</sup> .c <sup>0</sup> )
Enduit extérieur	0.01	1.15	0.008	1/h <sub>i</sub> +1/h <sub>e</sub> = 0.17 m <sup>2</sup> .°c/w K= 0.24
Panneau de liège	1.40	0.04	3.50	
Brique creuse	1.00	0.48	0.21	
Lame d'air 0.9 à 1.1 cm	0.10	0.07	0.14	
	0.10	0.48	0.21	
Brique creuse de 10 cm	0.01	0.35	0.028	
Enduit plâtre				

### Déperdition à travers les murs après l'isolation :

$$D_{\text{mur}} = K_{\text{mur avec isolation}} \times S_{\text{mur}}$$

$$D_{\text{mur}} = 0.23 \times 204 = 48.22 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Donc } D_{\text{surfaciques}} = 914.59 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$$

### Déperditions à travers les ponts thermiques :

Déperditions linéique = 20% des déperditions surfaciques

$$D_{\text{linéiques}} = 0.2 \times 914.59 = 188.318 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$$

$$D_{\text{totale}} = D_{\text{surfaciques}} + D_{\text{linéiques}}$$

$$D_{\text{totale}} = 1102.908 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$$

### Vérification de la conformité du bâtiment aux exigences du DTR :

$$1.05 \times D_{\text{référence}} = 1562.98 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$$

$$D_{\text{totale}} < 1.05 \times D_{\text{référence}}$$

Donc ce bâtiment vérifie les exigences recommandées par le DTR

On a réussi à diminuer les déperditions totales de ce bâtiment (de 302.062 W/°C) en isolant les murs extérieurs avec les panneaux de liège.

## **2.6 Conclusion :**

Les résultats du bilan thermique ont montré que le bâtiment est conforme aux exigences du DTR, cependant les déperditions thermiques des murs extérieurs sont importantes pour cela on a introduit une isolation à ce niveau.

## 3 Chapitre III : Logiciels et étapes de simulation.

### 3.1 Introduction :

Afin d'étudier le comportement thermique de notre cas d'étude, nous avons choisi d'utiliser le logiciel "Pléiades + Comfie 2.3", qui permet de calculer le flux de chaleur de manière précise et permet des années de résidence virtuelles dans l'ensemble du bâtiment, donc dans cette partie que nous allons Présentation du logiciel de recherche, nous avons introduit les paramètres et la composition des parois pour établir un modèle de recherche, ainsi que les fichiers de données météorologiques et différents scénarios de fonctionnement.

### 3.2 Définition de la simulation thermique dynamique :

La Simulation Thermique Dynamique (STD), consiste à représenter numériquement (à modéliser) un ou plusieurs bâtiments via un logiciel. L'objectif est de simuler, à l'aide d'un modèle numérique, le comportement thermique du ou des bâtiment(s), et ce selon de nombreux paramètres et caractéristiques :

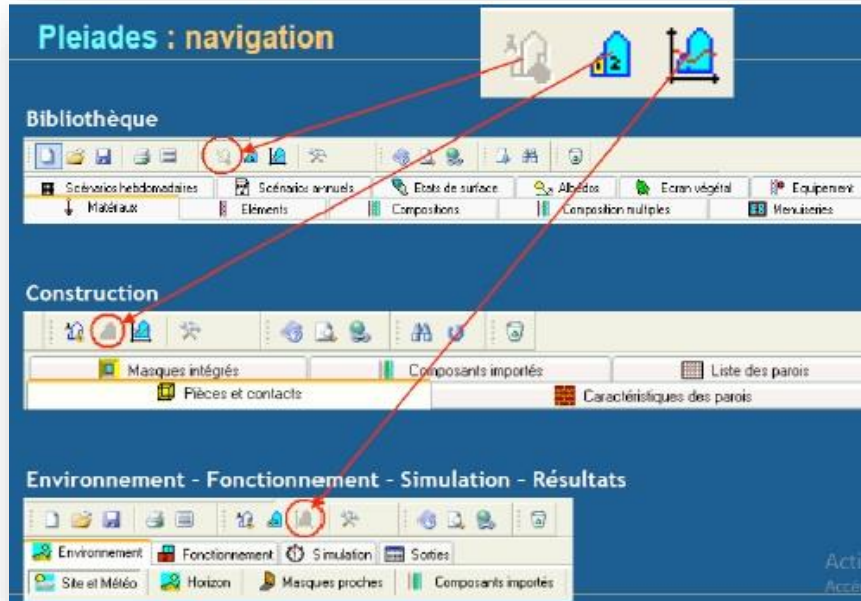
- Enveloppe thermique du bâtiment (parois, toiture, vitrages...).
- Apports internes (scénarios d'occupation, pertes de chaleur des équipements électriques...).
- Implantation géographique, exposition et ensoleillement.
- Inertie thermique du bâtiment.
- 

### 3.3 Présentation des logiciels :

#### 3.3.1 Pléiades + Comfie (version 2.3):

le logiciel pléiade repose sur le moteur de calcul Comfie, il calcule de façon précise et rapide les flux thermiques entre zones thermiques à partir du descriptif du bâtiment, de son environnement et ses occupants. il comporte trois modules :

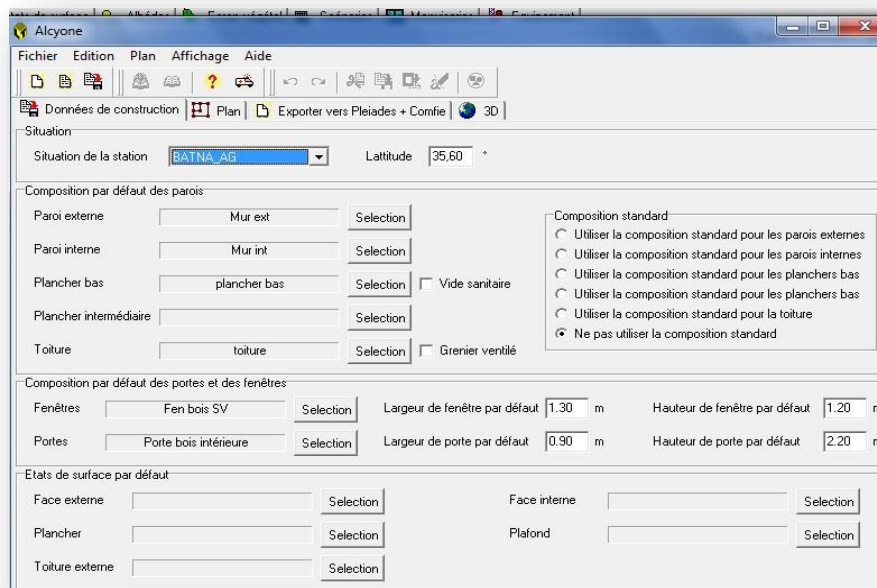
- **BiblioTherm** : bibliothèque thermique des matériaux, d'éléments constructifs, de menuiseries d'états de surface d'albédos d'écrans végétaux .... permet de créer des compositions de parois et de les exporter dans un projet
- **DH-Multi** : descripteur d'habitat pour une saisie pièce par pièce multizone, permet de saisir n'importe quel type projet jusqu'à 10 zones thermiques.



**.Figure3.1:Interface pléiades 2.3**

### 3.3.2 Alcyone:

Est un module de saisie graphique qui permet de dessiner le bâtiment à partir de plan 2D, de lui associer des masques proches, des compositions, des vitrages, de le découper en zones thermique. (33)



**Figure3.2:interface alcyone.**



### 3.3.3 Méteonorme 5.1 :

Le pack Stations Méteonorme comporte plus de 220 stations, il nous donne des données météorologiques pour divers applications pour n'importe quel endroit dans le monde.

**Meteocalc:** génère des fichiers de données météorologiques horaires au format TRY, requis par Comfie, soit à partir de données mensuelles, soit à partir de données horaires disponibles.

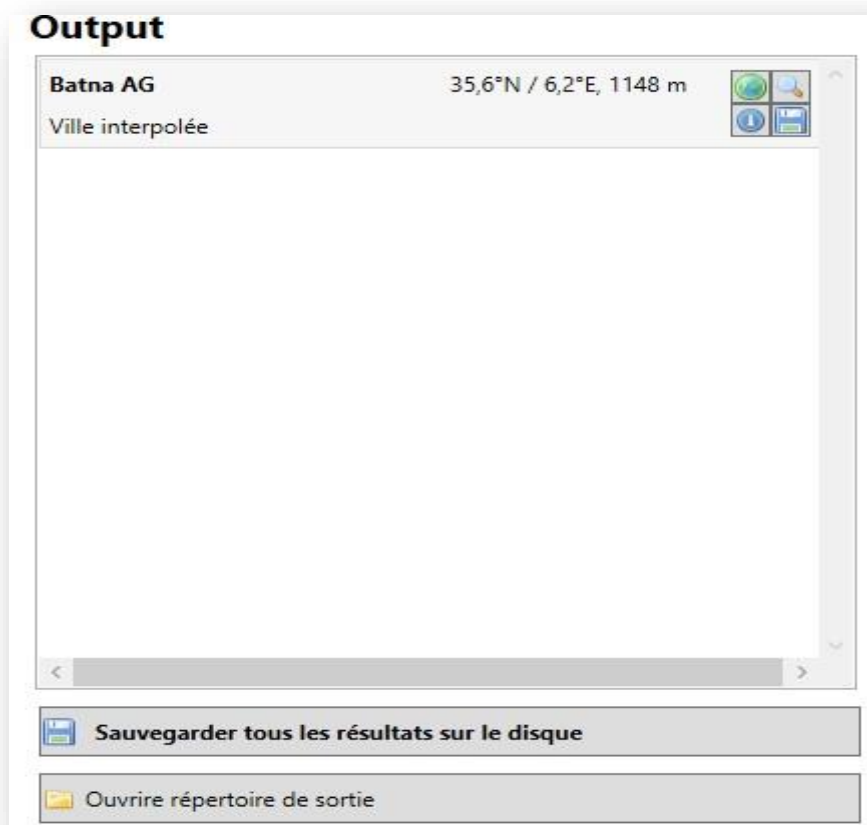


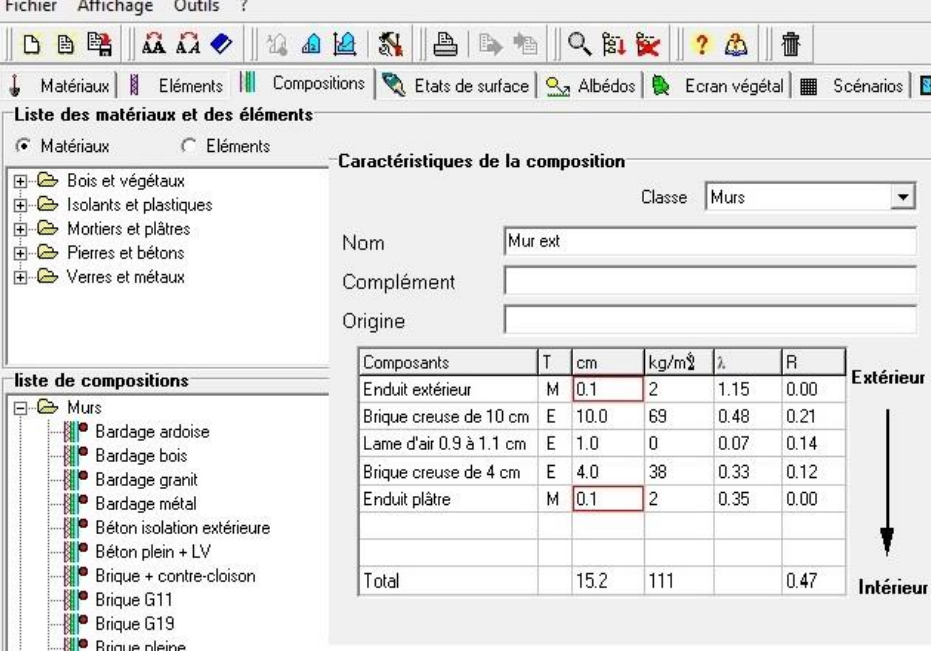
Figure 3.3: interface Méteonorme.

### 3.4 Processus d'application des logiciels :

#### Sous Pleiade :

La composition des éléments constructifs avant renforcement de l'isolation est :

#### Mur extérieur :



**Liste des matériaux et des éléments**

Matériaux | Eléments | Compositions | Etats de surface | Albédos | Ecran végétal | Scénarios

Matériaux | Eléments

Bois et végétaux  
Isolants et plastiques  
Mortiers et plâtres  
Pierres et bétons  
Verres et métaux

**Caractéristiques de la composition**

Classe: Murs

Nom: Mur ext

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	λ	R
Enduit extérieur	M	0.1	2	1.15	0.00
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Lame d'air 0.9 à 1.1 cm	E	1.0	0	0.07	0.14
Brique creuse de 4 cm	E	4.0	38	0.33	0.12
Enduit plâtre	M	0.1	2	0.35	0.00
Total		15.2	111		0.47

Extérieur

Intérieur

**liste de compositions**

Murs

- Bardage ardoise
- Bardage bois
- Bardage granit
- Bardage métal
- Béton isolation extérieure
- Béton plein + LV
- Brique + contre-cloison
- Brique G11
- Brique G19
- Brique pleine

Figure 3.4: caractéristique de la composition des murs extérieurs, source pleiade.

## Mur intérieur :

Caractéristiques de la composition

Classe: Murs

Nom: Mur int

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	λ	R
Enduit extérieur	M	0.1	2	1.15	0.00
Brique creuse de 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Enduit plâtre	M	0.1	2	0.35	0.00
Total		10.2	73		0.21

Extérieur

Intérieur

Figure 3.5: caractéristique de la composition des murs intérieurs, source pléiade.

## Plancher :

Caractéristiques de la composition

Classe: Planchers

Nom: plancher intermediaire

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m <sup>3</sup>	λ	R
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01
Mortier	M	4.0	80	1.15	0.03
Hourdis de 16 en béton	E	16.0	208	1.23	0.13
Enduit plâtre	M	0.1	2	0.35	0.00
Total		22.1	336		0.17

Extérieur

Intérieur

Figure 3.6: caractéristique de la composition de plancher, source pléiade.

## Toiture :

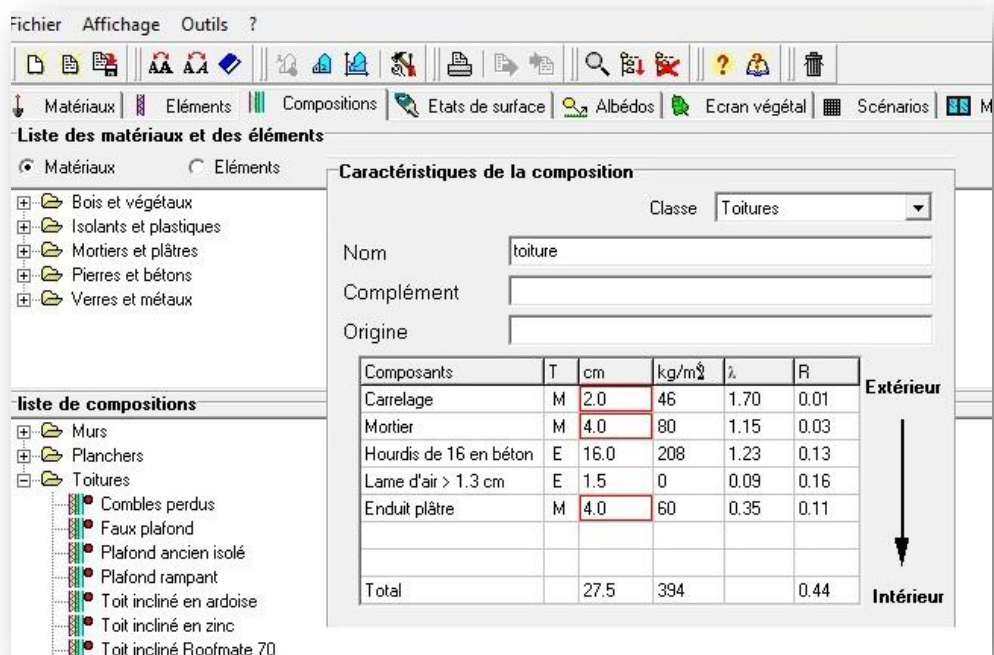


Figure 3.7 : caractéristique de la composition de la toiture, source pléiade.

## Les portes :



Figure3.8 : Caractéristique de la composition des portes, source pléiade.

## Les fenêtres et Portes fenêtres :

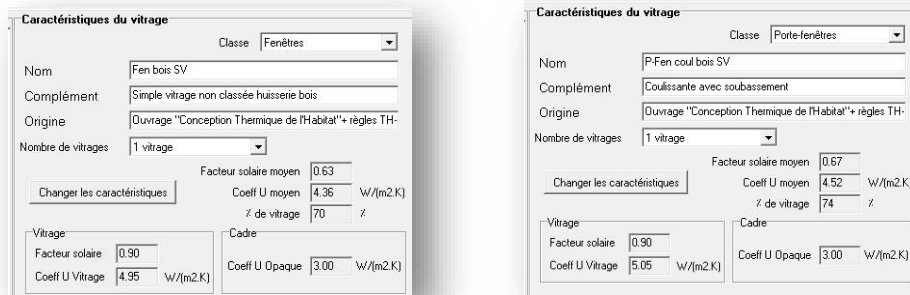


Figure 3.9: caractéristique de la composition des fenêtres et portes fenêtres, source pléiade.

## Identification de la station météorologique :

Cette étape permet d'utiliser les paramètres météorologiques du site d'étude.

## Sous pleiade :

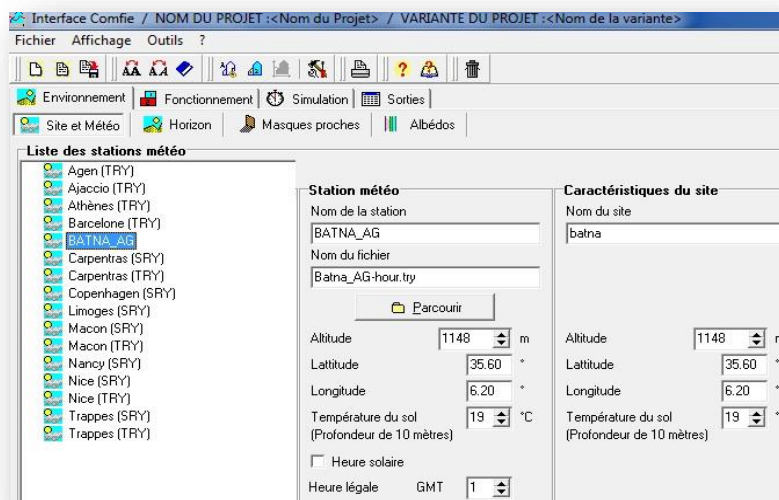


Figure 3.10 : Interface du site et météo sous pleiade.

## Sous Alcyone :

### Dessin des plans sous Alcyone

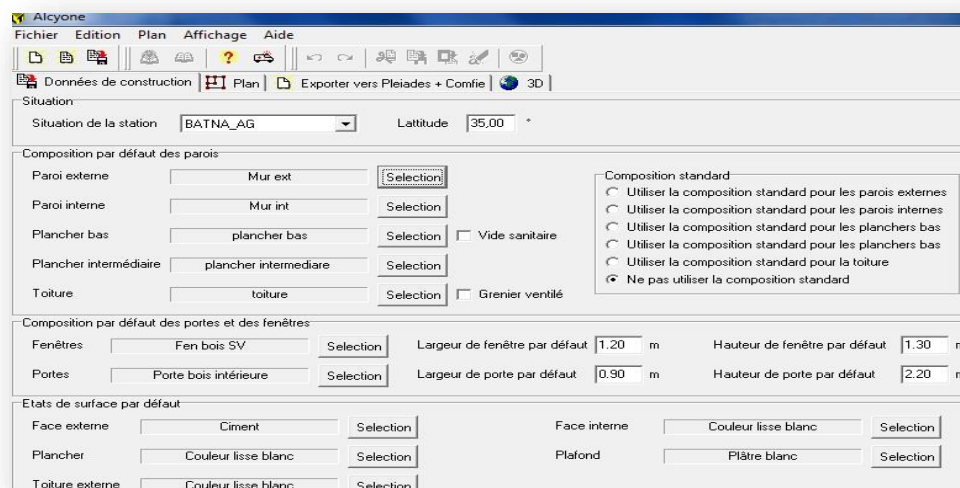


Figure 3.11 : insertion des éléments constructifs sous alcyone pour la composition originale.

Plans premier étage(le cas d'étude) :

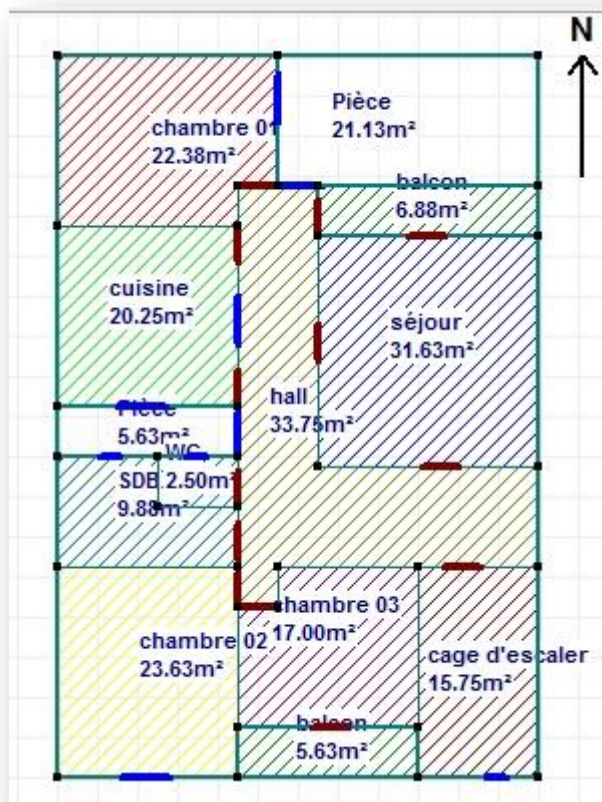


Figure 3.12 ; plan du cas etudier sous pleiade 2.3

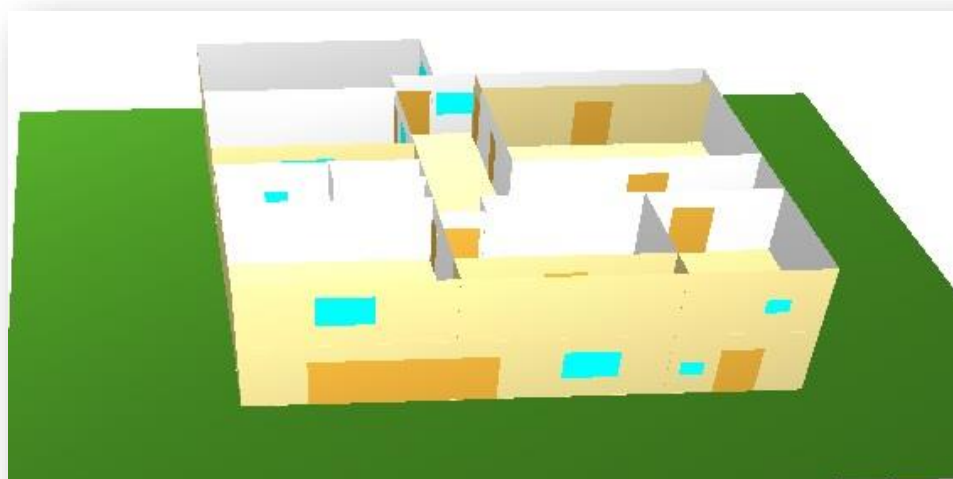


Figure 3.13 : Le premier étage Le cas d'étude en 3D,sous pleiade.



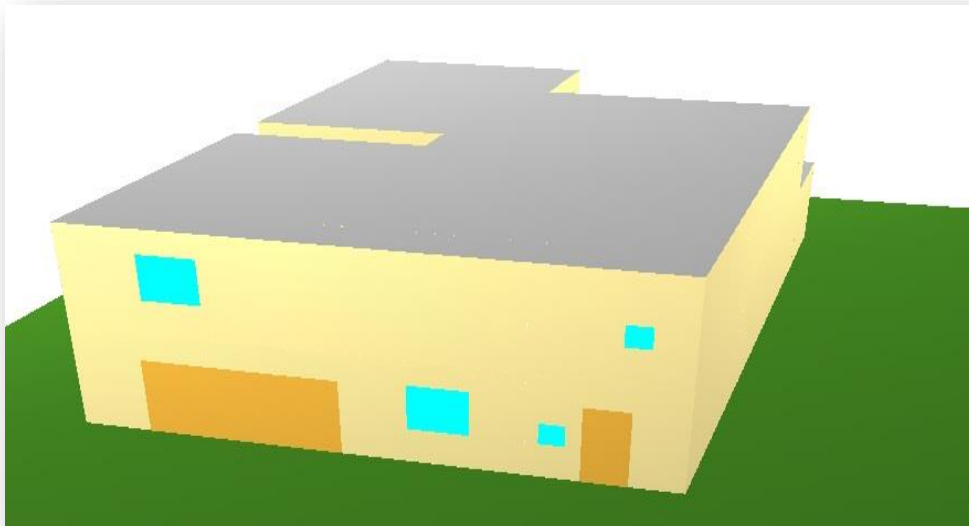


Figure 3.14 : Le bâtiment en 3D.

Sélectionner Caractéristiques des murs et des ouvertures sous Alcyone :

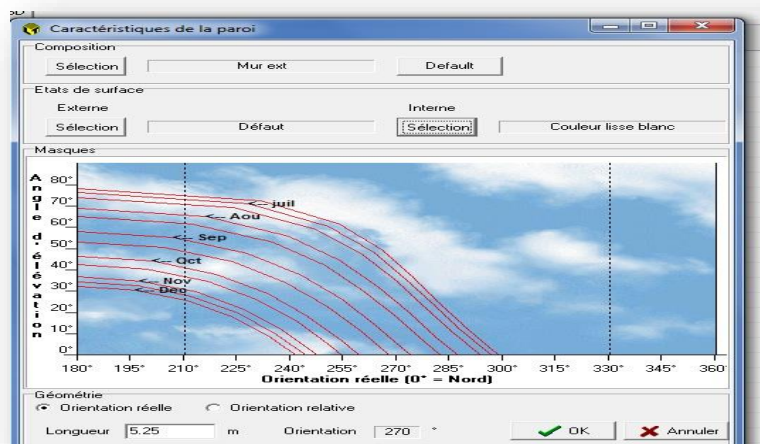


Figure 3.15 : caractéristiques des murs sous alcyone.



## Exportation vers pléiades

Après avoir définis les données de construction et dessiner le plan sous Alcyone, on exporte le tout vers pléiades pour introduire les scenarios de fonctionnement afin d'identifier les besoins en chauffage et climatisation, ainsi que l'évolution des températures.

Définition des scenarios de fonctionnement :

- Scenario de Ventilation.
- Scenario d'occupation.
- Scenario de consigne de thermostat

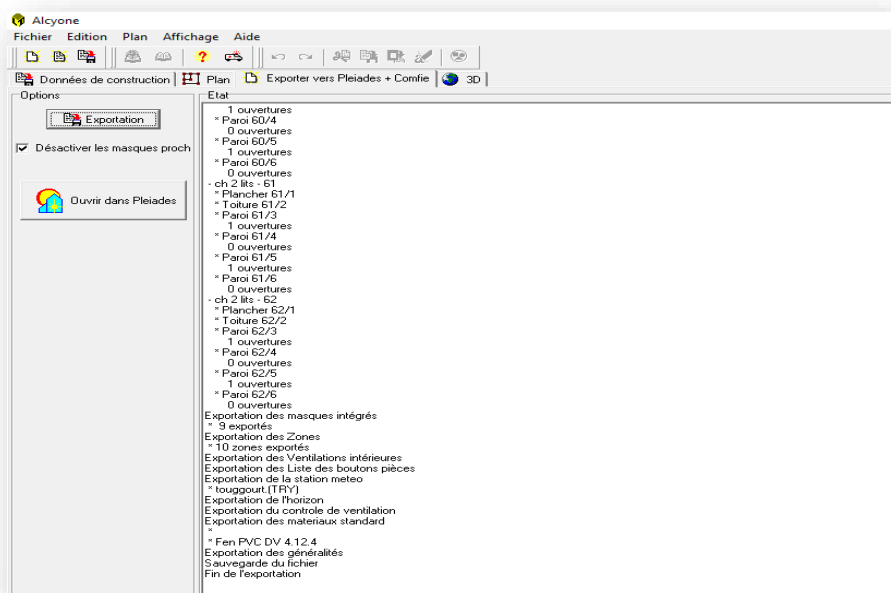


Figure 3.16 : Exportation vers pleiade.

## 3.5 Définition des scénarios :

### 3.5.1 Les scenarios d'occupations :

Les scénarios d'occupation permettent de déterminer le nombre d'utilisateurs ainsi que le taux de fréquentation de chaque zone ; le but de ces scénarios est de définir les apports internes produits par les occupants du cas étudié.

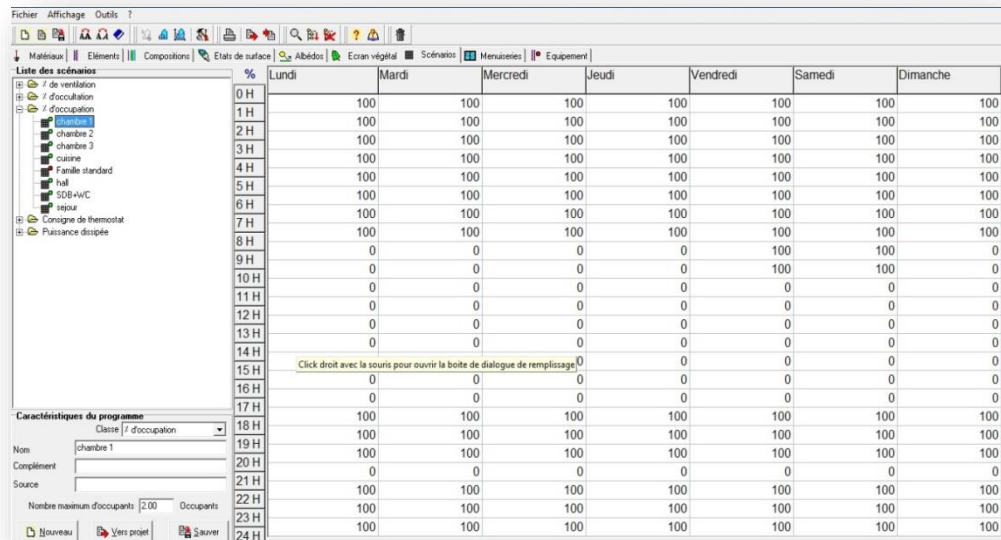


Figure 3.18 : Scenario d'occupation zone 1.

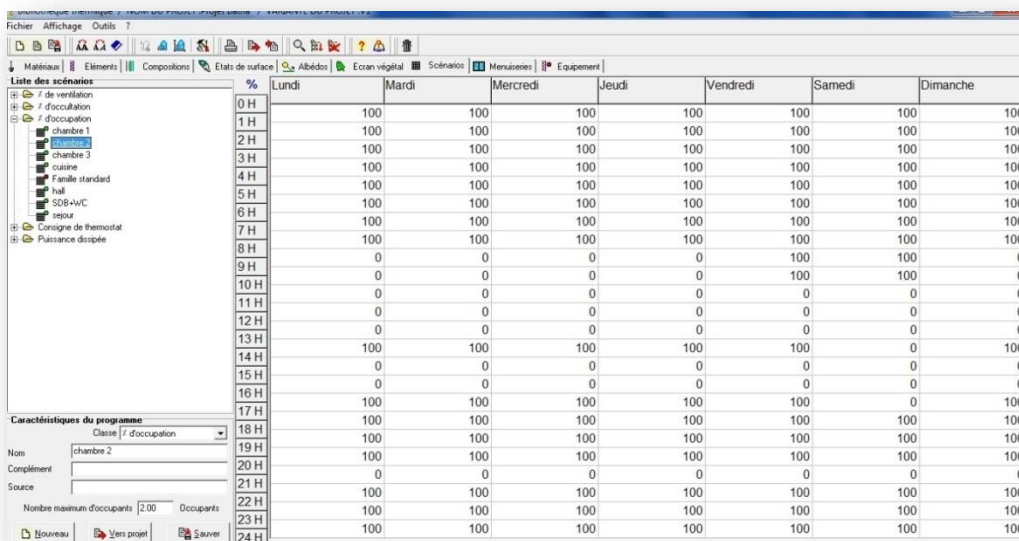


Figure 3.19 : Scenario d'occupation zone 2.

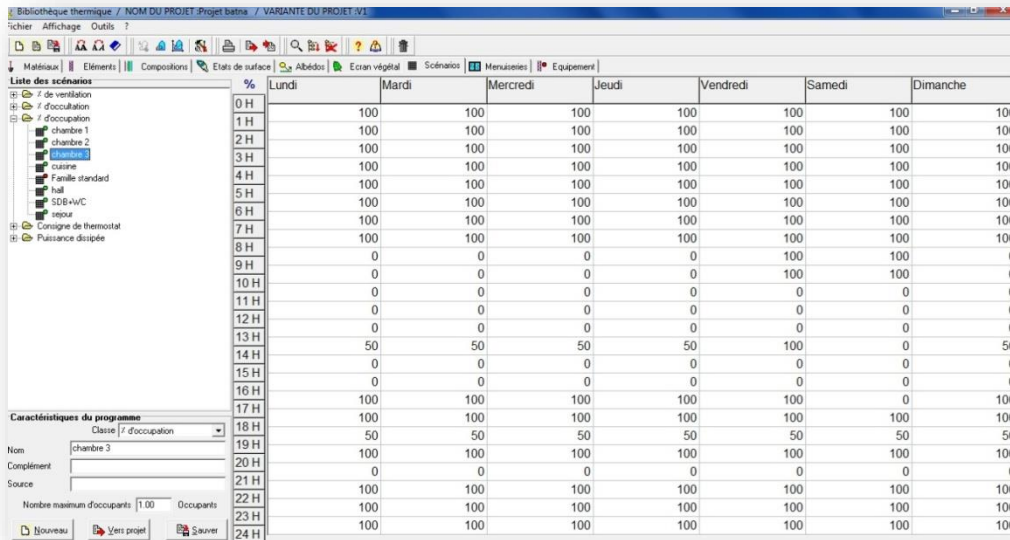


Figure 3.20 : Scenario d'occupation zone 3.

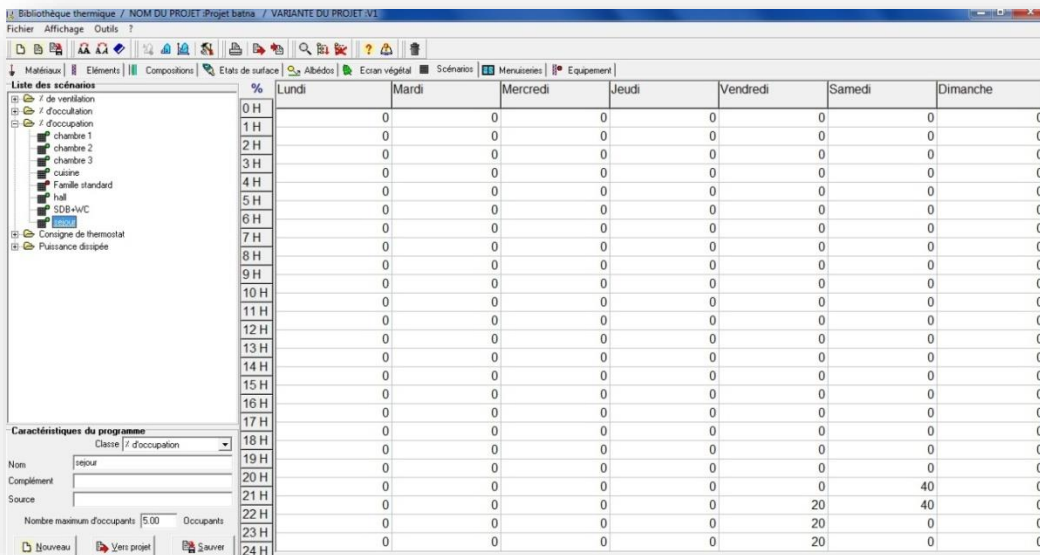


Figure 3.21 : Scenario d'occupation zone 4.

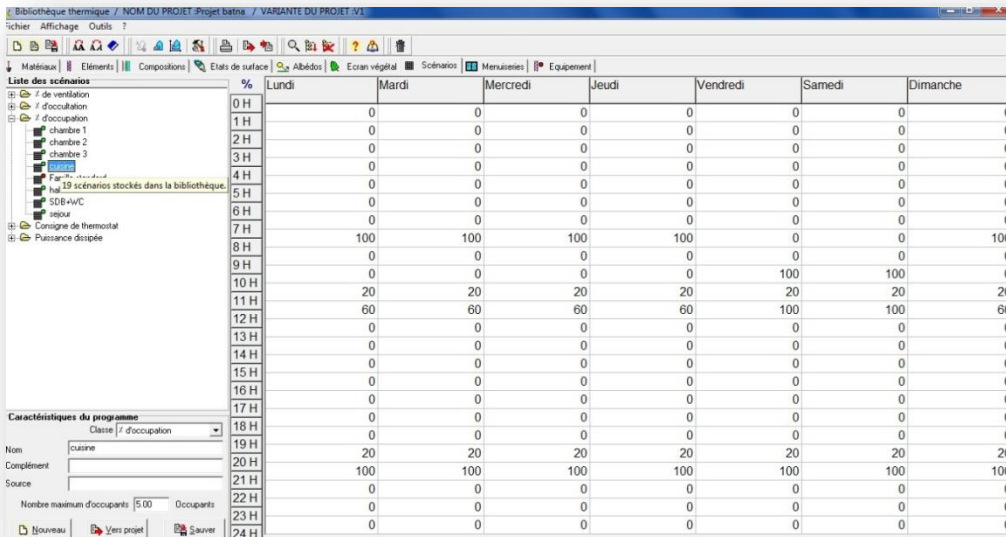


Figure 3.22 : Scenario d'occupation zone 5.

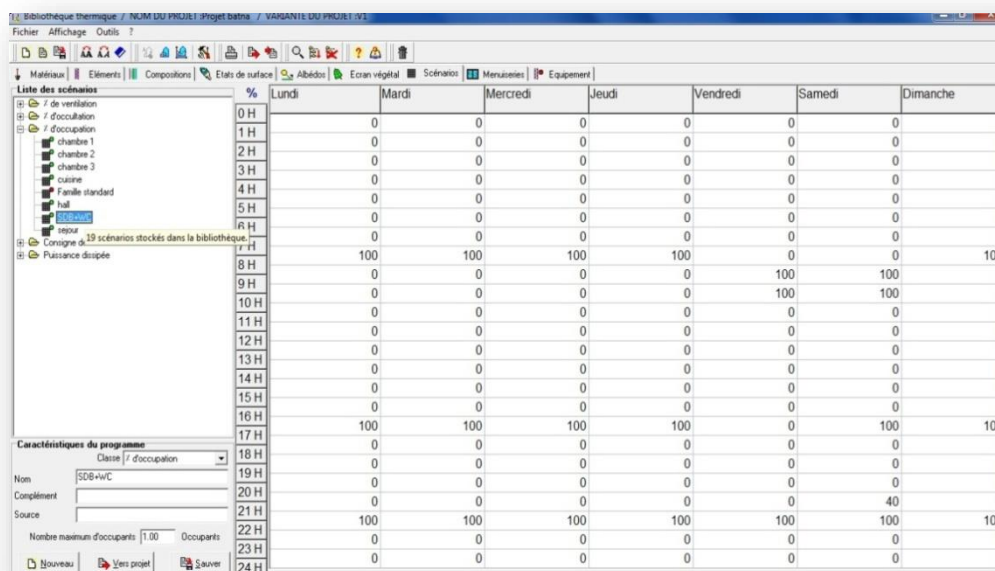


Figure 3.23 : Scenario d'occupation zone 6.

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	0	0	0	0	0	0	0
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	100	100	100	100	0	100	100
9 H	0	0	0	0	100	100	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	20	20	20	0	0	20	20
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	100	100	100	100	0	60	100
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	40	40	40	40	40	40	40
19 H	0	0	0	0	0	0	0
20 H	60	60	60	60	60	60	60
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	0	0	0	0	0	0	0
23 H	0	0	0	0	0	0	0
24 H	0	0	0	0	0	0	0

Figure 3.24 : Scenario d'occupation zone 7.

### 3.5.2 Consigne de thermostat :

Afin de déterminer les besoins en chauffage et climatisation, on doit intégrer la consigne de thermostat, la zone de confort est fixée à 20° en hiver et 25° en été.

#### 3.5.2.1 Consigne d'hiver :

Les chambres, hall, séjour :

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	20	20	20	20	20	20	20
1 H	20	20	20	20	20	20	20
2 H	20	20	20	20	20	20	20
3 H	20	20	20	20	20	20	20
4 H	20	20	20	20	20	20	20
5 H	20	20	20	20	20	20	20
6 H	20	20	20	20	20	20	20
7 H	20	20	20	20	20	20	20
8 H	20	20	20	20	20	20	20
9 H	20	20	20	20	20	20	20
10 H	20	20	20	20	20	20	20
11 H	20	20	20	20	20	20	20
12 H	20	20	20	20	20	20	20
13 H	20	20	20	20	20	20	20
14 H	20	20	20	20	20	20	20
15 H	20	20	20	20	20	20	20
16 H	20	20	20	20	20	20	20
17 H	20	20	20	20	20	20	20
18 H	20	20	20	20	20	20	20
19 H	20	20	20	20	20	20	20
20 H	20	20	20	20	20	20	20
21 H	20	20	20	20	20	20	20
22 H	20	20	20	20	20	20	20
23 H	20	20	20	20	20	20	20
24 H	20	20	20	20	20	20	20

Figure 3.25 : consigne d'hiver chambres, hall, séjour.

Cuisine :

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	16	16	16	16	16	16	16
2 H	16	16	16	16	16	16	16
3 H	16	16	16	16	16	16	16
4 H	16	16	16	16	16	16	16
5 H	16	16	16	16	16	16	16
6 H	16	16	16	16	16	16	16
7 H	16	16	16	16	16	16	16
8 H	20	20	20	20	20	20	20
9 H	20	20	20	20	20	20	20
10 H	20	20	20	20	20	20	20
11 H	20	20	20	20	20	20	20
12 H	20	20	20	20	20	20	20
13 H	20	20	20	20	20	20	20
14 H	16	16	16	16	16	16	16
15 H	16	16	16	16	16	16	16
16 H	16	16	16	16	16	16	16
17 H	16	16	16	16	16	16	16
18 H	20	20	20	20	20	20	20
19 H	20	20	20	20	20	20	20
20 H	20	20	20	20	20	20	20
21 H	20	20	20	20	20	20	20
22 H	20	20	20	20	20	20	20
23 H	16	16	16	16	16	16	16
24 H	16	16	16	16	16	16	16

Figure 3.26 : consigne d’hiver cuisine.

SDB et WC :

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	18	18	18	18	18	18	18
1 H	18	18	18	18	18	18	18
2 H	18	18	18	18	18	18	18
3 H	18	18	18	18	18	18	18
4 H	18	18	18	18	18	18	18
5 H	18	18	18	18	18	18	18
6 H	18	18	18	18	18	18	18
7 H	18	18	18	18	18	18	18
8 H	18	18	18	18	18	18	18
9 H	18	18	18	18	18	18	18
10 H	18	18	18	18	18	18	18
11 H	18	18	18	18	18	18	18
12 H	18	18	18	18	18	18	18
13 H	18	18	18	18	18	18	18
14 H	18	18	18	18	18	18	18
15 H	18	18	18	18	18	18	18
16 H	18	18	18	18	18	18	18
17 H	18	18	18	18	18	18	18
18 H	18	18	18	18	18	18	18
19 H	18	18	18	18	18	18	18
20 H	18	18	18	18	18	18	18
21 H	18	18	18	18	18	18	18
22 H	18	18	18	18	18	18	18
23 H	18	18	18	18	18	18	18
24 H	18	18	18	18	18	18	18

Figure 3.27 : consigne d’hiver de SDB ET WC .



Ventilation d'hiver :

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H							
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	100	100	100	100	100	100	100
9 H	100	100	100	100	100	100	100
10 H	100	100	100	100	100	100	100
11 H	100	100	100	100	100	100	100
12 H	100	100	100	100	100	100	100
13 H	100	100	100	100	100	100	100
14 H	100	100	100	100	100	100	100
15 H	100	100	100	100	100	100	100
16 H	100	100	100	100	100	100	100
17 H	100	100	100	100	100	100	100
18 H	100	100	100	100	100	100	100
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Figure 3.28 : Ventilation d'hiver .

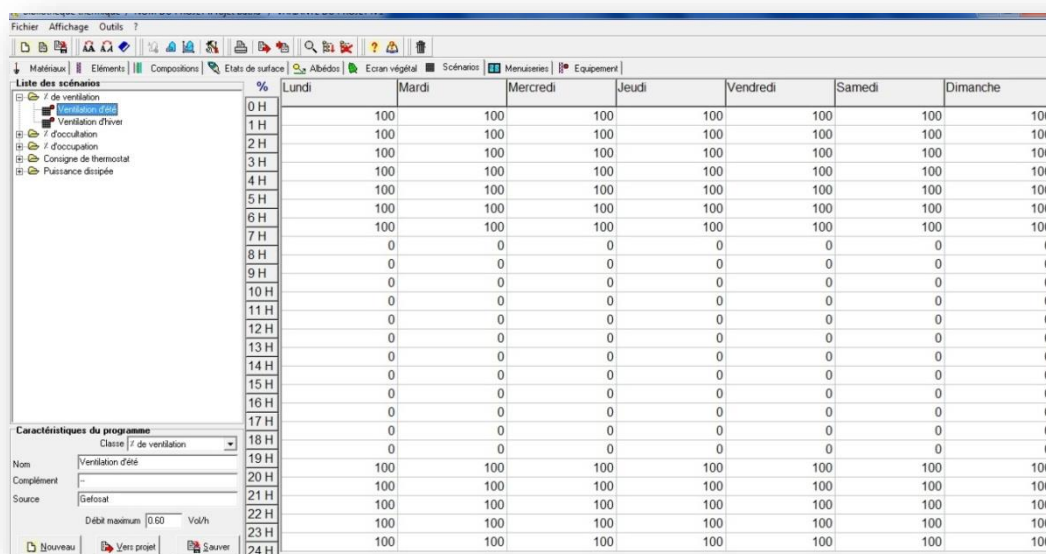
Consigne été :

Chambres, hall , séjour :

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	25	25	25	25	25	25	25
1 H	25	25	25	25	25	25	25
2 H	25	25	25	25	25	25	25
3 H	25	25	25	25	25	25	25
4 H	25	25	25	25	25	25	25
5 H	25	25	25	25	25	25	25
6 H	25	25	25	25	25	25	25
7 H	25	25	25	25	25	25	25
8 H	25	25	25	25	25	25	25
9 H	25	25	25	25	25	25	25
10 H	25	25	25	25	25	25	25
11 H	25	25	25	25	25	25	25
12 H	25	25	25	25	25	25	25
13 H	25	25	25	25	25	25	25
14 H	25	25	25	25	25	25	25
15 H	25	25	25	25	25	25	25
16 H	25	25	25	25	25	25	25
17 H	25	25	25	25	25	25	25
18 H	25	25	25	25	25	25	25
19 H	25	25	25	25	25	25	25
20 H	25	25	25	25	25	25	25
21 H	25	25	25	25	25	25	25
22 H	25	25	25	25	25	25	25
23 H	25	25	25	25	25	25	25
24 H	25	25	25	25	25	25	25

Figure 3.29 : consigne d'été chambres, hall, séjour.

## Ventilation d'été :



%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	100	100	100	100	100	100	100
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Figure 3.30 : ventilation d'été.

### 3.6 La simulation :

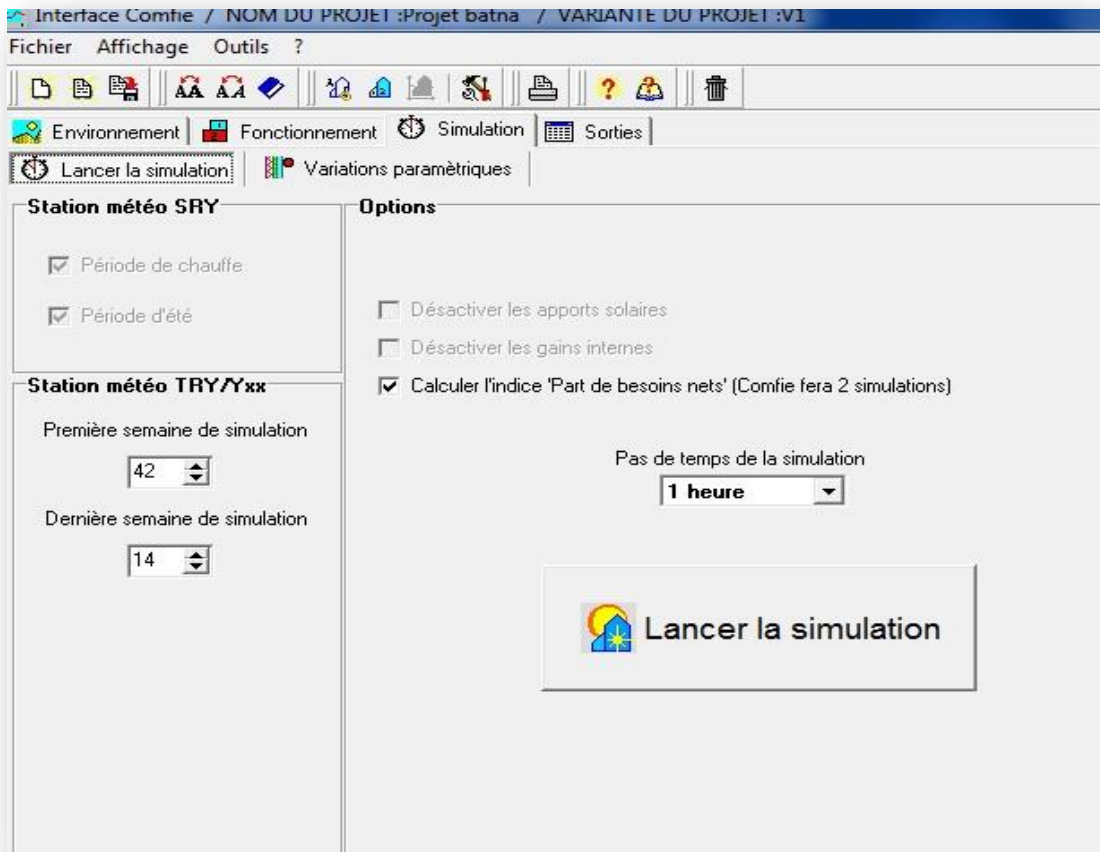
Pour étudier le comportement thermique du bâtiment on a fait deux simulations pour la semaine la plus froide et la semaine la plus chaude sans et avec consigne de thermostat. Avant de lancer la simulation on attribue les scénarios dans le fonctionnement.

Simulation 01 La première simulation est faite par la composition originale de notre cas d'étude.

Simulation 02 : La deuxième simulation est faite par faite par le renforcement d'isolation au niveau des murs extérieurs avec polystyrène.

Simulation 03 : La deuxième simulation est faite par faite par le renforcement d'isolation au niveau des murs extérieurs avec panneau de liège.





**Figure 3.31 lancement de la simulation.**

### **3.7 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons défini la simulation thermique dynamique, présente les différents logiciels utilisés qui seront mis en œuvre pour cette étude.

Comme Pléiade+ Comfie, Metonorm, Alcyon et cité les différentes procédures effectuées dans notre simulation.

Aussi on a décrit toutes les étapes de simulation effectuées. Le suivant sera dédié aux résultats du projet.

## 4 Chapitre IV : résultats et discussions

### 4.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats obtenus après simulation ainsi que les discussions.

### 4.2 Résultats et commentaires des graphes :

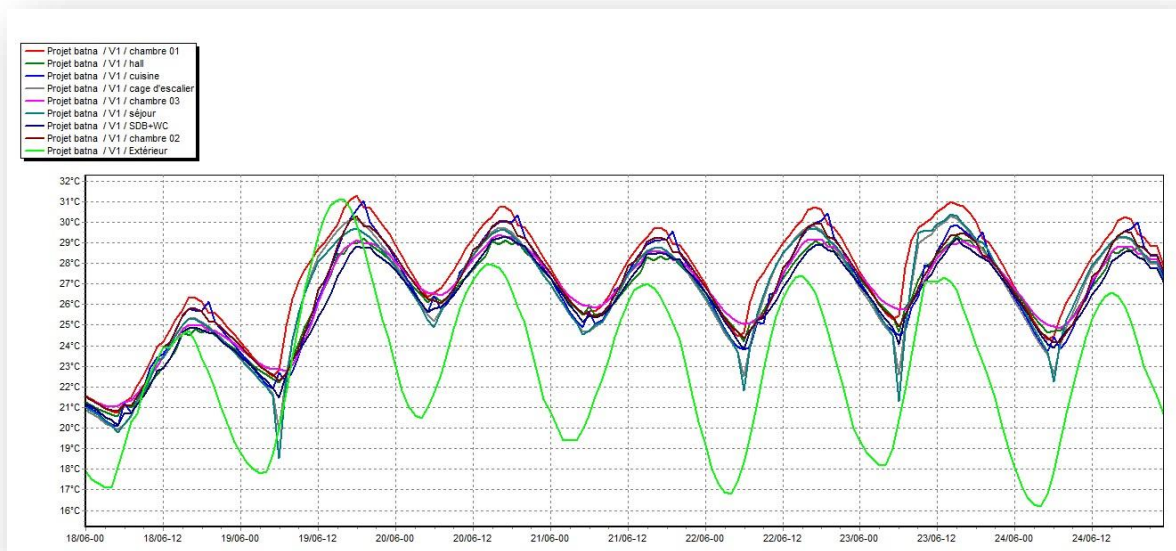
#### 4.2.1 Simulation 01 La première simulation est faite par la composition originale de notre cas d'étude.

##### 4.2.1.1 Simulation 1 estivale :

##### 4.2.1.1.1 Sans consigne :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	F
Année			
chambre 01	0 kWh	0 kWh	
hall	0 kWh	0 kWh	
cuisine	0 kWh	0 kWh	
cage d'escalier	0 kWh	0 kWh	
chambre 03	0 kWh	0 kWh	
séjour	0 kWh	0 kWh	
SDB+WC	0 kWh	0 kWh	
chambre 02	0 kWh	0 kWh	
Total	0 kWh	0 kWh	

Figure 4.1: Fiche de synthèse de la simulation 01 estivale sans consigne thermostat.



**Figure 4.2: Graphe de température de la semaine la plus chaude de la simulation 01 estivale sans consigne thermostat.**

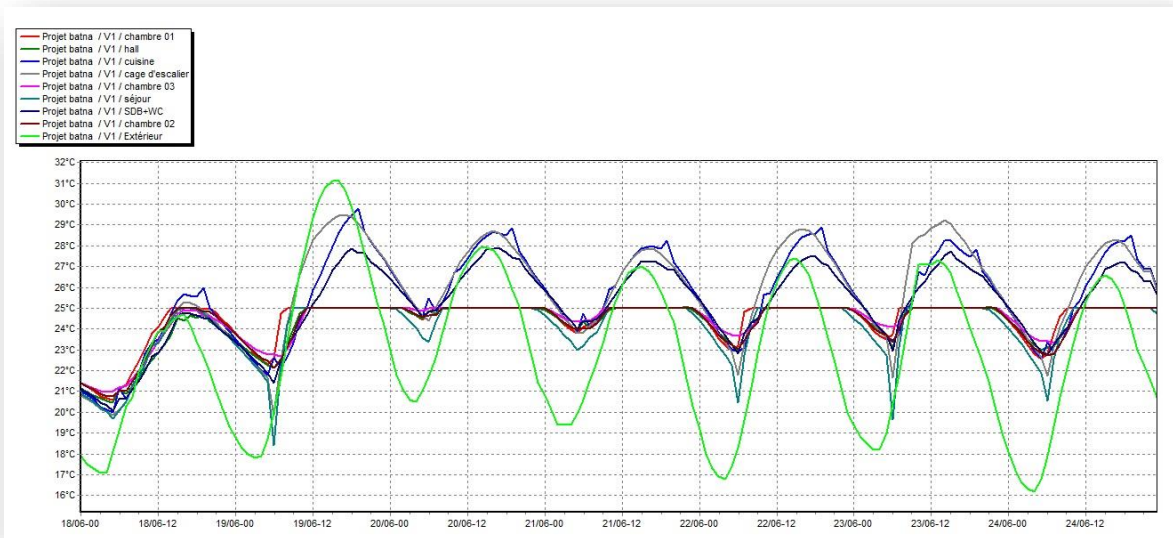
**Remarque :**

D'après le graphe de température de la semaine la plus chaude (18 juin -24 juin) de la simulation 1 estivale sans consigne de thermostat, on constate que les températures intérieures dans les zones ont une variation périodique allant de 21°C jusqu'à 31 °C qui sont presque comme les températures extérieurs qui varient de 18 °C à 31°C mais elles sont loin des températures de confort thermiques.

**4.2.1.1.2 Avec consigne :**

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Pu
Année			
chambre 01	0 kWh	415 kWh	
hall	0 kWh	255 kWh	
cuisine	0 kWh	0 kWh	
cage d'escalier	0 kWh	0 kWh	
chambre 03	0 kWh	171 kWh	
séjour	0 kWh	319 kWh	
SDB+WC	0 kWh	0 kWh	
chambre 02	0 kWh	302 kWh	
Total	0 kWh	1461 kWh	

**Figure 4.3 : Fiche de synthèse de la simulation 01 estivale avec consigne thermostat.**



**Figure 4.4: Graphe de température de la semaine la plus chaude de la simulation 01 estivale avec consigne thermostat.**

**Remarque :**

Pour ces résultats comptant pour la simulation avec consigne thermostat durant la semaine la plus chaude, on remarque que de l'extérieur varie entre 18 C et 31 C et les mêmes températures dans certaines pièces, et donc peuvent négliger cette simple différence dans certaines pièces.

#### 4.2.1.2 Simulation 1 hivernale :

##### 4.2.1.2.1 Sans consigne :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	F
Année			
chambre 01	0 kWh	0 kWh	
hall	0 kWh	0 kWh	
cuisine	0 kWh	0 kWh	
cage d'escalier	0 kWh	0 kWh	
chambre 03	0 kWh	0 kWh	
séjour	0 kWh	0 kWh	
SDB+WC	0 kWh	0 kWh	
chambre 02	0 kWh	0 kWh	
Total	0 kWh	0 kWh	

Figure 4.5 : Fiche de synthèse de la simulation 01 hivernale sans consigne thermostat.

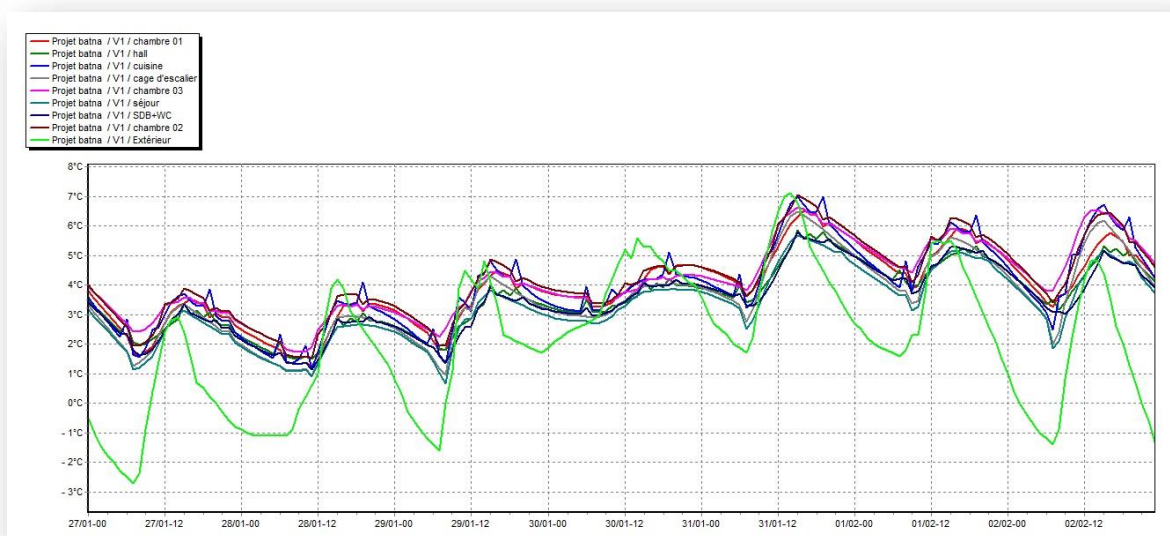


Figure 4.6: Graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 01 hivernale sans consigne thermostat.

## Remarque :

D'après la visualisation graphique ci-dessus, on constate que les températures intérieures dans les différentes zones qui varient entre 3° et 7° sont presque supérieures aux températures extérieures, qui elles varient de -1° à 7°, et cela dans la semaine la plus froide allant de (27-01 à 02-02). Ce qui nous ramène à dire que l'intérieur de la maison est plus confortable thermiquement comparé à l'extérieur et cela même sans consignes de thermostats, mais restent loin des températures de confort thermique.

### 4.2.1.2.2 Avec consigne :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.
Année				
chambre 01	6978 kWh	0 kWh	2282 W	-0 W
hall	8266 kWh	0 kWh	3443 W	-0 W
cuisine	3817 kWh	0 kWh	2066 W	-0 W
cage d'escalier	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W
chambre 03	4579 kWh	0 kWh	1734 W	-0 W
séjour	7882 kWh	0 kWh	3226 W	-0 W
SDB+WC	2969 kWh	0 kWh	1262 W	-0 W
chambre 02	6411 kWh	0 kWh	2410 W	-0 W
Total	40902 kWh	0 kWh	16423 W	0 W

Figure 4.7 : Fiche de synthèse de la simulation 01 hivernale sans consigne thermostat.

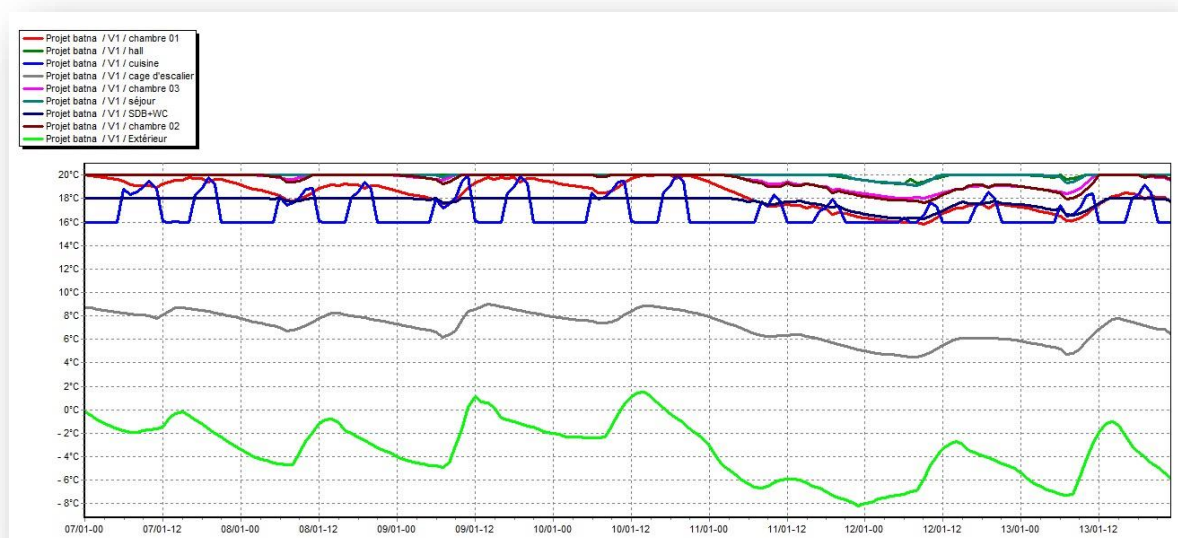


Figure 4.8: graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 1 hivernale avec consigne thermostat.

**Remarque :**

D'après le graphe ci-dessus, on constate que les températures extérieures sont quasi inférieures à celle de l'intérieur, avec des températures qui varient de 2° à -8° pour l'extérieur, ainsi qu'une variation allant de 16° jusqu'à 21° pour l'intérieur (sauf la zone 8 la cage d'escalier qui varie entre 8° et 10° car elle n'est pas chauffée). Des variations de températures assez importantes faisant en sorte de favoriser thermiquement les zones internes à l'extérieur.

D'après les deux cas étudiés, on distingue qu'après avoir intégré les consignes de thermostats, la maison a réagi favorablement faisant en sorte d'atteindre des températures assez supérieures afin de répondre au confort thermique des occupants, qui a été assuré par une puissance de chauffage.

**4.2.2 Simulation 02 : La deuxième simulation est faite par le renforcement d'isolation au niveau des murs extérieurs avec polystyrène :**

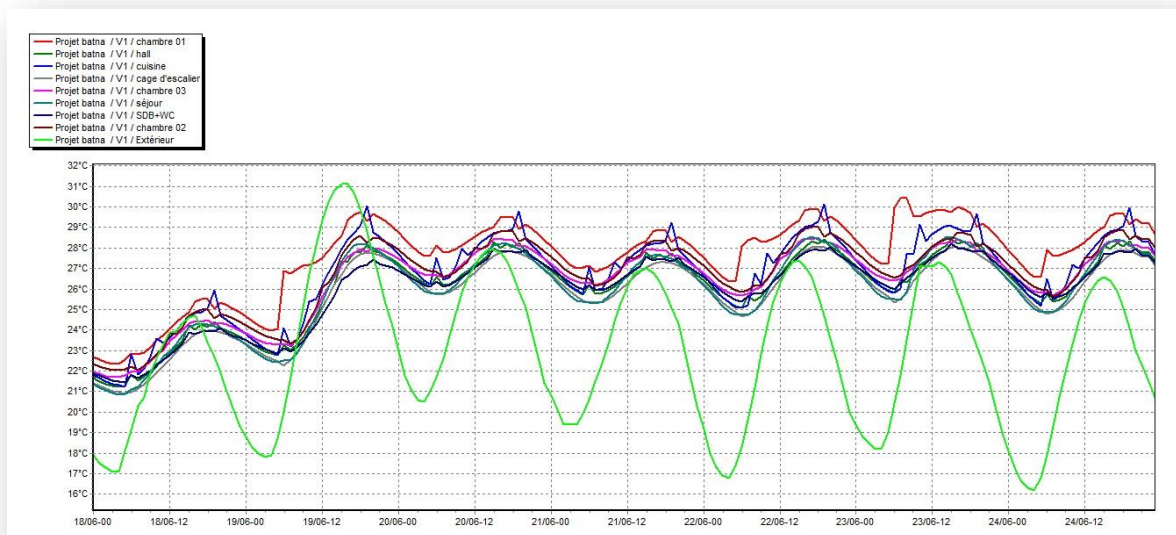
**4.2.2.1 Simulation 2 estivale :**

**4.2.2.1.1 Sans consigne :**

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	F
Année			
chambre 01		0 kWh	0 kWh
hall		0 kWh	0 kWh
cuisine		0 kWh	0 kWh
cage d'escalier		0 kWh	0 kWh
chambre 03		0 kWh	0 kWh
séjour		0 kWh	0 kWh
SDB+WC		0 kWh	0 kWh
chambre 02		0 kWh	0 kWh
Total		0 kWh	0 kWh

**Figure 4.9 : Fiche de synthèse de la simulation 02 estivale sans consigne thermostat.**





**Figure 4.10 : Graphe de température de la semaine la plus chaude de la simulation 02 estivale sans consigne thermostat.**

**Remarque :**

D'après le graphe de température de la semaine la plus chaude (18 juin -24 juin) de la simulation 2 estivale sans consigne de thermostat, on constate que les températures intérieures dans les zones ont une variation périodique allant jusqu'à 31 °C qui sont un peu loin des températures extérieures qui varient de 18 °C à 31°C ainsi qu'elles sont loin des températures de confort thermiques.

A noté qu'on a observé une certaine diminution des températures intérieures dans cette simulation par rapport à la simulation 1 estivale sans consigne de thermostat.

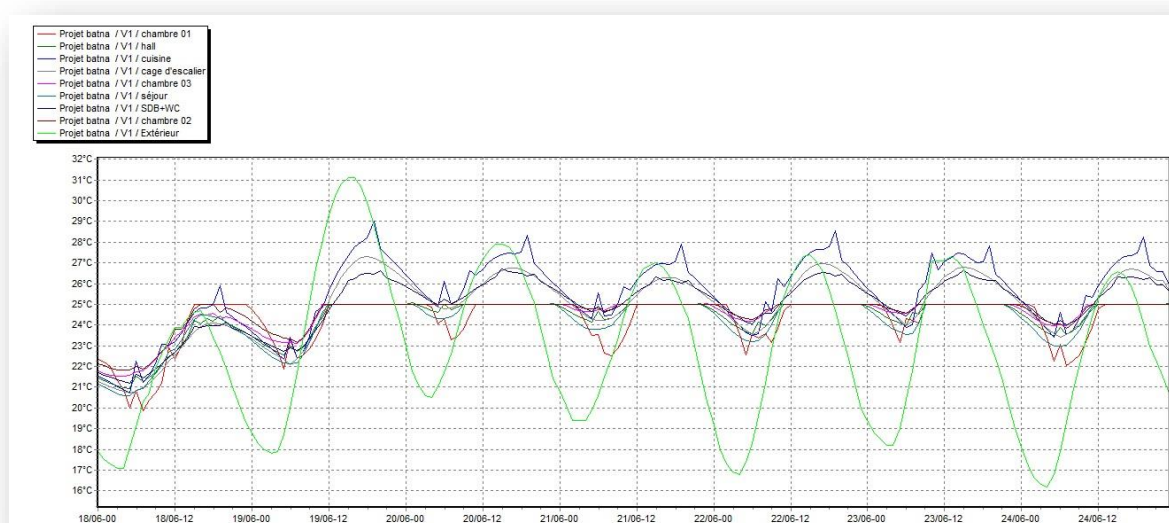
Après avoir intégrer une isolation au niveau des murs extérieurs, les températures des zones intérieures dans cette simulation a diminué et varient de (22°C à 29°C).



#### 4.2.2.1.2 Avec consigne :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.
Année				
chambre 01	0 kWh	276 kWh	0 W	1270 W
hall	0 kWh	155 kWh	0 W	1648 W
cuisine	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W
cage d'escalier	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W
chambre 03	0 kWh	109 kWh	0 W	720 W
séjour	0 kWh	123 kWh	0 W	1074 W
SDB+WC	0 kWh	0 kWh	0 W	-0 W
chambre 02	0 kWh	169 kWh	0 W	971 W
Total	0 kWh	832 kWh	0 W	5684 W

**Figure 4.11 : Fiche de synthèse de la simulation 02 estivale avec consigne thermostat.**



**Figure 4.12 : Graphe de température de la semaine la plus chaude de la simulation 02 estivale avec consigne thermostat.**

#### Remarque :

Pour ces résultats comptant pour la simulation avec consigne thermostat durant la semaine la plus chaude, on remarque que les températures d'extérieures sont supérieures à celles des zones intérieures, ce qui nous amène à des résultats logiques. D'après la visualisation graphique nous

avons constaté que le confort thermique a été atteint sur l'ensemble des zones, après l'intégration des consignes de thermostats ainsi que de l'isolation avec le polystyrène.

Les besoins en rafraîchissement sont estimés à B Rafraîchissement = 626 KW durant la semaine la plus chaude allant de (18-06 à 24-06).

#### 4.2.2.2 Simulation 2 hivernale :

##### 4.2.2.2.1 Sans consigne :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	F
Année			
chambre 01	0 kWh	0 kWh	
hall	0 kWh	0 kWh	
cuisine	0 kWh	0 kWh	
cage d'escalier	0 kWh	0 kWh	
chambre 03	0 kWh	0 kWh	
séjour	0 kWh	0 kWh	
SDB+WC	0 kWh	0 kWh	
chambre 02	0 kWh	0 kWh	
Total	0 kWh	0 kWh	

Figure 4.13 : Fiche de synthèse de la simulation 02 hivernale sans consigne thermostat.

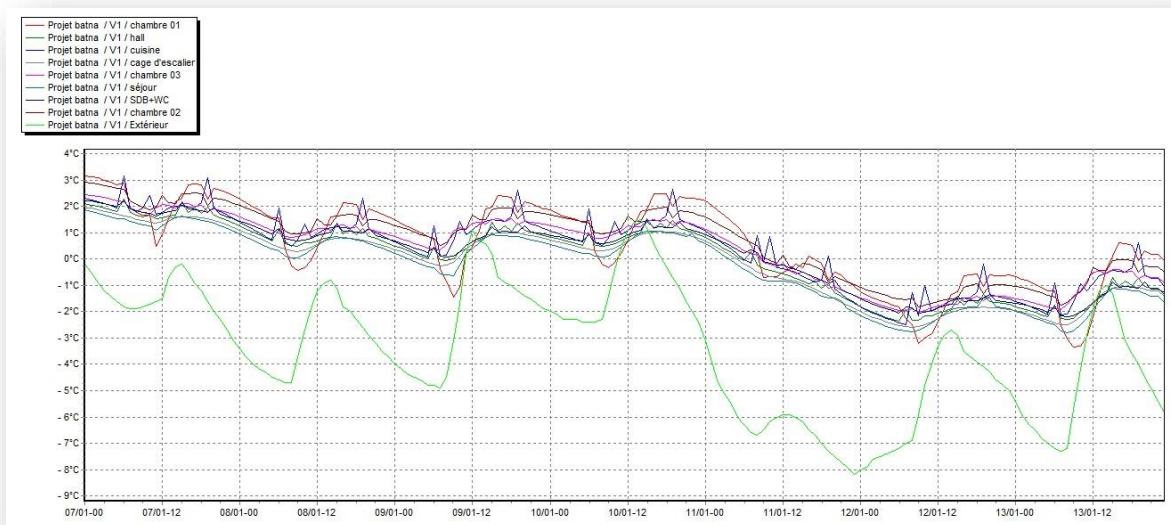


Figure 4.14 : Graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 02 hivernale sans consigne thermostat.

### Remarque :

D'après la visualisation graphique ci-dessus, on constate que les températures des zones intérieures varient entre 0°C et 3°C et sont supérieures aux températures extérieures, qui varient de -1° à -8°, et cela dans la semaine la plus froide .

Ce qui nous ramène à dire que l'intérieur de l'habitat est plus confortable thermiquement comparé à l'extérieur mais il ne répond pas à la température de confort thermique.

#### 4.2.2.2 Avec consigne :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	P
Année				
chambre 01	3623 kWh	0 kWh	1687 W	
hall	6525 kWh	0 kWh	2889 W	
cuisine	1950 kWh	0 kWh	2066 W	
cage d'escalier	0 kWh	0 kWh	0 W	
chambre 03	3247 kWh	0 kWh	1503 W	
séjour	4935 kWh	0 kWh	2247 W	
SDB+WC	1247 kWh	0 kWh	734 W	
chambre 02	3560 kWh	0 kWh	1685 W	
Total	25087 kWh	0 kWh	12810 W	

Figure 4.15 Fiche de synthèse de la simulation 02 hivernale avec consigne thermostat.

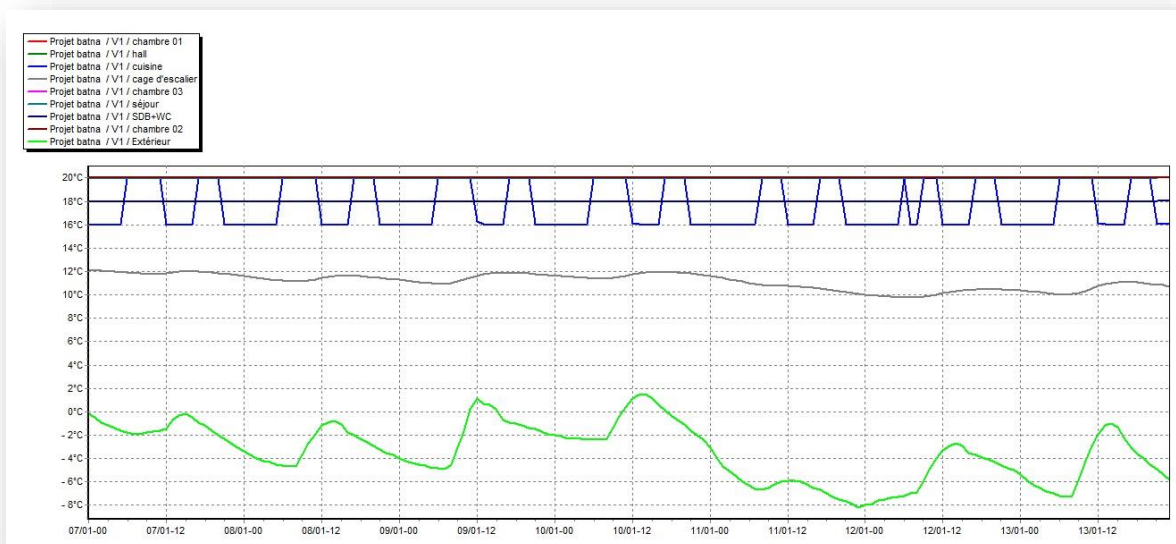


Figure 4.16 : Graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 02 hivernale avec consigne thermostat.

### Remarque :

D'après le graphe ci-dessus, on constate que les températures extérieures sont quasi inférieures à celle de l'intérieur, avec des températures qui varient de 0° à -8° pour l'extérieur, ainsi qu'une variation allant de 18°C jusqu'à 20°C pour les zones intérieures et pour la zone 8 la cage d'escalier sans consigne de thermostat des températures allant de 10°C à 12°C. Des variations de températures assez importantes faisant en sorte de favoriser thermiquement les zones internes à l'extérieur.

D'après les deux cas étudiés, on distingue qu'après l'isolation et avoir intégré les consignes de thermostats, le bâtiment a réagi favorablement faisant en sorte d'atteindre des températures assez supérieures afin de répondre au confort thermique des occupants.

A noter que les besoins de chauffage entre la simulation 1 estivale avec consigne thermostat et la simulation 2 estivale avec consigne de thermostat a diminué de 40902 kWh jusqu'à 25087 kWh donc une diminution assez importante estimée à 61%.

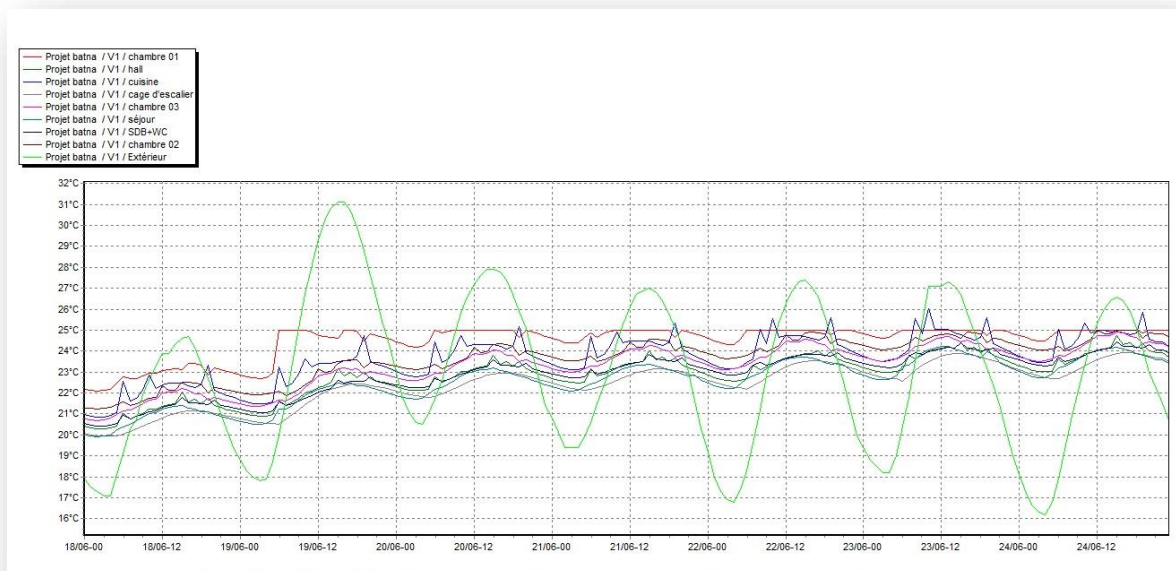
### 4.2.3 Simulation 03 : La deuxième simulation est faite par le renforcement d'isolation au niveau des murs extérieurs avec panneau de liège :

#### 4.2.3.1 Simulation 03 estivale :

##### 4.2.3.1.1 Avec consigne :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.	F
Année			
chambre 01	0 kWh	445 kWh	
hall	0 kWh	162 kWh	
cuisine	0 kWh	0 kWh	
cage d'escalier	0 kWh	0 kWh	
chambre 03	0 kWh	115 kWh	
séjour	0 kWh	142 kWh	
SDB+WC	0 kWh	0 kWh	
chambre 02	0 kWh	180 kWh	
Total	0 kWh	1045 kWh	

Figure 4.17 Fiche de synthèse de la simulation 03 estivale avec consigne thermostat.



**Figure 4.18 : Graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 03 estivale avec consigne thermostat.**

**Remarque :**

Pour ces résultats comptant pour la simulation avec consigne thermostat durant la semaine la plus chaude, on remarque que les températures d’extérieurs sont supérieurs à celles des zones intérieures, ce qui nous amène à des résultats logiques. D’après la visualisation graphique nous avons constaté que le confort thermique a été atteint sur l’ensemble des zones, après l’intégration des consignes de thermostats ainsi que de l’isolation avec les panneaux de liège.

### 4.2.3.2 Simulation 03 hivernale :

#### 4.2.3.2.1 Avec consigne :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.
Année		
chambre 01	3668 kWh	0 kWh
hall	4623 kWh	0 kWh
cuisine	1976 kWh	0 kWh
cage d'escalier	0 kWh	0 kWh
chambre 03	3274 kWh	0 kWh
séjour	8645 kWh	0 kWh
SDB+WC	1257 kWh	0 kWh
chambre 02	3586 kWh	0 kWh
<b>Total</b>	<b>27029 kWh</b>	<b>0 kWh</b>

Figure 4.19 : Fiche de synthèse de la simulation 03 hivernale avec consigne thermostat.

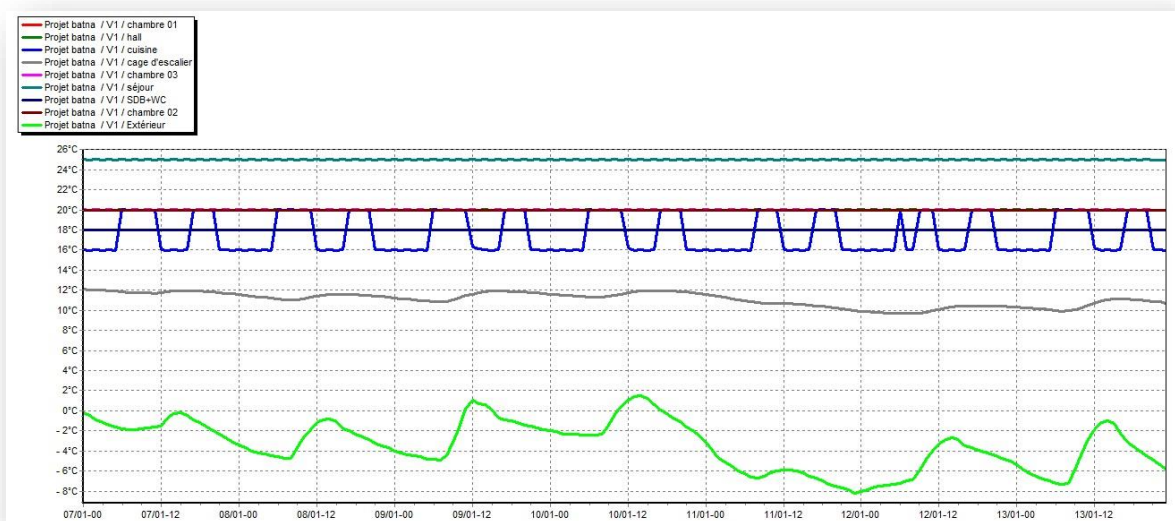


Figure 4.20 : Graphe de température de la semaine la plus froide de la simulation 03 hivernale avec consigne thermostat.

#### Remarque :

D'après le graphe ci-dessus, on constate que les températures extérieures sont quasi inférieure à celle de l'intérieur, avec des températures qui varient de 0° à -8° pour l'extérieur, ainsi qu'une variation allant de 18°C jusqu'à 25°C pour les zones intérieures et pour la zone 8 la cage d'escalier sans consigne de thermostat des températures allant de 10°C à 12°C . Des variations

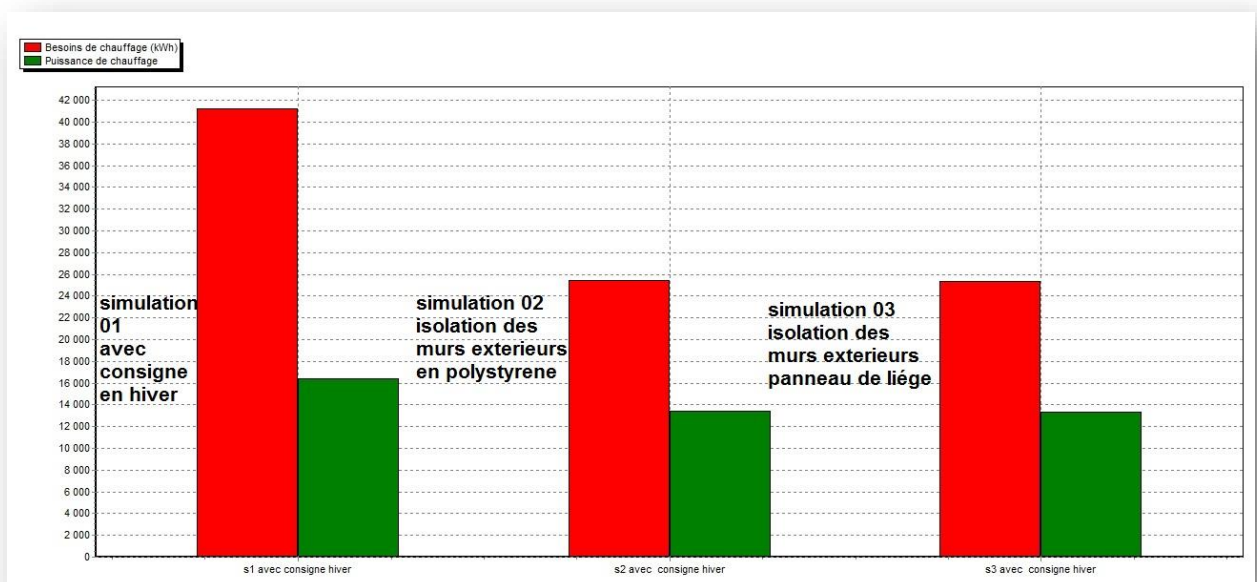


de températures assez importante faisant en sorte de favorisé thermiquement les zones internes à l'extérieur.

D'après les deux cas étudiés, on distingue qu'après l'isolation et avoir intégrer les consignes de thermostats, le bâtiment a réagi favorablement faisant en sorte d'atteindre des températures assez supérieures afin de répondre au confort thermique des occupants.

### 4.3 Récapitulation des résultats :

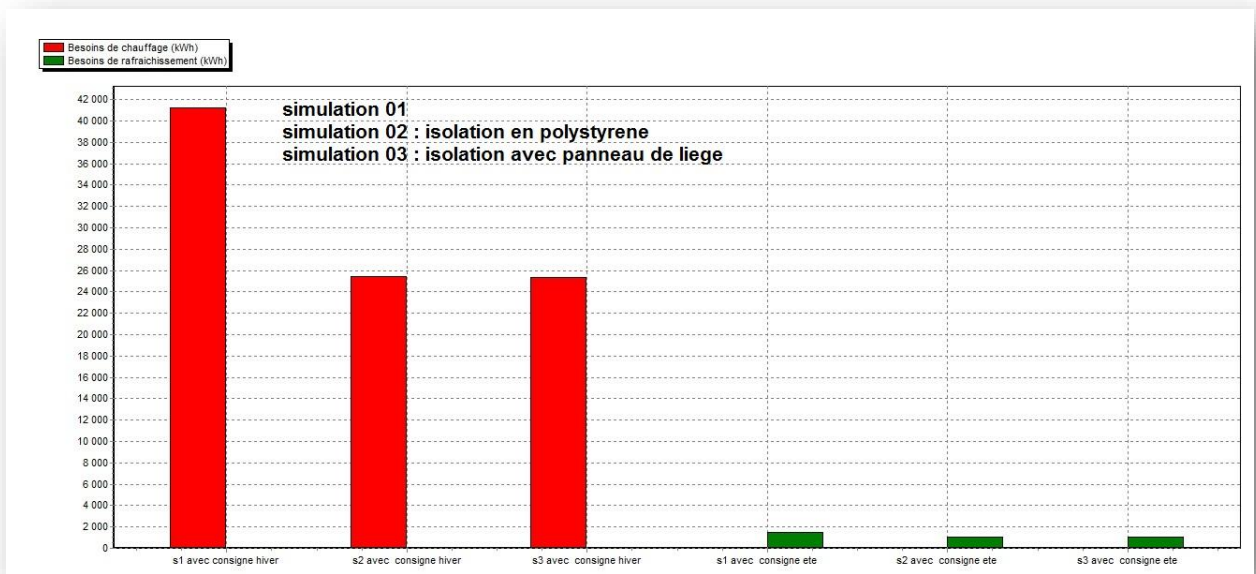
On va comparer les besoins en chauffage et climatisations entre l'étage avec et sans isolation, les résultats sont affichés sous forme d'histogrammes :



**Figure4.21 : histogramme des besoins et la puissance de chauffage des trois simulations hivernales.**

Remarque :

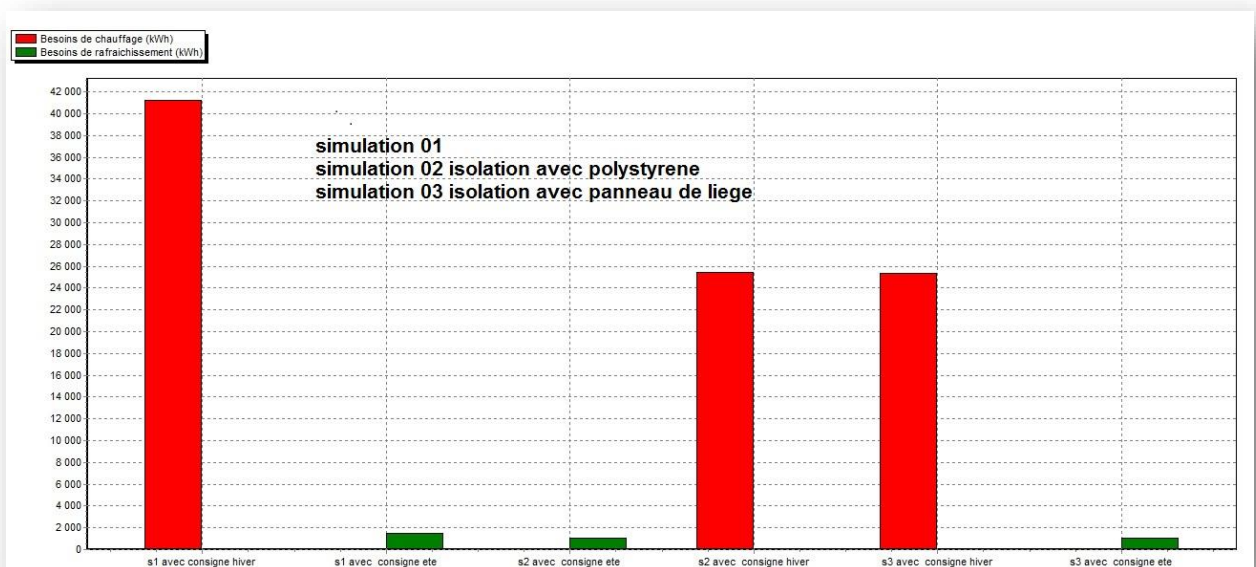
Après comparaison des résultats obtenus, nous avons constaté que grâce à l'intégration de l'isolation, nous avons pu réduire la consommation énergétique de notre cas d'étude : le taux de réduction est estimé à 61%.



**Figure4.22 : histogramme des besoins et la puissance de rafraichissement des deux simulations estivale.**

Remarque :

Après comparaison des résultats obtenus, nous avons constaté que grâce à l'intégration de l'isolation, nous avons pu réduire la consommation énergétique de notre cas d'étude : le taux de réduction est estimé à 57%.



**Figure4.23 : histogramme des besoins en climatisation et chauffage.**



Synthèse :

On remarque que les besoins de chauffage sont supérieurs aux besoins de rafraîchissement ce qui est logique en sachant que la maison implantée dans une zone qui a un hiver long et froid.

On conclut qu'après l'intégration des consignes thermostats été et hiver, on a atteint un confort thermique dans cet habitat, un confort qui a été renforcé après avoir intégré une isolation thermique au niveau des murs extérieurs que se soit avec le polystyrène ou bien le liège.

Et c'est ainsi qu'on a réussi à réduire les consommations énergétiques en climatisation et en chauffage du cas étudié.

**Label énergétique de la maison :**

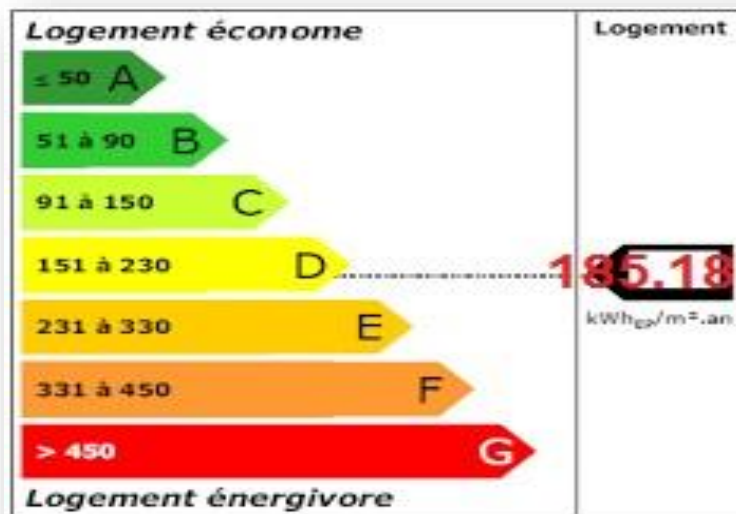


Figure4.24 : classe énergie et les labels .

#### 4.4 Conclusion :

On a intégré une solution passive pour diminuer les déperditions thermiques de l'étage (intégration de des deux différents isolants), qui nous a permis de réduire les besoins en chauffage et climatisation et par conséquent réduire la consommation énergétique de l'habitat.

## 5 Chapitre V : étude technico économique

### 5.1 Introduction :

L'étude technico économique d'un projet est un élément essentiel dans la constitution des dossiers de l'investissement.

### 5.2 La comparaison entre l'isolation avec le polystyrène expansé et les panneaux de lièges :

#### 5.2.1 Le polystyrène expansé :

##### 5.2.1.1 Descriptif :

Le polystyrène expansé est fabriqué à base de pétrole brut. Son processus de fabrication consiste à lier entre elles une multitude de billes par compression lors d'un moulage qui va emprisonner l'air sec immobile.

Le polystyrène expansé est utilisé sous forme de panneaux et en vrac pour les bétons allégés.

Il a une bonne capacité d'isolation, il est perméable à la vapeur d'eau.

C'est un matériau très léger, facile à travailler et avec une résistance mécanique élevée.

Par contre son isolation phonique est médiocre et son mode de fabrication polluant ; il est également très nocif en cas d'incendie. (34)

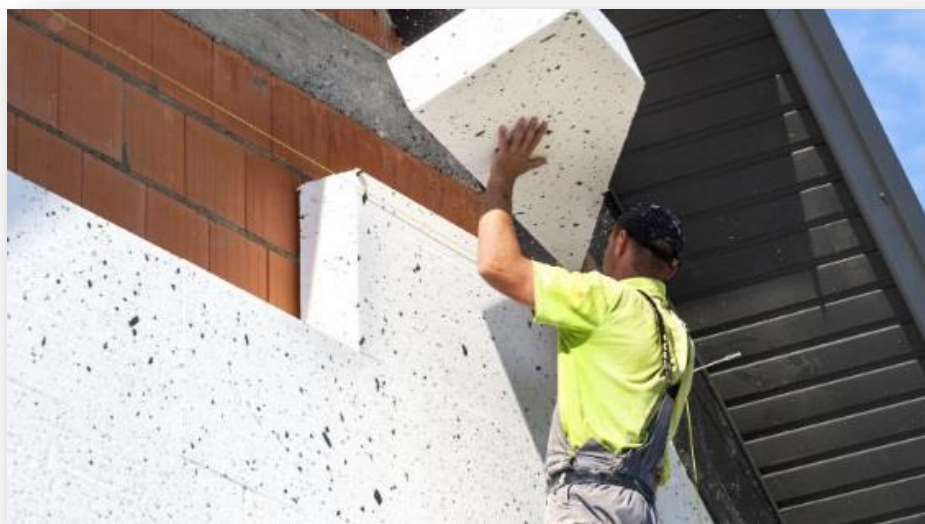


Figure5.1 isolation extérieur avec le polystyrène. (35)

##### 5.2.1.2 Avantages de l'isolation avec le polystyrène expansé :

- pose facile
- bonne capacité d'isolation.

- bonne perméabilité à la vapeur d'eau.
- très léger.
- très bonne résistance à la compression.
- facile à travailler.
- économique.

### 5.2.1.3 Inconvénients l'isolation avec le polystyrène expansé :

- isolation acoustique médiocre.
- mode de fabrication polluant.
- dégagement de gaz toxiques en cas d'incendie.
- déconseillé sur les surfaces irrégulières.
- facilement inflammable.
- doit être associé à un revêtement ignifugé.

### 5.2.1.4 Prix et épaisseur de polystyrène :

Voici dans le tableau quelques références produits et l'épaisseur correspondante à chaque usage.

Caractéristique technique			Pouvoir isolant		Confort d'été	prix
marque	utilisation	Epaisseur (cm)	R ( m <sup>2</sup> .k/w)		Selon paroi	Au m <sup>2</sup> (DA)
isolitex	Mur extérieur	14	3.75	+	brique	2400
		15	4	++		3000
		19	5	+++		3200

**Tableau 5.1:prix et épaisseurs de polystyrène.**

Pour une surface de 200 m<sup>2</sup> des murs extérieur et pour une épaisseur de 14 cm de polystyrène

Le prix sera 480000 DA

## 5.2.2 Le panneau de liège :

### 5.2.2.1 Descriptif :

Le liège est récolté tous les 9 ans sur le chêne-liège qui pousse dans les régions méditerranéennes et a une durée de vie de 150 ans. La matière première est réduite en granules puis expansé à la vapeur (environ 300°C) en four autoclave, les granules se dilatent et s'agglomèrent entre eux grâce à la résine qu'ils contiennent. L'aggloméré est ensuite découpé au format voulu. (36)



**Figure 5.2 isolation extérieur avec le liège. (37)**

#### **5.2.2.2 Avantages de l'isolation avec le liège :**

- simplicité de mise en œuvre
- renouvelable et recyclable
- pas de dégagement toxique en cas d'incendie
- imputrescible
- insensible aux micro-organismes
- pas d'effet négatif connu sur la santé
- arrêt des champs magnétiques (en panneaux)

#### **5.2.2.3 Inconvénients de l'isolation avec le liège :**

- Coût.
- Matière première rare
- Bilan énergie grise et CO2 moyen

#### 5.2.2.4 Prix et épaisseur de liège :

Voici dans le tableau quelques références produits et l'épaisseur correspondante à chaque usage.

Caractéristique technique			Pouvoir isolant		Confort d'été	prix
marque	utilisation	Epaisseur (cm)	R ( m <sup>2</sup> .k/w)		Selon paroi	Au m <sup>2</sup> (DA)
isocor	Mur extérieur	15	3.75	+	brique	5000
		16	4	++		5200
		20	5	+++		6000

**Tableau5.2: prix et épaisseurs de liège.**

Pour une surface de 200 m<sup>2</sup> des murs extérieur et pour une épaisseur de 14 cm de panneau de liège. Le prix de 14 cm de liège est 4666.66 DA

Donc :

Le prix de l'isolation avec le liège est : 933333.33 DA

### 5.3 Conclusion :

Dans ce chapitre on a fait une étude technico économique sur l'isolation des murs extérieurs avec liège et le polystyrène et on a trouvé que le polystyrène est moins couteux que le liège.

Mais le liège est un isolant 100% écologique qui n'a pas à rougir de ses capacités thermiques et phoniques.

Donc Si on souhaite limiter son budget isolation, on peut profiter de la propriété imputrescible de liège pour l'utiliser aux endroits de la maison soumis à l'humidité.

## 6 Conclusion générale

Ce travail tend à étudier le comportement thermique du premier étage d'un habitat individuel à BATNA, qui a un climat semi aride. Les besoins énergétiques en chauffage et en climatisation de l'étage sont importants et représentent un poids sur la facture énergétique.

A travers cette étude nous avons intégré deux solutions passives pour réduire ces besoins et optimiser le confort des occupants.

La première solution est la solution par l'intégration de polystyrène expansé au niveau des murs extérieurs (une couche de polystyrène de 14 cm d'épaisseur).

La deuxième solution est l'intégration des panneaux de liège au niveau des murs extérieurs (des panneaux de liège avec une épaisseur de 14 cm).

D'après les résultats de l'étude on conclue que le polystyrène est un très bon isolant car il présente de nombreux avantages : mise en œuvre, coût, pouvoir isolant, durée de vie, et Peu coûteux. Il sera donc un bon choix pour l'isolation extérieure des murs. néanmoins c'est un matériaux qui dégage des vapeurs toxiques, une isolation acoustique est très modérée, notons que le polystyrène reste un dérivé du pétrole, une ressource limitée et conflictuelle à l'échelle mondiale.

D'après l'étude technico économique on conclue qu'une isolation avec le liège coutera presque le double prix que le polystyrène mais le liège est un isolant qui rassemble beaucoup d'avantages, il assure de bonnes performances l'hiver tout en garantissant un excellent confort d'été, Il ne craint ni le tassement, ni l'humidité et permet une très bonne isolation phonique.

Donc pour réduire le cout, Le liège sera l'alternative écologique surtout pour une pose en milieu humide et pour le reste on utilise le polystyrène.

Donc on a atteint nos objectifs qui sont :

- Vérification de la conformité du bâtiment selon le document technique règlementaire (D.T .R.C3-2).
- Identification du comportement thermique dynamique du cas étudié à l'aide d'un logiciel(STD), permettant d'identifier les besoins pour assurer le confort thermique.
- Réduction de la consommation énergétique du bâtiment.

L'isolation constitue une des solutions à ne pas négliger pour les avantages économiques et qu'elle offre. Les nations doivent préserver les ressources naturelles aux futures générations en adoptant une politique ' verte' où les énergies renouvelables seront exploitées en remplacement des énergies fossiles, pour leur caractéristiques non polluantes, écologiques, et inépuisables.

## 7 Bibliographie

1. Loonen et al., 2016, et al.
2. occupants., De ce fait il existe l'architecture bioclimatique pour diminuer la facture énergétique en optant pour des énergies renouvelables économes et respectueuses de l'environnement tout en préservant le confort thermique des.
3. <http://www.vedura.fr/guide/ecolabel/haute-qualite-environnementale-hqe>.
4. D'AZUR, THÈSE POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR EN DROIT UNIVERSITÉ CÔTE.
5. BERTRAND (A) : « Notre habitat écologique », détails pratiques d'une expérience réussie, Edition Dauphin, 2005.
6. [www.picbleu.fr](http://www.picbleu.fr).
7. [www.astuces-bricolage.net](http://www.astuces-bricolage.net).
8. Une maison bioclimatique à très haut performance énergétique, janvier 2007.
9. [www.plans.fr/maison-passive](http://www.plans.fr/maison-passive).
10. [www.maisons-lelievre.fr](http://www.maisons-lelievre.fr).
11. guide de l'écoconstruction, 2006.
12. MARLIN (Romuald) : une maison bioclimatique, Document visiteur 2007.
13. [www.kanopy.fr/bio-habitat-et-energie](http://www.kanopy.fr/bio-habitat-et-energie).
14. Construction durable : définition, bénéfices, labels.
15. Eric Krummenacher, Démarche environnementale approche et évaluation en architecture, Travail professionnel de fin d'étude, Nancy – France : Ecole d'architecture de Nancy, 2005, p.45.
16. [energieplus-lesite.be](http://energieplus-lesite.be).
17. [quelleenergie.fr/economies-energi](http://quelleenergie.fr/economies-energi).
18. <https://di.univ-blida.dz/jspui/bitstream/123456789/10796/1/FINALISATION.pdf>.
19. <http://hdl.handle.net/123456789/12097>.
20. [https://www.researchgate.net/profile/Nadia-Nait/publication/345709637\\_AMELORATION\\_DE\\_L'\\_EFFICACITE\\_ENERGETIQUE\\_DES\\_BATIMENTS\\_PAR\\_LA\\_REHABILITATION\\_THERMIQUE\\_DE\\_L'ENVELOPPE\\_EN\\_CLIMAT\\_SEMI\\_ARIDE/links/5fab60e0299bf18c5b64be22/AMELORATION-DE-L-EFFICACITE-ENE](https://www.researchgate.net/profile/Nadia-Nait/publication/345709637_AMELORATION_DE_L'_EFFICACITE_ENERGETIQUE_DES_BATIMENTS_PAR_LA_REHABILITATION_THERMIQUE_DE_L'ENVELOPPE_EN_CLIMAT_SEMI_ARIDE/links/5fab60e0299bf18c5b64be22/AMELORATION-DE-L-EFFICACITE-ENE).
21. <http://eprints.univ-batna2.dz/1830/1/Th%C3%A8se%20Rahmouni.pdf>.
22. FEZZIOUI et al, 2012: Performance énergétique d'une maison à patio dans le contexte.

23. cerist.articl.dz.
24. (2008), Revue des Energies Renouvelables Vol. 11 N°1.
25. (2012), Revue des Energies Renouvelables Vol. 15 N°2.
26. evisitelalgerie.com.
27. <https://www.biobric.com/construction-logements-brique-re2020#5>.
28. <https://www.toutsurlebeton.fr/mise-en-oeuvre/les-differents-types-de-hourdis/>.
29. <https://www.ecohabitation.com/guides/2483/le-beton-cest-quoi/>.
30. [https://www.m-habitat.fr/astuces-bricolage/bricolage-sur-gros-uvre/comment-faire-du-beton-composition-et-dosage-3531\\_A](https://www.m-habitat.fr/astuces-bricolage/bricolage-sur-gros-uvre/comment-faire-du-beton-composition-et-dosage-3531_A).
31. —.
32. <https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/isolation-thermique/sous-carrelage>.
33. SOUMIA., Intégration du système actif dans le bâtiment » : par OUKACI.
34. <https://conseils-thermiques.org/>.
35. <https://www.habitatpresto.com/mag/isolation/isolation-polystyrene>.
36. <https://conseils-thermiques.org/>.
37. [www.snic-liege.com](http://www.snic-liege.com).
38. <https://tech-action.unepccc.org/>.
39. 2018-07-11, Courrier du Savoir Publiée:.
40. Construction durable : définition, bénéfices, labels.
41. Eric Krummenacher, Démarche environnementale approche et évaluation en architecture, Travail professionnel de fin d'étude, Nancy – France : Ecole d'architecture de Nancy, 2005, p.45.
42. [energieplus-lesite.be](http://energieplus-lesite.be).
43. [quelleenergie.fr/economies-energi](http://quelleenergie.fr/economies-energi).
44. <http://hdl.handle.net/123456789/12097>.