

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
**UNIVERSITÉ ABOUBEKR BELKAID TLEMCEM**

**FACULTE DE TECHNOLOGIE**

**Département de Génie Civil**

Mémoire pour l'obtention du

**Diplôme de Master en Génie Civil**

Option **Efficacité Energétique dans les Bâtiments de Construction**

Intitulé

**ÉTUDE D'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BÂTIMENT RÉSIDENTIEL  
32 LOGEMENTS HPE A LAGHOUAT PROGRAMME ÉCOBAT**

Présenté par

**LAKERMI NASSIM**

Soutenu en juillet 2021 devant le jury composé de

**ALLAL M. Amine**

*Professeur*

**Président**

**BENACHENHOU Kamila A. ép. HAKIKI**

*Maître de Conférences B*

**Encadrante**

**BOUAMAMA Wahiba**

*Magister*

**Encadrante**

**ALIANE Khaled**

*Professeur*

**Examineur**

### **À la mémoire de ma mère, Nawel**

**Décédée trop tôt, ce travail lui est dédiée.**

**J'espère que, du monde qui est sien maintenant, elle apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un fils qui a toujours prié pour le salut de son âme.**

**Puisse Dieu, le Tout-Puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde.**

---

## REMERCIEMENTS

---

Au terme de ce travail, je tiens à remercier tous ceux et celles qui par leurs amitiés, leur disponibilité et leurs compétences ont permis à ce modeste mémoire de voir le jour.

Naturellement mes premiers remerciements vont à mon encadrante, Madame BENACHENHOU Kamila Amel ép. HAKIKI, Maître de conférences B à l'université de Tlemcen. Je souhaite lui exprimer ma profonde reconnaissance pour m'avoir fait bénéficier de son expertise, de sa rigueur intellectuelle, de son dynamisme et de ces compétences tout au long de ce travail. Je la remercie aussi pour son attention de tout instant sur mes travaux, pour ses conseils avisés et son écoute qui ont été prépondérants pour la bonne réussite de ce projet de fin d'études. Son énergie et sa confiance ont été des éléments moteurs pour moi, j'ai pris un grand plaisir à travailler avec elle. Plus globalement, je crois avoir profité pleinement de son expérience de chercheur, mais aussi d'enseignante, en termes de méthodes scientifiques et pédagogiques. J'estime avoir beaucoup appris sous sa direction et j'ai aujourd'hui conscience des aspects sur lesquels je dois travailler. Je la remercie aussi d'avoir lu très sérieusement beaucoup de versions préliminaires de ces travaux. Soyez assurée, Madame, de mon attachement et de ma profonde gratitude.

J'adresse également mes sincères remerciements à ma co-encadrante, Madame BOUAMAMA Wahiba, pour son aide et pour m'avoir permis d'obtenir les informations nécessaires et indispensables à la concrétisation de ce modeste travail.

Qu'il me soit permis ici de présenter mes vifs remerciements et mon profond respect au Professeur ALLAL M. Amine de l'université de Tlemcen, qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

Je remercie également le professeur ALIANE Khaled qui a bien voulu me faire l'honneur d'examiner ce travail. Qu'il trouve ici mes considérations les plus sincères.

Bien sûr, atteindre ces objectifs n'aurait pas été possible sans l'aide de mon frère LAKERMI Anis docteur en Management des risques dans la construction, dont j'adresse de chaleureux remerciements. Ses suggestions toujours avisées m'ont permis de clarifier ma pensée, parfois embrouillée. Son aide, ses remarques, son ouverture d'esprit, sa franchise, sa gentillesse sont autant d'éléments qui m'ont permis d'atteindre les objectifs dans le cadre de mon projet. Je le remercie pour tout cela.

Ma reconnaissance va à mon père, dont la présence et les encouragements sont pour moi les piliers fondateurs de ce que je suis et de ce que je fais. Mes mots ne seraient jamais à la hauteur de l'amour, de l'affection inépuisable qu'il m'a témoignée tout au long de mes études.

Enfin, les mots les plus simples étant les plus forts, j'adresse toute mon affection à ma famille et à mes grands-parents qui m'ont toujours encouragé dans mes études. À mes chers frères et sœurs, mes oncles et tantes pour leurs soutiens et attentions. Ils étaient pour moi, une vraie source d'inspiration, et ont toujours été à mes côtés durant les moments difficiles.

Enfin, je remercie tous ceux qui portent un intérêt à mon travail en le lisant.

## RÉSUMÉ

---

Le secteur de la construction est considéré comme l'un des facteurs principaux de la consommation énergétique à l'échelle mondiale et donc des émissions de gaz à effet de serre. Cette problématique pousse les chercheurs à trouver des initiatives qui seront entreprises dans le bâtiment afin d'inverser cette tendance de surconsommation en proposant des structures qui s'adaptent aux nouveaux enjeux environnementaux. Et ceux afin de s'intégrer aux dimensions sociale, environnementale et économique du développement durable. Le travail présenté ci-après donne plus de visibilité sur les politiques et stratégies entreprises à travers le monde et en Algérie, ainsi les solutions en termes d'efficacité énergétique dans les bâtiments. L'objectif de notre travail est d'étudier les variations énergétiques d'un bâtiment construit avec le béton de terre stabilisé. Dans un premier temps, on a défini les notions d'efficacité énergétique et la méthodologie du calcul thermique. Ensuite, on a utilisé le logiciel CTBAT pour le calcul du bilan thermique dans le cas du projet de 32 Logement Laghouat Algérie.

**Mots clés :** Efficacité énergétique ; Bâtiment ; Béton de terre stabilisé ; Bilan thermique ; CTBAT.

## ABSTRACT

---

The construction sector is considered to be one of the main drivers of global energy consumption and therefore greenhouse gas emissions. This issue is pushing researchers to find initiatives that will be undertaken in the building industry in order to reverse this trend of overconsumption by proposing structures that adapt to new environmental challenges. And those in order to integrate with the social, environmental and economic dimensions of sustainable development. The work presented below gives more visibility to the policies and strategies undertaken around the world and in Algeria, as well as the solutions in terms of energy efficiency in buildings. The objective of our work is to study the energy variations of a building constructed with stabilized earth concrete. First, we defined the concepts of energy efficiency and the methodology of thermal calculation. Then, the CTBAT software was used to calculate the heat balance in the case of the 32 Housing Laghouat Algeria project.

**Key words:** Energy efficiency, Building, Heat Balance, Stabilized Earth Concrete, CTBAT.

## الملخص

يعتبر قطاع البناء أحد المحركات الرئيسية لاستهلاك الطاقة العالمي وبالتالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. تدفع هذه القضية الباحثين إلى إيجاد مبادرات سيتم اتخاذها في صناعة البناء من أجل عكس هذا الاتجاه من الاستهلاك المفرط من خلال اقتراح الهياكل التي تتكيف مع التحديات البيئية الجديدة. وتلك من أجل التكامل مع الأبعاد الاجتماعية والبيئية والاقتصادية للتنمية المستدامة. يعطي العمل المعروض أدناه مزيداً من الوضوح للسياسات والاستراتيجيات المتبعة في جميع أنحاء العالم وفي الجزائر، فضلاً عن الحلول من حيث كفاءة الطاقة في المباني. الهدف من عملنا هو دراسة تغيرات الطاقة لمبنى مشيد بخرسانة أرضية ثابتة. أولاً، حددنا مفاهيم كفاءة الطاقة لحساب توازن CTBAT ومنهجية الحساب الحراري. بعد ذلك، تم استخدام برنامج الحرارة في حالة 32 مشروع إسكان الأغواط الجزائر.

**الكلمة الرئيسية:** كفاءة الطاقة. بناء؛ الخرسانة الأرضية المستقرة توازن الحرارة؛

.CTBAT

## Table des matières

Remerciements.....	3
Résumé en français.....	5
Résumé en anglais.....	6
Résumé en arabe .....	7
Table des matières.....	8
Liste des abréviations et acronymes.....	11
Liste des figures .....	13
Liste des tableaux.....	14
Introduction générale .....	16
1. Chapitre 01 Efficacité énergétique définitions et notions.....	20
1. Introduction.....	21
2. Le développement durable.....	21
3. Qu'est-ce l'efficacité énergétique ?.....	22
4. Qu'est-ce que l'efficacité énergétique dans le bâtiment .....	24
4.1. Cycle de vie du bâtiment.....	26
4.2. Les clés de l'efficacité énergétique dans le bâtiment .....	27
5. Confort thermique dans le bâtiment.....	28
6. Notions thermiques.....	29
6.1. Température et chaleur.....	29
6.2. Transfert de chaleur.....	29
6.3. Flux thermique .....	30
6.4. Les déperditions thermiques.....	30
6.5. L'isolation thermique .....	30
6.6. La conductivité thermique.....	31



---

6.7.	La résistance thermique.....	32
6.8.	Coefficient de transmission thermique.....	33
6.9.	Inertie thermique.....	33
6.10.	Les ponts thermiques.....	34
7.	Conclusion.....	34
2.	Chapitre 02 : Politique et stratégie d'efficacité énergétique dans le bâtiment.....	35
1.	Introduction.....	36
2.	La politique d'efficacité énergétique.....	36
3.	Politiques et stratégies d'efficacité à travers le monde.....	37
4.	Politique d'efficacité énergétique en Algérie.....	46
5.	Le contexte règlementaire en Algérie.....	46
6.	Stratégie d'efficacité énergétique en Algérie.....	48
7.	Programme national d'efficacité énergétique.....	48
7.1.	Plan d'Action en matière d'Efficacité énergétique dans le bâtiment.....	49
7.2.	Programme ECO-BAT.....	50
8.	Conclusion.....	52
3.	Chapitre 03 : Solutions et techniques d'efficacité énergétique dans le bâtiment.....	53
1.	Introduction.....	54
2.	Solutions d'efficacité énergétique dans le bâtiment.....	54
2.1.	Les solutions d'efficacité énergétique passives.....	54
2.2.	Les solutions d'efficacité énergétique actives.....	61
2.3.	Comportement des consommateurs.....	63
3.	Conclusion.....	64
4.	Chapitre 04 : Méthodologie de calcul.....	65
1.	Introduction.....	66
2.	Bilan thermique.....	66

3. Méthodologie du calcul du bilan thermique.....	67
3.1. Expression générale des déperditions et des apports calorifiques .....	68
4. Présentation du logiciel de calcul.....	76
5. Conclusion.....	78
5. Chapitre 05 : Étude de cas.....	79
1. Introduction .....	80
2. Présentation du projet.....	80
2.1. Caractéristiques essentielles .....	82
2.2. Données climatiques.....	83
2.3. Matériaux utilisés.....	84
3. Hypothèses de calculs .....	88
3.1. Caractéristiques thermiques et puissance énergétique .....	88
3.2. Enveloppe ou volumes thermiques .....	90
4. Résultats et discussion.....	92
4.1. Synthèse des déperditions et apports.....	92
4.2. Synthèse des bilans thermiques.....	98
5. Conclusion.....	105
Conclusion générale.....	106
6. Bibliographie.....	109
7. Annexes.....	115

## Liste des abréviations et acronymes

<b>ARPE</b>	AGENCE RÉGIONALE POUR LA BIODIVERSITÉ ET L'ENVIRONNEMENT
<b>GES</b>	Gaz à Effet de Serre
<b>APRUE</b>	Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie
<b>IPEEC</b>	International Partnership for Energy Efficiency Cooperation
<b>AIE</b>	Agence internationale de l'énergie
<b>CEI</b>	Communauté des États indépendants
<b>GIEC</b>	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
<b>EPBD</b>	Directive sur la performance énergétique des bâtiments
<b>ISO</b>	Organisation internationale de normalisation
<b>FNME</b>	Fonds National pour la Maîtrise de l'Énergie
<b>PNME</b>	Programme national de Maîtrise de l'Énergie
<b>CDER</b>	Centre du Développement des Énergies Renouvelables
<b>CNERIB</b>	Centre National d'Études et de Recherches intégrées du Bâtiment
<b>DTR</b>	Documents Techniques Réglementaires
<b>EPBD</b>	Energy Performance of Buildings Directive
<b>OCDE</b>	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
<b>MEPS</b>	Minimum Energy Performance Standard
<b>PIB</b>	Produit Intérieur Brut
<b>LEED</b>	Leadership in Energy and Environmental Design
<b>WAP</b>	Weatherization Assistance Program
<b>FEMP</b>	Federal Energy Management Program
<b>ADME</b>	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
<b>ANAH</b>	Agence Nationale de l'Habitat
<b>CSTB</b>	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
<b>F.F.E.M</b>	Fonds français pour l'environnement mondial
<b>ANME</b>	Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie

<b>PPP</b>	Partenariat Public - Privé
<b>BBR</b>	Boverket's building regulations
<b>EnR</b>	Énergies Renouvelables
<b>TEP</b>	Tonne Equivalent Pétrol
<b>GPLc</b>	Gaz de Pétrole Liquéfié
<b>Gnc</b>	Gaz naturel comprimé
<b>PAC</b>	Pompe A Chaleur
<b>CTBAT</b>	Calcul thermique du bâtiment
<b>ECOBAT</b>	Bâtiment écologique
<b>HPE</b>	Haute Performance énergétique
<b>OPGI</b>	Office de Promotion et de Gestion Immobilière
<b>BTS</b>	Béton de Terre Stabilisé
<b>R</b>	Résistance thermique
$\lambda$	Conductivité thermique

## Liste des figures

Figure 1.1 Schéma du développement durable .....	22
Figure 1.2 Principaux secteurs intégrant des critères et actions d'EE .....	24
Figure 1.3 La dynamique fonctionnelle du bâtiment [13] .....	27
Figure 1.4 Conductivité thermique de quelques matériaux (W/m°C) .....	31
Figure 2.1 Classification des programmes d'efficacité énergétique .....	37
Figure 2.2 Intensité énergétique par région du monde (AIE) .....	38
Figure 2.3 Projections liées à la réduction du gaz CO2, à l'horizon 2035 (AIE) .....	39
Figure 2.4 Répartition du nombre de logements du programme ECO-BAT [34] .....	51
Figure 3.1 Type de solutions d'efficacité énergétique dans le bâtiment .....	54
Figure 3.2 Exemples d'orientation d'une maison .....	55
Figure 3.3 Différents endroits d'une habitation où une bonne isolation est possible. ....	56
Figure 3.4 Les types de vitrage à haut rendement .....	56
Figure 3.5 Équipements d'optimisation d'efficacité énergétique .....	57
Figure 3.6 Principes de fonctionnement d'une chaudière à condensation .....	58
Figure 3.7 Les différents types de pompes à chaleur .....	59
Figure 3.8 Fonctionnement d'un chauffe-eau solaire .....	59
Figure 3.9 Système de ventilation à double flux .....	60
Figure 3.10 Les axes d'automatisation des bâtiments .....	62
Figure 3.11 Les différents types d'automatisation dans le bâtiment .....	62
Figure 3.12 Différentes solutions d'efficacité énergétique .....	64
Figure 4.1 Points analysés par le bilan thermique .....	66
Figure 4.2 Procédure de calcul d'un bilan thermique .....	68
Figure 4.3 écran d'accueil du logiciel CTBAT .....	76
Figure 4.4 Logigramme de l'utilisation du logiciel CTBAT .....	77
Figure 5.1 Position géographique d'El Kheneg .....	80
Figure 5.2 Coordonnées géographiques d'El Kheneg .....	81
Figure 5.3 Plan de masse et vue 3D .....	82
Figure 5.4 Diagramme climatique d'El Kheneg .....	83
Figure 5.5 Courbe de température d'El Kheneg .....	84
Figure 5.6 Vue en plan des volumes étudiés .....	91

## Liste des tableaux

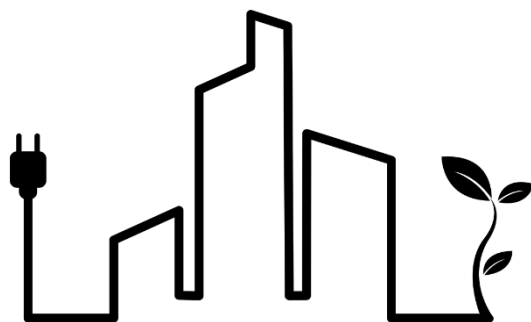
Tableau 1.1 La typologie des bâtiments performant dans le domaine énergétique [12]	25
Tableau 2.1 Les instruments déployés par les pays développés et en voie de développement (adapté de [11]).....	41
Tableau 4.1 expression générale de déperditions.....	69
Tableau 4.2 expression generale des apports .....	72
Tableau 5.1 Caractéristiques essentielles du projet.....	82
Tableau 5.2 Liste des différents matériaux utilisés .....	85
Tableau 5.3 Caractéristique thermique des parois.....	88
Tableau 5.4 Puissance des différents équipements.....	90
Tableau 5.5 donnés techniques des volumes des appartements.....	92
Tableau 5.6 Données techniques du volume de la cage d'escalier .....	92
Tableau 5.7 Synthèse des déperditions et apports calorifiques du volume 1 (appartement 1 : RDC).....	92
Tableau 5.8 Synthèse des déperdition et apport calorifique du volume 2 (appartement 2 : RDC).....	93
Tableau 5.9 Synthèse des déperdition et apport calorifique du volume 3 (appartement 3 : 1 <sup>er</sup> Etage) .....	94
Tableau 5.10 Synthèse des déperdition et apport calorifique du volume 4 (appartement 4 :1 <sup>er</sup> Etage) .....	95
Tableau 5.11 Synthèse des déperdition et apport calorifique du volume 5 (appartement 5 : 2 <sup>ème</sup> Etage) .....	96
Tableau 5.12 Synthèse des déperdition et apport calorifique du volume 6 (appartement 6 : 2 <sup>ème</sup> étage) .....	97
Tableau 5.13 Synthèse des déperditions et apports calorifiques du volume 7 (Cage d'escalier).....	98
Tableau 5.14 Synthèse du bilan thermique du volume 1.....	98
Tableau 5.15 Synthèse du bilan thermique du volume 2.....	99
Tableau 5.16 Synthèse du bilan thermique du volume 3.....	100
Tableau 5.17 Synthèse du bilan thermique du volume 4.....	101
Tableau 5.18 Synthèse du bilan thermique du volume 5.....	101

Tableau 5.19 Synthèse du bilan thermique du volume 6.....	102
Tableau 5.20 Synthèse du bilan thermique du volume 7.....	103

---

# INTRODUCTION GENERALE

---



*« Nous n'héritons pas de la terre de nos  
parents, nous l'empruntons à nos enfants. »*

*Antoine de Saint-Exupéry*



L'évolution technologique humaine n'a pas cessé de s'accroître au fil de son histoire dans le but d'augmenter son confort. Ceci, sans se soucier des impacts qu'il peut avoir sur la planète. Cette marche en avant ininterrompue du progrès s'est vue accompagnée de problèmes environnementaux. En effet, l'homme exploite des énergies qui sont pour l'écrasante majorité, d'origine fossile, donc non renouvelable à court et moyen terme, et ayant un impact significatif sur la planète. L'exploitation massive des énergies fossile a fini par engendrer des dérèglements climatiques partout à travers le monde.

Ces dernières années l'humanité a pris conscience de l'impact de ces activités sur le monde. Ainsi, des changements de stratégie énergétique ont commencé à émerger. On peut citer par exemple le Protocole de Kyoto qui consiste en un accord international visant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les pays signataires sont donc devant la nécessité de mener des politiques réduisant ces gaz. Ces politiques peuvent être très diverses : développement des énergies renouvelables, développement du nucléaire, recherche et développement de nouvelles énergies comme la fusion thermonucléaire ou encore réduction des consommations, etc. Néanmoins, bien que ces stratégies existent, leur application n'est pas respectée partout dans le monde.

Pour remédier à ce problème, l'homme développe de nouvelles technologies pour conserver son mode de vie tout en ajustant les besoins énergétiques, dans l'optique d'un développement durable. De nouveaux concepts voient donc le jour et parmi eux on retrouve la notion d'efficacité énergétique. Cette dernière est devenue au fil des années un des piliers des politiques énergétiques, et plus récemment des politiques de lutte contre le changement climatique. Quand l'efficacité énergétique s'améliore, l'énergie nécessaire pour faire face aux besoins des gens et aux diverses activités économiques baisse, et par conséquent, baissent également les besoins d'investissements dans le secteur énergétique, les importations d'énergie et les émissions polluantes de toute nature, dont les gaz à effet de serre.

Parmi les secteurs d'activité nécessitant et consommant le plus d'énergie, on retrouve le secteur de la construction. La réalisation de logement n'a pas cessé de s'accroître afin de répondre au besoin toujours grandissant de la population en matière d'habitation. Toutefois, ces ouvrages sont souvent construits sans prise en compte de l'aspect énergétique. Ce qui en résulte des bâtiments énergivores et inconfortables. L'efficacité énergétique intervient à tous les niveaux du bâtiment, de l'implantation au choix du

matériau. Toutes ces solutions ont pour but d'avoir un bâtiment cohérent d'un point de vue énergétique, ce qui permet une réduction de la consommation d'énergie sans altérer le confort des usagers.

Ce concept se développe également dans notre pays. En effet, en Algérie le secteur du bâtiment est également un grand consommateur d'énergie, à la fois lors de la construction et de l'exploitation. Les politiques actuelles s'engagent à fixer des objectifs afin d'assurer l'abri et le confort de l'utilisateur tout en faisant en sorte que l'impact du bâtiment sur l'environnement soit minimisé.

Dans ce contexte, l'objectif de notre présent travail est de faire le calcul du bilan thermique de 32 Logement Laghouat en utilisant le logiciel CTBAT et faire ressortir les variations énergétiques d'un bâtiment à plusieurs volumes thermiques. Le matériau utilisé pour la réalisation de ce projet est le béton de terre stabilisé (BTS).

Afin de mener à bien ce modeste travail, nous allons le structurer en cinq parties essentielles.

Le premier chapitre va nous permettre d'introduire notre travail en définissant les notions de base du développement durable, de l'efficacité énergétique et des notions thermiques dans le bâtiment.

Dans le deuxième chapitre, nous mettrons en revue les différentes politiques et stratégies d'efficacité énergétique à travers le monde, ainsi que les programmes et plans d'actions en matière d'efficacité énergétique dans le bâtiment en Algérie.

Au chapitre suivant, nous tenterons de mieux comprendre les principales solutions d'optimisation énergétique existante afin d'aboutir à une vision globale.

Dans le quatrième chapitre, nous allons introduire la méthode de calcul pour l'établissement d'un bilan thermique et également présenter le logiciel de calcul utilisé à savoir le CTBAT.

L'objectif du cinquième et dernier chapitre est de sélectionner notre cas d'étude qui consiste en la réalisation des 32 logements sociaux dans la Wilaya de Laghouat. Enfin nous allons établir le bilan thermique du projet.

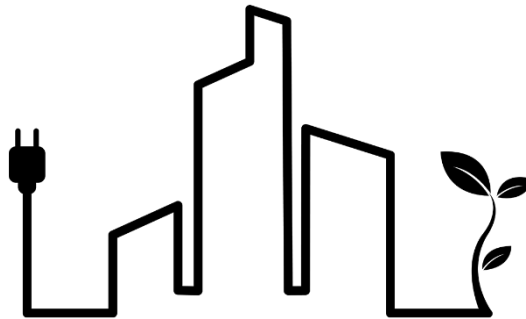
Enfin, nous achèverons notre modeste travail par une conclusion générale qui présente les principaux résultats obtenus et observations constatées ainsi que quelques perspectives à investiguer et à développer dans cette thématique.

# CHAPITRE 01

---

## « Efficacité énergétique définitions et notions »

---



*« Un problème créé ne peut être résolu en réfléchissant de la même manière qu'il a été créé. »*

*Albert Einstein*

## 1. Introduction

Le concept d'efficacité énergétique devient une préoccupation majeure des pays émergents pour faire face à la fois aux besoins croissants en énergie et à l'impératif de la lutte contre le changement climatique. L'enjeu environnemental et de taille et les actions techniques s'enchaînent afin d'optimiser l'utilisation de l'énergie dans les différents secteurs et notamment dans le secteur du bâtiment. Ce dernier à travers sa construction et son exploitation est générateur d'une somme importante d'énergie.

Dans ce chapitre, nous commencerons par parler du développement durable, un concept indissociable de l'efficacité énergétique. Par la suite, nous tenterons de donner une vision plus claire aux notions liées à l'efficacité énergétique dans le bâtiment tout en définissant les principes de base qui régissent cette discipline.

## 2. Le développement durable

En 1987, l'ancien Premier ministre en Norvège et présidente de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement, Madame Gro H. Brundtland s'attacha à définir ce concept de Sustainable Development par « un développement qui répond au besoin du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs » [1]. Depuis cette date, le concept de développement durable a été adopté dans le monde entier.

Le modèle d'une société durable s'appuie sur 3 piliers : l'environnement, le sociale et l'économie (figure 1.1). Le but est de produire des richesses tout en veillant à réduire les inégalités, mais sans pour autant dégrader l'environnement. Ces derniers sont représentés dans la figure 1.1 ci-dessous.



**Figure 1.1 Schéma du développement durable**

De ce fait, l'objectif premier du développement durable est d'obtenir un compromis entre le besoin d'un essor économique, l'exigence d'une protection accrue des espaces naturels et nécessités d'une coexistence harmonieuse des différentes communautés [2]. Ainsi pour intégrer la notion du développement durable, il faut faire face à 4 enjeux majeurs en lien avec les piliers précédemment cités : les enjeux sociaux, environnementaux, réglementaire, et économique. Pour répondre aux enjeux du développement durable, de nombreux efforts sont entrepris dans les différents secteurs, entre autres le secteur du bâtiment pour améliorer la gestion de l'énergie. C'est ainsi que la notion d'efficacité énergétique est devenue l'un des sujets stratégiques les plus importants du moment. Cette dernière représente le point clé de notre travail.

### 3. Qu'est-ce l'efficacité énergétique ?

Le concept d'efficacité énergétique remonte à 1998 lors du conseil mondial de l'énergie à Huston, Texas aux États-Unis. D'un point de vue physique, l'efficacité énergétique est le rapport entre l'énergie utilisée (aussi appelée énergie utile) et l'énergie totale consommée [3]. Ce concept est relativement récent et ne remonte que de quelque décennie.

En 1999, Thierry Salomon, et al., définissent l'efficacité énergétique comme le fait de réduire à la source la quantité d'énergie nécessaire pour un même service, mieux utilisé l'énergie à qualité de vie constante [4].

En 2003, Pierre Verstraete et al., ont défini l'efficacité énergétique comme étant le fait d'épargner tant que possible l'énergie et l'utiliser de la manière la plus rationnelle possible [5].

Jen Pierre Finet, (2010) a défini l'efficacité énergétique comme étant l'utilisation judicieuse et rationnelle de l'énergie. Elle nécessite que l'on gère les besoins d'énergie de façon plus efficace [6].

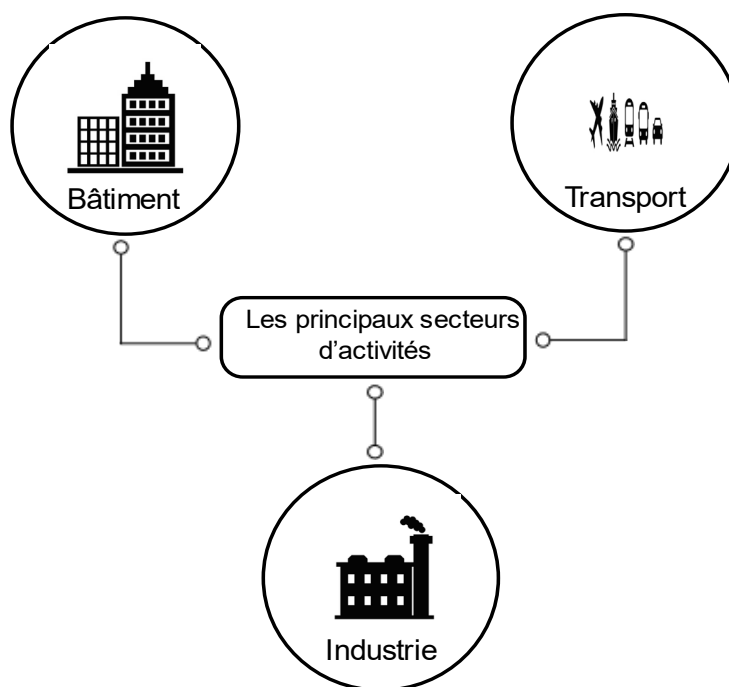
En 2011, Yves Robillard définit l'efficacité énergétique en étant le rapport entre le service délivré au sens large (performance, produit, énergie, confort, service) et l'énergie qui y a été consacrée [7].

Enfin, Anne de Béthencourt et al., (2013) ont défini l'efficacité énergétique comme une consommation en énergie moindre pour le même service rendu [8].

Plus largement, le concept d'efficacité énergétique désigne un ensemble de solutions techniques ou logistiques permettant de réduire la consommation énergétique d'un système pour un service rendu identique, voire supérieur, ainsi que leurs procédures d'évaluation [9].

Parmi les définitions énoncées, on retrouve un concept commun à l'efficacité énergétique. Ce dernier se résume en un rapport entre une production et une absorption d'énergie. En d'autres termes, consommer moins pour un confort énergétique équivalent.

Les systèmes intégrant des critères et actions d'efficacité énergétique se retrouvent principalement dans les secteurs de l'industrie, du bâtiment et du transport suivants (figure 1.2) :



**Figure 1.2 Principaux secteurs intégrant des critères et actions d'EE**

## **4. Qu'est-ce que l'efficacité énergétique dans le bâtiment**

L'efficacité énergétique dans le bâtiment peut se définir comme la réduction à la source de la consommation d'énergie nécessaire pour un même service sans provoquer une diminution du niveau du bien-être ou de qualité de ce service dans les bâtiments, autrement dit la meilleure utilisation de l'énergie pour une qualité de vie constante [4]. Elle intervient à tous les niveaux d'un bâtiment, de l'implantation au choix du matériau.

Le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie au sein de l'Union européenne [10]. Sa consommation énergétique représente plus de 41% du total de l'énergie, et il est responsable de 20% des émissions mondiales de gaz à effet de serre, il se positionne comme un acteur clé pour parvenir à résoudre les inquiétants défis à faire face. Ce secteur pourrait bien être le seul qui offre des possibilités de progrès suffisamment fortes pour répondre aux engagements de réduction des émissions de gaz à effet de serre. [11]

En d'autres termes l'efficacité énergétique d'un bâtiment est sa propension à gérer sa propre énergie, à optimiser les flux, à en produire pour la renouveler, la mesurer, la répartir et à l'optimiser. Le bâtiment devra donc continuer à assurer l'abri et le confort de l'utilisateur, de plus il devra faire en sorte que son impact sur l'environnement extérieur



soit minimisé. De ce fait, un bâtiment efficace énergétiquement est avant tout un concept d'ensemble saisissant dans un même processus l'architecture, le climat, l'enveloppe et les équipements. On parle alors du « bâtiment durable » ou « le bâtiment vert » ou bien « le bâtiment à haute qualité environnementale », d'où l'aspect énergétique demeure une préoccupation centrale, ce qui nous amène à nous intéresser au bâtiment performant.

La tableau 1.1 représente une typologie des principaux concepts des bâtiments performants ainsi que leurs principales caractéristiques.

**Tableau 1.1 La typologie des bâtiments performant dans le domaine énergétique [12]**

Concept énergétique	Modèle de bâtiment	Description	Objectif principal	Principaux types de bâtiments concernés
<b>Concept de bâtiment performant purement énergétique</b>	« Basse consommation d'énergie »	Besoins énergétiques plus faibles que les bâtiments standards	Obtenir une baisse significative de la consommation induite par le bâtiment	Bâtiments exposés à des conditions climatiques rigoureuses
	« Passif »	Consommation énergétique très faible liée à l'absence de systèmes de chauffage ou de rafraîchissement actif		
	« Producteur d'énergie »	Dotation de moyens locaux de production d'énergie	Atteindre un gain en consommation énergétique à partir d'un mode de production fondée sur le recours aux énergies renouvelables	Bâtiments résidentiels de pays, confrontés à des effets de saturation et cherchant à éviter les pics de consommation en électricité
	« Zéro énergie » ou « zéro net »	Combinaison de faibles besoins énergétiques à des moyens locaux de production d'énergie		
	« A énergie positive »	La production d'énergie est globalement supérieure à la consommation		
	« Autonome »	La fourniture énergétique ne dépend		

		d'aucune ressource distante		
<b>Concept de bâtiment performant élargi</b>	« zero utility costs house »	La facture énergétique est nulle	Atteindre des cibles énergétiques parmi d'autres cibles écologiques	Bâtiments tertiaires (activité de bureau) respectant une exigence particulière de confort (sanitaire et social) de travail
	Maison neutre en carbone	Le fonctionnement ne génère aucune émission de CO2		
	« vert », « durable », « soutenable » ou « écologique »	Le fonctionnement induit très peu de perturbation pour l'environnement (libellé symbolique)		
	« Intelligent »	Présence de systèmes informatiques de supervision optimisant la gestion de certaines fonctions du bâtiment		

#### 4.1. Cycle de vie du bâtiment

Le cycle de vie du bâtiment se divise en plusieurs étapes, toutes engageant de nombreuses professions et usagers, et ayant un impact direct ou indirect sur l'environnement : production des matériaux, transport des matériaux, construction du bâtiment, utilisation du bâtiment et déchets en fin de vie [11]. Le bâtiment peut être construit pour deux usages distincts : usage tertiaire (tels que commerce, bureaux, enseignement, santé, etc.) et usage résidentiel (bâtiment d'habitation, maison individuelle ou logement collectif).

Le cycle de vie d'un bâtiment se décompose en 4 phases distinctes : la construction, l'utilisation, la réhabilitation et la disparition (démolition ou déconstruction). Chacune des phases peut être, à son tour, décomposée en phases élémentaires.

L'analyse du cycle de vie des bâtiments repose sur une application rigoureuse fondée sur la connaissance et le suivi des « flux de masse » comme l'énergie et la matière [13]. Elle met en relation des considérations économiques et écologiques ancrées dans le temps

pour mesurer des impacts environnementaux et les implications liées à l'emploi des ressources énergétiques [14].

La Figure 1.3 propose une illustration de l'ensemble des flux (énergie, matériaux, eau et matière) entrants, sortants et recyclés pris en compte dans l'ACV où l'évaluation de la qualité du bâtiment s'effectue en fonction du niveau confort atteint (thermique, hygrométrique, lumineux, acoustique, olfactif, sanitaire et sécuritaire) :

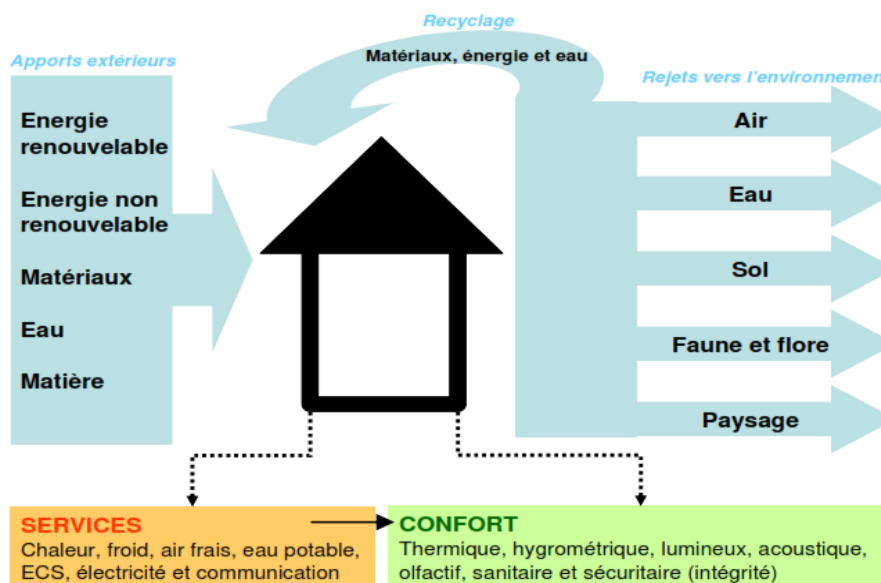


Figure 1.3 La dynamique fonctionnelle du bâtiment [13]

Pour préserver l'environnement, le secteur du bâtiment doit jouer un rôle primordial, car il est responsable d'un large impact environnemental [15].

## 4.2. Les clés de l'efficacité énergétique dans le bâtiment

La conception des bâtiments à efficacité énergétique est un processus complexe, sa complexité est due aux informations volumineuses qui nécessitent une approche particulière pour le choix technique et architectural retenu pour ce genre de conception. Ainsi, la forme, la compacité et l'orientation du bâtiment ont des conséquences significatives sur sa performance énergétique, de mauvais choix peuvent entraîner des défaillances imprévisibles dont l'impact sur la consommation énergétique du bâtiment sur le long terme sera effrayant [16].

Selon l'article du Fonds français pour l'environnement mondial publié en 2010 [17], ces paramètres clés peuvent être résumés comme suit :

- La conception architecturale des bâtiments ;
- L'isolation thermique des parois (murs et toiture) ;
- Le choix des matériaux ;
- L'utilisation de vitrage de bonne performance optique et thermique ;
- Énergies renouvelables ;
- L'utilisation de systèmes d'éclairage performants dans les bâtiments ;

Ces paramètres seront abordés plus en détail dans le chapitre 03.

## 5. Confort thermique dans le bâtiment

Le confort thermique a deux composantes le confort « global » et le confort « local ». Le confort « global » concerne les conditions environnementales et le confort « local » est associé aux non-uniformités proches du corps humain.

La difficulté majeure est de caractériser une sensation humaine par une valeur numérique sachant que le confort thermique est une notion très complexe faisant intervenir des facteurs physiques, physiologiques et psychologiques.

La notion de confort thermique dans un bâtiment est liée non seulement à la qualité des ambiances intérieures, mais aussi à la quantité d'énergie à fournir par les équipements. Dans les environnements bâtis, le confort thermique est une exigence essentielle à laquelle le concepteur doit apporter les réponses nécessaires. Le choix des caractéristiques thermiques de la construction et de ses équipements vise à atteindre, en hiver comme en été, le confort thermique de l'occupant. C'est une sensation de bien-être physique qui dépend de conditions liées à l'environnement à savoir [18] :

- La température de l'air ambiant ;
- La température des surfaces à l'intérieur du bâtiment ;
- L'humidité relative de l'air ;
- La vitesse de l'air ;

Ainsi que de conditions personnelles :

- L'état de santé ;

- L'âge ;
- La condition physique.

## 6. Notions thermiques

### 6.1. Température et chaleur

Pour bien comprendre certaines notions, il est nécessaire de faire la différence entre la température et la chaleur.

#### 6.1.1. Température

La température de l'air est liée à l'ensoleillement, à l'altitude et à la latitude. La température varie fortement entre les zones exposées ou ombragées, le jour et la nuit, le type de sol, le vent, etc. La température de l'air affecte l'évaporation, le rayonnement et le mouvement des masses d'air. La capacité de chauffage et de refroidissement de la surface terrestre est un facteur important qui détermine la température de l'air [19].

#### 6.1.2. Chaleur

La chaleur exprime le ressenti du corps lors d'un échange d'énergie thermique avec l'environnement. L'impression de chaud ne permet pas à elle seule d'évaluer l'agitation moléculaire qui l'a produite. Par exemple, quand l'agitation est faible, l'objet est froid au toucher. Cette sensation est due à un transfert de chaleur des doigts vers l'objet.

### 6.2. Transfert de chaleur

Le transfert de chaleur ou transfert thermique est une science qui s'intéresse au transit d'énergie dû à une différence de température, d'un milieu à un autre. Il existe trois modes de transfert thermique [18] :

#### 6.2.1. La conduction

La conduction est un transport d'énergie sans déplacement de matière. Elle peut avoir lieu aussi bien dans les matériaux solides que dans les fluides (liquides et gaz). Par exemple : une barre métallique chauffée en une extrémité transporte la chaleur à l'autre extrémité.

### **6.2.2. La convection**

La convection représente un transport d'énergie avec déplacement de matière. Elle concerne les fluides en mouvement ou les fluides en contact avec des surfaces rigides. Par exemple : un radiateur de chauffage central chauffant les molécules de l'air qui, devenues plus légères, montent au plafond se refroidir pour redescendre après.

### **6.2.3. Le rayonnement**

Le rayonnement consiste à un transport d'énergie sans déplacement de matière ni contact entre milieux. Ayant lieu dans le vide, il est dû aux vibrations électromagnétiques. Par exemple : la Terre est réchauffée par le rayonnement du Soleil.

## **6.3. Flux thermique**

Le flux thermique désigne la quantité d'énergie thermique qui passe à travers une surface isotherme par unité de temps [20]. Habituellement, ce flux est exprimé par analogie à l'électricité à travers une résistance dite thermique.

## **6.4. Les déperditions thermiques**

Les déperditions thermiques signifient la perte de chaleur que subit l'enveloppe du bâtiment. C'est-à-dire la surface qui sépare le volume intérieur chauffé du bâtiment de l'environnement extérieur. Ces déperditions sont fonction des caractéristiques de la structure, des matériaux, de l'environnement du bâtiment (climat, effet de masque, orientation, etc.). Ces déperditions sont importantes dans les bâtiments non ou mal isolés.

De manière générale, depuis le milieu intérieur, les calories atteignent les parois extérieures par convection et rayonnement, passent au travers de celle-ci par conduction, et s'échappent à nouveau par convection et rayonnement [21].

## **6.5. L'isolation thermique**

L'isolation thermique est la propriété d'un matériau de construction de réduire le transfert de chaleur entre deux environnements. Elle permet à la fois de réduire la consommation d'énergie de chauffage ou de climatisation (limite les pertes de chaleur en

hiver et les gains de chaleur en été), et d'augmenter le confort (maintiens les températures et l'humidité à des niveaux de confort [22]).

Le but principal de l'isolation thermique est de conserver au sein d'une enceinte des calories produites par une source d'énergie. Mais ceci n'est pas limitatif, car l'isolation procure un certain nombre d'avantage supplémentaire :

- Elle améliore le confort de l'ambiance intérieur d'une construction ;
- Elle assure aussi la durabilité des constructions ;
- Elle supprime les condensations qui sont la source de vieillissements prématurés.

Ajoutons à ceci le facteur économie, en ce sens ou elle présente une diminution de la puissance des installations de chauffage ainsi que leur exploitation donc une moindre consommation d'énergie.

## 6.6. La conductivité thermique

La conductivité thermique,  $\lambda$ , caractérise la conduction thermique d'un matériau. C'est une grandeur physique intrinsèque du matériau. Physiquement, c'est la puissance (en Watts) qui traverse  $1 \text{ m}^2$  de paroi sur  $1 \text{ m}$  d'épaisseur, lorsqu'elle est soumise à une différence de température de  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Plus la conductivité thermique est donc élevée, plus le matériau conduit de la chaleur. Plus elle est faible, plus le produit est isolant. Ce coefficient n'est valable que pour les matériaux homogènes. Pour les matériaux hétérogènes, on parle de conductivité équivalente. La figure 1.4 ci-dessous représente les ordres de grandeur de quelques conductivités thermiques.

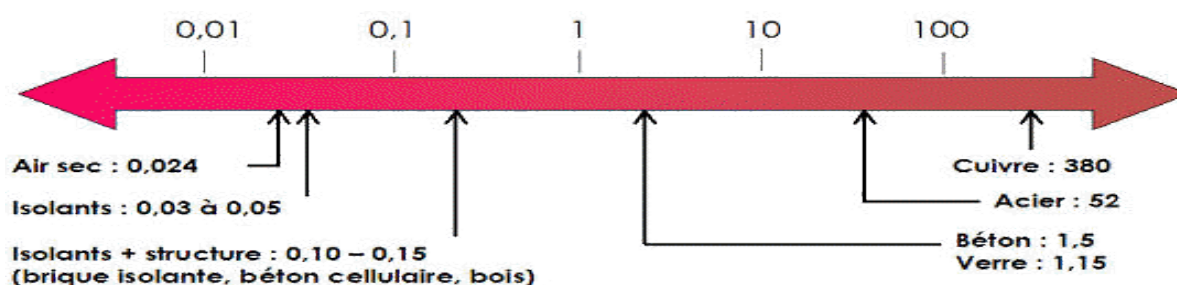


Figure 1.4 Conductivité thermique de quelques matériaux ( $\text{W/m}^\circ\text{C}$ )

Il est à remarquer que l'air est un très bon isolant, mais à condition d'être immobilisé. L'air en mouvement évacue la chaleur (par convection).

Un matériau isolant thermique est un matériau à basse conductivité thermique apparente. Avec épaisseur relativement faible, il présente une résistance thermique suffisante pour les besoins envisagés. C'est donc un matériau qui transmet mal la chaleur, que ce soit par conduction, convection ou rayonnement [23].

- Pour éliminer la conduction, il faut éliminer la matière. Le vide ne conduit pas la chaleur.
- Pour éliminer la convection, il faut immobiliser ou supprimer les fluides. Il n'y a de convection possible ni dans le vide ni dans un fluide immobilisé.
- Pour éliminer le rayonnement, il faut des écrans opaques au rayonnement, ou des surfaces non émissives (donc réfléchissantes) au rayonnement thermique.
- Pour éliminer l'évaporation - condensation, il faut utiliser des matériaux secs.

### 6.7. La résistance thermique

Un autre indicateur est la mesure la plus significative pour représenter la performance d'une isolation. La résistance thermique notée (R), elle exprime la capacité d'un matériau à résister au froid et à la chaleur, c'est-à-dire sa capacité à s'opposer au transfert de chaleur.

Plus l'indice(R) est élevé plus le matériau est isolant, moins la maison perd de chaleur et donc plus il y a économie d'énergie.

L'indice R s'obtient par le rapport de l'épaisseur en mètre sur la conductivité thermique du matériau on peut alors facilement calculer la résistance thermique par la relation [24] :

$$R = \frac{e}{\lambda} \left[ m^2 \frac{^{\circ}C}{W} \right] \quad (1.1)$$

Avec

- e : l'épaisseur en (m)
- $\lambda$  : la conductivité en (W/m. °C).

**Remarque :** Si le matériau est hétérogène, la résistance thermique est donnée par le fabricant.



## 6.8. Coefficient de transmission thermique

Le coefficient de transfert thermique (appelé U ou K) caractérise les pertes de chaleur d'un matériau ou d'une paroi. Il est l'inverse de la résistance thermique (R) et s'exprime par la relation suivante :

$$U \text{ (K)} = \frac{1}{R} \text{ [W / m}^2 \cdot \text{°C]} \quad (1.2)$$

Le coefficient de transmission de chaleur U (K) indique la quantité de chaleur qui traverse un mètre carré de surface en une seconde, quand la différence de la température de l'air aux deux côtés de la surface est d'un kelvin. Plus cet indice est bas, meilleure est la protection thermique [18].

## 6.9. Inertie thermique

On a l'habitude de présenter l'inertie thermique d'un corps comme étant sa capacité à emmagasiner (stocker) de la chaleur pour la restituer ensuite progressivement. Plus un matériau est lourd et compact, plus il a une inertie thermique importante. Ainsi, une maison en parpaing a une inertie thermique importante alors qu'une maison à ossature à bois n'en a quasiment aucune. Toute paroi va amortir et déphaser le flux de chaleur induit par les sollicitations extérieures (température, ensoleillement). L'amortissement et le déphasage sont d'autant plus marqués que la masse surfacique de la paroi est importante (forte inertie thermique).

L'inertie thermique joue un rôle dans le confort thermique en été, lorsque la paroi extérieure subit des variations brutales de température, dues aux variations d'ensoleillement. Elle joue également un rôle important en hiver et principalement dans le cas de chauffage intermittent.

A l'inverse du régime d'été, ou une forte inertie des parois retarde l'intrusion des calories dans le local, y conservant une certaine fraîcheur en hiver, c'est le local le plus légèrement construit qui, à pouvoir isolant égal, se met le plus rapidement en régime. Par contre le refroidissement est plus long dans un local dont les parois sont lourdes. Les coupures de chauffage visant à faire des économies d'énergie sont d'autant moins intéressantes que la structure est plus inerte, car plus lourde [25].

Si l'inertie d'une construction est faible, la température intérieure va suivre de près les variations de la température extérieure. Au contraire, si l'inertie est importante, elle peut être utile en été : la température intérieure va rester à une température plus fraîche que celle de l'extérieur en journée. Il est à noter que l'effet d'inertie peut être détruit par des revêtements muraux ou de sol (moquette, plafond acoustique, isolation placée côté intérieur, etc.) [26].

### **6.10. Les ponts thermiques**

Un pont thermique est constitué par toute discontinuité dans la couche isolante. C'est tout endroit où la résistance thermique présente une faiblesse. Les principaux ponts thermiques d'un bâtiment se situent aux jonctions des façades et planchers, façades et refends, façades et toitures, façades et planchers bas [26]. Ils entraînent des déperditions de chaleur supplémentaires par rapport aux déperditions à travers les parois du bâtiment.

Dans un bâtiment non isolé, les ponts thermiques représentent de faibles déperditions (en général inférieures à 15 %), car les déperditions totales par les parois sont très élevées. En revanche, dès lors que les parois sont fortement isolées, le pourcentage de déperditions dû aux ponts thermiques devient important (Il est de plus de 30 %), mais les déperditions globales sont très faibles.

## **7. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons passé en revue les éléments de base régissant les notions liées à l'efficacité énergétique. Ceci nous a permis de mieux appréhender ces concepts pour la suite de notre travail. En effet, l'efficacité énergétique constitue un enjeu majeur pour répondre aux engagements de réduction des émissions de gaz à effet de serre, et la consommation d'énergie dans le secteur du bâtiment.

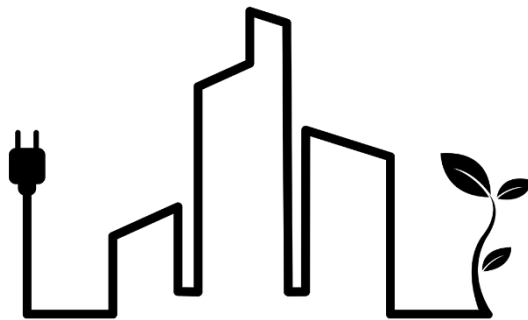
L'ensemble des parties d'un bâtiment est soumis aux transferts thermiques. La connaissance et la maîtrise de ses notions permettent une gestion efficace des consommations d'énergie dans les bâtiments. Pour ce faire plusieurs pays y compris l'Algérie ; ont développé depuis quelques années des politiques et des stratégies d'efficacité énergétique. Ceci fera l'objet du chapitre suivant.

# CHAPITRE 02

---

## « Politiques et stratégies d'efficacité énergétique dans le bâtiment »

---



*« Les meilleures leçons proviennent des erreurs  
du passé. C'est en commettant des erreurs  
qu'on atteint un jour la sagesse. »*

*Dale Turner*

## 1. Introduction

Le secteur du bâtiment à travers sa construction et son exploitation est générateur d'une somme importante d'énergie à travers le monde. Chaque pays doit définir une politique et des actions afin de répondre et de trouver des solutions à cette problématique. Dans ce chapitre, on mettra en revue dans un premier temps les stratégies et les politiques d'efficacité énergétiques dans le monde. On se focalisera par la suite sur l'Algérie en exposant les politiques d'efficacité énergétique, le contexte réglementaire ainsi que les stratégies et les plans d'actions adoptés par les pouvoirs publics sur le territoire national.

## 2. La politique d'efficacité énergétique

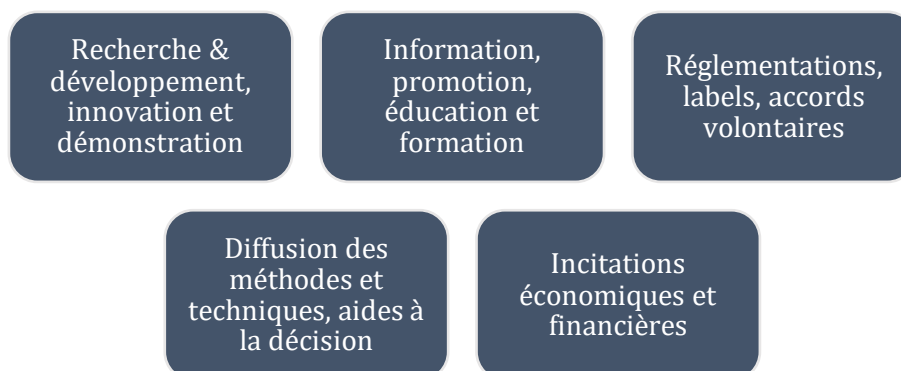
La politique énergétique est une politique adoptée par une entité vis-à-vis de la gestion de l'énergie [11]. Autrement dit, la mise en œuvre des politiques publiques d'efficacité énergétique suppose l'adoption de moyens et d'action visant à agir sur les différents leviers de l'amélioration à savoir [27] :

- Techniques ;
- Économiques ;
- Sociaux.

La politique d'efficacité énergétique s'avère fondamentale ; son déploiement nécessite une appropriation des méthodes de planification de l'énergie, assises sur une bonne connaissance de la situation. Les opérations à réaliser dans le cadre de cette activité s'articuleront toutes autour d'un aspect méthodologique en relation avec la planification énergétique. Les objectifs de cette activité sont [11] :

- Développer une compréhension adaptée des processus qui sont à la base des mutations que connaît le secteur de l'énergie de façon à pouvoir anticiper et contrôler son évolution.
- Contribuer au renforcement des compétences et des capacités des pays pour l'élaboration de politiques nationales de l'énergie, qui permettent au secteur de jouer son rôle dans le processus de développement économique et social en respectant l'environnement.

Les politiques d'efficacité énergétique mises en place sont des combinaisons de programmes et d'instruments classés en quelques grandes catégories (figure 2.1) :



**Figure 2.1 Classification des programmes d'efficacité**

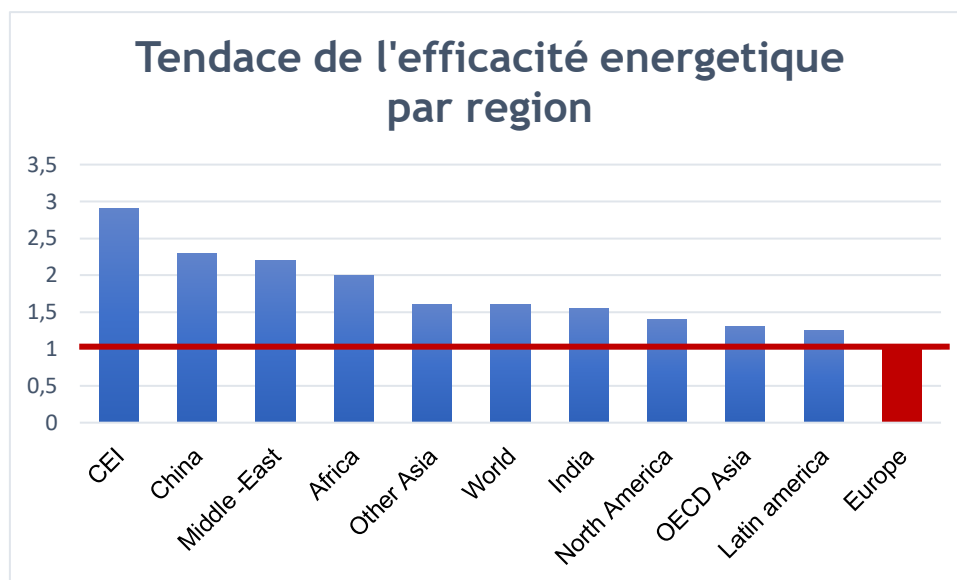
La politique d'efficacité énergétique se base sur deux conditions indispensables (Bernard Laponche -2009) :

- La première est la nécessité d'une volonté politique sans faille de développer l'efficacité énergétique dans tous les secteurs. Outre des producteurs et vendeurs d'énergie qui occupent des positions très fortes sur le plan économique et ont une influence indéniable sur les décideurs politiques. L'efficacité énergétique, car elle est dispersée à travers tous les secteurs d'activités, elle a besoin d'un soutien politique constant, au plus haut niveau.
- La seconde concerne les prix des produits énergétiques au consommateur. Les prix de l'énergie doivent refléter les coûts pour une saine gestion du système énergétique. Si les prix des produits énergétiques au consommateur restent artificiellement bas, les efforts d'efficacité énergétique risquent d'être vains.

### **3. Politiques et stratégies d'efficacité à travers le monde**

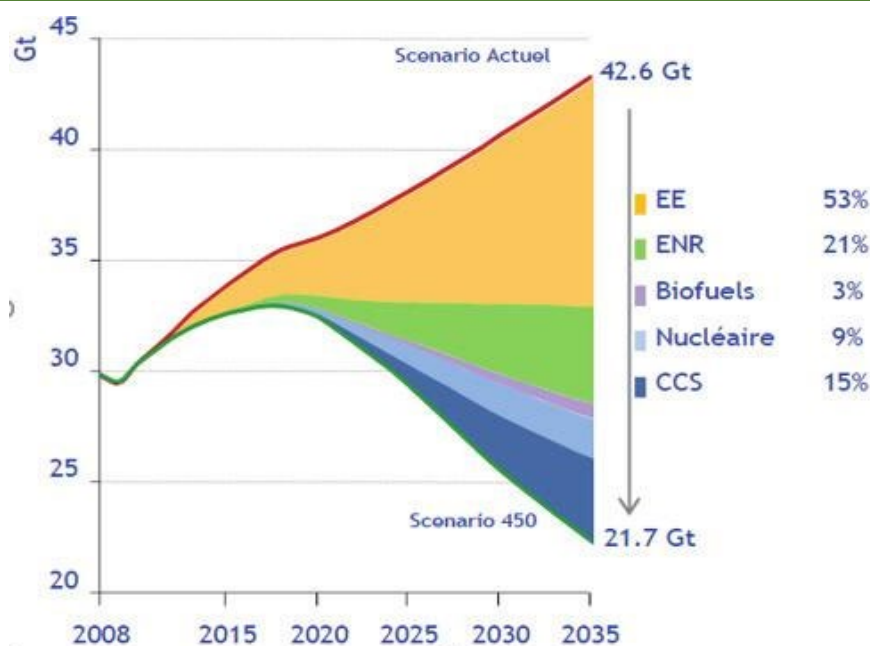
L'efficacité énergétique représente un défi prioritaire pour tous les pays (fig. 2.2). L'ampleur des enjeux associés a conduit à la création d'une institution internationale spécialisée (IPEEC). Hébergée par l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), l'institution regroupe l'ensemble des pays du G20, lesquels représentent à eux seuls, plus de 80% du PIB mondial [28].

En effet, outre ses autres dimensions énergétique et environnementale, l'efficacité énergétique est perçue comme étant un puissant moteur pour la croissance économique.



**Figure 2.2 Intensité énergétique par région du monde (AIE)**

Le rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat GIEC alertant sur le devenir de la planète à l'horizon 2100 si des actions d'envergure ne sont pas menées pour limiter les émissions de CO<sub>2</sub>, vient renforcer le besoin de développer l'efficacité énergétique, eu égard à son impact environnemental [28]. Selon l'AIE, elle constituerait le premier levier en réponse aux enjeux énergétiques et environnementaux à l'échelle mondiale (fig. 2.3).



**Figure 2.3 Projections liées à la réduction du gaz CO<sub>2</sub>, à l'horizon 2035 (AIE)**

Les gouvernements et les législateurs ont mis en œuvre un large éventail de politiques et programmes, tels que les normes d'efficacité énergétique, les campagnes de sensibilisation, les obligations pour les acteurs du marché et les incitations financières, afin d'accélérer l'élaboration et l'adoption de mesures d'efficacité énergétique et de sortir de cette crise et d'assurer un modèle économique viable dans le temps. Ces politiques et programmes ont contribué à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans les pays de l'OCDE, ainsi qu'à un développement technologique continu, en réponse à la hausse des prix de l'énergie et à la concurrence accrue contraignant les entreprises à réduire les coûts énergétiques [29].

En 2015, l'investissement dans l'efficacité énergétique dans le monde a atteint 221 Milliards de Dollars, soit environ 14% de l'investissement global dans le secteur de l'énergie répartie comme suit : 53% dans le secteur de l'habitat, 29% dans le secteur du transport et 18% dans le secteur de l'industrie (AIE).



Le secteur du bâtiment est le plus énergivore, c'est pour cela que l'Europe s'est dotée d'un arsenal législatif (directives) destiné à promouvoir l'efficacité énergétique (EPBD (Directive sur la performance énergétique des bâtiments), écoconception, éco-étiquetage, directive relative à l'efficacité énergétique, etc.).



L'Union s'est engagée à mettre en place un système énergétique durable, concurrentiel, sûr et décarboné d'ici à 2050. Pour parvenir à cet objectif, les États membres et les investisseurs ont mis en place des mesures visant à atteindre l'objectif à long terme de réduction des émissions de gaz à effet de serre et à décarboner le parc immobilier, qui est responsable d'environ 36 % de toutes les émissions de CO<sub>2</sub> dans l'Union [30]. En effet, les émissions de gaz à effet de serre sont essentiellement liées à la consommation des énergies fossiles. Ces dernières sont largement utilisées dans le secteur du bâtiment aussi bien dans l'utilisation finale du consommateur, mais aussi afin de produire les matériaux nécessaires pour construire ces bâtisses. Dans ce cadre, le parlement européen et le conseil de l'Union européenne a publié la directive 2018/844/UE modifiant la directive 2010/31/UE sur la performance énergétique des bâtiments et la directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique. Celle-ci stipule la généralisation des audits énergétiques aux grandes entreprises et au renouvellement tous les 4 ans pour les aider à déceler les économies d'énergie potentielles. Les organismes certifiés ISO 50001 en sont exemptés. Les mesures de l'efficacité énergétique interpellent toute la chaîne de valeur, depuis la production jusqu'à l'utilisation de l'énergie. Environ 20% des gains au niveau de la consommation finale sont perdus dans le processus de conversion. En Afrique, les pertes sont encore accentuées par la faible fiabilité des infrastructures, les approvisionnements énergétiques irréguliers, les pertes non techniques, etc. [28].



Ainsi, plusieurs pays ont mis en place un certain nombre d'instruments afin d'optimiser l'efficacité énergétique dans le bâtiment, quelques exemples de ces actions sont résumés dans le tableau 2.1 ci-dessous.






Tableau 2.1 Les instruments déployés par les pays développés et en voie de développement (adapté de [11]).

USA	Instruments réglementaires	Instruments financiers/incitatifs	Instruments institutionnels
	<p><b>L'Énergie Policy Act</b> : Les bâtiments tertiaires respectent des niveaux minimaux d'efficacité énergétique.</p>	<p><b>Programme WAP</b> : subventionne les États pour améliorer l'efficacité énergétique des logements des familles à bas revenus.</p>	
	<p><b>Energy Star</b> : étiquetage des appareils ménagers efficaces.</p>	<p><b>Programme FEMP</b> : d'assister les agences fédérales dans la réduction des coûts énergétiques de leurs bâtiments.</p>	
	<p><b>LEED certification</b> octroyée au bâtiment répondant à des normes minimales en termes de qualité environnementale.</p>		
	<p><b>Green Seal of Approval</b> : Étiquetage écologique volontaire qui homologue les produits écoénergétiques</p>		
France	Instruments réglementaires	Instruments financiers/incitatifs	Instruments institutionnels
	<p><b>RT2000, RT2005, RT2007, RT2012</b>, réglementation oc</p>	<p><b>Crédit d'impôt</b> : déduction des impôts des contribuables le coût d'un équipement EE</p>	<p><b>ADEME</b> qui contribue à la mise en oeuvre technique et financière des différentes mesures.</p>
	<p><b>Thermique</b> fixant les caractéristiques thermiques minimales des bâtiments et énergétiques des produits et équipements.</p>	<p><b>Écoprêt, logement social</b> : crédit pour la rénovation d'un logt social (taux 1.9% sur 15 ans)</p>	<p><b>ANAH</b> attribue des subventions pour améliorer le confort dans l'habitat privé, promouvoir la qualité et encourager les propriétaires réalisation de travaux de rénovation.</p>
	<p><b>Lois : Grenelle I, grenelle II et Plan bâtiment Grenelle</b>, déterminant les grands principes et les objectifs à engager pour limiter le réchauffement climatique.</p>	<p>Eco-PTZ : emprunt sans intérêt sur 10 ans aux ménages pour amélioration énergétique de leurs logements.</p>	<p><b>CSTB</b> exerce quatre activités clés (recherche, expertise, évaluation, diffusion des connaissances.</p>
		<p>Écosubvention : aides cumulables avec Eco-PTZ ou Crédit impôt, c'est remboursement de 20 à 35% du montant des travaux d'amélioration énergétique engagés par les ménages.</p>	

Chine	Instrument réglementaire	Instruments financiers/incitatifs	Instruments institutionnels
	<b>Normes nationales</b> fixant les objectifs à atteindre, les indices, les paramètres et méthodes de calcul à appliquer.	<b>Crédits bonifiés</b> accordés aux projets d'innovation technique des entreprises pour l'acquisition de produits économes en énergie.	Programme F.F.E.M, lancé en 02 phases : 1. Amélioration de l'efficacité énergétique dans les logements sociaux neufs. 2. L'évaluation des résultats, certification de produits économes, réglementation et normes sur l'efficacité énergétique.
	<b>Normes provinciales</b> déterminant les moyens techniques à appliquer et les méthodes de validation des résultats.	Des subventions directes et des crédits bonifiés des projets pilotes de réhabilitation des bâtiments publics et de logements.	
Tunisie	Instrument réglementaire	Instruments financiers/incitatifs	Instruments institutionnels
	<b>Loi de maîtrise d'énergie (1990).</b>	Subvention, réduction de la TVA et soutien à l'achat des appareils performants.	<b>ANME</b> : Agence qui pour mandat de mettre en oeuvre la politique tunisienne de maîtrise de l'énergie.
	<b>Lois 2004, 2005, 2008 et 2009</b> qui ouvrent la voie à l'application de la certification énergétique des appareils électroménagers, la réglementation thermique dans les bâtiments neufs et la consultation préalable concernant les grands projets de construction consommateurs d'énergie.	Subventions pour les citoyens souhaitant substituer l'énergie par le gaz naturel dans leurs logements. Soutiens à l'achat des capteurs solaires et chauffe-eau solaires.	
	<b>Instruments informatifs</b>		
	Programme d'éducation et de sensibilisation, organisé par ANME dans le but de créer un sentiment de cause d'intérêt général auprès du grand public et de changer le comportement des consommateurs.		
	Étiquetage des équipements et matériels électroménagers pour promouvoir l'utilisation rationnelle de l'énergie.		
Évaluation annuelle menée par l'ANME, servant à prendre des mesures correctives d'une année à l'autre.			
Suisse	Instrument réglementaire	Instruments financiers/incitatifs	Instrument informatif
	La loi d'énergie suisse exigeant l'installation des nouveaux chauffages et les exigences minimales concernant le degré d'utilisation de ces derniers.	Des aides financières sont prévues pour les meilleures technologies et des projets d'incitation prometteurs.	Des services de conseils, des contrôles et audits énergétiques, afin de promouvoir un comportement vert.

	Un certificat de performance énergétique recommandé pour les constructions nouvelles comme pour la vente d'un immeuble ou un nouveau contrat de location.	Des allègements fiscaux sont accordés pour les investissements réalisés dans le domaine de l'énergie.	Des activités de recherches, la formation et action de sensibilisation des élèves, des étudiants et des spécialistes en énergies, sont organisées par SuisseEnergie.
	<b>Instruments incitatifs</b>		
	Une politique tarifaire axée sur l'efficacité.		
	« <b>EtiquetteEnergie</b> » qui permet aux consommateurs de faire un choix plus écologique.		
	« <b>Cité de l'énergie</b> » label octroyé aux communes ayant fait des efforts dans le domaine de la politique énergétique territoriale.		
	<b>BILECO et ENERCOMPTA</b> : conseillers techniques au service des communes qui le souhaitent. Le 1er est un logiciel d'analyse et de suivi de l'évolution des besoins énergétiques communaux, et le 2e est un package de documents aidant le personnel communal à tenir une comptabilité énergétique.		
Les labels « MINERGIE » et « MINERGIE-P » qui certifient l'efficacité énergétique dans les bâtiments.			
<b>Allemagne</b>			
	<b>Instrument réglementaire et législatif</b>	<b>Instruments financiers/incitatifs</b>	<b>Instrument informatif et de sensibilisation</b>
	Les décrets EnEV 2004, EnEV 2007, EnEV 2009, EnEV 2012 qui fixent la consommation maximale des bâtiments.	Crédits préférentiels pour la rénovation des bâtiments dans le cadre du programme de réduction du CO2.	Des campagnes d'information lancées par DENA pour sensibiliser les consommateurs aux économies d'énergie.
		Subventions pour l'utilisation des énergies renouvelables.	Des services de consultation proposés par la Fédération allemande des organisations des consommateurs pour économiser de l'énergie dans les bâtiments.
		Contracting : partenariat public - privé (PPP) établi entre un propriétaire immobilier et un prestataire de services spécialisé dans l'énergie.	La labellisation des bâtiments à haute efficacité énergétique « passivehaus » visant à promouvoir les maisons passives.
			Les programmes de Recherches et Développements soutenus par les ministères.
		Les Évolutions technologiques, dont l'objectif est de développer des bâtiments zéro énergie.	

Royaume-Uni	Instrument réglementaire et législatif	Instruments financiers/incitatifs	Instrument informatif et de sensibilisation
	Normes minimales pour les équipements électroménagers conformément l'étiquetage énergétique de l'Union européen.	Allègement d'impôt pour économies d'énergie au titre des dépenses effectuées pour l'isolation des habitations à usage locatif.	Étiquetages « eurolabel » et « Energy Efficiency Recommended » qui fournissent aux ménages les informations nécessaires sur la consommation efficace.
	Normes énergétiques des bâtiments combinées à la certification.	Réduction de la TVA 5% sur différents matériaux dont l'utilisation permet d'économiser l'énergie dans le bâtiment.	Home Information Pack » : dossier regroupant les informations pour les acheteurs sur la qualité énergétique du bien immobilier résidentiel.
		Subvention des R&D liées aux nouvelles technologies économes en énergie.	
Canada	Instrument réglementaire volontaire	Instruments financiers/incitatifs	Instrument informatif et de sensibilisation
	<b>CMNÉH</b> : normes provinciales de performance minimale pour les habitations neuves.	Subvention écoÉnergie : offerte pour la rénovation des maisons dans le cadre de l'amélioration énergétique.	Énerguide pour équipement : instrument d'information, d'étiquetage et de notation visant à promouvoir la production, l'achat et l'utilisation d'appareils électroménagers énergétiquement efficaces.
	<b>R-2000</b> : norme volontaire qui encourage la construction de maisons écoénergétiques, et qui exige d'être réalisée par des entreprises formées et disposant d'un permis délivré par le gouvernement du Canada.	Réduction de 10% de l'assurance sur les prêts hypothécaires pour les habitations économes en énergie.	Énerguide pour maison : même principe que le précédent, mais destiné aux maisons.
	<b>LEED</b> : Système d'évaluation de la performance énergétique du bâtiment durant son cycle de vie, fondé sur la participation volontaire et le consensus.		Energy star : un symbole qui figure sur les produits électroménagers les plus économes en énergie.
	<b>Green Globes</b> : outil canadien de vérification en ligne qui permet de coter des immeubles existants en fonction des meilleures pratiques et normes.		

Suède	Instrument réglementaire volontaire	Instruments financiers/incitatifs	Instruments institutionnels
	<p>BBR : la consommation d'énergie doit être limitée à de faibles pertes de chaleur, à une faible demande de froid et une utilisation efficace de l'électricité, de la chaleur et du froid »</p>	<p>Subvention s'applique à une conversion vers le réseau de chauffage urbain, un système de chauffage à la biomasse, ou de pompe à chaleur géothermique.</p>	<p>Energimyndigheten chargée de mettre en application les grandes lignes de la politique énergétique suédoise. Elle regroupe 02 départements :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le département des technologies de l'énergie, qui a lancé des programmes de recherches liés à l'énergie dans le bâtiment.</li> <li>• Le département de la gestion de l'énergie.</li> </ul>
		<p>Subvention pour le solaire thermique.</p>	<p><b>Instruments informatifs</b></p>
		<p>Subventions pour l'installation de panneaux solaires photovoltaïques.</p>	<p>Chaque commune dispose d'un conseiller en énergie auquel les habitants peuvent se référer.</p>
		<p>Subvention pour les fenêtres à haute performance énergétique.</p>	

## 4. Politique d'efficacité énergétique en Algérie

La politique algérienne en termes d'efficacité énergétique essentiellement dans le secteur du bâtiment se traduit par les actions de quelques entités :

- L'Agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) ;
- Le Fonds National pour la Maîtrise de l'Énergie (FNME) ;
- Le Programme national de Maîtrise de l'Énergie (PNME).

À cela il faudra ajouter la collaboration des centres de recherches liés au domaine des bâtiments comme le centre du développement des énergies renouvelables (CDER) et le Centre National d'Études et de Recherches intégrées du Bâtiment (CNERIB).

Après le premier choc pétrolier qui a causé la diminution des cours du pétrole et a vidé les caisses de l'état et par conséquent ses capacités à financer l'économie du pays. Les responsables de l'état algérien ont pris conscience de l'obligation de définir une politique d'efficacité énergétique. Ainsi, le ministère de l'énergie a proposé un modèle de consommation énergétique basé sur le recours au gaz naturel et le développement du GPL dans les transports.

La politique énergétique algérienne repose aujourd'hui sur quatre axes :

- Une agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie ;
- Un cadre réglementaire assuré par la loi de 1999 ;
- Un fonds national pour la maîtrise de l'énergie et des mesures d'incitations et d'accompagnement.

## 5. Le contexte réglementaire en Algérie

Dans les années 1990, l'Algérie développe plusieurs dispositifs réglementaires quant à l'efficacité énergétique dans l'habitat [31] :

- La loi 09-99 du 28 juillet 1999, relative à la maîtrise d'énergie est une loi-cadre qui traduit les objectifs fondamentaux de la politique énergétique nationale, à savoir la

gestion rationnelle de la demande d'énergie et les aspects liés à la maîtrise de l'énergie dans le domaine de la construction.

- La loi 04-09 du 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelable dans le cadre de développement durable.
- Le décret exécutif 04-149 du 19 Mai 2004 fixant les modalités d'élaboration du Programme national de maîtrise de l'énergie.
- Arrêté interministériel du 29 novembre 2008 définissant la classification d'efficacité énergétique des appareils à usage domestique soumis aux règles spécifiques d'efficacité énergétique et fonctionnant à l'énergie électrique.
- Le DTR.C 3-31 relatif à la ventilation naturelle des locaux à usage d'habitation, fournis les principes généraux qu'il y a lieu d'adopter lors de la conception des installations de ventilation naturelle.
- Le DTR C 3.2/4 documents techniques réglementaires, mis en œuvre par le CNERIB (Centre National d'Études et Recherches Intégrées du Bâtiment) suivant l'arrêté ministériel du 30 juillet 2016 portant approbation du document technique réglementaire C 3.2/4 relatifs à la réglementation thermique du bâtiment, qui est une mise à jour et la fusion des DTR C 3.2 et DTR C 3.4 tiennent compte des améliorations introduites dans le domaine de la thermique du bâtiment et permettent un usage plus pratique.

Ce nouveau DTR publié en 2017 permet de définir les principes généraux réglementaires de la conception thermique (chauffage et climatisation) des bâtiments, et de mettre à la disposition des professionnels des méthodes de calcul et d'évaluation des besoins énergétiques pour les périodes d'hiver et d'été.

Les exigences réglementaires sur lesquelles s'appuie ce DTR consistent à limiter les déperditions calorifiques en période d'hiver et les apports calorifiques en période d'été en fixant des seuils à ne pas dépasser (appelés respectivement déperditions de référence et apports de référence), ce qui permet une économie d'énergie pour le chauffage et la climatisation et garantit un meilleur confort [16].

La finalité de cette réglementation est le renforcement de la performance énergétique globale du bâtiment et sa mise en application permettra d'après l'APRUE de réduire les

besoins calorifiques de nouveaux logements de l'ordre de 30 à 40% pour les besoins en chauffage et en climatisation.

## 6. Stratégie d'efficacité énergétique en Algérie

L'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte en lançant deux programmes ambitieux de développement des énergies renouvelables (EnR) et d'efficacité énergétique. Cette vision du gouvernement algérien s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables comme le solaire et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie [32].

Le programme des énergies renouvelables actualisé consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de l'ordre de 22 000 MW à l'horizon 2030 pour le marché national, avec le maintien de l'option de l'exportation comme objectif stratégique.

De plus, le potentiel national en énergies renouvelables étant fortement dominé par le solaire, l'Algérie considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices de richesse et d'emplois. Cela n'exclut pas pour autant le lancement de nombreux projets de réalisation de fermes éoliennes et la mise en œuvre de projets expérimentaux en biomasse, en géothermie et en cogénération.

La stratégie de l'Algérie en la matière vise à développer une véritable industrie des énergies renouvelables associée à un programme de formation et de capitalisation des connaissances, qui permettra à terme d'employer le génie local algérien, notamment en matière d'engineering et de management de projets. Le programme EnR, pour les besoins d'électricité du marché national, permettra la création de plusieurs milliers d'emplois directs et indirects.

## 7. Programme national d'efficacité énergétique

Le programme d'efficacité énergétique actualisé vise à réaliser des économies d'énergies à l'horizon 2030 de l'ordre de 63 millions de TEP (tonne équivalente pétrole), pour l'ensemble des secteurs (bâtiment et éclairage public, transport, industrie) et ce, en introduisant l'éclairage performant, l'isolation thermique et les chauffe-eaux solaires, les



carburants propres (GPLc et GNc), et les équipements industriels performants. Et cela permettra de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 193 millions de tonnes. [32]

Le programme d'efficacité énergétique obéit à la volonté de l'Algérie de favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie et d'explorer toutes les voies pour préserver les ressources et systématiser la consommation utile et optimale. Il comporte des actions qui privilégient le recours aux formes d'énergie les mieux adaptés aux différents usages et nécessitant la modification des comportements et l'amélioration des équipements.

Ce programme prévoit l'introduction des mesures d'efficacité énergétique dans les trois secteurs du bâtiment, de transport et de l'industrie et aussi l'encouragement de la création d'une industrie locale de fabrication des lampes performantes, des chauffe-eaux solaires, des isolants thermiques par l'encouragement de l'investissement local ou étranger [32].

### **7.1. Plan d'Action en matière d'Efficacité énergétique dans le bâtiment**

L'efficacité énergétique est appelée à jouer un rôle important dans le contexte énergétique national, caractérisé par une forte croissance de la consommation tirée, notamment, par le secteur domestique avec la construction de nouveaux logements, la réalisation d'infrastructures d'utilité publique et la relance de l'industrie [32].

La réalisation de ce programme par une diversité d'actions et de projets devrait favoriser l'émergence, à terme, d'un marché durable de l'efficacité énergétique en Algérie.

Les retombées économiques et sociales de l'intégration de la dimension efficacité énergétique dans les différents secteurs d'activité sont multiples. Cette intégration permet d'améliorer le cadre de vie du citoyen, mais constitue, également, une réponse appropriée au défi de conservation de l'énergie avec ses implications bénéfiques sur l'économie nationale, en termes de création d'emplois et de richesse, en plus de la préservation de l'environnement.

Le programme se focalise sur les secteurs de consommation qui ont un impact significatif sur la demande d'énergie (bâtiment, transport, industrie).

Concernant le secteur du bâtiment, le programme vise à encourager la mise en œuvre de pratiques et de technologies innovantes, autour de l'isolation thermique des

constructions existantes et nouvelles. Des mesures adéquates sont prévues au niveau de la phase de conception architecturale des logements [32].

La mise en place d'une industrie locale des isolants thermiques et des équipements et appareil performant (chauffe-eaux solaires ; lampes économiques) constitue l'un des atouts pour le développement de l'efficacité énergétique dans ce secteur.

Globalement, c'est plus de 30 millions de TEP qui seront économisées, d'ici 2030 réparti comme suit [32] :

- Isolation thermique : l'objectif est d'atteindre un gain cumulé évalué à plus de 7 millions de TEP ;
- Chauffe -eau solaire : l'objectif est de réaliser une économie d'énergie à plus de 2 millions de TEP ;
- Lampe basse consommation (LBC) : Les gains en énergie escomptés, à l'horizon 2030 sont estimés à près de 20 millions de TEP ;
- Éclairage public : l'objectif est de réaliser une économie d'énergie de près d'un (01) million de TEP, à l'horizon 2030 et d'alléger la facture énergétique des collectivités.

L'APRUE dispose d'un certain nombre de programmes et d'initiatives visant la maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment (ECO-BAT) Nous présentons ci – après le programme ECO-BAT.

## **7.2. Programme ECO-BAT**

Le secteur résidentiel est à l'origine de 35% de la consommation d'énergie finale en Algérie. Grand consommateur d'énergie, le secteur du bâtiment est au centre d'une nouvelle approche tendant à concourir à une meilleure performance énergétique à ce niveau. Il s'agira de concevoir de nouveaux logements répondant à l'objectif qui consiste à rationaliser l'utilisation de l'énergie. C'est dans cette perspective que s'inscrit le programme ECO-BAT qui vise à apporter le soutien financier et technique nécessaire à la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique appelés à intégrer les principes de confort thermique et d'économie d'énergie dans la conception architecturale, le choix des matériaux de construction ainsi que dans les détails de mise en œuvre [33].

La stratégie de conception adoptée pour le projet ECO BAT [34] :

**En hiver :**

- Limitation des déperditions thermiques ;
- Orientation et conception adéquates des façades ;
- Emploi des stratégies conceptuelles et de matériaux adéquats

**En été :**

- Contrôle de l'ensoleillement à travers la conception architecturale ;
- Emploi de techniques de rafraîchissement naturel ;
- Emploi de matériaux adéquats (en fonctions des zones climatiques).

Les travaux de construction de cette première tranche ont démarré en juin 2011, à travers 11 wilayas du pays, la figure 2.4 représente le nombre de logements construits par ville du pays.

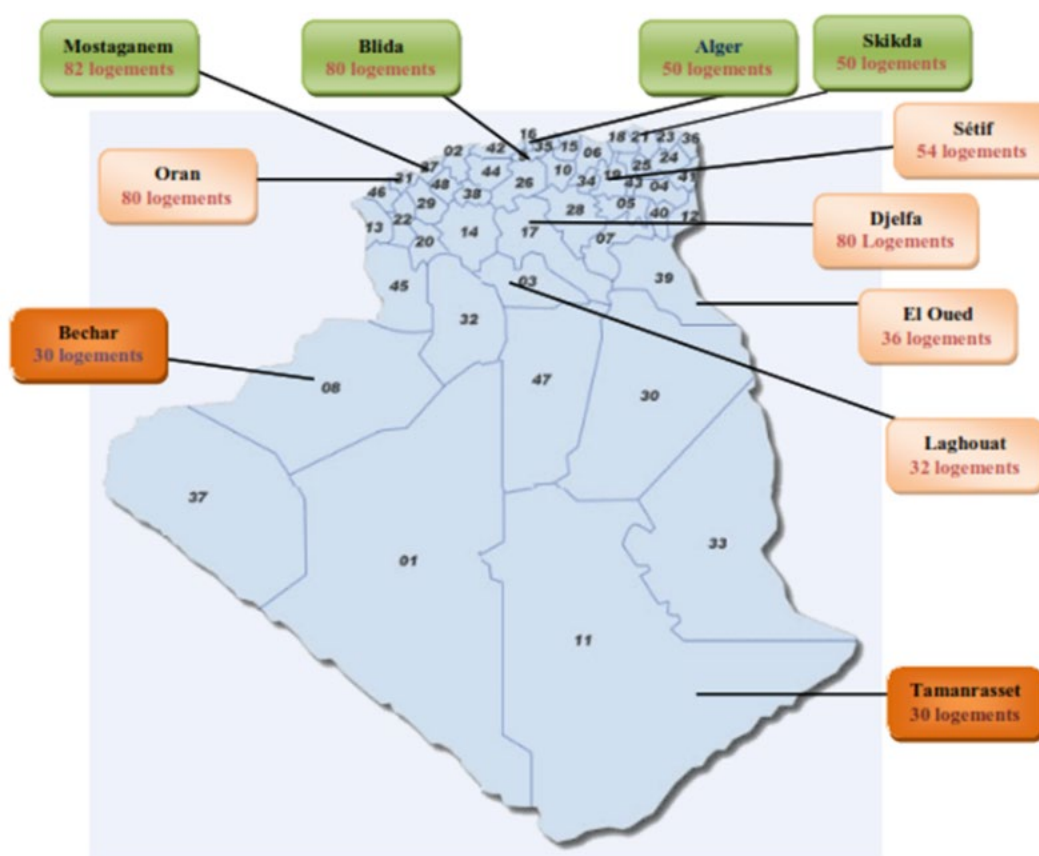


Figure 2.4 Répartition du nombre de logements du programme ECO-BAT [34]

Ces logements pilotes seront progressivement livrés à leurs bénéficiaires. De par leurs spécificités, la conception architecturale de ces logements a pris en considération deux facteurs essentiels, à savoir, l'optimisation du confort thermique des logements en réduisant le recours au chauffage et à la climatisation et la réduction du recours à la lumière artificielle. Les surcoûts liés à la construction de ces logements sont estimés à 20% du coût global et sont pris en charge par les pouvoirs publics, à travers le Fonds National pour la Maîtrise de l'Énergie [33].

## 8. Conclusion

L'efficacité énergétique représente un défi prioritaire pour la planète. L'ampleur des enjeux associés a conduit les pays à travers le monde à établir un large éventail de politiques et programmes, tels que les normes d'efficacité énergétique, les campagnes de sensibilisation, les instruments réglementaires, les obligations pour les acteurs du marché et les incitations financières, afin d'accélérer l'élaboration et l'adoption de mesures d'efficacité énergétique.

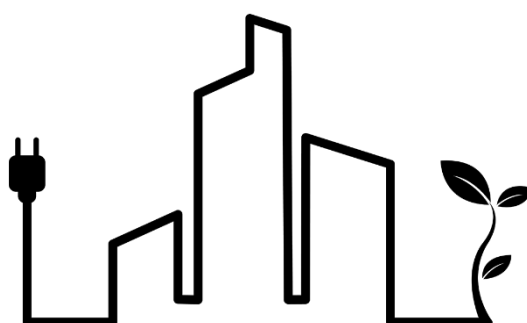
En Algérie, plusieurs actions entrant dans le programme national de maîtrise de l'énergie (PNME) et dans le cadre de la politique énergétique nationale ont été entrepris par l'APRUE. Les objectifs du programme national d'efficacité énergétique se résume en quatre points : la réalisation de projets d'isolation thermique de logements ; de réhabilitation thermique ; l'installation de chauffe-eau solaires individuels et la diffusion de lampes LED pour les ménages et l'éclairage public. Parmi les programmes établis par L'APRUE, on a exposé le programme Eco-bat. Il consiste à la réalisation de 600 logements sociaux locatifs répartis sur trois zones climatiques, assurant une optimisation du confort intérieur en réduisant la consommation énergétique liée au chauffage et à la climatisation. Ce dernier vise à mobiliser les acteurs du bâtiment autour de la dimension « efficacité énergétique », de réaliser une action démonstrative prouvant la faisabilité de l'introduction de l'efficacité énergétique en Algérie, de contribuer à la généralisation des bonnes pratiques dans la conception architecturale de l'habitat et, enfin, favoriser la mise en application des normes réglementaires. Le processus doit être complété par des techniques et des solutions afin d'atteindre les objectifs des plans d'actions en matière d'efficacité énergétique ; ce qui fera l'objet de notre prochain chapitre.

# CHAPITRE 03

---

## « Solutions et techniques d'efficacité énergétique dans le bâtiment »

---



*« Dans la vie, rien n'est à craindre, tout est à  
comprendre. »*

*Marie Curie*

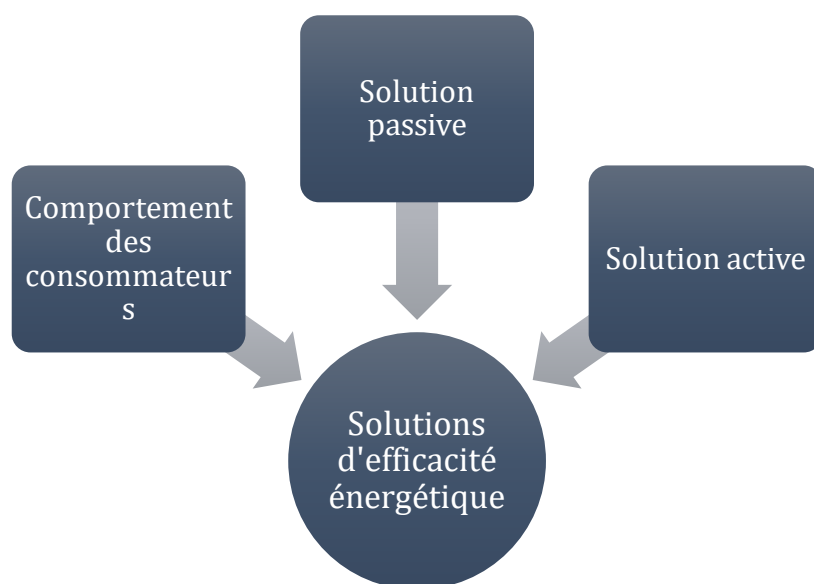
## 1. Introduction

Le secteur du bâtiment est considéré comme un secteur fortement consommateur d'énergie avec un impact conséquent sur l'environnement. De ce fait il est impératif de trouver les solutions nécessaires afin d'optimiser l'efficacité énergétique dans le bâtiment et contribuer à la préservation de l'environnement.

Ce chapitre aura pour objectif de détailler les diverses solutions existantes dans la littérature pour l'optimisation de la consommation d'énergie dans le bâtiment.

## 2. Solutions d'efficacité énergétique dans le bâtiment

Afin de garantir une efficacité énergétique optimale dans le bâtiment. Il existe plusieurs solutions et techniques qui englobent différentes technologies pour le faire fonctionner. En effet, nous pouvons utiliser plusieurs sources d'énergie indépendante et écologique. La figure 3.1 représente les trois entités d'optimisation énergétique dans les bâtiments.



**Figure 3.1 Type de solutions d'efficacité énergétique dans le bâtiment**

### 2.1. Les solutions d'efficacité énergétique passives

Les solutions d'efficacité énergétique passive s'intègrent parfaitement dans une réflexion globale et s'avèrent faciles à déployer lors de travaux de construction ou de rénovation. Elles consistent à accroître les qualités intrinsèques d'un bâtiment afin d'optimiser l'utilisation des énergies qui lui sont fournies.

Les solutions passives sont généralement décomposées en deux catégories :

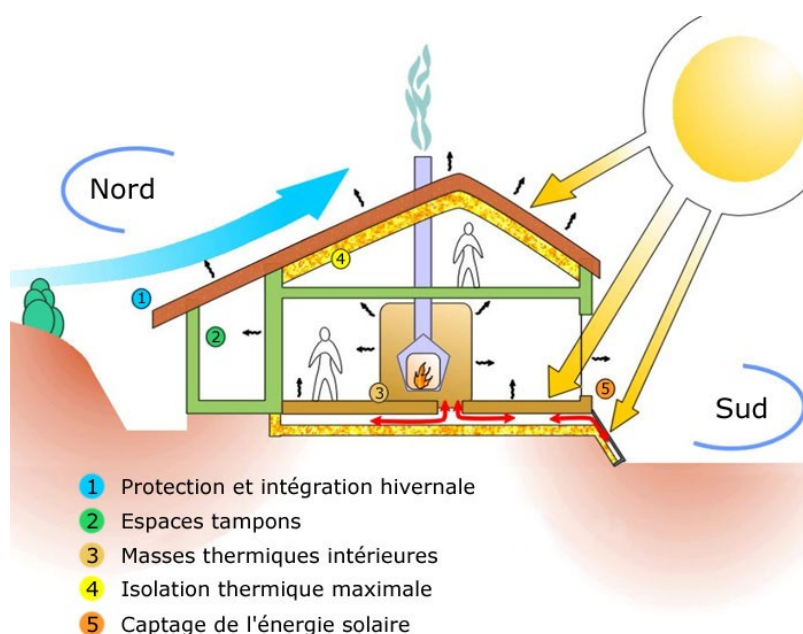
- L'architecture
- Les équipements

### 2.1.1. L'architecture

La structure du bâtiment peut avoir un effet significatif sur sa consommation d'énergie. Lors de travaux de construction ou de rénovation, plusieurs postes peuvent ainsi être totalement repensés pour améliorer le rendement énergétique de l'ensemble. Parmi ses solutions on retrouve :

#### 2.1.1.1. L'orientation du bâtiment

L'orientation détermine de façon directe la capacité du bâtiment à capter les sources lumineuses et à accumuler la chaleur. L'orientation Nord-Sud est à ce titre très efficace. La figure 3.2 schématise un exemple d'orientation d'une maison.



**Figure 3.2 Exemples d'orientation d'une maison**

#### 2.1.1.2. L'isolation thermique

Le principe de l'isolation thermique désigne l'ensemble des méthodes employées afin de limiter les transferts de chaleur entre deux milieux ayant des températures différentes. Ainsi, l'isolation thermique dans les maisons a pour principal objectif de conserver à l'intérieur la chaleur en hiver et la fraîcheur en été.



Cette méthode est la première initiative à prendre en compte pour garantir l'efficacité thermique de l'enveloppe. Il est essentiel de bien isoler les murs extérieurs, la toiture et les sols, car 70% des déperditions d'énergie surviennent via ces éléments. La figure 3.3 schématise les différents endroits d'une habitation où une bonne isolation est possible.

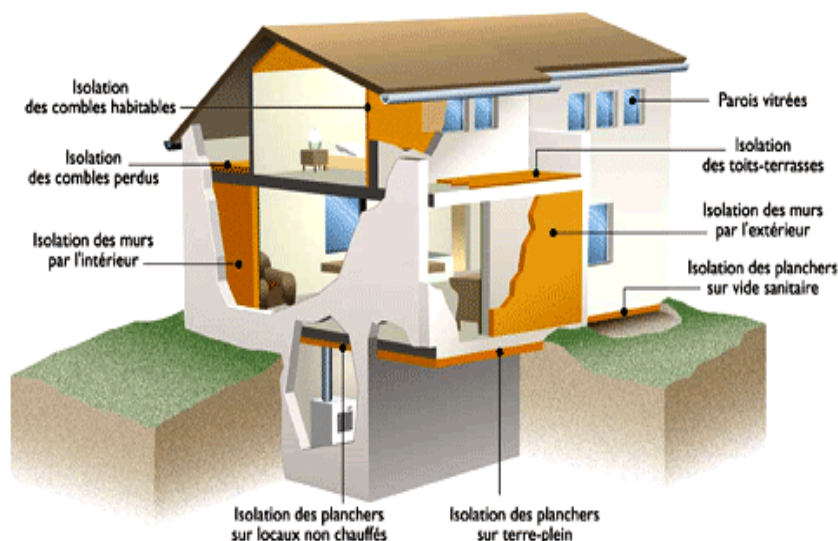


Figure 3.3 Différents endroits d'une habitation où une bonne isolation est possible.

### 2.1.1.3. Le vitrage à haut rendement

Le vitrage à haut rendement réduit les déperditions d'énergie à travers les vitres. Il s'agit de verre à double ou triple vitrage, doté d'une couche isolante supplémentaire. La figure 3.4 schématise les types de vitrage à haut rendement.

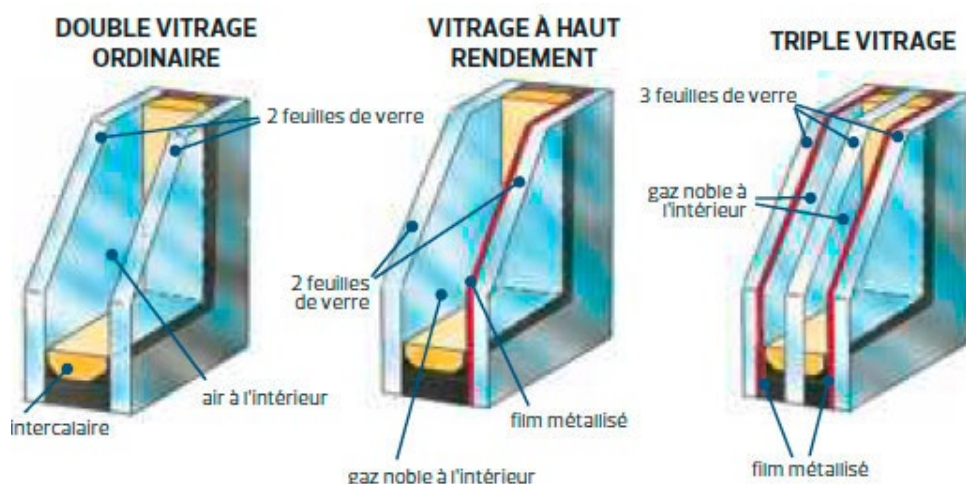


Figure 3.4 Les types de vitrage à haut rendement



## 2.1.2. Les équipements

Un bon équipement est également indispensable pour obtenir une bonne efficacité énergétique passive. En effet l'architecture ne suffit pas ; il est essentiel d'utiliser un équipement spécifique en fonction des besoins du projet et du climat environnant. Il existe plusieurs types d'équipement à utiliser pour optimiser l'énergie d'un bâtiment. Ces derniers sont schématisés dans la figure 3.5.

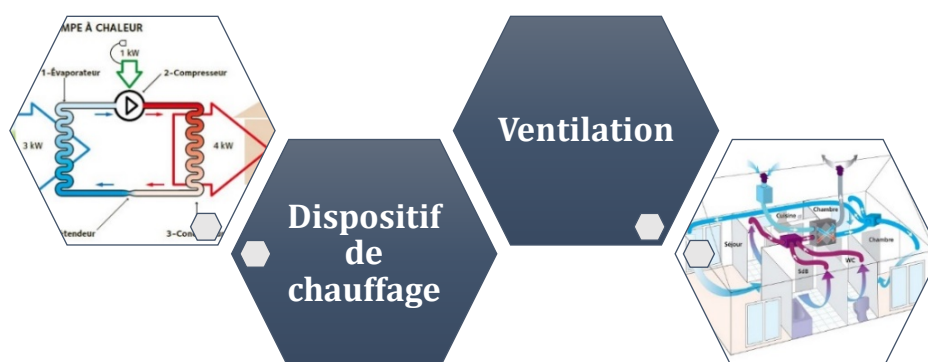


Figure 3.5 Équipements d'optimisation d'efficacité énergétique

### 2.1.2.1. Dispositif de chauffage performant

Une grande partie de l'énergie consommée de nos locaux résulte du chauffage. Les systèmes à implémenter pour améliorer leur rendement sont nombreux, parmi ses systèmes il existe :

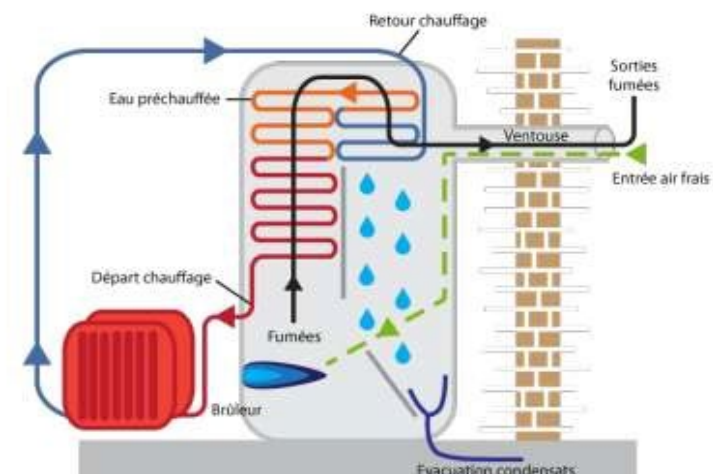
#### a) Les chaudières à condensation

Le principe d'une chaudière à condensation ressemble à celui d'une chaudière classique. Cependant, dans une chaudière à condensation, la chaleur latente des fumées générées par la combustion du gaz ou du fioul est exploitée. C'est-à-dire la vapeur d'eau contenue dans les gaz de combustion sert à chauffer l'eau de retour de radiateurs revenant à la chaudière.

Le rendement d'une chaudière à condensation est particulièrement élevé, car la chaleur produite par la chaudière est quasiment restituée en totalité de manière utile. Ainsi, la

condensation permet un gain en rendement de quelque 20 % en moyenne sur celui d'une chaudière standard. [35]

La figure 3.6 schématise le principe de fonctionnement de la chaudière à condensation.



**Figure 3.6 Principes de fonctionnement d'une chaudière à condensation**

### **b) Pompe à chaleur**

La pompe à chaleur (parfois appelée PAC) est un appareil qui utilise un dispositif thermodynamique, qui permet de transférer de la chaleur provenant d'un milieu froid vers un lieu à chauffer. Autrement dit, c'est le contraire d'un réfrigérateur. Il existe différents types de pompes à chaleur :

- La pompe à chaleur géothermique qui utilise l'énergie du sol pour chauffer la pièce ;
- Les pompes à chaleur aérothermiques (pompe à chaleur à air-air et pompe à chaleur air-eau), qui utilisent l'énergie de l'air ;
- La pompe à chaleur au gaz naturel.

Le schéma 3.7 représente les différents types de pompe à chaleur.

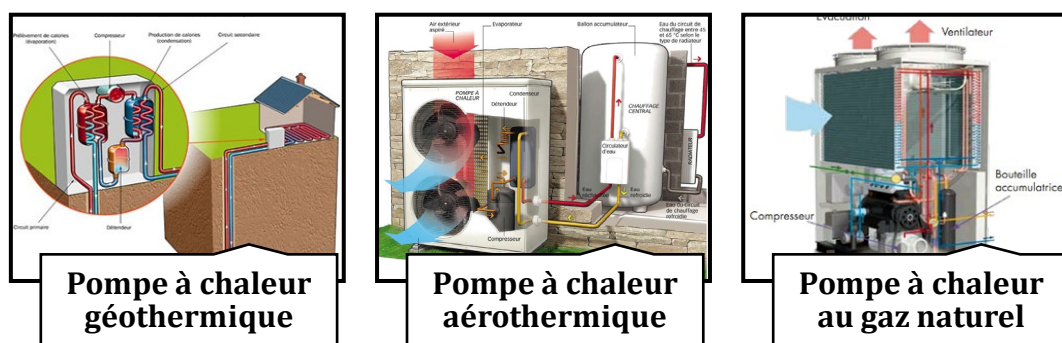


Figure 3.7 Les différents types de pompes à chaleur

### c) Le chauffe-eau solaire

Le chauffe-eau solaire permet de capter la lumière du soleil et ensuite de réchauffer l'eau qu'on peut utiliser dans les logements pour l'eau sanitaire. Le chauffe-eau solaire est composé de 3 équipements :

- Un panneau thermique, qui capte le soleil et est placé sur le toit ;
- Un réservoir pour stocker l'eau chaude ;
- Les accessoires, pour transposer l'énergie solaire entre le panneau thermique et le réservoir. Comme une pompe ou un circulateur ou bien un régulateur thermique.

La figure 3.8 schématise le fonctionnement d'un chauffe-eau solaire.

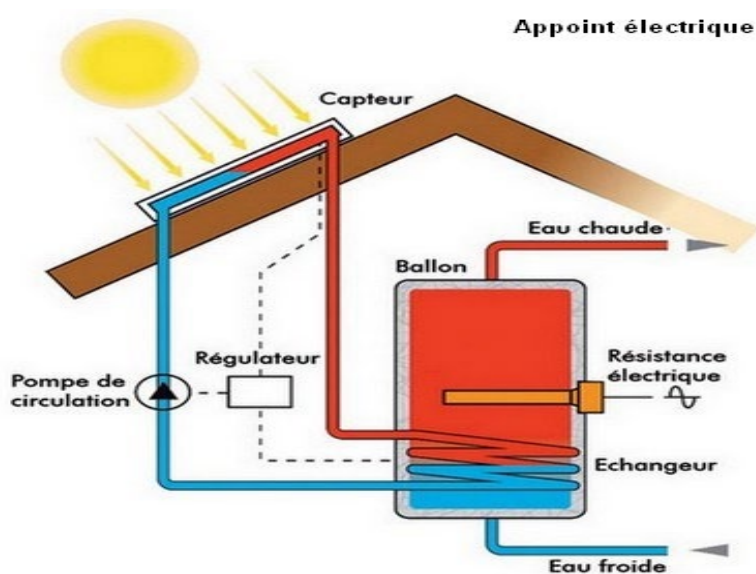


Figure 3.8 Fonctionnement d'un chauffe-eau solaire

### 2.1.2.2. La ventilation à double flux

C'est l'un des autres équipements indispensables à la bonne efficacité énergétique passive du bâtiment. Elle réduit la facture tout en améliorant la qualité de l'air intérieur. C'est le système le plus "maîtrisable". Quelles que soient les conditions climatiques extérieures (vent, température), il est possible de :

- Capturer l'air extérieur
- Filtrer cet air,
- Contrôler les débits de pulsion et d'extraction, indépendamment des influences externes,
- Mettre à volonté certains locaux en surpression ou en dépression.
- Il permet également de prétraiter l'air pour l'amener dans des conditions de température proches de celles des locaux, ce qui évite tout inconfort.

La figure 3.9 schématise la ventilation à double flux.

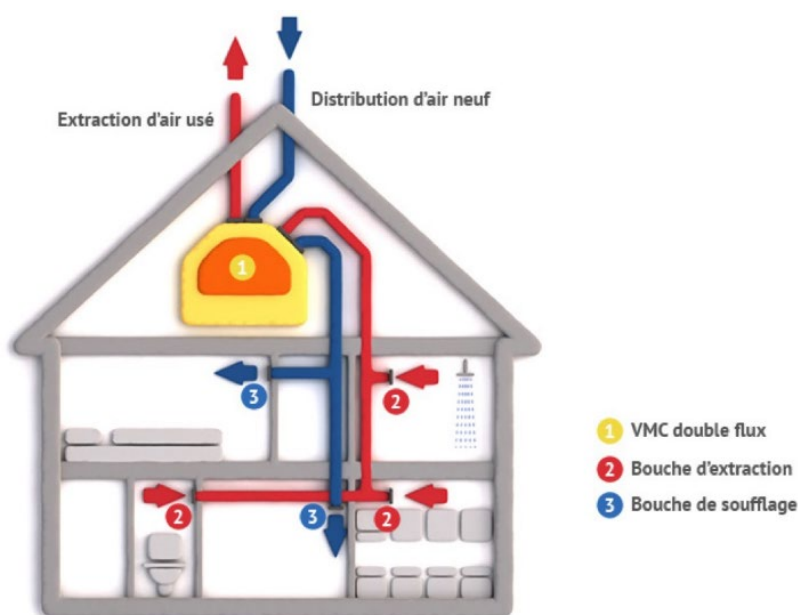


Figure 3.9 Système de ventilation à double flux

## 2.2. Les solutions d'efficacité énergétique actives

Les solutions d'efficacité énergétique actives ont pour objectif de superviser, gérer et optimiser le fonctionnement des systèmes et des équipements. Ces derniers permettent de :

- Diminuer la consommation d'énergie,
- Améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment,
- Améliorer la qualité de l'énergie (en consommant l'énergie juste nécessaire)
- Réduire la facture énergétique.

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

- ✓ Mesure des consommations.
- ✓ Régulation chauffage, ventilation, climatisation
- ✓ Gestion de la protection solaire.
- ✓ Production de l'énergie renouvelable.
- ✓ Installation des équipements performants.
- ✓ La domotique (automatisation).

Ci-après nous allons détailler tout ce qui se rapporte à l'automatisation du bâtiment, appelé également domotique.

### 2.2.1. L'automatisation

L'automatisation est nécessaire à la performance de toute installation. La figure 3.10 représente les axes qu'intègre la domotique dans le bâtiment et la figure 3.11 schématise les différents types d'automatisations dans le bâtiment qui sont détaillés ci-après.

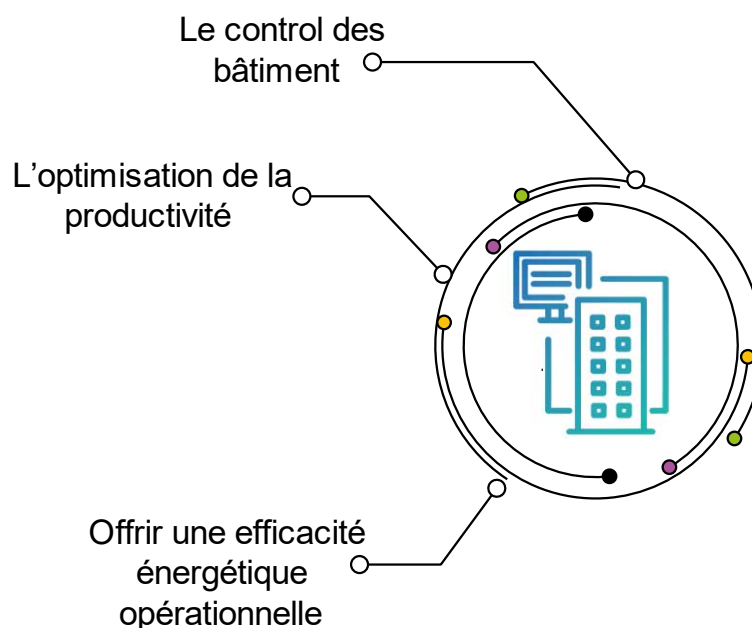


Figure 3.10 Les axes d'automatisation des bâtiments

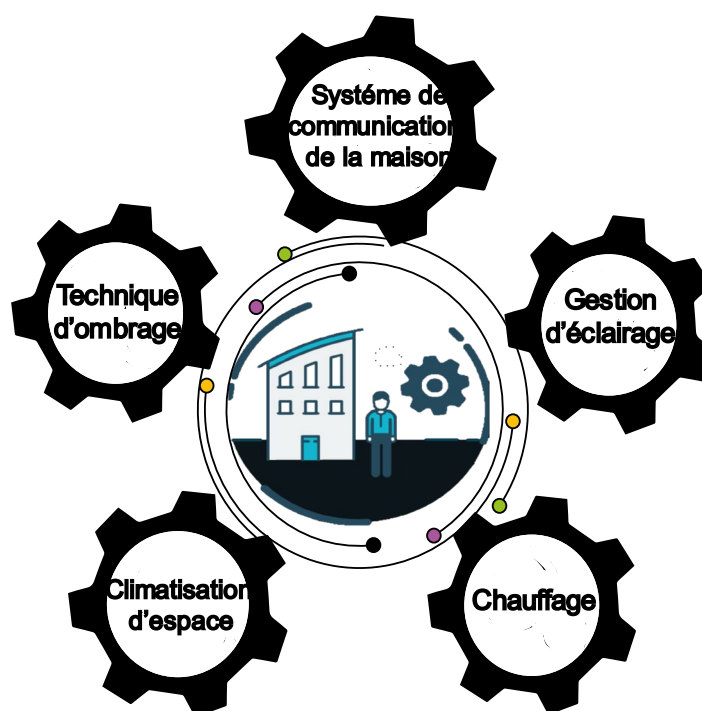


Figure 3.11 Les différents types d'automatisation dans le bâtiment

#### 2.2.1.1. Les techniques d'ombrage

Cette méthode permet d'installer des panneaux automatisés pour optimiser le rayonnement solaire sur les fenêtres afin d'équilibrer la température et la lumière du soleil dans le bâtiment. Cela permet :

- La réduction des coûts d'énergie grâce au contrôle moderne des stores, qui empêche les réflexions solaires à travers les façades vitrées ;
- La réduction des coûts de chauffage, de refroidissement et d'éclairage artificiel.

#### **2.2.1.2. Gestion d'éclairage**

La gestion d'éclairage en fonction de la demande et de l'utilisation permet une réduction significative des coûts énergétiques.

#### **2.2.1.3. Climatisation d'espace**

Ce concept permet non seulement de contrôler la température et l'humidité de l'air en fonction des besoins, du temps et des mouvements, mais aussi de contrôler des fonctions telles que la surveillance des fenêtres et le thermo contrôle automatique.

#### **2.2.1.4. Chauffage**

Des systèmes qui permettent le fonctionnement de la chaudière en intermittence pour une consommation d'énergie optimisée.

#### **2.2.1.5. Système de communication des éléments de la maison**

C'est un réseau de matériel, de communication et d'interfaces électroniques qui fonctionnent pour intégrer les appareils quotidiens les uns aux autres via l'internet. Chaque appareil est doté de capteurs et est connecté par Wi-Fi, de sorte qu'il soit géré de chez soi ou à des kilomètres de distance.

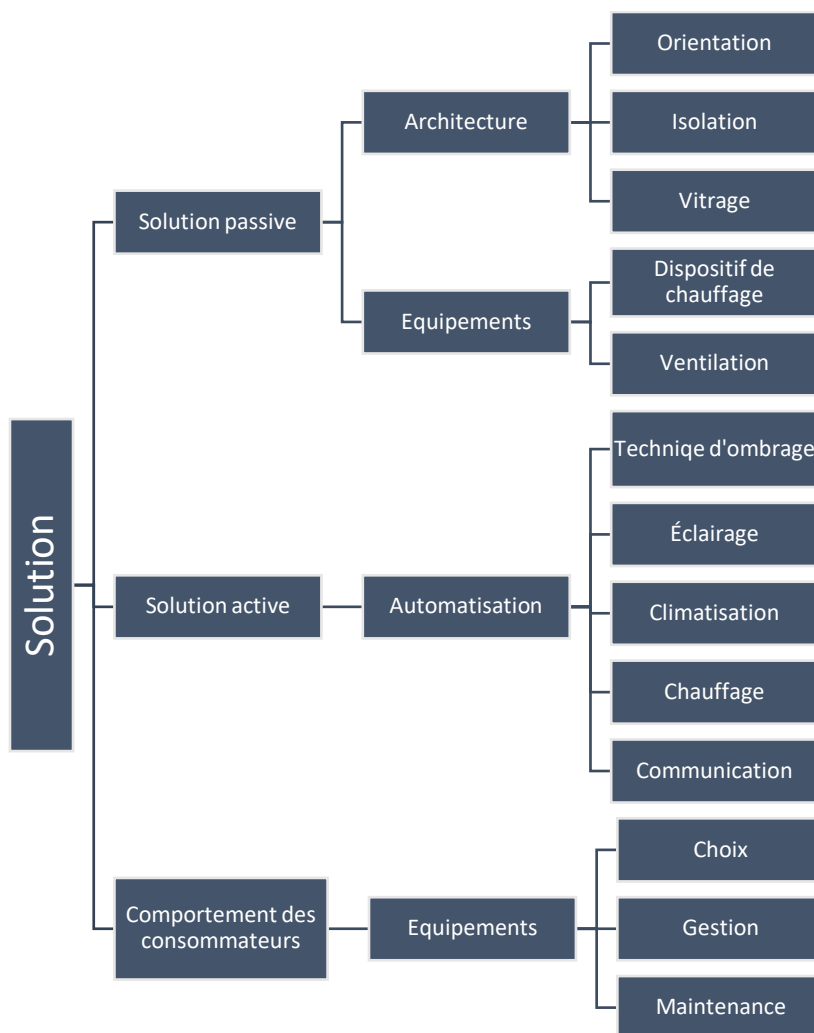
### **2.3. Comportement des consommateurs**

Aucune amélioration significative en matière d'efficacité énergétique ne pourra être faite sans la mobilisation des consommateurs. Ainsi le rôle du consommateur se résume dans les points suivants :

- Choix des équipements (performance)
- Gestions des équipements (radiateurs, volets, lampes)
- Maintenance des équipements

### 3. Conclusion

Plusieurs solutions d'optimisation énergétique ont été présentées dans ce chapitre. Ces dernières sont bénéfiques autant pour le consommateur à travers la réduction de la facture énergétique, que pour l'environnement, car la maîtrise de l'énergie diminue la pression sur l'impact environnemental et socioéconomique. La figure 3.12 résume les différentes solutions précédemment citées.



**Figure 3.12 Différentes solutions d'efficacité énergétique**

La prochaine étape de ce travail consiste à définir la méthodologie de calcul thermique qui sera présenté dans le chapitre qui suit.

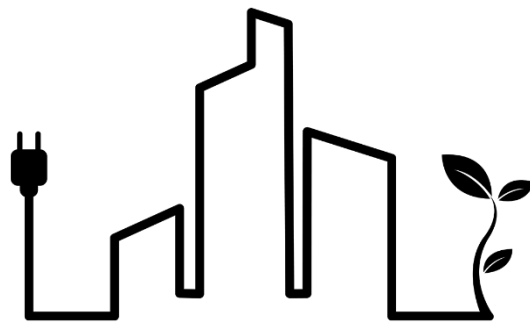


# CHAPITRE 04

---

## « Méthodologie de calcul »

---



*« Le but n'est pas seulement le but, mais le chemin qui y conduit. »*

*Lao Tseu*

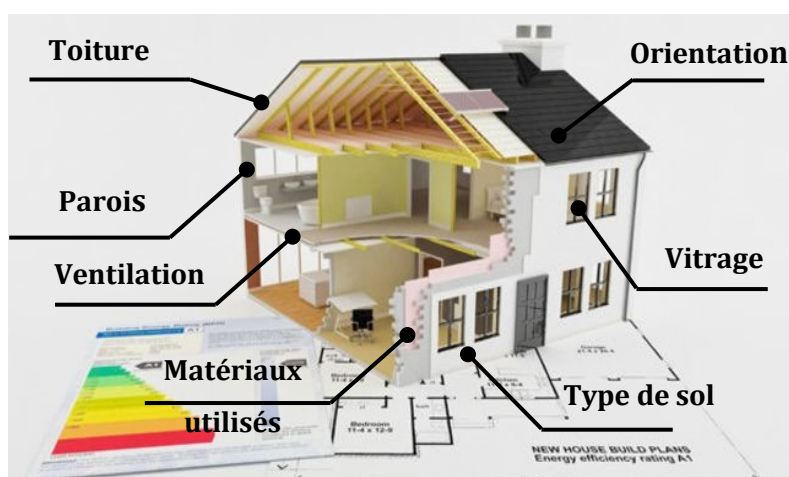
## 1. Introduction

La réalisation d'une habitation peut comporter de nombreuses faiblesses thermiques. Ceci peut être dû au fait que les constructeurs ne prennent pas la peine d'assurer une parfaite isolation de leurs constructions. Ce qui peut s'expliquer en partie par le manque d'exigences de la part des maitres d'ouvrage ou par le manque de maîtrise des entreprises ou sinon une mauvaise définition des besoins énergétiques de la structure par les concepteurs. Pour répondre aux problèmes liés à la thermique du bâtiment, des méthodes d'évaluation thermique ont été mises en œuvre.

Ce chapitre aura donc pour objectif de montrer comment se fait le calcul thermique d'un bâtiment. Par la suite, nous allons faire une brève présentation du logiciel de calcul que nous allons utiliser.

## 2. Bilan thermique

Afin de pouvoir calculer les besoins énergétiques d'une structure, il est nécessaire de passer par un bilan thermique. Ce dernier permet de faire le point sur les faiblesses d'une habitation sur le plan énergétique. En pratique, le bilan se traduit par de multiples relevés de mesures, effectués dans l'ensemble de l'habitation. La figure 4.1 schématise les principaux points à analyser lors d'un bilan thermique.



**Figure 4.1 Points analysés par le bilan thermique**

Le calcul d'un bilan thermique permet de connaître avec précision la quantité d'énergie qu'il faudra pour chauffer et refroidir un local, la justesse de ce calcul est primordiale non seulement pour le coût de l'installation, mais aussi pour son exploitation.

D'autres éléments doivent être pris en compte comme le renouvellement d'air naturel ou mécanique, les divers ponts thermiques ainsi que les apports qui pondéreront le calcul par exemple l'éclairage, l'occupation humaine, les appareils ménagers...etc. [36]

### 3. Méthodologie du calcul du bilan thermique

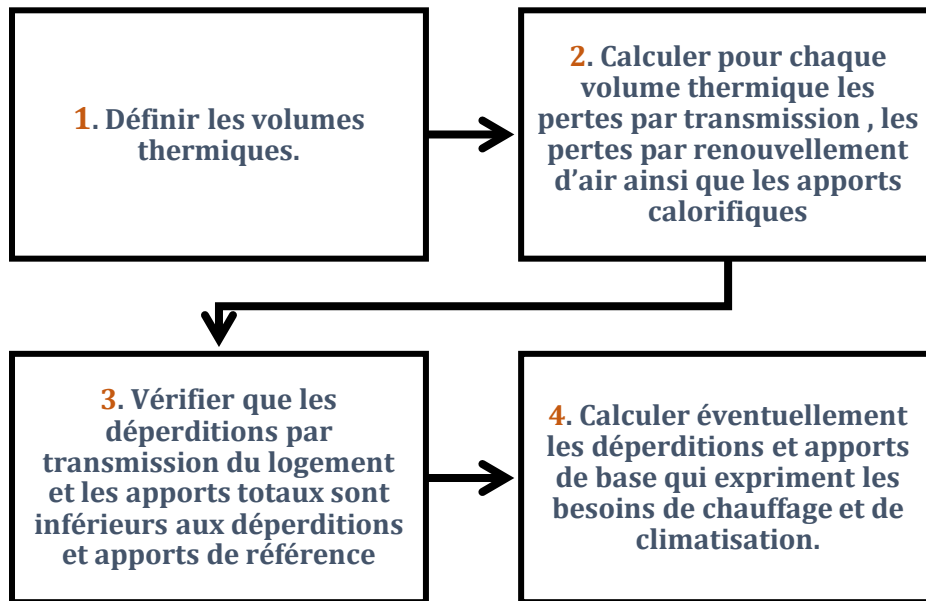
Plusieurs normes existent à travers la littérature pour le calcul du bilan thermique. En Algérie, les normes applicables pour cette discipline sont regroupées dans ce qu'on appelle les documents techniques réglementaires. Ces documents apportent une première réponse aux problèmes liés aux thermiques des bâtiments en fournissant aux professionnels des méthodes d'évaluation thermique des logements. L'exigence réglementaire sur laquelle se base ce DTR est de déterminer les apports calorifiques du logement ainsi que de limiter les pertes thermiques du logement en fixant un seuil à ne pas dépasser (appelé perte de référence et apport de référence).

Le respect de ce seuil devrait permettre une économie de 20 à 30% sur la consommation d'énergie pour le chauffage et la climatisation des logements, sans pour autant porter atteinte au confort des utilisateurs.

Les objectifs du calcul d'un bilan thermique se résument comme suit :

- Détermination des déperditions et des apports calorifiques des bâtiments ;
- Vérification de la conformité des bâtiments à la réglementation thermique d'hiver et d'été ;
- Dimensionnement des installations de chauffage et de climatisation des bâtiments ;
- Conception thermique des bâtiments.

Sur la base des DTR C 3-2 [37] et DTR C 3-4 [38], une procédure de conception est définie. Celle-ci est résumée dans la figure 4.2 ci-dessous.



**Figure 4.2 Procédure de calcul d'un bilan thermique**

### **3.1. Expression générale des déperditions et des apports calorifiques**

Le calcul des déperditions et des apports calorifique (étape2, figure 4.2) se fait en utilisant les formules de calculs détaillées dans les tableaux 4.1 et 4.2 ci-après.

**Tableau 4.1 expression générale de déperditions**

Désignation	Formule	Référence	Légende
<b>Déperdition totale d'un logement</b>	$D = \sum D_i \quad (W/^\circ C)$	CH_2 §2.1 (DTR_C-3-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>D_i</math> Déperditions totales du volume i</li> </ul>
<b>Déperditions totales d'un volume</b>	$D_i = D_{(T)_i} + D_{(R)_i} \quad (W/^\circ C)$	CH_2 §2.2 (DTR_C-3-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>D_{(T)_i}</math> Déperditions par transmission du volume i</li> <li><math>D_{(R)_i}</math> Déperditions par renouvellement d'air du volume i</li> </ul>
<b>Déperditions par transmission d'un volume</b>	$D_{(T)_i} = D_{(s)_i} + D_{(l)_i} + D_{(sol)_i} + D_{(inc)_i} \quad (W/^\circ C)$	CH_2 §2.3 (DTR_C-3-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>D_{(s)_i}</math> (<math>W/^\circ C</math>) Déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur (cf. ch. 3) ;</li> <li><math>D_{(l)_i}</math> (<math>W/^\circ C</math>) Déperditions à travers les liaisons (cf. ch. 4) ;</li> <li><math>D_{(sol)_i}</math> (<math>W/^\circ C</math>) Déperditions à travers les parois en contact avec le sol (cf. chapitre 5) ;</li> <li><math>D_{(inc)_i}</math> (<math>W/^\circ C</math>) Déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffé (cf. ch. 6).</li> </ul>
<b>Déperditions surfaciques</b>	$D_s = K \times A \quad (W/^\circ C)$	Ch_3 §1.1 (DTR_C-3-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>K</math> [<math>W / m^2 . ^\circ C</math>] est le coefficient de transmission surfacique ;</li> <li><math>A</math> (<math>m^2</math>) est la surface intérieure de la paroi.</li> </ul>
<b>Déperditions à travers les liaisons</b>	$D_{li} = k_1 \times L \quad (W/^\circ C)$	CH_4 §1 (DTR_C-3-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>k_1</math> (<math>W / m . ^\circ C</math>) représente le coefficient de transmission linéique de la liaison ;</li> <li><math>L</math> (m) représente la longueur intérieure de la liaison.</li> </ul>
<b>Déperditions à travers les parois en contact avec le sol (Plancher haut enterrer)</b>	$D_{sol} = (k_{sol} \times A) \quad (W/^\circ C)$	CH_5 §2.1.1 (DTR_C-3-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>K</math> [<math>W / m^2 . ^\circ C</math>] est le coefficient de transmission surfacique du plancher haut enterré ;</li> <li><math>A</math> (<math>m^2</math>) est la surface intérieure du plancher.</li> </ul>
<b>Déperditions à travers les parois en contact avec le sol (Plancher bas enterrer)</b>	$D_{sol} = (k_s \times p) \quad (W/^\circ C)$	CH_5 §2.2.1 (DTR_C-3-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>K_s</math> [<math>W / m^2 . ^\circ C</math>] est le coefficient de transmission linéique du plancher bas ou du mur dont les valeurs sont données dans le chapitre 5 §3</li> <li><math>p</math> (m) est la longueur de la paroi définie au chapitre 1 §1.3</li> </ul>

<p><b>Déperdition à travers les parois en contact avec les locaux non-chauffés</b></p>	$D_{inc} = Tau \times [\sum(K \times A) + \sum k1 \times L] \quad (W/^{\circ}C)$	<p>CH_6 §1.2 (DTR_C-3-2)</p>	<p>K [W/m<sup>2</sup>. °C] est le coefficient de transmission surfacique de chaque partie. <math>\frac{1}{K} = 0,14 + R_p + \frac{e}{1,9}</math> [m<sup>2</sup>. °C / W]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A [m<sup>2</sup>] est la surface intérieure de chaque partie surfacique.</li> <li>• k1 [W/m.°C] est le coefficient de transmission linéique de chaque liaison.</li> <li>• L [m] est la longueur intérieure de chaque liaison.</li> <li>• Tau est le coefficient de réduction de température, il est soit calculé ou déterminé forfaitairement.</li> </ul> $Tau = \frac{t_i - t_n}{t_i - t_e} = \frac{d_e}{d_e - a_c}$
<p><b>Déperdition par renouvellement d'air d'un volume</b></p>	$D_{(R)i} = D_{(RV)i} + D_{(RS)i} \quad (W/^{\circ}C)$	<p>CH_2 §2.4 (DTR_C-3-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>D_{(RV)i}</math> (W/°C) représente les déperditions dues au fonctionnement normal des dispositifs de ventilation (cf. chapitre 7)</li> <li>• <math>D_{(RS)i}</math> (W/°C) représente les déperditions supplémentaires dues au vent (cf. chapitre 7)</li> </ul>
<p><b>Débit spécifique de ventilation</b></p>	$Q_v = Max[0.6 \times V_h ; Q_{vréf}]$	<p>CH_7 §2.2.3 (DTR_C-3-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>V_h</math> (m<sup>3</sup>) désigne le volume habitable ;</li> <li>• <math>Q_{vréf}</math> (m<sup>3</sup>/h) désigne le débit extrait de référence</li> </ul>
<p><b>Débit supplémentaire dû à l'effet du vent</b></p>	$Q_s = \sum (P P_i \times e v_i)$	<p>CH_7 §2.3.3 (DTR_C-3-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>P P_i</math> (m<sup>3</sup>/h) (sous une différence de pression <math>\Delta P = 1</math> Pa) est la perméabilité à l'air de la paroi i</li> <li>• <math>e v_i</math> (sans dimension) est le coefficient d'exposition au vent affecté à la paroi i</li> </ul>
<p><b>Vérification réglementaire</b></p>	$D_T \leq 1,05 \times D_{réf} \quad (W/^{\circ}C)$	<p>... CH_2 §3.1 (DTR_C-3-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>D_T</math> (W/°C) représente les déperditions par transmission du logement</li> <li>• <math>D_{réf}</math> (W/°C) représente les déperditions de référence</li> </ul>
<p><b>Déperditions de référence</b></p>	$D_{réf} = a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5 \quad [W/^{\circ}C]$	<p>CH_2 §3.2 (DTR_C-3-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les <math>S_i</math> (en m<sup>2</sup>) représentent les surfaces des parois en contact avec l'extérieur, un comble, un vide sanitaire, un local non chauffé ou le sol.</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>Les coefficients a, b, c, d et e, (en W/m<sup>2</sup>.°C), sont donnés dans le tableau 2.1 chapitre 2 Du DTR_C3-2. Ils dépendent de la nature du logement et de la zone climatique.</li> </ul>
<b>Déperditions de base totales</b>	$D_B = \sum(D_B)_i \quad (W)$	CH_2 §4.2 (DTR_C-3-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>D_B</math> (W) représente les déperditions de base de chaque volume.</li> </ul>
<b>Déperditions de base pour un volume</b>	$(D_B)_i = D_i \times (t_{bi} - t_{be}) \quad (W)$	CH_2 §4.3 (DTR_C-3-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>D_i</math> (W) représente les déperditions totales du volume thermique i</li> <li><math>t_{bi}</math> (°C) représente la température intérieure de base du volume considéré</li> <li><math>t_{be}</math> (°C) représente la température extérieure de base du lieu d'implantations de la construction</li> </ul>
<b>Puissance de chauffage</b>	$Q = [t_{bi} - t_{be}] \times [1 + \text{Max}(c_r ; c_{in})]D_t + [(1 + c_r) \times D_R \quad (W)$	CH_2 §5.2.1 (DTR_C-3-2)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>t_{bi}</math> (°C) représente la température intérieure de base du volume considéré</li> <li><math>t_{be}</math> (°C) représente la température extérieure de base du lieu d'implantations de la construction</li> <li><math>D_T</math> (W/°C) représente les déperditions par transmission du logement</li> <li><math>D_R</math> (W/°C) représente les déperditions par renouvellement d'air</li> <li><math>c_r</math> (Sans dimension) est un ratio estimé des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauterie éventuel</li> <li><math>c_{in}</math> (Sans dimension) représente un coefficient de surpuissance.</li> </ul>

Tableau 4.2 expression generale des apports

Désignation	Formule	Référence	Légende
<b>Apport calorifique sensible</b>	$A_s = APO + AV + AIs + AINFs \quad [W]$	CH_1 §3.1.1 (DTR_C-3-4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APO ( W) représente les apports par les parois opaques (cf. chapitre 3),</li> <li>• AV (W) représente les apports à travers les parois vitrées (cf. chapitre 4),</li> <li>• AIs (W) représentent les parties sensibles et latentes des apports internes (cf. chapitre 5),</li> <li>• AINFs (W) représente les parties sensibles et latentes des apports dus aux infiltrations d'air (cf. chapitre 6).</li> </ul>
<b>Apport calorifique latentes</b>	$A_l = AIl + AINFl \quad [W]$	CH_1 §3.1.1 (DTR_C-3-4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AIl (W) représentent les parties sensibles et latentes des apports internes (cf. chapitre 5),</li> <li>• AINFl (W) représentent les parties sensibles et latentes des apports dus aux infiltrations d'air (cf. chapitre 6).</li> </ul>
<b>Apport à travers les parois extérieur</b>	$APO(t) = 1,2 \times K_{été} \times S_{int} \times \Delta te(t) \quad [W]$	CH_3 §1.2.1 (DTR_C-3-4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,2 (sans dimension) est un coefficient majorateur tenant compte des apports latéraux linéiques ( à travers les ponts thermiques)</li> <li>• <math>K_{été}</math> (W/m<sup>2</sup>. °C) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été (cf. § 1.2.2),</li> <li>• <math>S_{int}</math> (m<sup>2</sup>) est la surface intérieure totale de la paroi considérée ; pour les toitures en pente, on prendra la projection horizontale de la surface ;</li> <li>• <math>\Delta te(t)</math> (°C) est la différence équivalente de température à l'heure t (cf. §1.3).</li> </ul>
<b>Apport à travers les parois intérieures en</b>	$PO(t) = K_{été} \times S_{int} \times [TSa - TSb_{b,i}] \quad [W]$	CH_3 §2.1.1 (DTR_C-3-4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>K_{été}</math> (W/m<sup>2</sup>. °C) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été (cf. § 1.2.2),</li> <li>• <math>S_{int}</math> (m<sup>2</sup>) est la surface intérieure totale de la paroi considérée ;</li> </ul>



<p><b>contact avec deux locaux conditionnés</b></p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>TS_a</math> (°C) est la température sèche de l'air intérieur du local adjacent ;</li> <li>• <math>TS_{b,i}</math> (°C) est la température sèche de l'air intérieur du local considéré</li> </ul>
<p><b>Apport à travers les parois intérieures en contact avec un local non conditionné</b></p>	$APO(t) = K_{été} \times S_{int} \times \Delta t_{inc}(t)$ <p style="text-align: center;">[W]</p>	<p>CH_3 §2.1.2 (DTR_C-3-4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>K_{été}</math> (W/m<sup>2</sup>. °C) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été (cf. § 1.2.2),</li> <li>• <math>S_{int}</math> (m<sup>2</sup>) est la surface intérieure totale de la paroi considérée ; pour les toitures en pente, on prendra la projection horizontale de la surface ;</li> <li>• <math>\Delta t_{inc}(t)</math> (°C) représente l'écart de température entre l'espace non conditionné et le local considéré. t (cf. §1.3).</li> </ul>
<p><b>Les apports à travers les parois en contact avec le sol</b></p>	$APO(t) = K_{été} \times S_{app} \times [TS_m - TS_{b,i}]$ <p style="text-align: center;">[W]</p>	<p>CH_3 §3.3.1 (DTR_C-3-4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>K_{été}</math> (W/m<sup>2</sup>. °C) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été (cf. § 1.2.2),</li> <li>• <math>S_{app}</math> (m<sup>2</sup>) est la surface de la zone d'apport ;</li> <li>• <math>TS_m</math> (°C) est la température moyenne sèche de l'air extérieur ;</li> <li>• <math>TS_{b,i}</math> (°C) est la température intérieure du local conditionné.</li> </ul>
<p><b>Apports à travers les parois vitrées intérieures</b></p>	$AVT(t) = K_{été} \times S_{ouv} \times [(TS_e(t) - C_{inc}) - TS_{b,i}]$ <p style="text-align: center;">[W]</p>	<p>CH_4 §1.1.1 (DTR_C3-4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>K_{été}</math> (W/m<sup>2</sup>. °C) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été (cf. § 1.2.2),</li> <li>• <math>S_{ouv}</math> (m<sup>2</sup>) est la surface de l'ouverture dans la paroi opaque ;</li> <li>• <math>TS_e(t)</math> (°C) est la température extérieure sèche à l'instant considéré (cf. chapitre 2. §1.1)</li> <li>• <math>C_{inc}</math> (°C) est un coefficient correcteur (cf. § 2.2)</li> <li>• <math>TS_{b,i}</math> (°C) représente la température intérieure du local conditionné.</li> </ul>
<p>Apports à travers les parois vitrées extérieures</p>	$AV(t) = AVT(t) + AVE(t)$ <p style="text-align: center;">[W]</p>	<p>CH_4 §1.1.2 (DTR_C3-4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AVT(t) (W) représente les gains dus au gradient de température à travers les parois vitrées ;</li> <li>• AVE(t) (W) représente les gains dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées.</li> </ul>

<p><b>Gains dus au gradient de température à travers les parois vitrées extérieures</b></p>	$AVT(t) = 1,2 \times K_{été} \times S_{ouv} \times [TS_e(t) - TS_{b,i}] \quad [W]$	<p>CH_4 §1.1.3 (DTR_C3-4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,2 (sans dimension) est un coefficient majorateur tenant compte des apports latéraux linéiques ( à travers les ponts thermiques)</li> <li>• <math>K_{été}</math> (<math>W/m^2 \cdot ^\circ C</math>) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été (cf. § 1.2.2),</li> <li>• <math>S_{ouv}</math> (<math>m^2</math>) est la surface de l'ouverture dans la paroi opaque ;</li> <li>• <math>TS_e(t)</math> (<math>^\circ C</math>) est la température extérieure sèche à l'instant considéré (cf. chapitre 2. §1.1)</li> <li>• <math>TS_{b,i}</math> (<math>^\circ C</math>) représente la température intérieure du local conditionné.</li> </ul>
<p><b>Gains dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées extérieures</b></p>	$AVE(t) = [SV_{ens} \times I_t + (SV - SV_{ens}) \times I_d] \times FS \times N_{PVI}(t) \quad [W]$	<p>CH_4 §1.1.4 (DTR_C3-4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>SV</math> (en <math>m^2</math>) est la surface totale vitrée,</li> <li>• <math>SV_{ens}</math> (<math>m^2</math>) est la surface vitrée ensoleillée (cf. annexe 4 pour la détermination des parties ensoleillées),</li> <li>• <math>SV - SV_{ens}</math> (<math>m^2</math>) est la surface vitrée à l'ombre (cf. annexe 4 pour la détermination des parties ensoleillées),</li> <li>• <math>I_t</math> (<math>W/m^2</math>) est le rayonnement total maximal réel (cf. chapitre 2, § 1.2.3),</li> <li>• <math>I_d</math> (<math>W/m^2</math>) est le rayonnement diffus maximal réel (cf. chapitre 2, § 1.2.3),</li> <li>• <math>N_{PVI}(t)</math> Représente le coefficient d'amortissement relatif aux gains par ensoleillement à travers les parois vitrées à l'heure t considérée (cf. § 1.2),</li> <li>• <math>FS</math> est le facteur solaire du vitrage (cf. § 2).</li> </ul>

<p><b>Apports de chaleur interne</b></p>	$AI(t) = \sum_j CS_j \times AI_{S,j} \times N_{ALj} + \left( \sum_j CS_j \times AI_{Lj} \right)$	<p>CH_5 §1.3 (DTR_C-3-4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>AI_{S,j}</math> (W) représente la partie sensible de l'apport interne j ; la détermination de ces apports est donnée au paragraphe 2 ;</li> <li>• <math>AI_{L,j}</math> (W) représente la partie latente de l'apport interne j ; la détermination de ces apports est donnée au paragraphe 2 ;</li> <li>• <math>CS_j</math> est le coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne j ; en l'absence d'information, les valeurs à considérer pour les coefficients de simultanéité sont celles du tableau 5.1 chapitre 5 _DTR C3-4;</li> <li>• <math>N_{ALj}</math> est le coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne j (cf. § 1.4).</li> <li>•</li> </ul>
<p><b>Vérification réglementaire</b></p>	$APO (15 h) + AV (15 h) \leq 1,05 \times Aréf(15 h) \quad [W]$	<p>CH_1 §3.2.1 (DTR_C-3-2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APO (en W) désigne les apports calorifiques à travers les parois opaques aériennes (cf. chapitre 3)</li> <li>• AV (en W) désigne les apports calorifiques à travers les parois vitrées (cf. § 4) ;</li> <li>• Aréf(en W) désigne les apports calorifiques de référence (cf. § 3.2.2).</li> </ul>

## 4. Présentation du logiciel de calcul

Afin de simplifier le calcul du bilan thermique nous allons utiliser un logiciel de calcul fourni par l'APRUE qui se nomme CTBAT basé sur le DTR C 3-2 [37] et le DTR C 3-4 [38]. Ce logiciel est très pratique pour les thermiciens désireux de calculer et de vérifier la conformité de leurs conceptions. Il présente une interface ergonomique qui permet à l'utilisateur de décrire les différentes composantes de son projet de construction (figure 4.3).

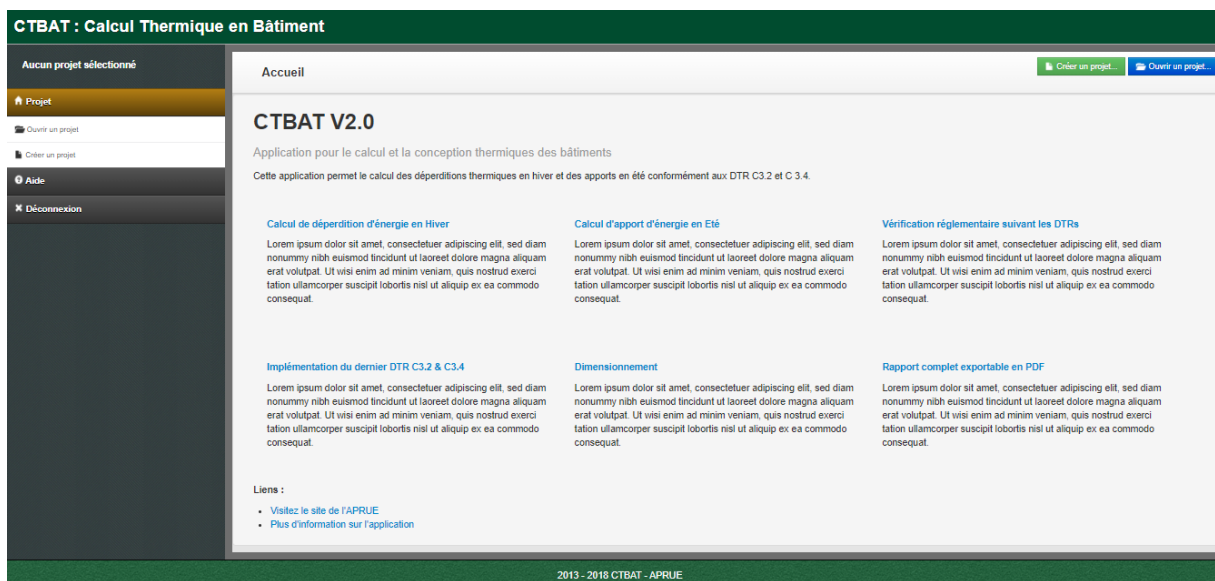


Figure 4.3 écran d'accueil du logiciel CTBAT

Les différentes étapes d'utilisation de logiciel CTBAT sont représentées dans le logigramme ci-après (figure4.4)

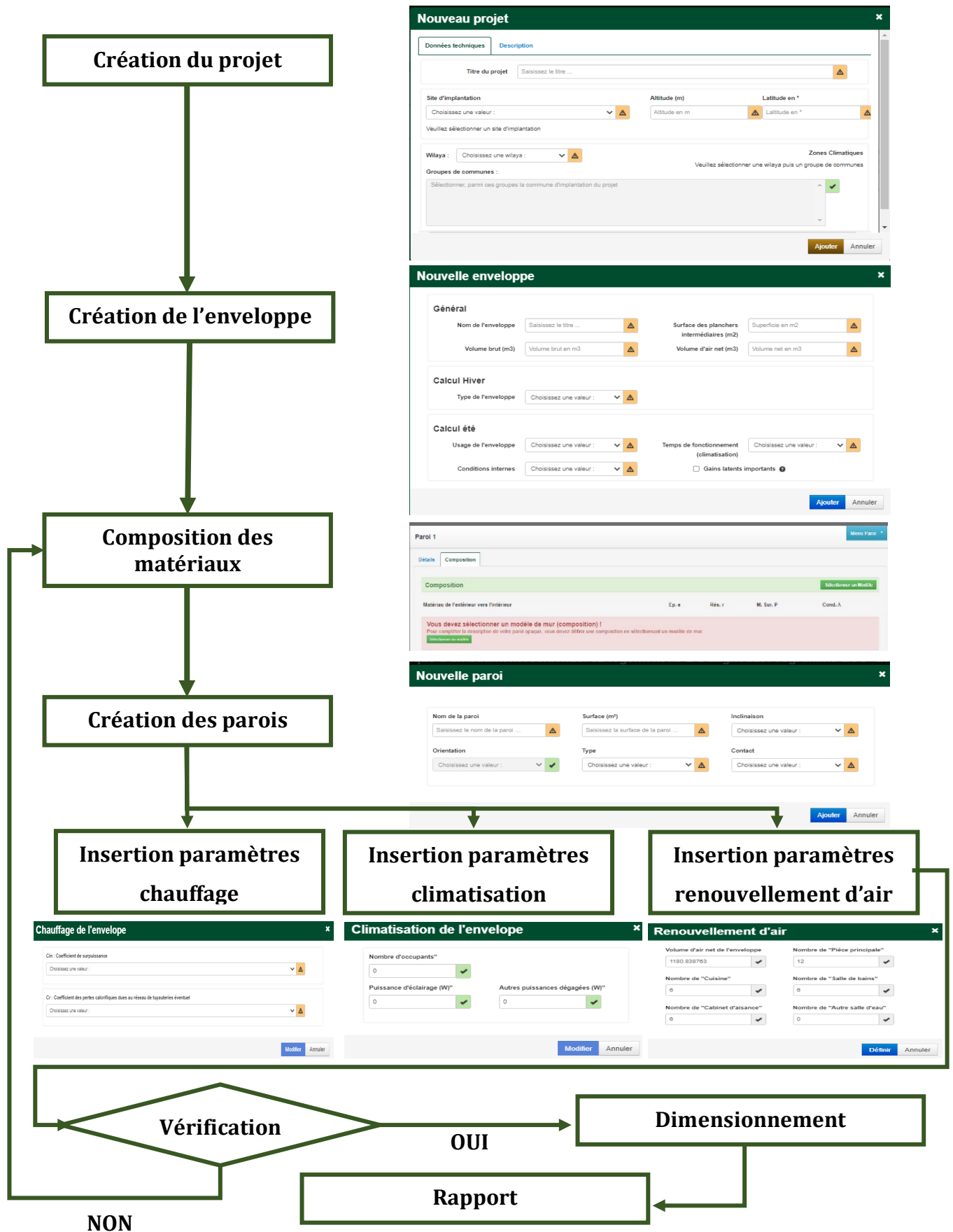


Figure 4.4 Logigramme de l'utilisation du logiciel CTBAT

## 5. Conclusion

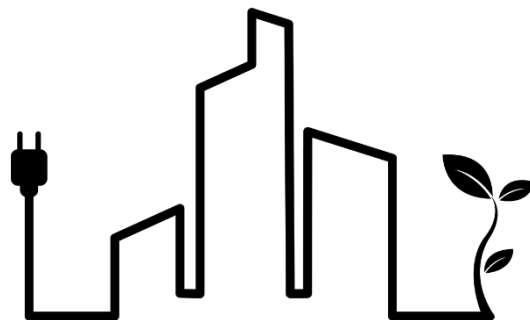
Dans ce chapitre nous avons détaillé les différentes étapes à suivre afin de faire le bilan thermique d'un bâtiment et de déterminer ses besoins énergétiques. En vue de gagner en efficacité, nous avons présenté le logiciel CTBAT, un outil pratique et performant qui va grandement nous aider pour effectuer le calcul de notre étude de cas. Dans le chapitre suivant, nous allons utiliser le logiciel CTBAT pour calculer le bilan thermique dans un cas pratique.

# CHAPITRE 05

---

## « Étude de cas »

---

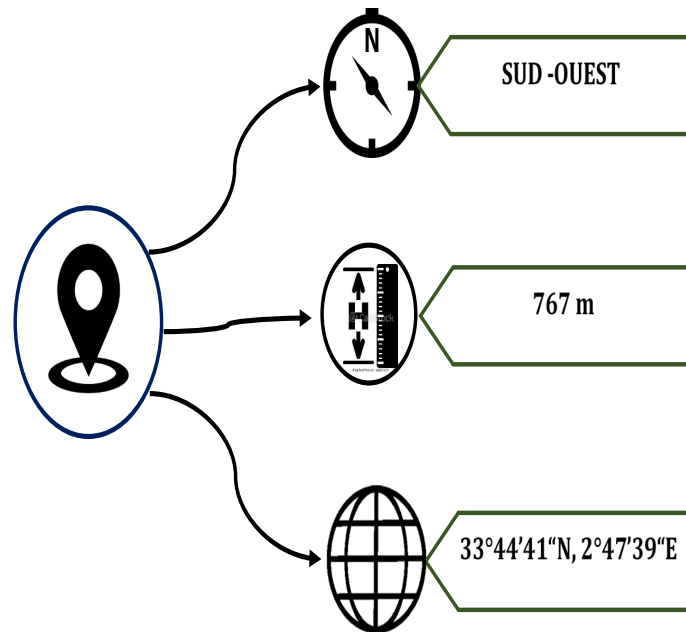


*« Je suis invisible, comprenez bien, simplement  
parce que les gens refusent de me voir »*

*Ralph ellison*







**Figure 5.2 Coordonées géographiques d'El Kheneg**

Notre choix s'est porté sur ce cas d'étude en raison de la disponibilité des données. Le projet s'inscrit dans le programme ECOBAT et la conception architecturale de ses logements est basée sur deux facteurs essentiels :

- L'optimisation du confort thermique des logements en réduisant le recours au chauffage et à la climatisation ;
- La réduction du recours à la lumière artificielle.

Les 32 logements contiennent 6 blocs, et chaque bloc est composé d'un rez-de-chaussée plus deux étages (R+2). La figure 5.2 représente le plan de masse et la 3D des 32 logements.

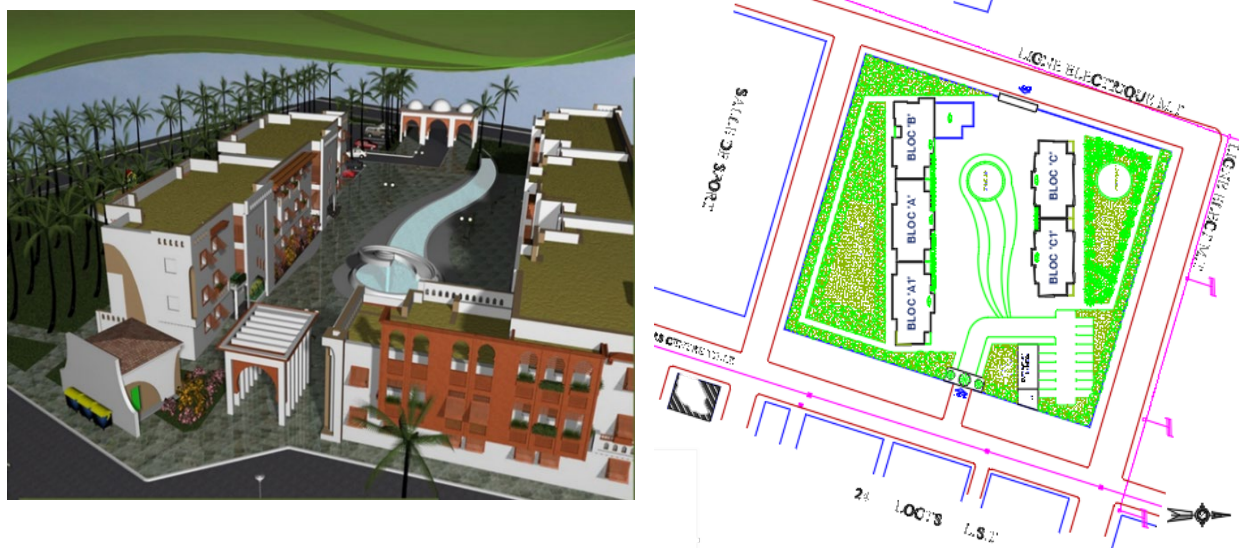


Figure 5.3 Plan de masse et vue 3D

## 2.1. Caractéristiques essentielles

Le tableau 5.1 représente les différentes caractéristiques des 32 logements.

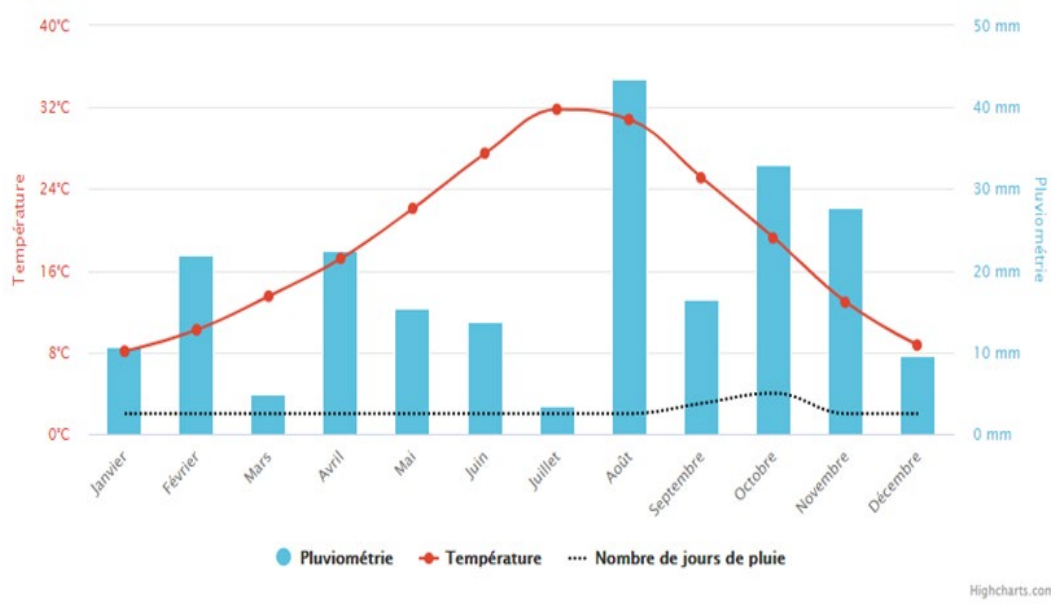
Tableau 5.1 Caractéristiques essentielles du projet

Caractéristique essentielle	
Surface du terrain	9 310.00 m <sup>2</sup>
Morphologie du terrain	Plat
Surface bâtie	2 218.65 m <sup>2</sup>
Surface d'un appartement	82,25 m <sup>2</sup>
Zone climatique Hiver	C
Zone climatique Été	D
Température extérieure en Hiver	1°
Température extérieure en Été	40°
Cout prévisionnel du projet	77 652 750.00 DA
Délai de réalisation du projet	18 mois

## 2.2. Données climatiques

### 2.2.1. Climat

El Kheneg possède un climat méditerranéen chaud avec été sec (Csa) selon la classification de Köppen-Geiger. Le climat du site est de type saharien. La figure 5.4 schématise e diagramme climatique d'el Kheneg.



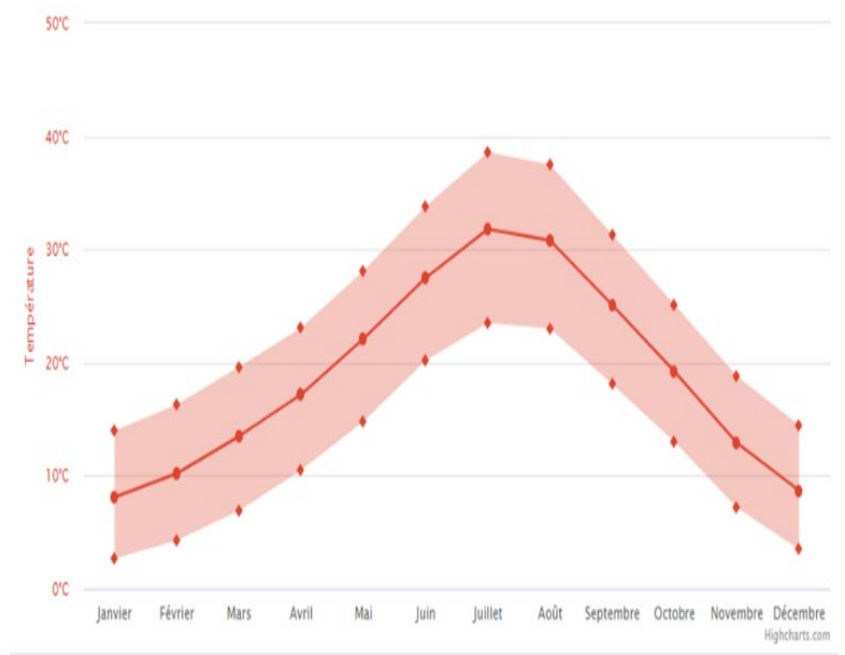
**Figure 5.4 Diagramme climatique d'El Kheneg**

Des précipitations moyennes de 3.4 mm font du mois de juillet le mois le plus sec. En août, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 43.4 mm.

### 2.2.2. Température

La température peut atteindre en hiver -2°C (Nuit), en été, en mois de juillet, elle atteint 39.5°C. Sur l'année, la température moyenne à El Kheneg est de 18.9°C.

Au mois de juillet, la température moyenne est de 31.8°C. Juillet est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 8.1°C à cette période. La figure 5.5 schématise la Courbe de température de El Kheneg.



**Figure 5.5 Courbe de température d'El Kheneg**







### **2.3. Matériaux utilisés**






Le tableau 5.3 représente les différents matériaux utilisés dans le projet ainsi que les schémas correspondants.

Parmi les matériaux utilisés, le matériau béton de terre stabilisé (BTS) représente la spécificité du projet. Ces principaux avantages sont :

- Forte inertie thermique ;
- Eviter les surchauffes la journée et tendre vers un meilleur confort thermique, en été ;
- Retenir la chaleur en hiver.

Tableau 5.2 Liste des différents matériaux utilisés

Matériaux		
Terre	Carrelage en terre cuite	Béton de terre stabilisé
		
Mortier	Mortier de pose (ciment)	Mortier bâtard
		
Plancher	Dalle en béton légèrement armé (plancher bas)	Plancher haut
		

<b>Enduits</b>	<b>Enduit de terre</b>	<b>Enduit en plâtre</b>
		
<b>Polystyrène</b>	<b>Mur</b>	<b>Sous dalle</b>
		
<b>Plaque en plâtre BA13</b>		



	Chaux	Sable + gravier	Film polyane
<b>Étanchéité</b>			
<b>Fenêtre Menuiserie aluminium avec double vitrage</b>			
<b>Portes (bois rouge)</b>	Porte extérieure	Porte intérieure	Porte extérieure vitrée
			

### 3. Hypothèses de calculs

Afin d'entamer les calculs thermiques, il est nécessaire de sélectionner un bloc parmi les 6. Nous avons choisi le bloc le plus exposé à savoir le bloc A1.

Ce bloc se compose d'un rez-de-chaussée plus deux étages et de six appartements, tous les appartements sont similaires et ont les mêmes pièces et surfaces. Les plans d'architecture du bloc A1 sont dans l'annexe.

#### 3.1. Caractéristiques thermiques et puissance énergétique

Il s'agira ici de détailler les conductivités et résistances des matériaux définis dans le tableau 5.2. Ils seront par la suite insérés dans le logiciel pour effectuer les calculs.

Le tableau 5.3 présente les caractéristiques thermiques des parois.

**Tableau 5.3 Caractéristique thermique des parois**

Matériau	Cond. $\lambda$	Épaisseur	Résistance
<b>Mur extérieur</b>			
Enduit extérieur en terre	0,60 W/m.°C	0,01 m	0,02 (m <sup>2</sup> .°C)/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	0,87 W/m.°C	0,35 m	0,40 (m <sup>2</sup> .°C)/W
Polystyrène expansé	0,04 W/m.°C	0,05 m	1,32 (m <sup>2</sup> .°C)/W
Plaque en BA13	0,25 W/m.°C	0,01 m	0,05 (m <sup>2</sup> .°C)/W
	<b>Total</b>	0,42 m	1,79 (m <sup>2</sup> .°C)/W
<b>Plancher bas</b>			
Produits en céramique carreaux et dalles	1,00 W/m.°C	0,01 m	0,01 (m <sup>2</sup> .°C)/W
Mortier de ciment	1,40 W/m.°C	0,02 m	0,01 (m <sup>2</sup> .°C)/W
Béton plein	1,75 W/m.°C	0,10 m	0,06 (m <sup>2</sup> .°C)/W
Polystyrène expansé	0,04 W/m.°C	0,04 m	1,05 (m <sup>2</sup> .°C)/W
Polyéthylènes	0,40 W/m.°C	0,0015 m	0,00 (m <sup>2</sup> .°C)/W



	<b>Total</b>	0,17 m	1,13 (m <sup>2</sup> .°C)/W
<b>Plancher haut</b>			
<b>Mortier de chaud</b>	0,87 W/m.°C	0,02 m	0,03 (m <sup>2</sup> .°C)/W
<b>Mortier bâtard</b>	1,15 W/m.°C	0,04 m	0,03 (m <sup>2</sup> .°C)/W
<b>Sable + gravillons</b>	1,20 W/m.°C	0,09 m	0,07 (m <sup>2</sup> .°C)/W
<b>Mortier bâtard</b>	1,15 W/m.°C	0,03 m	0,02 (m <sup>2</sup> .°C)/W
<b>Polystyrène expansé</b>	0,04 W/m.°C	0,05 m	1,32 (m <sup>2</sup> .°C)/W
<b>Entrevous - dalle de compression en béton courant</b>	1,45 W/m.°C	0,20 m	0,14 (m <sup>2</sup> .°C)/W
<b>Plâtre courant d'enduit intérieur</b>	0,35 W/m.°C	0,03 m	0,09 (m <sup>2</sup> .°C)/W
	<b>Total</b>	0,45 m	1,69 (m <sup>2</sup> .°C)/W
<b>Fenêtres</b>			
<b>Description</b>	<b>KVn Hiver</b>	<b>KVn été</b>	<b>Hauteur moyenne</b>
<b>Menuiserie en Métal / Vitrage Double / Épaisseur de la lame d'air 12 à 13</b>	3,7000 W/m <sup>2</sup> .°C	3,6700 W/m <sup>2</sup> .°C	1,2000 m
<b>Porte</b>			
<b>Description</b>	<b>K Hiver</b>	<b>K été</b>	
<b>Porte en bois - opaque</b>	3,50 W / m <sup>2</sup> .°C	3,47 W / m <sup>2</sup> .°C	
<b>Porte en bois - avec vitrage &lt; 30%</b>	4 W / m <sup>2</sup> .°C	3,97 W / m <sup>2</sup> .°C	

Après avoir déterminer et insérer dans le logiciel les matériaux utilisés, il est nécessaire de spécifier la puissance des différents équipements pris en compte dans notre projet (tableau 5.4).

**Tableau 5.4 Puissance des différents équipements**

Nombre d'occupants		5/Logt	
<b>Puissance éclairage (lampe Led)</b>	<b>Salle</b>	<b>Nombre</b>	<b>Puissance [W]</b>
	Cuisine	1	12
	Hall	1	12
	Séjour	2	12
	Chambres	2	12
	WC	1	12
	SDB	1	12
<b>Totale [W]</b>			<b>96</b>
<b>Équipement</b>	<b>Équipement</b>	<b>Nombre</b>	<b>Puissance</b>
	Micro - onde	1	800
	Télé	1	200
	Frigo	1	150
	Four	1	2500
	Machine à laver	1	2500
	Plaque en fonte	1	1500
<b>Totale [W]</b>			<b>7650</b>

### 3.2. Enveloppe ou volumes thermiques

Après avoir présenté le projet et les caractéristiques du projet, nous allons maintenant décrire les volumes thermiques à étudier. D'après le DTR C 3-2 (Chapitre 2 §1.2, page 14), l'enveloppe ou le volume thermique est définie comme suit :

*« Un volume thermique est un volume d'air supposé homogène en température, susceptible d'être chauffé par un corps de chauffe dimensionné à cet effet ».*

Nous avons décomposé notre bloc (A1) en 7 volumes, chaque volume correspond à un appartement et le dernier volume correspond à la cage d'escalier de l'ensemble du bloc A1. La figure 5.6 schématise la vue en plan des volumes étudiés.

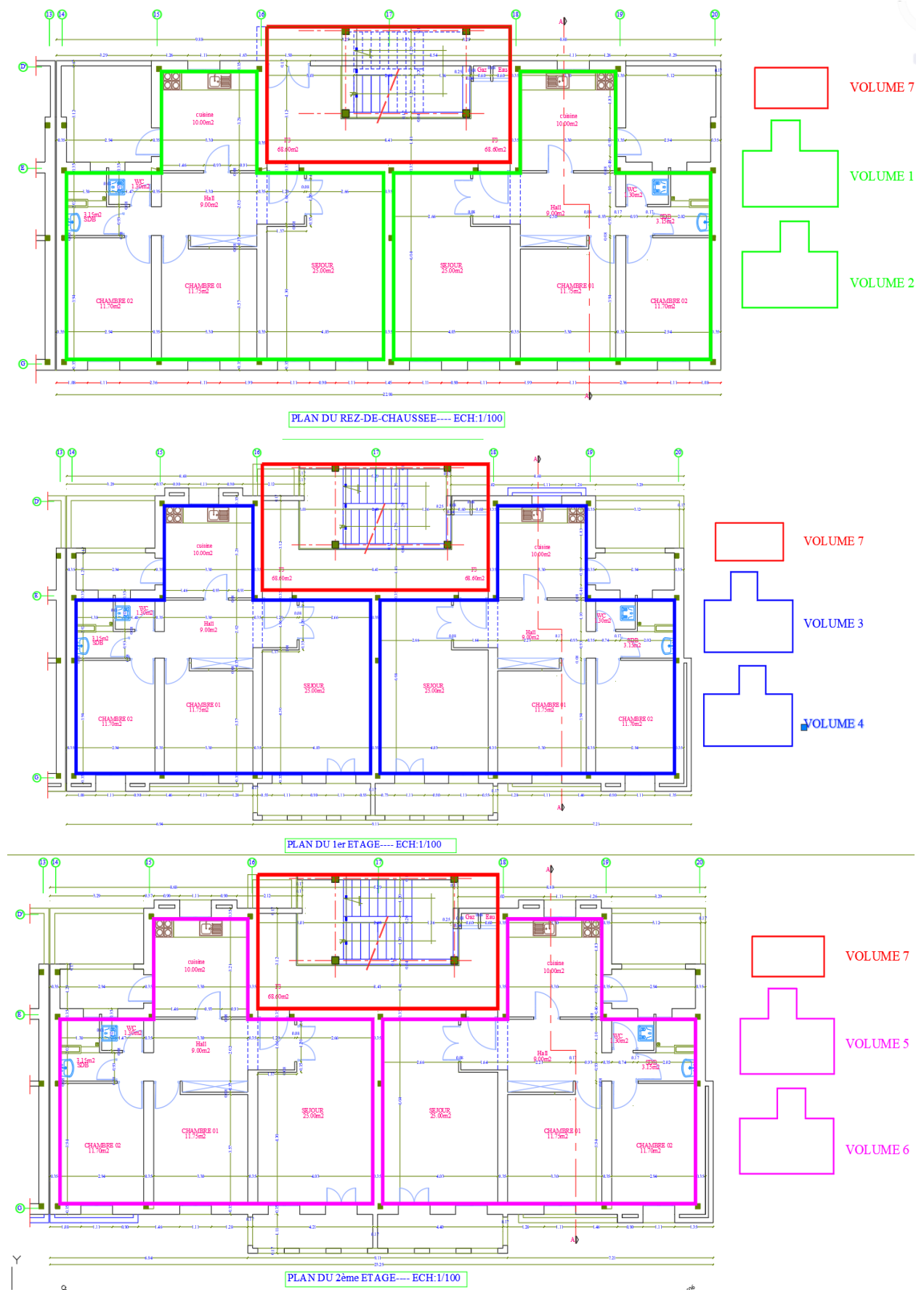


Figure 5.6 Vue en plan des volumes étudiés

Les 6 volumes correspondants aux appartements possèdent les mêmes données techniques citées dans le tableau 5.5 ci-dessous.

**Tableau 5.5 donnés techniques des volumes des appartements**

<b>Volume Brut</b>	<b>227 m3</b>
<b>Volume Net</b>	182 m3
<b>Usage</b>	Habitation
	Logement individuel
	Confort Normal
<b>Temps de fonctionnement (climatisation)</b>	12 H
<b>Temp. interne Hiver</b>	21°
<b>Temp. interne Été</b>	27°

Le volume 7 correspond à la cage d'escalier des 3 étages. Les données techniques de celui-ci sont citées dans le tableau 5.6 ci-dessous.

**Tableau 5.6 Données techniques du volume de la cage d'escalier**

<b>Volume Brut</b>	<b>348 m3</b>
<b>Volume Net</b>	279 m3
<b>Usage</b>	Accueil
	Logement individuel
	Confort Normal

## 4. Résultats et discussion

### 4.1. Synthèse des déperditions et apports

À partir du logiciel CTBAT, nous avons pu récapituler les déperditions et les apports calorifiques à travers les parois de chaque volume identifié (murs, fenêtres, portes, planchers). Les résultats sont synthétisés dans les tableaux (5.7 à 5.13) ci-dessous. Les détails sont donnés dans l'annexe.

**Tableau 5.7 Synthèse des déperditions et apports calorifiques du volume 1 (appartement 1 : RDC)**

Déperditions et apports calorifiques à travers les murs					
Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
<b>Mur Sud</b>	27 m2	17 W/°C	27 W/°C	52 W	285 W
<b>Mur Nord</b>	7 m2	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W
<b>Mur Nord Est LNC</b>	20 m2	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W
<b>Mur Nord-Ouest</b>	17 m2	10 W/°C	17 W/°C	41 W	153 W

<b>Total</b>		71 m <sup>2</sup>	36 W/°C	71 W/°C	153 W	630 W	
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les fenêtres</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>AVT</b>	<b>AVE</b>	<b>AV</b>	<b>AVréf</b>
<b>Fenêtres SUD</b>	5 m <sup>2</sup>	20 W/°C	20 W/°C	254 W	49 W	303 W	336 W
<b>Fenêtres Nord</b>	2 m <sup>2</sup>	10 W/°C	9 W/°C	126 W	77 W	203 W	142 W
<b>Fenêtres Nord-Ouest</b>	1 m <sup>2</sup>	3 W/°C	3 W/°C	41 W	70 W	111 W	48 W
<b>Toral</b>	8 m <sup>2</sup>	33 W/°C	32 W/°C	421 w	196 w	617 W	526 W
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les portes</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>		
<b>Porte Nord Est LNC</b>	2 m <sup>2</sup>	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W		
<b>Porte Nord-Ouest</b>	2 m <sup>2</sup>	9 W/°C	6 W/°C	96 W	19 W		
<b>Total</b>	4 m <sup>2</sup>	10 W/°C	13 W/°C	123 W	35 W		
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers le plancher</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>		
<b>Plancher Bas</b>	77 m <sup>2</sup>	71 W/°C	154 W/°C	0 W	0 W		

**Tableau 5.8 Synthèse des déperdition et apport calorifique du volume 2 (appartement 2 : RDC)**

<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les murs</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>		
<b>Mur Sud</b>	27 m <sup>2</sup>	17 W/°C	27 W/°C	52 W	285 W		
<b>Mur Nord</b>	7 m <sup>2</sup>	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W		
<b>Mur Nord-Ouest LNC</b>	20 m <sup>2</sup>	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W		
<b>Mur Nord-Est</b>	17 m <sup>2</sup>	10 W/°C	17 W/°C	107 W	149 W		
<b>Mur Est</b>	18 m <sup>2</sup>	11 W/°C	18 W/°C	133 W	168 W		
<b>Total</b>	89 m <sup>2</sup>	47 W/°C	89 W/°C	352 W	794 W		
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les fenêtres</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>AVT</b>	<b>AVE</b>	<b>AV</b>	<b>AVréf</b>
<b>Fenêtres SUD</b>	5 m <sup>2</sup>	20 W/°C	20 W/°C	254 W	49 W	303 W	336 W

<b>Fenêtres Nord</b>	2 m <sup>2</sup>	10 W/°C	9 W/°C	126 W	77 W	203 W	142 W
<b>Fenêtres Nord-Est</b>	1 m <sup>2</sup>	3 W/°C	3 W/°C	41 W	7 W	49 W	39 W
<b>Total</b>	8 m <sup>2</sup>	33 W/°C	32 W/°C	421 W	133 W	555 W	517 W
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les portes</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>		
<b>Porte Nord-Ouest LNC</b>	2 m <sup>2</sup>	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W		
<b>Porte Nord-Est</b>	2 m <sup>2</sup>	9 W/°C	6 W/°C	64 W	18 W		
<b>Total</b>	4 m <sup>2</sup>	10 W/°C	13 W/°C	91 W	34 W		
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers le plancher</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>		
<b>Plancher Bas</b>	77 m <sup>2</sup>	71 W/°C	154 W/°C	0 W	0 W		

**Tableau 5.9 Synthèse des déperdition et apport calorifique du volume 3 (appartement 3 : 1<sup>er</sup> Etage)**

<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les murs</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>		
<b>Mur Sud</b>	23 m <sup>2</sup>	14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W		
<b>Mur Nord</b>	7 m <sup>2</sup>	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W		
<b>Mur Nord Est LNC</b>	20 m <sup>2</sup>	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W		
<b>Mur Nord-Ouest</b>	17 m <sup>2</sup>	10 W/°C	17 W/°C	41 W	153 W		
<b>Total</b>	67 m <sup>2</sup>	33 W/°C	67 W/°C	144 W	583 W		
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les fenêtres</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>AVT</b>	<b>AVE</b>	<b>AV</b>	<b>AVréf</b>
<b>Fenêtres SUD</b>	7 m <sup>2</sup>	27 W/°C	28 W/°C	349 W	55 W	404 W	441 W
<b>Fenêtres Nord</b>	2 m <sup>2</sup>	10 W/°C	9 W/°C	126 W	81 W	207 W	142 W
<b>Fenêtres Nord-Ouest</b>	1 m <sup>2</sup>	3 W/°C	3 W/°C	41 W	70 W	111 W	48 W
<b>Total</b>	10 m <sup>2</sup>	40 W/°C	40 W/°C	516 W	206 W	722 W	631 W
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les portes</b>							

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Porte Nord Est LNC	2 m2	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W
Porte Nord-Ouest	2 m2	9 W/°C	6 W/°C	96 W	19 W
Porte Sud	2m2	12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W
<b>Total</b>	6 m2	22 W/°C	20 W/°C	274 W	61 W

**Tableau 5.10 Synthèse des déperdition et apport calorifique du volume 4 (appartement 4 :1<sup>er</sup> Etage)**

Déperditions et apports calorifiques à travers les murs							
Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf		
Mur Sud	23 m2	14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W		
Mur Nord	7 m2	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W		
Mur Nord-Ouest LNC	20 m2	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W		
Mur Nord-Est	17 m2	10 W/°C	17 W/°C	107 W	149 W		
Mur Est	18 m2	11 W/°C	18 W/°C	133 W	168 W		
<b>Total</b>	85 m2	44 W/°C	85 W/°C	343 W	747 W		
Déperditions et apports calorifiques à travers les fenêtres							
Nom	Surface	DT	DTréf	AVT	AVE	AV	AVréf
Fenêtres SUD	7 m2	27 W/°C	28 W/°C	349 W	55 W	404 W	441 W
Fenêtres Nord	2 m2	10 W/°C	9 W/°C	126 W	81 W	207 W	142 W
Fenêtres Nord-Est	1 m2	3 W/°C	3 W/°C	41 W	7 W	49 W	39 W
<b>Total</b>	10 m2	40 W/°C	40 W/°C	516 W	143 W	660 W	622 W
Déperditions et apports calorifiques à travers les portes							
Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf		
Porte Nord-Ouest LNC	2 m2	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W		
Porte Nord-Est	2 m2	9 W/°C	6 W/°C	64 W	18 W		
Porte Sud	2 m2	12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W		
<b>Total</b>	6 m2	22 W/°C	20 W/°C	242 W	60 W		

**Tableau 5.11 Synthèse des déperdition et apport calorifique du volume 5 (appartement 5 : 2ème Etage)**

Déperditions et apports calorifiques à travers les murs							
Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf		
Mur Sud	23 m2	14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W		
Mur Nord	7 m2	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W		
Mur Nord Est LNC	20 m2	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W		
Mur Nord-Ouest	17 m2	10 W/°C	17 W/°C	41 W	153 W		
<b>Total</b>	67 m2	33 W/°C	67 W/°C	144 W	583 W		
Déperditions et apports calorifiques à travers les fenêtres							
Nom	Surface	DT	DTréf	AVT	AVE	AV	AVréf
Fenêtres SUD	7 m2	27 W/°C	28 W/°C	349 W	75 W	424 W	462 W
Fenêtres Nord	2 m2	10 W/°C	9 W/°C	126 W	81 W	207 W	142 W
Fenêtres Nord-Ouest	1 m2	3 W/°C	3 W/°C	41 W	70 W	111 W	48 W
<b>Total</b>	10 m2	40 W/°C	40 W/°C	516 W	226 W	743 W	652 W
Déperditions et apports calorifiques à travers les portes							
Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf		
Porte Nord Est LNC	2 m2	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W		
Porte Nord-Ouest	2 m2	9 W/°C	6 W/°C	96 W	19 W		
Porte Sud	2m2	12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W		
<b>Total</b>	6 m2	22 W/°C	20 W/°C	274 W	61 W		
Déperditions et apports calorifiques à travers le plancher haut							
Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf		
Plancher Haut	96 m2	63 W/°C	87 W/°C	1,088 W	1,136 W		



**Tableau 5.12 Synthèse des déperdition et apport calorifique du volume 6 (appartement 6 : 2ème étage)**

<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les murs</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>		
<b>Mur Sud</b>	23 m2	14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W		
<b>Mur Nord</b>	7 m2	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W		
<b>Mur Nord-Ouest LNC</b>	20 m2	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W		
<b>Mur Nord-Est</b>	17 m2	10 W/°C	17 W/°C	107 W	149 W		
<b>Mur Est</b>	18 m2	11 W/°C	18 W/°C	133 W	168 W		
<b>Total</b>	84 m2	44 W/°C	84 W/°C	343 W	747 W		
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les fenêtres</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>AVT</b>	<b>AVE</b>	<b>AV</b>	<b>AVréf</b>
<b>Fenêtres SUD</b>	7 m2	27 W/°C	28 W/°C	349 W	75 W	442 W	462 W
<b>Fenêtres Nord</b>	2 m2	10 W/°C	9 W/°C	126 W	81 W	207 W	142 W
<b>Fenêtres Nord-Est</b>	1 m2	3 W/°C	3 W/°C	41 W	7 W	49 W	39 W
<b>Total</b>	10 m2	40 W/°C	40 W/°C	516 W	164 W	680 W	643 W
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les portes</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>		
<b>Porte Nord-Ouest LNC</b>	2 m2	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W		
<b>Porte Nord-Est</b>	2 m2	9 W/°C	6 W/°C	64 W	18 W		
<b>Porte Sud</b>	2 m2	12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W		
<b>Total</b>	6 m2	22 W/°C	20 W/°C	242 W	60 W		
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers le plancher haut</b>							
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>		
<b>Plancher haut</b>	96 m2	63 W/°C	87 W/°C	1,088 W	1,136 W		

**Tableau 5.13 Synthèse des déperditions et apports calorifiques du volume 7 (Cage d'escalier)**

<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les murs</b>					
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>
<b>Mur Nord</b>	91 m <sup>2</sup>	56 W/°C	91 W/°C	45 W	737 W
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers le plancher haut</b>					
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>
<b>Plancher haut</b>	37 m <sup>2</sup>	24 W/°C	33 W/°C	416 W	434 W
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers les portes</b>					
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>
<b>Porte Nord</b>	7 m <sup>2</sup>	31 W/°C	22 W/°C	216 W	60 W
<b>Déperditions et apports calorifiques à travers le plancher bas</b>					
<b>Nom</b>	<b>Surface</b>	<b>DT</b>	<b>DTréf</b>	<b>APO</b>	<b>APOréf</b>
<b>Plancher bas</b>	37 m <sup>2</sup>	45 W/°C	74 W/°C	0 W	0 W

#### 4.2. Synthèse des bilans thermiques

Les résultats du logiciel représentés dans les tableaux 5.14 à 5.20, nous montre la conformité thermique de chaque volume, les puissances nécessaires de chauffage et de climatisation ainsi que les valeurs de renouvellement d'air et d'infiltration en hiver et en été.

**Tableau 5.14 Synthèse du bilan thermique du volume 1**

<b>Volume 01 : Appartement N° 01 - RDC</b>					
<b>Synthèse des échanges thermique en hiver</b>					
<b>DT</b>	<b>Dréf</b>	<b>Vérification C-3.2</b>			
149 W/°C	271 W/°C	<b>Conforme</b>			
<b>Synthèse des échanges thermique en été</b>					
<b>APO non Aériennes</b>	<b>APO Aériennes</b>	<b>APOréf</b>	<b>AV</b>	<b>AVréf</b>	<b>Vérification C-3.4</b>
0 W	275 W	665 W	617 W	526 W	<b>Conforme</b>
<b>Renouvellement et infiltration d'air en hiver</b>					
<b>QS</b>	<b>QV</b>	<b>DR</b>	<b>QVinf</b>		

68 m3/h	109 m3/h	60 W/°C	77 m3/h Orientation : S		
<b>Renouveaulement et infiltration d'air en été</b>					
<b>QVan</b>	<b>ARENs</b>	<b>AINFs</b>	<b>ARENI</b>	<b>AINFI</b>	<b>Renouvellement d'air total</b>
109 m3/h	454 W	321 W	0 W	0 W	775 W
<b>Puissance de chauffage</b>					
<b>Cin : Coefficient de surpuissance</b>		<b>Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauterie éventuel</b>		<b>Puissance de chauffage</b>	
0		0		5.2 kW	
<b>Puissance de climatisation</b>					
<b>Nombre d'occupants</b>	<b>Puissance d'éclairage</b>		<b>Autres puissances dégagées</b>		<b>Puissance de climatisation</b>
5	96		7,650		5.0 kW

Tableau 5.15 Synthèse du bilan thermique du volume 2

<b>Volume 02 : Appartement N° 02 - RDC</b>					
<b>Synthèse des échanges thermique en hiver</b>					
<b>DT</b>	<b>Dréf</b>	<b>Vérification C-3.2</b>			
160 W/°C	289 W/°C	Conforme			
<b>Synthèse des échanges thermique en été</b>					
<b>APO non Aériennes</b>	<b>APO Aériennes</b>	<b>APOréf</b>	<b>AV</b>	<b>AVréf</b>	<b>Vérification C-3.4</b>
0 W	442 W	829 W	554 W	517 W	Conforme
<b>Renouveaulement et infiltration d'air en hiver</b>					
<b>QS</b>	<b>QV</b>	<b>DR</b>		<b>QVinf</b>	
68 m3/h	123 m3/h	65 W/°C		77 m3/h Orientation : S	
<b>Renouveaulement et infiltration d'air en été</b>					
<b>QVan</b>	<b>ARENs</b>	<b>AINFs</b>	<b>ARENI</b>	<b>AINFI</b>	<b>Renouvellement d'air total</b>
123 m3/h	510 W	321 W	0 W	0 W	831 W
<b>Puissance de chauffage</b>					
<b>Cin : Coefficient de surpuissance</b>		<b>Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au</b>		<b>Puissance de chauffage</b>	

	réseau de tuyauterie éventuel		
0	0	5.6 kW	
<b>Puissance de climatisation</b>			
<b>Nombre d'occupants</b>	<b>Puissance d'éclairage</b>	<b>Autres puissances dégagées</b>	<b>Puissance de climatisation</b>
5	96	7,650	5.1 kW

Tableau 5.16 Synthèse du bilan thermique du volume 3

<b>Volume 03 : Appartement N° 03 - R+1</b>					
<b>Synthèse des échanges thermique en hiver</b>					
<b>DT</b>	<b>Dréf</b>	<b>Vérification C-3.2</b>			
95 W/°C	127 W/°C	Conforme			
<b>Synthèse des échanges thermique en été</b>					
<b>APO non Aériennes</b>	<b>APO Aériennes</b>	<b>APOréf</b>	<b>AV</b>	<b>AVréf</b>	<b>Vérification C-3.4</b>
0 W	418 W	644 W	722 W	631 W	Conforme
<b>Renouveaulement et infiltration d'air en hiver</b>					
<b>QS</b>	<b>QV</b>	<b>DR</b>	<b>QVinf</b>		
101 m3/h	109 m3/h	71 W/°C	159 m3/h Orientation : S		
<b>Renouveaulement et infiltration d'air en été</b>					
<b>QVan</b>	<b>ARENs</b>	<b>AINFs</b>	<b>ARENI</b>	<b>AINFI</b>	<b>Renouvellement d'air total</b>
109 m3/h	454 W	662 W	0 W	0 W	1,116 W
<b>Puissance de chauffage</b>					
<b>Cin : Coefficient de surpuissance</b>		<b>Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauterie éventuel</b>		<b>Puissance de chauffage</b>	
0		0		4.1 kW	
<b>Puissance de climatisation</b>					
<b>Nombre d'occupants</b>	<b>Puissance d'éclairage</b>	<b>Autres puissances dégagées</b>	<b>Puissance de climatisation</b>		
5	96	7,650	5.5 kW		

Tableau 5.17 Synthèse du bilan thermique du volume 4

Volume 04 : Appartement N° 04 - R+1					
Synthèse des échanges thermique en hiver					
DT	Dréf	Vérification C-3.2			
106 W/°C	145 W/°C	Conforme			
Synthèse des échanges thermique en été					
APO non Aériennes	APO Aériennes	APOréf	AV	AVréf	Vérification C-3.4
0 W	584 W	807 W	659 W	622 W	Conforme
Renouvellement et infiltration d'air en hiver					
QS	QV	DR	QVinf		
101 m3/h	109 m3/h	71 W/°C	159 m3/h Orientation : S		
Renouvellement et infiltration d'air en été					
QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouvellement d'air total
109 m3/h	454 W	662 W	0 W	0 W	1,116 W
Puissance de chauffage					
Cin : Coefficient de surpuissance		Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauterie éventuel		Puissance de chauffage	
0		0		4.4 kW	
Puissance de climatisation					
Nombre d'occupants	Puissance d'éclairage	Autres puissances dégagées		Puissance de climatisation	
5	96	7,650		5.6 kW	

Tableau 5.18 Synthèse du bilan thermique du volume 5

Volume 05 : Appartement N° 05 - R+2		
Synthèse des échanges thermique en hiver		
DT	Dréf	Vérification C-3.2
158 W/°C	214 W/°C	Conforme

Synthèse des échanges thermique en été					
APO non Aériennes	APO Aériennes	APOréf	AV	AVréf	Vérification C-3.4
0 W	1,506 W	1,780 W	743 W	652 W	Conforme
Renouveaulement et infiltration d'air en hiver					
QS	QV	DR	QVinf		
101 m3/h	109 m3/h	71,4 W/°C	159 m3/h - Orientation: S		
Renouveaulement et infiltration d'air en été					
QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouvellement d'air total
109,09	453,81	662,35	0,00	0,00	1225.25 W
Puissance de chauffage					
Cin : Coefficient de surpuissance		Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauterie éventuel		Puissance de chauffage	
0		0		5.7 kW	
Puissance de climatisation					
Nombre d'occupants	Puissance d'éclairage	Autres puissances dégagées		Puissance de climatisation	
5	96	7,650		6.6 kW	

Tableau 5.19 Synthèse du bilan thermique du volume 6

Volume 06 : Appartement N° 06 - R+2					
Synthèse des échanges thermique en hiver					
DT	Dréf	Vérification C-3.2			
169 W/°C	232 W/°C	Conforme			
Synthèse des échanges thermique en été					
APO non Aériennes	APO Aériennes	APOréf	AV	AVréf	Vérification C-3.4
0 W	1,672 W	1,944 W	680 W	643 W	Conforme
Renouveaulement et infiltration d'air en hiver					

QS		QV		DR		QVinf	
101 m3/h		109 m3/h		71 W/°C		159 m3/h Orientation : S	
<b>Renouveaulement et infiltration d'air en été</b>							
QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouvellement d'air total		
109 m3/h	454 W	662 W	0 W	0 W	1,116 W		
<b>Puissance de chauffage</b>							
<b>Cin : Coefficient de surpuissance</b>			<b>Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauterie éventuel</b>			<b>Puissance de chauffage</b>	
0			0			6 kW	
<b>Puissance de climatisation</b>							
Nombre d'occupants		Puissance d'éclairage		Autres puissances dégagées		Puissance de climatisation	
5		96		7,650		6.8 kW	

Tableau 5.20 Synthèse du bilan thermique du volume 7

<b>Volume 07 : Cage d'escalier N° 06 - RDC - R+2</b>					
<b>Synthèse des échanges thermique en hiver</b>					
DT	Dréf	Vérification C-3.2			
162 W/°C	227 W/°C	Conforme			
<b>Synthèse des échanges thermique en été</b>					
APO non Aériennes	APO Aériennes	APOréf	AV	AVréf	Vérification C-3.4
0 W	677 W	1,231 W	136 W	144 W	Conforme
<b>Renouveaulement et infiltration d'air en hiver</b>					
QS	QV	DR	QVinf		
76 m3/h	0	26 W/°C	187 m3/h Orientation : N		
<b>Renouveaulement et infiltration d'air en été</b>					
QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouvellement d'air total
0	0	777 W	0 W	0 W	777 W
<b>Puissance de chauffage</b>					
<b>Cin : Coefficient de surpuissance</b>		<b>Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au</b>			<b>Puissance de chauffage</b>

	<b>réseau de tuyauterie éventuel</b>		
0	0	<b>4.3 kW</b>	
<b>Puissance de climatisation</b>			
<b>Nombre d'occupants</b>	<b>Puissance d'éclairage</b>	<b>Autres puissances dégagées</b>	<b>Puissance de climatisation</b>
0	48	0	<b>1.6 kW</b>

Le bilan thermique est à présent terminé. À partir des résultats présentés, nous pouvons déduire ce qui suit :

- Les volumes correspondants aux appartements 2, 5 et 6 sont ceux qui génèrent les déperditions les plus importantes, et cela dépend de plusieurs paramètres à savoir la nature, l'orientation, l'exposition, la surface des murs, des parois vitrées, des plafonds, des sols, et de l'étage où se trouve l'appartement.
- Les appartements 1, 3, 5 n'ont que deux façades en contact avec l'extérieur, les façades Est et Ouest sont en contact avec un local chauffé (bloc A et les appartements 2, 4, 6) où les déperditions ne sont pas prises en compte comme l'indique le DTR C3-2.
- Les appartements 2, 4, 6 ont 3 façades en contact avec l'extérieur ; on a une augmentation de déperditions de 11 W/°C par rapport à l'appartement 1, 3, 5 et ceci en raison du mur Est qui est en plus.
- L'étage 1 du bloc A1 est celui où les déperditions sont moindres, et cela en raison de sa position. Il est situé entre 2 appartements chauffés et donc il n'y a pas de pertes avec les planchers intermédiaires. Les pertes sont localisées au niveau des murs extérieurs des parois vitrées et des portes.
- Dans l'étage 2 on retrouve le plus de déperditions car la toiture est en contact avec l'extérieure et la surface est importante (surface plancher haut). De plus, l'air chaud, plus léger, s'élève naturellement et vient en grande partie se loger sous le toit.
- On constate également que les apports calorifiques augmentent au fur et à mesure qu'on monte dans les étages ; ceci peut être dû au temps d'ensoleillement des parois (opaque, vitré et portes). Dans ce cas de figure, le besoin en puissance de climatisation dans l'appartement N°6 situé aux 2 étages est plus important que dans l'appartement N°1 situé au rez-de-chaussée.



- Bien que la cage d'escalier soit un local non chauffé, le fait qu'il soit en contact avec des locaux chauffés lui permet d'avoir une déperdition comparable aux autres volumes.

## 5. Conclusion

Notre travail est à présent terminé. Le calcul du bilan thermique d'un bâtiment à efficacité énergétique nous a permis de mettre en lumière les différentes variations qui peuvent exister dans un même bâtiment. Bien que ce dernier soit conforme aux DTR, il requiert une puissance de chauffage et de climatisation différente en fonction de la position des appartements.

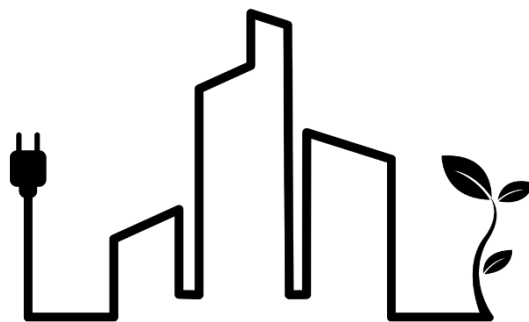
Pour faire face à ces problèmes, les concepteurs doivent faire preuve de créativité pour utiliser l'environnement à leur avantage afin d'optimiser la consommation énergétique. Par exemple en ayant recours à des techniques d'ombrage ou orienter plus efficacement le bâtiment.

Les bâtiments construits avec le béton de terre stabilisé s'avèrent conformes à la réglementation. Bien que ce type de matériaux soit efficace, seulement deux des logements ont pu en bénéficier. La principale raison est d'ordre humaine et elle est due à une résistance au changement. Cette résistance a eu un impact significatif sur le projet, car les deux logements construits en BTS ont été démolis pour que le matériau soit remplacé par de la pierre. En d'autres termes, bien que des solutions existent pour minimiser les coûts énergétiques d'une construction, les perceptions humaines restent un frein au développement de ces dernières en Algérie.

---

# CONCLUSION GENERALE

---



*« Il vaut mieux viser la perfection et la manquer  
que viser la médiocrité et l'atteindre »*

*Francis Blanche*

Le secteur de la construction représente un facteur indissociable de l'évolution technologique humaine. De tout temps, l'homme cherche à acquérir de nouveau savoir pour réaliser des ouvrages toujours plus ambitieux. Malheureusement, bien que la maîtrise de la réalisation de ces derniers existe, la capacité à le faire fonctionner en accord avec l'environnement reste encore moins étendue.

Les tentatives de corriger ce décalage commencent à voir le jour partout à travers le monde. La naissance du concept de développement durable et d'efficacité énergétique a permis de répondre à ces problèmes et à émerger à travers le monde un large éventail de politiques et programmes, tels que les normes d'efficacité énergétique, les campagnes de sensibilisation, les instruments règlementaires, les obligations pour les acteurs du marché et les incitations financières, afin d'accélérer l'élaboration et l'adoption de mesures d'efficacité énergétique.

Le secteur du bâtiment fait partie des plus gros consommateurs d'énergie à l'échelle mondiale, il est donc naturellement au centre de l'attention quand il s'agit d'agir pour l'environnement. Pour trouver une solution efficace à cette problématique, une demande doit émaner de la maîtrise d'ouvrage affirmant sa volonté d'obtenir une construction de qualité et en accord avec l'environnement. De l'utilisation de nouveaux matériaux jusqu'à la gestion efficiente du projet à travers tout son cycle de vie.

L'utilisation de ces nouveaux concepts dans le processus de construction nous permet d'avoir des bâtiments performants tout en assurant un confort pour les usagers. C'est-à-dire offrir une meilleure qualité de vie en respectant l'environnement et réduisant les gaz à effet de serre.

En Algérie, plusieurs actions entrant dans le programme national de maîtrise de l'énergie (PNME) et dans le cadre de la politique énergétique nationale ont été entrepris par l'APRUE notamment le programme ECO-BAT en partenariat avec le ministère de l'habitat et de l'urbanisme. Ce projet vise à apporter le soutien financier nécessaire à la réalisation de logements assurant une optimisation du confort intérieur en réduisant la consommation énergétique liée principalement au chauffage et à la climatisation. L'APRUE a lancé dans le cadre du PNME (2007-2011), la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique. Le projet de 32 logements Laghouat a fait l'objet de notre

étude. Le choix a été fait par rapport à la disponibilité des informations ainsi que la particularité du type de matériau utilisé (BTS).

Nous avons fait un bilan thermique en utilisant le programme CTBAT. Ce dernier nous a permis de voir les différentes variations qui peuvent exister dans un même bâtiment. On a aussi constaté que malgré la conformité du bâtiment par rapport aux textes réglementaires (DTR C 3-2), il requiert une puissance de chauffage et de climatisation différente en fonction de la position des appartements.

On a également constaté que bien que le bâtiment soit conforme, les apports calorifiques et les déperditions varient d'un volume à un autre. Nous préconisons l'utilisation de solutions passives comme par exemple avoir recours à une architecture innovatrice. Cette solution, en plus d'avoir un aspect esthétique différent des architectures classiques pour des logements sociaux et peut contribuer drastiquement à la réduction de ces dites variations.

Bien que les résultats obtenus indiquent que le projet étudié est conforme, il s'est avéré que le matériaux BTS utilisé n'a pas été maintenu par le maître d'ouvrage et il a été remplacé par de la pierre. Les bâtiments construits avec ce matériau pourtant respectueux de l'environnement et performant thermiquement ont dû être démolis à cause d'une méconnaissance de son potentiel à long terme.

En d'autres termes, bien que des solutions existent pour minimiser les coûts énergétiques d'une construction, les perceptions humaines restent un frein au développement de ces dernières en Algérie.

Pendant le développement et la réalisation de ce modeste travail, plusieurs interrogations sont survenues et ont suscité chez nous quelques problématiques qui pourraient faire objet de futurs axes de recherche :

- Quels matériaux s'avère le plus efficient pour la réalisation de nouveau bâtiment en Algérie ?
- Quelles sont les solutions à envisager pour réduire les freins à l'utilisation de matériaux innovant pour des bâtiments à haute performance environnementale ?

# Bibliographie

- [1] Brundtland, «Our Common Future; Brundtland report, the World Commission on Environment and Development (WCED),» 1987.
- Y. D. G. A. G. B. C. Diab, *Aide à la décision dans le management de la qualité environnementale des bâtiments, Second International Conference on Decision Making in Urban and Civil Engineering.*, Lyon, 2020.
- [2] E. Gallay, «idelecPlus,» 2017. [En ligne]. Available:
- [3] <https://www.idelecplus.com/blog/efficacite-energetique-des-batiments>. [Accès le 12 Avril 2021].
- [4] S. B. Thierry Salomon, *La Maison des [néga] watts. Le Guide malin de l'énergie chez soi*, Terre Vivante Editions (31 août 1999), 1999.
- G. S. P.-A. H. Pierre Verstraete, *Systèmes énergétiques - Offre et demande d'énergie : méthodes d'analyse*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), 2003.
- [5] J. P. Finet, «voirvert.ca,» 16 juin 2010. [En ligne]. Available:
- [6] <https://www.voirvert.ca/savoir/eco-solutions/energie/efficacite-energetique-101>. [Accès le 18 Mai 2021].
- [7] Y. Robillard, *Guide vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité énergétique*, 2011.
- [8] A. d. Béthencourt, *Efficacité énergétique : un gisement d'économies ; un objectif prioritaire*, 2013.
- C. fournier, «youmatter,» 2019. [En ligne]. Available:
- [9] <https://youmatter.world/fr/definition/efficacite-energetique-definition-et-champs-dapplication/>. [Accès le 15 avril 2021].

- «coexpert,» 4 janvier 2021. [En ligne]. Available:
- [10] <https://coexpert.comap.fr/efficacite-energetique-batiment-guide/>. [Accès le 19 avril 2021].
- B. Wahiba, AU SUJET DE LA POLITIQUE D'EFFICACITE ENERGETIQUE EN
- [11] ALGERIE : APPROCHE SYSTEMIQUE POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE CAS DE : PROGRAMME ECO-BAT, Tlemcen, 2013.
- S. Thiers, Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiments à énergie
- [12] positive, Paris, 2008.
- B. Peuportier, «Le projet européen REGENER 1995 -1996 - Analyse de cycle de
- [13] vie des bâtiments,» 1998.
- N. K. & U. Hassler, The building stock as a research object , building research &
- [14] information, 2002.
- A. D. H. Alain Liébard, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques -
- [15] Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, 2006.
- A. D. BOUKADOUM Amina, L'efficacité énergétique dans le bâtiment architectural
- [16] Cas d'étude : Évaluation des performances énergétiques du rectorat de l'université d'Oum El Bouaghi., 2016.
- [17] «Proparco,» [En ligne]. Available: <https://www.proparco.fr/fr>.
- [18] H. SQUALLI, Efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment, 2011.
- A. M. e. A. Z, Habitat traditionnel dans le monde éléments pour une approche,
- [19] 1983.
- [20] Y. JANNOT, Théorie et pratique de la métrologie thermique, 2012.
- «Wikipedia,» [En ligne]. Available:
- [21] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Thermique\\_du\\_b%C3%A2timent](https://fr.wikipedia.org/wiki/Thermique_du_b%C3%A2timent). [Accès le 10 Juin 2021].

- [22] M. M, Étude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public Cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi Ouzou), Tizi Ouzou, 2012.
- [23] C. -. A. Roulet, Thermique du bâtiment, 2007.
- [24] T. A. e. M. S, AU SUJET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE -VERS DES BÂTIMENTS MOINS ÉNERGIVORES-, Tlemcen, 2017.
- [25] B. N. E. K. T. H., Contribution à l'étude de l'isolation thermique dans le domaine du bâtiment.
- [26] E. H. S. E. B. S. DENKER A., GUIDE POUR UNE CONSTRUCTION ECOENERGETIQUE EN ALGERIE.
- «Encyclopédie de l'énergie,» 22 février 2016. [En ligne]. Available: <https://www.encyclopedie-energie.org/les-politiques-defficacite-energetique-problematiques-moyens-et-outils-devaluation/#:~:text=La%20mise%20en%20%C5%93uvre%20des,%3A%20techniques%2C%20%C3%A9conomiques%2C%20sociaux..> [Accès le 20 avril 2021].
- [27]
- [28] T. Barradi, «UN APERÇU DE LA SITUATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES MÉNAGES AU MAROC,» 2019.
- [29] C. M. d. l'Énergie, Les politiques d'efficacité énergétique dans le monde, 2013.
- [30] *Journal officiel de l'Union européenne*, 2018.
- [31] *Journal officiel de la république Algérienne démocratique et populaire*, n° %151, 1999.
- «energy.gov.dz,» [En ligne]. Available: <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>. [Accès le 27 04 2021].
- [32]
- [33] «made in algeria,» 10 juin 2012. [En ligne]. Available: <http://www.made-in-algeria.com/news/programme-eco-bat-7371.html#:~:text=Con%C3%A7u%20dans%20le%20cadre%20de,b%C3%A2ti>

- ment%20autour%20de%20la%20probl%C3%A9matique. [Accès le 28 avril 2021].
- [34] D. S., A. H. Sabrina SAMI-MECHERI, EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LE BÂTIMENT : EXPERIENCE ALGERIENNE, Casablanca, 2012.
- [35] «FUTURA MAISON,» [En ligne]. Available: <https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/chauffage-chaudiere-condensation-5351/>.
- [36] «ABCCLIM,» [En ligne]. Available: <https://www.abcclim.net/calcul-bilan-thermique.html>. [Accès le 10 juin 2021].
- [37] Réglementation thermique des bâtiments d'habitation\_ Règles de calcul des déperditions calorifique Fascicule 1.
- [38] Document Technique Réglementaire CLIMATISATION Règles de calcul des apports calorifiques des bâtiments, 1998.
- [39] «DBcity.com,» [En ligne]. Available: <https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Laghouat--A%C3%AFn-Madhi--Kheneg>. [Accès le 26 mai 2021].
- [40] L. anis, Management des risques geotechniques dans un projet routier par la methode AMDEC et MADS-MOSAR ; cas de la bretele principale "A" de l'echangeur de la rn02, tlemcen, 2013.
- [41] «Wikipédia,» [En ligne]. Available: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Efficacit%C3%A9\\_%C3%A9nerg%C3%A9tique\\_\(%C3%A9conomie\)#:~:text=En%20%C3%A9conomie%2C%20l'efficacit%C3%A9%20%C3%A9nerg%C3%A9tique,pour%20un%20service%20rendu%20identi que..](https://fr.wikipedia.org/wiki/Efficacit%C3%A9_%C3%A9nerg%C3%A9tique_(%C3%A9conomie)#:~:text=En%20%C3%A9conomie%2C%20l'efficacit%C3%A9%20%C3%A9nerg%C3%A9tique,pour%20un%20service%20rendu%20identi que..)
- [42] «ClimaMaison,» [En ligne]. Available: <https://www.climamaison.com/lexique/efficacite-energetique.htm>.
- [43] «Climamaison,» [En ligne]. Available: <https://www.climamaison.com/lexique/efficacite-energetique.htm>.



- [44] «GEO,» [En ligne]. Available: <https://www.geo.fr/environnement/quest-ce-que-lefficacite-energetique-193875>.
- [45] «xpair,» [En ligne]. Available: [https://www.xpair.com/lexique/definition/efficacite\\_energetique.htm](https://www.xpair.com/lexique/definition/efficacite_energetique.htm).
- [46] «planete energies,» 22 Janvier 2015. [En ligne]. Available: <https://www.planete-energies.com/fr/medias/dossiers/l-efficacite-energetique>.
- [47] «idecPlus,» [En ligne]. Available: <https://www.idelecplus.com/blog/efficacite-energetique-des-batiments#:~:text=La%20performance%20%C3%A9nerg%C3%A9tique%20d'un,utilisation%20et%20de%20confort%20satisfaisantes..>
- [48] «Total direct energie,» 19 septembre 2018. [En ligne]. Available: <https://total.direct-energie.com/particuliers/parlons-energie/dossiers-energie/economie-d-energie/qu-est-ce-que-l-efficacite-energetique-des-batiments#:~:text=L'efficacit%C3%A9%20%C3%A9nerg%C3%A9tique%20des%20b%C3%A2timents%20repr%C3%A9sente%20le%20rappor.> [Accès le 19 avril 2021].
- [49] «connaissance des energies,» 14 mars 2013. [En ligne]. Available: <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiments>. [Accès le 19 avril 2021].
- [50] «baulne,» 15 janvier 2019. [En ligne]. Available: <https://www.baulne.ca/efficacite-energetique-batiments/>. [Accès le 19 avril 2021].
- [51] «climamasion,» [En ligne]. Available: <https://www.climamaison.com/lexique/batiment.htm>. [Accès le 19 avril 2021].
- [52] «association canadienne de l'électricité,» 18 avril 2012. [En ligne]. Available: <https://electricity.ca/fr/blog/lefficacite-energetique-pourquoi/?fbclid=IwAR3qG6KARgMsA8dwERmR7ngbChe008n3IrDHKdbg9X-wxymDextJ0x0bIOg>. [Accès le 19 avril 2021].

[53] «Aprue,» [En ligne]. Available: <http://www.aprue.org.dz/prg-eco-bat.html>.  
[Accès le 28 avril 2021].

«C'est quoi le développement durable ?,» [En ligne]. Available:  
[54] <https://www.mtaterre.fr/dossiers/le-developpement-durable/cest-quoi-le-developpement-durable>.

[55] B. M, Contribution A L'étude Et A L'élaboration De Matériaux Composites Pour  
L'isolation Thermique Cas de béton de fibres de papiers recyclés, Alger, 2008.

---

# **ANNEXES**

---

SALLE DE SPORT

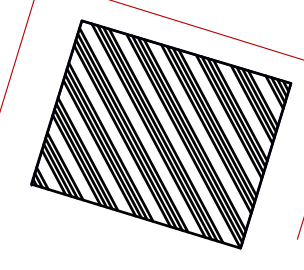
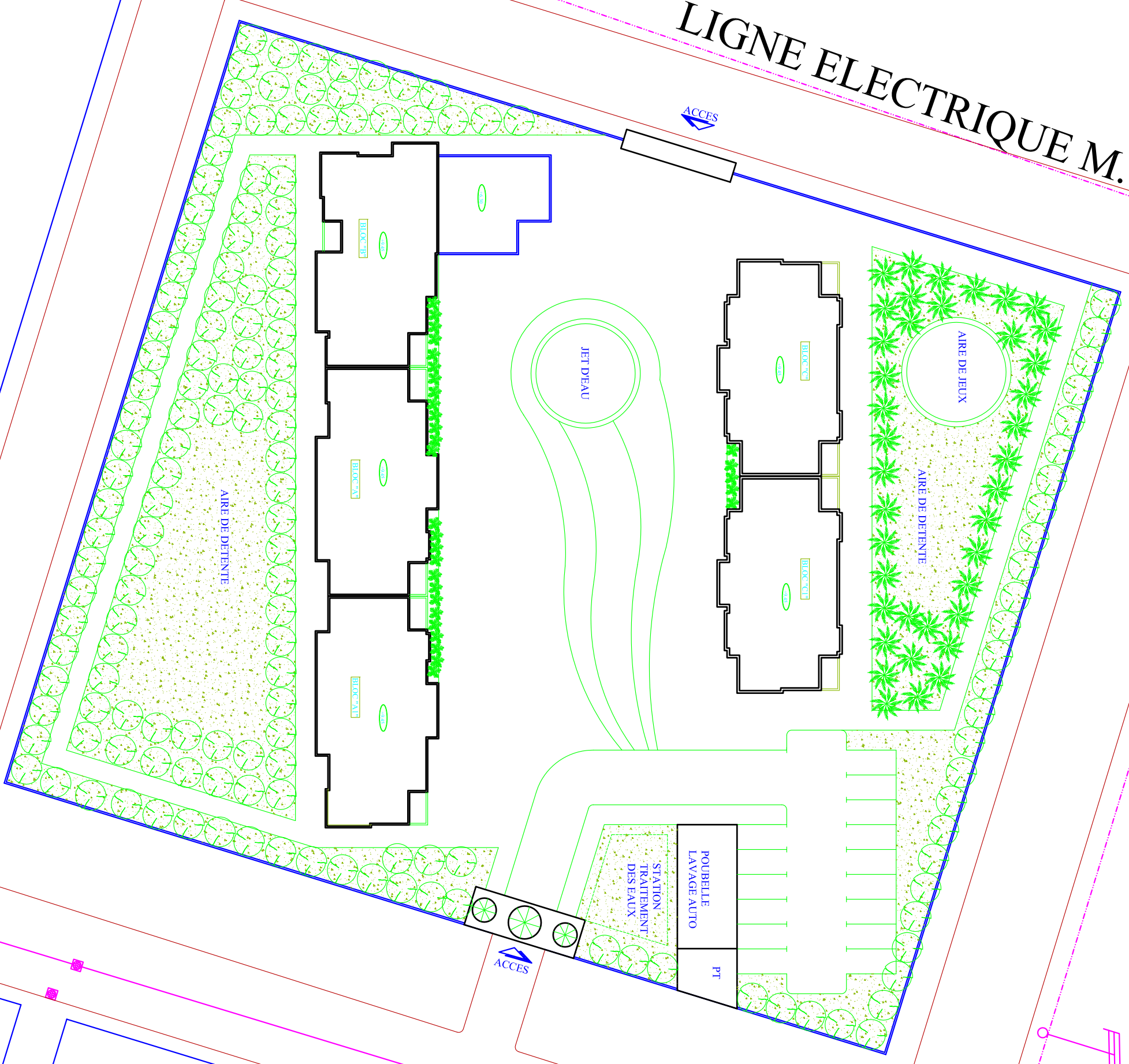
VERS CENTRE VILLE

LIGNE ELECTRIQUE M.T

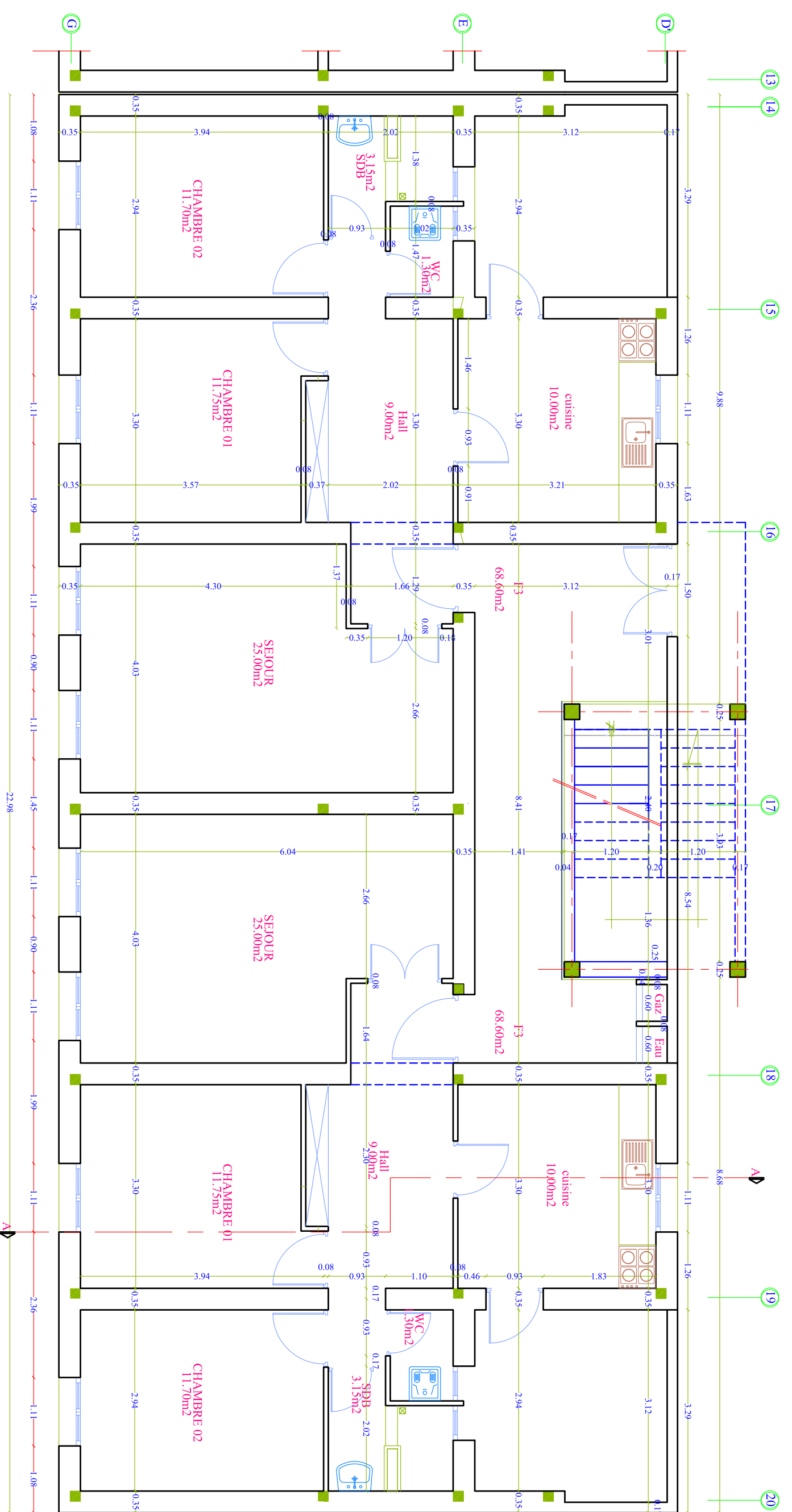
LIGNE ELECT M.T

24 LOGTS

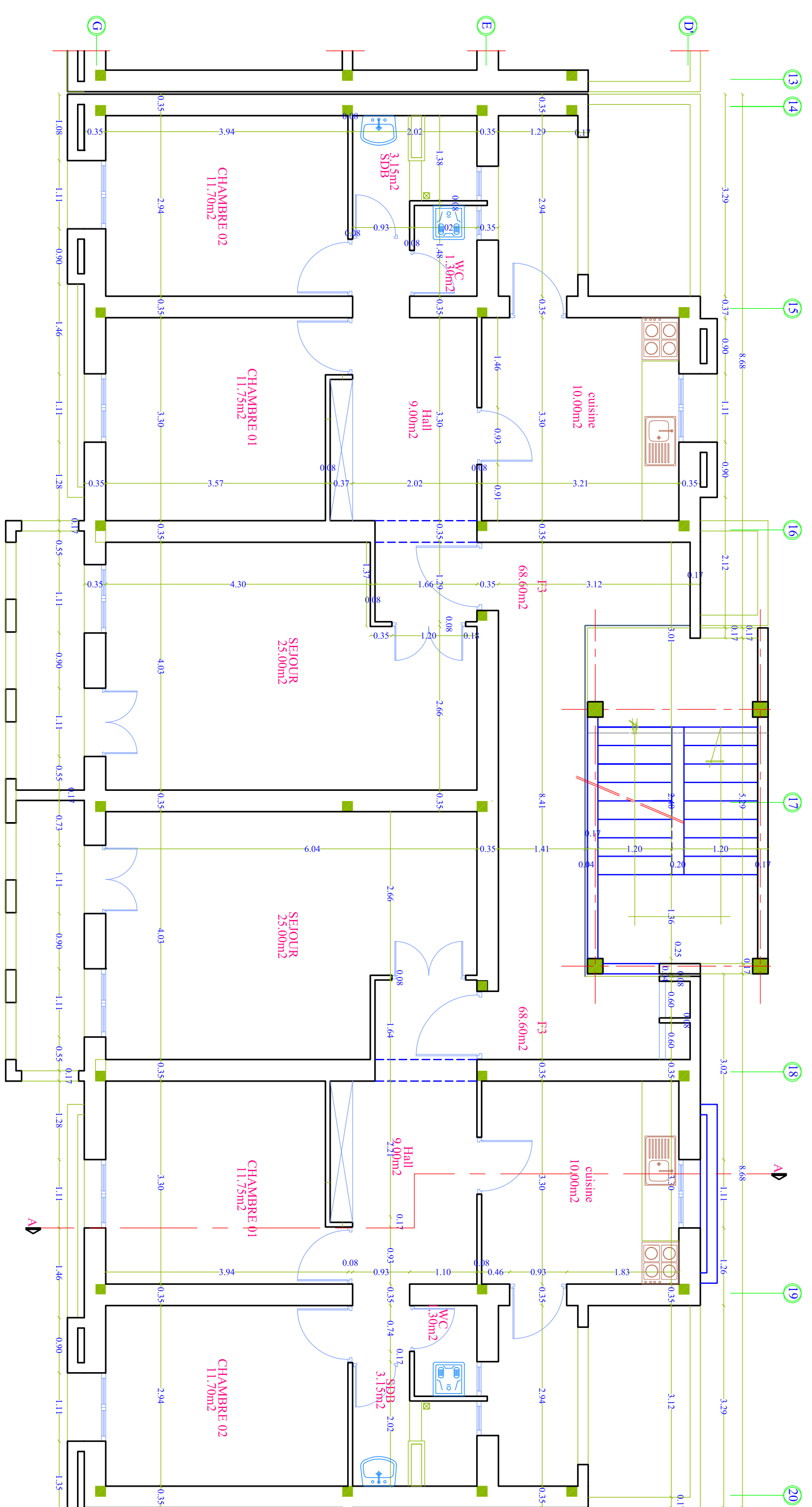
L.S.T



<b>BEA</b>		Cabinet d'ingénierie et d'architecture	
Projet : 24 LOGGEMENTS R.P. A EL KHERRE			
PLAN DE MASS			
MAÎTRE D'OUVRAGE : ONEL LABORATE		Pays : QATAR	
PROJET : LABORATE - LINDAS - LABORATE		Commune : EL KHERRE	
PAYS : MOUSSEYB ENKANTION		Projet : BOUAMAMA #	
DPT : BOUAMAMA MAHIBA		Date : 11/2008	
TEL (994) 21-27-48		Date : 27/02/2008	



PLAN DU REZ-DE-CHAUSSEE--- ECH:1/100



PLAN DU 1er ETAGE--- ECH:1/100

**BEA**  
Cabinet d'Engineering et d'Architecture

Projet : 32 LOGEMENTS H.P.E A EL KHENEG

Vase

PLAN DU RDC - PLAN DU 1<sup>er</sup> ETAGE

Planche: (07)

MATRE D'OUVRAGE : OPEL LAGHOUL

Architecte : BOUAMAMA W

Wajac LAGHOUL Dava : LAGHOUL

Commune : EL KHENEG

PLANS : DOSSIER D'EXECUTION

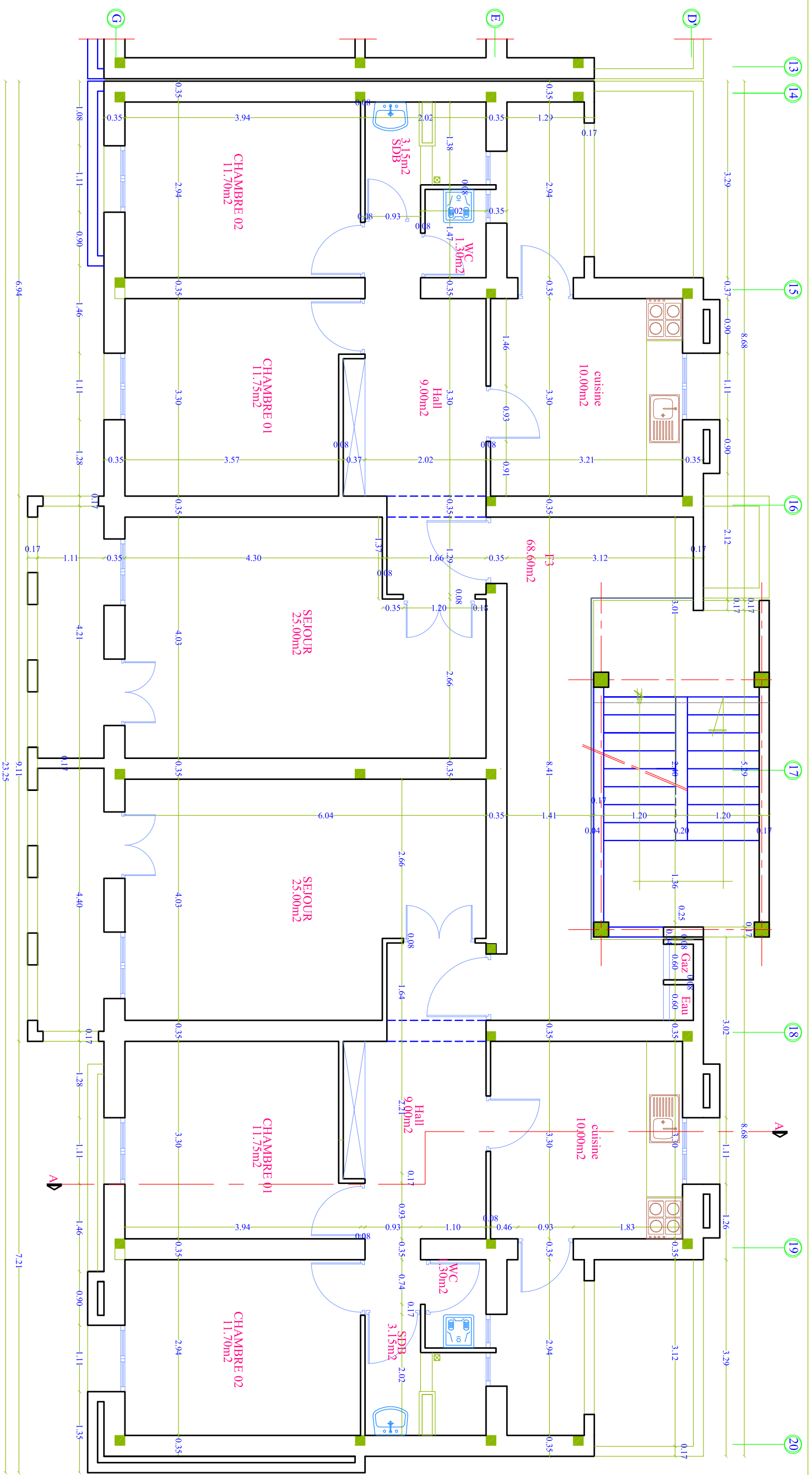
Ingénieur

BEJ : BOUAMAMA WAHIBA

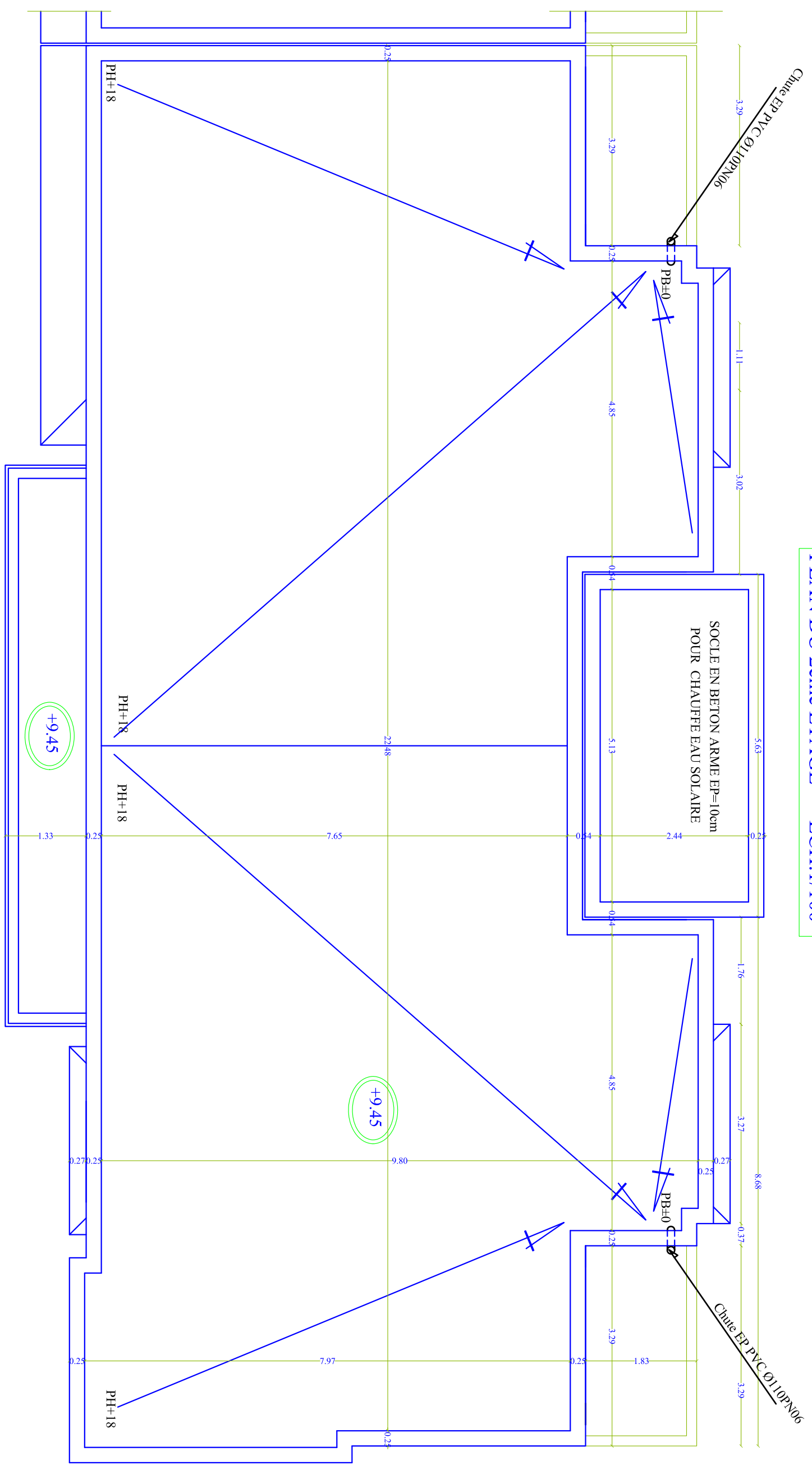
Ech : 1/50

Tel: (0661) 21-07-48

Date : FEVRIER 2009



PLAN DU 2ème ETAGE--- ECH:1/100



PLAN DE LA TERRASSE--- ECH:1/100



Cabinet d'Engineering et d'Architecture

Projet : 32 LOGEMENTS H.P.E A EL KHENEG

Vasa

PLAN DU 2ème ETAGE - PLAN TERRASSE

MATRE D'OUVRAGE : OPEL LAGHOUL

Planche: (08)

MAITRE D'OUVRAGE : OPEL LAGHOUL

Commune : EL KHENEG

PHASE : DOSSIER D'EXECUTION

Architecte : BOUAMAMA W

BEA : BOUAMAMA WAHIBA

Ingénieur

Tel: (0681) 21-07-48

Date : FEVRIER 2009







Rapport de calcul thermique

**bâtiment résidentiel 32 logement  
Laghouat Bloc A1**





# bâtiment résidentiel 32 logement Laghouat Bloc A1

Localisation :

Date :

Phase :

**Maitre d'ouvrage :**

**Maitre d'oeuvre :**

**Calcul thermique :**

**VISAS**

Maitre d'ouvrage

Maitre d'oeuvre



# SOMMAIRE

## Appartement 1

**Mur Sud (RDC)**

**Fenêtres SUD (RDC)**

**Mur Nord (RDC)**

**Fenêtres Nord (RDC)**

**Mur Nord Est LNC (RDC)**

**Porte Nord Est LNC**

**Plancher Bas ( RDC)**

**Mur Nord Ouest (RDC)**

**Fenêtres Nord Ouest (RDC)**

**Porte Nord Ouest (RDC)**

## Appartement 2

**Mur Sud (RDC)**

**Fenêtres SUD (RDC)**

**Mur Nord (RDC)**

**Fenêtres Nord (RDC)**

**Mur Nord Ouest LNC (RDC)**

**Porte Nord Ouest LNC**

**Plancher Bas ( RDC)**

**Mur Nord Est (RDC)**

**Fenêtres Nord Est (RDC)**

**Porte Nord Est (RDC)**

**Mur Est (RDC)**

## **Appartement 3**

**Mur Sud (R+1)**

**Fenêtres SUD (R+1)**

**Mur Nord (R+1)**

**Fenêtres Nord (R+1)**

**Mur Nord Est LNC (R+1)**

**Porte Nord Est LNC (R+1)**

**Mur Nord Ouest (R+1)**

**Fenêtres Nord Ouest (R+1)**

**Porte Nord Ouest (R+1)**

**Porte Sud (R+1)**

## **Appartement 4**

**Mur Sud (R+1)**

**Fenêtres SUD (R+1)**

**Mur Nord (R+1)**

**Fenêtres Nord (R+1)**

**Mur Nord Ouest LNC (R+1)**

**Porte Nord Ouest LNC (R+1)**

**Mur Nord Est (R+1)**

**Fenêtres Nord Est (R+1)**

**Porte Nord Est (R+1)**

**Mur Est (R+1)**

**Porte Sud (R+1)**

## **Appartement 5**

**Mur Sud (R+2)**

**Fenêtres SUD (R+2)**

**Mur Nord (R+2)**

**Fenêtres Nord (R+2)**

**Mur Nord Est LNC (R+2)**

**Porte Nord Est LNC (R+2)**

**Mur Nord Ouest (R+2)**

**Fenêtres Nord Ouest (R+2)**

**Porte Nord Ouest (R+2)**

**Porte Sud (R+2)**

**Plancher Haut (R+2)**

## **Appartement 6**

**Mur Sud (R+2)**

**Fenêtres SUD (R+2)**

**Mur Nord (R+2)**

**Fenêtres Nord (R+2)**

**Mur Nord Ouest LNC (R+2)**

**Porte Nord Ouest LNC (R+2)**

**Mur Nord Est (R+2)**

**Fenêtres Nord Est (R+2)**

**Porte Nord Est (R+2)**

**Mur Est (R+2)**

**Porte Sud (R+2)**

**Plancher Haut (R+2)**

## **Cage d'escalier (3 étage)**

**Mur extérieur (3 étage)**

**Fenêtres**

**portes**

**Plancher bas**

**Plancher haut**

## bâtiment résidentiel 32 logement Laghouat Bloc A1

### Donnée techniques

Localisation	Altitude	Latitude	Zone Thermique Hiver	Zone Thermique Eté
	767 m	33 °	C	D

### Conditions externes

Temp. externe en hiver	Temp. externe en été	Humidité spécifique	Ecart diurne
1°	40 °	9	20

### Synthèse des enveloppes

Nom de l'enveloppe	Usage	Conformité Hiver C-3.2	Conformité Eté C-3.4
Appartement 1	habitation	Conforme	Conforme
Appartement 2	habitation	Conforme	Conforme
Appartement 3	habitation	Conforme	Conforme
Appartement 4	habitation	Conforme	Conforme
Appartement 5	habitation	Conforme	Conforme
Appartement 6	habitation	Conforme	Conforme
Cage d'escalier (3 étage)	accueil	Conforme	Conforme



# Envelope : Appartement 1

## Données techniques

Volume Brut	Volume Net	Usage		
227 m3	182 m3	Habitation	Logement individuel	Confort Normal

Temps de fonctionnement (climatisation)	Temp. interne Hiver	Temp. interne Eté
12 H	21°	27°

## Synthèse des échanges thermiques en hiver

DT	Dréf	Vérification C-3.2	
149 W/°C	271 W/°C	1	Conforme

## Synthèse des échanges thermiques en été

APO non Aériennes	APO Aériennes	APOréf	AV	AVréf	Vérification C-3.4	
0 W	275 W	665 W	617 W	526 W	1	Conforme

## Renouveaulement et infiltration d'air en hiver

QS	QV	DR	QVinf
68 m3/h	109 m3/h	60 W/°C	77 m3/h - Orientation: S

## Renouveaulement et infiltration d'air en été

QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouvellement d'air total
109 m3/h	454 W	321 W	0 W	0 W	775 W

## Puissance de chauffage

Cin : Coefficient de surpuissance	Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel	Puissance de chauffage
0	0	5.2 kW

## Puissance de climatisation

Nombre d'occupants	Puissance d'éclairage	Autres puissances dégagées	Puissance de Climatisation
5	96	7,650	5.0 kW

## 1- Toitures

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Aucune toiture n'a été définie					

## 2- Murs

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Mur Sud (RDC)	27 m2	17 W/°C	27 W/°C	52 W	285 W
Mur Nord (RDC)	7 m2	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W
Mur Nord Est LNC (RDC)	20 m2	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W
Mur Nord Ouest (RDC)	17 m2	10 W/°C	17 W/°C	41 W	153 W

## 3- Fenêtres

Nom	Surface	DT	DTréf	AVT	AVE	AV	AVréf
Fenêtres SUD (RDC)	5 m2	20 W/°C	20 W/°C	254 W	49 W	303 W	336 W
Fenêtres Nord (RDC)	2 m2	10 W/°C	9 W/°C	126 W	77 W	203 W	142 W
Fenêtres Nord Ouest (RDC)	1 m2	3 W/°C	3 W/°C	41 W	70 W	111 W	48 W

## 4- Portes

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Porte Nord Est LNC	2 m2	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W
Porte Nord Ouest (RDC)	2 m2	9 W/°C	6 W/°C	96 W	19 W

## 5- Planchers

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Plancher Bas ( RDC)	77 m2	71 W/°C	154 W/°C	0 W	0 W

## Mur : Mur Sud (RDC)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
27 m <sup>2</sup>	S	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

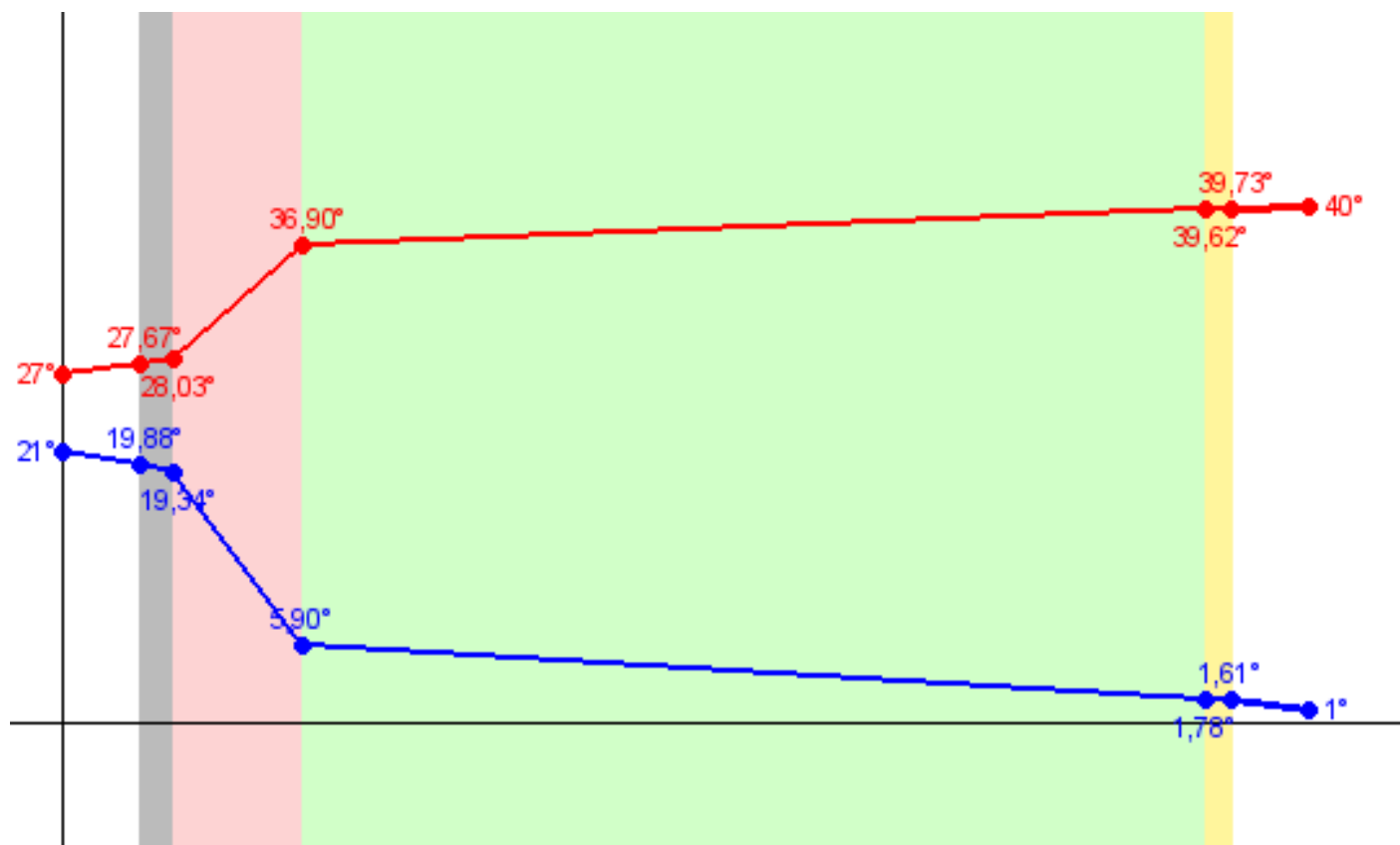
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbction alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
17 W/°C	27 W/°C	52 W	285 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres SUD (RDC)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
5 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	S	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
20 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	20 W/m.°C	254 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	280 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
S	4 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	0	49 W	57 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	0 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 77 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 46 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord (RDC)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
7 m <sup>2</sup>	N	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

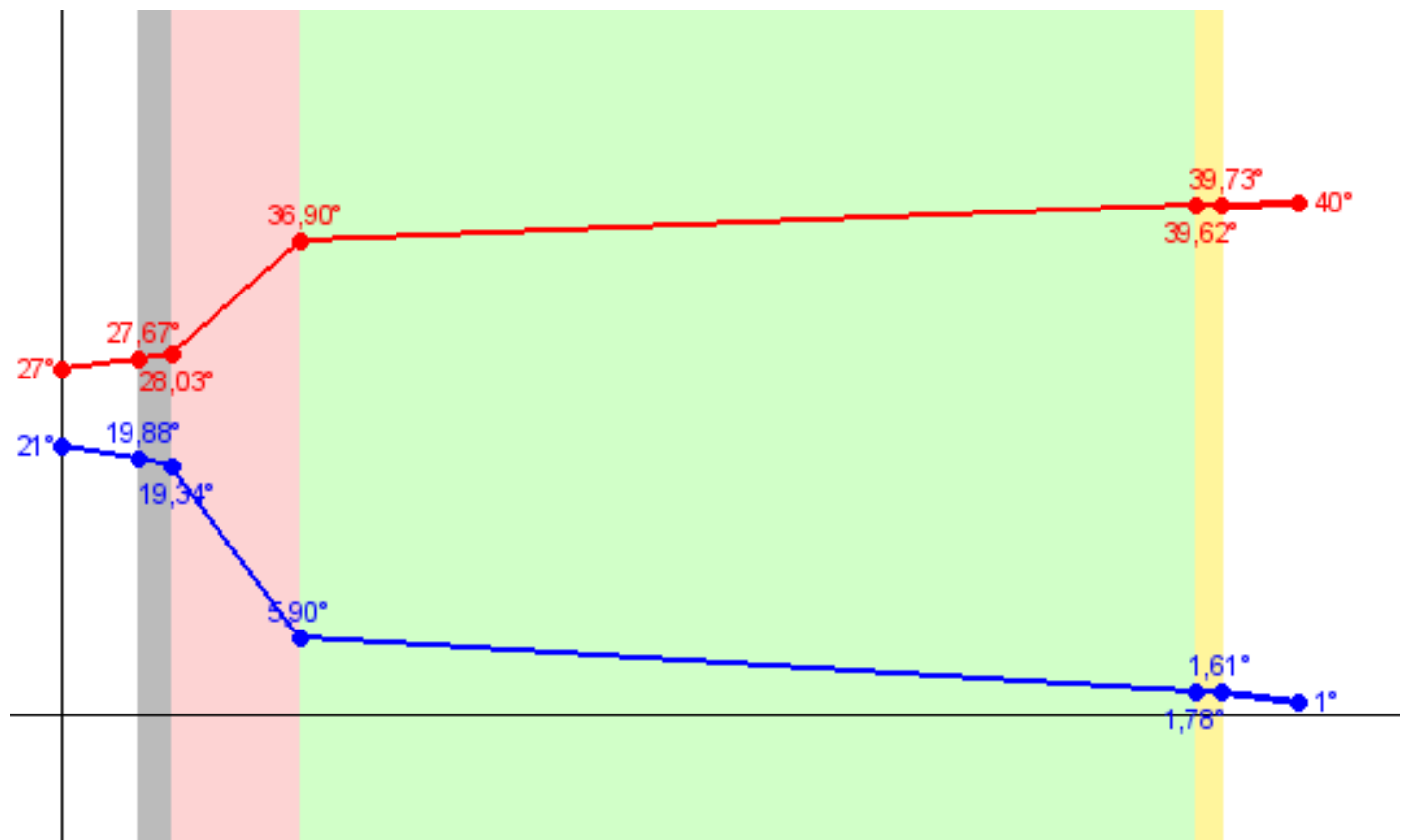
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C



## Fenêtre : Fenêtres Nord (RDC)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
2 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	N	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
10 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	9 W/m.°C	126 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	128 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
N	2 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	1	77 W	14 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	0 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 35 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 21 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord Est LNC (RDC)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
20 m <sup>2</sup>	NE	Local non chauffe et non climatise	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction Cinc	APO	APOréf
0	5 W/°C	20 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	56 W	133 W

## Porte : Porte Nord Est LNC

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NE	Local non chauffe et non climatise	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction Clnc	APO	APOréf
0	1 W/°C	7 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	27 W	16 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	0 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 0 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 0 m <sup>3</sup> /h

# Plancher : Plancher Bas ( RDC)

## Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
77 m <sup>2</sup>	Horizontal	Terre pleine	2 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

## Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Produits en céramique carreaux et dalles	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Mortier de ciment	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton plein	2 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
caoutchoucs, formo-phénoliques, polyesters, polyéthylènes, polyamides	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W

## Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

## Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
71 W/°C	154 W/°C	0 W	0 W

## Mur : Mur Nord Ouest (RDC)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
17 m <sup>2</sup>	NO	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

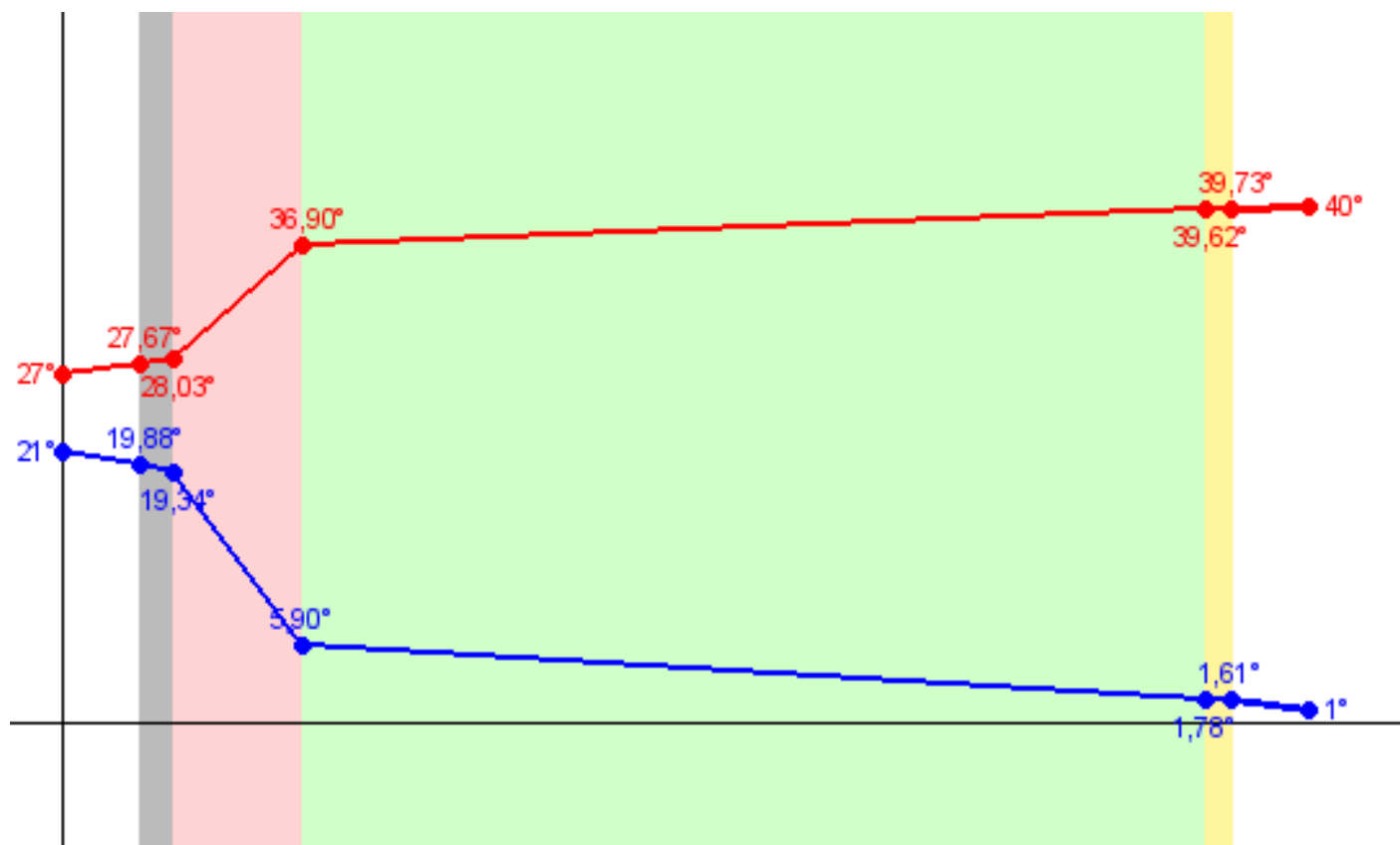
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbction alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
10 W/°C	17 W/°C	41 W	153 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres Nord Ouest (RDC)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	NO	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
3 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m.°C	41 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	38 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
NO	1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	1	70 W	11 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
2 m	0 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 10 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 6 m <sup>3</sup> /h

## Porte : Porte Nord Ouest (RDC)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NO	Exterieur	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
9 W/°C	6 W/°C	96 W	19 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	18 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 44 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 26 m <sup>3</sup> /h



# Envelope : Appartement 2

## Données techniques

Volume Brut	Volume Net	Usage		
227 m3	182 m3	Habitation	Logement individuel	Confort Normal

Temps de fonctionnement (climatisation)	Temp. interne Hiver	Temp. interne Eté
12 H	21°	27°

## Synthèse des échanges thermiques en hiver

DT	Dréf	Vérification C-3.2	
160 W/°C	289 W/°C	1	Conforme

## Synthèse des échanges thermiques en été

APO non Aériennes	APO Aériennes	APOréf	AV	AVréf	Vérification C-3.4	
0 W	442 W	829 W	554 W	517 W	1	Conforme

## Renouveaulement et infiltration d'air en hiver

QS	QV	DR	QVinf
68 m3/h	123 m3/h	65 W/°C	77 m3/h - Orientation: S

## Renouveaulement et infiltration d'air en été

QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouvellement d'air total
123 m3/h	510 W	321 W	0 W	0 W	831 W

## Puissance de chauffage

Cin : Coefficient de surpuissance	Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel	Puissance de chauffage
0	0	5.6 kW

## Puissance de climatisation

Nombre d'occupants	Puissance d'éclairage	Autres puissances dégagées	Puissance de Climatisation
5	96	7,650	5.1 kW

## 1- Toitures

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Aucune toiture n'a été définie					

## 2- Murs

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Mur Sud (RDC)	27 m2	17 W/°C	27 W/°C	52 W	285 W
Mur Nord (RDC)	7 m2	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W
Mur Nord Ouest LNC (RDC)	20 m2	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W
Mur Nord Est (RDC)	17 m2	10 W/°C	17 W/°C	107 W	149 W
Mur Est (RDC)	18 m2	11 W/°C	18 W/°C	133 W	168 W

## 3- Fenêtres

Nom	Surface	DT	DTréf	AVT	AVE	AV	AVréf
Fenêtres SUD (RDC)	5 m2	20 W/°C	20 W/°C	254 W	49 W	303 W	336 W
Fenêtres Nord (RDC)	2 m2	10 W/°C	9 W/°C	126 W	77 W	203 W	142 W
Fenêtres Nord Est (RDC)	1 m2	3 W/°C	3 W/°C	41 W	7 W	49 W	39 W

## 4- Portes

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Porte Nord Ouest LNC	2 m2	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W
Porte Nord Est (RDC)	2 m2	9 W/°C	6 W/°C	64 W	18 W

## 5- Planchers

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Plancher Bas ( RDC)	77 m2	71 W/°C	154 W/°C	0 W	0 W

## Mur : Mur Sud (RDC)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
27 m <sup>2</sup>	S	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

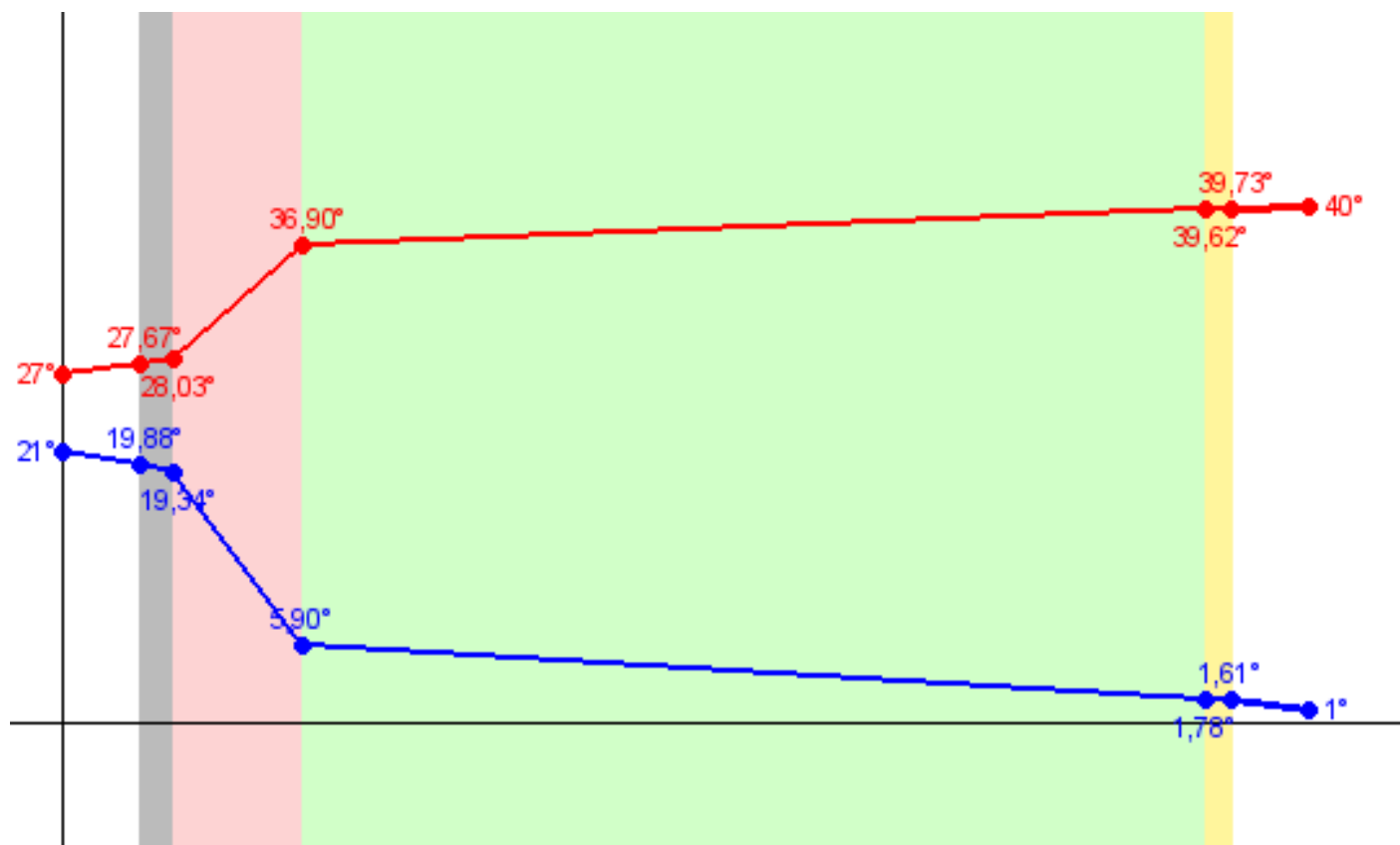
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbtion alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
17 W/°C	27 W/°C	52 W	285 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres SUD (RDC)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
5 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	S	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
20 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	20 W/m.°C	254 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	280 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
S	4 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	0	49 W	57 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	68 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 77 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 46 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord (RDC)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
7 m <sup>2</sup>	N	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

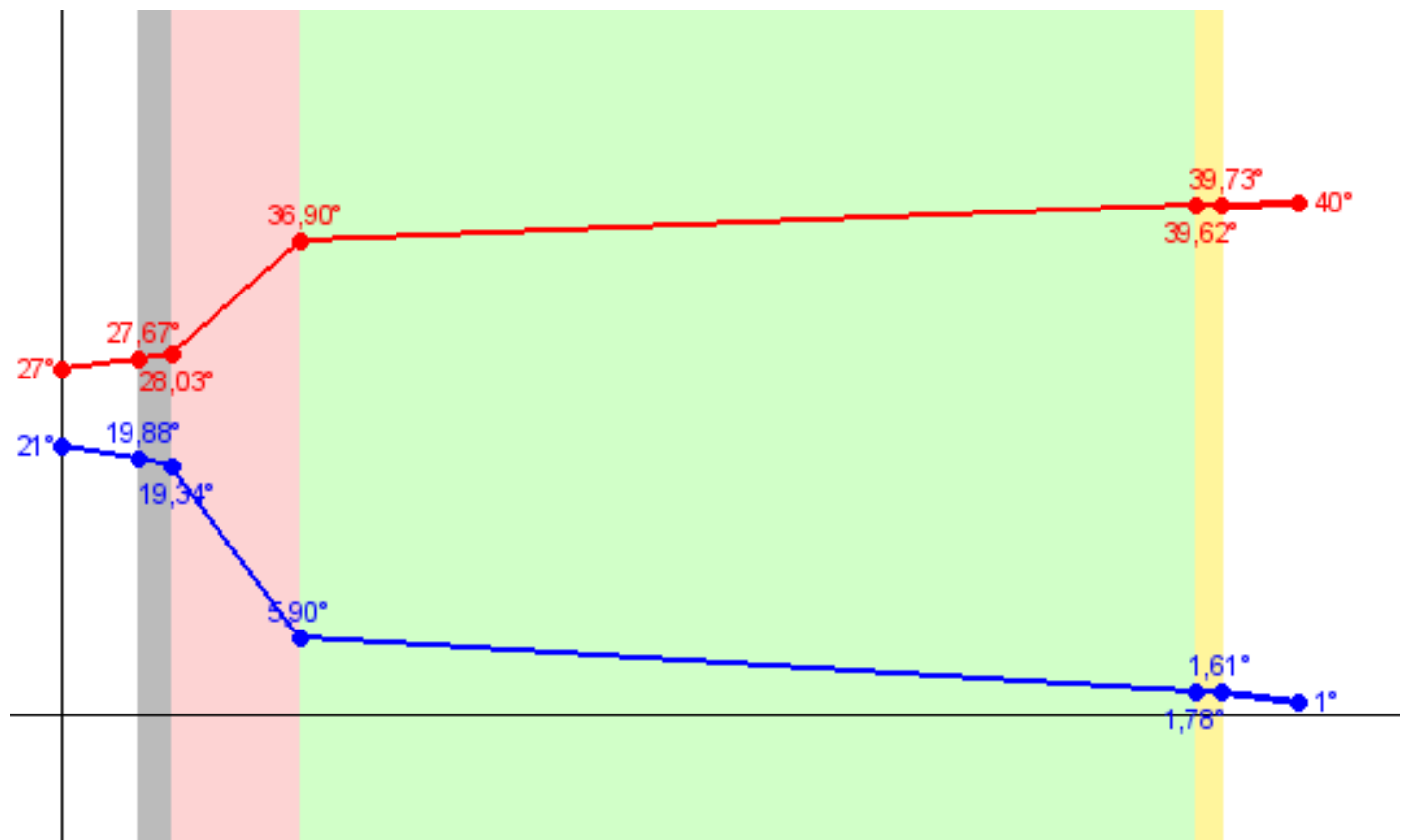
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W

## Profil de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C



## Fenêtre : Fenêtres Nord (RDC)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
2 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	N	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
10 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	9 W/m.°C	126 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	128 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
N	2 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	1	77 W	14 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	68 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 35 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 21 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord Ouest LNC (RDC)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
20 m <sup>2</sup>	NO	Local non chauffe et non climatise	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction Cinc	APO	APOréf
0	5 W/°C	20 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	56 W	133 W

## Porte : Porte Nord Ouest LNC

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NO	Local non chauffe et non climatisé	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction CInc	APO	APOréf
0	1 W/°C	7 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	27 W	16 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	0 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 0 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 0 m <sup>3</sup> /h

## Plancher : Plancher Bas ( RDC)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
77 m <sup>2</sup>	Horizontal	Terre pleine	2 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Produits en céramique carreaux et dalles	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Mortier de ciment	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton plein	2 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
caoutchoucs, formo-phénoliques, polyesters, polyéthylènes,polyamides	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
71 W/°C	154 W/°C	0 W	0 W

## Mur : Mur Nord Est (RDC)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
17 m <sup>2</sup>	NE	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

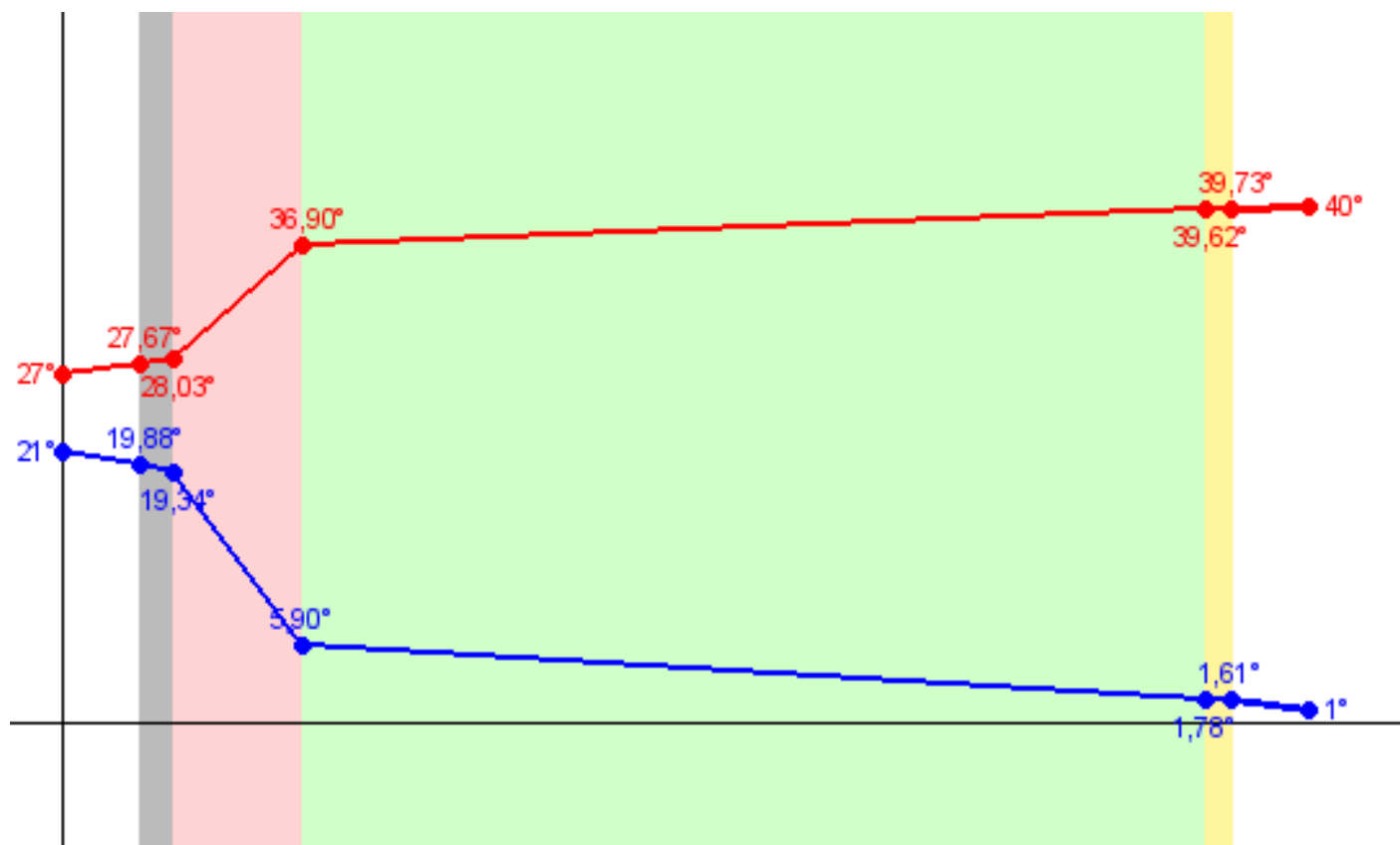
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbtion alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
10 W/°C	17 W/°C	107 W	149 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres Nord Est (RDC)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	NE	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
3 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m.°C	41 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	38 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
NE	1 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	1	7 W	1 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
2 m	68 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 10 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 6 m <sup>3</sup> /h

## Porte : Porte Nord Est (RDC)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NE	Exterieur	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
9 W/°C	6 W/°C	64 W	18 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	18 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 44 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 26 m <sup>3</sup> /h



## Mur : Mur Est (RDC)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
18 m <sup>2</sup>	E	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

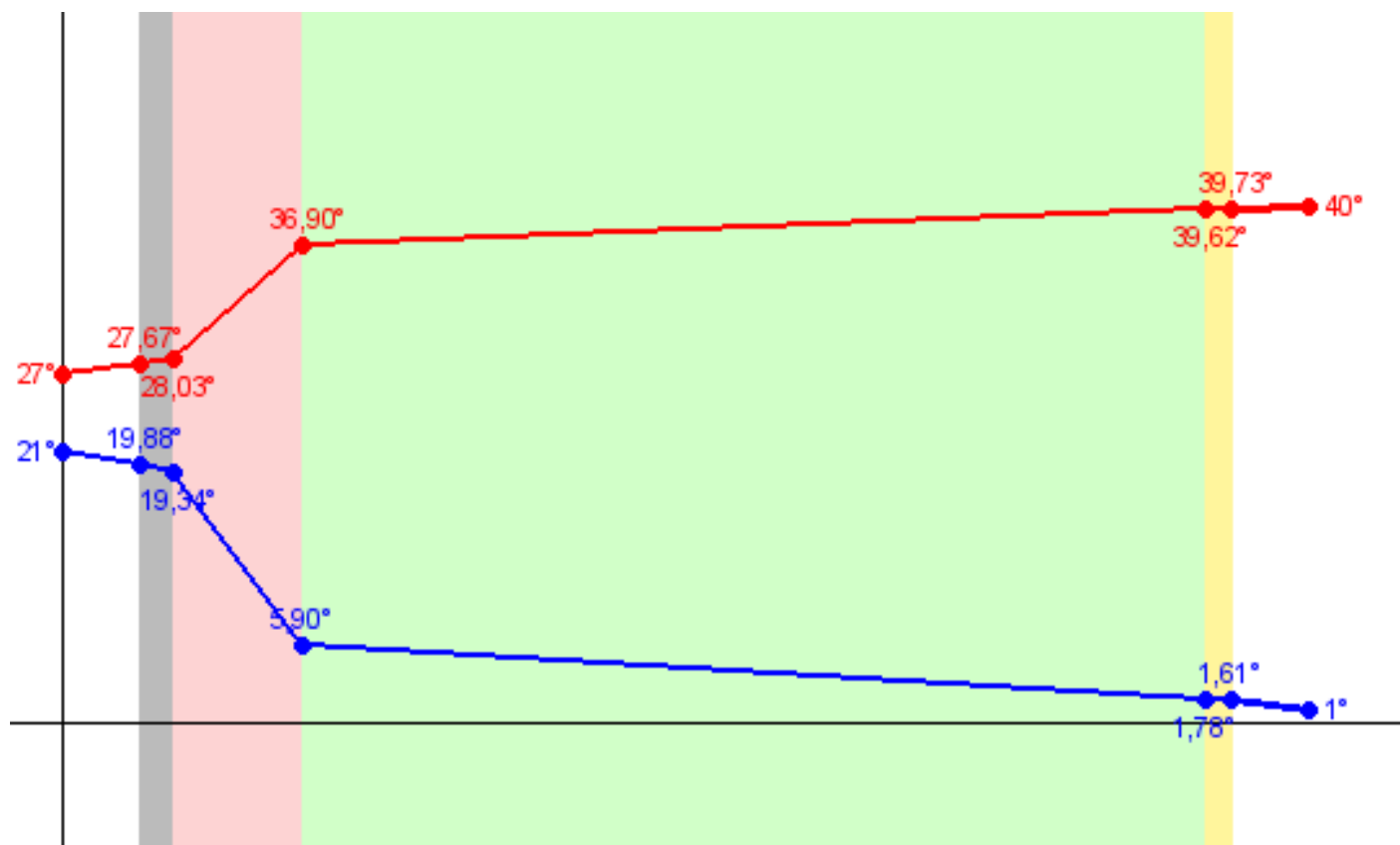
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbtion alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
11 W/°C	18 W/°C	133 W	168 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

# Envelope : Appartement 3

## Données techniques

Volume Brut	Volume Net	Usage		
227 m3	182 m3	Habitation	Logement individuel	Confort Normal

Temps de fonctionnement (climatisation)	Temp. interne Hiver	Temp. interne Eté
12 H	21°	27°

## Synthèse des échanges thermiques en hiver

DT	Dréf	Vérification C-3.2	
95 W/°C	127 W/°C	1	Conforme

## Synthèse des échanges thermiques en été

APO non Aériennes	APO Aériennes	APOréf	AV	AVréf	Vérification C-3.4	
0 W	418 W	644 W	722 W	631 W	1	Conforme

## Renouveaulement et infiltration d'air en hiver

QS	QV	DR	QVinf
101 m3/h	109 m3/h	71 W/°C	159 m3/h - Orientation: S

## Renouveaulement et infiltration d'air en été

QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouveaulement d'air total
109 m3/h	454 W	662 W	0 W	0 W	1,116 W

## Puissance de chauffage

Cin : Coefficient de surpuissance	Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel	Puissance de chauffage
0	0	4.1 kW

## Puissance de climatisation

Nombre d'occupants	Puissance d'éclairage	Autres puissances dégagées	Puissance de Climatisation
5	96	7,650	5.5 kW

## 1- Toitures

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Aucune toiture n'a été définie					

## 2- Murs

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Mur Sud (R+1)	23 m2	14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W
Mur Nord (R+1)	7 m2	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W
Mur Nord Est LNC (R+1)	20 m2	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W
Mur Nord Ouest (R+1)	17 m2	10 W/°C	17 W/°C	41 W	153 W

## 3- Fenêtres

Nom	Surface	DT	DTréf	AVT	AVE	AV	AVréf
Fenêtres SUD (R+1)	7 m2	27 W/°C	28 W/°C	349 W	55 W	404 W	441 W
Fenêtres Nord (R+1)	2 m2	10 W/°C	9 W/°C	126 W	81 W	207 W	142 W
Fenêtres Nord Ouest (R+1)	1 m2	3 W/°C	3 W/°C	41 W	70 W	111 W	48 W

## 4- Portes

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Porte Nord Est LNC (R+1)	2 m2	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W
Porte Nord Ouest (R+1)	2 m2	9 W/°C	6 W/°C	96 W	19 W
Porte Sud (R+1)	2 m2	12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W

## 5- Planchers

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Aucun plancher n'a été défini					

## Mur : Mur Sud (R+1)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
23 m <sup>2</sup>	S	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

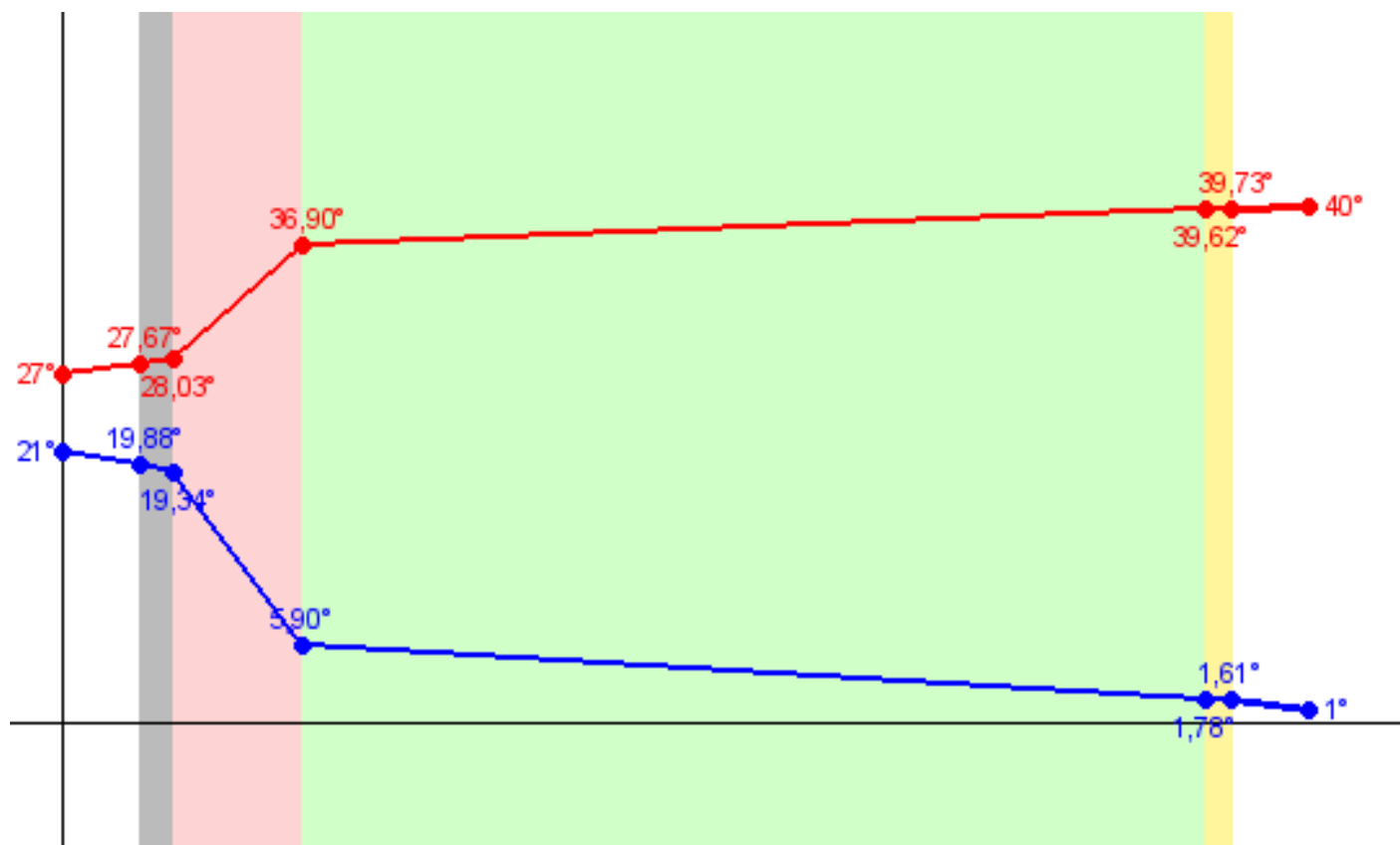
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbction alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

# Fenêtre : Fenêtres SUD (R+1)

## Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
7 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	S	Exterieur

## Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

## Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

## Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
27 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	28 W/m.°C	349 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	385 W

## Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
S	4 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	0	55 W	57 W

## Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	68 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 106 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 64 m <sup>3</sup> /h



## Mur : Mur Nord (R+1)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
7 m <sup>2</sup>	N	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

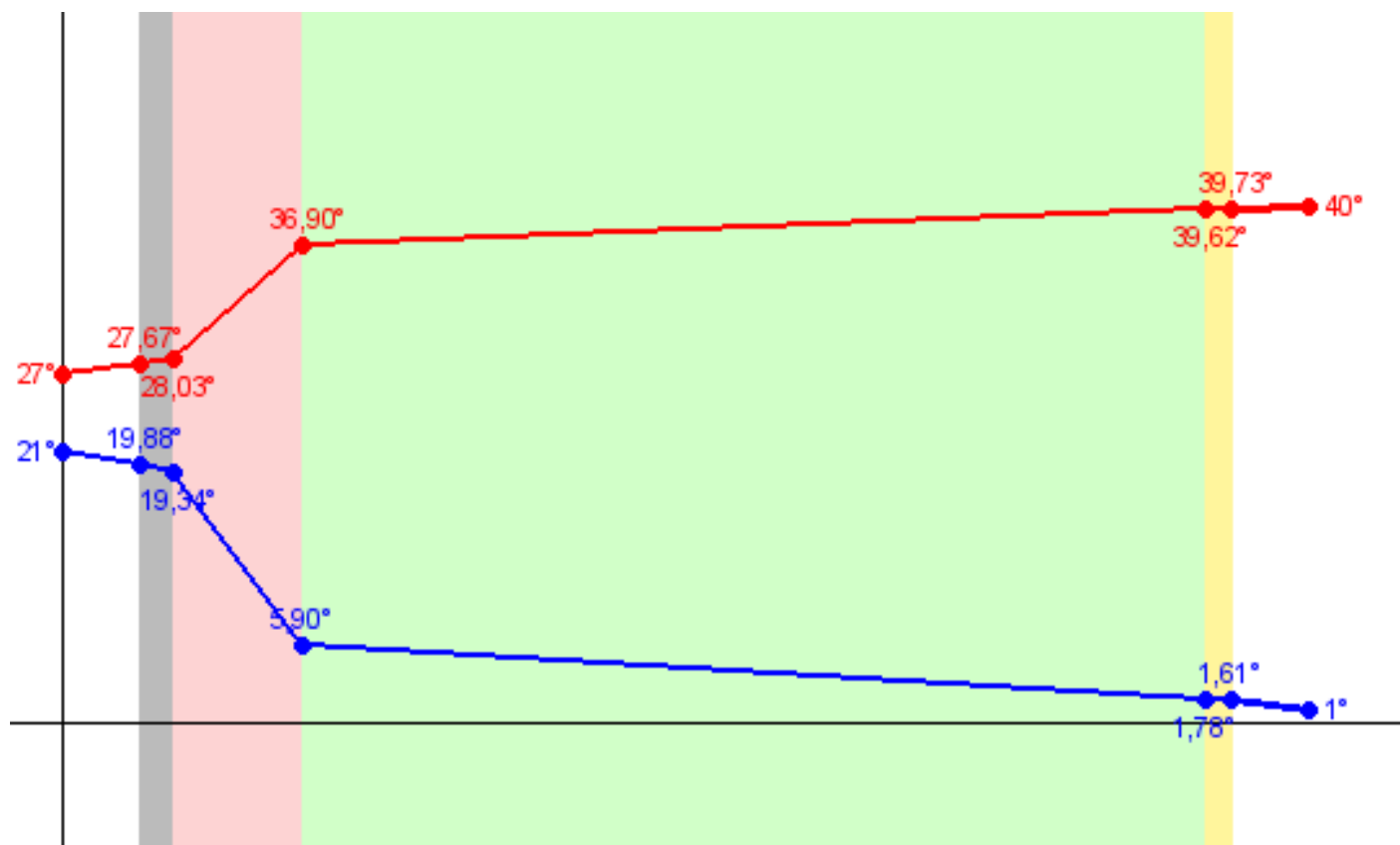
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W

## Profil de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

# Fenêtre : Fenêtres Nord (R+1)

## Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
2 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	N	Exterieur

## Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

## Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

## Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
10 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	9 W/m.°C	126 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	128 W

## Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
N	2 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	1	81 W	14 W

## Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	68 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 35 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 21 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord Est LNC (R+1)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
20 m <sup>2</sup>	NE	Local non chauffe et non climatise	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction Cinc	APO	APOréf
0	5 W/°C	20 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	56 W	133 W

## Porte : Porte Nord Est LNC (R+1)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NE	Local non chauffe et non climatisé	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction Clnc	APO	APOréf
0	1 W/°C	7 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	27 W	16 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	0 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 0 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 0 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord Ouest (R+1)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
17 m <sup>2</sup>	NO	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

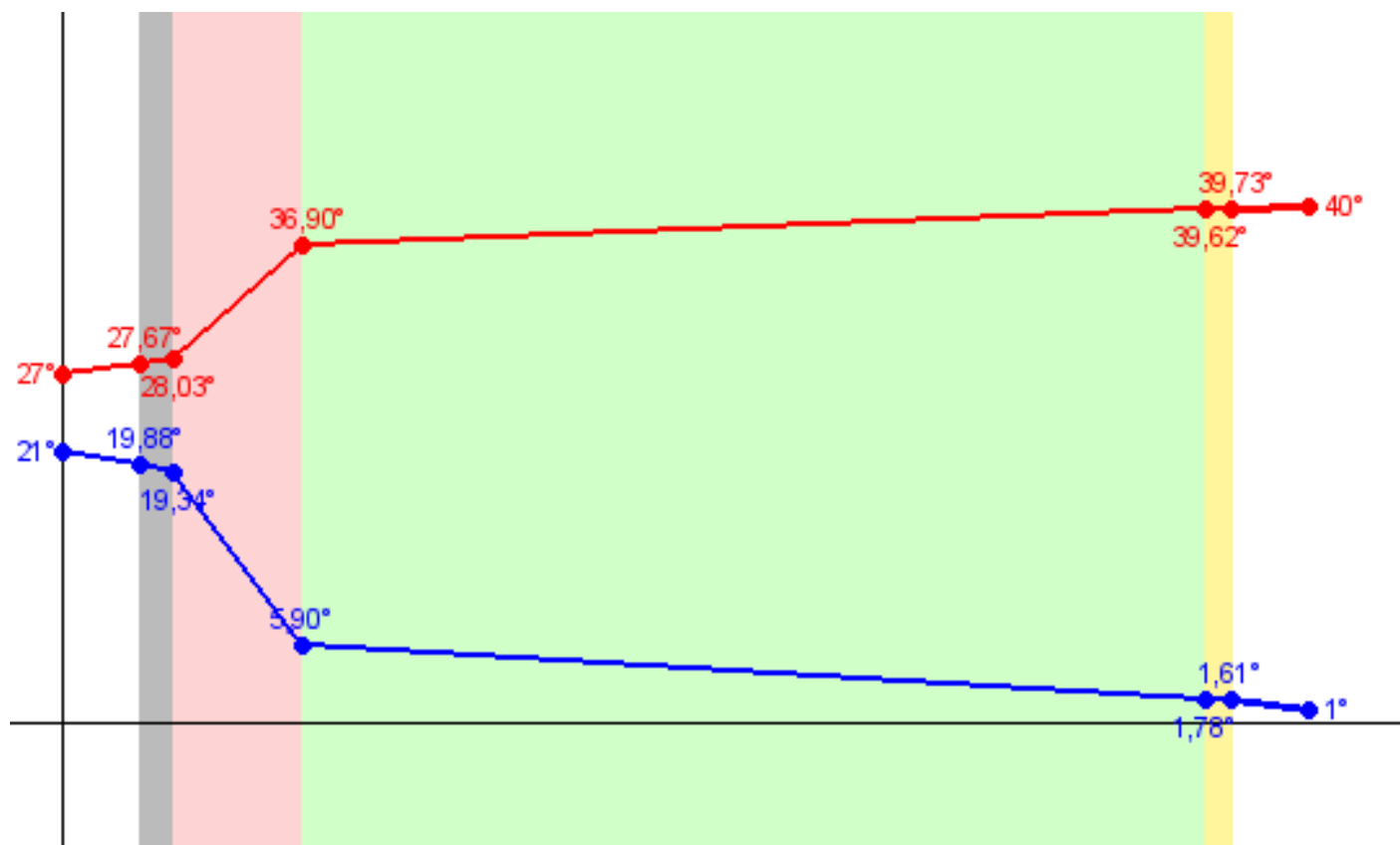
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbction alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
10 W/°C	17 W/°C	41 W	153 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres Nord Ouest (R+1)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	NO	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
3 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m.°C	41 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	38 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
NO	1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	1	70 W	11 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
2 m	68 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 10 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 6 m <sup>3</sup> /h



## Porte : Porte Nord Ouest (R+1)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NO	Exterieur	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
9 W/°C	6 W/°C	96 W	19 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	18 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 44 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 26 m <sup>3</sup> /h

## Porte : Porte Sud (R+1)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Avec vitrage < 30%	S	Exterieur	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	22 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 53 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 32 m <sup>3</sup> /h

# Envelope : Appartement 4

## Données techniques

Volume Brut	Volume Net	Usage		
227 m3	182 m3	Habitation	Logement individuel	Confort Normal

Temps de fonctionnement (climatisation)	Temp. interne Hiver	Temp. interne Eté
12 H	21°	27°

## Synthèse des échanges thermiques en hiver

DT	Dréf	Vérification C-3.2	
106 W/°C	145 W/°C	1	Conforme

## Synthèse des échanges thermiques en été

APO non Aériennes	APO Aériennes	APOréf	AV	AVréf	Vérification C-3.4	
0 W	584 W	807 W	659 W	622 W	1	Conforme

## Renouveaulement et infiltration d'air en hiver

QS	QV	DR	QVinf
101 m3/h	109 m3/h	71 W/°C	159 m3/h - Orientation: S

## Renouveaulement et infiltration d'air en été

QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouvellement d'air total
109 m3/h	454 W	662 W	0 W	0 W	1,116 W

## Puissance de chauffage

Cin : Coefficient de surpuissance	Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel	Puissance de chauffage
0	0	4.4 kW

## Puissance de climatisation

Nombre d'occupants	Puissance d'éclairage	Autres puissances dégagées	Puissance de Climatisation
5	96	7,650	5.6 kW

## 1- Toitures

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Aucune toiture n'a été définie					

## 2- Murs

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Mur Sud (R+1)	23 m2	14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W
Mur Nord (R+1)	7 m2	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W
Mur Nord Ouest LNC (R+1)	20 m2	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W
Mur Nord Est (R+1)	17 m2	10 W/°C	17 W/°C	107 W	149 W
Mur Est (R+1)	18 m2	11 W/°C	18 W/°C	133 W	168 W

## 3- Fenêtres

Nom	Surface	DT	DTréf	AVT	AVE	AV	AVréf
Fenêtres SUD (R+1)	7 m2	27 W/°C	28 W/°C	349 W	55 W	404 W	441 W
Fenêtres Nord (R+1)	2 m2	10 W/°C	9 W/°C	126 W	81 W	207 W	142 W
Fenêtres Nord Est (R+1)	1 m2	3 W/°C	3 W/°C	41 W	7 W	49 W	39 W

## 4- Portes

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Porte Nord Ouest LNC (R+1)	2 m2	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W
Porte Nord Est (R+1)	2 m2	9 W/°C	6 W/°C	64 W	18 W
Porte Sud (R+1)	2 m2	12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W

## 5- Planchers

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Aucun plancher n'a été défini					

## Mur : Mur Sud (R+1)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
23 m <sup>2</sup>	S	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

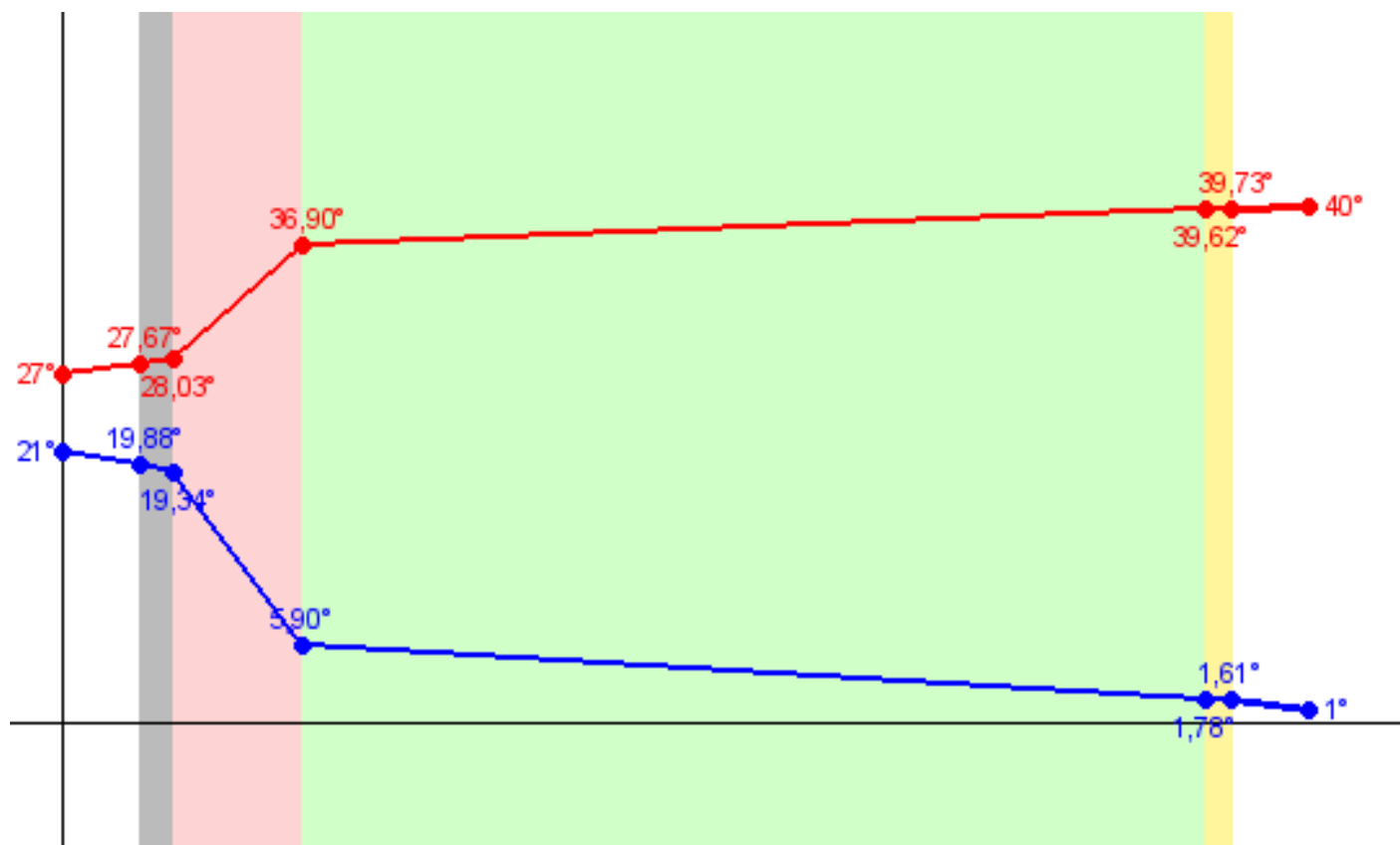
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbtion alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

# Fenêtre : Fenêtres SUD (R+1)

## Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
7 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	S	Exterieur

## Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

## Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

## Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
27 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	28 W/m.°C	349 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	385 W

## Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
S	4 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	0	55 W	57 W

## Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	101 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 106 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 64 m <sup>3</sup> /h



## Mur : Mur Nord (R+1)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
7 m <sup>2</sup>	N	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

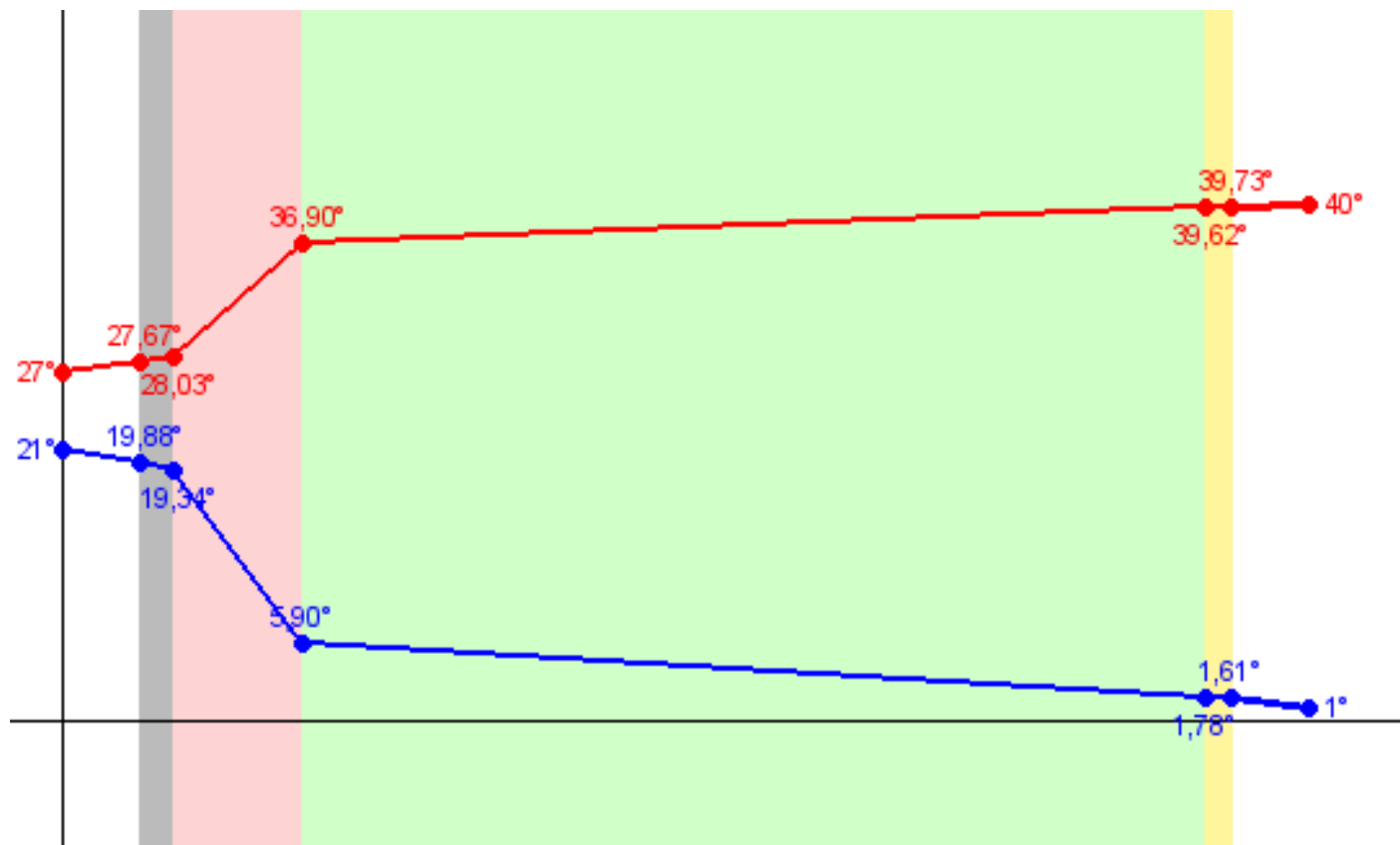
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

# Fenêtre : Fenêtres Nord (R+1)

## Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
2 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	N	Exterieur

## Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

## Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

## Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
10 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	9 W/m.°C	126 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	128 W

## Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVÉréf
N	2 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	1	81 W	14 W

## Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	101 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 35 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 21 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord Ouest LNC (R+1)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
20 m <sup>2</sup>	NO	Local non chauffe et non climatise	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction Cinc	APO	APOréf
0	5 W/°C	20 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	56 W	133 W

## Porte : Porte Nord Ouest LNC (R+1)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NO	Local non chauffe et non climatise	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction Clnc	APO	APOréf
0	1 W/°C	7 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	27 W	16 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	0 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 0 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 0 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord Est (R+1)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
17 m <sup>2</sup>	NE	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

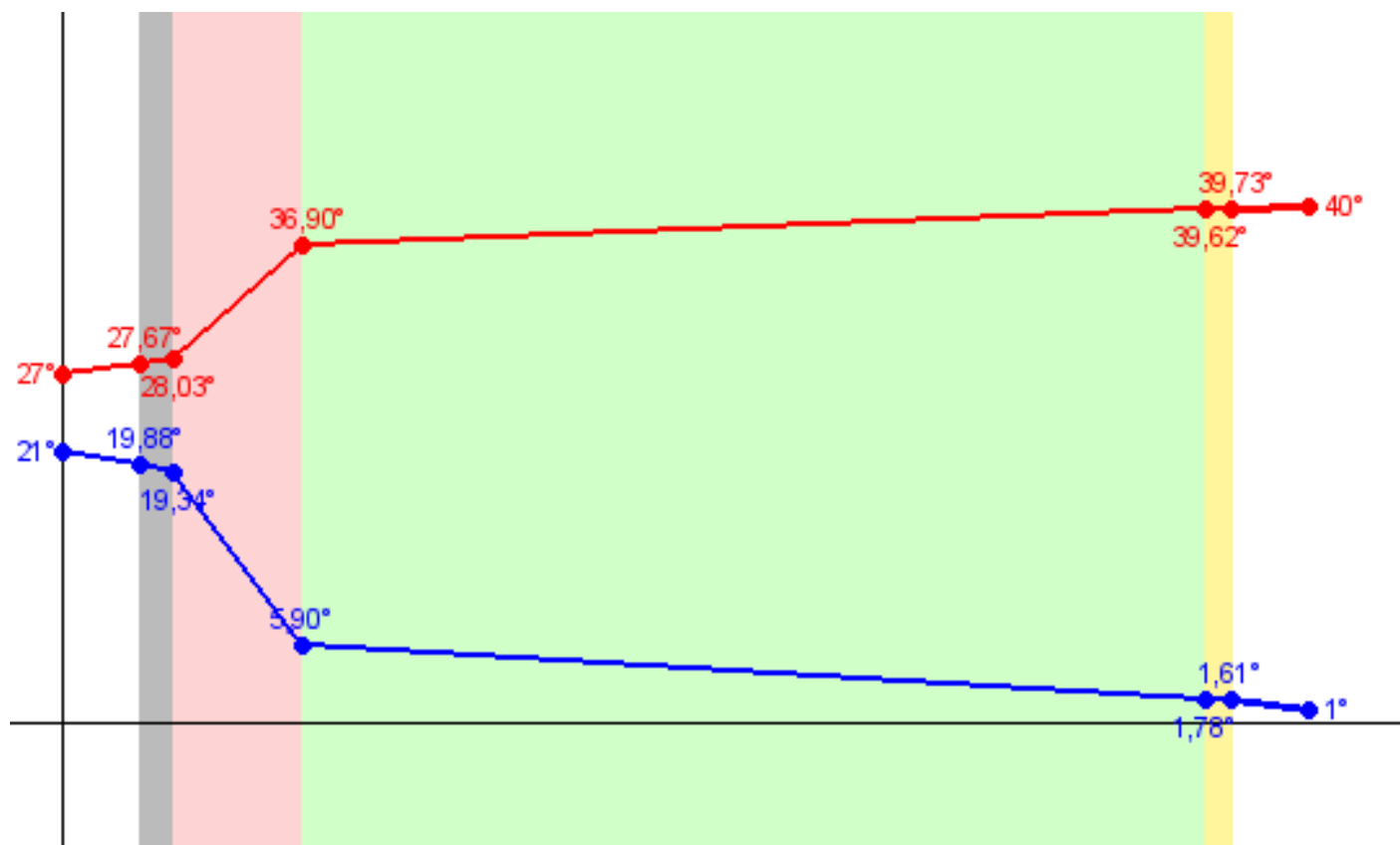
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbtion alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
10 W/°C	17 W/°C	107 W	149 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres Nord Est (R+1)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	NE	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
3 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m.°C	41 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	38 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
NE	1 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	1	7 W	1 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
2 m	101 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 10 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 6 m <sup>3</sup> /h



## Porte : Porte Nord Est (R+1)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NE	Exterieur	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
9 W/°C	6 W/°C	64 W	18 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	18 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 44 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 26 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Est (R+1)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
18 m <sup>2</sup>	E	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

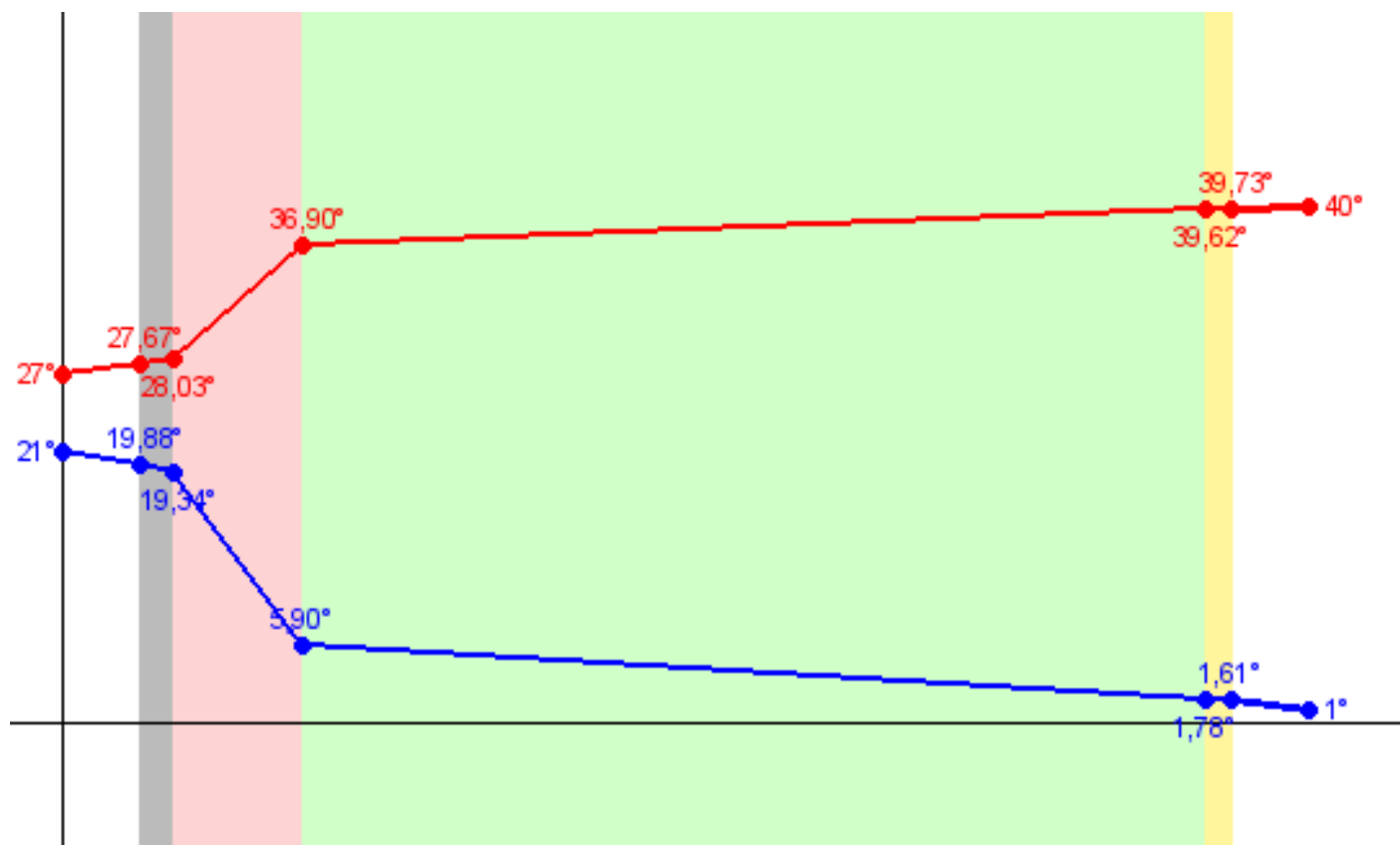
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbtion alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
11 W/°C	18 W/°C	133 W	168 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Porte : Porte Sud (R+1)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Avec vitrage < 30%	S	Exterieur	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	22 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 53 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 32 m <sup>3</sup> /h

# Envelope : Appartement 5

## Données techniques

Volume Brut	Volume Net	Usage		
227 m3	182 m3	Habitation	Logement individuel	Confort Normal

Temps de fonctionnement (climatisation)	Temp. interne Hiver	Temp. interne Eté
12 H	21°	27°

## Synthèse des échanges thermiques en hiver

DT	Dréf	Vérification C-3.2	
158 W/°C	214 W/°C	1	Conforme

## Synthèse des échanges thermiques en été

APO non Aériennes	APO Aériennes	APOréf	AV	AVréf	Vérification C-3.4	
0 W	1,506 W	1,780 W	743 W	652 W	1	Conforme

## Renouveaulement et infiltration d'air en hiver

QS	QV	DR	QVinf
101 m3/h	5,950 m3/h	2,057 W/°C	159 m3/h - Orientation: S

## Renouveaulement et infiltration d'air en été

QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouveaulement d'air total
5,950 m3/h	24,752 W	662 W	0 W	0 W	25,414 W

## Puissance de chauffage

Cin : Coefficient de surpuissance	Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel	Puissance de chauffage
0	0	53.7 kW

## Puissance de climatisation

Nombre d'occupants	Puissance d'éclairage	Autres puissances dégagées	Puissance de Climatisation
5	96	7,650	30.9 kW

## 1- Toitures

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Plancher Haut (R+2)	96 m2	63 W/°C	87 W/°C	1,088 W	1,136 W
Total	96 m2	63 W/°C	87 W/°C	1,088 W	1,136 W

## 2- Murs

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Mur Sud (R+2)	23 m2	14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W
Mur Nord (R+2)	7 m2	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W
Mur Nord Est LNC (R+2)	20 m2	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W
Mur Nord Ouest (R+2)	17 m2	10 W/°C	17 W/°C	41 W	153 W
Total	67 m2	33 W/°C	67 W/°C	144 W	583 W

## 3- Fenêtres

Nom	Surface	DT	DTréf	AVT	AVE	AV	AVréf
Fenêtres SUD (R+2)	7 m2	27 W/°C	28 W/°C	349 W	75 W	424 W	462 W
Fenêtres Nord (R+2)	2 m2	10 W/°C	9 W/°C	126 W	81 W	207 W	142 W
Fenêtres Nord Ouest (R+2)	1 m2	3 W/°C	3 W/°C	41 W	70 W	111 W	48 W

Nom	Surface	DT	DTréf	AVT	AVE	AV	AVréf
Total	10 m2	40 W/°C	40 W/°C	516 W	226 W	743 W	652 W

#### 4- Portes

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Porte Nord Est LNC (R+2)	2 m2	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W
Porte Nord Ouest (R+2)	2 m2	9 W/°C	6 W/°C	96 W	19 W
Porte Sud (R+2)	2 m2	12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W

#### 5- Planchers

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Aucun plancher n'a été défini					
Total	0 m2	0 W/°C	0 W/°C	0 W	0 W

## Mur : Mur Sud (R+2)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
23 m <sup>2</sup>	S	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbction alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

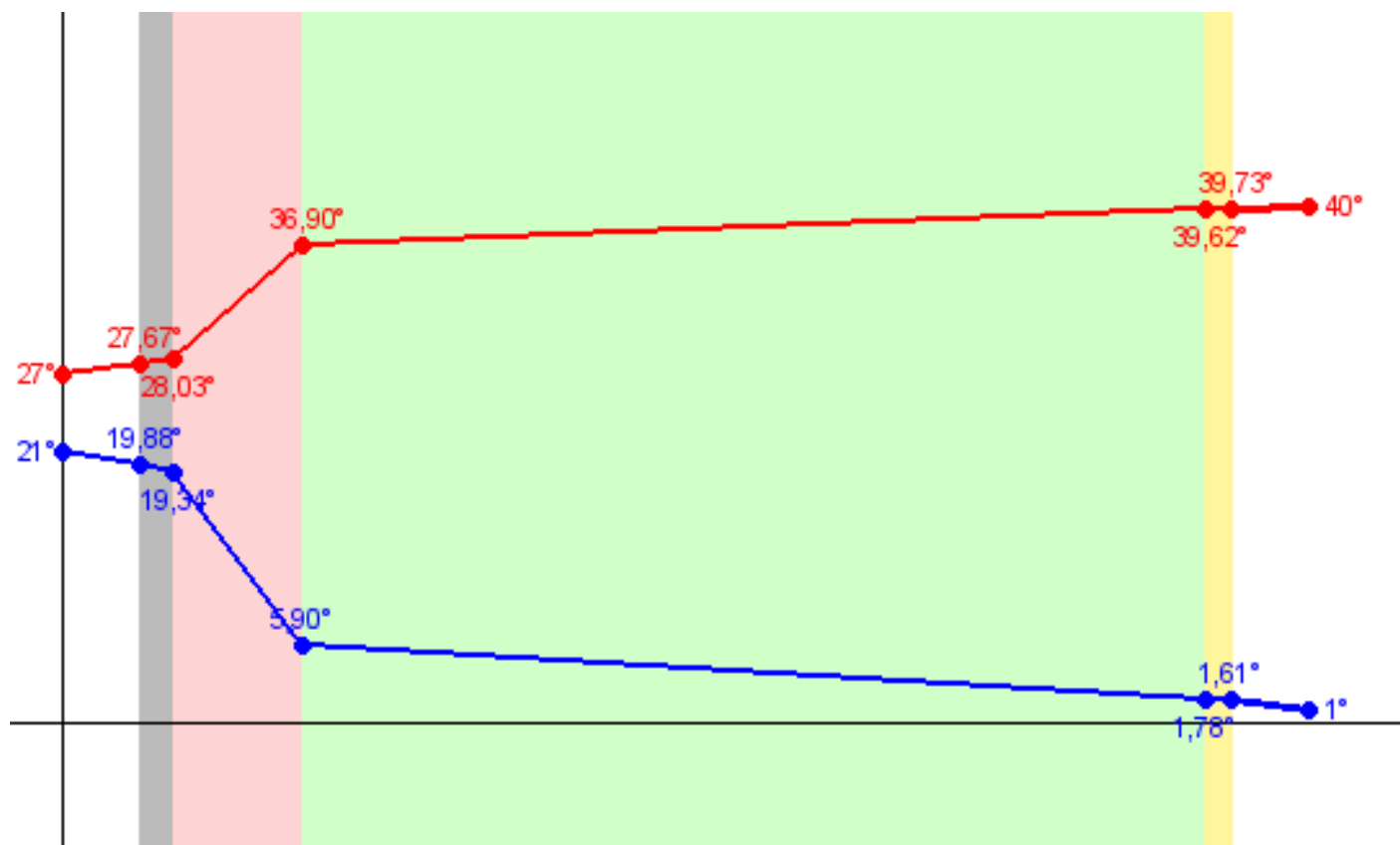
### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W



## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres SUD (R+2)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
7 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	S	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
27 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	28 W/m.°C	349 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	385 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
S	5 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	0	75 W	78 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	101 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 106 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 64 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord (R+2)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
7 m <sup>2</sup>	N	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

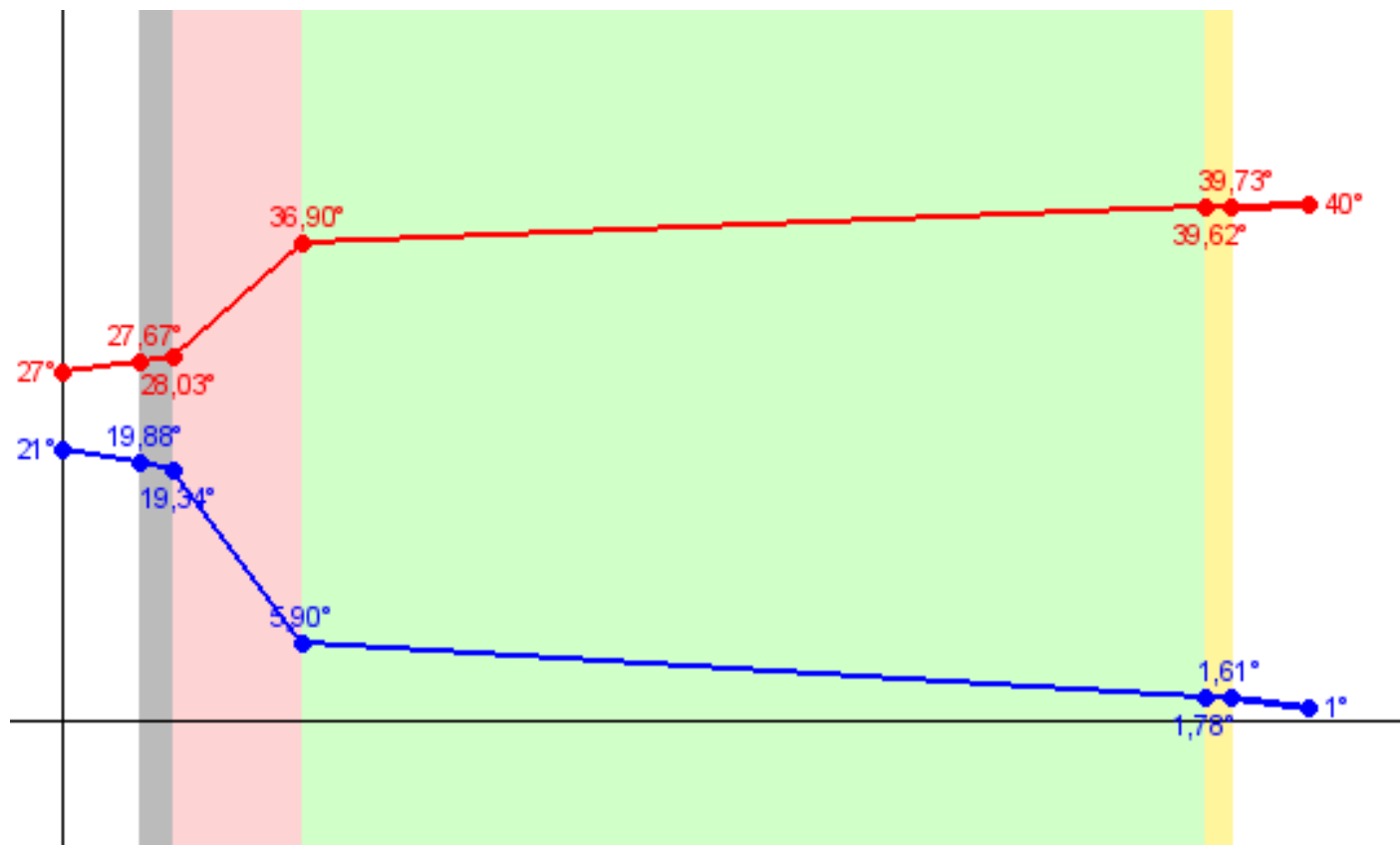
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W

## Profil de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres Nord (R+2)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
2 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	N	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
10 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	9 W/m.°C	126 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	128 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
N	2 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	1	81 W	14 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	101 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 35 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 21 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord Est LNC (R+2)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
20 m <sup>2</sup>	NE	Local non chauffe et non climatise	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction Cinc	APO	APOréf
0	5 W/°C	20 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	56 W	133 W

## Porte : Porte Nord Est LNC (R+2)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NE	Local non chauffe et non climatisé	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction CInc	APO	APOréf
0	1 W/°C	7 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	27 W	16 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	0 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 0 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 0 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord Ouest (R+2)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
17 m <sup>2</sup>	NO	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbtion alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

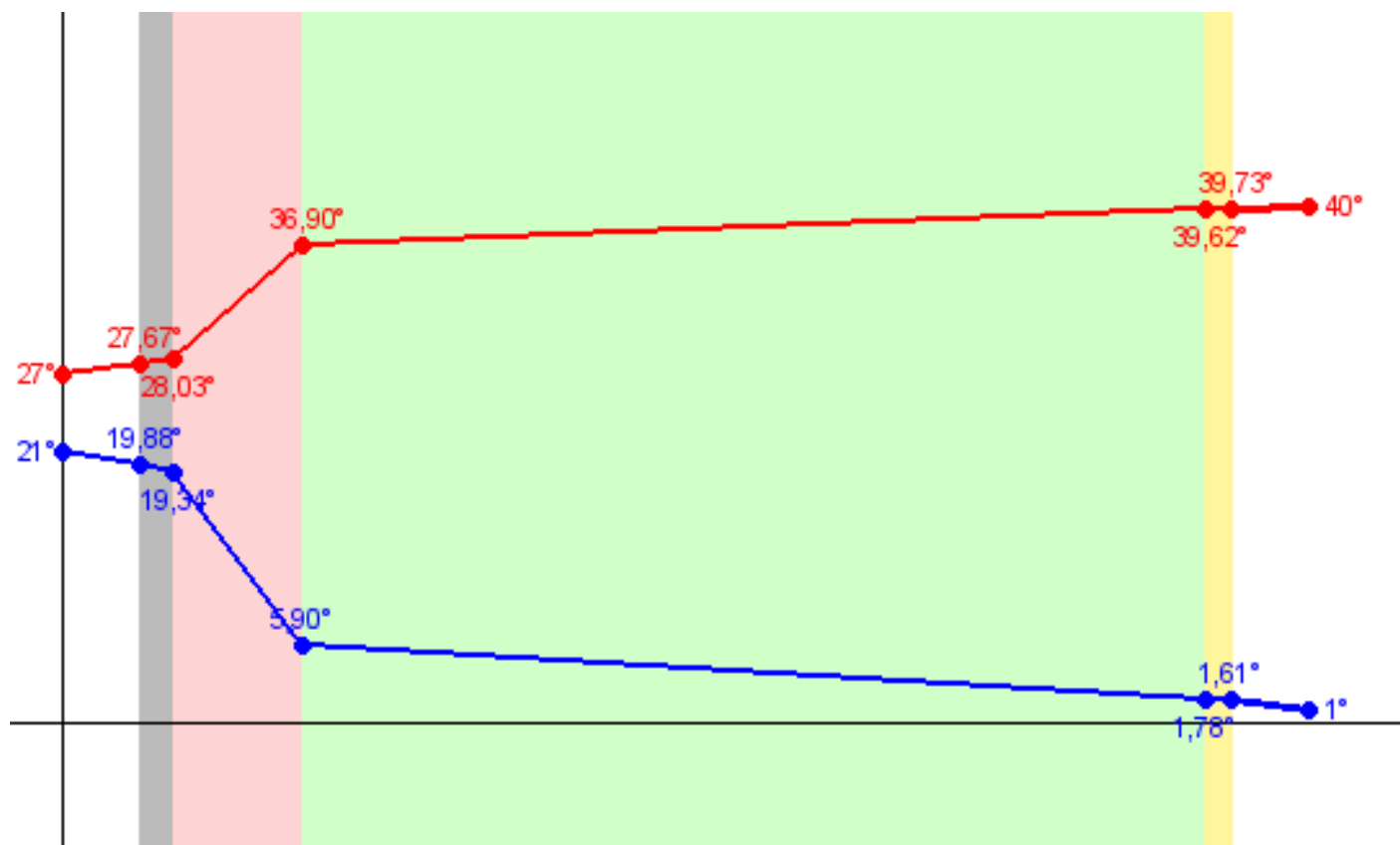
### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
10 W/°C	17 W/°C	41 W	153 W



## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres Nord Ouest (R+2)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	NO	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
3 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m.°C	41 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	38 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
NO	1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	1	70 W	11 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
2 m	101 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 10 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 6 m <sup>3</sup> /h

## Porte : Porte Nord Ouest (R+2)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NO	Exterieur	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
9 W/°C	6 W/°C	96 W	19 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	18 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 44 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 26 m <sup>3</sup> /h

## Porte : Porte Sud (R+2)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Avec vitrage < 30%	S	Exterieur	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	22 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 53 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 32 m <sup>3</sup> /h

## Toiture : Plancher Haut (R+2)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
96 m <sup>2</sup>	Horizontal	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Mortier de chaud	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Mortier bâtard	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Sable + gravillons	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Mortier bâtard	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Entrevous - dalle de compression en béton courant	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Plâtre courant d'enduit intérieur	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

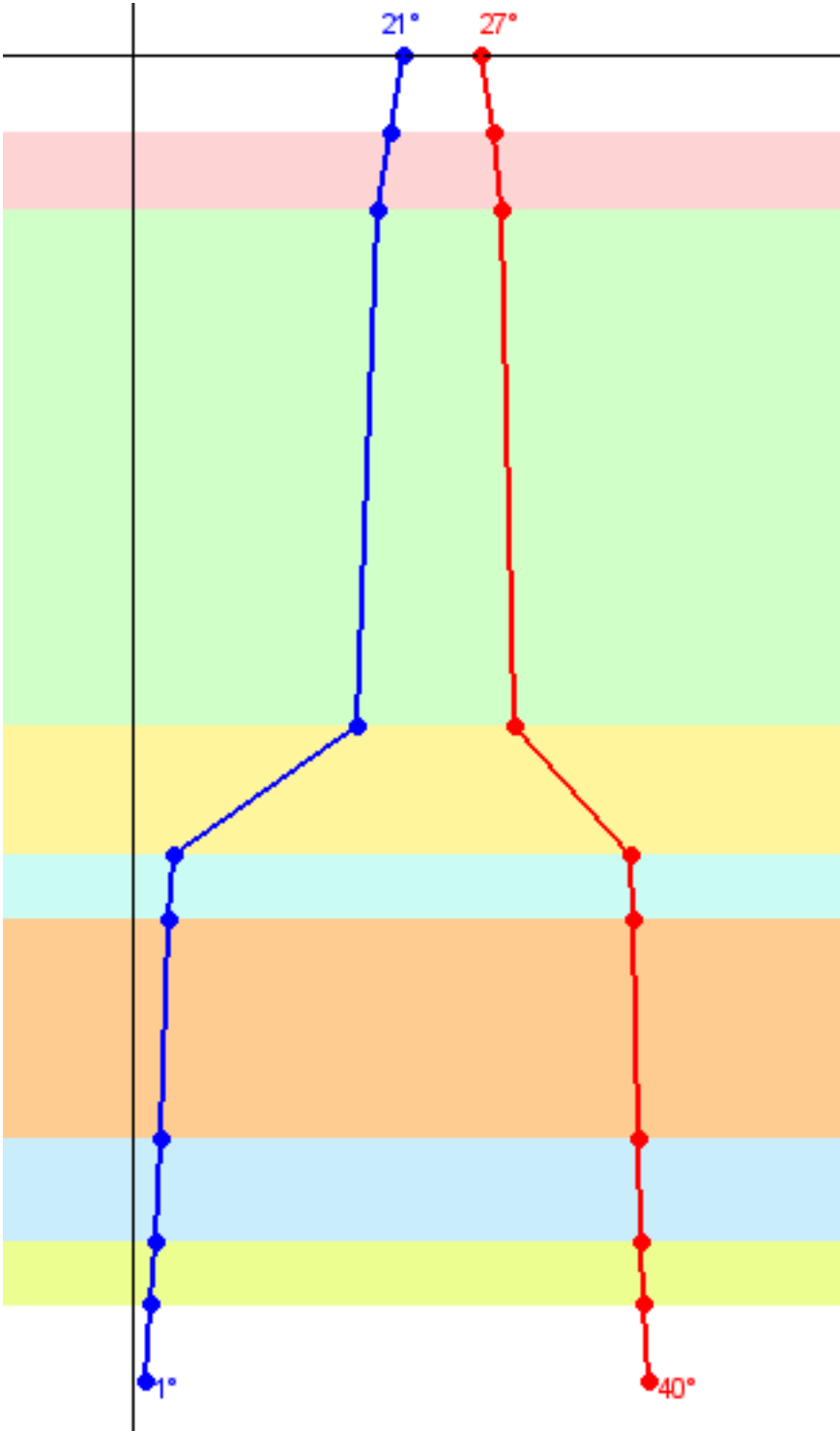
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbction alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
63 W/°C	87 W/°C	1,088 W	1,136 W

**Profile de température :**

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Eté
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plâtre courant d'enduit intérieur	19 °C	29 °C
2- Entrevous - dalle de compression en béton courant	18 °C	30 °C
3- Polystyrène expansé	3 °C	39 °C
4- Mortier bâtard	3 °C	39 °C
5- Sable + gravillons	2 °C	39 °C
6- Mortier bâtard	2 °C	40 °C
7- Mortier de chaud	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

# Envelope : Appartement 6

## Données techniques

Volume Brut	Volume Net	Usage		
227 m <sup>3</sup>	182 m <sup>3</sup>	Habitation	Logement individuel	Confort Normal

Temps de fonctionnement (climatisation)	Temp. interne Hiver	Temp. interne Eté
12 H	21°	27°

## Synthèse des échanges thermiques en hiver

DT	Dréf	Vérification C-3.2	
169 W/°C	232 W/°C	1	Conforme

## Synthèse des échanges thermiques en été

APO non Aériennes	APO Aériennes	APOréf	AV	AVréf	Vérification C-3.4	
0 W	1,672 W	1,944 W	680 W	643 W	1	Conforme

## Renouveaulement et infiltration d'air en hiver

QS	QV	DR	QVinf
101 m <sup>3</sup> /h	109 m <sup>3</sup> /h	71 W/°C	159 m <sup>3</sup> /h - Orientation: S

## Renouveaulement et infiltration d'air en été

QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouvellement d'air total
109 m <sup>3</sup> /h	454 W	662 W	0 W	0 W	1,116 W

## Puissance de chauffage



Cin : Coefficient de surpuissance	Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel	Puissance de chauffage
0	0	6.0 kW

## Puissance de climatisation

Nombre d'occupants	Puissance d'éclairage	Autres puissances dégagées	Puissance de Climatisation
5	96	7,650	6.8 kW

## 1- Toitures

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Plancher Haut (R+2)	96 m <sup>2</sup>	63 W/°C	87 W/°C	1,088 W	1,136 W
Total	96 m <sup>2</sup>	63 W/°C	87 W/°C	1,088 W	1,136 W

## 2- Murs

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Mur Sud (R+2)	23 m <sup>2</sup>	14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W
Mur Nord (R+2)	7 m <sup>2</sup>	4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W
Mur Nord Ouest LNC (R+2)	20 m <sup>2</sup>	5 W/°C	20 W/°C	56 W	133 W
Mur Nord Est (R+2)	17 m <sup>2</sup>	10 W/°C	17 W/°C	107 W	149 W
Mur Est (R+2)	18 m <sup>2</sup>	11 W/°C	18 W/°C	133 W	168 W
Total	84 m <sup>2</sup>	44 W/°C	84 W/°C	343 W	747 W

## 3- Fenêtres

Nom	Surface	DT	DTréf	AVT	AVE	AV	AVréf
Fenêtres SUD (R+2)	7 m <sup>2</sup>	27 W/°C	28 W/°C	349 W	75 W	424 W	462 W
Fenêtres Nord (R+2)	2 m <sup>2</sup>	10 W/°C	9 W/°C	126 W	81 W	207 W	142 W
Fenêtres Nord Est	1 m <sup>2</sup>	3 W/°C	3 W/°C	41 W	7 W	49 W	39 W

Nom	Surface	DT	DTréf	AVT	AVE	AV	AVréf
(R+2)							
Total	10 m2	40 W/°C	40 W/°C	516 W	164 W	680 W	643 W

#### 4- Portes

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Porte Nord Ouest LNC (R+2)	2 m2	1 W/°C	7 W/°C	27 W	16 W
Porte Nord Est (R+2)	2 m2	9 W/°C	6 W/°C	64 W	18 W
Porte Sud (R+2)	2 m2	12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W

#### 5- Planchers

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Aucun plancher n'a été défini					
Total	0 m2	0 W/°C	0 W/°C	0 W	0 W

## Mur : Mur Sud (R+2)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
23 m <sup>2</sup>	S	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

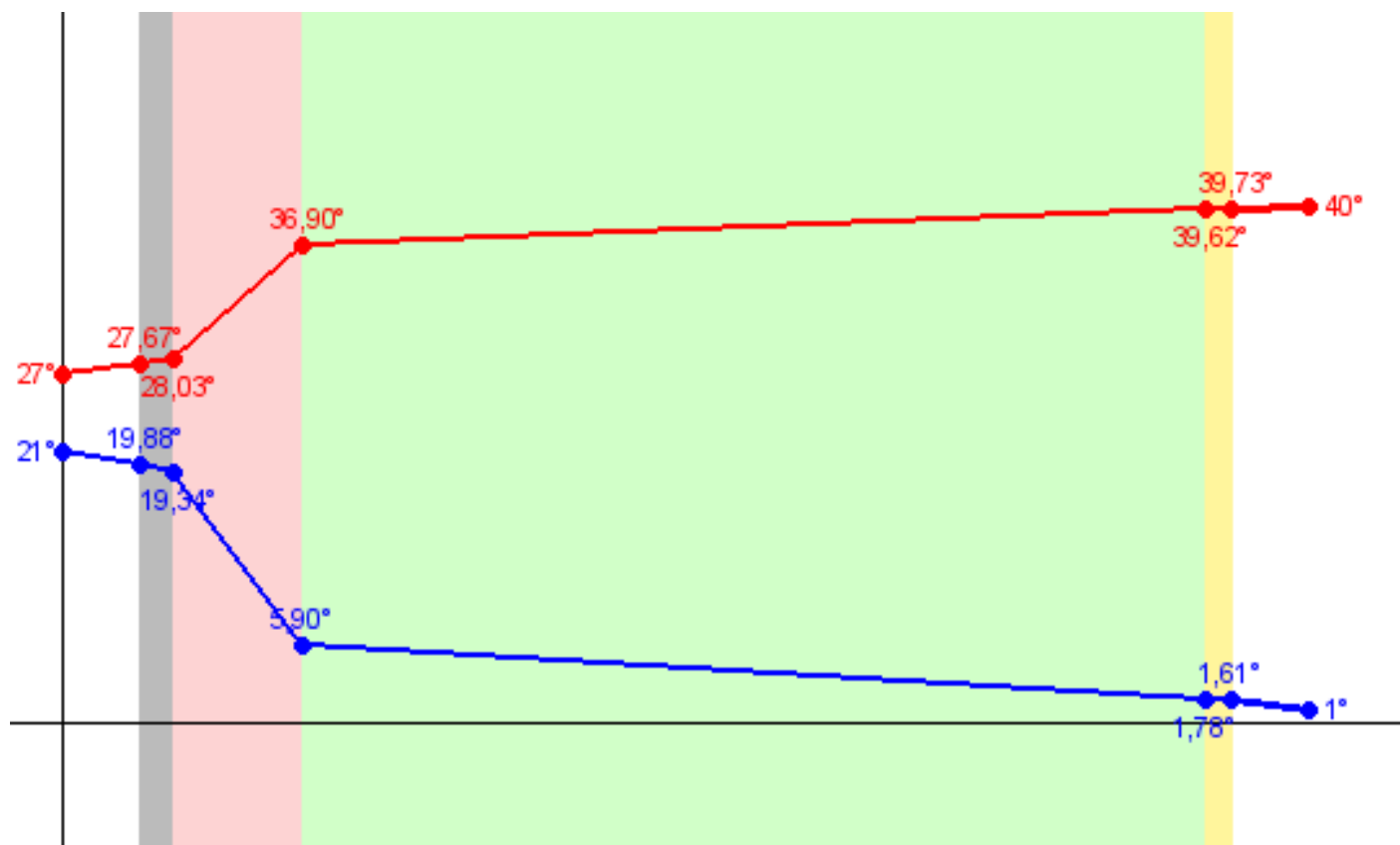
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbtion alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
14 W/°C	23 W/°C	43 W	238 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres SUD (R+2)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
7 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	S	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
27 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	28 W/m.°C	349 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	385 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
S	5 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	0	75 W	78 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	101 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 106 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 64 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord (R+2)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
7 m <sup>2</sup>	N	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

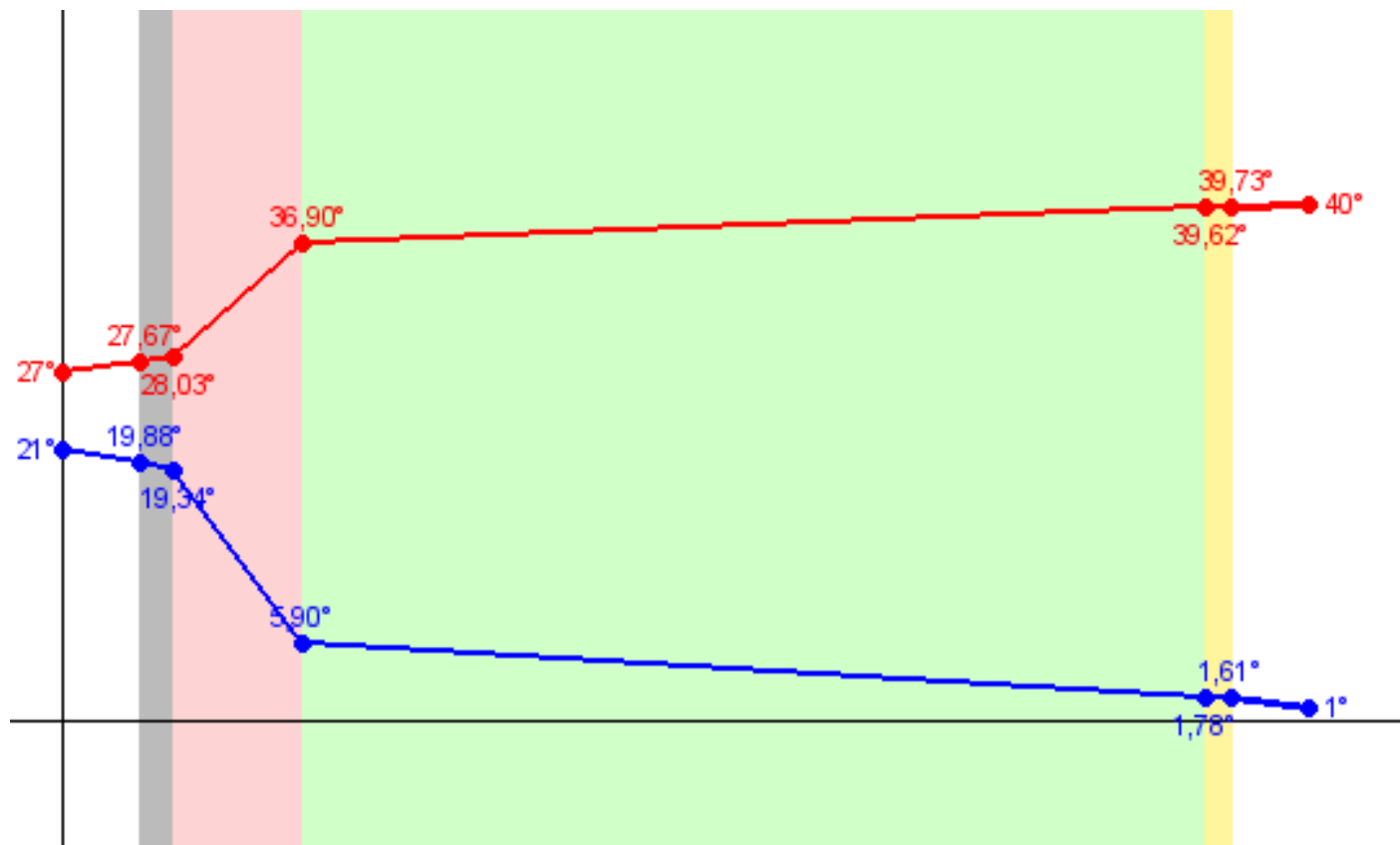
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
4 W/°C	7 W/°C	4 W	59 W

## Profil de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres Nord (R+2)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
2 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	N	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
10 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	9 W/m.°C	126 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	128 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVEréf
N	2 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	1	81 W	14 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
1 m	101 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 35 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 21 m <sup>3</sup> /h



## Mur : Mur Nord Ouest LNC (R+2)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
20 m <sup>2</sup>	NO	Local non chauffe et non climatise	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction Cinc	APO	APOréf
0	5 W/°C	20 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	56 W	133 W

## Porte : Porte Nord Ouest LNC (R+2)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NO	Local non chauffe et non climatise	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	2 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

Réduction Tau	DT	DTréf	Réduction Clnc	APO	APOréf
0	1 W/°C	7 W/°C	8 W/m <sup>2</sup> .°C	27 W	16 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	0 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 0 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 0 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Nord Est (R+2)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
17 m <sup>2</sup>	NE	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

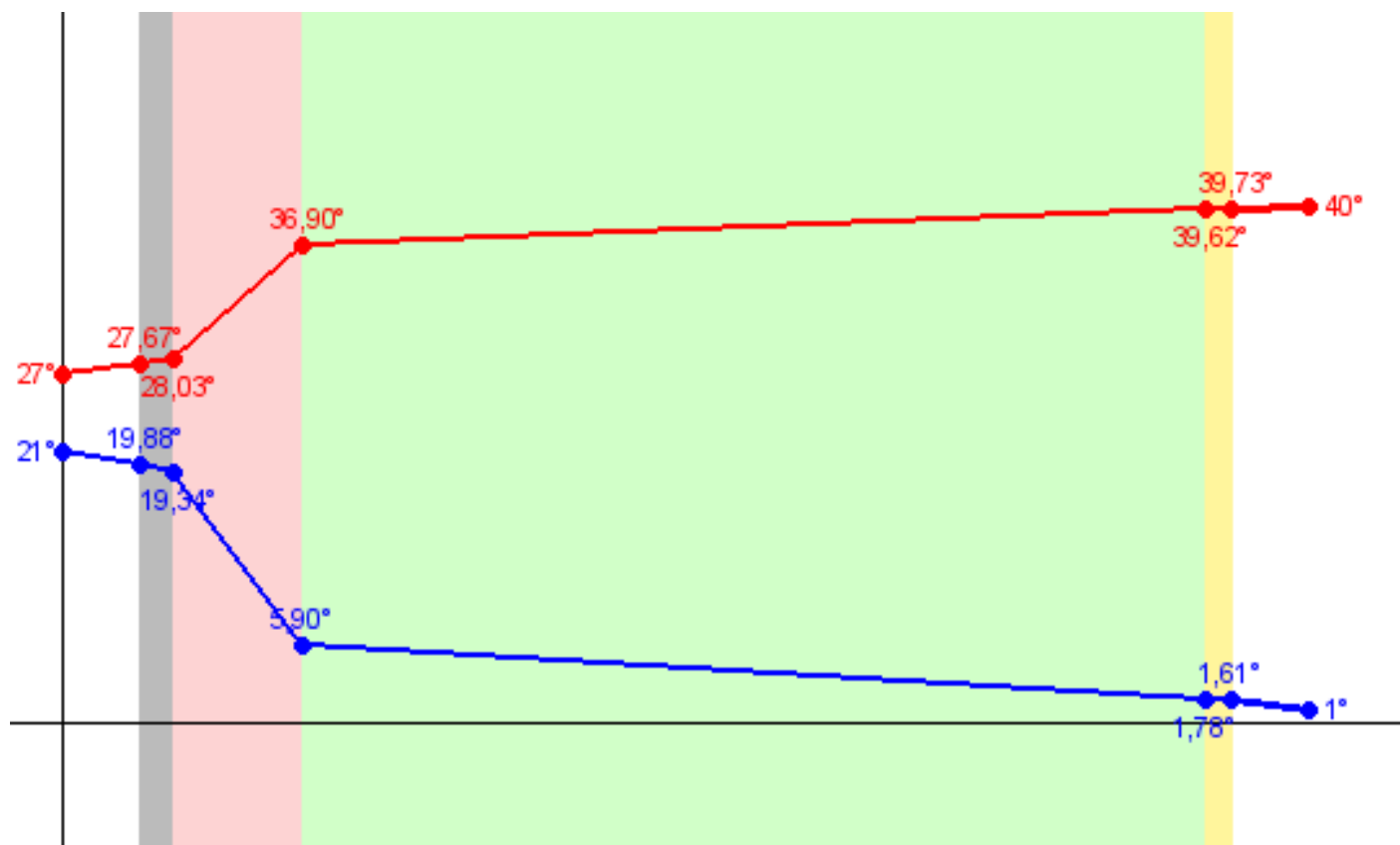
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbtion alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
10 W/°C	17 W/°C	107 W	149 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

## Fenêtre : Fenêtres Nord Est (R+2)

### Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	NE	Exterieur

### Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Métal / Vitrage Double / 12 à 13	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

### Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	4 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
3 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m.°C	41 W	4 W/m <sup>2</sup> .°C	38 W

### Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVÉréf
NE	1 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	1	7 W	1 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
2 m	101 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 10 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 6 m <sup>3</sup> /h

## Porte : Porte Nord Est (R+2)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	NE	Exterieur	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
9 W/°C	6 W/°C	64 W	18 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	18 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 44 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 26 m <sup>3</sup> /h

## Mur : Mur Est (R+2)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
18 m <sup>2</sup>	E	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

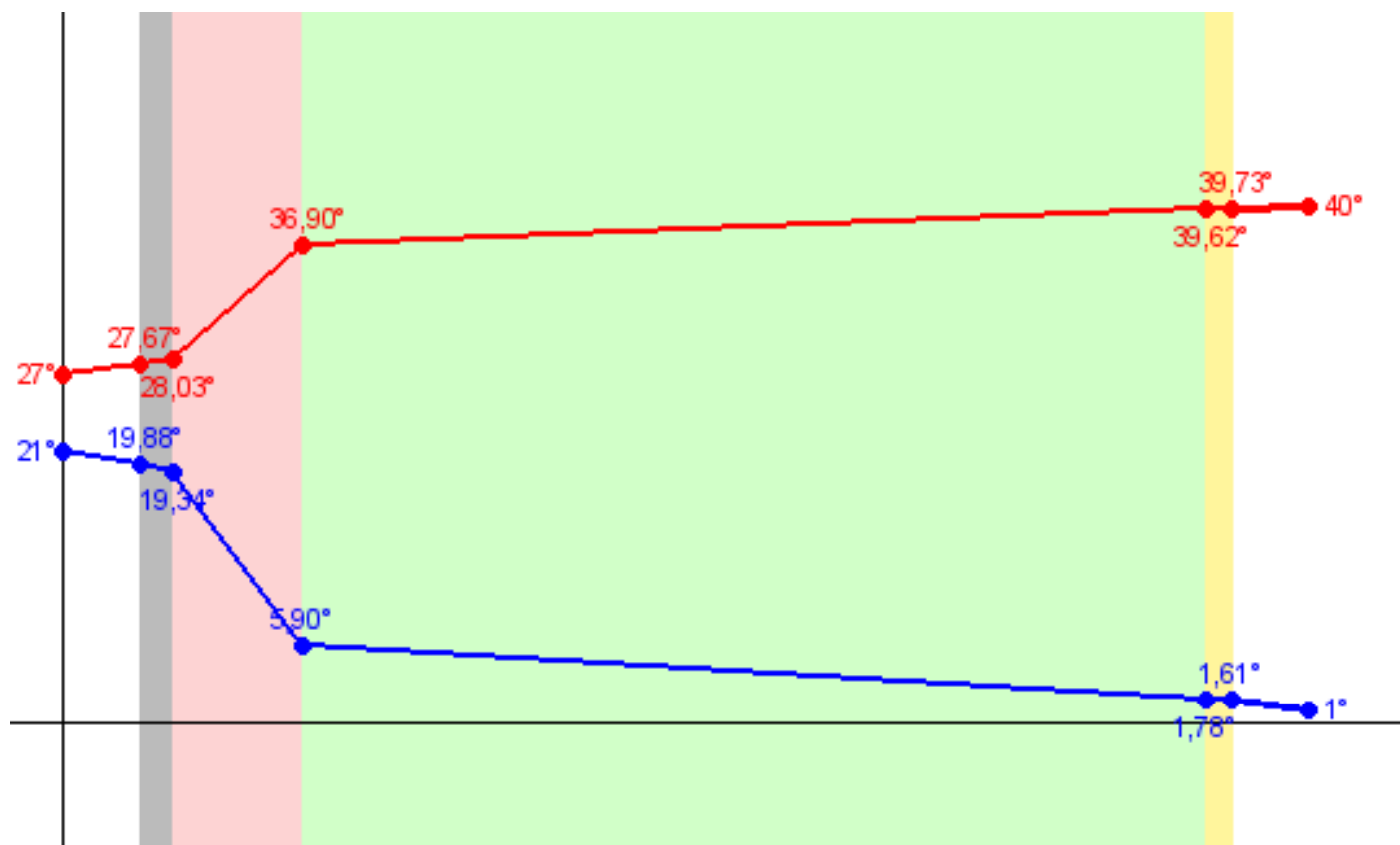
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbtion alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
11 W/°C	18 W/°C	133 W	168 W

## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C



## Porte : Porte Sud (R+2)

### Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
2 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Avec vitrage < 30%	S	Exterieur	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
12 W/°C	7 W/°C	151 W	26 W

### Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	22 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 53 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 32 m <sup>3</sup> /h

## Toiture : Plancher Haut (R+2)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
96 m <sup>2</sup>	Horizontal	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Mortier de chaud	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Mortier bâtard	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Sable + gravillons	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Mortier bâtard	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Entrevous - dalle de compression en béton courant	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Plâtre courant d'enduit intérieur	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

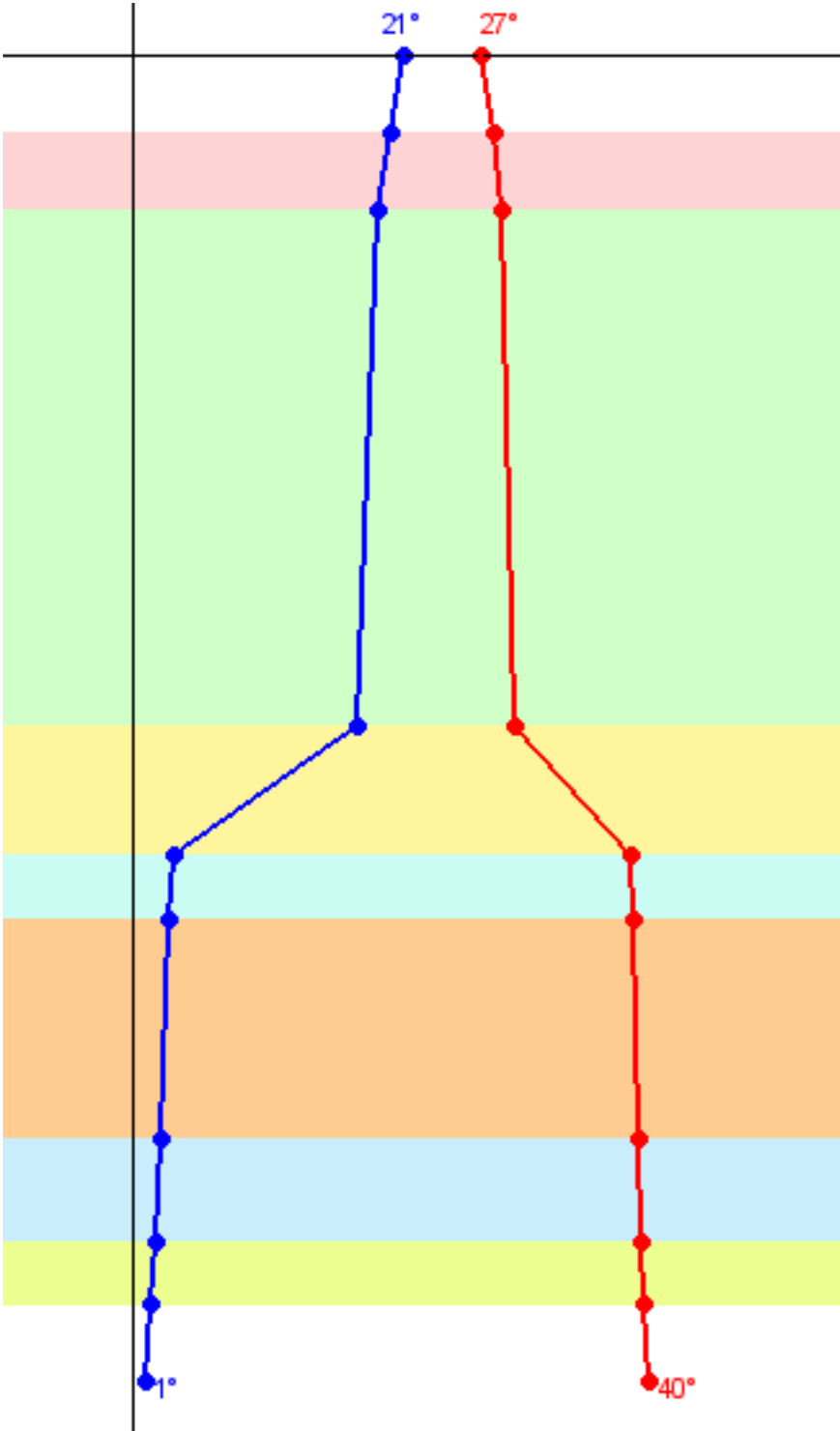
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbction alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
63 W/°C	87 W/°C	1,088 W	1,136 W

**Profile de température :**

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Eté
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plâtre courant d'enduit intérieur	19 °C	29 °C
2- Entrevous - dalle de compression en béton courant	18 °C	30 °C
3- Polystyrène expansé	3 °C	39 °C
4- Mortier bâtard	3 °C	39 °C
5- Sable + gravillons	2 °C	39 °C
6- Mortier bâtard	2 °C	40 °C
7- Mortier de chaud	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

# Enveloppe : Cage d'escalier (3 étage)

## Données techniques

Volume Brut	Volume Net	Usage		
348 m3	279 m3	Accueil	Logement individuel	Confort Normal

Temps de fonctionnement (climatisation)	Temp. interne Hiver	Temp. interne Eté
12 H	21°	27°

## Synthèse des échanges thermiques en hiver

DT	Dréf	Vérification C-3.2	
162 W/°C	227 W/°C	1	Conforme

## Synthèse des échanges thermiques en été

APO non Aériennes	APO Aériennes	APOréf	AV	AVréf	Vérification C-3.4	
0 W	677 W	1,231 W	136 W	144 W	1	Conforme

## Renouveaulement et infiltration d'air en hiver

QS	QV	DR	QVinf
76 m3/h	<b>Erreur</b> : Paramètres de renouvellement d'air indéfinis.	26 W/°C	187 m3/h - Orientation: N

## Renouveaulement et infiltration d'air en été

QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouveaulement d'air total
<b>Erreur</b> :	0 W	777 W	0 W	0 W	777 W

QVan	ARENs	AINFs	ARENI	AINFI	Renouvellement d'air total
Paramètres de renouvellement d'air indéfinis.					

## Puissance de chauffage

Cin : Coefficient de surpuissance	Cr : Coefficient des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel	Puissance de chauffage
0	0	4.3 kW

## Puissance de climatisation

Nombre d'occupants	Puissance d'éclairage	Autres puissances dégagées	Puissance de Climatisation
0	48	0	1.6 kW

## 1- Toitures

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Plancher haut	37 m2	24 W/°C	33 W/°C	416 W	434 W
Total	37 m2	24 W/°C	33 W/°C	416 W	434 W

## 2- Murs

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Mur extérieur (3 étage)	91 m2	56 W/°C	91 W/°C	45 W	737 W
Total	91 m2	56 W/°C	91 W/°C	45 W	737 W

## 3- Fenêtres

Nom	Surface	DT	DTréf	AVT	AVE	AV	AVréf
Fenêtres	2 m2	6 W/°C	7 W/°C	81 W	55 W	136 W	144 W
Total	2 m2	6 W/°C	7 W/°C	81 W	55 W	136 W	144 W

## 4- Portes

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
portes	7 m2	31 W/°C	22 W/°C	216 W	60 W

## 5- Planchers

Nom	Surface	DT	DTréf	APO	APOréf
Plancher bas	37 m2	45 W/°C	74 W/°C	0 W	0 W
Total	37 m2	45 W/°C	74 W/°C	0 W	0 W

## Mur : Mur extérieur (3 étage)

### Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
91 m <sup>2</sup>	N	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

### Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Enduit extérieur en terre	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton de terre stabilisé (BTS)	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Plaque en BA13	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

### Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

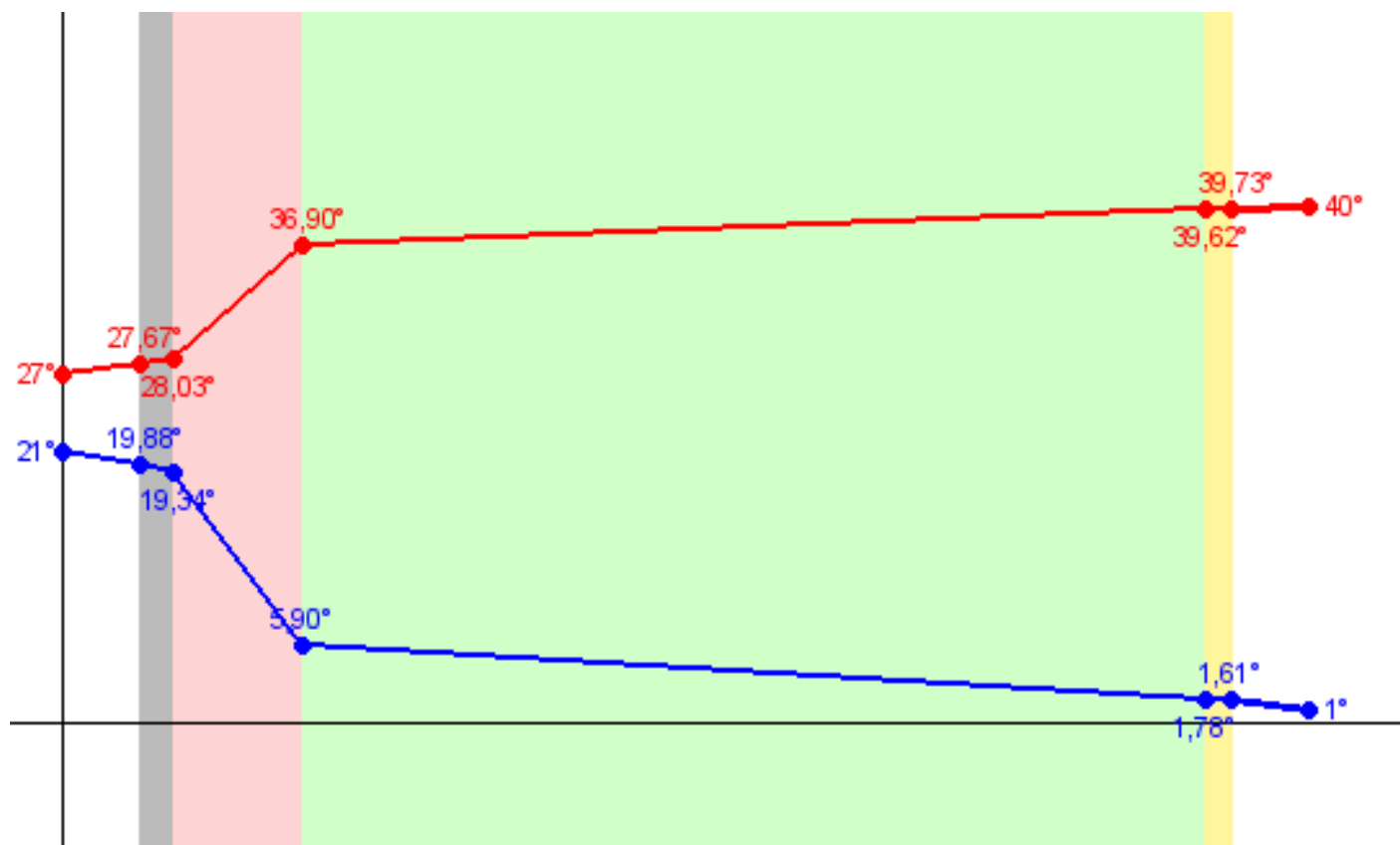
### Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
56 W/°C	91 W/°C	45 W	737 W



## Profile de température :

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Été
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plaque en BA13	19 °C	28 °C
2- Polystyrène expansé	6 °C	37 °C
3- Béton de terre stabilisé (BTS)	2 °C	40 °C
4- Enduit extérieur en terre	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C

# Fenêtre : Fêtres

## Données techniques

Surface	Surface vitrée	Orientation	Contact
2 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	N	Exterieur

## Composition

Composition	Kvn Hiver	Kvn Eté	Rv	Rrid	Rocc
Bois / Vitrage Double / 12 à 13	3 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W

## Coéfficients K :

Résistance totale	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	0 (m <sup>2</sup> .°C)/W	3 W/m <sup>2</sup> .°C

## Tranferts thermiques :

DT	Coéf. e	DTréf	AVT	Coéf. e'	AVTréf
6 W/m.°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	7 W/m.°C	81 W	5 W/m <sup>2</sup> .°C	122 W

## Apports thermiques par ensoleillement:

Orientation	Surface vitrée	Surface ensoleillée	Facteur solaire	AVE	AVÉréf
N	1 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	1	55 W	22 W

## Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
3 m	101 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 26 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 16 m <sup>3</sup> /h

# Porte : portes

## Données techniques

Surface	Composition	Orientation	Contact	Coéf. d Hiver	Coéf. d Eté
7 m <sup>2</sup>	Porte en bois - Opaque	N	Exterieur	3 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

## Composition et coefficients K :

Kvn Hiver	Kvn Eté	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
4 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C	4 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	3 W/m <sup>2</sup> .°C

## Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
31 W/°C	22 W/°C	216 W	60 W

## Infiltration d'air :

Hauteur Moyenne	Qs	QVOinf
0 m	65 m <sup>3</sup> /h	Vent Perpendiculaire : 161 m <sup>3</sup> /h Vent oblique : 96 m <sup>3</sup> /h

# Plancher : Plancher bas

## Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
37 m <sup>2</sup>	Horizontal	Terre pleine	2 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

## Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Produits en céramique carreaux et dalles	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Mortier de ciment	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Béton plein	2 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
caoutchoucs, formo-phénoliques, polyesters, polyéthylènes, polyamides	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W

## Coéfficients :

Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

## Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
45 W/°C	74 W/°C	0 W	0 W

# Toiture : Plancher haut

## Données techniques

Surface	Orientation	Contact	Coéf. a Hiver	Coéf. a Eté
37 m <sup>2</sup>	Horizontal	Exterieur	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C

## Composition (de l'extérieur vers l'intérieur) :

Matériau	Conductivité	Epaisseur	Résistance
Mortier de chaud	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Mortier bâtard	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Sable + gravillons	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Mortier bâtard	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Polystyrène expansé	0 W/m.°C	0 m	1 m <sup>2</sup> .°C/W
Entrevous - dalle de compression en béton courant	1 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
Plâtre courant d'enduit intérieur	0 W/m.°C	0 m	0 m <sup>2</sup> .°C/W
<b>Total</b>		0 m	2 m <sup>2</sup> .°C/W

## Coéfficients :

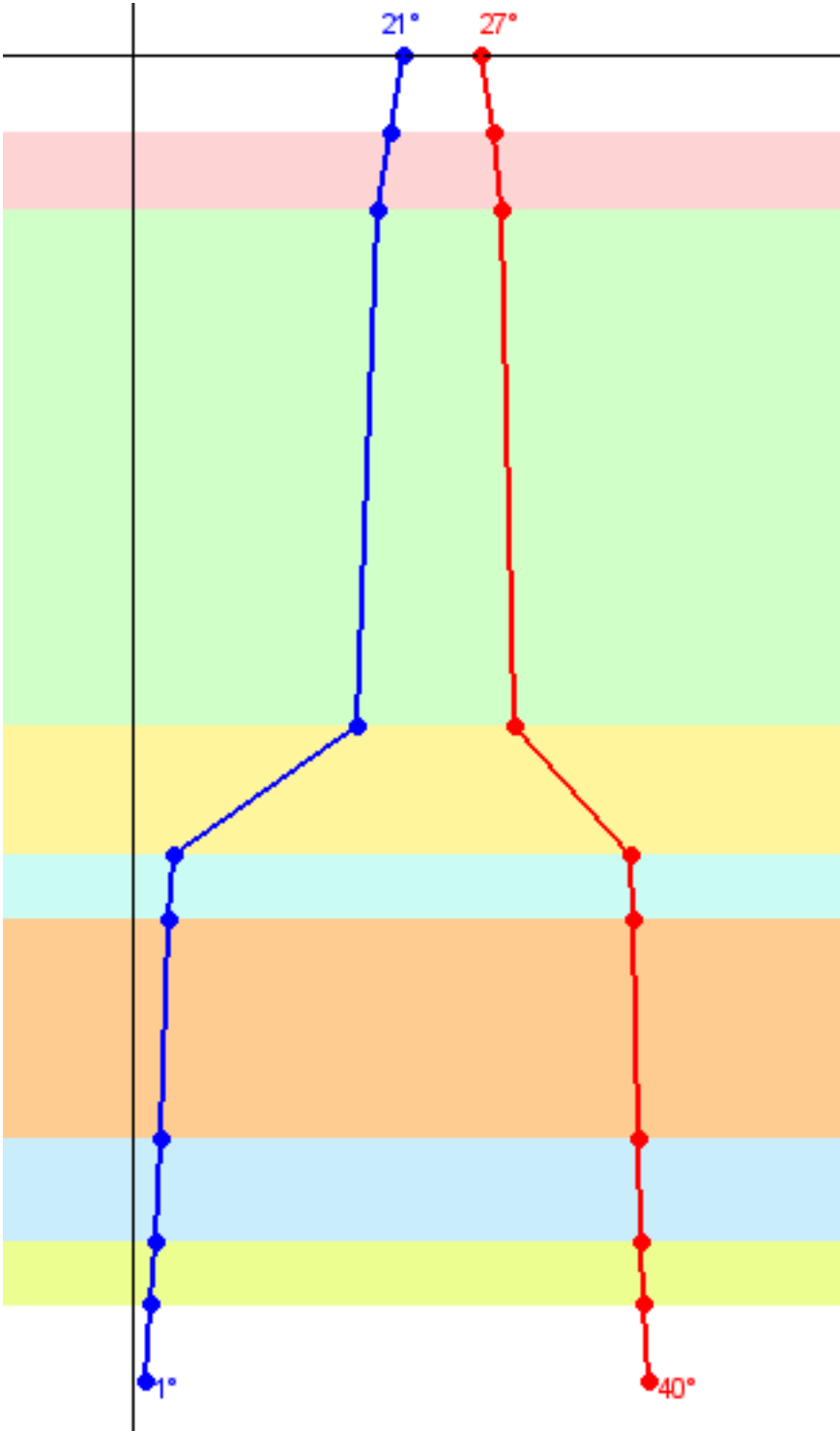
Résistances sup. Hiver	Coéf. K Hiver	Résistances sup. Eté	Coéf. K Eté	Facteur d'absorbtion alpha
0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	0 W/m <sup>2</sup> .°C	1 W/m <sup>2</sup> .°C	1

## Tranferts thermiques :

DT	DTréf	APO	APOréf
24 W/°C	33 W/°C	416 W	434 W

**Profile de température :**

De l'intérieur vers l'extérieur



Couche	Température Hiver	Température Eté
Température intérieure	21 °C	27 °C
Température de surface intérieure	20 °C	28 °C
1- Plâtre courant d'enduit intérieur	19 °C	29 °C
2- Entrevous - dalle de compression en béton courant	18 °C	30 °C
3- Polystyrène expansé	3 °C	39 °C
4- Mortier bâtard	3 °C	39 °C
5- Sable + gravillons	2 °C	39 °C
6- Mortier bâtard	2 °C	40 °C
7- Mortier de chaud	2 °C	40 °C
Température de surface extérieure	2 °C	40 °C
Température extérieure	1 °C	40 °C