



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie



Département de Génie Civil

N° d'ordre : M/ /GC /2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie Civil
Spécialité : Structures

THÈME:

**Bâtiments à Haute Qualité Environnementale :
Contexte actuel et perspectives pour l'Algérie**

Présenté par : Neila Alia MAIDI

Soutenu devant le jury composé de :

Dr MEHALA Tewfik

Président

Dr BAHAR Sadek

Examineur

Dr MALIKI Mustapha

Encadrant

Année Universitaire : 2021/ 2022

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance je dédie ce modeste travail à ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, et pour la confiance qu'ils m'ont fait, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui

Particulièrement à l'homme mon précieux offre du dieu qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect mon cher père : AMINE

À la femme qui souffert sans me laisser souffrir, qui m'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère NAIMA

À ma chère sœur NOOR qui n'a pas cessé de m'encourager et soutenir à sa manière tout au long de mes études , que dieu te protège et t'offre la chance et le bonheur

À mon adorable petit frère qui a toujours été là pour moi malgré son jeune âge

À mes grands-mères mes oncles mes tantes que dieu leur donne une longue et joyeuse vie

À tous les cousins et cousines, en particulier Amina , mes vrais ami(e)s qui sont devenus ma famille et en particulier une personne merveilleuse, pour son soutien moral son aide et tout ce qu'elle m'a apporté tout au long de ce projet

Sans oublier l'équipe MOSTA RANDO en force

Merci pour leurs amour, écoute leurs encouragement et soutien.

Remerciements

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon encadrant monsieur MUSTAPHA MALIKI, professeur à l'université de science et technologie Mostaganem , pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé. J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de répondre à mes questions durant mes recherches et mes cinq ans d'études .Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes :

Madame FOUZIA MOSTEFA pour l'orientation d'encadrement

Madame BOURAOUI WISSEM Pour ses conseils

Monsieur GHAZAR MOUEFEK pour son écoute et soutien et conseils , il a toujours répondu présent à mes besoins durant mon chemin d'études,

Monsieur MABROUKI ABDELKADER et monsieur TEWFIK MAHALA pour leurs efforts et partage de savoir

Et en particulier monsieur SADEK BAHAR pour ses conseils et le partage de ses connaissances , son aide dans mon projet et même dans mes années d'études M1 et M2 ,

Je remercie mes très chers parents, AMINE et NAÏMA qui ont toujours été là pour moi. Je remercie ma sœur NOOR , et mon frère IRAM, pour leurs soutiens.

Enfin, je remercie mes cousines AMINA et LINA mes amis MANEL , FATIMA, HMIDA ,OMAR, MOUFEK, OUSSEMA, KAMEL ,INES ,IMANE,AYMEN SAMEH, ABDALLAH et ABDOU sans oublier le meilleur SOFIANE qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude

Résumé

HQE est une démarche, celle de "management de projet" visant à limiter les impacts d'une opération de construction ou de réhabilitation sur l'environnement tout en assurant à l'intérieur du bâtiment des conditions de vie saines et confortables. Esthétique, confort, agrément de vie, écologie, durabilité : la Haute Qualité Environnementale prend en compte la globalité, joue le développement durable et représente ainsi l'état le plus avancé de l'art de construire

Ce dernier comprend actuellement 14 cibles. Chaque cible se décompose en cibles élémentaires. Les bâtiments de haute qualité environnement conçus avec des techniques plus innovantes et dans un style architectural plus novateur, rompant les manières de penser et les façons de faire qui furent les normes durant une certaine époque.

Dans ce contexte, notre recherche aborde une étude de la démarche de haute qualité , notamment le bâtiment de haute qualité environnement avec l'adaptation des 14 cibles en Algérie , on va voir les cibles d'éco-construction (cibles 1, cible 2, cible 3) , les cibles d'éco-gestion (cible 4, cible 5 , cible 6 , cible 7), les cibles de confort (cible 8 , cible 9, cible 10 , cible 11,)et on achève notre projet de travail par les cible de santé (cible 12 , cible 13, cible 14)

Nous programmons aussi une implémentation numérique de la cible N°8 « confort hygrothermique » via l'outil de simulation numérique COMSOL-Multiphysics et nous achevons notre travail par une synthèse globale.

Mot clé

HQE : Haute Qualité Enivironnemental .

ملخص

HQE الذي يهدف إلى الحد من تأثير عملية البناء أو إعادة التأهيل على البيئة مع ضمان ظروف معيشية صحية "إدارة المشروع" هو نهج جودة بيئية عالية تأخذ في الاعتبار الكل ، وتلعب على :الجماليات ، والراحة ، ومتعة الحياة ، والبيئة ، والاستدامة .ومريحة داخل المبنى ينقسم كل هدف إلى أهداف أولية .هدفا 14 يتضمن حاليا ,التنمية المستدامة ، وبالتالي تمثل أحدث ما في فن البناء

مباني ذات جودة بيئية عالية مصممة بتقنيات أكثر إبداعًا وبأسلوب معماري أكثر إبداعًا ، متخلية عن طرق التفكير وطرق العمل التي كانت هي المعايير خلال فترة معينة

في الجزائر ، وسنرى 14 في هذا السياق ، يتناول بحثنا دراسة النهج عالي الجودة ، ولا سيما بناء جودة بيئية عالية مع تكييف الأهداف الـ ، أهداف الراحة (7، الهدف 6، الهدف 5، الهدف 4الهدف)، أهداف الإدارة البيئية (3، الهدف 2، الهدف 1الأهداف) أهداف البناء البيئي (14، الهدف 13، الهدف 12الهدف) ونحن نكمل مشروع عملنا حسب الأهداف الصحية (، 11، الهدف 10، الهدف 9، الهدف 8الهدف)

- عبر أداة المحاكاة الرقمية ونكمل عملنا باستنتاج عام "الراحة الحرارية" 8نبرمج أيضًا تنفيذًا رقميًا للهدف رقم

abstract

HQE is an approach, that of "project management" aimed at limiting the impact of a construction or rehabilitation operation on the environment while ensuring healthy and comfortable living conditions inside the building.

Aesthetics, comfort, pleasure of life, ecology, sustainability: High Environmental Quality takes into account the whole, plays on sustainable development and thus represents the most advanced state of the art of building.

The latter currently includes 14 targets. Each target breaks down into elementary targets. Buildings of high environmental quality designed with more innovative techniques and in a more innovative architectural style, breaking the ways of thinking and the ways of doing that were the norms during a certain period.

In this context, our research addresses a study of the high quality approach, in particular the building of high environmental quality with the adaptation of the 14 targets in Algeria, we will see the targets of eco-construction (targets 1, target 2, target 3), eco-management targets (target 4, target 5, target 6, target 7), comfort targets (target 8, target 9, target 10, target 11,) and we are completing our work project by health targets (target 12, target 13, target 14)

We are also programming a digital implementation of target N°8 "hygrothermal comfort" via the digital simulation tool COMSOL-Multiphysics and we are completing our work with a global synthesis

Table des matières

<i>Dédicace</i>	<i>i</i>
<i>Remerciements</i>	<i>iv</i>
<i>Résumé</i>	
<i>Index des figures</i>	<i>v</i>
<i>Table des matières</i>	<i>ix</i>
<i>Introduction générale</i>	<i>1</i>
<i>Chapitre 1 : la démarche HQE concept et définition</i>	<i>2</i>
I.1. Introduction	2
I.2. définition d'un simple bâtiment HQE	4
I.3. HQE concept	9
I.4. HQE défis	10
I.5. synthèse et rappel de la démarche << développement durable >>	10
I.6. conclusion	10
<i>adaptation de la démarche HQE en algérie</i>	<i>10</i>
<i>explication de la démarche HQE</i>	<i>10</i>
<i>Chapitre 2 : Cible de l'éco-construction</i>	<i>13</i>

II.1.	introduction	13
II.2.	cible 01	13
II.3.	cible 02	13
II.4.	cible 03	20
II.5.	Conclusion	22
Chapitre 03:Cible d'éco-gestion		23
III.1.	introduction	23
III.2.	cible 04	25
III.3.	cible 05	30
III.4.	cible 06	31
III.5.	cible 07	32
III.6.	conclusion	32
Chapitre 04 :cible de confort		35
IV.1.	Introduction	35
IV.2.	cible 08	35
IV.3.	cible 09	52
IV.4.	cible 10	35
IV.5.	cible 11:	35
IV.6.	conclusion	3
Chapitre 5 :cible de santé		69
V.1.	Introduction	69
V.2.	cible 12:	73
V.3.	cible 13	69
V.4.	cible 14	69
V.5.	conclusion	69
Chapitre 6 : Implémentation numérique de la cible « confort hygrothermique » via l'outil de simulation numérique COMSOL-Mutipysics		85
VI.1.	introduction	85
VI.2.	cas bidimensionnel	85
VI.3.	Cas d'une paroi de conception algérienne	89
VII	Conclusion	89
Conclusion Generales		

Liste des figures

Figure 1.1 : Définition de la demande HQE.....	20
Figure 2.1: Approche de développement durable.....	25
Figure 2. 3: Construction durable.....	28
Figure 2. 4: réhabilitation du bâtiment ancien (limite les démolitions) extension et conception ouverte sur le sud et aménagement des lames de brises soleil.....	28
Figure 2.5:Mur végétalisé.....	29
Figure 2.6: Intégration dans le site/toiture végétalisée/construction en tourbe.....	29
Figure 2.7: Présence bénéfique d'une végétation luxuriante.....	37
Figure 2. 8: Le cycle de vie des produits.....	38
Figure 2. 9:Effet parasol sur façade vitrée.....	38
Figure 2. 10: Mur en matériaux naturels :la pierre.....	38
Figure 2. 11: maison en matériaux naturels : le bois.....	39
Figure 2. 12 : brique de chanvre.....	44

Figure 2.13: façade 3D immeuble à Paris.....	51
Figure 2.14: Building a Paris façade 3d.....	51
Figure 3.1: Les techniques de désalinisation	60
Figure 3.2: Le dessalement de l'eau de mer.....	60
Figure 3.3 : Barrage Doha Mostaganem.....	61
Figure 3.4:Schéma du cycle de traitement des eaux usées.....	62
Figure 3.5 : Schéma d'un centre d'enfouissement technique.....	65
Figure 3.6: centre d'enfouissement technique d'el taref	66
Figure 3.7: Guide du tri.....	66
Figure 3.8: Réhabilitation des façades des commerces du centre ville.....	70
Figure 3.9: Réhabilitation des façades à Alger.....	70
Figure 3.10: La réhabilitation de la grande poste du centre-ville de Mostaganem	71
Figure 3.11: Réhabilitation du centre-ville de Mostaganem.....	71

Figure 4.1: aérogel de silice.....	81
Figure 4.2: isolation avec polyuréthane.....	81
Figure 4.3: Le textile recyclé.....	82
Figure 4.4: Le verre recyclé.....	82
Figure 4.5: Laine de chanvre.....	82
Figure 4.6: Isolation d'une maison en paille.....	83
Figure 4.7: Pneus rempli de terre.....	83
Figure 4.8: La lavande.....	83
Figure 4.9 : Renouvellement de l'air intérieur de maison container.....	94
Figure 4.10: Ventilation naturelle.....	95
Figure 5.1: Le choix de l'acier inoxydable.....	100
Figure 5.2: Qualité sanitaire des espaces : réfectoire.....	101
Figure 5.3: Qualité sanitaire des espaces :Laverie.....	102
Figure 6.1: Représentation schéma petit de la structure mur-dalle étudiée.....	113

Figure 6.2: Génération du maillage pour la structure mur/ dalle	115
Figure 6.3: Conditions aux limites pour la période de simulation (20 jours)	116
Figure 6.4: Les différents matériaux représentés par leurs coefficients de construction thermique	117
Figure 6.7: Flux de chaleur traversant le mur de la dalle	118
Figure 6.8: Distribution de la température après 480 heures (°c)	119
Figure 6.8: Distribution de la pression de vapeur d'eau après 480 heures (pa)	120
Figure 6.11: Orientation et vitesse de l'air dans la structure	120
Figure 6.19: Schéma représentatif de la structure étudiée	122
Figure 6.20: Maillage utilisé pour le système mur /dalle étudiée	123
Figure 6.21: Répartition de la température après 240 heures (10 jours)	125
Figure 6.22: Orientation et intensité du flux de chaleur car correction	125
Figure 6.23: Profil du gardien de température dans le mur à la fin de la simulation (10 jours)	126

Figure 6.24: Flux traversant le mur à partir de l'intérieur pour les trois types d'isolation.....127

Figure 6.25: Comparaison des flux sortant du mur et de la toiture128

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Classement des cibles19

Tableau 6.1 : Quelques propriétés des matériaux utilisé.....114

Tableau 6.4 : Propriété thermo-physiques des matériaux utilisés.....122

Introduction générale

Protéger l'environnement l'un des plus grands soucis les ressources naturelles est de lutter contre la pollution en amenant à un nouveau comportement : garantir le bien être actuel sans compromettre celui des générations futures.

Le volet environnemental est lié évidemment au vol et économique (produire et consommer autrement) et social (n'oublier personne...) Ces trois préoccupations sont les piliers du développement durable. Chacun est concerné, chacun peut agir, personnellement et professionnellement.

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"[Brundtland, 1987]. Ainsi deux concepts sont inhérents à cette notion :

Le concept des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité,

L'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir.

Depuis cette date, le concept de développement durable a été adopté dans le monde entier

En effet, pour décrire la qualité environnementale d'un bâtiment sur l'ensemble des étapes de son cycle de vie, l'ensemble des acteurs du bâtiment doit adopter un langage commun. Cette description a été traduite par un contenu concret basé sur 14 cibles qui est très positif et utile. Néanmoins, du point de vue mathématique, un besoin de prendre les incertitudes en considération est aussi important

Peu de recherches ont été menées concernant l'incertitude dans l'évaluation de la qualité environnementale des bâtiments , cette étude vise à dresser le bilan des bâtiments et des constructions durables en Algérie et de prospecter les possibilités qui permettront d'œuvrer sur la voie laborieuse de la durabilité environnementale dans ce secteur afin d'améliorer les

choix technologiques et d'adapter les cadres juridiques et réglementaires afin d'instaurer un processus volontariste pour les acteurs économique aboutissant à la certification des produits susceptibles de créer des synergies nouvelles entre les différentes filières de ce secteur, d'améliorer l'état de la technique pour la préservation des ressources naturelles et de promouvoir la création des services environnementaux.

CHAPITRE 1

LA DÉMARCHE HQE, CONCEPT ET DÉFINITIONS

CHAPITRE 1

LA DÉMARCHE HQE, CONCEPT ET DÉFINITIONS

1. Introduction

La haute qualité environnementale des bâtiments (HQE) est un concept apparu au début des années 90 et qui s'est depuis largement développé. Elle est aujourd'hui au centre d'un mouvement important qui concerne l'ensemble du monde du bâtiment.

Il ne s'agit pas d'une réglementation ni d'un label, mais d'une démarche volontaire de management de la qualité environnementale des opérations de construction ou de réhabilitation de bâtiment. Elle peut être certifiée et être étendue à d'autres objets, l'aménagement de zone par exemple. On parle aussi plus largement de "Qualité environnementale du cadre bâti" .

La Démarche HQE, s'appuie :

d'une part sur un système de management environnemental de l'opération établi et conduit sous la responsabilité du maître d'ouvrage,

d'autre part sur les exigences environnementales définies à l'origine du projet selon son contexte et les priorités du maître d'ouvrage.

2. Définition simple d'un bâtiment HQE (Haute Qualité Environnement)

Un bâtiment certifié HQE intègre des critères d'exigence environnementaux dès le projet de construction ou de réhabilitation. C'est une démarche de qualité basée sur un cadre de référence. Établie en 2002 par l'association HQE qui en gère la marque déposée, la démarche HQE évolue graduellement sous forme de référentiels actualisés. En phase avec les principes de la construction durable (ou écoconstruction), un bâtiment HQE doit garantir une qualité de vie optimale à ses occupants, tout en respectant l'environnement (y compris par une bonne interaction avec le territoire) et en assurant un

haut niveau de performance économique et énergétique. Ces critères de conception et d'utilisation responsables doivent être appliqués durant tout le cycle de vie du bâtiment.

3. HQE, Concept

La HQE est d'abord une démarche, celle de "management de projet" visant à limiter les impacts d'une opération de construction ou de réhabilitation sur l'environnement tout en assurant à l'intérieur du bâtiment des conditions de vie saines et confortables. Esthétique, confort, agrément de vie, écologie, durabilité: la Haute Qualité Environnementale prend en compte la globalité, joue le développement durable et représente ainsi l'état le plus avancé de l'art de construire.

Un bâtiment conçu, réalisé et géré selon une démarche de qualité environnementale possède donc toutes les qualités habituelles d'architecture, de fonctionnalité, d'usage, de performance technique et autres que l'on est en droit d'attendre. Mais en plus, ses impacts sur l'environnement ont été durablement minimisés.

Cela, aussi bien par le choix des matériaux de construction, que par la prise en compte de la maintenance du bâtiment, éventuellement même de sa déconstruction et, surtout, par les économies d'énergie qu'il permet et qui limiteront l'accroissement de l'effet de serre dont est menacée la planète

La HQE progresse aussi dans le privé, plus particulièrement dans les établissements de santé, les maisons de retraites, les grandes surfaces commerciales et les bureaux. Ces opérateurs privés y trouvent leur compte: en effet, si le surcoût immédiat ne peut souvent être négligé notamment du fait du temps supplémentaire nécessaire au management de projet, cet inconvénient peut être équilibré par les économies réalisées et les coûts évités. Cela quelquefois dès l'investissement, mais en général tout au long de la vie du bâtiment, les coûts de fonctionnement tout comme ceux de maintenance se trouvant minimisés.

En termes de coût global, qui tient compte à la fois du coût d'investissement et du coût de fonctionnement, l'approche HQE® est donc avantageuse par rapport à une approche ordinaire. Cela sans compter le gain inestimable en termes de protection de la santé des occupants et de l'environnement de tous...

4. HQE, Défis

Réaliser des bâtiments neufs et améliorer des bâtiments existants qui auront dans leur ensemble des impacts limités sur l'environnement, telle est la réponse requise à travers la démarche de Haute Qualité Environnementale.

Les temps changent. Aujourd'hui à plus grande vitesse que jamais. Les progrès scientifiques et techniques ont amélioré notre qualité de vie. Mais il est inévitable, en même temps, la fragilité de notre environnement. L'effet de serre, le changement climatique, l'épuisement des ressources énergétiques fossiles, ne sont plus de vagues menaces lointaines. Elles se précisent à l'horizon de vingt à trente ans.

Les grands défis de la démarche sont ci-après synthétisés en 5 points :

- Une sensibilité du grand public à la qualité environnementale: cette sensibilité s'est notablement renforcée avec l'apparition de nouvelles menaces pesant sur la santé publique. Le constat peut en être fait dans beaucoup de domaines, dont celui du bâtiment, et ce, pour bien des raisons. Le bâtiment a d'abord un impact visible sur l'environnement.

En termes d'esthétique, de consommation d'espace, d'éventuelles nuisances, bien sûr. Mais de plus en plus, ses impacts s'élargissent à d'autres critères touchant directement les occupants: les confort d'usage (thermique, acoustique, olfactif, lumineux...), la gestion des différents types de déchets, l'action sur le comportement des usagers, etc.

- Une sensibilité du grand public à la qualité environnementale: cette sensibilité s'est notablement renforcée avec l'apparition de nouvelles menaces pesant sur la santé publique. Le constat peut en être fait dans beaucoup de domaines, dont celui du bâtiment, et ce, pour bien des raisons. Le bâtiment a d'abord un impact visible sur l'environnement.

En termes d'esthétique, de consommation d'espace, d'éventuelles nuisances, bien sûr. Mais de plus en plus, ses impacts s'élargissent à d'autres critères touchant directement les occupants:les confort d'usage (thermique, acoustique, olfactif, lumineux...), la gestion des différents types de déchets, l'action sur le comportement des usagers, etc.

- De nouveaux ressorts pour le marché du bâtiment: de nouvelles préoccupations se sont faites jour aussi chez ceux qui entreprennent de construire, leurs attentes et leurs motivations ne se limitent plus au confort et au coût des bâtiments. Elles intègrent également le respect de l'environnement et la prise en compte des risques sanitaires. Ce sont là de nouveaux ressorts qui pourraient, dans un avenir proche, représenter un moteur important pour le maintien d'une dynamique du marché du bâtiment
- Une réponse aux nouvelles attentes: la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) appliquée au secteur du bâtiment est une réponse à ces nouvelles attentes. Elle permet d'élargir le champ de recherche des solutions les plus performantes en considérant tous les stades de vie et tous les impacts du bâtiment.

Elle assure un meilleur contrôle de l'acte de bâtir : la seule phase d'exploitation, par exemple, est en général à l'origine d'environ 80 % des impacts environnementaux des bâtiments sur l'ensemble de leur cycle de vie, de la construction à la démolition.

- Installer la notion de développement durable dans le bâtiment: réussir ce passage, c'est réaliser des bâtiments neufs et améliorer des bâtiments existants qui auront dans leur ensemble des impacts limités sur l'environnement, quelles que soient leurs destinations. C'est aussi installer la notion de développement durable dans le secteur du bâtiment. Bref, contribuer à répondre aux défis du XXI^e siècle.

5. Synthèse et rappel de la démarche « développement durable »

Construire un bâtiment provoque des impacts directs et indirects sur l'environnement à tous les niveaux de son cycle de vie : utilisation des matériaux, transport des produits, mise en œuvre des bâtiments, utilisation du bâtiment (fonctionnement, impacts en utilisation courante, maintenance, rénovation) et déchets en fin de vie (réutilisation, recyclage et valorisation énergétique). La construction HQE s'adapte à l'environnement et assure la qualité des espaces et le bien-être des usagers en termes de confort.

Tableau 1 : classement des 14 cibles .

Maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur	Créer un environnement intérieur satisfaisant
<p>Eco-construction</p> <ol style="list-style-type: none">1. Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat2. Choix intégré des procédés et produits de construction3. Chantiers à faibles nuisances <p>Eco-Gestion</p> <ol style="list-style-type: none">4. Gestion de l'énergie5. Gestion de l'eau6. Gestion des déchets d'activité7. Gestion de l'entretien et de la maintenance	<p>Confort</p> <ol style="list-style-type: none">8. Confort hygrothermique9. Confort acoustique10. Confort visuel11. Confort olfactif <p>Santé</p> <ol style="list-style-type: none">12. Qualité sanitaire des espaces13. Qualité sanitaire de l'air14. Qualité sanitaire de l'eau

Les constructions dites « HQE » suscitent un grand intérêt, mais la pratique ne s'est pas encore généralisée même en Europe.

Afin de protéger l'environnement, les acteurs, orchestrés par le maître d'ouvrage, doivent faire les bons choix et penser sur le long terme. Il est important de réfléchir avant la construction aux aspects tangibles (choix de structure, de chauffage, d'exposition, d'isolation, zone climatique) et aux aspects intangibles (le bien-être de l'utilisateur, l'intégration dans le paysage, la participation à la vie sociale).

Au-delà des considérations environnementales, le secteur du bâtiment possède un rôle sociétal primordial intégré dans l'élaboration des politiques publiques de façon systématique. L'accès au logement fait partie des besoins humains élémentaires, bien avant le respect de l'environnement.

Une démarche « Développement Durable » doit prendre en compte trois piliers : l'économie, l'environnement et le social tel que schématisé ci-dessous :



Figure 1.1 : Définition de la démarche HQE

L'ensemble des acteurs doit s'impliquer dans cette démarche pour la construction du parc neuf et également la rénovation de l'ancien. Toutes les étapes du cycle de vie doivent être considérées : le choix d'équipements et de gros œuvre ainsi que le comportement des usagers ont une part similaire et tout aussi importante dans le succès de la démarche.

Les bénéfices d'une telle démarche sont identifiés en premier lieu dans les bâtiments à grand nombre d'utilisateurs. Par exemple, lors de la rénovation d'un bâtiment ancien, il est possible de mettre en place un système de récupération d'eau de pluie. La quantité d'eau de réseau publique économisée dépend du nombre d'utilisateurs de l'ouvrage.

6. Les quatre engagements de la démarche HQE

Initialement fondée sur des objectifs formalisés en 14 « cibles » et 2 systèmes de management (opérationnel et environnemental), la démarche HQE a fait l'objet en 2015 d'un nouveau « cadre de référence » optimisé, d'une meilleure lisibilité, qui s'articule en 4 engagements transversaux, valides à toutes les étapes, de la conception à la fin de vie en passant par la construction/réhabilitation et la gestion/utilisation :

☐ **Qualité de vie** : sécurité ; salubrité ; aménagements et services favorisant la praticité, le confort, l'agrément et le vivre ensemble.

☐ **Performance économique** : coûts et charges optimisés ; valeur accrue (financière, patrimoniale et d'usage) ; implication dans la dynamique et le développement du territoire.

☐ **Respect de l'environnement** : usage raisonné des ressources et des énergies ; limitation des rejets polluants ; lutte contre le réchauffement climatique ; contexte naturel et biodiversité.

☐ **Management responsable** : adaptation de l'organisation aux objectifs qualité et performance ; concertation ; maîtrise du projet, de sa réalisation et de son exploitation ; procédures d'évaluation pour une amélioration continue.

CHAPITRE 2

ADAPTATION DE LA DÉMARCHE HQE EN ALGÉRIE

A-CIBLES D'ÉCO-CONSTRUCTION

II. ADAPTATION DE LA DÉMARCHE HQE EN ALGÉRIE

LES 14 cibles de la démarche HQE- Haute Qualité Environnementale

1 Explication de la démarche HQE

La démarche HQE s'appuie sur 14 cibles regroupées en sous-familles. Trois niveaux d'exigences existent : Très Performant, Performant et Base (équivalent au niveau réglementaire à quelques exigences près). Chaque cible ayant choisi un niveau Très Performant doit obtenir un certain nombre de points obligatoires. Attention car tous les points ne sont pas applicables. Les points non applicables sont à mentionner dans l'analyse de site à réaliser en amont du projet.

Une fois le niveau défini, ces cibles / sous-cibles ainsi que leurs exigences sont évaluées à chaque étape du projet. En programmation, il est important que le cahier des charges environnemental ait bien intégré l'ensemble de ces préoccupations.

A- LES CIBLES D'ÉCO-CONSTRUCTION

INTRODUCTION

ÉCO-CONSTRUCTION : QU'EST-CE QUE C'EST ?

La construction durable ou l'éco-construction est la création, la restauration, la rénovation ou la réhabilitation d'un bâtiment qui respecte au mieux l'écologie à chaque étape de sa construction. On parle aussi d'éco-habitat. Cette notion prend en compte l'usage que les habitants feront du chauffage, de la consommation d'énergie tout comme le rejet des divers flux tels que l'eau et les déchets.

Envisager l'**éco-construction** pour la rénovation ou la construction d'une habitation, offre de nombreux avantages pour ses habitants tout comme pour l'environnement. En effet, « **éco-construire** » ou « **éco-rénover** » permet d'atteindre une haute performance sur plusieurs cibles touchant à l'environnement, au confort ainsi qu'à la santé des occupants d'un bâtiment tels que :



- La préservation des ressources énergétiques ;
- La lutte contre le changement climatique ;
- La réduction des déchets et de la pollution ;
- La qualité de l'air intérieur ;
- Le confort des occupants ;
- La qualité environnementale et sanitaire des produits de construction.

Figure 2.1 : Approche de développement durable .

1 La cible 1 : Relation du bâtiment avec son environnement immédiat

1.1 Consistance et portée

Cette cible est incontournable.

C'est la première des 14 cibles de la démarche HQE, elle recherche une relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat.

Elle se divise en quatre sous-cibles :

- Aménagement de la parcelle pour un développement urbain durable,
- Qualité d'ambiance des espaces extérieurs pour les usagers,
- Impacts du bâtiment sur le voisinage,
- Gestion des risques naturels, technologiques, sanitaires et des contraintes liées au sol.

Cette cible est déterminante pour la suite des opérations, elle doit être considérée avec attention dès la programmation de l'opération. Elle nécessite une concertation entre les différents acteurs.

Cette première cible est la plus utile tant en terme d'impact sur l'environnement (pollutions, nuisances et risques pour les usagers), que sur l'organisation du bâti et des avantages que le projet tire de son territoire (soleil, lumière, vues, calme, ambiances, santé, collecte des eaux pluviales...).

1.2 Composantes et Objectifs

L'objectif essentiel de cette cible est d'obtenir la meilleure intégration possible dans le site du point de vue des orientations et du paysage, il faudrait ainsi tirer profit le plus possible du terrain et de ses environs immédiats ; pour cela il est nécessaire de :

- Analyser les potentialités du site en services collectifs et en ressources locales afin d'optimiser leurs utilisations.
- Analyser la structure historique et physique du site,
- Etudier l'accessibilité,
- Prendre en compte les règles d'urbanisme, la notion de paysage et le contexte social pour tirer le meilleur parti du site en s'appuyant sur ses atouts tout en considérant ses contraintes,
- Traiter les relations architecturales, paysagères et physiques qui existent entre le bâtiment et la parcelle, veiller notamment à l'aménagement des espaces extérieurs,
- Étudier les relations architecturales, paysagères, physiques et urbanistiques entre le bâtiment et le voisinage

.3 Bonnes pratiques

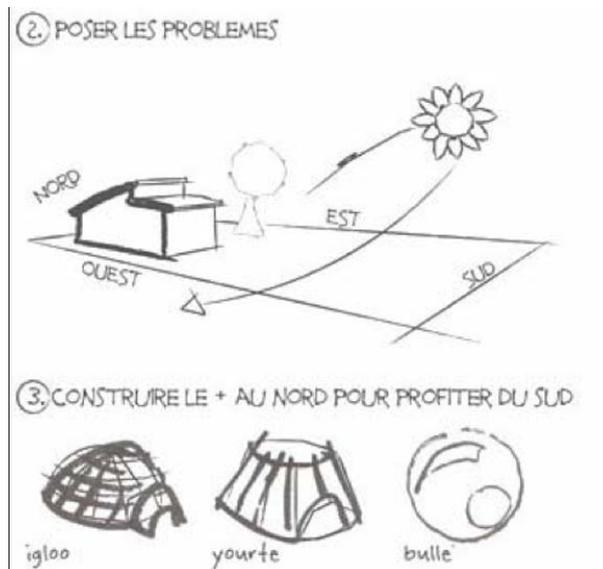
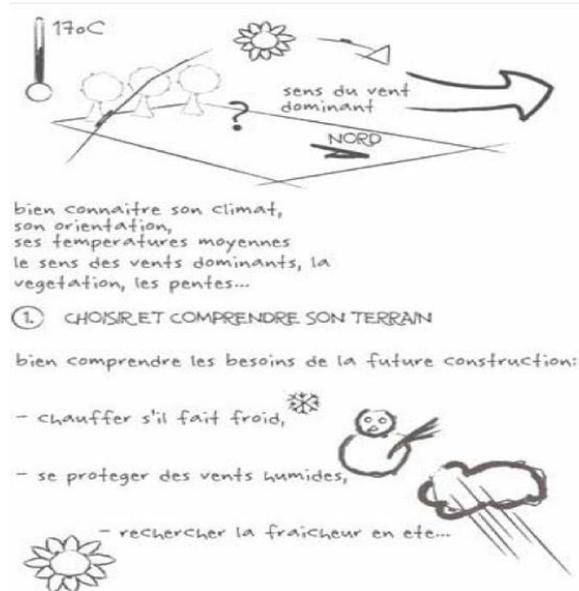


Figure 2.2 : Construction durable .



Figure 2.3 : Réhabilitation du bâtiment ancien (limiter les démolitions) extension et conception ouverte sur le sud et aménagement des lames de brises soleil .



Figure2.4 : Mur végétalisé .



Figure 2.5: Intégration dans le site / toiture végétalisée / Construction en tourbe .



Figure 2.6 : Présence bénéfique d'une végétation luxuriante .

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

- L'utilisateur est devenu un "consommateur" se consumant lui-même d'un monde artificiel et virtuel, par, entre autre, un espace public peu attractif composé «de lieux sans sens du lieu, anonymes et identiques, interchangeables, des non lieux ou des nulle part climatisés c'est-à-dire sans climat»
- Le paysage est pollué par la publicité, les paraboles et les antennes Télécom enlaidissent les vues
- Aucune action forte relative au tri et au recyclage des déchets domestiques, au contraire, il y a une utilisation exagérée du plastique.

1.5 Mesures et propositions

Sur le plan technique

- Orientation, végétalisation, récupération des eaux pluviales, utilisation de l'énergie solaire voire de la production solaire de l'électricité sont les éléments incontournables pour une démarche environnementale
- Un lieu n'est jamais anonyme, chaque site possède sa propre territorialité, d'où l'importance de mener des études préalables pour ressortir le potentiel du site en s'enrichissant de ses ressources, et en dénouant ses problèmes : importance donc des analyses et études préalables sur le contexte, le site, l'environnement et les ressources naturelles du lieu afin d'optimiser l'intégration et l'adaptation du bâtiment ;
- Liste des études préalables: climat – météorologie tels que la latitude, l'ensoleillement, orientation..., le sol tels que la topographie, le relief, la nature du sol... , l'eau tels que le sens des écoulements, la présence de nappe phréatique, de cours d'eau...ou autres études tels que le bruit, la végétation, la biodiversité... L'histoire du site, les lieux symboliques, les paysages...les matériaux et techniques de construction locale voire vernaculaire
- Développer et encourager l'aménagement des éco-quartiers qui visent généralement à une autonomie énergétique, et cherchent à diminuer leur empreinte écologique sur leur environnement immédiat, tant au niveau du construit que de l'usage quotidien.

- la végétation modifie le climat d'un site, elle apporte et fixe l'humidité, atténue les rayons solaires, protège des vents violents ..., patios, toitures et murs végétalisés et bassins alimentés par les eaux pluviales récupérées sont importants et créent un microclimat appréciable
- La végétalisation aux abords des bâtiments leur permet de profiter des ombres naturelles en été par des arbres caduques placés au Sud et à l'Ouest. La végétation pour la protection solaire, peut faire partie intégrante de la construction par les murs végétalisés, les pergolas et les toitures végétalisées, ce qui offre une température nettement inférieure à celle de l'air ambiant et de plus participe à une bonne intégration du bâti dans le paysage.
- « Les toitures végétalisées, pour mémoire, nécessitent, de bas en haut, une structure porteuse, une isolation thermique, une couche d'étanchéité, une couche de drainage et de filtration avec protection, un substrat de croissance et la couche végétale. Le choix de la végétation est important et doit, en tout cas, être peu consommateur d'eau. »
- Possibilité d'utiliser le puits canadien, présenté dans la phase 1 et qui a une double fonction : le pré-échauffement de l'air en hiver et son rafraîchissement en été grâce à la température constante du sous-sol.
- Formation, sensibilisation et actions de communication sont à mener continuellement. La sensibilisation des usagers et plus particulièrement celle des professionnels du bâtiment sur la HQE par des formations spécifiques avec l'ensemble des acteurs du « bâti » ou encore la mise en place d'une formation appropriée aux certifications HQE ou autre.
- Permettre la pérennité des actions de protection de l'environnement par la limitation des coûts de fonctionnement, l'inscription et la gestion efficace de la maintenance des divers équipements.
- Développer une conception tenant compte de l'effet parasol sur la façade sud par une avancée sensible de la toiture.
- Sélection des déchets alimentaires et développement de leur recyclage.
- Pour un système végétal des espaces extérieurs et intermédiaires du bâtiment afin de créer un microclimat satisfaisant.

- En cas de nouveaux lotissements : Tout élément polluant ou bruyant sera à placer en fonction des vents dominants / la ville devra être à densité compacte car c'est la plus favorable aux gains d'énergie.
- Pour l'aménagement urbain, les grandes hauteurs au Nord pour l'ombrage et les basses au Sud, les places et placettes plutôt au Sud.
- Au niveau de l'aménagement urbain : Assurer l'intégration et la cohérence du quartier avec le tissu urbain et les autres échelles du territoire.
- Prise en compte de l'acoustique, de l'air, du bruit et des ombres portées ;
- En ville, les logements traversant sont à privilégier pour favoriser la ventilation sur les façades opposées car utiliser la trajectoire des vents permet une ventilation naturelle en l'été- nécessité donc de la prise en compte des vents dominants pour la ventilation et le rafraîchissement naturels.
- Les couleurs foncées sur les façades à fort ensoleillement et sur les surfaces horizontales sont à éviter pour réduire l'absorption de l'énergie solaire.
- Concevoir des patios végétalisés dans le corps de la construction afin de créer un microclimat ;
- Améliorer la qualité environnementale des bâtiments neufs et existants et ainsi offrir des ouvrages sains et confortables afin que les impacts sur l'environnement soient mieux maîtrisés et les plus faibles possibles.
- Dès la conception, réduire les dépenses d'énergie, d'eau de nuisances sonores, de pollutions qui de plus seraient ainsi à moindre coût et plus efficaces.
- Pas de modèle standard dans la construction environnementale car les facteurs sont intimement liés au lieu et donc à sa configuration, son
 - exposition, son implantation ; la transposition d'une parcelle à l'autre n'est donc pas systématiquement possible
 - Une conception qui minimise les surfaces en contact avec l'extérieur donc une forme compacte est plus appropriée ; la cubique étant plus performante que la rectangulaire. Ceci permet de profiter au mieux de l'exposition au soleil avec l'emplacement des pièces à vivre au sud, les chambres plutôt à l'Est et au Sud et au nord, celles à faible besoin en chauffage.

Sur les plans réglementaire et institutionnel

- Planification et réglementation de l'utilisation des parkings, des garages protégés à vélos ainsi que les points d'accrochage, en ville, pour vélos.
- Légiférer et Inciter l'utilisation des principes bioclimatiques dans la conception qui prend en compte, dès l'esquisse, de l'environnement et du climat dans lequel s'inscrit la construction et ce en étudiant les ressources présentes dans la nature telles que le soleil, le vent, la végétation et la température extérieure ; afin de favoriser une conception qui utilise au mieux les apports du soleil, la ventilation naturelle et l'exploitation des filières locales d'énergies renouvelables
- Imposer des équipes de Paysagistes dans celles des conceptions urbaines et architecturales
- Indiquer des ratios minimum d'espaces verts dans les constructions et à leurs abords.
- Obligation de préserver les arbres remarquables dans la ville et en tout cas tout arrachage devrait être soumis à autorisation expresse.
- Interdiction des agressions visuelles : les antennes Telecom ou autres dans les quartiers résidentiels et obligation d'utilisation de celles qui peuvent être dissimulées.

La cible 2: Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction

1. Consistance et portée

La cible 2 nécessite que le bâtiment soit **adaptable** et **durable** ; pour cela, les caractéristiques techniques, économiques, environnementales et sanitaires des produits et matériaux de construction sont essentielles ; ces caractéristiques devront pouvoir être prouvées : réduction des déchets, gestion de rejet dans l'eau, dans l'air...

La nécessité de combiner des matériaux, naturels ou non, pour en tirer les meilleures qualités environnementales est la solution pour obtenir une bonne maison écologique. Cependant les matériaux les plus sains ne sont pas nécessairement composés des seuls produits naturels, bien qu'il existe aujourd'hui un grand nombre de matériaux à base de produits naturels très efficaces.

Le choix des matériaux est traditionnellement dicté par des critères architecturaux, techniques et économiques : recherche esthétique, performances mécaniques et fonctionnelles, coûts d'investissement Cependant ce choix va, ici, plus particulièrement conditionner le comportement de l'enveloppe et les conditions d'usage des locaux du point de vue hygrométrique, salubrité, durabilité, maintenance et avoir une démarche environnementale au niveau de la fabrication même du matériau en privilégiant les matériaux renouvelables, recyclables ou recyclés et si possible, locaux.

Ainsi cette cible est essentielle dans une démarche HQE car elle conditionne la qualité du bâti, la maîtrise de l'énergie, le contrôle des nuisances ainsi que la maîtrise des coûts de construction.

Les portées de cette cible sont:

- Des choix constructifs garantissant la durabilité des matériaux et du bâtiment (solidité, sécurité,...) et leur adaptabilité (réponses aux besoins) ;
- Des ouvrages faciles à entretenir (facilité d'accès, matériaux faciles à nettoyer,...) ;
- Limiter les produits pouvant avoir un impact sanitaire vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur.

- Des matériaux ayant des impacts limités sur l'environnement (transport, fabrication,...) Ces produits devront soit :
- Privilégier l'utilisation de matériaux régionaux ;
- Favoriser, lorsque cela est possible, l'emploi de matériaux de recyclage (matériaux de démolition, PVC, etc.) ;
- Identifier les caractéristiques hygiéniques des matériaux (croissance bactérienne et fongique) ;
- Garantir le suivi des produits dont l'usage (stockage, mise en œuvre, etc.) doit être réglementé.
- Des matériaux ayant des impacts sanitaires limités (émissions de composés chimiques).

Composantes et Objectifs Les objectifs sont :

- L'adaptabilité du bâtiment sur une durée de vie de 50 ans : des dispositions organisationnelles, structurelles et de dimensionnement satisfaisantes pour permettre d'adapter l'ouvrage aux éventuelles évolutions d'usages ou de besoins sur une durée de vie (50 ans).
- La facilité d'accès aux équipements : l'accès facilités aux éléments des familles suivantes dans tous les espaces : Façades ; Fenêtres, menuiseries, vitrages, protections solaires ; Toitures ; Revêtements intérieurs (sol, mur, plafond).
- Qualité des produits : les produits certifiés ou disposant d'un Avis Technique choisis devront être compatibles avec l'usage de l'ouvrage et de chaque zone ou local, en termes d'agressivité éventuelle de l'air intérieur, de taux d'humidité, etc. Une note justificative est demandée.
- Pour les matériaux susceptibles de contenir des COV (Composés Organique Volatiles (COV), à savoir : les peintures, vernis mais également dans les revêtements de sol, bois mélaminés, etc., l'objectif de la démarche environnementale est d'en sélectionner les produits et matériaux dont la teneur est infime puisque susceptible d'être néfaste sur la santé pour une exposition à long terme. L'objectif essentiel est l'intérêt d'économiser les ressources naturelles épuisables, de limiter les émissions de polluants à la production et de faciliter le traitement des déchets de chantier et la déconstruction.

- Choix intégré des produits, en fonction des systèmes et procédés de construction, mais également en rapport avec leur impact sur le changement climatique et leur apport annuel de CO2 équivalent, rejeté sur l'ensemble du cycle de vie des matériaux.

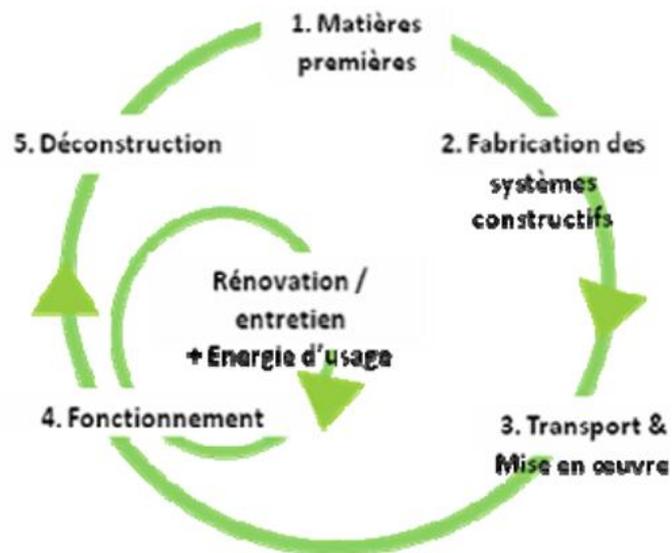


Figure 2.7: Le cycle de vie des produits .

3. Bonnes pratiques :



Figure 2.8 : Effet parasol sur façade vitrée



Figure2.9: Mur en matériaux naturels : la pierre



Figure 2.10: Maison en matériaux naturels :le bois

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

- Expérimentation de certains produits intéressants du point de vue de la maîtrise de l'énergie .(béton ,bois ,ect)
- Essai de sensibilisation sur les nouveaux matériaux et les nouvelles techniques : foires, symposium, formation ciblées, conventions avec les écoles d'ingénieurs et d'architectes, les ordres professionnels...
- Tous les produits de construction ont des caractéristiques environnementales et sanitaires qui leurs sont propres, ainsi, le béton est un bon conducteur de chaleur, ce qui permet de mieux la répartir dans l'habitation. Autre exemple, les isolants de tous types, ou les fenêtres à double vitrage, contribuent également à la réduction de la consommation d'énergie et donc participent à la démarche HQE
- Valorisation de certains matériaux naturels, intéressants du point de vue environnemental tel que la chaux hydraulique naturelle ou le plâtre.

- Les isolants ne conduisent pas la chaleur, la résistance thermique d'un matériau isolant est d'autant plus élevée que son épaisseur est grande et que son coefficient de conductivité « Lambda » est faible.

5. Mesures et propositions

Sur le plan technique

- Encourager et favoriser la promotion de la certification des matériaux de construction.
- En cas de démolition préalable, Effort de récupération et de réutilisation des matériaux déconstruits.
- Réduction des distances pour le transport des matériaux ; accès et entretien facile aux matériaux.
- Le choix des matériaux isolants doit se faire en fonction d'un certain nombre de critères : ses objectifs, sa meilleure adaptation, ses besoins, sa destination, ses ressources, la toxicité de sa fabrication et de ses émissions, sa résistance au feu, à l'humidité, l'énergie nécessaire à sa production et à son transport, ses qualités mécaniques, sa facilité de pose, sa durée de vie, sa possibilité de recyclage...
- Les conséquences sur l'environnement sont essentiellement dues à la consommation d'énergie et à l'utilisation des matières premières et de produits toxiques dans les procédés de fabrication, d'où la nécessité de choisir des matériaux respectueux de l'environnement, d'en connaître les cycles de vie et leur devenir en fin de vie, notamment quant à la recyclabilité et la valorisation des déchets.
- Le choix des produits de construction : qualité environnementale intrinsèque (liée aux impacts du produit sur l'environnement extérieur au bâtiment) et extrinsèque (impacts des produits complémentaires de mise en œuvre).
- S'il est préférable pour l'environnement d'utiliser des matériaux qui apparaissent naturellement tout en nécessitant peu de transformation, l'argument "matériau naturel" ne signifie pas nécessairement "matériau sain", bon pour la santé ; de nombreux exemples montrent la nocivité ou la toxicité de certains produits dit "naturels", c'est pourquoi il est nécessaire d'en vérifier les composantes.
- Développer de nouvelles structures moins énergivores.

Il s'agit en priorité d'utiliser des ressources locales, qui demandent peu d'énergie à leur fabrication, à leur transformation, de réduire le transport de ces matériaux et d'en limiter les déchets... En effet La récupération et la réutilisation constituent non seulement une économie substantielle, mais permettent aussi de réduire les déchets, et les coûts énergétiques de leur production en usine et de la pollution que génèrent leurs composantes, il s'agit là d'un des points forts pour une approche durable et de HQE.

« Pour exemple : le recyclage de 1kg d'aluminium évite l'extraction d'environ 8 kg de bauxite, réduit la pollution chimique engendrée par sa transformation et sauve 95% de l'énergie nécessaire à sa fabrication. De même l'acier recyclé permet d'économiser du minerai de fer. Chaque tonne de plastique recyclé évite de gaspiller 700 kg de pétrole brut, 4 kg de produits chimiques et 14 kWh d'électricité. Chaque tonne de carton recyclé permet de conserver 2,5 tonnes de bois. Chaque feuille de papier recyclé sauve 1 litre d'eau et 2,5 W d'électricité en plus de 15 g de bois »

- Les matériaux et produits manufacturés, liés à l'environnement pour la construction, sont naturels, dit bio, et respectent l'écologie et les écosystèmes par les dégagements de CO2 du début à la mise en place.
- Informations sur les matériaux : origine, propriété, évolution industrielle...
- Nouveau développement de l'utilisation de la pierre, matériau homogène, forte inertie
- Le verre, les métaux, le papier sont facilement recyclables, pour devenir à nouveau du verre, du métal ou du papier neuf...
- Le bois, s'il a été traité avec des produits sains (et non des pesticides et fongicides toxiques) peut resservir comme bois de structure
- Choix des menuiseries, Le bois est le matériau le plus écologique pour la fabrication des menuiseries : matériau naturel, renouvelable, et facilement recyclable. Cependant, L'absorption d'humidité doit être freinée pour empêcher le bois de trop travailler.
- L'aluminium est également un matériau intéressant notamment pour les parties extérieures des menuiseries et des serres. C'est aussi un matériau recyclable.
- Les Peintures : Si les peintures glycérophthaliques, dites "peinture à l'huile" ont un pouvoir couvrant supérieur, elles sont les moins recommandables pour la santé. Elles contiennent des liants alkydes, vinyls, par ailleurs, Les peintures en phase aqueuse, dite "peinture à l'eau" ou acrylique, ne sont pas moins nocives pour la santé, malgré

leur aspect inoffensif car "à l'eau" sans solvant et sans odeur. Elles produisent également une émission importante de composés organiques volatiles. Certaines de ces peintures sont sensibles au développement de bactéries ou de moisissures et donc contiennent des biocides, désinfectants, fongicides, formaldéhydes, pentachlorophénols et autres substances allergisantes... Ce n'est pas le cas des peintures minérales.

- à la chaux (ou lait de chaux «), à l'argile et au silicate de potassium, qui sont essentiellement minérales et n'utilisent aucun solvant, elles n'émettent aucun composé organique volatile. Les peintures à la chaux sont composées de chaux, d'eau et de pigments naturels à base de terre, d'ocres... Elles sont parfois considérées comme des peintures de mauvaise qualité, certaines sont peu résistantes aux chocs, aux salissures et sont facilement friables... Cependant, cette résistance peut être nettement améliorée en y ajoutant de la caséine (protéine du lait), de l'huile de lin ou du sable de quartz fin. Elles ont l'avantage d'être bon marché, et peuvent même être fabriquées maison. Les peintures à l'argile sont constituées d'argile, d'eau et de cellulose, elles possèdent un grand pouvoir couvrant. Les peintures vendues en sacs sont préférables aux pots car cela réduit la quantité de déchets, de plus il faut noter que les déchets de peintures naturelles sont en général moins toxiques pour l'environnement, certains sont même biodégradables et peuvent être compostés.
- Vitrage et baies vitrées : simple, double, voire triple vitrage, verre faiblement émissif, acoustique, sécurité, à contrôle solaire... : choix très large de produits. En fait, chaque modèle de vitrage doit pouvoir répondre à un problème spécifique : atténuer ou bien capter le rayonnement solaire, isoler un espace et se protéger des vents froids...
- Nomenclature de matériaux particulièrement adaptés à la construction bioclimatique et au développement durable dans l'esprit d'une démarche HQE (peu de déchets, recyclables, performants...):
 - Brique de chanvre (matériaux étrangers)
 - Monomur Terre Cuite (matériaux locaux)
 - Tuiles (matériaux locaux)
 - Chaux naturelle (matériaux locaux)
 - Argile bentonitique (matériaux locaux et étrangers)
 - Pouzzolane (matériaux locaux et étrangers)
 - Briques pilées (matériaux locaux)

- Brique terre crue (matériaux locaux)
- Enduits de terre (matériaux locaux)
- Enduits de terre (argile, sable, chanvre de Vendée) (matériaux locaux et étrangers)
- Enduits de terre et paille (matériaux locaux)
- Panneaux de paille compressée (matériaux locaux)
- Panneaux de bois aggloméré (matériaux locaux)
- Isolation
- Chanvre (matériaux locaux et étrangers)
- Laine de bois (panneaux semi-rigides) (matériaux locaux)
- Chanvre / Bois (matériaux locaux et étrangers)
- Liège (matériaux locaux)
- Cellulose (panneaux et ouate) (matériaux locaux et étrangers)
- Panneaux de fibre de bois (matériaux locaux)
- Peinture liège projeté (matériaux étrangers)
- Carrelage
- Carrelage en terre cuite (matériaux locaux)
- Parquets en bois massif
- Parquets chêne massif à coller ou à clouer (matériaux étrangers)
- Parquets bois massif en châtaignier (matériaux étrangers)
- Parquets, bardages et lames de terrasse (matériaux locaux)
- Décoration, revêtements de sols et murs
- Pigments naturels : ocres, terres naturelles, oxydes (matériaux locaux)
- Liège sous-couche (matériaux locaux et étrangers)
- Revêtements murs et sols
- Sisal, coco, toile de cellulose (matériaux locaux et étrangers)
- Laine, coco, jute, papier, bambou (matériaux locaux et étrangers)

Sur les plans réglementaire et institutionnel

S'assurer de l'aptitude à l'emploi selon les critères classiques et en tenant compte des critères environnementaux: consommation en ressources naturelles, production de déchets, pollution du milieu, impact sur la santé des habitants...

- Imposer l'étiquetage des composants de chaque produit ou matériau destiné à la construction durable

- Initier une législation plus rigoureuse doit être mise en place et des optiques qui se rapprochent de la démarche « HQE » tel que l'écolabel algérien- choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction- qui en est la première étape.
- Mettre en place une réglementation concernant les normes et les niveaux de références telle que par exemple la norme « Bâtiment Basse Consommation » devant être de moins de 50kwh/m3/an en énergie primaire pour les nouvelles constructions et Réduction de consommation d'énergie des bâtiments anciens au-dessous de 35 – 40%
- Mettre également en place des textes relatifs aux risques d'émanations nocives pour la santé des produits, peintures et vernis
- Concevoir une certification de "peintures écologiques" pour un label spécifique



Figure 2.11 brique de chanvre .

3 La cible 3 : Chantier à faible impact environnemental

1. Consistance et portée

Pour un chantier de construction, réduire les nuisances environnementales répond à plusieurs objectifs, selon deux échelles :

- Celle du chantier et de sa proximité. Il s'agit alors des nuisances ressenties par les usagers, extérieurs ou intérieurs au chantier (le personnel du chantier, les riverains, les occupants dans le cas de réhabilitation, les usagers de la voie publique).
- Ces nuisances sont par exemple le bruit, les salissures, les circulations, les stationnements, etc.

- Celle de l'atteinte à l'environnement et à la population en général. L'objet est alors de préserver les ressources naturelles et de réduire l'impact des chantiers sur l'environnement.
- Cet objectif revêt une importance particulière au regard des nuisances provoquées par l'ensemble des chantiers de bâtiment, surtout en termes de déchets produits et de pollutions induites.

Des exigences (Exgi) du respect de l'environnement en phase chantier doivent être respectées touchant :

Exg 1 : la gestion des déchets

Exg 2 : la limitation des consommations (eau, électricité, etc.) Exg3 : le bruit

Exg 4 : les pollutions potentielles du site (sol, eau, air)

Exg 5 : la pollution visuelle

Exg 6 : les perturbations de trafic

Exg 7 : l'information des riverains

Exg 8 : la formation et l'information du personnel

Exg9 : la sécurité des intervenants

2. Composantes et objectifs

C3.1- Gestion différenciée des déchets de chantier : Son objectif est de réduire la production de déchets du chantier et gérer ceux qui sont produits grâce aux méthodes de tri et de stockage séparatifs in situ, de traitement ou de valorisation après enlèvement.

C3.2- Réduction du bruit de chantier : Limiter les nuisances sonores pour les ouvriers et les riverains

C3.3- Réduction des pollutions de la parcelle et du voisinage : Réduire les émissions de polluants dans l'atmosphère, en lien avec le choix des produits et des procédés de construction, dans le sol et dans l'eau.

C3.4- Maîtrise des autres nuisances de chantier : Prendre des mesures pour réduire la production et la dispersion de poussière et de boue, aménager la délimitation du chantier, ne pas salir les voies de circulation voisines et limiter la perturbation du trafic routier avoisinant...

3. Bonnes pratiques

- Conception de locaux à poubelle adaptés au tri sélectif et à la valorisation des déchets
- Quantification des déchets par catégorie (Déchets inertes, déchets industriels banals, déchets dangereux)
- Quantification des déchets par matériaux et filière de traitement (Identification des filières locales d'élimination et de valorisation des déchets existantes,...)
- Optimisation du tri et du stockage des déchets sur le chantier
- Stockage avant enlèvement des déchets dans de bonnes conditions réduisant tout risque de pollution
- Utilisation de dispositifs limitant les nuisances et la pollution

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

L'information des riverains par la mise en place d'un tableau contenant la nature du projet, la durée et autres informations.

Mise à la disposition des ouvriers des équipements de sécurité pour quelques chantiers.

Mise en place d'un Programme National de Gestion de Déchets Solides, dans son optique de protection de l'environnement et de développement durable, s'appuie sur les principes et orientations suivants :

- La réduction à la source de la production des déchets en intervenant sur les procédés de fabrication, sur la distribution des produits et sur les modes de consommation ;
- La limitation ou traitement de la fraction polluante ou du caractère dangereux des déchets non valorisés avant leur stockage définitif ;
- L'organisation du transport des déchets et sa limitation en distance et en volume ;
- La valorisation des déchets par réemploi, réutilisation, recyclage ou toute autre action visant à obtenir à partir de ces déchets, des matières premières secondaires ou de l'énergie ;
- La limitation de l'enfouissement aux déchets ultimes ;
- L'information du public sur les conséquences sur l'environnement et la santé de la production et de l'élimination des déchets.

5. Mesures et propositions

La mise en œuvre d'actions de gestion et de réduction des nuisances environnementales dans le chantier doivent tenir compte :

- Des flux entrants du chantier : engins et matériels utilisés sur le chantier, matériaux et produits mis en œuvre...
- Du chantier lui-même : techniques employées, organisation du pré-tri...
- Des flux sortants du chantier : déchets évacués, nuisances générées vis-à-vis des riverains et autres.

Mesures techniques à envisager pour un chantier :

- Mise en place d'une organisation pour le tri et l'élimination des déchets.
- Gestion des déchets en fonction des possibilités locales de valorisation/ traitement .
- Développement de nouvelles filières de traitement, de recyclage et de valorisation des déchets (en considérant la composition des déchets).

Sur le plan technique

La mise en œuvre d'actions de gestion et de réduction des nuisances environnementales dans le chantier doivent tenir compte :

- Des flux entrants du chantier : engins et matériels utilisés sur le chantier, matériaux et produits mis en œuvre...
- Du chantier lui-même : techniques employées, organisation du pré-tri...
- Des flux sortants du chantier : déchets évacués, nuisances générées vis-à-vis des riverains et autres.

Mesures techniques à envisager pour un chantier :

- Mise en place d'une organisation pour le tri et l'élimination des déchets.
- Gestion des déchets en fonction des possibilités locales de valorisation/ traitement .
- Développement de nouvelles filières de traitement, de recyclage et de valorisation des déchets (en considérant la composition des déchets).
- Réduction de la production et prévention de la nocivité des déchets
- Étudier la possibilité de valorisation sur place
- Organiser et sécuriser le chantier et ses abords

Sur les plans réglementaire et institutionnel

Mesures réglementaires à envisager pour un chantier :

- Assister le Gouvernement algérien dans le renforcement des éléments clés de la durabilité de la gestion des déchets municipaux.
- Amélioration du cadre institutionnel, réglementaire et financier de la gestion des déchets.
- Mise en œuvre d'une loi qui prévoit le renforcement de la politique algérienne en matière de réduction des déchets, de l'éco-conception du produit à sa fabrication, sa distribution et sa consommation jusqu'à sa fin de vie.
- Mise en place d'une loi qui pose l'obligation de mettre en place des plans de gestion des déchets issus des chantiers du bâtiment et travaux public
- Prévoir une loi sur l'organisation des transports des déchets et limitation en volume et en distance
- Imposer des sanctions si les règles de transport et d'élimination des déchets ne sont pas respectées.
- Pour chaque chantier, mise en place d'une Charte de Chantier à faible impact environnemental présentant les grands engagements et qui sera soumise à la signature des Maîtres d'ouvrage, des Maîtres d'œuvre et des entreprises intervenantes sur le chantier.
- Concevoir et mettre en place des programmes communs de formation continue et professionnelle dans le domaine de la gestion des déchets entre les différents acteurs concernés.

- La mise en place d'un cadre approprié qui permettra de regrouper les compétences et de mobiliser les capacités nécessaires au développement d'une gestion durable des chantiers.

En Algérie, les chantiers sont classés en deux grands types, le premier type géré par une structure de chantier ou en tête de l'équipe on trouve un chef de projet accompagné par une structure organisée permettant le déroulement des travaux le suivi de l'exécution des travaux conformes aux prescriptions techniques normalisées et une équipe d'hygiène et sécurité assurant la sécurité au niveau du chantier et au personnel de chantier. Un deuxième type de chantier est généralement désorganisé dont on trouve un minimum nécessaire pour l'exécution des travaux et l'absence d'une équipe technique veillant sur le respect des normes applicables sur chantiers. La nuisance des chantiers est directement dépendante de la nature des travaux réalisés , du matériel utilisé pour l'exécution de ces travaux et de la qualification du personnel actif sur chantiers

L'organisation d'un chantier est l'ensemble des dispositions envisagées pour l'exécution dans les meilleures conditions possibles d'un projet ou d'un travail quelconque, le plan d'installation d'un chantier à une importance décisive sur le futur déroulement du chantier. Il traduit sur le terrain l'état de préparation du chantier et son organisation. Il fournit aussi les indications nécessaires à la mise en œuvre des diverses installations et des matériels prévus pour la réalisation.

Après mon stage et ma petite expérience ,j'ai remarqué que dans la majorité de nos chantiers algérien les condition de travail sont obsolètes par exemple manque de professionnalisme (exemple travailler dans un chantier sans panneau de signalisation de danger qui est une obligation), l'absence des conditions de travail pour les employés tel que l'assurance , la tenu de travail , les moyens de protection , pas de stabilité d'hygiène et le niveau du confort compatibles avec les exigences sociales et de l'environnement pendant la construction et pendant toute la durée de service du bâtiment, sans oublier l'installation des chantiers qui se fait de manière non convenable.

Installations sanitaires et vestiaire qui doivent être adaptées aux effectifs du chantier et tout ça dans le but d'organiser le déroulement des travaux, ordonner le chantier : gain de

temps , éviter les pertes (matériaux) et double emplois (matériels), améliorer la sécurité :humaine plus matériel et améliorer la qualité .

Les activités des chantiers du BTP émettent de nombreux polluants dans l'air . Elles contribuent de manière significative aux émissions nationales de polluants notamment pour les poussières , particules fines composés organiques volatils non méthaniques , si la production de polluants est inévitable, il s'agit de se protéger lors de la réalisation des travaux :

- Utilisation des EPC et EPI adéquats fonction de la finesse des poussières générées par les travaux.
- Respect des fiches de sécurité notamment concernant le contrôle de l'exposition des travailleurs.
- Ventilation des espaces clos ou confinés.

Vivre près d'un chantier n'est pas de tout repos pour les riverains (marteau-piqueur au petit matin , bruit assourdissant d'une pelleteuse en marche ,vibrations etc.) . Pendant les travaux ,des solutions techniques permettent aussi de réduire les gênes . Palissades et capotage sont à privilégier contre le bruit , les palissades ou murs anti-bruit agissent comme des remparts . Le capotage acoustique consiste quant à lui à confiner le bruit en enfermant sa source .

Récemment en Europe ils utilisent l'orthophoto qui est un assemblage de plusieurs photos qui ont été rectifiées , redressées afin de produire une image qui est aussi juste qu'un plan de façade au 1/50° et aussi riche au niveau des détails qu'une photographie . Elle remplace donc avantageusement le plan de façade , et on l'utilise aussi pour les projet de réhabilitation



Figure 2.12 Façade 3D immeubles à Paris 3D



Figure2.13 : Building a paris façade

CHAPITRE 3

ADAPTATION DE LA DÉMARCHE HQE EN ALGÉRIE

B-CIBLES D'ÉCO-GÉSTION

INTRODUCTION

La gestion d'un ménage ou un logement qui prend en compte la préservation de l'environnement.

L'éco-gestion passe à travers le respect de plusieurs critères et cibles, exactement 04 (gestion de l'eau , gestion de l'énergie, gestion des déchets d'activité, la maintenance des pérennité), défini selon la norme HQE.

Cette cible traite des choix relatifs aux stratégies et aux moyens d'utilisation des énergies, d'eau, déchet et de maintenance son principal objectif est de réduire les consommations en limitant les besoins et les déperditions, et la maîtrise des pollutions, tout en garantissant un lieu facile à maintenir ou rénover sans difficulté tout en exploitant le bâtiment.

4. La cible 4 : Gestion de l'énergie

1. Consistance et portée

L'utilisation de l'énergie tout au long du cycle de vie du bâtiment, et particulièrement lors de la phase d'exploitation, pose deux grands problèmes environnementaux : l'épuisement des ressources énergétiques non renouvelables ; la pollution atmosphérique et le changement climatique.

Dans le but de gérer au mieux les énergies, la prise en compte de l'énergie passive (orientation favorable des maisons), la qualité du bâti (isolation et vitrage performants, ...), la limitation des déperditions (ponts thermiques, étanchéité, ventilation, ...), le recours éventuel aux énergies renouvelables et le choix d'installations efficaces et peu polluantes contribuent à réduire les besoins en énergies (futur) et optimiser les consommations tout en faisant appel aux énergies renouvelables locales selon les sites.

2. Composantes et objectifs

- Réduction des besoins énergétiques : Elle vise à mettre en œuvre des techniques d'incitation au comportement économe en énergie (affichage des consommations), et utiliser des systèmes de programmation permettant de réduire la demande au strict nécessaire. Il s'agit aussi de limiter les déperditions de chaleur par les parois extérieures, et éviter si possible le recours à la climatisation (ou alors un minimum), récupérer au mieux la chaleur d'ensoleillement et éviter le gaspillage de l'eau chaude. La prise en compte de tous ces aspects devra être dès la phase conception.
- Renforcer le recours aux énergies renouvelables : limiter les impacts néfastes pour l'environnement des équipements et pratiques utilisés par le recourir à la production décentralisée d'énergie, c'est-à-dire aux énergies renouvelables et locales (énergie solaire ou éolienne, géothermie, ...).
- Renforcer l'efficacité des équipements énergétiques : Assurer la meilleure efficacité énergétique possible des équipements, afin de réduire leur consommation (ampoules à basse consommation ou à basse luminance, éclairage modulable, équipement de conditionnement à haut rendement, système de récupération, choix d'équipements économes).

3. Bonnes pratiques

Réduire ou même éviter le recours à la climatisation par une bonne conception du bâtiment ;

Améliorer l'aptitude du bâtiment à réduire les besoins d'éclairage artificiel (Conception des parties vitrées de l'enveloppe et choix architecturaux intérieurs)

Améliorer l'aptitude de l'enveloppe du bâtiment à réduire les besoins de chauffage (Conception bioclimatique du bâtiment de façon à optimiser les besoins de chauffage)

Améliorer l'aptitude du bâtiment à réduire par des moyens passifs les besoins de rafraîchissement (Conception passive de l'enveloppe et de la structure en tenant compte des opportunités du site : isolation des parois, inertie thermique forte, protections solaires efficaces, ventilation utilisant de l'air rafraîchi de façon passive,...).

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

Pour les équipements : Élimination progressive des équipements énergivores, la certification énergétique des équipements électroménagers, l'encouragement à l'utilisation des énergies renouvelables et le recours à des nouvelles technologies comme la Climatisation au gaz naturel,...;

- L'enveloppe extérieure : Audit énergétique sur plan, Performances thermiques minimales, l'isolation des toitures (programme promo-isol)
- Chaque projet de construction ou d'extension est soumis à une étude technique thermique
- L'exigence de la fonction « Responsable Énergie » dans les bâtiments publics.
- Lancement du programme PROSOL qui permet de réactiver et de développer d'une façon durable le marché des chauffe-eau solaires dans le secteur résidentiel avec la mise en place de certaines mesures incitatives (Prosol II est en cours).
- La promotion des chauffe-eaux solaires et de l'autoproduction électrique par les énergies renouvelables (solaire photovoltaïque et éolien).

5. Mesures et propositions

Sur le plan technique

- Prise en compte de tous les postes consommateurs d'énergie (chauffage, eau chaude sanitaire, éclairage...) dès les premières phases de la construction du bâtiment.
- L'amélioration de la conception architecturale du bâti ;
- L'isolation thermique (murs, toits, fenêtrage, etc.) et le choix des matériaux;
- La généralisation de l'utilisation des chauffe-eau solaires ;
- L'utilisation d'équipements électroménagers performants (réfrigération, climatisation, éclairage efficace, etc.) ;
- Revoir les matériaux de construction.
- Sensibilisation des habitants et des usagers.

Sur les plans réglementaire et institutionnel

- Revoir la réglementation thermique actuelle sur la base de résultats obtenus en particulier des procédures et encouragements.
- Mise en place d'une loi ou décret qui oblige les ouvrages des sociétés étatiques d'avoir un certificat de diagnostic de performance énergétique pour tous les bâtiments qui vont être loués par l'État ou lors du renouvellement du contrat.
- Mettre en place une obligation de prévoir le chauffage de l'eau sanitaire par le solaire.

5. La cible 5 : Gestion de l'eau

1. Consistance et portée

Une gestion efficace de l'eau dans le but d'une exploitation rationnelle des ressources disponibles et l'optimisation de la quantité d'eau consommée pour les différents usages doit se prévoir dès la conception d'un bâtiment en s'appuyant à la fois sur :

- l'économie d'eau potable: qui se traduit par la réduction des fuites et des consommations
- la récupération et la gestion des eaux de pluie où certaines utilisations n'ont pas besoin d'eau potable, c'est par exemple le cas des espaces verts, des dispositifs de lutte contre les incendies, du lavage des véhicules et locaux, de l'alimentation des chasses d'eau, etc.

2. Composantes et objectifs

Réduction de la consommation d'eau : Réduire au mieux la consommation d'eau en veillant à l'entretien des réseaux pour localiser les fuites; éviter le gaspillage et inciter à un comportement économique par l'affichage des consommations.

Assurance de l'assainissement des eaux usées : s'assurer des éventuels prétraitements nécessaires avant rejet, au niveau de l'ouvrage.

Optimisation de la gestion des eaux pluviales : consiste à évaluer plus finement la performance des dispositions mises en œuvre pour gérer les eaux pluviales.

3. Bonnes pratiques

- Mise en œuvre de systèmes hydroéconomiques assurant un pourcentage d'économie d'eau potable justifié, tel que robinetterie économe
- Recours à une eau non potable pour les usages ne nécessitant pas des caractéristiques de potabilité Réservoirs des toilettes à faible contenance, réglable, à double commande. Système de détection des fuites
- Dispositifs de limitation des surpressions

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

- Le diagnostic du réseau interne de la consommation
- Le recours des établissements assujettis à l'audit obligatoire des systèmes internes d'eau (concernés par la gestion de l'eau) et même des établissements non assujettis à différentes pratiques pour minimiser la consommation d'eau (économiseurs d'eau, réducteurs de pression...).

5. Mesures et propositions

Sur le plan technique

- Généralisation des équipements économes d'eau (installation des réducteurs de pression, des réducteurs de débit, prévoir des chasses d'eau équipées de commande sélective, des robinets mitigeurs, des appareils ménagers à faible consommation d'eau.
- Récupération des eaux de pluie pour certains usages.
- S'assurer de l'assainissement des eaux usées
- La réutilisation des eaux usées et traitées
- La modernisation des conduites d'adduction et des réseaux de distribution d'eau ainsi que l'instauration des systèmes de détection et de contrôle de fuites
- Gestion des eaux pluviales à la parcelle (gestion de l'infiltration et de la rétention)
- Études des risques d'inondation
- La sensibilisation des utilisateurs aux pratiques économes.

sur les plans réglementaire et institutionnel

- Planification et réglementation de l'utilisation de la ressource en eau
- Aggravation des sanctions administratives
- Extension du rôle des collectivités locales en matière d'assainissement Révision des prix de vente sur une bonne base.

Le dessalement de l'eau ou désalinisation est un processus qui permet d'obtenir de l'eau douce à partir d'une eau saumâtre ou salée.

Le dessalement d'eau de mer est un très bon moyen efficace de rendre l'eau potable

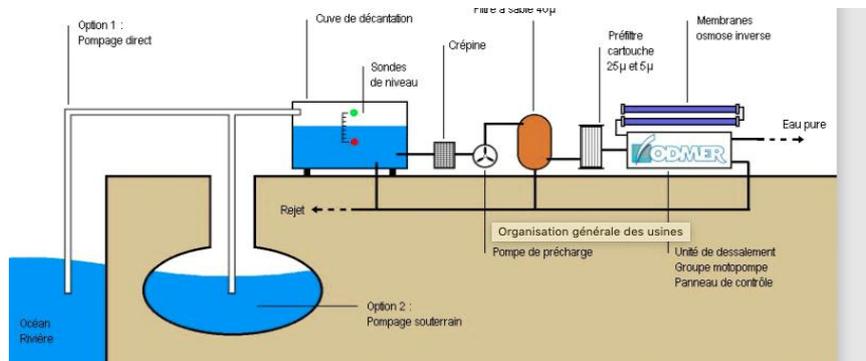


Figure3.1 : Les techniques de désalinisation

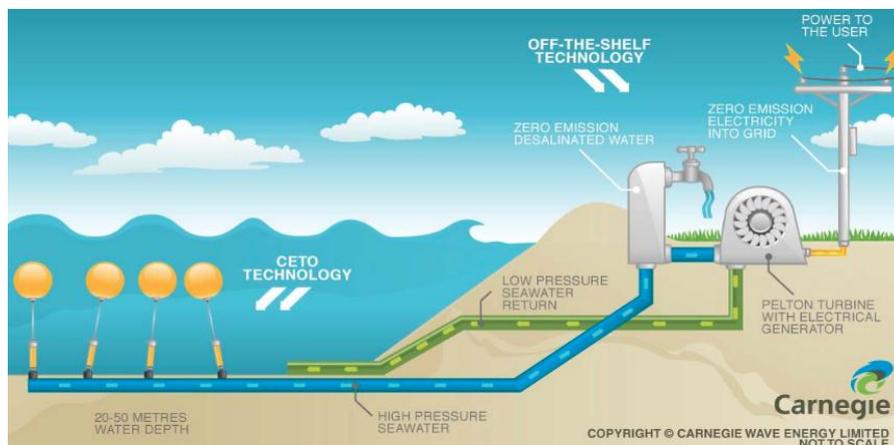


Figure 3.2 : Le dessalement de l'eau de mer

Construits sur des rivières, **les barrages** aident à maîtriser leur écoulement, à fournir de l'eau aux communautés avoisinantes, à réguler les inondations, mais également à produire de l'énergie hydroélectrique, l'énergie renouvelable la plus couramment utilisée.

La wilaya de Mostaganem comprend les barrages suivants :

- Barrage du Cheliff. Volume 110 millions de m3 ;
- Barrage de Kramis ;
- Barrage de Sidi Abed.



Figure3.3 : Barrage d'eau a mostaganem

Les eaux usées, qu'est-ce que c'est ?

Après avoir été utilisées pour la lessive, la toilette, la chasse d'eau, le ménage, la cuisine... Les eaux sont évacuées par les réseaux d'assainissement. Ces eaux que nous rejetons sont appelées "**eaux usées**".

Ces eaux sales sont réparties en deux sortes :

les **eaux ménagères** provenant de la cuisine, salle de bain ou encore de la machine à laver. Ces dernières contiennent de grandes quantités de savons et détergents,

les **eaux vannes** qui proviennent des toilettes.

Une fois utilisées, ces eaux vont être collectées, stockées et évacuées vers le milieu naturel.

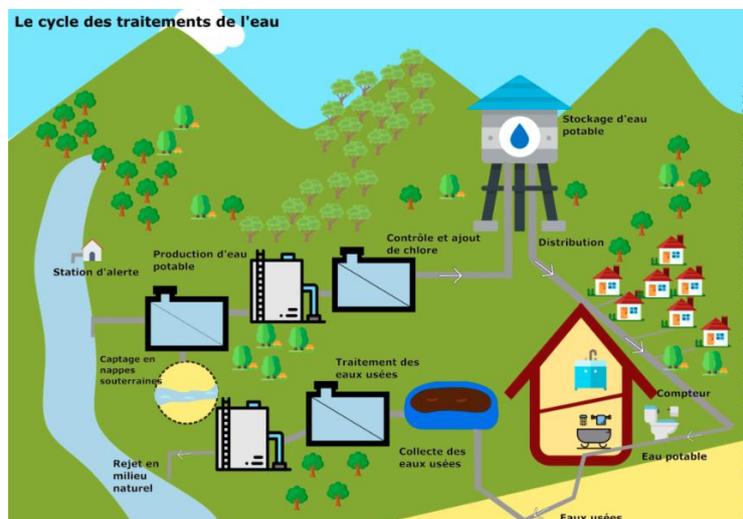


Figure 3.4 : Schéma du cycle de traitement des eaux usées

6. La cible 6 : Gestion des déchets d'activité

1. Consistance et portée

Cette cible souligne la nécessité de rendre cohérentes les possibilités de prétraitement des déchets d'activité dans les bâtiments avec les politiques collectives de leur traitement. Elle répond à deux enjeux principaux :

- L'enjeu environnemental : qui consiste à limiter la production de déchets ultimes (les déchets dont les possibilités de recyclage ou de valorisation sont épuisées). Il convient de mettre en œuvre les dispositions qui assureront la séparation des déchets en phase d'exploitation en vue d'une valorisation optimale, en relation avec les filières de valorisation locales.
- L'enjeu lié à la qualité intrinsèque du système : par la prise en compte de dispositions facilitant la gestion des déchets (dispositions architecturales, dispositions sur les circuits des déchets, etc.), cela assure non seulement la fonctionnalité et le confort pour les usagers, mais cela constitue également un garant de l'efficacité des mesures pour une valorisation optimale.

2. Composantes et objectifs

Mise en place des dépôts de déchets d'activité adaptée aux modes de collecte actuel et futur probables : Les modes de dépôts doivent être pensés en cohérence avec le mode d'enlèvement des déchets (collecte sélective par apport volontaire, collecte séparative en porte à porte, collecte traditionnelle), de façon à faciliter leur évacuation.

Le tri et le stockage des déchets doivent être intégrés à l'aménagement intérieur du bâtiment (prévoir assez de place pour plusieurs poubelles...), mais aussi extérieur (localisation des dépôts, intégration paysagère de ceux-ci, accès des véhicules de collecte...).

Gestion différenciée des déchets d'activité adaptée au mode de collecte actuel : Organiser les manipulations et les éventuels prétraitements ou conditionnements spécifiés des déchets pour qu'ils soient adaptés au mode de collecte actuel (tri, conditionnement et/ou mise en conteneurs spécialisés) et limités.

3. Bonnes pratiques

- Estimer et réduire la production de déchets;
- Prendre en compte les collectes sélectives locales;
- Configurer les cuisines et les locaux techniques en prévoyant le tri sélectif; Concevoir le transit entre les lieux de stockage et de ramassage;
- Séparer le stockage des déchets ménagers de la circulation des personnes. Assurer la pérennité du système de gestion des déchets d'activité

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

- Un Programme de gestion des déchets ménagers et assimilés (Plan communaux de gestion des déchets ménagers et assimilés) qui inclus :
 - 5 Décharges contrôlées réalisées au XIème plan
 - 9 Décharges contrôlées et 40 centres de transfert sont réalisées au Xème plan dont 4 sont en exploitation
 - 9 Décharges contrôlées & 50 centres de transfert sont programmées au cours du IXème plan
- Les Filières mises en place :
 - Eco-Lef (emballages)
 - Eco-Zit (huiles usagées)
 - Eco-filtre (filtres usagés)
 - Eco-batteries (Accumulateurs à plomb usagés)
 - Eco-piles
- Les Filières en cours : Pneus...
- La stratégie en cours :
 - Comité de suivi pour la promotion des nouvelles filières
 - Étude de faisabilité technico-écono

➤ **Centre d'Enfouissement Technique (CET)**

- Installations où sont enfouis les déchets. Depuis l'obligation de n'entrer que des déchets ultimes ces centres sont désormais dénommés Centre de Stockage des Déchets Ultimes.
- Le tri des déchets et la collecte sélective sont des actions consistant à séparer et récupérer les déchets selon leur nature, à la source, pour éviter les contacts et les souillures. C'est purement écologique et sanitaire

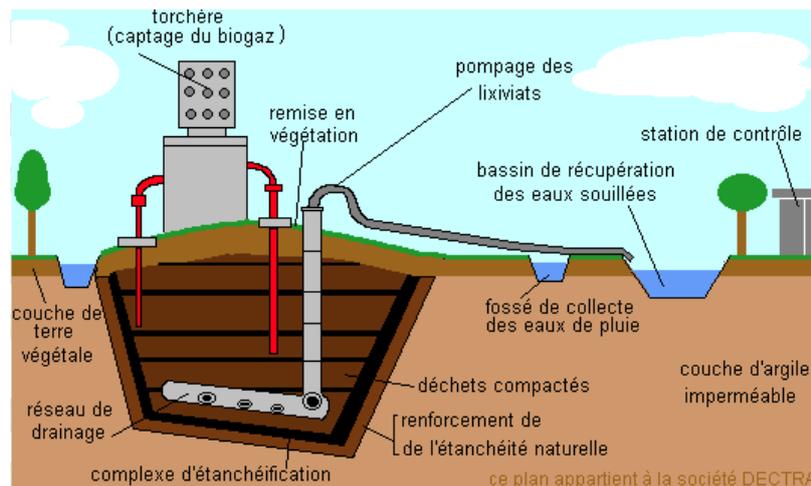


Figure 3.5: Schéma d'un Centre d'Enfouissement Technique .



Figure 3.6 : Centre d'enfouissement techniques d'El taref



Figure 3.7: Guide du tri

7. La cible 7: Maintenance et pérennité des performances environnementales

1. Consistance et portée

Cette cible doit être examinée et pensée à toutes les étapes de l’opération de construction afin que l’entretien et la maintenance du bâtiment soient minimisés, facilités et optimisés.

Au travers de cette cible, il s’agira de mettre en balance investissement initial et coûts différés. Il est donc fondamental que le projet réponde à la demande du maître d’ouvrage mais aussi à celle du futur gestionnaire. Il faut donc prendre en compte :

Les contraintes liées à l’environnement naturel et ses conséquences sur le vieillissement de l’ouvrage, Les contraintes liées au milieu urbain ou aux types d’utilisations, les moyens de maintenance envisagés (internes ou externes) et leur coût.

Il s’agit avant tout d’un problème économique de préservation du patrimoine. Il faut donc prévoir les facilités d’entretien et de maintenance, le choix des matériaux qui, par ailleurs, devront être conformes aux exigences environnementales et de santé tant pour celle des usagers que des équipes de nettoyage.

Par ailleurs, les principales opérations d'entretien ou de maintenance sont le contrôle, le dépannage, la réparation et la rénovation.

2. Composantes et objectifs

Optimisation des besoins de maintenance : Elle vise la réalisation, dès la conception du bâtiment, d'une analyse en coût global des équipements, matériaux et produits, qui intègrent l'investissement, l'entretien, la maintenance et le renouvellement. Elle consiste ainsi à veiller à ce que la configuration et la finition des locaux et des équipements facilitent l'entretien (conditions d'accès, risques encourus, disponibilité des matériaux de remplacement, etc.).

Mise en place de procédés efficaces de gestion technique et de maintenance : La maintenance doit être aussi légère que possible en termes technico-économique

- L'entretien est une combinaison d'activités techniques, administratives et de management. Afin de les optimiser, il est possible de mettre en place une surveillance comptable (comptage des consommations de flux), et technique (repérage des dysfonctionnements), et d'élaborer un guide de maintenance.

Maîtrise des effets environnementaux des procédés de maintenance : Les impacts de l'entretien et de la maintenance sur l'environnement doivent être envisagés dès la conception : les produits nécessaires à l'entretien du bâtiment ne doivent pas poser de problème de pollution et de santé, les équipements doivent être réglés correctement.

3. Bonnes pratiques

- favoriser des matériaux et équipements faciles pour le nettoyage et l'entretien ;
- prévoir la facilité d'accès (équipements techniques accessibles : gaines de ventilation par exemple) ;
- choisir des installations simples pour l'utilisation et à faible coût d'exploitation;
- prévoir un critère de choix dès la conception pour la maintenance et l'impact environnemental.

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

Vérification périodique des installations électriques (recommandés 2 visites par an) par un bureau de contrôle pour les établissements du tertiaire et industriel.

5. Mesures et propositions

Sur le plan technique

- Maîtriser les problèmes d'exploitation et de maintenance
- Anticipation et prise en compte des besoins de maintenance
- Mise à disposition des moyens pour le maintien des performances en phase d'exploitation
- Maîtrise des coûts de l'entretien et la maintenance dès la conception

- Il est préférable de choisir des matériaux et des composants ne nécessitant pas l'usage de produits polluants pour leur entretien et leur maintenance.
- Introduction des critères de maintenance dans le choix d'équipements.

Sur les plans réglementaire et institutionnel

- Élaboration de normes mettant en place des exigences pour faciliter l'entretien et la maintenance des installations.
- Fixation des normes pour identifier les produits à éviter dans la conception et l'entretien du bâtiment.
- Planifier un plan de communication

La **réhabilitation** urbaine consiste à rénover sans détruire, sans raser, à la différence de la rénovation. Elle suppose le respect du caractère architectural des **bâtiments** et du quartier concerné, en somme, la **réhabilitation** permet la revalorisation du patrimoine tout en répondant à diverses problématiques : protection de la planète, amélioration du confort, conservation de l'architecture, réponse à la rareté du foncier.

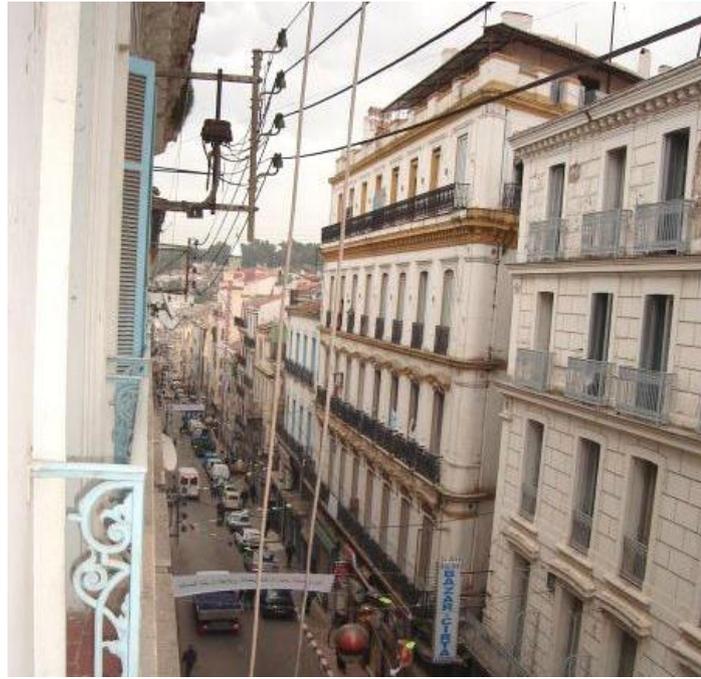


Figure 3.8: Réhabilitation des façades et des commerces du centre-ville



Figure 3.9 : Réhabilitation des façades à Alger



Figure3.10 : La réhabilitation de la grande Poste du centre-ville de Mostaganem .



Figure 3.11: Réhabilitation du centre ville de Mostaganem

La meilleure façon de protéger le **bâtiment**, c'est d'effectuer l'**entretien** régulier et de routine pour prévenir les réparations majeures et coûteuses. La planification de l'**entretien** doit tenir compte de vos besoins et de vos moyens financiers tout en faisant en sorte que le **bâtiment** soit évalué chaque année.

L'entretien courant du parc ,jardin **est** à la charge du locataire, notamment les allées (désherbage, nettoyage...), la pelouse (tonte...), les massifs (arrosage, taille...), les bassins et piscine (nettoyage...), les arbres et arbustes (taille, élagage, échenillage, remplacement et réparation des installations d'arrosage...),sans oublier les accenteurs ... etc.

Par ailleurs en Algérie malheureusement on manque beaucoup de maintenance , après la réalisation des constructions y' pas un suivi et pas d'entretien

CHAPITRE 4

ADDAPTATION DE LA DÉMARCHE HQE EN ALGÉRIE

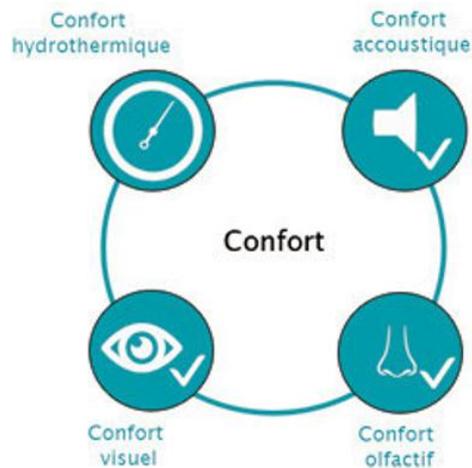
C-CIBLES DE CONFORT

INTRODUCTION

Le Confort ,contribue au bien être et à la commodité de la vie matérielle.

Les cibles de confort passent à travers plusieurs étapes de construction. Cette notion prend en compte le confort hygrothermique, visuel,et acoustique pour finir le confort locatif.

Lors de de la rénovation ou de la construction d'une nouvelle bâtisse le confort passe en 1er, tout en respectant l'environnement, et grâce au normes HQE le confort atteint une haute performance sur ces cibles.



8. La cible 8 : Confort hygrothermique

1. Consistance et portée

L'hygrométrie est la mesure de la constance de la température et du taux d'humidité de l'air ambiant.

La cible 8, relative au confort hygrométrique, vise le confort du futur usager du bâtiment, c'est-à-dire au confort d'hiver (chaleur suffisante, air intérieur sec, etc.) et confort d'été (chaleur supportable, ventilation, etc.) ; ce niveau de confort constitue un paramètre important dans la démarche environnementale, de ce fait, une réflexion sur l'inertie et la qualité bioclimatique du bâtiment apparait comme prioritaire.

La cible 8 est fortement liée à la cible 4, relative à la Gestion de l'Énergie.

2. Composantes et Objectifs

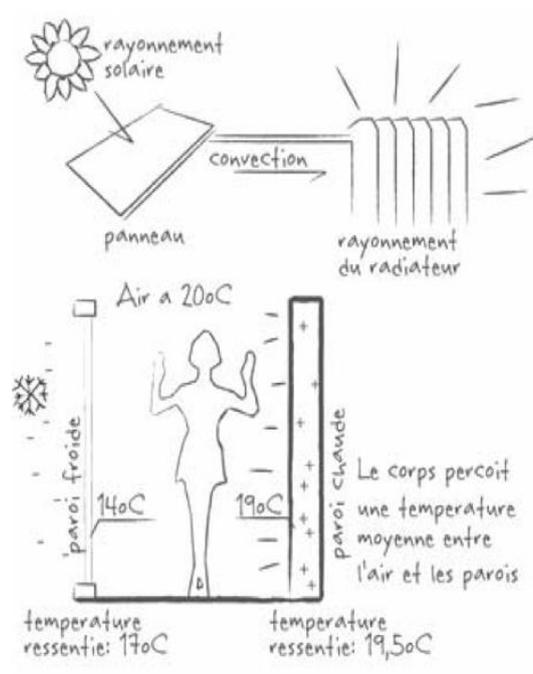
Pour atteindre les objectifs visés pour cette cible, Il faudra donc :

- Utiliser l'architecture du bâtiment pour optimiser le confort d'hiver et d'été (orientations du bâtiment et des locaux, protections contre le soleil l'été,...)
- Assurer des températures stables et confortables à l'intérieur du bâtiment par une ventilation et un chauffage adaptés et suffisants.

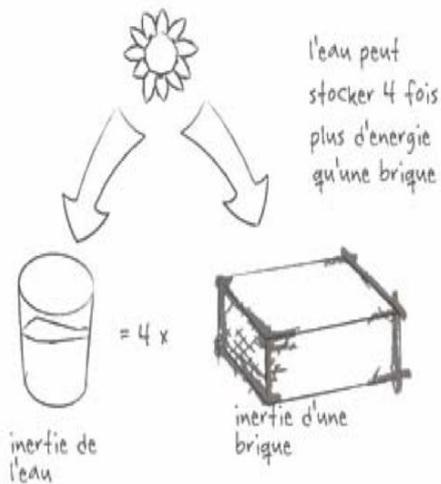
Dans le cadre d'une démarche environnementale, le confort hygrothermique d'un bâtiment se raisonne en premier lieu sans rafraîchissement mécanique. Avant le recours au rafraîchissement, il sera privilégié les solutions passives.

Au-delà du confort estival, la simulation thermique dynamique devra aussi servir à optimiser le confort hivernal.

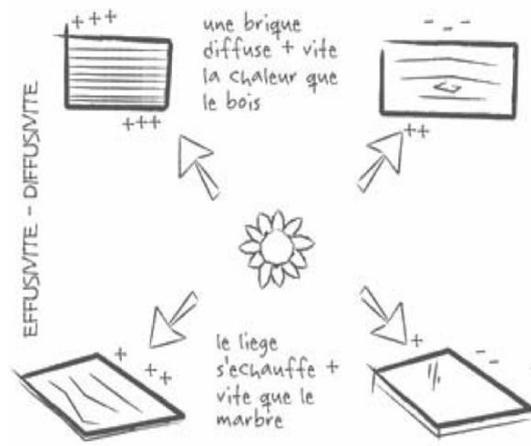
3. Bonnes pratiques



10. COMPRENDRE LES MOUVEMENTS DE CHALEUR



11. JOUER AVEC LES INERTIES



4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

- Efforts de préservation du capital naturel à savoir le littoral et sa préservation contre l'érosion, cependant, la dégradation et les risques encourus par les changements climatiques n'est pas encore pris en compte dans les stratégies de développement.
- Tradition de prise en compte des éléments naturels tels que la récupération des eaux pluviales, la construction de formes architecturales particulières (voûtes, coupoles..) pour limiter l'absorption des rayons solaires ou encore l'utilisation généralisée de la couleur blanche...

Elargissement (subventions, crédits, assistance) de l'utilisation des équipements solaires tels que panneaux photo voltaïque

5. Mesures et propositions

Sur le plan technique

Selon les principes de la bonne conception bioclimatique afin de cibler une autosuffisance énergétique, il est nécessaire de :

- Privilégier l'exposition au sud car il y a un meilleur ensoleillement en hiver, réduisant les besoins en chauffage et réduction des apports solaires en été.
- Recommander l'installation des protections solaires afin de réduire les apports solaires directs en été.
- Rechercher une bonne proportion des surfaces vitrées par rapport à la profondeur des pièces avec une isolation en double voire triple vitrage avec protection.
- Homogénéité et traitements différenciés des ambiances hygrométriques
- Les protections doivent toujours être à l'extérieur, jamais à l'intérieur, afin

d'éviter l'effet de serre derrière le vitrage.

- Capturer le soleil pendant la période de chauffage tout en se protégeant du rayonnement d'été
- Stocker l'énergie dans la masse du bâtiment.
- Amortir les variations de température
- Ventilation naturelle et renouvellement de l'air
- Laisser largement entrer la lumière naturelle
- Un chauffage d'appoint peu polluant
- Concevoir de grandes baies vitrées au sud pour apporter lumière et chaleur en hiver en limitant les déperditions (Vitrage à isolation renforcée) et les surchauffes l'été (surface vitrée à l'Ouest réduites, mise en place de protections solaires, auvents, rebords de toit, stores)
- Orienter le bâtiment pour le protéger des vents dominants.
- Utilisation d'ampoules à basse consommation pour les éclairages extérieurs permettant d'économiser l'énergie.
- Réduire les consommations en eau et en énergie dans le jardin : gestes simples pour économiser l'eau dans le jardin- par exemple, arrosage du soir pendant la période d'évaporation la moins importante, récupération des eaux de pluie et paillage minéral ou végétal pour réduire l'évaporation du sol.
- Régulation des installations de chauffage pour les espaces à occupation intermittente et identification des espaces où il est pertinent que les usagers puissent maîtriser l'ambiance thermique.
- La façade sud est celle qui capte le plus de rayonnement en hiver, elle doit donc posséder le vitrage transmettant le plus de rayonnement possible.

- Maximiser les réductions énergétiques par rapport aux valeurs de référence.
- Développer des capteurs solaires et des panneaux photovoltaïques
- Optimiser l'éclairage naturel
- La capacité d'isolation ou de faible conductibilité d'un matériau provient essentiellement de sa faible densité : ses vides ou poches d'air le fractionnant font obstacle à la transmission directe de la chaleur le traversant. De plus, l'association de matériaux différents peut augmenter les performances d'isolation.
- Localement, il est toujours possible de trouver des matériaux naturels pouvant constituer une bonne isolation gratuite et disponible en quantité : terre, paille, terre-paille, roseaux, copeaux de bois, roche légère (volcanique), laine de mouton brute, coquillages, algues, rafles de maïs peu chers.
- Les isolants thermiques se posent couramment entre deux membranes : un pare-pluie coté extérieur et un pare-vapeur intérieur afin d'empêcher l'humidité de pénétrer l'isolant. Les limites de cette mise en œuvre viennent de chaque défaut d'étanchéité, discontinuité, fissure, fuite qui aggravent alors les problèmes d'étanchéité et se terminent par des ponts thermiques. Une stratégie alternative est de penser la paroi comme une membrane qui respire régulant les échanges thermiques et l'hygrométrie en posant des matériaux peu sensibles à l'humidité (comme le liège ou la ouate de cellulose) permettant à l'humidité de sortir plus facilement qu'elle n'entre, la laissant traverser son épaisseur et s'évaporer lorsqu'elle arrive à la surface. Coté intérieur, on pose cette membrane microporeuse: un film freine vapeur régulant la pénétration de la vapeur d'eau, côté extérieur, on place film pare pluie perspirant.
- L'isolant doit aussi avoir une faible diffusivité thermique permettant de ralentir le flux de chaleur et créant un déphasage de 8 à 12h afin que la chaleur de la journée soit transmise à l'intérieur et tempère la fraîcheur du soir.
- Récupération et Réutilisation des eaux pluviales et des eaux usées dans le respect des contraintes sanitaires (mise en place de fosses septiques performantes).
- Optimisations des parois, dimensionnement des protections solaires et des ventilations
- Un bon isolant thermique pour l'hiver doit tenir compte de :
 - ✓ une conductivité thermique faible
 - ✓ une épaisseur suffisante et une mise en œuvre adéquate ; Pour l'été, deux autres objectifs s'ajoutent :

- ✓ une réduction d'amplitude forte qui permet d'atténuer l'amplitude entre les températures minimales et maximales extérieures journalières, soit des isolants présentant une capacité thermique élevée permettant de stocker suffisamment de calories sans s'échauffer
- Afin d'éviter le maximum de pont thermique, on met en œuvre les matériaux d'isolation à l'extérieur de ses parois porteuses, comme une ultime épaisseur, un manteau protégeant la construction. Ce phénomène, permettant de piéger la chaleur, est appliqué par de nombreux systèmes de chauffages bioclimatiques.
- On peut ainsi orienter des baies pour profiter le mieux de l'ensoleillement, l'orientation des pièces doit varier en fonction du résultat recherché : soleil dans les chambres le matin, le midi dans la cuisine, l'après-midi dans le séjour.

Sur les plans réglementaire et institutionnel

- Réglementation relative à la nécessité de la réduction des ordures ménagères par habitants par an
- établissements de normes adéquates et de niveaux de références.
- Un moyen pénalisant les abus d'une utilisation exagérée des ressources énergétiques vulnérables tel que l'eau et l'électricité.
- Généralisation du tri des ordures.
- Obligation d'avoir recours aux équipements relatifs à la maîtrise de l'énergie.

Le règlement thermique algérien est ancien , n'a pas été actualisé les personnes responsables doivent revoir et améliorer ce dernier

Les chercheurs et ingénieurs en génie civil européens on développer de nouvelles techniques d'isolation à base de matériaux naturels tels que :

L'aérogel de silice pour la résistance ,Inventé par Samuel Stephens Kistler en 1931, l'**aérogel** est un matériau comparable à un gel. Principale différence, le gaz remplace ici le liquide (l'aérogel se compose à 99,8% d'air), ce qui confère à l'aérogel un état solide avec une très faible densité (0,16 mg/cm³)¹.

Côté visuel, l'aérogel est un matériau translucide. Au toucher, il partage quelques similitudes avec le polystyrène et peut se briser comme du verre lorsqu'une forte pression lui est appliquée.

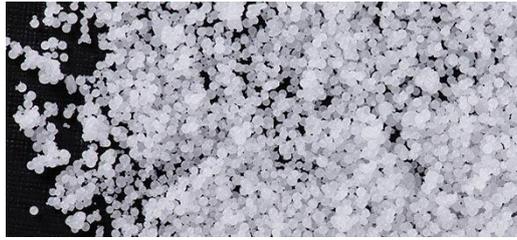


Figure4.1 :Aérogel de silice

Le polyuréthane pour la performance aussi appelé La mousse polyuréthane est un isolant à structure alvéolaire composée de petites cellules renfermant un gaz à faible conductivité thermique.



Figure 4.2 : isolation avec polyuréthane

Les tissus usagés : pour isoler du froid et du bruit ,le plus écolo des isolants est composé de tissus recyclés. Alliant une excellente isolation thermique et acoustique, il est un rempart efficace contre la chaleur estivale. De plus, il permet aux murs qu'il protège de respirer. Sous forme d'isolant, les tissus usagés et transformés sont traités contre les moisissures et les insectes pour constituer un matériau très sain. Recyclé et recyclable, son empreinte écologique est quasi nulle



Figure 4.3: Le textile recyclé

Le verre recyclé : pour respecter l'environnement Etonnant mais vrai, on trouve désormais des isolants fabriqués à base de verre recyclé. Agrémenté d'autres matériaux naturels comme la chaux, le sable ou encore la dolomie, cet isolant est parfaitement hermétique et s'altère très peu dans le temps. Adapté à l'isolation par l'extérieur grâce à sa faible conductivité

thermique, il possède aussi l'avantage de ne pas émettre ni laisser passer de gaz nocifs ou de composés volatiles.

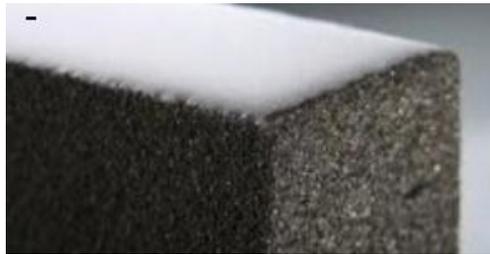


Figure4.4 : Le verre recyclé

La laine de chanvre ; est un matériau issu de fibres naturelles végétales.

Cet isolant naturel est produit à partir des fibres de la chènevotte (tige) d'une plante : le chanvre.



Figure4.5 : Le verre recyclé

La paille : isolant écologique remplace le chauffage elle garde la chaleur



Figure 4.6 : Isolation d'une maison en paille

Pneus remplie de terre : très bon isolant thermique écologique (le froid et la chaleur ne passe Pas) , il faut tasser la terre dans les pneus



Figure 4.7 : pneus rempli de terre

La paille de lavande est un matériau peu utilisé mais qui possède pourtant d'excellentes caractéristiques pour une **isolation thermique** efficace. Très facile d'emploi, elle peut servir à **isoler** différentes parties du bâtiment que ce soit les murs, la toiture ou les cloisons par exemple. Elle va servir à isoler les murs de l'extérieur, une des méthodes les plus efficaces et l'avantage c'est qu'elle est gratuite ;



Figure 4.8 : La lavande (plante)

➤ *C'est bien l'actualité des isolants thermique écolo dans les pays développés qu'on aimerait voir en Algérie et les adapter à notre environnement, en outre on utilise déjà plusieurs moyens d'isolation reconnue tel que : lame d'air, laine de roche et le plus recommandé d'entre eux reste le polystyrène pour son rapport qualité et prix.*

9. La cible 9 : Confort acoustique

1. Consistance et portée

Le confort acoustique concerne la maîtrise des bruits gênants et la bonne compréhension des bruits acceptables. Le confort acoustique est à prendre en considération dès la programmation car les solutions curatives sont ensuite très onéreuses sauf quand on combine isolation thermique et confort acoustique pour la plus part des cas Algériennes

Des solutions techniques adaptées doivent compenser les éventuelles nuisances sonores, existantes ou prévisibles, en fonction de l'affectation des locaux. Une analyse de bruit dans l'espace est recommandée (localisation des sources sonores extérieures ou intérieures, définition de leur type, durée, fréquence, niveau, etc.).

2. Composantes et objectifs

Adoption des dispositions architecturales spatiales favorisant un bon confort acoustique: Elle vise à protéger les usagers du bâtiment des nuisances acoustiques par l'optimisation de la position des locaux entre eux, l'optimisation de la position des locaux par rapport aux nuisances extérieures et l'optimisation de la forme et du volume des locaux vis-à-vis de la qualité acoustique interne.

Création d'une qualité d'ambiance acoustique adaptée aux activités accueillies dans les différents locaux : La qualité d'ambiance acoustique au sein d'un local est fonction de la nature de ce local, de son contexte et de l'activité qu'il va accueillir. L'importance réside dans la recherche d'un meilleur équilibre entre l'isolation aux bruits extérieurs et aux bruits intérieurs, dans les zones bruyantes. L'enjeu ainsi est :

- d'obtenir un niveau minimal d'isolement acoustique par rapport aux bruits internes du bâtiment et à son environnement extérieur où l'isolation acoustique permet de réduire la perception de ces bruits,
- de traiter la source et la transmission des bruits d'impact et d'équipements afin de les affaiblir,
- de maîtriser l'acoustique interne des locaux par isolement au bruit aérien des locaux sensibles vis-à-vis des autres locaux.

3. Bonnes pratiques

- Maîtriser dans un local les réverbérations des bruits émis à l'intérieur
- Obtenir un niveau minimal d'isolement acoustique par rapport aux bruits internes du bâtiment et à son environnement extérieur.

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

Disposition et emploi des produits spéciaux d'isolation acoustique (double vitrage, divers produits isolants).

Sur les plans réglementaire et institutionnel

Insuffisance de textes réglementaires environnementaux relatifs à la lutte contre les nuisances sonores dans les bâtiments.

5. Mesures et propositions

Sur le plan technique

- Adopter des dispositions urbanistiques et architecturales spatiales favorisant un bon confort acoustique
- L'isolation acoustique qui permet de réduire la perception des bruits, elle doit traiter la transmission des bruits en absorbant les ondes sonores par son double effet: d'une part, elle doit protéger contre les bruits extérieurs et d'autre part, elle doit éviter aux bruits intérieurs de se propager à l'extérieur.
- Opter pour la fixation des limites à deux niveaux :
 - ✓ bruit d'impact
 - ✓ bruit aérien
 - ✓ Zonage acoustique : regrouper les locaux les plus calmes et les situer le plus loin possible des sources de bruits. C'est ainsi que l'on composera un plan de logement en fonction des façades sur rues et de la position des ascenseurs et des cages d'escaliers, et des pièces voisines d'occupation identique, dans le sens vertical comme horizontal
 - ✓ Généralisation de l'utilisation des matériaux absorbants
 - ✓ Choix d'équipements discrets

Sur les plans réglementaire et institutionnel

- Élaboration d'une réglementation acoustique qui décrit les caractéristiques acoustiques des bâtiments.

- Mise en place d'une loi relative à la prévention de la propagation des bruits pouvant créer des troubles aux personnes et à leur santé ou nuire à l'environnement et la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement et autres.
- Mise en place une réglementation qui oblige à la soumission à une étude acoustique spécifique pour les locaux accueillants une activité bruyante.

10. La cible 10 : Confort visuel

1. Consistance et portée

L'exigence de confort visuel a pour but de faciliter le travail, les activités diverses, dans un souci de qualité, de productivité ou d'agrément, en évitant la fatigue et les problèmes de santé liés aux troubles visuels.

Par ailleurs, le confort visuel n'est pas souvent pris en compte dans la conception des bâtiments. Les paramètres physiologiques du confort visuel concernent l'éclairage, l'éblouissement et les contrastes, la perception des contours et couleurs. La démarche HQE introduit quant à elle 2 nouveautés :

- Elle donne la priorité à l'éclairage naturel, mieux adapté aux besoins physiologiques de l'homme et qui est privilégié pour concilier maîtrise des consommations d'énergie et bien-être.
- Elle prend en compte les diverses sources d'inconfort visuel, y compris celles dues à certains types d'éclairages artificiels (Ex : le néon).

2. Composantes et objectifs

Relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur : elle opte pour un positionnement des ouvertures favorisant la vision de l'extérieur depuis l'intérieur (vue agréable) et réduisant la vision de l'intérieur depuis l'extérieur (respect de l'intimité) par l'utilisation d'occultations.

Éclairage naturel optimal en termes de confort et de dépense énergétique : L'éclairage naturel doit être l'éclairage de base. La configuration des pièces, l'emplacement et la dimension des ouvertures devront être étudiés pour que l'éclairage électrique ne soit utilisé qu'en appoint de l'éclairage naturel. La prise en considération de cette cible et ses

interactions avec les autres cibles doit être envisagé dès les premières phases du projet afin d'assurer un éclairage naturel optimal comme l'usage de revêtements clairs pour les parois qui peut améliorer le confort visuel (tout en veillant à ce qu'ils ne soient pas éblouissants).

Éclairage artificiel satisfaisant et en appoint de l'éclairage naturel : L'éclairage artificiel doit être satisfaisant quand l'éclairage naturel est absent (suffisamment de points lumineux, bonne répartition, etc.). Il ne doit être utilisé qu'en appoint. Pour être efficace, la commande des points d'éclairage doit être adaptée à l'usage des locaux. Il existe par exemple des interrupteurs variateurs pour les locaux ouverts sur l'extérieur afin d'utiliser l'éclairage artificiel en strict complément de l'éclairage naturel.

3. Bonnes pratiques

Disposer d'accès à la lumière du jour dans les locaux à occupation prolongée
Disposer d'accès à des vues sur l'extérieur depuis les zones d'occupation des locaux à occupation prolongée
Assurer une qualité agréable de la lumière émise
Éviter l'éblouissement direct ou indirect

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

- Sensibilisation à l'utilisation des lampes basses consommations qui offre un confort visuel pour les occupants outre son rôle pour l'économie d'énergie
- Mise en place d'interrupteurs crépusculaires pour les éclairages extérieurs dans certains bâtiments nouvellement construits

5. Mesures et propositions

Sur le plan technique

- Réaliser une étude d'implantation et de dimensionnement des parois vitrées compatible avec l'exigence énergétique; conductivité, facteur solaire, facteurs lumineux ;
- Orientation et surface adaptées des parois vitrées ;
- Utilisation de sources artificielles à basse luminance ;

- Optimiser au mieux les parois vitrées (positionnement, dimensionnement, protection solaire...).
- Identification des nuisances visuelles pouvant être générées.

Sur les plans réglementaire et institutionnel

Élaboration d'un code qui recommande d'assurer dans les locaux affectés au travail des vues sur l'extérieur et d'utiliser l'éclairage naturel pour l'éclairage des locaux et l'exécution des activités normales d'habitation.

11. La cible 11 : Confort olfactif

1. Consistance et portée

En termes de confort olfactif, les exigences des usagers consistent à ne pas sentir certaines odeurs considérées comme fortes ou désagréables et à retrouver certaines odeurs considérées comme agréables.

Toutefois, les gênes olfactives peuvent provenir tant de l'extérieur que de l'intérieur des bâtiments et cette préoccupation est ainsi une nouveauté dans la conception architecturale.

A l'extérieur, l'inconfort olfactif peut être dû à la présence d'établissements polluants, trafic automobile, etc. A l'intérieur cela peut dépendre de la pathologie même du bâtiment tel que les moisissures, les produits conservés, fumées de cigarettes, etc. La qualité de l'air ambiant nécessite ainsi de limiter les polluants à la source et de ventiler correctement les locaux.

Afin de réduire les mauvaises odeurs on peut également prévoir la diffusion d'odeurs agréables ou la plantation de végétaux odorants.

2. Composantes et objectifs

Réduction des sources d'odeurs désagréables : La mise en place d'une conception architecturale et technique bien pensée permettront de bien maîtriser et limiter les sources d'odeurs désagréables qui peuvent être dues à :

- Certains produits de nettoyage, d'entretien et de maintenance,
- les déchets qui sont des sources d'odeurs jugées désagréables par elles-mêmes ou par leur concentration excessive.
- Les produits de construction et les équipements qui ne doivent pas être des sources durables d'odeurs désagréables.

Ainsi l'air fourni à chaque local ne doit pas contenir d'odeurs jugées désagréables en concentration excessive et l'emplacement des prises d'air et des bouches d'extraction d'air doit être réfléchi.

Ventilation permettant l'évacuation des odeurs désagréables : S'assurer que les débits d'extraction d'air vicié et les débits d'air à fournir par les équipements techniques à chaque local ne sont pas sous-évalués et sont effectivement assurés pour un renouvellement d'air neuf suffisant au regard de l'activité d'un local.

3. Bonnes pratiques

- Identification des sources d'odeurs, tout au long du projet
- Réduire les effets des sources d'odeurs par la limitation de l'entrée d'odeurs provenant du milieu extérieur
- Organisation des espaces intérieurs pour limiter les nuisances internes au bâtiment
- Evacuation des odeurs par extension et autres techniques

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

- Application des recommandations établies dans la réglementation thermique des bâtiments pour la ventilation des locaux.
- La conception de certains bâtiments bioclimatiques tenant compte de la ventilation naturel et ses exigences
- Dispositions dans certains espaces (salon de thé, restaurants,) des espaces pour les non fumeurs et interdiction de fumer dans les endroits publics.
- Contrôle du renouvellement de l'air dans les bâtiments recevant du public.

Sur les plans réglementaire et institutionnel

Élaboration des guides (réglementation thermique des bâtiments) pour la conception des bâtiments neufs qui prennent en considération la ventilation naturelle

5. Mesures et propositions

Sur le plan technique

Se protéger des sources extérieures

- Identifier les sources d'odeurs Limiter les sources d'odeurs désagréables intérieures (dont celles provenant des matériaux).
- Choix approprié des produits de construction (peinture, revêtement,...).
- Effectuer un zonage des espaces de façon à sectoriser ceux qui peuvent émettre des odeurs
- Assurer une ventilation efficace et une distribution saine de l'air neuf.
- Plantation de végétaux odorants pour apporter des odeurs "agréables".

Sur les plans réglementaire et institutionnel

- Prévoir une réglementation générale pour la fixation des débits d'air dans les locaux occupés
- Fixation d'une liste des produits à éviter dès la conception du bâtiment

Le **confort olfactif** est synonyme d'un air sain, dépourvu d'odeurs désagréables. La qualité de l'air intérieur (QAI) constitue un sujet d'intérêt pour la santé publique. C'est également un critère de base pour le confort sanitaire écologique.

Il faut installer un système de renouvellement d'air ,techniquement il y a plusieurs possibilités pour **l'installation**. En mural, une fois la façade percée, l'appareil **installé** récupère l'**air** extérieur par une gaine qu'il insuffle directement dans l'appartement. L'appareil agit comme un effet de piston. L'**air** est insufflé vers l'extérieur par des grilles d'aération.

Faut Installer une hotte dans la cuisine de son restaurant ou de son snack relève autant du bon sens que de l'obligation légale. L'évacuation des fumées de cuisson semble en effet

indispensable pour garantir une bonne hygiène dans la cuisine et un certain bien-être pour ceux qui y travaillent.

La qualité de l'air intérieur est une véritable préoccupation de santé publique. Elle constitue un critère de base pour le confort sanitaire. On constate d'après les dernières estimations du Rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2018), que 7 millions de personnes meurent chaque année à cause de la pollution de l'air ambiant et à cause de la pollution de l'air à l'intérieur des habitations.

Sanitaire non aérer (l'absence des fenêtres dans les sanitaires dans les bâtiments)

L'air de la **maison** doit être totalement renouvelé en 1 heure environ. Si votre logement est trop isolé ou bien si toutes vos fenêtres sont fermées et vos bouches d'aération obstruées, alors le **renouvellement d'air** de votre habitat sera insuffisant. On peut notamment renouveler l'air de la maison on installons une VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée). Celle-ci permet un **renouvellement** constant de l'air et est équipée d'un moteur électrique et tout ça est important pour maintenir un niveau d'oxygène correcte dans les espaces habités.

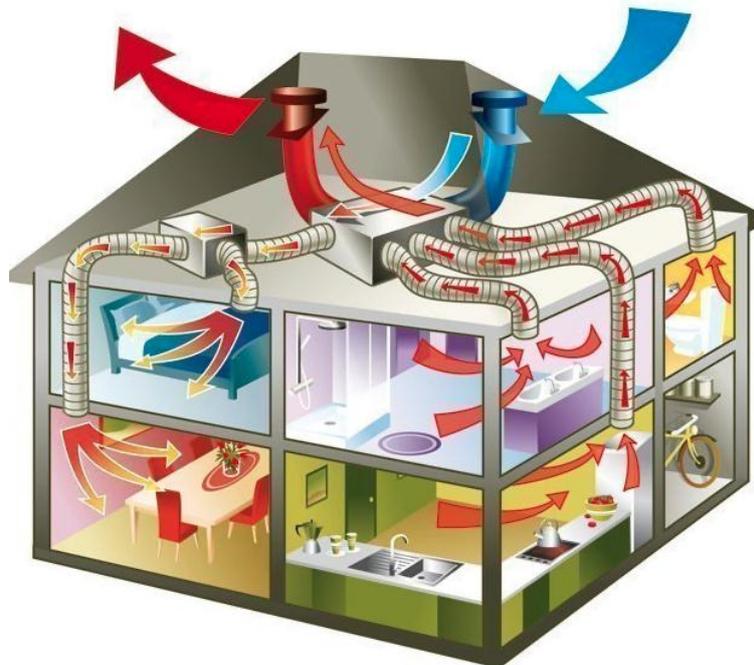


Figure 4.9 : Renouvellement de l'air intérieur de maison container

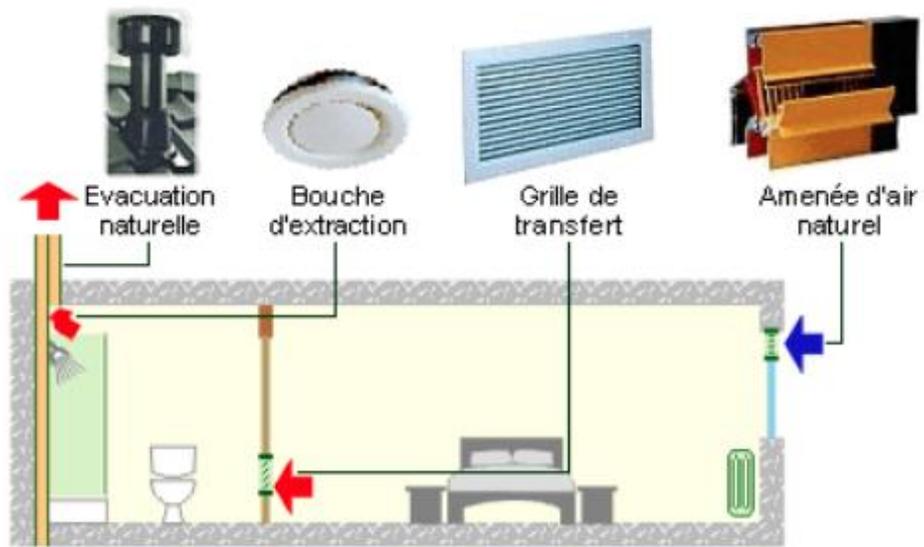


Figure 4.10 : Ventilation naturelle

CHAPITRE 5

ADAPTATION DE LA DÉMARCHE HQE EN ALGÉRIE

D-CIBLES DE SANTÉ

INTRODUCTION:

Les trois cibles de la famille santé ont pour objectif de veiller à la prise en compte de l'environnement extérieur et intérieur de la construction sur la santé des utilisateurs. Le bâtiment peut, en effet, exercer une influence sur la santé par la nature des matériaux mis en œuvre, les risques qu'ils génèrent, et, aussi, par la qualité de l'air intérieur.

La santé est une préoccupation majeure de nos jours : il est donc utile et impérieux de porter une attention particulière aux cibles de santé, qui sont présentées avec leurs sous-cibles.



12. La cible 12 : Qualité sanitaire des espaces

1. Consistance et portée

- Cible à préoccupation récente et vaste.

L'amélioration de la qualité de la vie dans l'habitat ou au bureau est un enjeu fondamental. Les personnes qui y vivent doivent être assurées que leur lieu de vie ou de travail leur garantit un équilibre physiologique, énergétique et psychique.

En matière de risque sanitaire, le champ de connaissances des effets des polluants sur les individus est inégal d'un polluant à l'autre.

En effet, les conditions d'hygiène dans le bâtiment présentent un risque sanitaire dans le sens où la frontière entre l'hygiène et la santé est très mince et rapidement franchissable.

Par ailleurs, lorsqu'on parle de qualité sanitaire des espaces, on s'intéresse aussi aux risques sanitaires présumés, c'est à dire aux préoccupations sanitaires qui présentent à priori un risque sanitaire non démontré, mais dont le traitement a été reconnu utile dans un souci de principe de précaution : C'est le cas notamment des champs électromagnétiques où leurs impacts sur la santé ne sont pas bien démontrés avec certitude. Il s'agit donc dans cette cible d'identifier les sources de nuisances électromagnétiques pouvant nuire à la santé des usagers (qu'ils soient à l'extérieur du bâtiment ou à l'intérieur) afin de limiter certains usages abusifs et inutiles des ondes électromagnétiques.

Il ne s'agit pas d'aller contre le progrès, mais d'en repérer les exagérations et leurs conséquences sur la santé. La qualité sanitaire des espaces est donc structurée selon les préoccupations majeures suivantes :

Limitation des nuisances électromagnétiques Création des conditions d'hygiène spécifiques

2. Composantes et Objectifs

Création des conditions d'hygiène spécifiques : Les bâtiments et leurs équipements ne doivent pas être sources ou rétenteurs de pollutions. Leurs qualités doivent être stables (qualité satisfaisante de l'air intérieur, de l'eau distribuée...), même pendant leur phase de dégradation.

L'enjeu est d'autant plus fort lorsque le bâtiment accueille des activités qui présentent intrinsèquement un risque sanitaire, ou qui nécessitent des conditions d'hygiène pour être réalisées. Il s'agit de locaux à conditions d'hygiène spécifiques tels que :

- Stockage de déchets
- Toilettes
- Cuisine / restauration
- Soins corporels
- Culture physique
- Lavage / séchage du linge

Maîtrise des sources d'expositions électromagnétiques: elle consiste à :

- Identifier les sources d'émission « énergies » basses fréquences du milieu environnant

- Identifier les sources d'émission « télécoms » hautes fréquences du milieu environnant.
- Limiter les risques liés à l'exposition électromagnétique : par la prise de dispositions
- limitant les effets des sources d'émissions électromagnétiques

Par un choix approprié de l'emplacement du projet, d'une part, et des dispositions minimisant la présence de sources d'émissions électromagnétiques, d'autre part

3 Bonnes pratiques



Figure 5.1: a -Le choix de l'acier inoxydable ,tant pour le mobilier que les parois , confrère à cette cuisine industrielle des qualités sanitaires répondant aux normes d'hygiène les plus exigeantes . L'acier inoxydables , inaltérable, se nettoie sans difficulté



Figure 5.2: b- Qualité sanitaires des espaces :réfectoire :

- Machine installées à 20 cm du sol(nettoyage facilité)
- Sol dont les pentes convergent vers les évacuations
- Centrale mobile avec un produit désinfectant (bactéricide,virucide et fongicide)



Figure 5.3: c- Qualité sanitaires des espaces :Laverie

- Machines installées à 20 cm du sol
 - Sol dont les pentes convergent vers l' évacuation
 - Utilisation d'un générateur de vapeur sèche

d- Prévention, éloignement des sources des zones d'occupation permanente.

e-Prendre en compte les sources de l'environnement immédiat : câble aérien d'alimentation électrique de train; ligne haute tension à proximité ; transformateurs ; etc.

f- Identifier les sources spécifiques au projet : équipements électriques de bureau (ordinateur, imprimante, fax, scanner, photocopieur, téléphone) ; passage de câblage desservant les locaux techniques ; transformateurs en pièces contiguës ; four micro-onde (restauration) ; éclairage halogène basse tension ; détecteurs/alarmes (infrarouge, radar, ultrasons) ; etc.

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

- Matériaux et techniques appropriés pour les locaux spécifiques relatifs à la santé des usagers.
- Les risques des champs électromagnétiques sont encore mal identifiés ce qui empêche de dresser un tableau clair et des mesures spécifiques. Seule une réglementation de l'occupation du sol pour les lignes haute tension est appliquée lors de la construction.
- basses fréquences : de la téléphonie mobile, d'ordinateur portable, de radio, micro-onde, transformateurs, etc. qui sont des sources de tensions électromagnétiques.
- □Maîtrise de l'exposition électromagnétique (source énergie et télécoms) en limitant l'implantation de locaux à occupation permanente à proximité de postes de transformation ou de lignes hautes tension (distance minimale de 10 à 150 m en fonction du voltage), d'antennes relais téléphoniques, de radars (aéroport, aérodrome, zone portuaire...), etc. ;
- Comme il est impossible de distinguer les champs magnétiques des champs électriques dans la pratique, il convient donc de prendre des précautions des deux côtés (Protection des champs électromagnétiques par blindage : Le blindage électromagnétique consiste à réduire le champ électromagnétique (CEM) au voisinage d'un objet en interposant une barrière entre la source du champ et l'objet à protéger. La barrière doit être faite d'un matériau conducteur électrique. Le blindage peut réduire l'influence des micro-ondes, de la lumière visible, d'autres champs électromagnétiques et des champs électrostatiques. Conception raisonnée des chemins

de câbles et des équipements, et décroissance des CEM : limiter la prolifération anarchique des ondes, etc.)

- Prendre de façon plus attentionnée en compte les problèmes électromagnétiques notamment depuis l'élargissement incontrôlé des réseaux et antennes téléphoniques par le développement de la téléphonie mobile.
- Sensibilisation des usagers à l'environnement électromagnétique.
- Effectuer des mesures de champs électromagnétiques et identifier les risques pour la santé en corrélation avec des valeurs seuils d'exposition réglementaires, ou issus d'études avérées (recommandations).
- Des dispositifs préventifs sont à intégrer lors des phases de conception.

Sur les plans réglementaire et institutionnel

Établir un cadre législatif et institutionnel en forte progression avec l'évolution des technologies et la multiplication des risques sur la santé mentale et physique et qui cadre l'utilisation des outils diffusant des ondes électromagnétiques

- Établir une réglementation en matière d'évaluation et de maîtrise des risques.
- Mise en place d'une signalétique normalisée pour les zones ou produits transportés dangereux pour la santé.
- Mise en place de normes spécifiant les méthodes de mesure des champs électromagnétiques des équipements électrodomestiques et similaires envers l'exposition humaine.
- Mise en place de normes relatives à la conformité des équipements électroniques de basse puissance et les équipements électriques aux restrictions de base envers l'exposition humaine aux champs électromagnétiques.

13. La cible 13 : Qualité sanitaire de l'air

1. Consistance et portée

La qualité de l'air est primordiale pour la santé des occupants. Il faut donc veiller à ce que la composition de l'air extérieur et celle de l'air intérieur soient conformes aux exigences de santé et de confort des usagers.

Pour assurer la qualité sanitaire de l'air, il est possible d'intervenir à deux échelles : tout d'abord, une action sur les sources pour limiter la présence de polluants au sein du bâtiment, d'autre part, une action sur la ventilation pour réduire la concentration des polluants dans le bâtiment.

2. Composantes et objectifs

Gestion des risques de pollution par les produits de construction ; les équipements et l'entretien : Elle consiste à bien identifier les sources de pollution de l'air afin de les réduire tout en veillant à bien choisir les produits de construction, les revêtements de surface, les équipements et les produits d'entretien, qui peuvent émettre des substances polluantes à l'intérieur des locaux.

Garantie d'une qualité de l'air satisfaisante en limitant les pollutions et en assurant un bon renouvellement : La qualité de l'air est obtenue à la fois par son renouvellement, grâce à la ventilation, et par la réduction des sources polluantes présentes. Cette préoccupation opte pour :

- Assurer une distribution saine de l'air neuf puisque l'air extérieur utilisé pour la ventilation peut présenter des concentrations non négligeables de polluants nuisibles à la santé ou malodorants.
- Assurer des débits d'air adaptés à l'activité des locaux
- Assurer la maîtrise des débits d'air, c.à.d. assurer le maintien des débits d'air prescrits.

3. Bonnes pratiques

- Limiter les sources de pollution
- Une ventilation efficace offrant un renouvellement de l'air et par conséquent l'air neuf en rapport avec la qualité du bâtiment et au nombre d'occupants.
- Prévoir des systèmes modulables pour les bâtiments recevant du public de façon irrégulière

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

Divers stations (fixes et mobiles) de suivi de la qualité de l'air ont été réparties dans diverses régions du pays

Mise en place de panneaux d'informations de la qualité de l'air dans plusieurs endroits pour le suivi et la sensibilisation

Sur les plans réglementaire et institutionnel

- L'Agence Nationale de Protection de l'Environnement est chargée:
- Du contrôle de la qualité de l'air et de ses impacts sur l'environnement
- De la création d'un réseau national de surveillance de la qualité de l'air
- l'élaboration des plans de conservation de la qualité de l'air pour les agglomérations urbaines.
- Du contrôle, de la surveillance et de l'évaluation des impacts de la pollution de l'air sur la santé de l'Homme
- De prendre les mesures nécessaires pour protéger l'Homme et son environnement.

5. Mesures et propositions

Sur le plan technique

- Assurer une ventilation efficace par des systèmes performants (adaptation des débits de ventilation par systèmes appropriés).
- Réduction des sources de pollution de l'air identifiées tout au long du projet
- Prévoir l'utilisation de revêtements qui s'entretiennent aisément sans utilisation de produits dangereux.
- Maitriser les sources de pollutions de l'air provenant de l'extérieur
- Assurer un renouvellement de l'air dans le secteur résidentiel.
- Prévoir des contrôles périodiques pour l'entretien des équipements

Sur les plans réglementaire et institutionnel

- Rendre effectif le droit du citoyen à un environnement sain à l'intérieur des milieux occupés.
- Interdiction de l'usage de certains composés nocifs utilisés dans les produits de construction et d'entretien, les équipements.

- La Loi sur la qualité de l'air fait état d'un certain nombre de décisions importantes qui devront faire l'objet de décrets ou d'arrêtés ultérieurs.
- Obligation au suivi et la surveillance de la qualité de l'air au sein des locaux occupés

14. La cible 14 : Qualité sanitaire de l'eau

1. Consistance et portée

La qualité sanitaire de l'eau désigne l'eau destinée à la consommation humaine. Par conséquent, une eau est dite de qualité sanitaire dès lors qu'elle respecte les critères de potabilité et d'aptitude pour la toilette. Cette qualité de l'eau peut être altérée de différentes façons :

- Altération des propriétés organoleptiques (odeur, couleur, goût, etc.) ;
- Modification des caractéristiques physico-chimiques (température, dureté, concentrations en métaux et composés organiques, etc.) ;
- Contamination microbiologique par développement bactérien ou entrée d'eau souillée. Par ailleurs, le recours à des solutions bien adaptées permet de limiter les risques de contamination des eaux.
- L'intérêt de cette cible réside donc dans :
 - La garantie de la qualité et la durabilité des matériaux ;
 - La maîtrise de la température dans le réseau intérieur ;
 - La maîtrise des traitements.

2. Composantes et objectifs

Hygiénique et préservation d'une bonne qualité d'eau potable : Éviter de perturber la qualité de l'eau à l'intérieur du bâtiment. Pour cela, il faut assurer l'étanchéité des réseaux et respecter les règles d'utilisation des matériaux de canalisations, combattre la contamination de l'eau (polluants ou micro-organismes pathogènes: légionellose, etc.) et en optimisant les traitements anticorrosion et anti-tartre.

Gestion des risques liés aux réseaux d'eau non potable : Pour minimiser les risques, il faut structurer et signaler le réseau intérieur en fonction des usages de l'eau par la séparation et la protection du réseau d'eau potable des éventuels réseaux d'eau non potable.

Traitement éventuel des eaux non potables utilisées : Un traitement de l'eau non potable (de qualité satisfaisante pour l'usage envisagé) peut s'avérer nécessaire pour son utilisation et son stockage

3. Bonnes pratiques

- Choisir des matériaux compatibles avec la nature de l'eau distribuée
- Structurer et signaler le réseau intérieur en fonction des usages de l'eau
- Séparer le réseau d'eau potable et les éventuels réseaux d'eau non potable Protéger le réseau intérieur

Gestion des risques liés aux réseaux d'eaux non potables.

4. Contexte actuel en Algérie

Sur le plan technique

Respect des normes tunisiennes et recommandations internationales pour satisfaire les clients en matière de qualité de l'eau

5. Mesures et propositions

Sur le plan technique

- Protéger le réseau de distribution d'eau potable (Interdiction de l'utilisation des canalisations en plomb et autres matériaux en particulier pour les établissements de santé)
- Organiser les réseaux par usage
- Choix de ballons d'eau chaude limitant la stagnation
- Calorifuger le réseau intérieur
- Choix des matériaux compatibles avec la nature de l'eau distribuée
- Maîtriser la performance des traitements anti-corrosion et anti tartre
- Accroissement du taux de raccordement dans les villes de taille moyenne et petite ;

- Amélioration de la qualité des eaux desservies en milieux ruraux

Sur les plans réglementaire et institutionnel

- Mise en place d'une réglementation sanitaire pour la conformité des matériaux utilisés pour l'eau potable.
- Renforcer le contrôle de la qualité du traitement pour les établissements du tertiaire en mettant en place un cadre clair d'un établissement à l'autre.
- Mise en place d'une réglementation qui se renforce autour de la lutte contre la légionellose

L'eau potable est un élément essentiel pour le confort et la santé des occupants utilisé partout (cuisine , consommation ,nettoyage..). Pour que cette eau soit potable elle doit remplir certaines conditions : La teneur en chlorures doit être inférieure à 200 mg/l. La teneur en potassium doit être inférieure à 12 mg/l. Le pH de l'eau doit être compris entre 6,5 et 9. Le TH, soit la dureté de l'eau, qui correspond à la mesure de la teneur d'une eau en ions calcium et magnésium, doit être supérieur à 15 degrés En Algérie , les besoins en eau ne sont couverts qu'à 55 %. Le programme, achevé en 2007, avait pour objectif de combler ces déficits grâce à de nombreux aménagements. L'Algérie souffre d'un déficit chronique d'eau qui engendre des situations de pénurie, notamment en milieu urbain. Dans les régions de l'Algérie , les besoins en eau ne sont couverts qu'à 55 % du besoin aussi les eaux du robinet et potables en Algérie ne satisfont pas toutes les conditions citées au dessus du a la mal gérance et au mal stockage même les canalisations d'eau ne sont pas bien travailler des fois on trouve des débris et des hauts niveaux de Ph dans nos eaux, des fois aussi l'eau est jaune du a l'oxydation des canalisation d'eaux metaliques. toutes ces causes mène à une pénurie d'eau potable en Algérie

en conclusion , en Algérie plus précisément dans les régions méditerranéennes la seule eau qui est potable c'est l'eau des dessalement , la qualité des eaux en Algérie n'est pas vraiment bonne juste moyenne , il faut l'améliorer .

CHAPITRE 6

**Implémentation numérique de la cible N°8
« Confort hygrothermique » via l'outil de simulation
numérique COMSOL-Mutiphysiques**

CHAPITRE 6

Implémentation numérique de la cible N°8 « Confort hygrothermique » via l'outil de simulation numérique COMSOL-Multiphysiques

6.1. Introduction

Dans ce chapitre nous avons essayé de mettre en avant l'une de cibles HQE les plus importantes en génie civil, à savoir *le confort hygrothermique*. Pour cela, nous avons utilisé un outil de simulation numérique à base d'éléments finis appelé COMSOL-Multiphysiques, cet outil permet la simulation du transport de chaleur, d'air et d'humidité dans les parois poreuses multicouches de bâtiment, nous présentons dans ce chapitre deux cas d'études en deux et trois dimensions. Les différents résultats seront analysés puis interprétés. Notons que ce travail a été adapté en partie des travaux de thèse de doctorat de Maliki et al. (2015).

6.2. Cas bidimensionnel

La structure étudiée est une représentation de la jonction entre un mur et un plancher. Le plancher est composé d'une dalle en béton de 185 mm d'épaisseur et d'une couche de finition en mortier de ciment de 15 mm. Le mur est composé depuis l'intérieur, d'une couche d'isolant thermique de 40mm, d'un mortier de finition de 15 mm et d'un mur en brique de 365 mm.

Un aperçu de la structure de la dalle et du mur multicouche est représenté sur la figure 6.1.

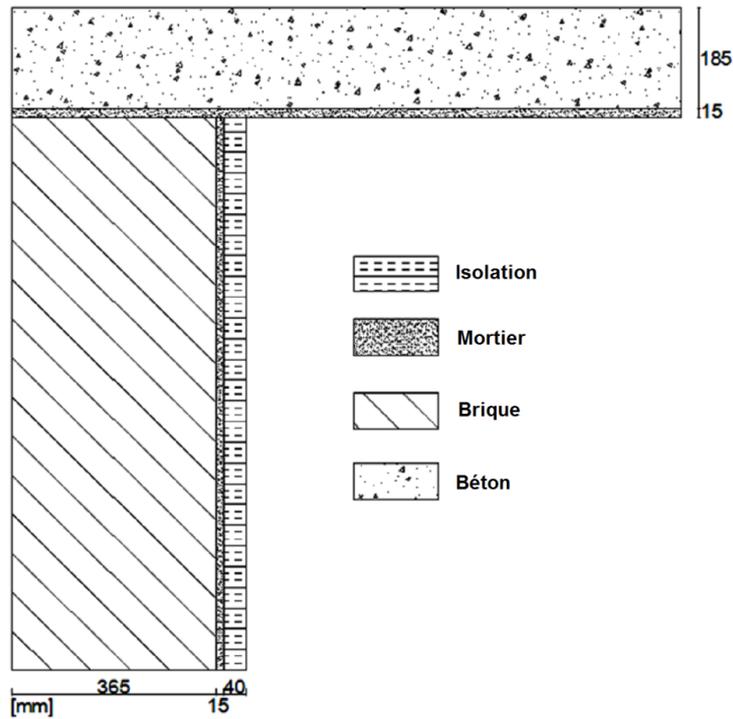


Figure 6.1: Représentation schématique de la structure mur-dalle étudiée.

Pour compléter cette vue d'ensemble, le tableau 6.1 rassemble les principales propriétés thermo-physiques des matériaux constitutifs. Les résultats attendus sont la répartition de la température sur l'épaisseur des parois, le flux de chaleur traversant la structure à partir de l'intérieur et la distribution de la pression de la vapeur d'eau dans l'ensemble de la structure.

Tableau 6.1: Quelques propriétés des matériaux utilisés

<i>Propriété thermo-physique</i>	<i>Brique</i>	<i>Mortier</i>	<i>Isolation</i>	<i>Béton</i>
λ_{dry} [W/mK]	0.682	0.6	0.06	1.6
ρ_{dry} [kg/m ³]	1600	230	212	2300
C_p [J/kgK]	1000	920	1000	850

6.2.1 Maillage

Nous avons opté pour un maillage triangulaire qui change progressivement de taille notamment aux abords de l'interface interne de deux couches de matériaux différents, où la

solution numérique est sensée changer brusquement, un maillage régulier composé de 1496 nœuds générant 811 éléments triangulaires a été adopté (Figure 6.2).

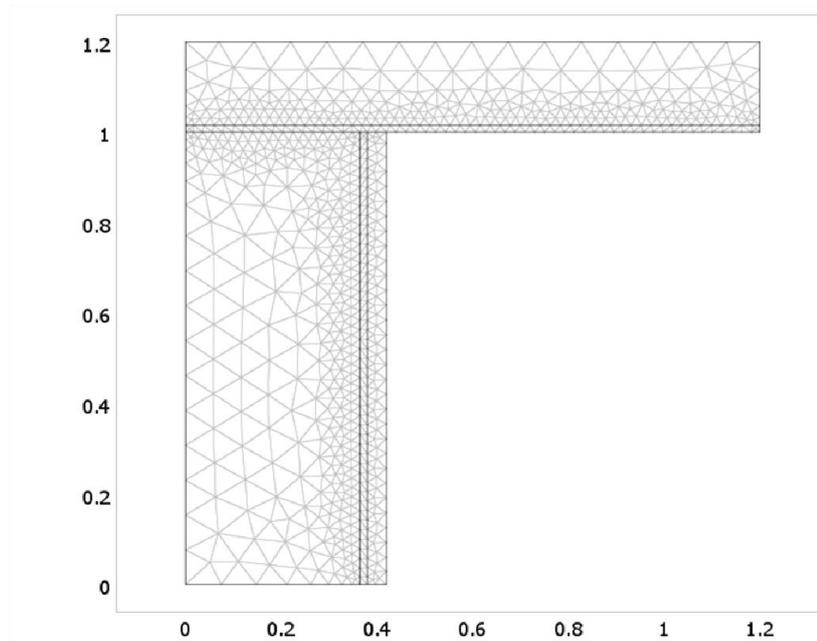


Figure 6.2: Génération du maillage pour la structure mur/dalle

6.2.3 Conditions initiales

Pour l'ensemble de la structure, les conditions initiales sont :

- Humidité relative : $\phi = 60\%$
- Température : $T = 25^{\circ}C$
- Pression de la vapeur d'eau : $P_v = 1000 Pa$

6.2.4. Conditions aux limites

La période de simulation adoptée pour ce cas d'étude est de 20 jours (480 heures). Les conditions aux limites adoptées pour ce problème en termes de température, pression et humidité relative, sont montrées en figure 6.3.

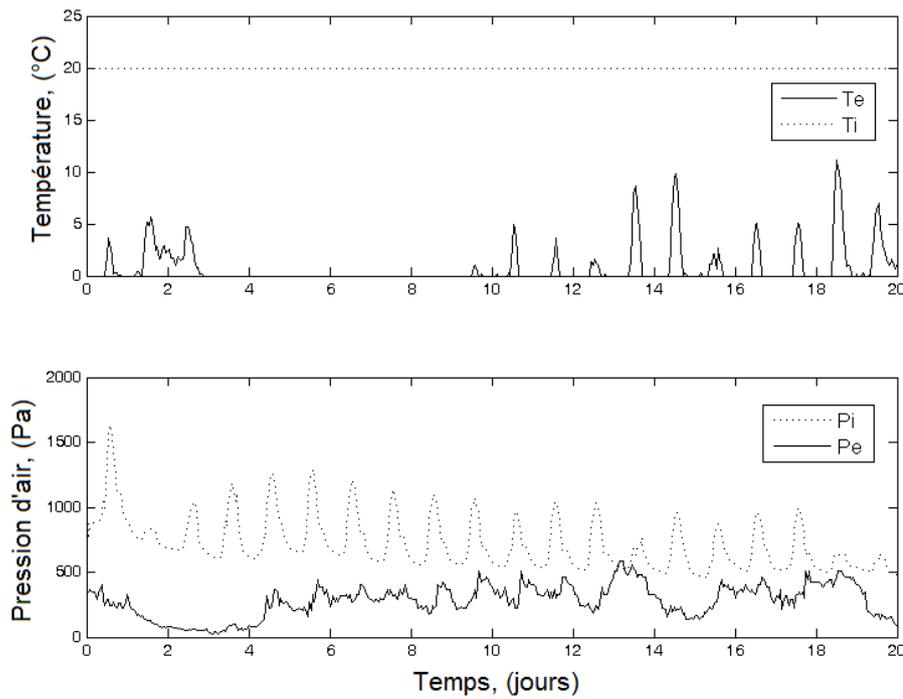


Figure 6.3: Conditions aux limites pour la période de simulation (20 jours)

Les coefficients de transmission surfaciques sont donnés par:

- Pour la chaleur :

$$\alpha_{e,e(mur \& plancher)} = 25 W / m^2.K ; \alpha_{e,i(mur)} = 8 W / m^2.K ; \alpha_{e,i(plancher)} = 25 W / m^2.K ;$$

- Pour l'humidité:

$$\beta_{p,e} = 1.8382e-07 s / m, \beta_{p,i} = 5.8823.10^{-8} s / m$$

La figure 6.4, donne les valeurs des conductivités thermiques relatives à chaque matériau utilisé. De même, les frontières (figure 6.4) et domaines (figure 6.5) sont automatiquement numérotés dans COMSOL afin de laisser libre choix à l'utilisateur d'imposer les conditions aux limites et les propriétés adéquates pour chaque couche.

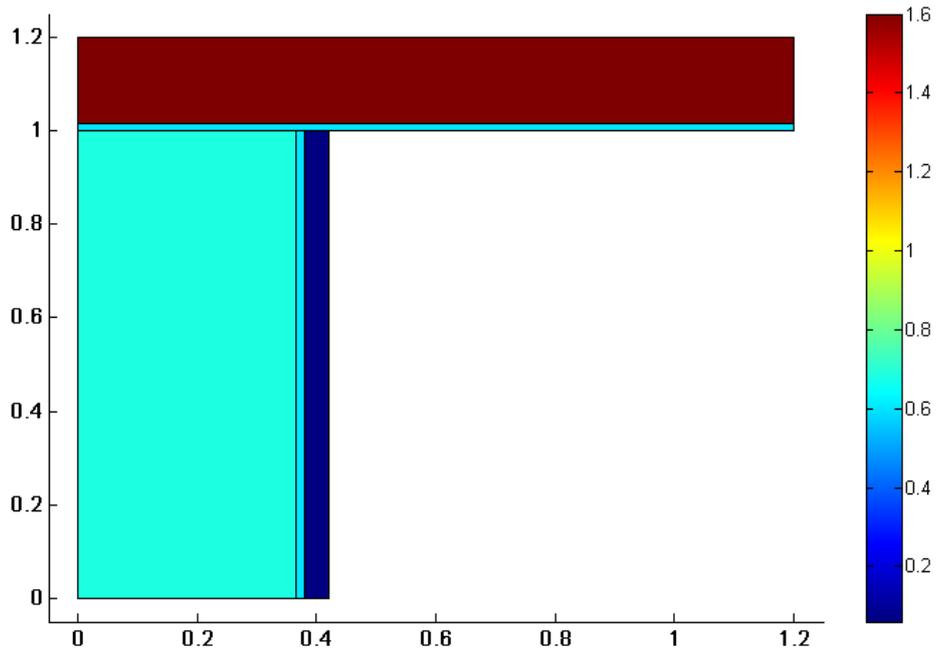


Figure 6.4: Les différents matériaux représentés par leurs coefficients de conduction thermique

6.2.5. Resultats et discussion

6.2.5.1. Transport de chaleur

La figure 6.7 montre le flux de chaleur traversant la structure depuis l'intérieur pendant les 20 premiers jours pour le mur et le plancher. Après 48 heures, la courbe du flux de chaleur adopte une allure linéaire à travers le mur contrairement au flux traversant la dalle qui présente quelques pics, ce qui s'explique par le pouvoir régulateur de température du matériau isolant utilisé, et sa contribution au maintien du flux de chaleur à un niveau constante.

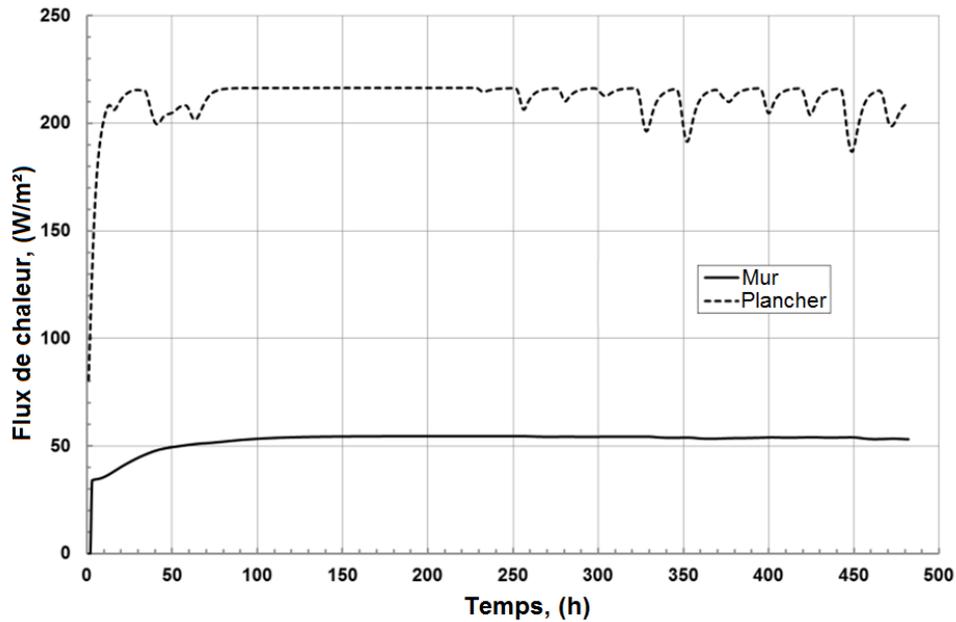


Figure 6.7 : Flux de chaleur traversant le mur et la dalle

Le flux total de chaleur traversant la paroi par conduction et convection représente environ le quart du flux traversant le plancher. L'économie d'énergie ainsi réalisée grâce à cette configuration de paroi est d'environ 75%.

Le matériau isolant apposé sur la surface intérieure du mur régule la température et augmente remarquablement l'efficacité et l'inertie thermique, limite considérablement la dissipation de chaleur vers l'extérieur et donc les pertes d'énergie comme représenté sur la Figure 6.8.

Le plancher adopte un comportement thermique contraire à celui de la paroi. En effet, la répartition de la chaleur est parfaitement régulière, conduisant à une perte quasi instantanée et très importante du flux de la chaleur durant la période de simulation (voir figure 6.8).

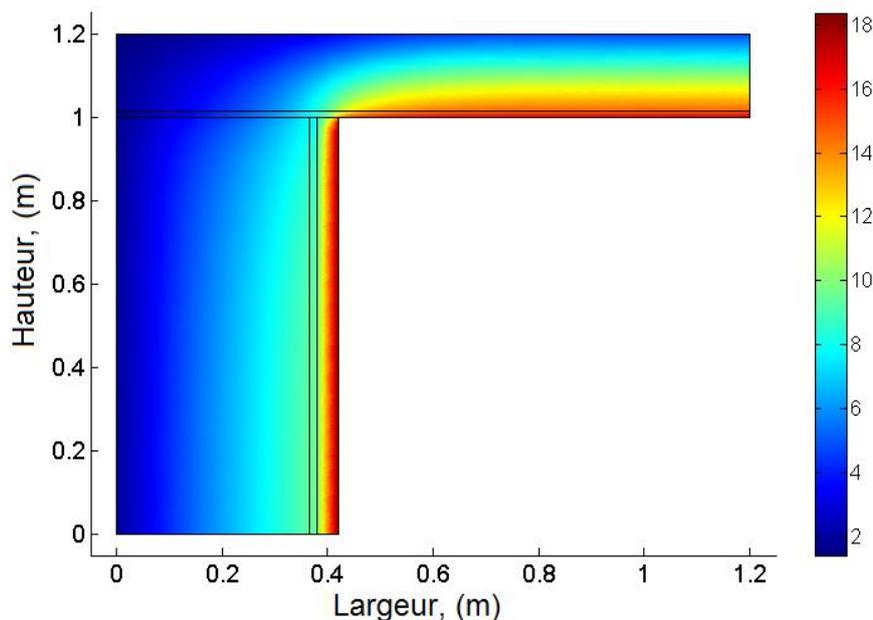


Figure 6.8 : Distribution de la température après 480 heures (°C)

6.2.5.2. Transport d'humidité

La distribution de l'humidité dans la structure a également été étudiée, on peut observer d'après la figure 6.9 qu'en raison de la haute perméabilité à l'air de la couche isolante, la pression de vapeur calculée atteint très rapidement la pression de vapeur de l'environnement ambiant intérieur soit 480 Pa. Pour la brique poreuse, la perte de pression demeure mais d'une façon très lente. Paradoxalement, le béton ayant la plus faible perméabilité à la vapeur d'eau parmi tous les matériaux utilisés, permet de maintenir des niveaux de pression de vapeur à hauteur de la valeur initiale (1 kPa). Une situation de condensation d'eau est constatée dans le béton de la dalle, ce qui peut être interprété par le très lent mouvement de la vapeur d'eau dû au très faible coefficient de diffusion de liquide dans le béton ($6 \times 10^{-11} \text{ kg/msPa}$). On en conclut que la dalle régule de manière plus efficace l'écoulement de l'humidité en comparaison avec le mur isolé.

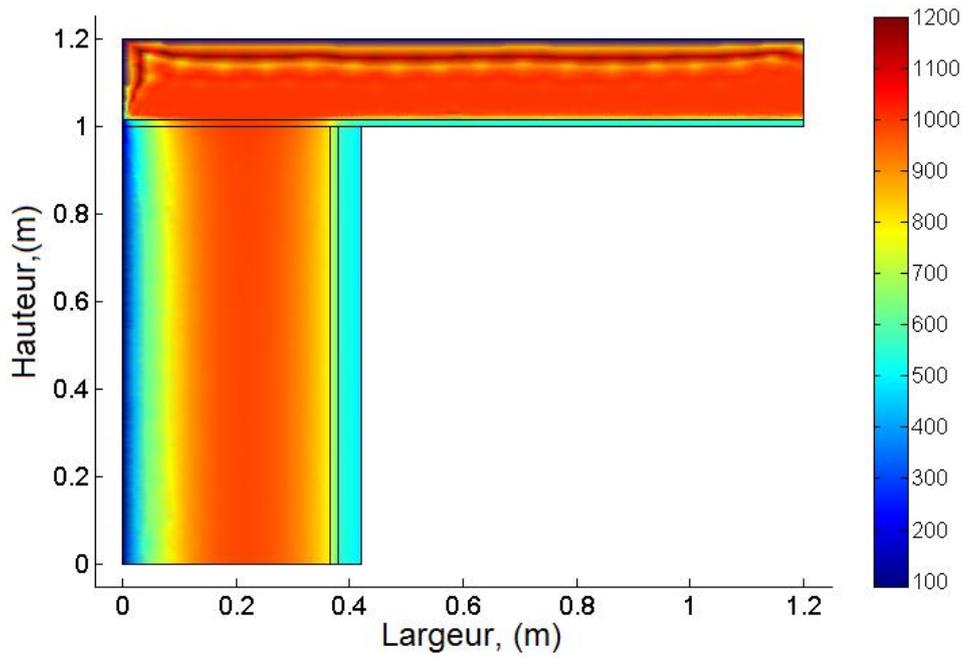


Figure 6.9 : Distribution de la pression de vapeur d'eau après 480 heures (Pa)

Le mouvement de l'air a été également étudié, la figure 6.11 montre l'orientation et la vitesse avec laquelle l'air traverse la structure étudiée. Il est constaté que l'air pénètre plus facilement à travers le béton de la dalle que le mur isolé, ceci peut s'expliquer par la nature hygroscopique (perméabilité à l'air quasi nulle) de l'isolant utilisé.

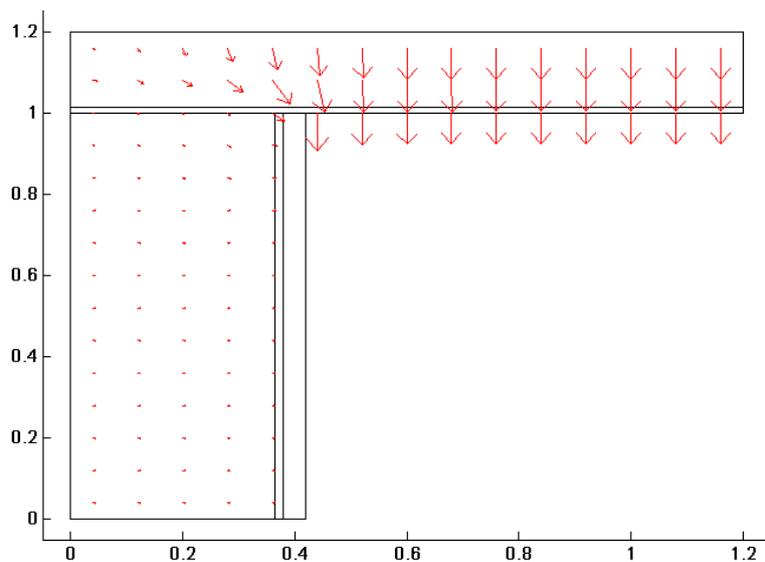


Figure 6.11 : Orientation et vitesse de l'air dans la structure

6.3. Cas d'une paroi de conception algérienne

Dans ce qui suit, nous avons procédé à l'étude hygrothermique en contexte bidimensionnel d'un mur fabriqué à base de matériaux de construction couramment utilisés en Algérie. L'air est ensuite remplacé par un isolant fibreux puis par du polystyrène expansé, une étude comparative permettra d'attester de la performance de chaque matériau isolant et de quantifier le gain en énergie réalisé.

6.4.1. Composition de la structure étudiée :

Le mur schématisé dans la figure 6.19 est composé de l'extérieur vers l'intérieur des couches suivantes :

- Enduit en mortier de ciment de 1,5cm d'épaisseur
- Rangée de brique silico-calcaire de 11,5cm
- Couche isolante (air, laine de roche ou polystyrène) de 3cm
- Rangée de brique creuse de type 12 trous soit une épaisseur de 15,2cm
- Enduit en plâtre de 2 cm d'épaisseur

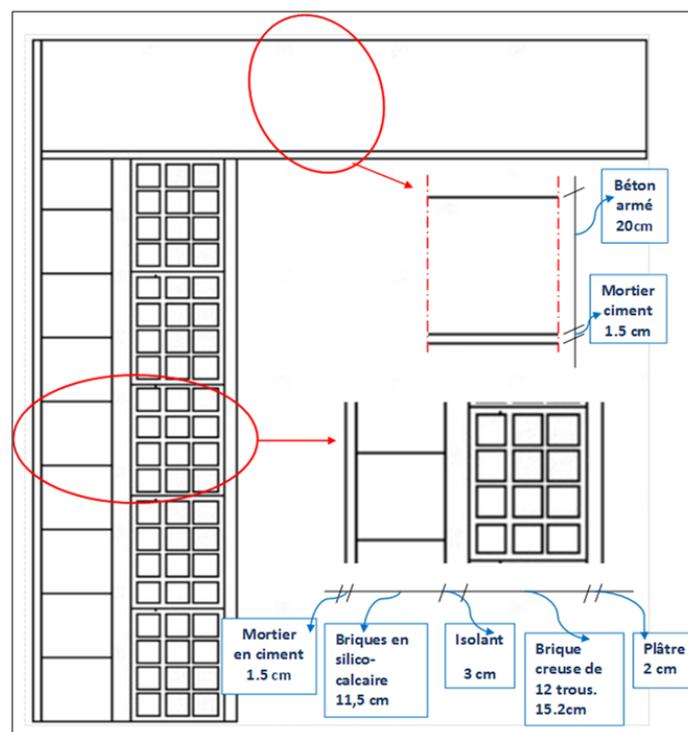


Figure 6.19 : Schéma représentatif de la structure étudiée

6.4.2. Propriétés des matériaux

Le tableau 6.4 rassemble les propriétés thermo-physiques des matériaux de construction utilisés dans cette simulation et fabriqués à partir de matériaux locaux. Les résultats escomptés sont la distribution de la température, le gradient de température, le flux de chaleur traversant la structure à partir de l'intérieur et la distribution de la pression de la vapeur d'eau dans l'ensemble de la structure.

Tableau 6.4 : Propriétés thermo-physiques des matériaux utilisés

	λ (W/(m·K))	d (m)	U (W/(m ² ·K))	R (m ² ·K/W)	C_p J/(kg·K)	ρ (kg/m ³)	K kg/(m·s·Pa)
Enduit en ciment	0,6	0,015	28		920	230	8,4e-11
Brique silico-calcaire	0,52	0,115	0,23		1000	1600	7.2e-10
Lame d'air	0,28	0,03	5,6	0,178	1000	1	2,1e-9
Polystyrène	0,04	0,03	0,8	1,25	1450	18	3,5e-11
Laine de roche	0,036	0,03	0,7		1030	85	2,1e-9
Brique	0,7	0,145	7,14	0,14	1000	1850	2,1e-10
Plâtre	0,52	0,020	8		1000	1300	1,8e-9
Béton armée	1,60	0,20	135		850	2300	1.2e-11

6.4.3. Maillage

Le maillage adopté pour les trois types de paroi (air, polystyrène et laine de roche) est représenté dans la figure 6.20, les éléments sont triangulaires à trois nœuds, on constate que les zones de contact entre des éléments de phases différentes est très corsé, par contre il est relativement éparse au niveau des autres surfaces. Le changement de type de maille n'influe pas grandement sur les résultats.

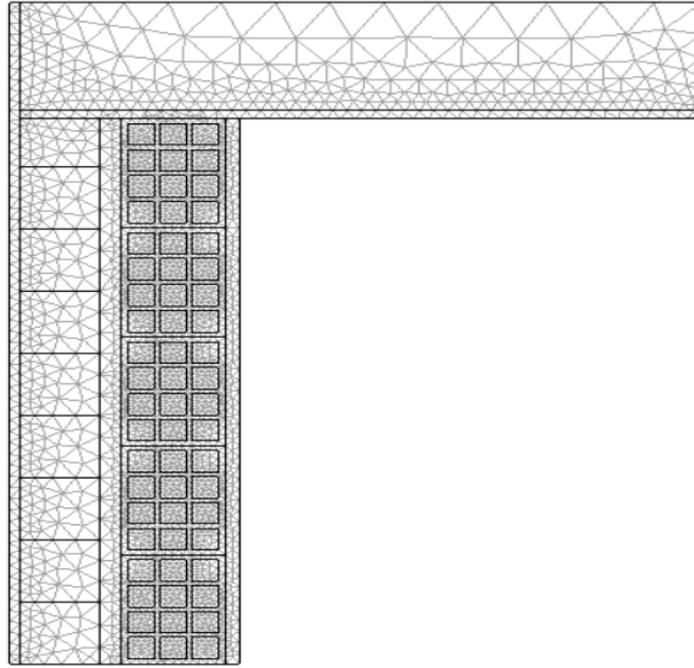


Figure 6.20 : Maillage utilisé pour le système mur/dalle étudié

6.4.4. Conditions initiales et conditions aux limites

Pour l'ensemble de la structure, les conditions initiales sont les suivantes :

- Humidité relative : $\phi = 70\%$
- Température : $T = 10^{\circ}C$
- Pression de la vapeur d'eau : $P_v = 1000 Pa$

La période de simulation adoptée pour ce cas d'étude est de 10 jours (240 heures). Les conditions aux limites en terme de température, pression et humidité relative, sont les memes que ceux présentés dans la précédente simulation (sections 6.2.3 et 6.2.4). La seule différence concerne la température ambiante intérieure qui a été fixée à $24^{\circ}C$.

Les coefficients de transmissions surfaciques pour la chaleur et l'humidité sont donnés par :

- Pour la chaleur:

$$\alpha_{e,e(mur \& plancher)} = 25 W / m^2.K ; \alpha_{e,i(mur)} = 8 W / m^2.K ; \alpha_{e,i(plancher)} = 25 W / m^2.K ;$$

- Pour l'humidité:

$$\beta_{p,e} = 1.8382e-07 s / m, \beta_{p,i} = 5.8823.10^{-8} s / m$$

6.4.5. Résultats et discussions

6.4.5.1. Distribution de la chaleur :

La répartition de la chaleur à travers la structure (figures 6.21) montre que la fluctuation la plus sévère s'opère au niveau de la lame d'air et s'effectue de manière dispersée. Paradoxalement, l'utilisation d'un isolant à base de polystyrène expansé ou de laine de roche fait en sorte que la chaleur soit retenue d'une manière accentuée, cette tendance est confirmée par les courbes de gradient de température représentée dans les figures 6.23, ce qui favorise la bonne isolation et le maintien de la température à des niveaux très proche de la température ambiante en milieux intérieur.

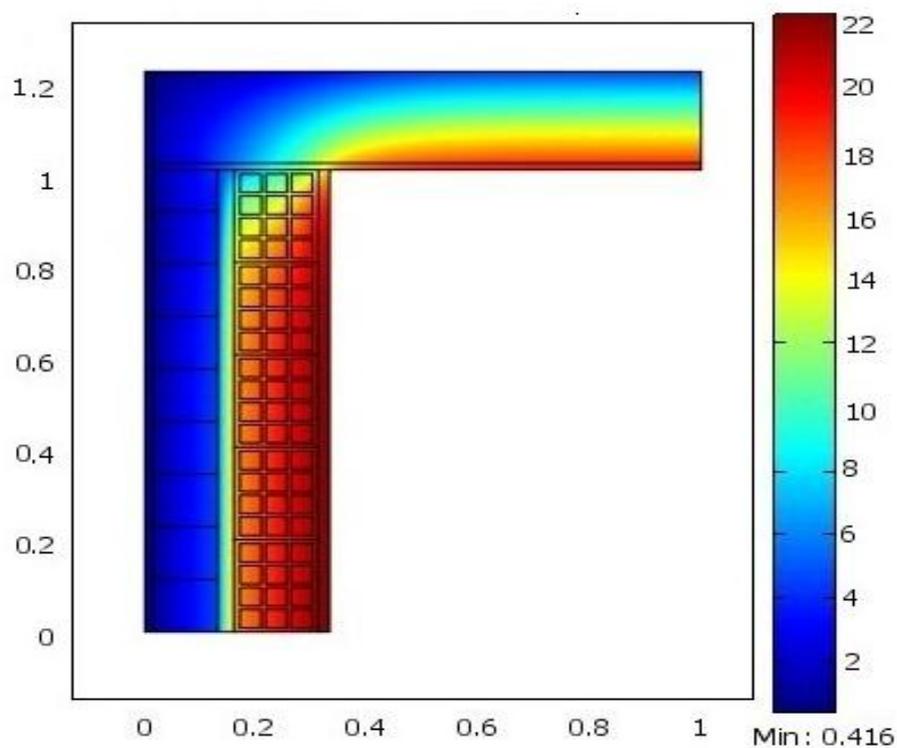


Figure 6.21 : Répartition de la température après 240 heures (10 jours).

6.4.5.2. Cheminement du flux de chaleur par conduction :

Le flux de chaleur par conduction passant de la partie chaude vers la partie froide, traverse plusieurs phases, et se comporte différemment en passant d'une couche de la paroi à une autre. Sa vitesse est conditionnée par la conductivité du matériau traversé et de la convection propre à chaque couche. On remarque une plus très faible célérité du flux passant par les trous des briques creuses et la lame d'air (figure 6.22). Une nette augmentation du

flux est par contre observée à travers la dalle en béton, ceci s'explique essentiellement par la forte conductivité thermique du béton.

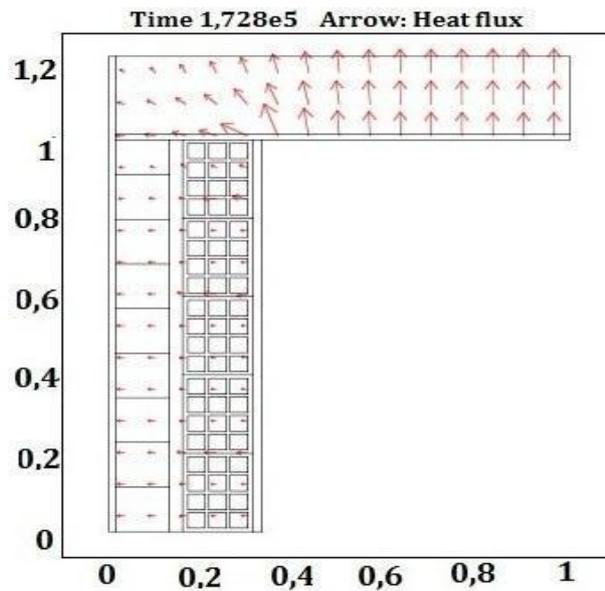


Figure 6.22 : Orientation et intensité du flux de chaleur par conduction

6.4.5.3. Gradients de température :

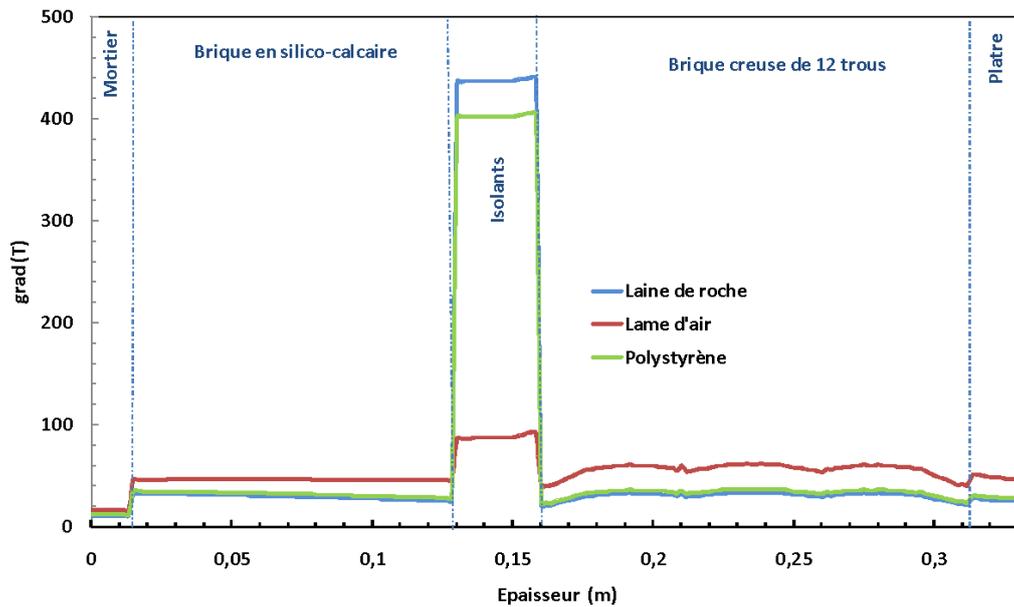


Figure 6.23 : Profil du gradient de température dans le mur à la fin de la simulation (10 j)

L'allure qu'adoptent les courbes du gradient de température de la figure 6.23 atteste du rôle des isolants dans le maintien et la régulation de la température au sein d'une paroi donnée. Les gradients élevés montrent la chute brutale de température au sein de l'isolant considéré. Ceci dit, les propriétés thermomécaniques font que certains isolants soient plus efficaces que d'autres ; en effet, on peut observer que le gradient de température dans l'isolant est au moins cinq fois plus important lorsqu'on a recouru au polystyrène ou à la laine de roche.

6.4.5.4. Variation temporelle du flux de température dans le mur :

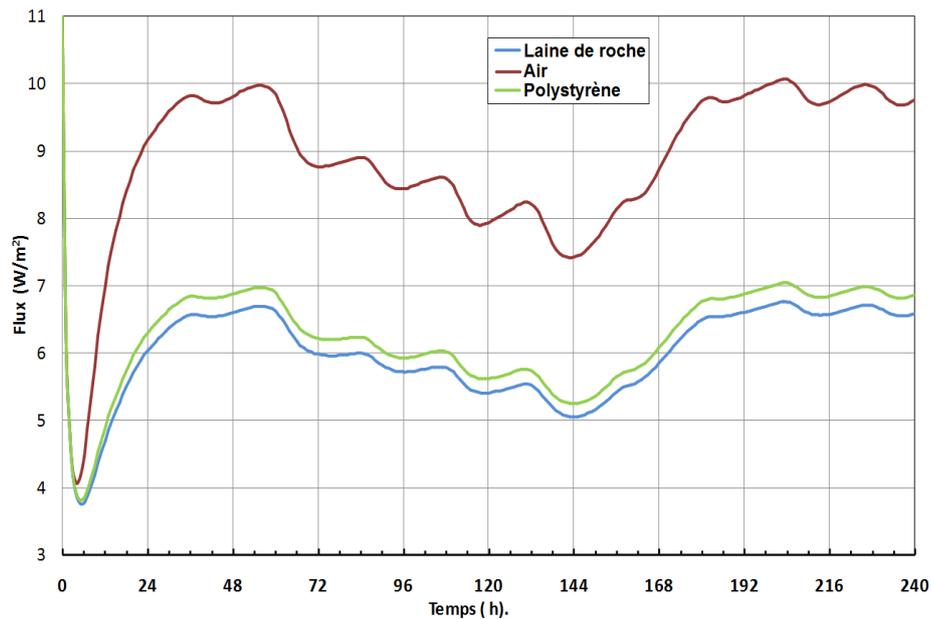


Figure 6.24 : Flux traversant le mur à partir de l'intérieure pour les trois types d'isolants.

La figure 6.24 représente le flux total traversant le mur multicouche à partir de l'intérieur pour une durée de 10 jours. Cette dernière souligne l'importance du rôle joué par l'isolant en matière de gain d'énergie. En effet, Le flux sortant est considérablement plus élevé dans le cas de l'air que pour la laine de roche ou le polystyrène.

L'écart moyen constaté entre une configuration à base de polystyrène comme isolant puis de l'air est de l'ordre de 32%. D'autre part une comparaison des flux sortants pour le cas où on utilise la laine de roche révèle un léger avantage en termes d'économie de flux pour cette dernière, soit 2% d'énergie économisée en plus. On constatera enfin que parmi les trois isolants, le choix le plus judicieux en matière d'économie d'énergie est bien évidemment celui de la laine de roche.

6.4.5.5. Comparaison entre les flux de chaleur sortants :

La figure ci-dessous montre sur la durée de 10 jours, la variation du flux traversant le plancher et celui traversant le mur isolé par la laine de roche, considéré à présent comme l'isolant le plus performant.

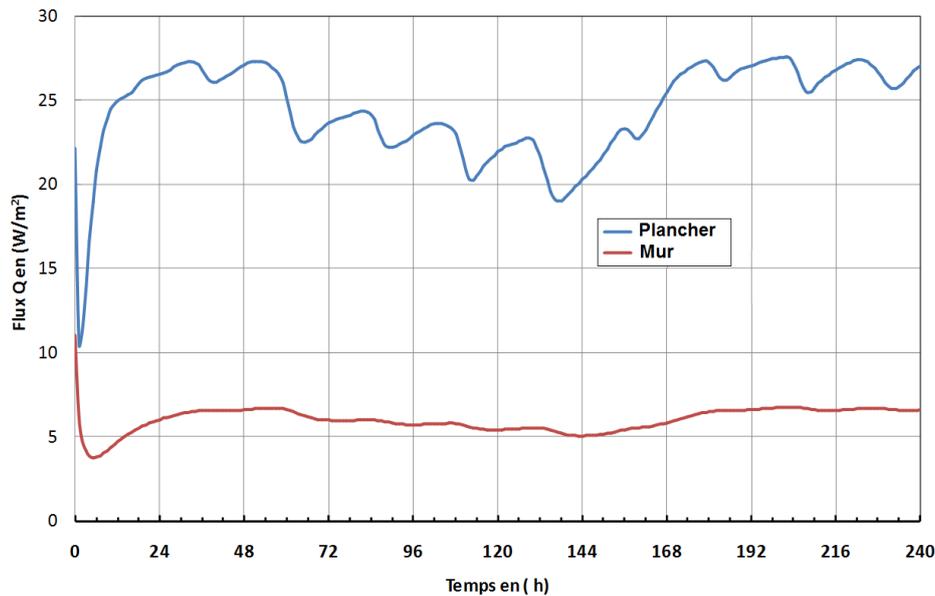


Figure 6.25 : Comparaison des flux sortants du mur et de la toiture.

Le constat reste sans appel, étant donné que les déperditions par la toiture sont nettement plus importantes que celles par le mur, et représentent environ 75% des déperditions, contre 25% seulement des pertes de chaleurs qui se font par le mur.

6.4. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de réaliser une simulation numérique sur une structures bidimensionnelle, représentant la jonction entre un mur et un plancher, le but étant de mettre en exergue les déperditions se produisant par les différentes couches constituant l'enveloppe extérieure du bâtiment. Les résultats obtenus en termes de distribution de flux de chaleur et de pression de vapeur d'eau ont été amplement commentés.

L'autre objectif de cette simulation est de tester différentes configurations du mur en brique cuite à double cloison habituellement utilisé en Algérie, en remplaçant la lame d'air couramment utilisée dans nos constructions, par des matériaux à fort pouvoir isolant. Il en découle qu'un gain appréciable en énergie est enregistré lorsqu'on utilise la laine de roche ou même le polystyrène expansé.

Conclusion générale

Construire un bâtiment provoque des impacts directs et indirects sur l'environnement à tous les niveaux de son cycle de vie : utilisation des matériaux, transport des produits, mise en œuvre des bâtiments, utilisation du bâtiment (fonctionnement, impacts en utilisation courante, maintenance, rénovation) et déchets en fin de vie (réutilisation, recyclage et valorisation énergétique). La construction HQE s'adapte à l'environnement et assure la qualité des espaces et le bien-être des usagers en termes de confort.

La HQE est d'abord une démarche, celle de "management de projet" visant à limiter les impacts d'une opération de construction ou de réhabilitation sur l'environnement tout en assurant à l'intérieur du bâtiment des conditions de vie saines et confortables. Esthétique, confort, agrément de vie, écologie, durabilité: la Haute Qualité Environnementale prend en compte la globalité, joue le développement durable et représente ainsi l'état le plus avancé de l'art de construire.

La HQE progresse aussi dans le privé, plus particulièrement dans les établissements de santé, les maisons de retraites, les grandes surfaces commerciales et les bureaux. Ces opérateurs privés y trouvent leur compte: en effet, si le surcoût immédiat ne peut souvent être négligé notamment du fait du temps supplémentaire nécessaire au management de projet, cet inconvénient peut être équilibré par les économies réalisées et les coûts évités. Cela quelquefois dès l'investissement, mais en général tout au long de la vie du bâtiment, les coûts de fonctionnement tout comme ceux de maintenance se trouvant minimisés.

Les cinq premiers chapitres de ce travail visent globalement à établir un constat généraliste sur l'impact et la faisabilité des cibles HQE dans les bâtiments et les chantiers algériens. Force est de constater que la plupart des cibles ne sont très peu ou voir pas du tout respectés, nous avons donc essayé d'apporter des suggestions et propositions concrètes à même d'aider à améliorer le contexte actuel et rendre en conséquence les bâtiments algériens répondants aux normes Haute Qualité Environnementale.

Afin de mettre en avant l'une des cibles les plus importantes de la démarche HQE intitulée « confort hygrothermique », nous avons consacré le sixième et dernier chapitre à la présentation de quelques résultats de simulation via le logiciel commercial COMSOL-Multiphysiques, dont quelques-unes ont été comparés à des résultats de deux exercices

unidimensionnels issus du projet européen HAMSTAD. L'outil numérique s'avère précis et fiable. La capacité du modèle développé à reproduire des simulations numériques en contexte bidimensionnel a été mise en évidence ; les résultats semblent tout autant concluants.

Nous avons enfin conclu notre travail de simulation par une étude de cas d'une paroi fabriqué à base de matériaux locaux afin de montrer la capacité de l'outil développé à être utilisé pour résoudre les problèmes liés à la mauvaise isolation des parois utilisés actuellement et d'essayer d'apporter des solutions conceptuelles concrètes en incorporant par exemples des isolant au sein des parois.

Références

- [ADEME, 2003] Qualité Environnementale des bâtiments, manuel à l'usage de la maîtrise d'ouvrage et des acteurs du bâtiment, ADEME, 2003.
- [ADEME, 2007] Recensement et analyse des outils utilisés dans le cadre d'une démarche HQE® et développement d'une méthodologie d'aide à la décision, ADEME, 2007.
- [Akintoya, 2000] Akintoya A., Analysis of factors influencing project cost estimating practice. In *Construction Management and Economics*, 2000, vol. 18, issue 1, pp 77-89.
- [Alhamwi, 2008] Alhamwi H., La prise en compte des incertitudes sur les durées dans la planification des travaux de construction. Comparaison des outils mathématiques disponibles, Mémoire de Master 2 Recherche en génie civil, Polytech'Lille et Université de Marne La Vallée, 2008.
- [Assise HQE, 2011] *La performance en marche !*, la 8ème assise de HQE®, Paris 7ème, 14 décembre 2011.
- [Berrah, 2002] Berrah L., *L'indicateur de performance : concepts et applications*. Cépaduès éditions 2002, 172 p.
- [Bharathi et al., 1985] Bharathi Devi B. and Sarma V. V. S., *Estimation of Fuzzy Memberships from Histograms*. *Information Sciences*, 35 :43–59, 1985.
- [Montharry, 2009] Montharry D. et Platzler M., La technique du bâtiment tous corps d'état, Référence technique, Editions du moniteur, Paris, 2009.
- [CEN, 2005] *Sustainability of for construction work*. Executive summary; 2005 <http://www.cenorm.be/nr/cen/doc/ExecutivePDF/481830.pdf>. Accessed Dec 2006.
- [Certivéa, 2006] *Référentiel Technique de Certification Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE® Bureau – Enseignement Août 2006*, Mise en application : 25/09/2006.
- [Certivéa, 2008] *Guide pratique du Référentiel pour la qualité environnementale des Bâtiments Tertiaires – Bureau /Enseignement*, décembre 2008.
- [Diab, 2000] Diab, Y., *Génie civil urbain et environnement : quelques pistes de recherche*. Habilitation à diriger des recherches, Université de Savoie – Chambéry, 200p, 2000.
- [Hetzel, 2009] Hetzel, J., *Bâtiment HQE® 100 questions pour comprendre et agir*. Afnor 2009.
- [Hetzel, 2010] *Bâtiment HQE® et développent durable- Dans la perspective du Grenelle de l'environnement*. Afnor éditions, 3ème édition 2010, 464p.
- [Karnib, 1996] Karnib A., *Approche multicritère pour l'aide au choix d'une solution de réseau technique urbain. Application au réseau d'assainissement pluvial*, Thèse de doctorat, université d'Artois, 166 p, 1996.
- [Maliki, 2015] Maliki, M. *MODÉLISATION TRIDIMENSIONNELLE DU COMPORTEMENT HYGROTHERMIQUE DANS LES PAROIS*

MULTICOUCHES DE BÂTIMENTS. Thèse de doctorat à l'université de Mostaganem, 2015, 179p.

[Mandallina, 2006] Mandallina, C. *Elaboration et application d'une méthode d'évaluation et d'amélioration de la qualité environnementale des bâtiments tertiaires en exploitation*. Thèse de doctorat à l'université de Bordeaux 1, 2006, 265p.