

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID – TLEMCEM

FACULTE DE TECHNOLOGIE



DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU

DIPLOME DE MASTER EN GENIE CIVIL

OPTION CIVIL ENGINEERING MANAGEMENT

Intitulé

MANAGEMENT DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE
DANS LE BATIMENT

Présenté par

DJERROUFI Mohammed El Amin

Soutenu en juin 2014 devant le jury composé de

M. MISSOUM Abdelghani	Maitre de conférences B	Président
M. ALLAL M. Amine	Professeur	Encadreur
M. MELOUKA Smain	Maitre-assistant A	Encadreur
M^{LLE} BOUAMAMA Wahiba	Magister	Examineur
M. BENHABIB M. Amine	Ingénieur	Examineur

Ce modeste travail est dédié

A mes très chers parents.

A mes sœurs.

Et à mon frère.

Remerciements

Avec l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu accomplir ce modeste travail.

J'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Je tiens à remercier mes encadreurs, Pr. ALLAL Mohammed Amine et M. MELOUKA Smaïn, pour avoir accepté de m'encadrer tout au long de ce travail, pour leurs patiences, leurs aides, leurs disponibilités et leurs conseils et suggestions qui ont beaucoup contribué à alimenter ma réflexion et aidé à atteindre mon objectif.

Je tiens à adresser mes remerciements à M. MISSOUM Abdelghani, d'avoir accepté de présider mon jury. Je remercie également M^{elle} BOUAMAMA Wahiba, et M. BENHABIB Mohammed El Amine qui ont accepté d'être examinateurs de mes travaux de mémoire, pour l'intérêt et le temps qu'ils ont portés à mon travail. Qu'ils trouvent ici mes considérations les plus sincères.

Je remercie mes très chers parents, Réda et Naima, qui ont toujours été là pour moi, « Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fier ».

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, qui m'ont toujours soutenus et encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire. Merci à vous.

Résumé

Le secteur du bâtiment est considéré comme l'un des facteurs principaux qui affectent la dépense énergétique et les émissions des gaz à effet de serre. L'efficacité énergétique dans les bâtiments représente un moyen indispensable afin de réduire les consommations énergétiques. L'un des leviers du développement durable dans les bâtiments est la haute qualité environnementale. Le travail présenté ci-après porte sur le management de l'efficacité énergétique dans les projets de construction et de réhabilitation des bâtiments, en adoptant une démarche managériale et environnementale qui nous permettra de réduire les consommations énergétique et limité l'impact environnemental. Pour cela à on a commencé par définir les concepts énergétique et environnemental, en s'intéressant de près à l'efficacité énergétique dans les bâtiments, afin d'assurer à l'usager un confort durable. Ensuite, on abordera la principale démarche utilisée pour aboutir à une meilleure gestion de l'efficacité énergétique, qui est la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale). Cette dernière peut être impliquée à chaque étape d'un projet de réhabilitation ou de construction d'un bâtiment, ceci a fait l'objet de la dernière partie de ce manuscrit.

Mots-clés : Efficacité énergétique, développement durable, environnement, bâtiment, HQE.

Abstract

The sector of the building is regarded as one of the principal factors which assign the energy expenditure and the emissions of gases to greenhouse effect. Energy efficiency in the buildings represents an essential means in order to reduce energy consumptions. One of the levers of sustainable development in the buildings is environmental high-quality. The work presented hereafter concerns the management of energy efficiency in the construction projects and of rehabilitation of the buildings, adopt of it a managerial and environmental step which will enable us to reduce consumption energetics and limited the environmental impact. For that one with started by defining the concepts energetics and environmental, while being interested of meadows in energy efficiency in the buildings, in order to ensure the user a durable comfort. Then, one will approach the principal step used to lead to a better management of the energy efficiency, which is step HQE (High-Quality Environmental). The latter can be implied with each stage of a project of rehabilitation or of construction of a building, this was the subject of the last part of this manuscript.

Keywords : Energy efficiency, sustainable development, environment, building, HQE.

يعتبر قطاع البناء واحدا من العوامل الرئيسية التي تؤثر على انبعاثات نفقات الطاقة والغاز المسببة للاحتباس الحراري. كفاءة استخدام الطاقة في المباني هو وسيلة أساسية للحد من استهلاك الطاقة. واحدة من روافع التنمية المستدامة في المباني هو نوعية بيئية عالية. العمل المقدم أدناه يركز على إدارة كفاءة الطاقة في بناء وإعادة تأهيل المباني واعتماد نهج الإدارية والبيئية سوف تسمح لنا للحد من استهلاك الطاقة والأثر البيئي محدودة. لهذا بدأت من خلال تحديد مفاهيم الطاقة والبيئة، مع التركيز المروج كفاءة استخدام الطاقة في المباني، لضمان راحة المستخدم الأمد. ثم، ونحن نناقش النهج الرئيسية المستخدمة لتحقيق إدارة أفضل لكفاءة الطاقة، والذي هو نهج (عالية الجودة البيئية) HQE. هذا الأخير يمكن أن تشارك في كل مرحلة من مراحل إعادة التأهيل المشروع أو تشييد مبنى، وقد كان هذا هو الجزء الأخير من هذه المخطوطة.

الكلمات الرئيسية: كفاءة الطاقة، التنمية المستدامة، البيئة، بناء، جودة بيئية عالية، HQE.

Table des matières

Remerciements	ii
Résumé.....	iii
Abstract.....	iv
ملخص	v
Table des matières	vi
Liste des figures et tableaux.....	x
Acronymes et abréviations.....	xii
Introduction générale	1
Chapitre 1 : Contexte énergétique et environnemental	3
1.1. Introduction.....	5
1.2. Contexte énergétique	5
1.2.1. Contexte énergétique mondial	5
1.2.2. Contexte énergétique Algérien	7
1.3. Contexte environnemental	8
1.3.1. Changement climatique	8
1.3.2. Le développement durable.....	8
1.3.2.1. Dimension économique	10
1.3.2.2. Dimension sociale	10
1.3.2.3. Dimension environnementale (Ecologique).....	10
1.3.3. Energie renouvelables	11
1.4. La mise en œuvre de l'utilisation rationnelle de l'énergie	14
1.4.1. Les institutions de promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie	14
1.4.2. Législation et réglementations	14
1.4.2.1. La réglementation technique.....	14
1.4.2.2. La loi sur l'utilisation rationnelle de l'énergie.....	15
1.4.3. Incitations économiques et financières publiques et mécanismes de financement des investissements.....	15
1.5. Qu'est-ce que l'efficacité énergétique ?	16
1.6. La politique énergétique en Algérie	16
1.7. Politique énergétique dans les autres pays du monde	17
1.8. Conclusion	20

Chapitre 2 : Efficacité énergétique des bâtiments	22
2.1. Introduction.....	25
2.2. Analyse de cycle de vie (ACV) du bâtiment	25
2.3. L'efficacité énergétique dans le bâtiment	27
2.3.1. Les objectifs des services énergétiques assurés par et pour le bâtiment.....	27
2.3.2. Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique	28
2.3.2.1. <i>Les leviers d'action</i>	29
2.3.2.1.1. L'utilisation de produits performants.....	29
2.3.2.1.2. L'intégration des énergies renouvelables.....	29
2.3.2.1.3. Mesure des consommations	29
2.3.2.1.4. L'affichage des consommations.....	30
2.3.2.1.5. Les systèmes intelligents de Régulation et Gestion	30
2.3.2.2. <i>Le maintien de la performance</i>	31
2.3.3. La construction durable	31
2.4. Confort thermique	34
2.4.1. Facteurs ayant une incidence sur le confort thermique.....	34
2.4.1.1. <i>Température de l'air</i>	34
2.4.1.2. <i>Humidité de l'air</i>	34
2.4.1.3. <i>Courants d'air</i>	34
2.5. Moyens pour atteindre un confort durable	35
2.6. Thermique des bâtiments	35
2.6.1. La réglementation thermique	36
2.6.2. Les labels énergétiques un levier d'action énergétique pour la construction	36
2.6.3. Les moyens de transmission de la chaleur.....	37
2.6.3.1. <i>Comment se transmet la chaleur ?</i>	37
2.6.3.2. <i>Transfert de chaleur dans une paroi</i>	38
2.6.4. Comparaison entre une construction bien isolé et non isolé.....	39
2.6.4.1. <i>Construction non isolée</i>	39
2.6.4.2. <i>Construction bien isolée</i>	39
2.6.5. Systèmes d'isolation	39
2.6.5.1. <i>Système d'isolation thermique par l'intérieur</i>	39
2.6.5.2. <i>Système d'isolation thermique par l'extérieur</i>	39
2.6.6. Comparaison entre l'isolation par l'extérieur et l'isolation par l'intérieur .	40
2.6.7. Les types d'isolants.....	41
2.6.7.1. <i>Isolation par lame d'air immobile (entre parois)</i>	41

2.6.7.2.	<i>Isolation par le vide (lame d'air)</i>	41
2.6.7.3.	<i>Isolation par gaz piégé</i>	41
2.6.7.4.	<i>Isolants minces multicouches réflecteurs</i>	41
2.6.8.	Les éléments d'isolation	42
2.6.8.1.	<i>Isolation des ponts thermiques</i>	42
2.6.8.2.	<i>Isolation de la toiture</i>	42
2.6.8.2.1.	Isolation des combles perdus	42
2.6.8.2.2.	Isolation en rampant sous toiture	42
2.6.8.2.3.	Toiture terrasse.....	43
2.6.8.3.	<i>Planchers bas</i>	43
2.7.	Stratégie des moyens d'une enveloppe de qualité	43
2.8.	Conclusion	44
	Chapitre 3 : Management de l'efficacité énergétique	45
3.1.	Introduction	47
3.2.	La notion de performance	47
3.2.1.	La performance « efficacité »	47
3.2.2.	La performance « efficience »	47
3.3.	Management de l'efficacité énergétique par la démarche Haute Qualité Environnementale (HQE)	48
3.3.1.	Principes de la démarche HQE	52
3.3.2.	Management environnemental : une méthode pour la démarche HQE	53
3.3.3.	La qualité environnementale des bâtiments (QEB) :	56
3.3.4.	La certification « NF Ouvrage – Démarche HQE» à l'international	57
3.4.	Autres labels et certifications énergétiques	57
3.4.1.	Les labels efficacité énergétique.....	57
3.4.2.	Certifications énergétiques les plus utilisé.....	58
3.5.	Certifications environnementales	59
3.6.	Management de l'énergie : la norme ISO 50001	60
3.7.	L'audit énergétique	61
3.8.	Approche systémique d'un bâtiment à efficacité énergétique	62
3.9.	Conclusion	64
	Chapitre 4 : Management de projet de réhabilitation ou de construction de bâtiment	65
4.1.	Introduction	67
4.1.	Réhabilitation des bâtiments en adaptant la démarche HQE	67
4.1.1.	La différence entre rénovation et réhabilitation.....	67

4.1.2.	Les Facteurs déclencheurs pour recourir à la réhabilitation	68
4.1.3.	Management du contenu du projet.....	68
4.1.3.1.	<i>Planification du contenu</i>	69
4.1.3.1.1.	Réaliser un diagnostic environnemental du site et du bâti.....	70
4.1.3.1.2.	Réaliser une enquête de satisfaction d'utilisateur.....	70
4.1.3.2.	<i>Définir le contenu</i>	73
4.1.3.3.	<i>Créer la structure de découpage du projet (SDP)</i>	73
4.1.3.4.	<i>Vérifier le contenu</i>	75
4.1.3.5.	<i>Maîtriser le contenu</i>	75
4.1.4.	Management des délais du projet.....	76
4.1.5.	Management des coûts du projet	77
4.1.6.	Management des ressources humaines du projet	77
4.1.7.	Management des communications du projet	78
4.2.	Adapter la démarche HQE a une construction d'un bâtiment neuf.....	78
4.2.1.	Rôles, missions et responsabilités des différents intervenants du projet	78
4.2.2.	Les différentes phases du projet ou la HQE est pris en compte	81
4.2.2.1.	<i>Phase préalables</i>	81
4.2.2.1.1.	Définition des objectifs	81
4.2.2.1.2.	Elaboration du programme.....	81
4.2.2.2.	<i>La conception</i>	81
4.2.2.2.1.	Les études d'esquisse	82
4.2.2.2.2.	L'Avant-Projet Sommaire (APS).....	83
4.2.2.2.3.	L'Avant-Projet Définitif (APD).....	83
4.2.2.2.4.	Le projet / Dossier de Consultation des Entreprises (PRO/DCE)....	84
4.2.2.3.	<i>Le chantier</i>	84
4.2.3.	Management de projet	85
4.3.	Conclusion	85
	Conclusion générale.....	86
	Bibliographie	88
	Webographie	91
	Annexes	92

Liste des figures et tableaux

Figure 1-1	Evolution de la consommation d'énergie primaire total finale mondiale (en millions de tonnes équivalent pétrole) par source	6
Figure 1-2	Evolution des rejets de CO2 en million de tonnes	7
Figure 1-3	Consommation final par secteur d'activité en 2005	8
Figure 1-4	Les 3 piliers du développement durable	9
Figure 1-5	Les 5 familles énergies renouvelables	12
Figure 1-6	Les différentes filières des Energies Renouvelables	13
Figure 2-1	La dynamique fonctionnelle du bâtiment	26
Figure 2-2	Les leviers de l'efficacité énergétique	29
Figure 2-3	Les déperditions thermiques d'une maison mal isolée	35
Figure 2-4	Paramètre pour atteindre une enveloppe de qualité	43
Figure 2-5	Qualité de l'enveloppe	44
Figure 3-1	La démarche HQE, quatrième dimension du projet de construction	49
Figure 3-2	Les 3 volets qui constituent le référentiel générique de la démarche HQE	50
Figure 3-3	Exemple de profil environnemental permettant d'obtenir la certification HQE	52
Figure 3-4	Management de la qualité environnementale	54
Figure 3-5	Les impacts environnementaux des bâtiments selon la norme NF P 01-020-1	57
Figure 3-6	Pyramide de la performance environnementale dans le bâtiment	59
Figure 3-7	Démarche d'audit énergétique	62
Figure 3-8	Approche systémique d'un bâtiment à efficacité énergétique	63
Figure 4-1	Facteurs déclencheurs de réhabilitation	68
Figure 4-2	Exemple WBS de la réhabilitation d'un bâtiment existant	74
Figure 4-3	Les processus du management des délais du projet	76

Figure 4-4	Les processus du management des coûts du projet	77
Tableau 1-1	Les leviers de la politique d'efficacité énergétique des pays étrangers	18
Tableau 2-1	La typologie des bâtiments performants dans le domaine énergétique	33
Tableau 2-2	Les trois modes de transmission de chaleur	37
Tableau 2-3	Mode de transmission de la chaleur dans une paroi simple	38
Tableau 2-4	Comparaison entre l'isolation par l'extérieur et l'isolation par l'intérieur	40
Tableau 3-1	Les 14 cibles de la démarche HQE	51
Tableau 4-1	Mission, rôle, responsabilité des différents acteurs dans un projet de construction	79

Acronymes et abréviations

ACV	Analyse de Cycle de Vie
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
AFNOR	Association française de normalisation
AIE	Agence Internationale de l'Energie
ANAH	Agence Nationale de l'Habitat
ANME	Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie
APD	Avant-Projet Définitif
APRUE	Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie
APS	Avant-Projet Sommaire
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
BBC	Bâtiment de Basse Consommation
BREEAM	the Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CDER	Centre du Développement des Energies Renouvelables
CMNEH	Code Modelé National de l'Energie pour les Habitations
CNERIB	Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment
CNL	Caisse Nationale du Logement
CO₂	Dioxyde de Carbone
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DENA	Deutsche Energie Agentur
DTR	Documents Technique Réglementaires
EE	Efficacité Energétique
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EnEV	Décret allemande sur les économies d'énergie
FNME	Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié

HPE	Haute Performance Energétique
HQE	Haute Qualité Environnementale
ISO	International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MEM	Ministère de l’Energie et des Mines
Mtep	Millions de tonnes équivalent pétrole
NF	Normes Française
PFE	Projet de Fin d’Etude
PIB	Produit Intérieur Brute
PNME	Programme National de Maîtrise de l’Energie
PPP	Partenariat Public – Privé
PRO/DCE	Le projet / Dossier de Consultation des Entreprises
QEB	Qualité Environnementale du Bâtiment
SDP	structure de découpage du projet
SME	Système de Management Environnemental
SMEA	Système de Management Environnemental et d’Audit
SMO	Système de Management d’Opération
UE	Union Européenne
USEPA	United States Environmental Protection Agency
WBS	Work Breakdown Structure
WWF	World Wildlife Fund (Fonds mondial pour la nature)

Introduction générale

L'aube du vingt-et-unième siècle nous impose de porter un regard nouveau sur les modes de vie, de consommation et de développement de nos sociétés modernes, ainsi que sur les sciences et les techniques qui les transforment. Les observations montrent que la consommation énergétique mondiale ne cesse d'augmenter alors que l'on est confronté à une réduction des ressources énergétiques fossiles et à un risque majeur concernant l'avenir de notre planète avec le changement climatique. L'ère d'une énergie abondante et extrêmement bon marché est derrière nous. L'énergie va donc devenir un bien plus rare et plus cher. C'est pourquoi, l'homme doit apprendre à vivre en harmonie avec les limites que lui offre la planète. Réduire les consommations énergétiques constitue avec le recours aux énergies renouvelables, une alternative à ces problèmes.

Le secteur du bâtiment, l'un des plus gros consommateurs d'énergie au niveau mondial, est une cible de choix dans la réduction des consommations, vu que la cause de ce résultat est due à la forte demande de logement qui résulte d'une grande augmentation démographique.

En Algérie le secteur du bâtiment (résidentiel et tertiaire) consomme plus de 40 % du total de l'énergie finale. Ce secteur représente un potentiel énorme d'efficacité énergétique et de réduction des gaz à effet de serres (GES). Pour ces bâtiments les constructeurs devront fixer des objectifs afin d'assurer l'abri et le confort de l'utilisateur (confort thermique, acoustique, hygrothermique, et qualité de l'air), mais devront également faire en sorte que l'impact du bâtiment sur l'environnement soit minimisé, en suivant des réglementations, des normes et des démarches managériales.

Pour arriver à atteindre ces objectifs nous devons d'abord nous poser les questions suivantes :

- Quelle est la stratégie à long terme à adopter, et comment peut-on l'atteindre ?
- Pourquoi recourir à la construction à efficacité énergétique ?
- Quelle est la démarche qu'on doit utiliser pour bien manager l'efficacité énergétique ?
- Dans quelle phase du projet l'aspect environnement est pris en compte ?, et quels outils de management de projet utiliser ?

Le présent travail a pour objectif de trouver comment on peut manager l'efficacité énergétique dans le bâtiment. Et d'essayer de répondre aux problématiques déjà citées.

La présentation de ce travail est scindée en 4 chapitres qui se présentent comme suit :

Le premier chapitre se focalise sur les enjeux énergétique et environnemental. À travers la définition des concepts, les moyens mis en œuvre pour l'utilisation rationnelle de l'énergie et les différents politiques d'efficacité énergétique en Algérie et dans les pays étrangers.

Le deuxième chapitre concerne l'efficacité énergétique dans le bâtiment. Ce chapitre expose les enjeux de l'efficacité énergétique dans le bâtiment. Et l'importance du confort de l'utilisateur (confort thermique, acoustique, hygrothermique), pour avoir un environnement agréable.

Le troisième chapitre aborde une des démarches managériale à suivre pour manager l'efficacité énergétique dans le bâtiment. Nous montrerons dans cette partie l'indispensabilité d'appliquer les concepts du développement durable au bâtiment, afin de réduire les impacts sur l'environnement lors de la construction et du fonctionnement du bâtiment. L'approche HQE qui permet de mettre ces concepts en vigueur, notamment à travers son volet concernant la Qualité Environnementale du Bâtiment, a été présentée avec ces principaux enjeux et objectifs.

Le quatrième et dernier chapitre concerne le management de projets de réhabilitation et de construction des bâtiments existants ou neufs à efficacité énergétique. Nous verrons dans quelles phases du projet de construction ou de réhabilitation la HQE intervienne, et quel changement au bâtiment et à son environnement peut être apporté.

Chapitre 1

Contexte énergétique et environnemental

« L'énergie joue un rôle essentiel dans le développement économique et social et dans l'amélioration de la qualité de la vie. Une grande partie de l'énergie mondiale est toutefois produite et consommée d'une manière qui ne serait pas viable à long terme si la technologie n'évoluait pas et si les quantités totales devaient augmenter considérablement ».

Conférence de Rio, 1992

Sommaire Chapitre 1

1.1. Introduction.....	5
1.2. Contexte énergétique	5
1.2.1. Contexte énergétique mondial.....	5
1.2.2. Contexte énergétique Algérien	7
1.3. Contexte environnemental	8
1.3.1. Changement climatique	8
1.3.2. Le développement durable	8
1.3.2.1. <i>Dimension économique</i>	10
1.3.2.2. <i>Dimension sociale</i>	10
1.3.2.3. <i>Dimension environnementale (Ecologique)</i>	10
1.3.3. Energie renouvelables	11
1.4. La mise en œuvre de l'utilisation rationnelle de l'énergie	14
1.4.1. Les institutions de promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie.....	14
1.4.2. Législation et réglementations.....	14
1.4.2.1. <i>La réglementation technique</i>	14
1.4.2.2. <i>La loi sur l'utilisation rationnelle de l'énergie</i>	15
1.4.3. Incitations économiques et financières publiques et mécanismes de financement des investissements.....	15
1.5. Qu'est-ce que l'efficacité énergétique ?	16
1.6. La politique énergétique en Algérie	16
1.7. Politique énergétique dans les autres pays du monde	17
1.8. Conclusion	20

1.1. Introduction

Dans ce premier chapitre du mémoire on va faire un aperçu de tous ce qui est en rapport avec le contexte énergétique et environnemental, cela à travers les définitions des différents concepts ayant un rapport avec le contexte énergétique et environnemental.

Les explications sur les tendances actuelles en matière de politique énergétique, de développement durable, et d'efficacité énergétique que nous allons définir sont en général et quelque fois ils sont propre à un pays donné comme l'Algérie. Afin de mieux cerner la suite du thème qui est porté sur le management de l'efficacité énergétique dans le bâtiment, nous avons jugé nécessaire de faire une introduction sur le contexte énergétique et environnemental.

1.2. Contexte énergétique

1.2.1. Contexte énergétique mondial

L'observation des consommations énergétiques mondiales depuis un siècle met en évidence le rôle fondamental de l'énergie primaire¹ dans le développement de nos civilisations industrielles. L'utilisation de ces énergies qualifiées de « fossiles »² ou de « carbonés »³ s'est intensifiée pendant la phase de reconstruction économique des pays dévastés par la seconde guerre mondiale. Le rapport du Fonds mondial pour la nature (World Wildlife Fund) pour l'année 2010 [WWF, 2010], confirme que les ressources naturelles consommées par l'humanité sont plus de 20 % supérieures à celles que la terre peut produire pour une période donnée et que la demande de l'homme sur la biosphère a plus que doublé entre 1971 et 2007.

Si on regarde la consommation énergétique primaire mondiale depuis 1971, on remarque qu'elle n'a cessé de croître de manière quasiment exponentielle (Figure 1-1).

¹ L'énergie primaire est l'ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés. Ce sont principalement le pétrole brut, les schistes bitumineux, le gaz naturel, les combustibles minéraux solides, la biomasse, le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie du vent, la géothermie et l'énergie tirée de la fission de l'uranium. *Source : www.insee.fr*

² Issues de la « fossilisation des êtres vivants », c'est-à-dire de la décomposition de la matière organique.

³ Fortement émettrice de CO₂, gaz identifié comme le principal inducteur de l'effet de serre.

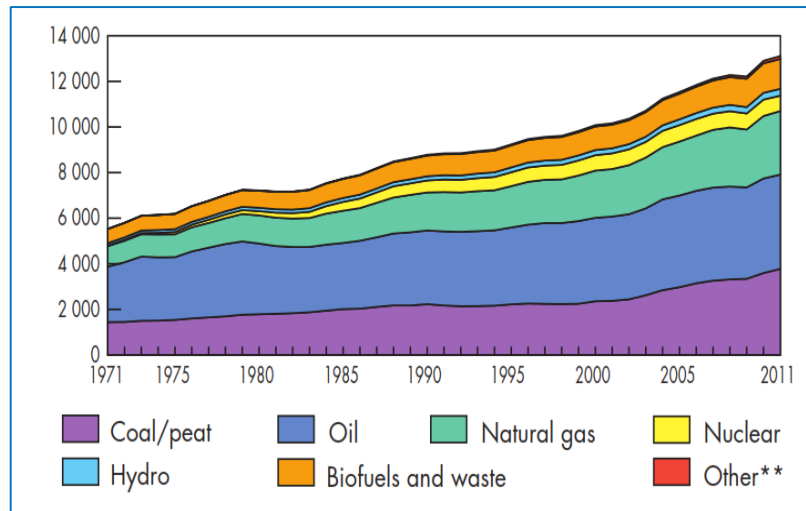


Figure 1-1: Evolution de la consommation d'énergie primaire total finale mondiale (en millions de tonnes équivalent pétrole) par source
 Source : Key World Energy Statistics, IEA – 2013

Selon l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), la consommation mondiale d'énergie va augmenter de 50 % entre 2004 et 2030, pour accompagner la croissance démographique et économique. Le taux de consommation diffère d'un pays à un autre, il est déterminé par les conditions climatiques, le taux de croissance économique et le développement technologique.

La production d'énergie à partir des hydrocarbures, en plus de diminuer les réserves disponibles, est polluante. Des millions de tonnes de gaz à effet de serre sont rejetés dans l'atmosphère pour la production d'énergie (Cf. Figure 1-2).

L'impact des énergies fossiles sur les émissions de CO₂ grandit au fil des années, pour dépasser les 30 milliards de tonnes par an en 2011. Le réchauffement climatique, via l'effet de serre, découle de l'augmentation massive des rejets de CO₂. Il suffit d'étudier l'évolution de la température globale pour se faire une idée des modifications engendrées par l'effet de serre. La figure 1-2 illustre l'évolution de la température globale et fournit aussi des précisions sur son comportement. Sont comparées sur cette figure des régressions linéaires de la température sur différentes périodes. Ce comparatif indique clairement la tendance suivie ces dernières années, la température globale augmente de plus en plus rapidement. Sur les 25 dernières années, le taux d'accroissement de la température a été le plus important du siècle. Dans le même ordre d'idée, il n'a fallu qu'un siècle pour gagner 1°C de température moyenne. Tout comme l'être humain évolue avec le progrès technologique, le climat est transformé lui aussi.

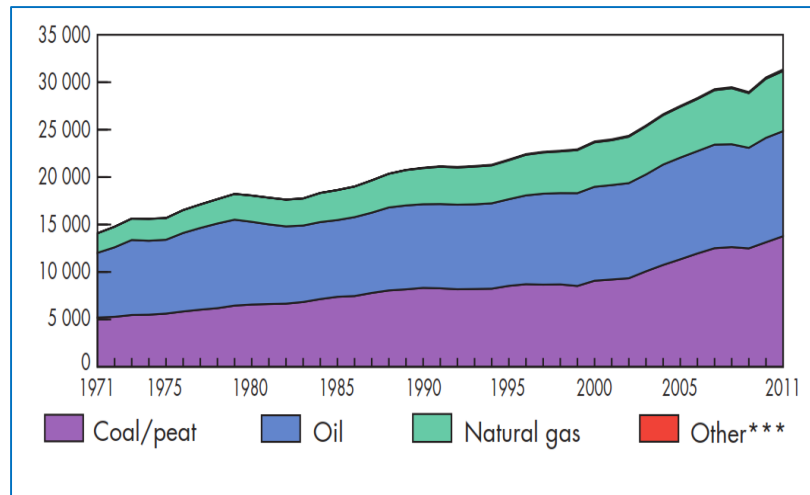


Figure 1-2 : Evolution des rejets de CO₂ en million de tonnes
 Source : Key World Energy Statistics, IEA – 2013

1.2.2. Contexte énergétique Algérien

La consommation énergétique en Algérie a fortement augmenté ces dernières décennies cela est due principalement à l'augmentation du niveau de vie de la population et du confort qui en découle, ainsi qu'à la croissance des activités industrielles.

Selon le rapport qui a été publié par l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE), sur la consommation énergétique finale de l'Algérie, pour l'année 2005 [APRUE, 2009], le secteur du bâtiment est celui qui consomme le plus en terme de consommation énergétique finale par rapport aux secteurs de l'industrie et celui des transports (Figure 1-3), cette consommation a triplé durant les trois dernières décennies et il est prévu sa multiplication par le même facteur d'ici les horizons 2025, cela est dû à la forte augmentation de la demande.

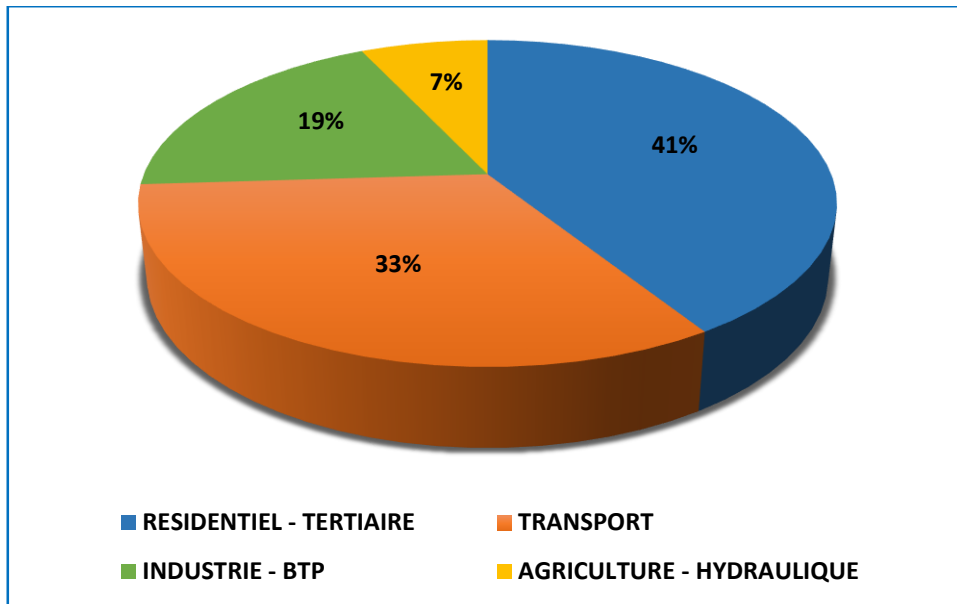


Figure 1-3 : Consommation finale par secteur d'activité en 2005
Source : *Consommation énergétique finale de l'Algérie, APRUE - 2009*

1.3. Contexte environnemental

1.3.1. Changement climatique

Le changement climatique est l'un des problèmes les plus importants de notre époque, beaucoup de changements observés sont sans précédent depuis des décennies voire des millénaires, car il accroît considérablement les pressions pesant sur la société et l'environnement. Les impacts des changements climatiques, qui vont du déplacement des régimes climatiques, à l'élévation du niveau des mers, sont de portée mondiale et d'une ampleur sans précédent.

Le rapport du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat⁴ (GIEC) pour l'année 2007 [GIEC, 2007], affirme que le développement des activités humaines est à l'origine d'un accroissement de l'effet de serre, est que ce phénomène a pour conséquence une augmentation de la température à la surface du globe, synonyme d'importants changements climatiques sur la Planète.

1.3.2. Le développement durable

En 1987, l'ancien Premier ministre en Norvège et présidente de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement, Madame Gro H. Brundtland s'attacha à définir

⁴ Changement climatique, Rapport de synthèse, 2007

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.

L'instauration du développement durable en milieu urbain, est un argument essentiel pour établir un contexte cohérent, lisible et logique de l'action publique locale. Cette recherche de compromis raisonnable entre les différents enjeux est l'élément fondamental de notre réflexion [Diab et al, 2000]. Le développement durable se positionne, quoi qu'il en soit mondial ou local, ville ou bâtiment à l'intersection des univers social, environnemental et économique (Figure 1-4).

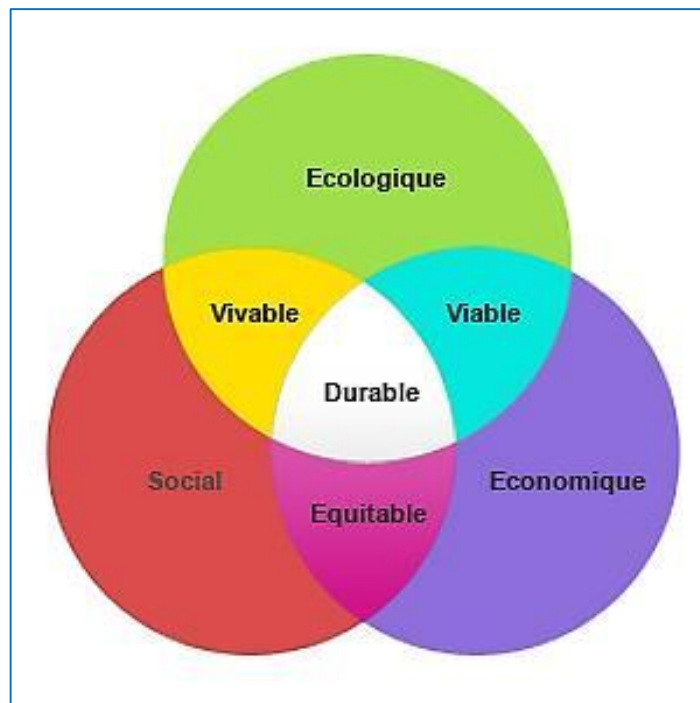


Figure 1-4 : Les 3 piliers du développement durable

Source : www.ecoloinfo.com

1.3.2.1. Dimension économique

Traduit la recherche par le développement soutenable d'un objectif de croissance et d'efficacité économique. Cette approche doit répondre à la nécessité de développer les sociétés et leurs économies, notamment dans le cas des pays en voie de développement qui veulent aussi avoir accès à un niveau de vie satisfaisant.

1.3.2.2. Dimension sociale

Exprime le fait que le développement soutenable doit partir des besoins humains et donc répondre à un objectif d'équité sociale. L'humain replacé au cœur de l'action permet de répondre à cette nécessité. En rappelant les liens intra-générationnels et intergénérationnels, le rapport Brundtland a positionné l'homme au centre des objectifs ; Les éléments de l'approche concerne aussi bien les aspects sanitaires, d'hygiène et culturels. Considérant l'aspect intergénérationnel, le rapport a aussi fixé l'objectif dans le rapport au temps.

1.3.2.3. Dimension environnementale (Ecologique)

Signifie que l'action doit contribuer à préserver, améliorer et valoriser l'environnement nécessaire à la vie. L'action doit préserver les ressources pour le long terme et en permettre la régénération plutôt que l'épuisement.

L'objectif comprend aussi la réduction des conséquences climatiques engendrées par les actions anthropiques.

Si un seul de ces trois cercles est négligé ou une seule de ces trois intersections est affaiblie, la viabilité du système peut être remise en cause. Car l'être humain est à la fois le garant de la durabilité et le coupable de la non-durabilité du développement [**Chêne, 2011**].

Comme l'amélioration du cadre de vie est de plus en plus confrontée aux menaces que notre mode de développement fait peser sur un environnement fragile et sur les grands équilibres de la planète, alors, le développement durable ne doit plus être un simple équilibre et devienne à moyen terme un art de vivre, il serait intéressant d'intégrer aux cercles initiaux celui relatif à l'univers culturel.

De ce fait, l'objectif premier du développement durable est d'obtenir un compromis entre le besoin d'un essor économique, l'exigence d'une protection accrue des espaces naturels

et nécessité d'une coexistence harmonieuse des différentes communautés [Diab et al, 2000]. Ce compromis passe par une meilleure compréhension des enjeux, des modalités de mise en œuvre des politiques publiques et des incertitudes liées aux enjeux techniques.

1.3.3. Energie renouvelables

Par opposition à « l'énergie fossile » qui est une énergie de stock, constituée de gisements épuisables de combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz, uranium), l'énergie renouvelable appelée communément « énergie verte » est une source d'énergie qui est régénérée ou renouvelée naturellement selon un cycle relativement court à l'échelle humaine et dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Elles sont inépuisables, non polluantes et gratuites ;
- Elles sont exploitables sans produire de déchets, ni d'émissions polluantes ;
- Elles contribuent ainsi à la lutte et à la réduction de l'effet de serre.

Ils sont classés en cinq grandes familles en fonction de la source d'énergie initiale (Figure 1-5).

Aujourd'hui, ces énergies sont sous-exploitées par rapport à leur potentiel. Ainsi, les énergies renouvelables couvrent seulement 20 % de la consommation mondiale d'électricité.

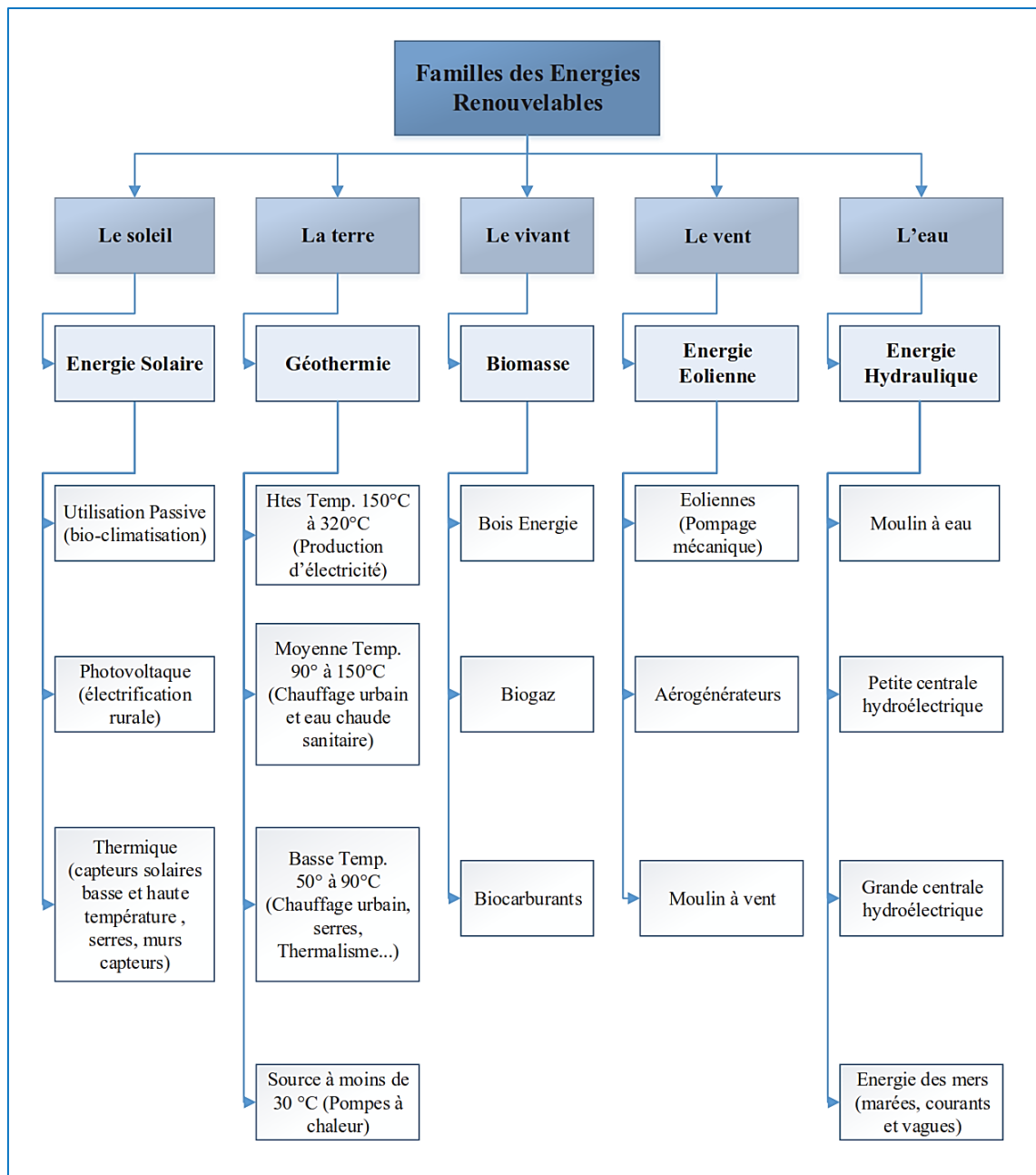


Figure 1-5 : Les 5 familles énergies renouvelables

Source : www.energies-renouvelables.org

La vision du gouvernement algérien⁵ s’appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables comme le solaire et leur utilisation pour diversifier les sources d’énergie et préparer l’Algérie de demain.

Grâce à la combinaison des initiatives et des intelligences, l’Algérie s’engage dans une nouvelle ère énergétique durable. Le développement des énergies renouvelables revêt un

⁵ Programme des énergies renouvelables et de l’efficacité énergétique, 2011

intérêt particulier pour les pouvoirs publics qui tentent de donner un nouvel essor à ce secteur en vue de les substituer aux énergies fossiles dont les ressources se font de plus en plus rares.

La définition des énergies renouvelables selon l'article 4 de la loi algérienne ⁶ :

Toutes les formes d'énergies électriques, mécaniques, thermiques ou gazeuses obtenues à partir de la transformation du rayonnement solaire, de l'énergie du vent, de la géothermie, des déchets organiques, de l'énergie hydraulique et des techniques d'utilisation de la biomasse. En Algérie seulement quatre de ces énergies renouvelables sont utilisées, La figure 1-6 illustre les différentes filières des énergies renouvelables en Algérie.

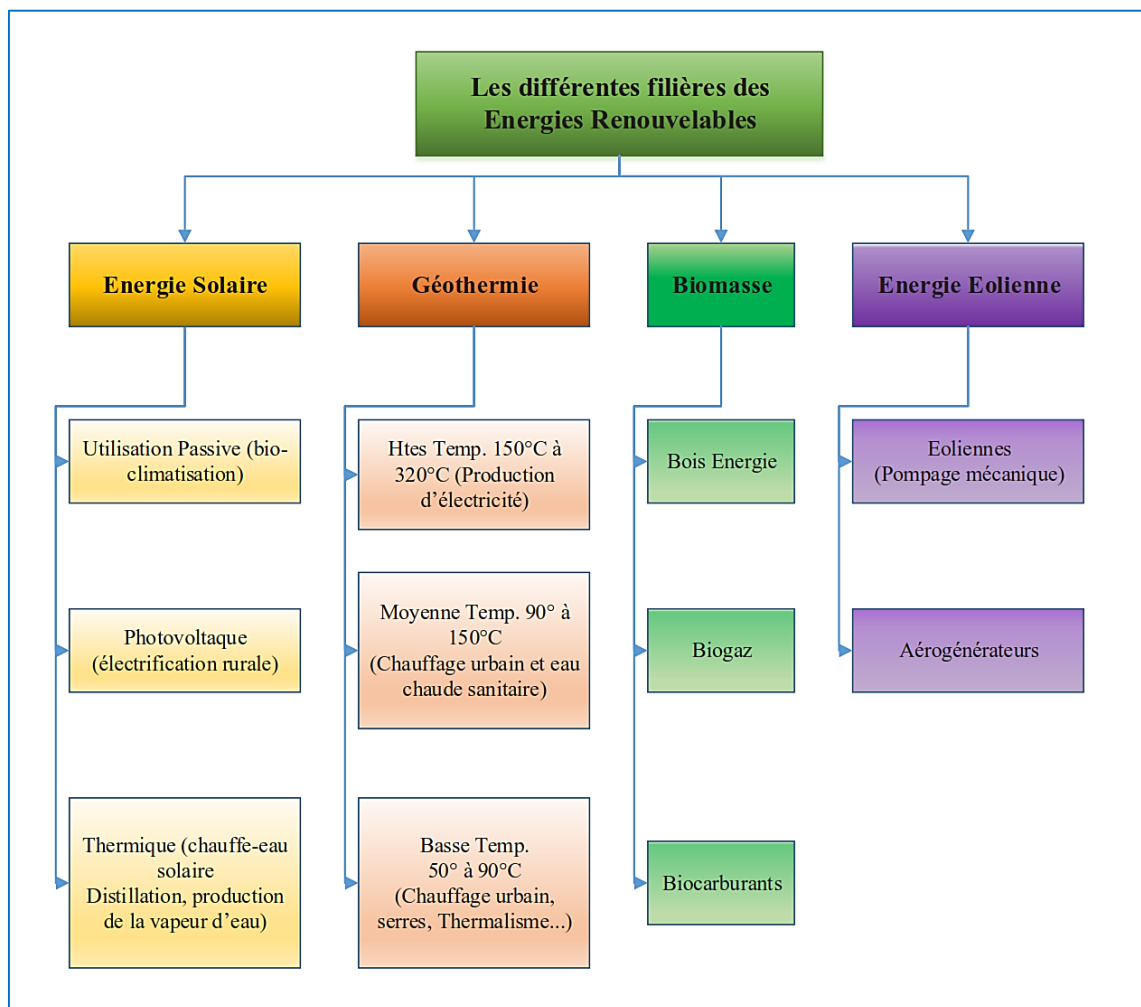


Figure 1-6 : Les différentes filières des Energies Renouvelables
 Source : Guide des énergies renouvelables, MEM - 2007

⁶ Loi n°04-09 du 27 Jomada Ethania 1425 correspondant au 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.

1.4. La mise en œuvre de l'utilisation rationnelle de l'énergie⁷

La mise en œuvre d'une politique d'utilisation rationnelle de l'énergie repose sur trois piliers :

1.4.1. Les institutions de promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie

Ils constituent des ensembles d'actions diversifiées et décentralisées mises en œuvre par des institutions (collectivités locales, les administrations et les sociétés de service, les ménages et les entreprises), dédiés à l'utilisation rationnelle de l'énergie, chargé de la promotion, de l'animation et de l'incitation pour la mise en œuvre de programmes et de projets d'utilisation rationnelle de l'énergie, notamment par la sensibilisation, la communication, la formation et l'animation de réseaux.

L'utilisation rationnelle de l'énergie n'est pas une activité de production d'énergie qui peut être prise en charge par un secteur industriel spécifique, mais Il s'agit de la transmission de méthodes, de techniques et de savoir-faire.

Les programmes d'efficacité énergétique ne réussissent que s'ils sont conçus et réalisés par l'ensemble des agents économiques concerné ; un tel objectif nécessite « que tout le monde s'y mette ».

1.4.2. Législation et réglementations

1.4.2.1. La réglementation technique

La réglementation a été le premier outil de l'utilisation rationnelle de l'énergie au milieu des années 1970. Elle reste un outil puissant qui est certainement le plus efficace dans un grand nombre de cas.

Lorsqu'un processus réglementaire est bien conduit (c'est-à-dire que la réglementation est applicable et appliquée, ce qui implique un processus de concertation avec tous les acteurs concernés), est un facteur de stimulation économique. Il place les entreprises dans une logique d'amélioration des performances et de la qualité des produits qui leur est bénéfique sur le marché national et international. Le processus de concertation en amont de la réglementation et le processus d'accompagnement et de contrôle en aval de sa promulgation sont des conditions indispensables à son efficacité.

⁷ L'efficacité énergétique à travers le monde, Sur le chemin de la transition, 2012

1.4.2.2. La loi sur l'utilisation rationnelle de l'énergie

Dans les pays qui ont lancé les politiques d'utilisation rationnelle de l'énergie de façon progressive, il n'existe pas en général de loi présentant l'ensemble des objectifs et du dispositif de promotion et d'incitation.

La loi algérienne sur la maîtrise de l'énergie⁸ est une loi-cadre qui vise à responsabiliser les industriels et les particuliers sur la nécessité de faire des économies d'énergie, mais elle n'engage guère les pouvoirs publics à encourager la diversification de la consommation énergétique, notamment à travers des subventions, des initiatives volontaires, des crédits impôts.

Les lois principales sont définies comme suit :

- **La loi 99-09 du 28 Juillet 1999**, relative à la maîtrise d'énergie :
Elle traduit un des objectifs fondamentaux de la politique énergétique nationale, à savoir la gestion rationnelle de la demande d'énergie et fixe de nombreux aspects liés à la maîtrise de l'énergie dans le domaine de la construction.
- **La loi 04-09 du 14 Août 2004**, relative à la promotion des énergies renouvelable dans le cadre de développement durable
- **Le décret exécutif 04-149 du 19 Mai 2004**, fixant les modalités d'élaboration du Programme national de maîtrise de l'énergie (PNME)

1.4.3. Incitations économiques et financières publiques et mécanismes de financement des investissements

La question du financement des investissements d'utilisation rationnelle de l'énergie reste le point faible du développement des politiques d'efficacité énergétique.

Les causes de ces difficultés ont été longuement analysées : elles proviennent en particulier de la dispersion des projets et du fait qu'ils ne constituent pas, de façon générale, la première préoccupation de ceux qui pourraient les porter.

Le financement de la maîtrise de l'énergie⁹ par le Fonds national pour la maîtrise de l'énergie (FNME). C'est l'instrument public algérien spécifique d'incitation de la

⁸ Recueil de textes législatifs et réglementaires sur la maîtrise de l'énergie, APRUE - 2010

⁹ www.aprue.org.dz

politique de maîtrise de l'énergie. Il a pour objectif de contribuer à l'impulsion et au développement, à terme, d'un marché de la maîtrise de l'énergie.

1.5. Qu'est-ce que l'efficacité énergétique ?

Il existe plusieurs définitions de l'efficacité énergétique, nous retiendrons quelques-unes : C'est le rapport entre l'énergie directement utilisée (dite énergie utile) et l'énergie consommée (en général supérieure du fait des pertes).

L'efficacité énergétique c'est réduire à la source la quantité d'énergie nécessaire pour un même service, mieux utilisé l'énergie à qualité de vie constante [Salomon, et al., 2004].

L'efficacité énergétique se définit comme une consommation en énergie moindre pour le même service rendu. La notion d'efficacité énergétique est à distinguer de celle de l'intensité énergétique, qui représente la quantité d'énergie consommée pour produire une quantité de PIB¹⁰. Elle ne se confond pas non plus avec celle de sobriété énergétique. Cette dernière est consensuelle si elle vise à éviter les gaspillages [De Béthencourt, et al., 2013].

De ces trois définitions se dégage un point commun, l'efficacité énergétique vise à réduire le rapport entre l'énergie utile et la consommation énergétique.

1.6. La politique énergétique en Algérie

La politique algérienne en terme d'efficacité énergétique, essentiellement dans le secteur du bâtiment se traduit par les actions de quelques entités : l'APRUE soutenu par son bras financier le Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie (FNME) et le Programme National de Maîtrise de l'Energie (PNME).

A cela il faudra ajouter la collaboration des centres de recherches liés au domaine des bâtiments comme le centre du développement des énergies renouvelables (CDER) et le Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment (CNERIB) et bien évidemment le Ministère de l'Energie et des Mines (MEM). Il s'agit de voir dans le détail l'état des lieux de ces politiques et éventuellement le suivi et les prémices de résultat ou le cas contraire les obstacles qui entravent leurs exécutions.

¹⁰ C'est un indicateur économique de la richesse produite par année dans un pays donné.

L'Algérie grand pays exportateur de pétrole et de gaz a vu sa politique énergétique changée après le premier choc pétroliers, ainsi la diminution des cours du pétrole a vidé les caisses de l'état et par la même ses capacités à financer l'économie du pays. C'est ainsi que pour la première fois les responsables ont pris conscience de l'obligation de définir une politique d'efficacité énergétique, le ministère de l'énergie a proposé un modèle de consommation énergétique basé sur le recours au gaz naturel et le développement du GPL dans les transports.

La politique énergétique algérienne, repose aujourd'hui sur quatre axes : une agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie ; un cadre réglementaire assuré par la loi de 1999 ; un fonds national pour la maîtrise de l'énergie et des mesures d'incitations et d'accompagnement.

Le PNME constitue le cadre d'exercice de la politique algérienne d'efficacité énergétique, puisqu'il définit ses objectifs et les moyens de sa mise en œuvre sur la base d'études de prospectives énergétiques et de données socioéconomiques. Le programme se décline sous forme d'un plan d'action qui s'intéresse à l'ensemble des secteurs de consommation, notamment celui du bâtiment.

Aussi, pour assurer l'animation et la coordination de la politique de maîtrise de l'énergie, l'Algérie met en place en 2004 le Comité intersectoriel de la maîtrise de l'énergie. Ce Comité a notamment pour mission d'organiser la concertation et le développement des partenariats public privé.

1.7. Politique énergétique dans les autres pays du monde

La politique énergétique se révèle fondamentale pour les pays œuvrant dans l'efficacité énergétique. Le tableau 1-1 est une synthèse des différentes politiques énergétiques des pays étrangers.

Tableau 1-1 : Les leviers de la politique d'efficacité énergétique des pays étrangers

Pays	Les leviers de la politique d'efficacité énergétique		
<p>Allemagne</p>	<p>L'objectif de la politique énergétique allemand est de diminuer la consommation des énergies primaire de 2,3 % par an jusqu'en 2020.</p>		
	Mesures législatifs	Programme de financement	Instruments d'information et sensibilisation
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Décrets sur les économies d'énergie EnEV 2004, EnEV 2007, EnEV 2009, EnEV 2012). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les crédits préférentiels pour la rénovation des bâtiments dans le cadre du programme de réduction du CO₂. ▪ Subvention pour l'utilisation des énergies renouvelables. ▪ Le contracting : un type de partenariat public – privé (PPP) établi entre un propriétaire immobilier et un prestataire de service spécialisé dans l'énergie. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Des compagnies d'information lancée par l'agence allemande de l'énergie DENA (Deutsche Energie Agentur). ▪ Des services de consultation sont proposés par la fédération Allemande des organisations des services de consultation pour économiser l'énergie dans les bâtiments. ▪ La labellisation des bâtiments à haut efficacité énergétique, le label allemand « Maison passive ».
<p>Canada</p>	<p>Une politique énergétique dans la perspective du développement durable doit faire une plus grande place aux mesures d'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables.</p>		
	Les réglementations volontaires	Financement et incitations	Instruments d'information
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Code modelé national de l'énergie pour les habitations (CMNEH) : normes provinciales de performance minimale pour les constructions neuves. ▪ La norme R-2000 : norme volontaire qui encourage la construction de maison « éco-énergétiques », et 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Subvention EcoEnergie offerte pour la rénovation des maisons dans le cadre de l'amélioration de l'énergie. ▪ Réduction de 10 % de l'assurance sur les prêts hypothécaires pour 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energuide pour équipement : un instrument d'information, d'étiquetage et de notation visant à promouvoir la production, l'achat et l'utilisation d'appareils électroménagers.

	<p>qui exige d'être réalisé par des entreprises formés et disposant d'un permis délivré par le gouvernement canadienne.</p>	<p>les habitations économes en énergie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energuides pour maison : même principe que le précédent mais celui-ci est une mesure du degré d'efficacité énergétique attribué à une maison. ▪ Le symbole Energy star : un symbole qui figure sur les produits électroménagers les plus économes en énergie.
	<p>Mesures législatifs</p>	<p>Financement et incitations</p>	<p>Mesures institutionnelles et informatives</p>
<p>France</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La réglementation thermique RT 2000, RT 2005, RT 2007, RT 2012). ▪ Les lois : Grenelle I, Grenelle II, Plan Bâtiment Grenelle, déterminant les grands principes et les objectifs à engager pour limiter le réchauffement climatique. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crédit d'impôt : déduction des impôts des contribuables le coût d'un équipement énergétiques. ▪ Eco-prêt logement social : c'est un prêt dédié pour la rénovation des logements sociaux. ▪ Eco-prêt à taux zéro (Eco-PTZ) : emprunt sans intérêt sur 10 ans aux ménages pour l'amélioration énergétiques de leur logement. ▪ Eco-subsidation de l'ANAH (Agence Nationale de l'Habitat) propose des aides destinées aux entreprises et aux particuliers. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) : contribue à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. ▪ CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) : axé sur quatre métiers qui structurent son activité : la recherche, la consultance, l'évaluation et la diffusion du savoir. ▪ ANAH (Agence Nationale de l'Habitat) : Elle a pour mission de mettre en œuvre la politique nationale de développement et d'amélioration du parc de logements privés existants.

Tunisie	La politique énergétique tunisienne vise à relever trois principaux défis : <ul style="list-style-type: none"> ▪ L’approvisionnement énergétique du pays au moindre coût. ▪ L’amélioration de l’indépendance énergétique. ▪ La contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. 		
	Le cadre légal et réglementaire	Les incitations financières	Le cadre institutionnel
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La loi sur la maîtrise de l’énergie 1990. ▪ Les lois 2004, 2005, 2008 et 2009 qui ouvrent la voie à l’application de la certification énergétiques des appareils électroménagers, la réglementation thermique dans les bâtiments neufs et la consultation préalable concernant les grands projets de construction consommateurs d’énergie. 	FNME (Fonds national de maîtrise de l’énergie) : il a pour objectif l’appui financier aux actions visant la rationalisation de la consommation d’énergie, la promotion des énergies renouvelables et la substitution de l’énergie.	ANME (Agence Nationale pour la Maîtrise de l’Energie) : ayant pour mission de mettre en œuvre la politique de l’État dans le domaine de la maîtrise de l’énergie.

Source : [BOUAMAMA W., 2013]

1.8. Conclusion

Dans ce premier chapitre nous avons pu voir quelque définition des concepts ayant un rapport avec le contexte énergétique et les différents politiques énergétiques appliqués dans les pays étrangers et le nôtre. L’homme n’a pas cessé d’évoluer, augmenter son confort et progresser technologiquement, oubliant les idées de pérennité.

Cette marche en avant ininterrompue du progrès s’est vue accompagné de problèmes environnementaux liés à l’augmentation de la consommation énergétique. Plusieurs efforts ont été faits pour les résoudre tel que le protocole de Kyoto¹¹. Néanmoins, le secteur du bâtiment a continué sa croissance énergétique et les rejets de gaz à effet de serre ont suivi la même logique. Ce mode de pensée est condamné avec la raréfaction des

¹¹ Le Protocole de Kyoto vise à lutter contre le changement climatique en réduisant les émissions de gaz carbonique. www.futura-sciences.com

sources d'énergies fossiles. Pour remédier à ce problème, l'homme développe de nouvelles technologies pour conserver son mode de vie tout en ajustant les besoins énergétiques, dans l'optique d'un développement durable. La réduction de la consommation énergétique n'est pas la seule piste explorée, la manière de consommer est importante.

Nous avons pu constater que la maîtrise de l'énergie est très important afin d'arriver à une bonne utilisation efficace des énergies. Est que l'objectif de l'efficacité énergétique au niveau de la demande est de montrer l'importance de l'organisation des moyens et de l'utilisation de toute une gamme d'instruments pour la mise en œuvre d'une politique d'utilisation rationnelle de l'énergie à la hauteur des enjeux et des objectifs.

Le secteur du bâtiment peut constituer un élément de réponse majeur aux défis énergétiques et environnementaux. Donc dans le prochain chapitre nous allons voir que l'efficacité énergétique des bâtiments apparaît comme un moyen incontournable pour aller vers des bâtiments plus économes.

Chapitre 2

Efficacité énergétique des bâtiments

« La sauvegarde de notre monde humain n'est nulle part ailleurs que dans le cœur humain, la pensée humaine, la responsabilité humaine ».

Václav Havel

Sommaire Chapitre 2

2.1. Introduction.....	25
2.2. Analyse de cycle de vie (ACV) du bâtiment	25
2.3. L'efficacité énergétique dans le bâtiment	27
2.3.1. Les objectifs des services énergétiques assurés par et pour le bâtiment.....	27
2.3.2. Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique	28
2.3.2.1. <i>Les leviers d'action</i>	29
2.3.2.1.1. L'utilisation de produits performants.....	29
2.3.2.1.2. L'intégration des énergies renouvelables.....	29
2.3.2.1.3. Mesure des consommations	29
2.3.2.1.4. L'affichage des consommations.....	30
2.3.2.1.5. Les systèmes intelligents de Régulation et Gestion	30
2.3.2.2. <i>Le maintien de la performance</i>	31
2.3.3. La construction durable	31
2.4. Confort thermique	34
2.4.1. Facteurs ayant une incidence sur le confort thermique.....	34
2.4.1.1. <i>Température de l'air</i>	34
2.4.1.2. <i>Humidité de l'air</i>	34
2.4.1.3. <i>Courants d'air</i>	34
2.5. Moyens pour atteindre un confort durable	35
2.6. Thermique des bâtiments.....	35
2.6.1. La réglementation thermique	36
2.6.2. Les labels énergétiques:levier d'action énergétique pour la construction ..	36
2.6.3. Les moyens de transmission de la chaleur.....	37
2.6.3.1. <i>Comment se transmet la chaleur ?</i>	37
2.6.3.2. <i>Transfert de chaleur dans une paroi</i>	38
2.6.4. Comparaison entre une construction bien isolé et non isolé.....	39
2.6.4.1. <i>Construction non isolée</i>	39
2.6.4.2. <i>Construction bien isolée</i>	39
2.6.5. Systèmes d'isolation	39
2.6.5.1. <i>Système d'isolation thermique par l'intérieur</i>	39
2.6.5.2. <i>Système d'isolation thermique par l'extérieur</i>	39
2.6.6. Comparaison entre l'isolation par l'extérieur et l'isolation par l'intérieur .	40
2.6.7. Les types d'isolants.....	41

2.6.7.1.	<i>Isolation par lame d'air immobile (entre parois)</i>	41
2.6.7.2.	<i>Isolation par le vide (lame d'air)</i>	41
2.6.7.3.	<i>Isolation par gaz piégé</i>	41
2.6.7.4.	<i>Isolants minces multicouches réflecteurs</i>	41
2.6.8.	Les éléments d'isolation	42
2.6.8.1.	<i>Isolation des ponts thermiques</i>	42
2.6.8.2.	<i>Isolation de la toiture</i>	42
2.6.8.2.1.	Isolation des combles perdus	42
2.6.8.2.2.	Isolation en rampant sous toiture	42
2.6.8.2.3.	Toiture terrasse	43
2.6.8.3.	<i>Planchers bas</i>	43
2.7.	Stratégie des moyens d'une enveloppe de qualité	43
2.8.	Conclusion	44

2.1. Introduction

L'efficacité énergétique intervient à tous les niveaux d'un bâtiment, de l'implantation au choix du matériau. Toutes ces solutions ont pour but d'avoir un bâtiment le plus cohérent le plus possible d'un point de vue énergétique, ce qui permet des consommations d'énergie beaucoup moins élevées sans altérer le confort des usagers.

Dans ce chapitre qui concerne l'efficacité énergétique dans le bâtiment, les points qui révèlent être essentiels à traiter sont les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique, les différentes écoconstructions qui existent et comment atteindre la satisfaction de l'utilisateur ainsi que les moyens d'économiser de l'énergie telle qu'une bonne isolation thermique.

Pour agir sur l'énergétique d'un bâtiment : il faut améliorer les propriétés techniques intrinsèques du bâtiment (enveloppe et installation) selon le type d'occupation et l'optimisation de leur utilisation reposant sur l'ajustement du besoin énergétique de l'utilisateur (action sur les comportements).

2.2. Analyse de cycle de vie (ACV) du bâtiment

L'étude du secteur économique de la construction met en perspective trois familles d'activités [Bougrain, 2003] :

- Les activités de fabrication industrielle et de distribution (matériaux, équipements, installations...) incluant la location et la commercialisation ;
- Les activités liées à la mise en œuvre des opérations sur chantier (programmation, conception, réalisation, réhabilitation, démolition) ;
- Les activités de gestion continue et de transactions (achat, vente, mise en location, gestion, exploitation, maintenance...).

Ces activités interviennent dans la « vie » d'un ouvrage à un moment donné. Ces différentes périodes correspondent au « cycle de vie » du bâtiment.

Ce cycle de vie peut se décomposer en quatre phases distinctes : la construction, l'utilisation, la réhabilitation et la disparition (démolition ou déconstruction). Chacune des phases peut être, à son tour, décomposée en phases élémentaires.

La durée de vie de l'ouvrage reste fortement corrélée à la qualité de la maintenance réalisée qui dépendant elle-même de la qualité du dispositif de gestion du bâtiment.

L'analyse du cycle de vie des bâtiments repose sur une application rigoureuse fondée sur la connaissance et le suivi des « flux de masse » comme l'énergie et la matière [Peuportier, 1998]. Elle met en relation des considérations économiques et écologiques ancrées dans le temps pour mesurer des impacts environnementaux et les implications liées à l'emploi des ressources énergétiques [Kohler, 2002]. Elle propose un outil d'aide à la décision pour les concepteurs capable de fournir une vision globale et transverse facilitant le travail collaboratif pour l'atteinte d'objectifs quantifiables de « performance environnementale ».

La Figure 2-1 propose une illustration de l'ensemble des flux (énergie, matériaux, eau et matière) entrants, sortants et recyclés pris en compte dans l'ACV où l'évaluation de la qualité du bâtiment s'effectue en fonction du niveau confort atteint (thermique, hygrométrique, lumineux, acoustique, olfactif, sanitaire et sécuritaire) :

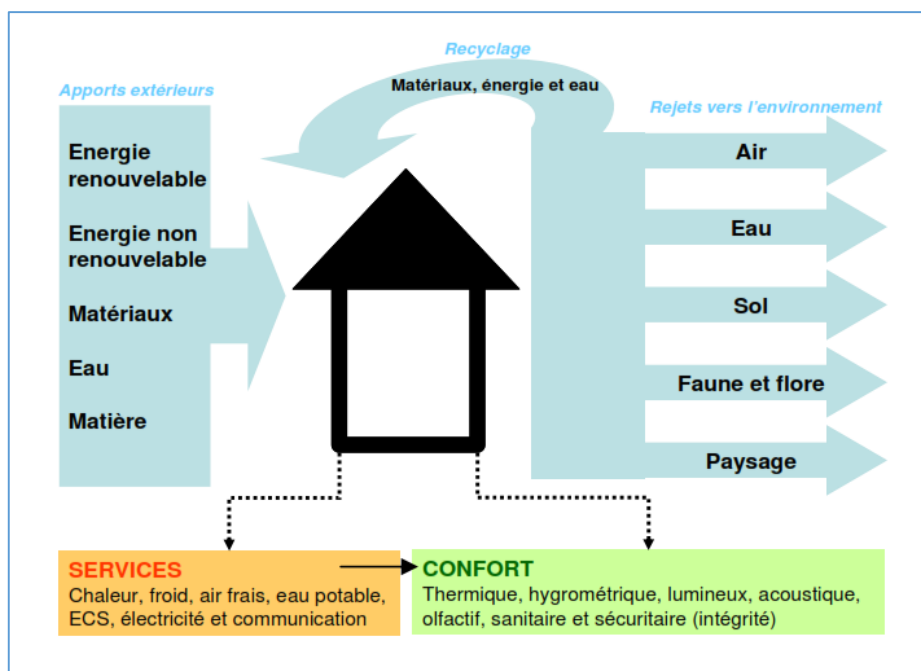


Figure 2-1 : La dynamique fonctionnelle du bâtiment
 Source : Le projet européen REGENER, Analyse de cycle de vie des bâtiments, juin 1998

2.3. L'efficacité énergétique dans le bâtiment

Selon La Fédération des Industries Electriques, Electroniques et de Communication [FIEEC, 2011], l'efficacité énergétique peut se définir comme le rapport entre le service délivré au sens large (performance, produit, énergie, confort, service) et l'énergie qui y a été consacrée.

En d'autre terme l'efficacité énergétique d'un bâtiment est sa propension à gérer sa propre énergie, à optimiser les flux, à en produire pour la renouveler, à la mesurer, la répartir, l'optimiser. Un bâtiment justifiant d'une bonne efficacité énergétique est un bâtiment qui vise l'équilibre entre production et consommation d'énergie.

La nouvelle situation énergétique a stimulé le secteur économique de la construction pour l'amélioration des caractéristiques énergétiques des bâtiments, mettant en évidence l'existence de techniques maîtrisées dans le domaine. La climatisation au sens large du terme (chauffage, refroidissement et ventilation) a été identifiée comme le premier poste de consommation énergétique du bâtiment et guide l'ensemble des politiques énergétiques actuelles. Les directives 2002/91/CE¹² et 2010/31/UE¹³ relatives à la performance énergétique des bâtiments définissent ainsi le bâtiment comme « une construction dotée d'un toit et de murs, dans laquelle de l'énergie est utilisée pour réguler le climat intérieur ». L'utilisation de l'énergie dans le bâtiment ne se limite pourtant pas qu'à la régulation du climat intérieur. Le bâtiment consomme mais génère aussi des consommations. Il est essentiel de distinguer la consommation énergétique liée à la production du service immobilier (fonctionnement des bâtiments) de celle induite par le fonctionnement d'équipements mobiliers (distribution énergétique assurée par le bâtiment), ces deux formes d'utilisation concourant à satisfaire, de manière interactive, les besoins de l'activité humaine au sein du bâtiment.

2.3.1. Les objectifs des services énergétiques assurés par et pour le bâtiment

Nous avons mis en évidence précédemment dans l'ACV du bâtiment les services énergétiques procurés par l'ouvrage pour fournir un confort à l'utilisateur (Cf. Figure 2-1). Les services énergétiques ont un autre objectif, celui de contribuer à la conservation du bâti comme peut l'illustrer le maintien du chauffage en période d'inoccupation du

¹² Directive du Parlement européen et du Conseil sur la performance énergétique des bâtiments, www.legifrance.gouv.fr

¹³ Directive du 19/05/10 sur la performance énergétique des bâtiments, www.ineris.fr

bâtiment. Enfin, l'ouvrage sert aussi de point d'alimentation énergétique ou de support fonctionnel aux équipements ou aux appareils employés dans le cadre de l'activité. Nous avons ainsi identifié trois objectifs principaux aux services énergétiques du bâtiment :

- Assurer le confort et la qualité de l'environnement intérieur ;
- Assurer la pérennité de la structure du bâtiment (ventilation, chauffage, hygrométrie...);
- Assurer les usages courants conformes à la destination (bureautique, électroménager, transports, procédé industriel...);

2.3.2. Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique

Un projet d'amélioration de l'efficacité énergétique d'un bâtiment comporte plusieurs étapes qui vont, à travers des actions cohérentes, permettre des gains énergétiques en agissant sur différents paramètres humains et matériels.

L'approche conceptuelle d'amélioration de l'efficacité énergétique est identique pour les secteurs résidentiel et tertiaire. En revanche la mise en pratique sur le terrain sera différente en raison des divergences liées aux :

- Aspects techniques
- Matériels à mettre en œuvre
- Coûts d'exploitation et de maintenance
- Méthodes de financement
- Temps de retour sur investissement

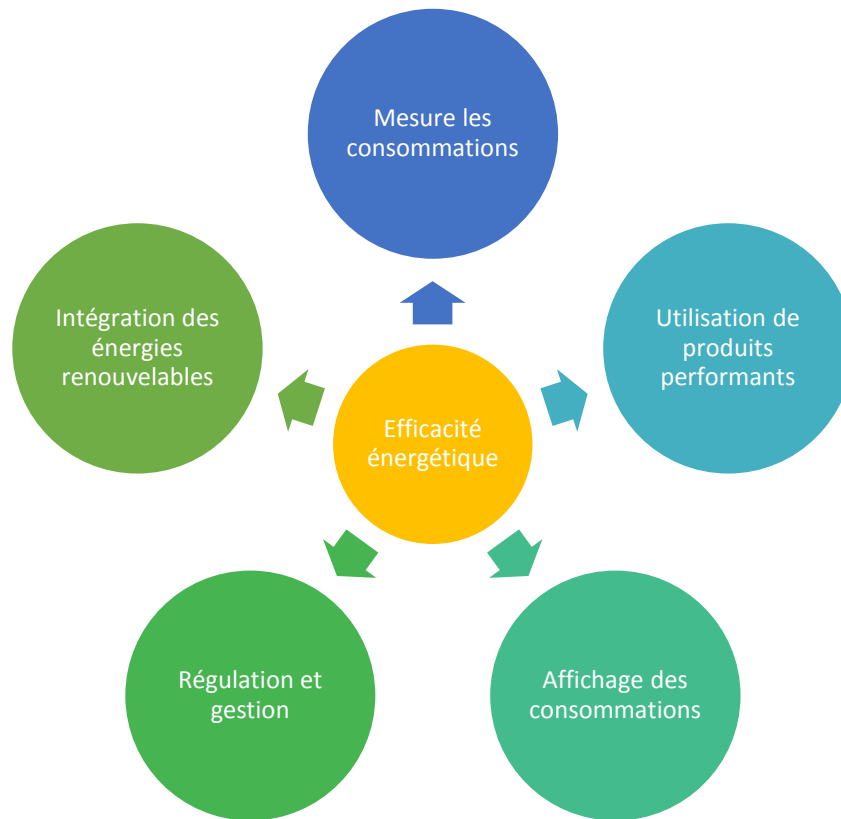


Figure 2-2 : Les leviers de l'efficacité énergétique
 Source : *Efficacité énergétique des bâtiments, FIEEC - 2011*

2.3.2.1. Les leviers d'action

2.3.2.1.1. L'utilisation de produits performants

Pour réduire les consommations d'énergie, il est indispensable de choisir des équipements possédant le meilleur rendement énergétique possible, c'est-à-dire le meilleur rapport entre l'énergie consommée et le service rendu.

2.3.2.1.2. L'intégration des énergies renouvelables

Le recours aux énergies renouvelables dans une démarche d'amélioration énergétique permet d'obtenir une partie de l'énergie nécessaire au bâtiment (électricité, chauffage, eau chaude sanitaire) de façon renouvelable et donc de diminuer voire supprimer l'apport d'énergie extérieur.

2.3.2.1.3. Mesure des consommations

La gestion de l'énergie d'un bâtiment consiste en premier lieu à compter/mesurer les consommations. Pour la partie électrique et gazière, une installation classique comporte

un compteur général qui fournit les consommations globales en vue de leur facturation par le distributeur d'énergie. Une installation optimisée comporte en plus du compteur général, des compteurs divisionnaires permanents. Leur rôle principal est d'établir la répartition des consommations d'énergie par poste (chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation,...).

Le comptage ou la mesure des consommations permet la réalisation du bilan énergétique, la prise de conscience par l'utilisateur ou gérant des consommations et sert pour l'estimation du gisement d'économie d'énergie. Elle garantit également un suivi dans le temps de la performance énergétique.

2.3.2.1.4. L'affichage des consommations

Un afficheur permet une visualisation pour les différents usages de la consommation ou des coûts instantanés, horaires, journaliers, ou mensuels, l'historique des consommations voire les économies réalisées...

Pour un impact optimum, les consommations doivent être affichées en temps réel et l'afficheur positionné dans le lieu de vie pour que l'utilisateur soit sensibilisé « en permanence ». Cet affichage permet à l'utilisateur, par effet pédagogique, d'adapter son comportement, de prévoir des travaux ou des investissements en équipements ou en solutions d'efficacité énergétique, de remarquer toutes dérives de consommation que ce soit à court terme ou à long terme.

Cette solution est simple à installer tant en neuf qu'en rénovation, elle ne nécessite pas de travaux lourds sur le bâti. En moyenne, une information claire et simple du consommateur ou des usagers, par poste dans le lieu de vie en temps réel permet des économies d'énergie de l'ordre de 10 %.

2.3.2.1.5. Les systèmes intelligents de Régulation et Gestion

La régulation est gérée par des automates qui sont plus au moins complexes selon les exigences du cahier des charges initial et selon le type de bâtiment : habitat individuel, collectif ou tertiaire. Ces automates permettent de traiter les informations de mesure (température, humidité..) et d'état (marche/arrêt...) des équipements de chauffage, de climatisation et d'éclairage pour les régler, les optimiser, les sécuriser et compter l'énergie consommée.

Ces systèmes permettent ainsi de :

- consommer ce qui est nécessaire pour maintenir ou améliorer la qualité de vie dans le bâtiment (notion de confort) tout en contribuant à économiser l'énergie. En effet, la notion de confort et la notion d'économies d'énergie sont des indicateurs clés de la qualité de la régulation. Ils contribuent efficacement à la performance de l'installation ;
- fournir un outil de pilotage de l'installation à l'utilisateur ;
- aider à modifier le comportement humain afin d'adopter de bon réflexe (comme par exemple éteindre le chauffage lorsque une fenêtre est ouverte).

C'est notamment le cas des systèmes de régulation pour les équipements de chauffage, de ventilation ou d'éclairage (systèmes centralisés ou embarqués) qui permettent d'adapter la consommation aux conditions extérieures et en fonction de la présence des utilisateurs (capteurs).

2.3.2.2. *Le maintien de la performance*

La conception efficace ne se suffit pas à elle-même. Elle doit être appuyée à chaque instant par une gestion rationnelle de l'énergie. La maîtrise des consommations consiste à devenir acteur conscient de ses consommations.

Partie intégrante de la maîtrise de l'énergie, le suivi de la performance permet de repérer toute déviance. En effet, le simple contrôle des factures ne suffit pas à connaître la performance de son installation. Grâce aux outils de mesure déployés, des indicateurs de performance permettent de détecter des écarts avec les consommations de référence et sont une aide à la décision pour l'utilisateur ou le gestionnaire dans la maintenance des systèmes (réglage, intervention technique, changement d'utilisation etc.).

Un entretien régulier des installations par des professionnels et le suivi par les usagers des conseils d'utilisation fournis par les fabricants sont également des éléments essentiels au maintien de la performance des installations.

2.3.3. La construction durable

Elle s'applique pour toute construction qui tout en assurant confort et santé des occupants limite au mieux ces impacts sur l'environnement, en cherchant à s'intégrer le plus

respectueusement possible dans un milieu et en utilisant le plus possible les ressources naturelles et locales. On parle encore d'éco-construction¹⁴.

La Typologie des bâtiments performants dans le domaine énergétique, est un concept de bâtiment performant qui est défini par un ensemble d'objectifs et de solutions techniques destinés à guider le concepteur. Ce dernier, en s'appuyant sur divers outils d'aide à la conception, associe des techniques, matériaux, structures et équipements de manière à atteindre au mieux les objectifs fixés. Enfin, après la mise en service du bâtiment, une phase d'évaluation permet au concepteur et au maître d'ouvrage de quantifier les performances réelles du bâtiment et de les comparer aux objectifs originaux.

Dans cette partie, l'analyse de différentes définitions et dénominations rencontrées dans la littérature amène à proposer une typologie des principaux concepts de bâtiments performants et à en identifier les principales caractéristiques (Tableau 2-1) :

¹⁴ Mode de construction privilégiant la protection de l'environnement par rapport aux modes de constructions classiques.

Tableau 2-1 : La typologie des bâtiments performants dans le domaine énergétique

Concept énergétique	Modèle de bâtiment	Description	Objectif principal	Principaux types de bâtiments concernés
Concept de bâtiment performant purement énergétique	« Basse consommation d'énergie »	Besoins énergétiques plus faibles que les bâtiments standards	Obtenir une baisse significative de la consommation induite par le bâtiment	Bâtiments exposés à des conditions climatiques rigoureuses
	« Passif »	Consommation énergétique très faible liée à l'absence de systèmes de chauffage ou de rafraîchissement actif		
	« Producteur d'énergie »	Dotation de moyens locaux de production d'énergie	Atteindre un gain en consommation énergétique à partir d'un mode de production fondée sur le recours aux énergies renouvelables	Bâtiments résidentiels de pays, confrontés à des effets de saturation et cherchant à éviter les pics de consommation en électricité
	« zéro énergie » ou « zéro net »	Combinaison de faibles besoins énergétiques à des moyens locaux de production d'énergie		
	« A énergie positive »	La production d'énergie est globalement supérieure à la consommation		
	« Autonome »	La fourniture énergétique ne dépend d'aucune ressource distante		
Concept de bâtiment performant élargi	« zero utility cost house »	La facture énergétique est nulle	Atteindre des cibles énergétiques parmi d'autres cibles écologiques	Bâtiments tertiaires (activité de bureau) respectant une exigence particulière de confort (sanitaire et social) de travail
	Maison neutre en carbone	Le fonctionnement ne génère aucune émission de CO ₂		
	« vert », « durable », « soutenable » ou « écologique »	Le fonctionnement induit très peu de perturbation pour l'environnement (libellé symbolique)		
	« Intelligent »	Présence de systèmes informatiques de supervision optimisant la gestion de certaines fonctions du bâtiment		

Source : [Thiers, 2008]

2.4. Confort thermique

Le confort thermique est défini comme « un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique »¹⁵.

La norme ASHRAE 55 définit le confort thermique comme « la condition d'esprit qui exprime la satisfaction en présence d'un environnement thermique donné »¹⁶.

Le confort thermique concerne principalement la température intérieure des pièces, sa répartition harmonieuse dans l'espace et la qualité de l'air ambiant.

2.4.1. Facteurs ayant une incidence sur le confort thermique

Les principaux facteurs qui ont une incidence sur le confort thermique sont les suivants :

2.4.1.1. *Température de l'air*

Une température idéale de chaque espace dépend de l'activité qu'on y pratique, du moment de la journée et des préférences de chacun. L'idéal est d'éviter les grands écarts de température dans le temps entre le jour et la nuit ou entre les saisons.

2.4.1.2. *Humidité de l'air*

L'humidité relative de l'air influence aussi la sensation de confort thermique. Idéalement, elle doit se situer entre 30 % et 70 % en hiver. En été, il est préférable que l'air soit sec pour favoriser la transpiration du corps.

2.4.1.3. *Courants d'air*

Les courants d'air, très agréables en été, puisqu'ils favorisent la transpiration, sont très pénibles en hiver, car ils facilitent les échanges thermiques entre le corps et l'air, c'est le principe de convection :

- ✓ En été, des ouvertures bien conçues peuvent créer des courants d'air utiles et rafraîchissants.
- ✓ En hiver, au contraire, il est préférable de les diminuer ou de les canaliser afin qu'ils ne balayent pas tout l'espace.

¹⁵ Mémoire technique du bâtiment, confort technique, CERTU - 2003

¹⁶ Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, ASHRAE Standard 55 - 2004

2.5. Moyens pour atteindre un confort durable

Dès maintenant les solutions techniques éprouvées existent. Pour atteindre la performance finale recherchée, il faut combiner des solutions performantes en isolation des parois, vitrage, ventilation et en production de chaleur. Il faut cumuler les performances d'une enveloppe de grande qualité avec celles des équipements les plus efficaces, quelle que soit l'énergie utilisée pour le chauffage. Il est alors possible de réduire de 6 à 7 fois les consommations dans un bâtiment neuf et de 4 à 5 fois dans un bâtiment existant, c'est techniquement réalisable et économiquement viable.

2.6. Thermique des bâtiments

L'isolation thermique est un moyen efficace pour diminuer la facture de chauffage et accroître le confort de la maison. L'isolation est la clé du confort thermique.

Selon l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), la chaleur s'échappe d'une maison mal isolée à 30 % par les combles et la toiture (c'est donc la priorité en termes d'isolation), à 25 % par les murs, à 10 % ou 15 % par les vitres et fenêtres et à 7 % ou 10 % par les sols.



Figure 2-3 : les déperditions thermiques d'une maison mal isolée
Source : *Guide de l'isolation*, 2012

2.6.1. La réglementation thermique

Vu l'importance de la consommation d'énergie pour le confort thermique dans le secteur habitat et tertiaire, il est nécessaire d'améliorer la qualité thermique des bâtiments.

En Algérie il existe des documents techniques réglementaires relatifs à la réglementation thermique des bâtiments, ils sont initiés par le ministère de l'habitat et mis en œuvre par le CNERIB, ils mentionnent les exigences réglementaires que doivent satisfaire leurs enveloppes à savoir.

- **Le D.T.R.C 3-2 : Réglementation thermique des bâtiments d'habitation**

Il permet d'établir les règles de calcul des déperditions calorifiques pour le problème d'hiver, afin de réduire la consommation énergétique pour le chauffage des logements à travers le calcul des déperditions thermiques.

- **Le D.T.R.C 3-4 : Climatisation**

Relatif aux règles de calcul des apports calorifiques d'été pour les bâtiments, il vise la limitation de la consommation énergétique relative à la climatisation des locaux.

Selon la lettre n°10 de l'APRUE, l'objectif de cette réglementation est le renforcement de la performance énergétique globale du bâtiment et sa mise en application, cela permettra de réduire les besoins calorifiques des nouveaux logements de l'ordre de 30 à 40% pour les besoins en chauffage et en climatisation.

Les bâtiments publics en Algérie, ne sont pas encore dotés, d'une réglementation thermique spécifique, l'application de la réglementation thermique détaillée dans les différents documents techniques réglementaires pour les bâtiments à usage d'habitation n'est pas obligatoire.

2.6.2. Les labels énergétiques : un levier d'action énergétique pour la construction

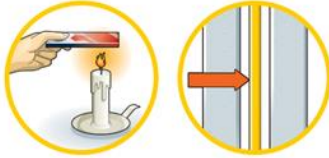
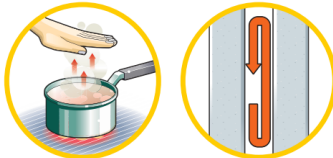
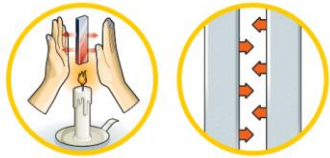
La labellisation est un outil économique permettant d'intégrer sur un marché une valorisation de la qualité. Les labels énergétiques formalisent ainsi une reconnaissance de la qualité des ouvrages, des matériaux, des équipements, mais aussi celle des acteurs de la filière, dans le domaine énergétique, en imposant le respect d'une série d'exigences de la conception à l'exploitation d'une installation.

2.6.3. Les moyens de transmission de la chaleur

2.6.3.1. Comment se transmet la chaleur ?

Les principes généraux de la transmission de la chaleur sont universels et les mêmes mécanismes se retrouvent, à différents niveaux d'importance, dans tous les échanges thermiques de l'enveloppe d'un bâtiment. Le tableau 2-2 illustre Les différents modes de transmission de la chaleur.

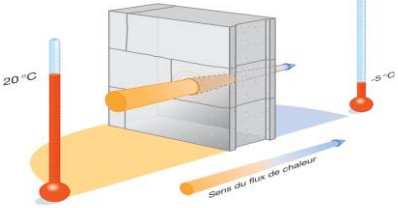
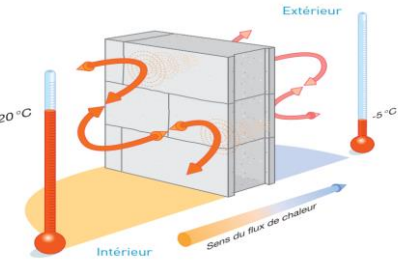
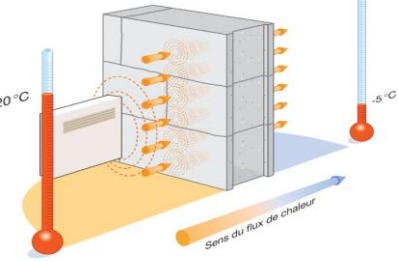
Tableau 2-2 : Les trois modes de transmission de chaleur

Modes de transmission de la chaleur	Détails
<p style="text-align: center;">Par conduction</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Plus le matériau est isolant, moins il y a de conduction.</p> </div> </div>	<p>Concerne principalement les corps solides et les fluides.</p> <p>Il s'effectue entre deux corps directement en contact, en se propageant à l'intérieur de la matière.</p>
<p style="text-align: center;">Par convection</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Plus l'air est immobile, moins il y a de convection.</p> </div> </div>	<p>Concerne principalement les gaz et les fluides.</p> <p>C'est l'échange entre deux corps. Cette transmission de chaleur varie avec la vitesse de l'air et l'écart de température entre les deux corps.</p>
<p style="text-align: center;">Par rayonnement (infrarouge).</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Plus le rayonnement est réfléchi ou absorbé, moins il y a de transfert ou d'échange thermique.</p> </div> </div>	<p>La divergence de températures entre deux corps, fait que le corps le plus froid absorbe l'énergie du corps le plus chaud est cela par l'énergie émise par ce dernier.</p>

2.6.3.2. *Transfert de chaleur dans une paroi*

Les transferts thermiques dans une construction sont de différentes natures. Ils sont fonction des matériaux composants les parois, les murs, les sols, les planchers ou les toitures. Tout l'enjeu de l'isolation sera d'évaluer et de maîtriser ces phénomènes pour un habitat confortable en hiver comme en été. Les grands principes de la thermique et de ses modes de transmission associés (la conduction, la convection et le rayonnement) se retrouvent dans une paroi simple (Tableau 2-3).

Tableau 2-3 : Mode de transmission de la chaleur dans une paroi simple

Mode de transmission	Détails
<p style="text-align: center;">La conduction</p> 	<p>C'est la transmission d'énergie ou de chaleur par la matière même de la paroi (sa partie solide). Une paroi conduit plus ou moins bien la chaleur selon sa résistance thermique¹⁷.</p>
<p style="text-align: center;">La convection</p> 	<p>Au niveau d'une paroi, c'est le mouvement de l'air provoqué quand la température de ce dernier est différente de celle de la paroi. Le local chauffé cède de la chaleur à la paroi par convection.</p>
<p style="text-align: center;">Le rayonnement</p> 	<p>Le rayonnement se manifeste quand des corps chauds émettent des rayons porteurs d'énergie qui sont absorbés par d'autres corps et alors transformés en chaleur.</p> <p>Au niveau d'une paroi, le rayonnement se traduit par celui des émetteurs de chaleur cédant leur chaleur à la paroi.</p>

¹⁷ Elle représente la capacité d'une quantité déterminée de matériau à s'opposer à une variation de température. Elle dépend de la conduction de la chaleur dans les matériaux et de l'épaisseur du matériau. Le but recherché est de diminuer le flux de chaleur (fuite d'énergie ou de chaleur) traversant une paroi.

2.6.4. Comparaison entre une construction bien isolé et non isolé

2.6.4.1. Construction non isolée

En hiver, les déperditions sont maximales au niveau de l'ensemble des parois opaques et vitrées et des liaisons structurelles. La ventilation naturelle n'est pas contrôlée et augmente les déperditions. En été, le soleil surchauffe l'ambiance intérieure.

2.6.4.2. Construction bien isolée

En hiver comme en été, les transferts de chaleur sont réduits sur l'ensemble des parois. La ventilation mécanique contrôlée, optimise le renouvellement d'air pour le moins de déperditions possible. Selon l'orientation, la taille des baies, le mode de vie des occupants, et les apports gratuits d'énergie peuvent représenter jusqu'à 20 % des besoins. Ils réduisent d'autant les besoins d'énergie.

2.6.5. Systèmes d'isolation

2.6.5.1. Système d'isolation thermique par l'intérieur

L'isolation thermique par l'intérieur permet de traiter aisément les jonctions avec les menuiseries, portes, balcons, ... etc., ainsi que celles avec l'isolation des combles et toitures.

Pour respecter les conditions de confort d'été, la masse des murs n'étant pas en contact avec les volumes intérieurs, il sera pertinent de composer avec des parois intérieures lourdes. C'est la technique dominante, qui peut se traduire par des ponts thermiques importants au niveau des planchers intermédiaires et des refends lorsque ceux-ci sont maçonnés. En maison individuelle, le poids de ces ponts thermiques est assez limité, entre autre parce que des solutions simples de traitement existent.

En revanche, au fur et à mesure que le nombre de niveaux augmente, le traitement des ponts thermiques des planchers intermédiaires nécessite le recours à des solutions de rupteurs thermiques plus complexes ou à des structures intégrant le traitement thermique.

2.6.5.2. Système d'isolation thermique par l'extérieur

L'isolation thermique par l'extérieur permet de supprimer les ponts thermiques au niveau des planchers intermédiaires et des refends. Elle permet également de tirer parti de

l'inertie des murs pour récupérer les apports solaires en hiver et pour réduire l'inconfort en été [Effinergie, 2008].

Placer l'isolation à l'extérieur permet d'optimiser principalement :

- Les performances thermiques du bâtiment dans son ensemble.
- Le coût global de l'opération.
- L'entretien. [ADEME, 2006].

En revanche, ce type d'isolation (sous enduit, vêtture, bardage, ...) implique des précautions spécifiques de mise en œuvre pour garantir le traitement thermique de la jonction avec les planchers bas, les encadrements de fenêtres, portes, loggias, balcons, etc. et les acrotères des toitures plates ou les combles. Le groupement du mur manteau a décrit des solutions de traitement des points singuliers en isolation par l'extérieur [Effinergie, 2008].

2.6.6. Comparaison entre l'isolation par l'extérieur et l'isolation par l'intérieur

Le tableau 2-4 illustre une comparaison entre l'isolation par l'extérieur et l'isolation par l'intérieur.

Le tableau 2-4 : Comparaison entre l'isolation par l'extérieur et l'isolation par l'intérieur

	Isolation par l'intérieur	Isolation par l'extérieur
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Ne modifie pas l'aspect extérieur. • Prix réduit. • Facilité de mise en œuvre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Regroupe les opérations d'isolation et de ravalement. • Traite un grand nombre de ponts thermiques. • Protège les murs des variations climatiques. • Ne modifie pas la surface des pièces.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Réduit la surface des pièces. • Mise en œuvre difficile si présence de prises, canalisations, équipements à démonter. • Ne traite pas tous les ponts thermiques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût supérieur. • Modifie l'aspect extérieur.

2.6.7. Les types d'isolants

Plusieurs familles d'isolants coexistent sur le marché. Le classement peut se faire suivant le mode d'isolation:

2.6.7.1. *Isolation par lame d'air immobile (entre parois)*

Ces isolants piègent l'air dans les petites cavités qui se trouvent entre leurs fibres. Or l'air immobile est un excellent isolant avec un coefficient de conductivité thermique très faible. A savoir tous les isolants à base de fibres :

- Minérales (laines de verre, laines de roche,...)
- Animales (laines de mouton, plumes de canard,...)
- Végétales (fibres de bois, ouate de cellulose, chanvre, lin,...)
- Synthèse : Mousses alvéolaires (Le polyuréthane (PUR), Le polystyrène extrudé (XPS), Le polystyrène expansé (PSE), ...)

2.6.7.2. *Isolation par le vide (lame d'air)*

Le vide est le meilleur isolant possible car, en l'absence de matière, les déperditions de chaleur par conduction et par convection ne peuvent pas s'opérer. Seul le transfert par rayonnement est possible [ACTIS, 2012].

2.6.7.3. *Isolation par gaz piégé*

Le principe est le même que celui de l'air immobile mais dans ces isolants, l'air est remplacé par un gaz ayant un coefficient de conductivité thermique plus faible que celui de l'air. C'est le cas par exemple des mousses de polyuréthane, du polystyrène expansé et du polystyrène extrudé.

2.6.7.4. *Isolants minces multicouches réflecteurs*

Ils représentent un cas très particulier de matériaux fonctionnant suivant le principe de l'air immobile, car :

- Ils sont constitués de plusieurs couches de matériaux fibreux ou de mousses alvéolaires appelées séparateurs, intercalées par des films métallisés appelés réflecteurs,

- Ils sont mis en œuvre entre 2 lames d'air immobiles qui empêchent l'énergie de se transmettre par contact,
- L'ensemble est étanche à l'air et à l'eau.

Les isolants minces thermo-réfecteurs agissent sur les transferts thermiques qui se produisent par rayonnement, convection et conduction.

2.6.8. Les éléments d'isolation

2.6.8.1. Isolation des ponts thermiques

Les principaux ponts thermiques à traiter sont :

- Les jonctions avec la toiture.
- Les jonctions avec les menuiseries.
- Les jonctions avec les planchers intermédiaires et bas.
- Les poutres.

Ces ponts thermiques doivent être limités en conception, en s'attachant à avoir une «frontière» d'isolant autour du bâtiment [AITF, 2013].

2.6.8.2. Isolation de la toiture

Il est nécessaire de définir une épaisseur d'isolation importante, ce qui aura pour effet de diminuer fortement les déperditions thermiques en hiver et d'apporter un meilleur confort thermique d'été :

2.6.8.2.1. Isolation des combles perdus

Pas de problème particulier pour atteindre les niveaux d'isolation requis avec des fortes épaisseurs.

2.6.8.2.2. Isolation en rampant sous toiture

Les toitures recevant une quantité importante de rayonnement solaire, le confort d'été peut être problématique. Des précautions doivent être prises, notamment l'inclusion des fenêtres.

2.6.8.2.3. Toiture terrasse

Des résistances thermiques importantes sont également à mettre en oeuvre. Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, prévoir, dès la conception, des acrotères dont la configuration permet d'isoler leur pourtour [Effinergie, 2008].

2.6.8.3. Planchers bas

L'isolant est mis en œuvre soit sous dalle flottante, soit sous dalle de terre-plein (isolant rapporté ou entrevous isolants ou isolation sous radier), soit les deux. Dans le cas de plancher bas à ossature (sur pilotis), on pourra choisir de placer l'isolant dans l'épaisseur de l'ossature et de faire le choix d'épaisseurs d'isolants encore plus importantes [Effinergie, 2008].

2.7. Stratégie des moyens d'une enveloppe de qualité

Le mot pour assurer une faible demande en énergie des bâtiments neufs ou rénovés est la qualité de l'enveloppe. Une enveloppe de qualité pour une efficacité énergétique des bâtiments s'obtient par une stratégie de moyens économiques, accessibles, faciles à mettre en œuvre et apportant des bénéfices conjugués autant pour le confort individuel que pour la préservation de la planète.

En associant l'isolation, l'étanchéité à l'air et la ventilation on obtient un meilleur moyen de préserver la qualité de l'air intérieur (Figure 2-4).



Figure 2-4 : Paramètre pour atteindre une enveloppe de qualité

La figure 2-5 illustre l'association des paramètres qui sont déjà identifiés (Cf. Figure 2-4), et qui montre leur association qui converge vers le même objectif, en répondant au besoin de l'utilisateur, protection de l'environnement, et de l'entretien du bâtiment.

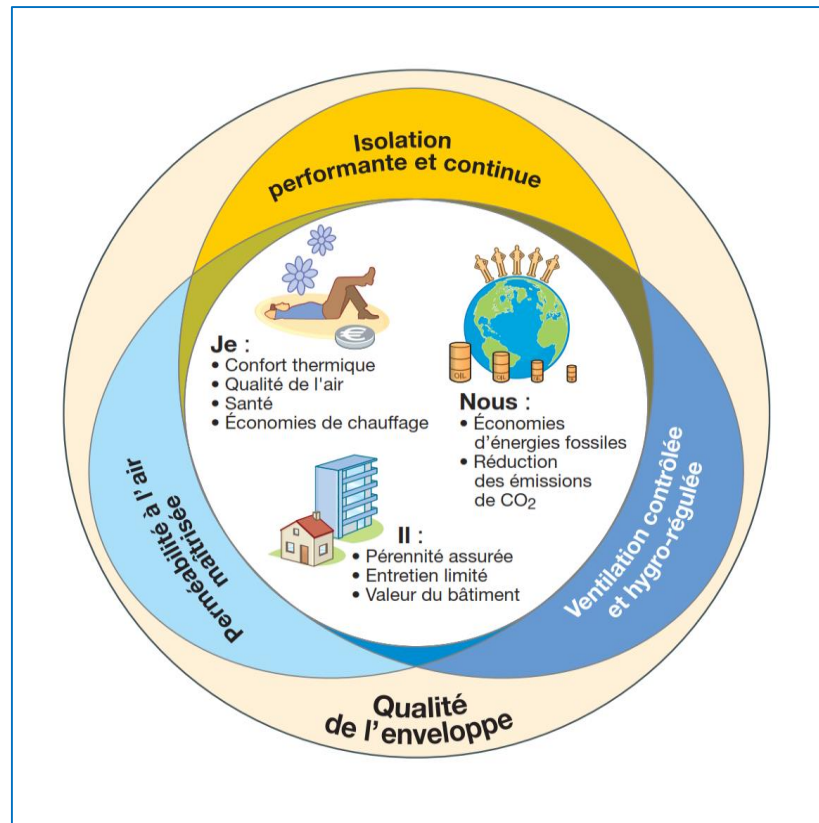


Figure 2-5 : Qualité de l'enveloppe
 Source : *La thermique du bâtiment*, Isover 2012

2.8. Conclusion

L'efficacité énergétique à travers les mesures soulignées dans ce chapitre, est bénéfique autant pour le consommateur à travers son confort et l'allègement de ces factures énergétiques, que pour l'environnement, car la maîtrise de l'énergie atténue la pression sur l'impact environnemental. Aussi, ne pas oublier l'impact sur les aspects socio-économiques, qui se concrétise par le fait que les économies d'énergies se traduisent par un gain substantiel au niveau des ressources financières. Le chapitre qui suit, nous permettra à comprendre comment peu on manager l'efficacité énergétique dans le bâtiment.

Chapitre 3

Management de l'efficacité énergétique

« Aucun problème ne peut être résolu sans changer l'état d'esprit qui l'a engendré ».

Albert Einstein

Sommaire Chapitre 3

3.1. Introduction.....	47
3.2. La notion de performance.....	47
3.2.1. La performance « efficacité »	47
3.2.2. La performance « efficience »	47
3.3. Management de l'efficacité énergétique par la démarche Haute Qualité Environnementale (HQE)	48
3.3.1. Principes de la démarche HQE	52
3.3.2. Management environnemental : une méthode pour la démarche HQE	53
3.3.3. La qualité environnementale des bâtiments (QEB) :	56
3.3.4. La certification « NF Ouvrage – Démarche HQE» à l'international	57
3.4. Autres labels et certifications énergétiques	57
3.4.1. Les labels efficacité énergétique.....	57
3.4.2. Certifications énergétiques les plus utilisé.....	58
3.5. Certifications environnementales.....	59
3.6. Management de l'énergie : la norme ISO 50001.....	60
3.7. L'audit énergétique.....	61
3.8. Approche systémique d'un bâtiment à efficacité énergétique.....	62
3.9. Conclusion	64

3.1. Introduction

La conservation des ressources naturelles et la lutte contre le réchauffement climatique dû aux émissions de gaz à effet de serre passe par la mobilisation du secteur de la construction.

L'efficacité énergétique dans les bâtiments est un moyen indispensable afin de réduire les consommations énergétique, L'un des leviers du développement durable dans les bâtiments est la Haute Qualité Environnementale, dont l'objectif est la maîtrise de toutes les consommations, la réduction des nuisances et l'amélioration du confort tout en respectant l'intégration du bâtiment dans son environnement. L'atteinte de ces objectifs passe par une bonne stratégie de la maîtrise d'ouvrage traduite dans la démarche HQE par la mise en place d'un système de management.

Nous montrerons dans ce chapitre que le management de l'efficacité énergétique est un moyen de réduire les impacts sur l'environnement lors de la construction et du fonctionnement du bâtiment. Le management de l'efficacité énergétique par l'approche de la démarche HQE est une des propositions pour arriver aux résultats attendu, notamment à travers de son volet concernant la Qualité Environnementale du Bâtiment, nous présenterons les principaux enjeux et objectifs de cette démarche et d'autres certification et labels. Nous verrons aussi comment doit se faire un audit énergétique, et finir par une analyse systémique d'un bâtiment à efficacité énergétique.

3.2. La notion de performance

3.2.1. La performance « efficacité »

L'analyse de la performance énergétique dans les bâtiments a mis en évidence la nécessité de recourir à un dispositif commun et reconnu de mesurage. La performance est alors comprise comme le résultat mesurable d'une efficacité (énergétique), orienté vers l'atteinte d'objectifs préalablement définis. L'efficacité est alors comprise comme ce « qui produit, dans de bonnes conditions et sans autre aide, l'effet attendu » [CNRTL, 2011 ; Rey, 2005].

3.2.2. La performance « efficience »

La performance s'enrichit d'une dimension supplémentaire lorsqu'elle est directement rapportée à la conception et la finalité d'un bâtiment. La performance doit prendre en compte l'interdépendance existant entre les moyens engagés et les résultats à obtenir,

évoquant ainsi une notion d'efficience à différencier de la notion d'efficacité. La notion d'efficience marque l'« aptitude (d'une machine, d'une technique, d'une personne ou d'une entreprise) à fournir le meilleur rendement » [CNRTL, 2011 ; Rey, 2005].

Ces deux interprétations de la performance dans le domaine énergétique nous ont permis d'entrevoir les fondements d'un concept et nous ont amené à poursuivre notre démarche en élaborant notre propre perception de la performance dans le cadre spécifique de notre problématique.

3.3. Management de l'efficacité énergétique par la démarche Haute Qualité Environnementale (HQE)

La Haute qualité environnementale est un concept pionnier qui date des années 1990 et qui a donné lieu à la certification « NF Ouvrage Démarche HQE » par l'AFNOR. Elle se définit comme étant une démarche de management de projet visant à obtenir la qualité environnementale d'une opération de construction ou de réhabilitation [Certivéa, 2008]. La démarche HQE est une démarche volontaire qui implique une prise en compte de l'environnement à toutes les étapes de l'élaboration et de la vie des bâtiments. En effet, la construction, l'entretien et l'usage de tout bâtiment induisent un impact sur l'environnement, et donc un coût global, que la HQE tentera de réduire ou compenser. Le principe repose sur un ensemble d'objectifs visant à approcher ou atteindre 14 « cibles » définies au moment de la conception. La cible est atteinte si le niveau relatif de performance est égal à celui du meilleur projet connu au même moment dans le domaine concerné. Diverses normes visent certains des objectifs qui sont aussi ceux de la démarche environnementale appliquée à l'architecture.

La certification HQE est une démonstration faite par un organisme tiers. Elle garantit par une marque qu'un bâtiment répond à des caractéristiques bien définies. Elle est une attestation rendue nécessaire pour crédibiliser des engagements des acteurs dans une démarche réelle en faveur du développement durable et la qualité environnementale, mais également pour attester de la qualité et de la véracité des résultats obtenus par cette démarche. Par la même, cela permet de valoriser les acteurs et leurs réalisations à travers des démarches crédibles.

L'opération de construction est un processus long (de quelques années pour la programmation, la conception, la réalisation, à des dizaines d'années d'exploitation). Elle

implique un nombre important d'acteurs. En effet, tout projet comprend trois dimensions liées directement à la construction [Platzer, 2009] :

- **Une dimension temporelle** : programmation, conception, construction, exploitation,
- **Une dimension structurelle, les acteurs** : investisseur, maître d'ouvrage, architecte, entreprises, exploitants...etc,
- **Une dimension physique, le découpage du bâtiment** : les ouvrages, murs, toitures, chauffage, portes et fenêtres.

Mais la performance environnementale impose une quatrième dimension (Figure 3-1), que la Démarche HQE arrive à organiser.

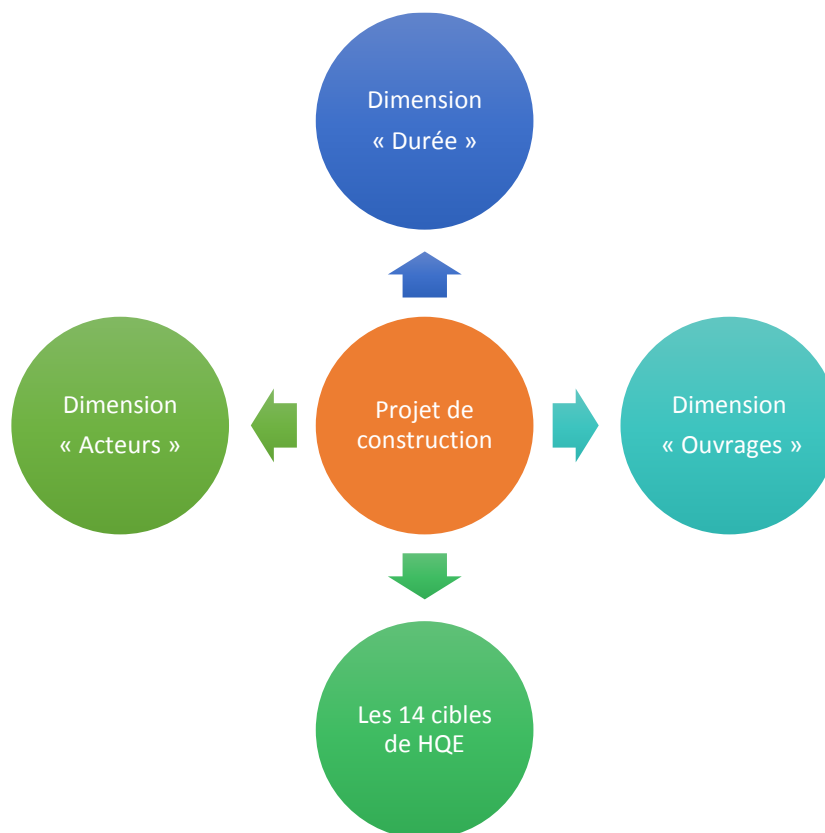


Figure 3-1 : La démarche HQE, quatrième dimension du projet de construction

La Haute Qualité Environnementale doit conjuguer la maîtrise des impacts des constructions sur l'environnement extérieur avec la mise en œuvre d'un environnement intérieur sain et confortable. La démarche HQE correspond à un processus volontariste d'un maître d'ouvrage visant à [Hetzl, 2009] :

- Evaluer et maîtriser les impacts de son projet de bâtiment sur l'environnement.
- Caractériser ces impacts en facteurs d'émissions (air, eau, sols, déchets).
- Réduire l'impact global, tout en maîtrisant le confort et la santé.

Cependant, cette mission est d'autant plus délicate que nous passons environ 80% de notre temps à l'intérieur des bâtiments et que, par conséquent, le confort et les conditions sanitaires de nos constructions sont primordiaux. Sachant que nous devons prendre en compte le respect des habitants qui vivent aujourd'hui dans ces bâtiments, mais aussi les générations qui les utiliseront demain.

Chaque étape de la vie d'un bâtiment est couverte par une étape de la certification HQE. La méthode française d'évaluation est un ensemble d'actions, qui visent dans les différentes phases relatives au bâtiment à l'acte de construction, à planifier, mettre en œuvre, vérifier et enregistrer pour assurer la prise en compte de l'environnement, du confort et de la santé. Elle s'appuie sur trois volets (Figure 3-2), [Certivéa, 2008], [XP P01-020-1, 2005]:

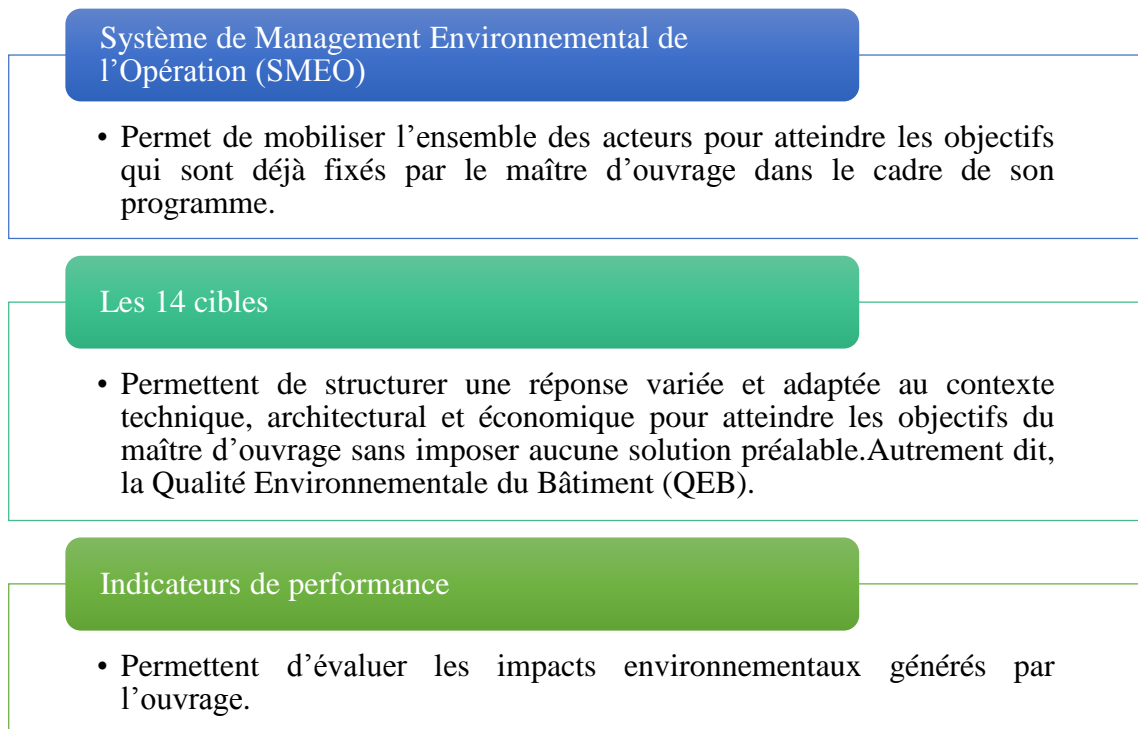


Figure 3-2 : Les 3 volets qui constituent le référentiel générique de la démarche HQE

- La mise en œuvre d'un Système de Management d'Opération permet d'organiser l'opération pour atteindre les objectifs de la qualité environnementale déjà définis, tout en maîtrisant l'ensemble des processus opérationnels liés à la programmation, la conception et la réalisation de l'ouvrage.
- La Qualité Environnementale du Bâtiment (QEB) est déclinée en 14 cibles (Cf. Tableau 3-1), qui offrent un langage commun, décrivant précisément les caractéristiques environnementales d'une opération.

Tableau 3-1: Les 14 cibles de la démarche HQE

14 cibles de la Qualité Environnementale du Bâtiment	
Environnement extérieur	Environnement intérieur
Ecoconstruction	Confort
Cible n°1 : Relation du bâtiment avec son environnement immédiat Cible n°2 : Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction Cible n°3 : Chantier à faible impact environnemental	Cible n°8 : Confort hygrothermique Cible n°9 : Confort acoustique Cible n°10 : Confort visuel Cible n°11 : Confort olfactif
Eco-gestion	Santé
Cible n°4 : Gestion de l'énergie Cible n°5 : Gestion de l'eau Cible n°6 : Gestion des déchets d'activités Cible n°7 : Maintenance – Pérennité des performances environnementales	Cible n°12 : Qualité sanitaire des espaces Cible n°13 : Qualité sanitaire de l'air Cible n°14 : Qualité sanitaire de l'eau

- Les indicateurs de performance environnementale
 - ✓ Indicateur de consommation de ressources énergétiques non renouvelables en kWh/m².an
 - ✓ Indicateur changement climatique en kg CO₂ eq/m².an
 - ✓ Indicateur consommation d'eau en m³/m².an
 - ✓ Indicateur production de déchets en kg /m².an

L'obtention de la certification HQE est conditionnée pour l'obtention d'une évaluation Très Performante sur 3 des 14 cibles, Performante sur 4 autres, et d'obtention des performances de Base sur 7 d'entre elles. (Figure 3-3). [Guide Pratique, 2008].

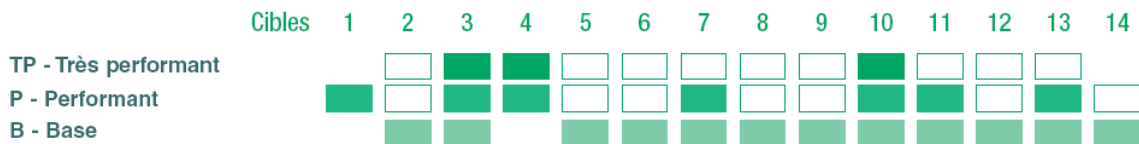


Figure 3-3 : Exemple de profil environnemental permettant d'obtenir la certification HQE

La démarche HQE s'appuie sur une notion « cible », qui est essentielle pour [Platzer, 2009]:

- fédérer les acteurs du projet ;
- éviter de déterminer les solutions a priori et laisser les projets se développer selon les domaines suivants :
 - ✓ le bâtiment en harmonie avec son environnement extérieur ;
 - ✓ la qualité des ambiances intérieures créées ;
 - ✓ l'attention portée au bien-être des occupants ;
 - ✓ les filières de production ;
 - ✓ la gestion durant toute la vie de la construction.

3.3.1. Principes de la démarche HQE

Plusieurs principes se sont imposés afin d'améliorer et développer la démarche HQE. Ces grands principes sont [Hetzl, 2008]:

Une approche environnementale et sanitaire des bâtiments se fondant sur des évaluations en respectant différents niveaux d'impacts : niveau planétaire, niveau régional et niveau local.

- Une approche type « cycle de vie » qui permet de fournir un cadre et un contenu à la démarche.
- La notion d'unité fonctionnelle, c'est-à-dire, à la définition par type de bâtiment d'un usage représentatif avec une durée de vie typique qui permet de comparer des situations proches en termes d'usage.
- La démarche s'applique aux bâtiments neufs et existants en phase de conception, de réalisation, d'utilisation et de déconstruction.

- La conception ou la réhabilitation doivent relever de l'éco-conception HQE qui se définit par la mise en œuvre simultanée et itérative du SME et du référentiel d'évaluation de la qualité environnementale. L'objectif étant de réduire les impacts sur l'environnement extérieur des bâtiments tout en maintenant et améliorant la qualité de l'environnement intérieur assurant aux usagers un cadre de vie confortable et sain.
- Le bâtiment ne peut pas dans le cadre du développement durable être dissocié du territoire dans lequel il est inséré.
- Il n'est pas possible d'affirmer qu'une solution technique résolve définitivement la question complexe des impacts environnementaux et sanitaires. Il faut choisir les solutions avec discernement en sachant qu'il est nécessaire de suivre l'évolution des connaissances.

3.3.2. Management environnemental : une méthode pour la démarche HQE

La qualité environnementale répond non seulement à une approche statique de type contrôle de seuils (évaluation des niveaux requis pour les critères techniques de qualité), mais aussi à une approche dynamique de progrès. Elle met en œuvre des processus d'amélioration continue, puisque sa vocation première est l'amélioration individuelle et collective au service d'un objectif planétaire. [Platzer, 2009]

Sur le principe de certification dans la démarche HQE, on s'appuie sur un point fort du référentiel de la démarche HQE, c'est le Système de Management de l'Opération (SMO) qui est la colonne vertébrale de cette démarche. Il permet de suivre l'opération dès le début jusqu'à la livraison, c'est-à-dire, de la phase préféabilité de la conception jusqu'à la phase d'exploitation. Où les acteurs des opérations doivent prendre en charge le pilotage de l'opération et la mise en œuvre de bonnes pratiques du management environnemental. La permanence d'un système de management de l'opération permet de s'assurer que l'opération est bien pilotée et maintenue dans le temps [Certivéa, 2006].

D'ailleurs, à l'intérieur de système de management environnemental il y a d'un côté, la prise en compte du contexte de l'opération qui permet de hiérarchiser les objectifs environnementaux en fonction du contexte, et des besoins prévus par les propriétaires où par les habitants et les futurs utilisateurs du bâtiment. De l'autre côté, le SME permet d'organiser l'opération pour atteindre les cibles, donc de mettre en harmonie l'ensemble des acteurs qui concourent à la réussite de l'opération.

Le maître d'ouvrage détient un rôle essentiel dans les opérations de qualité environnementale. C'est lui qui valide la programmation et les allocations de ressources. C'est pourquoi le système de management environnemental de l'opération est alors une déclinaison du SMO du maître d'ouvrage et de son organisme (Figure 3-4).

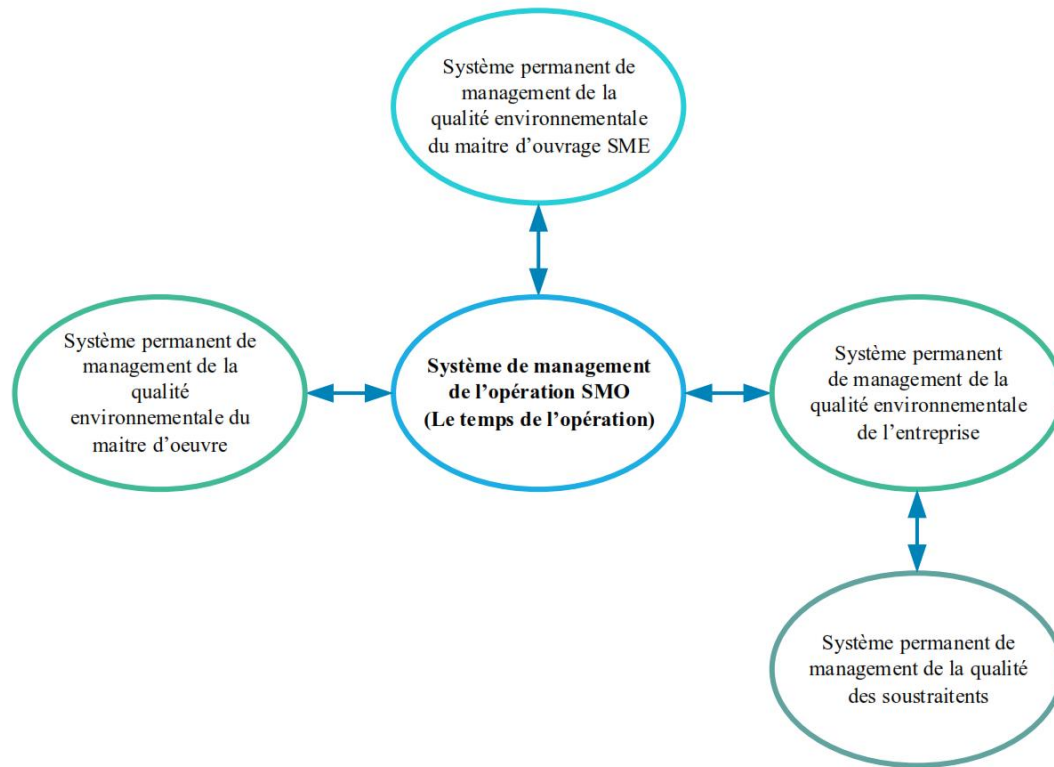


Figure 3-4 : Management de la qualité environnementale.

Le système de management environnemental est un outil de gestion du projet qui doit améliorer le dialogue entre les acteurs de l'opération. Il permet de s'organiser de manière à réduire et maîtriser les impacts de l'opération sur l'environnement. Il inscrit l'engagement d'amélioration environnementale d'opération de la collectivité, en permettant au maître d'ouvrage de se perfectionner continuellement. Atteindre la performance dans une démarche HQE ne se fait pas par hasard, mais par une mobilisation d'intelligence collective de l'ensemble des acteurs qui adhèrent au système de management.

La réalisation d'une opération de Qualité Environnementale ne peut se faire qu'avec anticipation, concertation et organisation entre acteurs. C'est pourquoi la mise en place

d'un système de management environnemental de l'opération (SME) est indispensable. [Asso. HQE, 2010]. Ainsi, les principaux objectifs du SME sont de :

- Améliorer la performance du système de gestion avec l'introduction d'un nouvel angle critique.
- Maîtriser les risques pour le site.
- Se différencier par rapport à la concurrence.
- Valoriser l'image du projet.
- Communiquer de manière transparente vis-à-vis du personnel, des riverains, des clients, des assureurs, etc.

Les deux approches normatives d'un Système de Management Environnemental sont l'ISO 14001 et le SMEA (Système de Management Environnemental et d'Audit) qui est également appelé le EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) qui va beaucoup plus loin que le système mis en place par la norme ISO 14001 en rendant obligatoire un certain nombre de points supplémentaires. La différence entre le règlement EMAS et la norme ISO 14001 est que l'organisme est obligée de communiquer une déclaration environnementale aux parties prenantes dans le cadre du règlement EMAS.

Les normes ISO qui décrivent les SME sont :

- Les normes ISO 14001 [ISO 96-1] et ISO 14004 [ISO 96-2], définissent les spécifications et lignes directrices pour l'utilisation et la mise en œuvre du SME.
- Les normes ISO 14010 [ISO 96-3], ISO 14011 [ISO 96-4] et ISO 14012 [ISO 96-5], définissent les principes et procédures de l'audit environnemental, ainsi que les critères de qualification des auditeurs environnementaux.

En résumé, cette démarche de management environnemental a pour but de justifier la qualité environnementale, en demandant au maître d'ouvrage tout d'abord de déterminer le profil de la qualité environnementale pour son bâtiment. Ensuite, il s'engagera à préparer et disposer tous les moyens nécessaires à la réussite d'objectifs précis. D'autre part, cela permet de planifier l'opération et de définir les domaines de responsabilités des acteurs. En conséquence, le type des relations contractuelles ainsi que les modes de communications avec les parties intéressés fait également parti du système de management. Autrement dit, c'est un outil de pilotage de la réalisation elle-même.

3.3.3. La qualité environnementale des bâtiments (QEB) :

Plusieurs définitions de la qualité environnementale d'un bâtiment sont proposées comme :

Celle de l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) : « La qualité environnementale est une orientation partagée par l'ensemble des acteurs de la construction (maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre, architectes, bureaux d'études techniques, gestionnaires de parc immobilier, fabricants de matériaux ou de composants, etc.) qu'elle engage le secteur de la construction vers des démarches concrètes pour améliorer la qualité des ambiances intérieures et réduire les impacts environnementaux » [ADEME, 2007].

Ou celle proposée par l'Agence de Protection Environnementale des Etats-Unis (USEPA) : « La construction verte qu'elle est également connue comme un bâtiment durable ou bâtiment à haute performance, est la création de structures en utilisant des procédés qui sont respectueux de l'environnement et économes en ressources tout au long du cycle de vie d'un bâtiment ; de l'implantation à l'exploitation et l'entretien et même à la rénovation et à la déconstruction. Cette pratique se développe et complète les préoccupations classiques de conception du bâtiment en ce qui concerne l'économie, l'utilité, la durabilité et le confort » [US EPA, 2009].

La mieux adoptée est celle de l'Association HQE : «*La Qualité Environnementale d'un Bâtiment (QEB) est l'aptitude de l'ensemble des caractéristiques intrinsèques du bâtiment, des équipements et de la parcelle à satisfaire les exigences liées à la maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur et la création d'un environnement intérieur confortable et sain.*». Cette définition qui a été reprise dans la norme NF P01-020-1, ne définit pas les niveaux de qualité à atteindre mais permet à l'ensemble des acteurs du bâtiment d'adopter un "langage commun" pour décrire la qualité environnementale d'un bâtiment sur l'ensemble des étapes de son cycle de vie : conception, réalisation, exploitation, fin de vie. [Asso. HQE, 2010].

Ce concept de la qualité environnementale des bâtiments est utilisé dans les méthodes de certification des bâtiments. Cela veut dire que pour évaluer la QEB, il faut en premier lieu recueillir et analyser les données. Ensuite, il faut évaluer ces informations au regard du critère de performance environnementale définis dans un référentiel.

Afin de maîtriser les impacts environnementaux des bâtiments, la norme française NF P 01-020-1 qui concerne la qualité environnementale des bâtiments, identifie les impacts environnementaux des bâtiments en deux catégories (Figure 3-5).

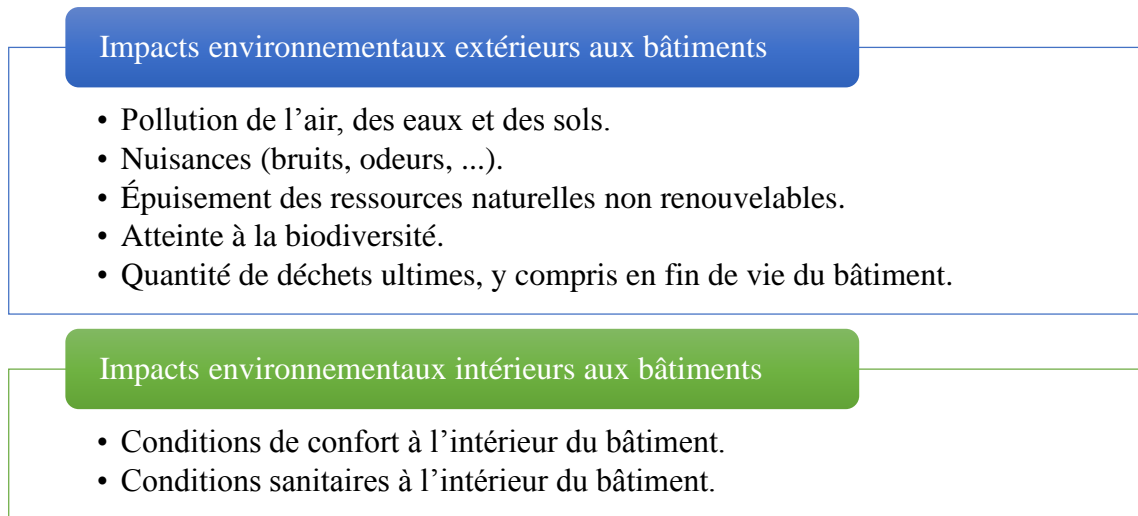


Figure 3-5 : Les impacts environnementaux des bâtiments selon la norme NF P 01-020-1

3.3.4. La certification « NF Ouvrage – Démarche HQE » à l'international

Cette certification est le fruit d'un travail collectif d'acteurs français adapté au contexte du marché du bâtiment de l'hexagone (réglementation importante, multiplicité d'acteurs,...). Pour autant, ses principes et ses outils sont utilisables, moyennant adaptation sous toutes les latitudes. Des adaptations sont d'ores et déjà opérationnelles pour le Brésil et en cours pour le Liban, le Vietnam et l'Argentine.

La certification NF Ouvrage – Démarche HQE sans adaptation, est exploitée par les opérateurs français en Algérie, Tunisie, Belgique et Luxembourg.

3.4. Autres labels et certifications énergétiques

3.4.1. Les labels efficacité énergétique

Les labels « haute performance énergétique » attestent que le bâtiment respecte un niveau de performance énergétique globale supérieur à l'exigence réglementaire, vérifié grâce à des modalités minimales de contrôle. Ils ne peuvent être délivrés que par des organismes certificateurs, sous convention spéciale avec le ministère en charge de la construction, seul habilité à autoriser la délivrance des labels par un tiers.

Les labels HPE « Haute performance énergétique » et BBC « Bâtiment de basse consommation énergétique » sont des labels publics. Ils sont décernés aux bâtiments certifiés sur la sécurité, la durabilité et les conditions d'exploitation des installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de climatisation et d'éclairage ou encore sur la qualité globale du bâtiment.

Pour les constructions nouvelles, différentes catégories de labels HPE existent en fonction de la performance énergétique du bâtiment :

- Haute Performance Energétique (HPE)
- Très Haute Performance énergétique (THPE)
- Haute Performance énergétique – Energie renouvelable (HPE EnR)
- Très Haute Performance énergétique - Energie renouvelable (THPE EnR)
- Bâtiment de Basse Consommation (BBC)

3.4.2. Certifications énergétiques les plus utilisé

- **La certification BREEAM** (BRE Environmental Assessment Method), Royaume-Uni, impose une attention spécifique à la préservation de la biodiversité et à l'écomobilité.
- **La certification LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design), est un système nord-américain, qui met en avant la qualité de l'air intérieur, l'utilisation de ressources recyclées ou de proximité et une étude des consommations énergétiques du bâtiment incluant celle des utilisateurs.

3.5. Certifications environnementales

La figure 3-6 illustre les différents niveaux de la pyramide de la qualité environnementale dans le bâtiment.

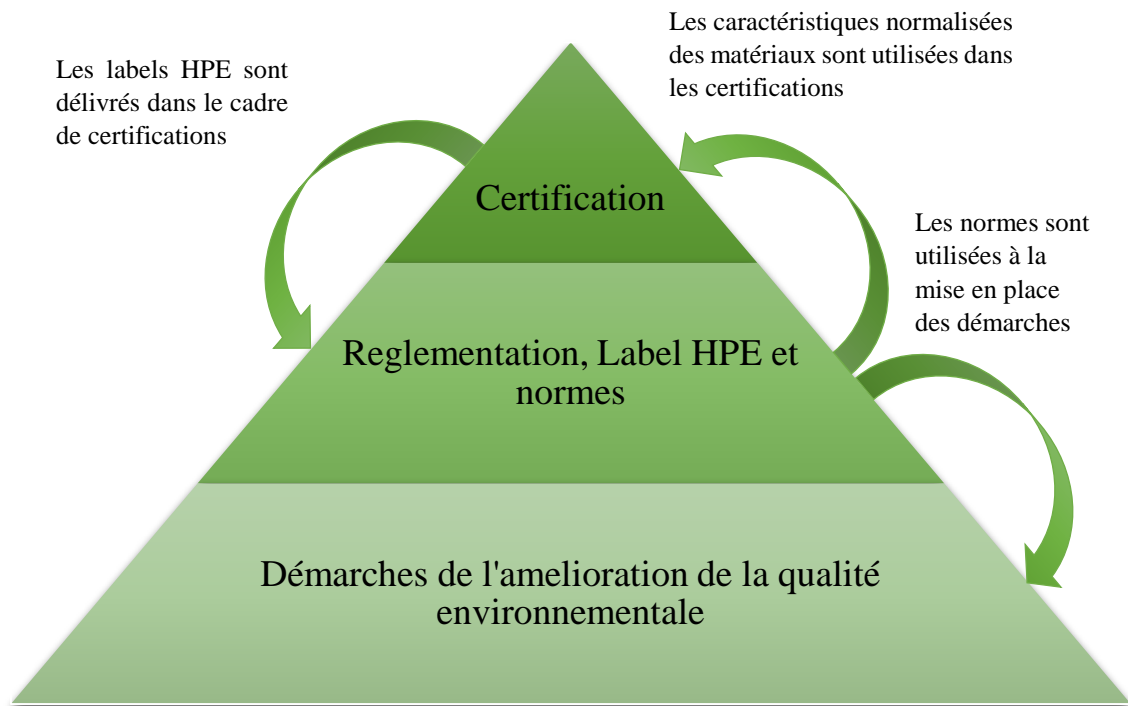


Figure 3-6 : Pyramide de la performance environnementale dans le bâtiment
 Source : [Platzer, 2009]

La mobilisation des acteurs se situe à la base de cette pyramide, où elle s'effectue à travers des démarches environnementales, dont la plus répandue est la Démarche HQE. Elle constitue le socle de cette démarche.

Les normes et réglementations qui permettent de fixer des minimums pour les différentes qualités des produits et des ouvrages, et de tracer les bases d'un cadre commun pour l'appréciation des démarches se présentent au premier niveau.

Le second niveau de la pyramide montre qu'il est essentiel d'aller au-delà des minimums de réglementations, notamment dans les constructions neuves. Cette nécessité peut s'expliquer pour :

- Raisons sociales et collectives : Il faut anticiper, particulièrement dans le cas des bâtiments publics, afin que les bâtiments nouveaux ne se révèlent pas inadaptés demain ;

- Pour des raisons de marketing économique : non seulement un bâtiment à hautes performances se louera mieux, mais à terme il ne verra pas sa valeur s'effondrer pour cause d'inaptitude à l'usage ;
- Parce qu'il s'agit du rôle des certifications environnementales, qui ont pour objectif de différencier le produit, en assurant au client que le bâtiment réalisé et livré présente les caractéristiques fixées dans un référentiel donné.

La certification fait l'objet d'un contrôle par les pouvoirs publics, qui s'assurent que le référentiel est accessible à tous et que l'organisme certificateur présente les qualités requises.

D'un point de vue technique, les données de la certification sont divisées entre les cibles quantitatives et les cibles qualitatives. Les deux types de cibles font pourtant face à l'imperfection et l'imprécision des données et des avis d'experts : les avis personnels dans les préoccupations qualitatives sont souvent évalués subjectivement et les mesures dans les cibles quantitatives ne sont pas faites complètement sans erreur. Ainsi l'imprécision devrait être prise en compte dès le début, en évitant l'utilisation de valeurs supposées précises alors que les informations ne sont pas fiables [Essa, 2007].

3.6. Management de l'énergie : la norme ISO 50001

La nouvelle norme internationale ISO 50001, relative aux Systèmes de Management de l'Énergie (SMÉ), permet d'aborder la notion de performance énergétique liée à l'organisation. C'est un document de portée internationale, est supposé concerné plus de 60 % de l'usage énergétique mondial, dans tous les secteurs économiques des pays en s'assurant notamment une compatibilité avec les normes ISO 9001 (management de la qualité) et ISO 14001 (management environnemental). La norme ISO 50001, publiée en novembre 2011, établit l'ensemble des exigences génériques que doit suivre tout « organisme » pour améliorer sa performance énergétique et accéder à une certification de conformité.

Cette norme s'adresse à tous les types d'organismes (système sociaux), « quelles que soient les conditions géographiques, culturelles et sociales ». L'« intention », présentée dans le paragraphe introductif de la norme, limite la portée du document à des objectifs généraux de réduction des émissions de GES, des effets négatifs sur l'environnement, et des coûts (financiers) liés à l'énergie. La norme repose en réalité sur la conception et l'instauration « méthodique » d'un système de management de l'énergie (SMÉ) destiné à

maîtriser l'utilisation énergétique et permettant d'envisager des ambitions dépassant la seule considération financière.

3.7. L'audit énergétique

L'audit énergétique consiste en l'analyse des conditions de fonctionnement d'un bâtiment afin d'établir un diagnostic de sa situation énergétique. Il permet d'identifier les postes les plus gros consommateurs et d'en déduire les améliorations les plus rentables.

L'audit énergétique vise à:

- Connaître l'efficacité énergétique d'un bâtiment, en établissant un état des consommations énergétiques tenant compte des caractéristiques du bâtiment et de ses usages.
- Identifier les défauts énergétiques et expliquer d'éventuels dysfonctionnements;
- Proposer des mesures correctrices tenant compte des diverses caractéristiques liées au bâtiment et à son utilisation (structure du bâtiment, composition des parois, type d'utilisation, type d'occupants, ...).
- Evaluer les investissements et les économies réalisables, et établir une grille d'aide à la décision permettant d'établir un plan d'investissement justifié, à la fois aux niveaux énergétique, technique et financier.

La figure 3-7 illustre la démarche afin de réaliser un audit énergétique :

DÉMARCHE PRÉLIMINAIRE

- Clarification préalable des objectifs recherchés et de la mission demandée
- Nature et inventaire des documents disponibles
- Recensement de la nature des investigations complémentaires
- Sélection des sites à auditer
- Relevés complémentaires sur site

RECONSTITUTION DES DONNÉES

- Recensement des données fournies et reclassement par thématique
- Exploration des informations complémentaires à rassembler
- Préparation des visites et entretiens

RELEVÉS COMPLÉMENTAIRES SUR SITE

- Relevés complémentaires sur site: entretiens avec les responsables, vérifications visuelles, mesures et relevés des installations en fonctionnement pour un diagnostic détaillé

EVALUATION DU PATRIMOINE

- Audit général du bâti: enveloppe et sécurité des locaux techniques
- Audit des systèmes énergétiques: conformité réglementaire, état de santé, maintenance
- Audit des contrats: exploitation chauffage, combustibles
- Audit des consommations énergétiques: consommation de référence, rendement des installations,...
- Audit environnemental : émission des polluants, renouvellement d'air, confort

ANALYSE DES RÉSULTATS ET RECOMMANDATIONS

- Gisements d'économie d'énergie, indice de conformité réglementaire, classe de performance énergétique, indice de confort, indice d'état de santé, plans de travaux, besoins de financement, niveau de performance énergétique projeté, priorité des actions,...

Figure 3-7 : Démarche d'audit énergétique

3.8. Approche systémique d'un bâtiment à efficacité énergétique

L'étude du bâtiment fait appel à un ensemble de connaissances dans des domaines variés, qui peuvent être concrets ou abstraits. Le bâtiment est vu comme un système complexe. La systémique est une discipline transversale née au 20^{ème} siècle, elle apporte des concepts et des méthodes permettant d'aborder ce genre de complexité.

Comme pour tout système complexe, il est impossible de prévoir le comportement d'un bâtiment autrement que par la simulation. Par l'approche systémique, décrire le bâtiment sans chercher à décomposer le problème mais en tenant compte de sa globalité.

La figure 3-8, illustre l'approche systémique d'un bâtiment a efficacité énergétique, les sous-systèmes du bâtiment, les parties prenantes, les niveaux de détail et le rôle de chaque sous-système.

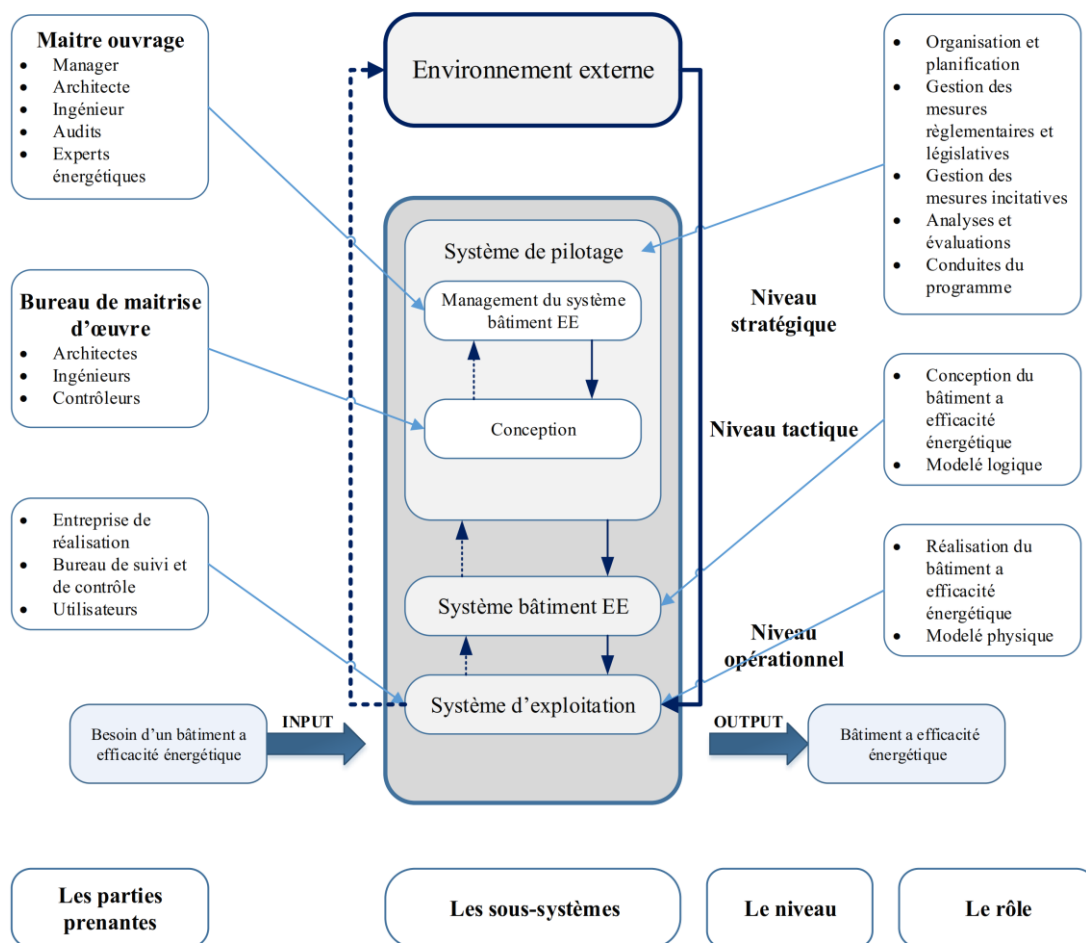


Figure 3-8 : Approche systémique d'un bâtiment a efficacité énergétique

3.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les principaux enjeux et objectifs de la Haute Qualité Environnementale. On a constaté que la démarche HQE est une démarche de qualité, qui vise un meilleur confort dans la construction et l'usage du bâti. Est qu'elle impose la mise en place d'un système de management environnemental (ISO 14001) à la construction ou la réhabilitation d'un bâtiment. Elle est présente à chaque étape d'un projet de construction de la phase définition des besoins jusqu'au transféré à l'exploitant, et qu'à chaque étape en fait un audit afin de contrôler, de vérifier si la démarche HQE et applique correctement.

Afin de mieux comprendre cette démarche le prochain chapitre concerne le management d'un projet de réhabilitation et de construction d'un bâtiment en utilisant la démarche HQE dans chaque phase du projet.

Chapitre 4

Management de projet de réhabilitation ou de construction de bâtiment

« L'avenir est quelque chose qui se construit on ne subit pas
l'avenir, on le fait»

Georges Bernanos

Sommaire Chapitre 4

4.1. Introduction.....	67
4.1. Réhabilitation des bâtiments en adaptant la démarche HQE	67
4.1.1. La différence entre rénovation et réhabilitation.....	67
4.1.2. Les Facteurs déclencheurs pour recourir à la réhabilitation	68
4.1.3. Management du contenu du projet.....	68
4.1.3.1. <i>Planification du contenu</i>	69
4.1.3.1.1. Réaliser un diagnostic environnemental du site (pour toutes les opérations) et du bâti (pour les réhabilitations)	70
4.1.3.1.2. Réaliser une enquête de satisfaction d'utilisateur.....	70
4.1.3.2. <i>Définir le contenu</i>	73
4.1.3.3. <i>Créer la structure de découpage du projet (SDP)</i>	73
4.1.3.4. <i>Vérifier le contenu</i>	75
4.1.3.5. <i>Maîtriser le contenu</i>	75
4.1.4. Management des délais du projet.....	76
4.1.5. Management des coûts du projet	77
4.1.6. Management des ressources humaines du projet	77
4.1.7. Management des communications du projet	78
4.2. Adapter la démarche HQE a une construction d'un bâtiment neuf.....	78
4.2.1. Rôles, missions et responsabilités des différents intervenants du projet	78
4.2.2. Les différentes phases du projet ou la HQE est pris en compte	81
4.2.2.1. <i>Phase préalables</i>	81
4.2.2.1.1. Définition des objectifs	81
4.2.2.1.2. Elaboration du programme.....	81
4.2.2.2. <i>La conception</i>	81
4.2.2.2.1. Les études d'esquisse	82
4.2.2.2.2. L'Avant-Projet Sommaire (APS).....	83
4.2.2.2.3. L'Avant-Projet Définitif (APD).....	83
4.2.2.2.4. Le projet / Dossier de Consultation des Entreprises (PRO/DCE)....	84
4.2.2.3. <i>Le chantier</i>	84
4.2.3. Management de projet	85
4.3. Conclusion	85

4.1. Introduction

De plus en plus de donneurs d'ordre du bâtiment recherchent de nouvelles manières de concevoir, de construire, dans le but de limiter les effets néfastes des constructions sur l'environnement et réduire les consommations énergétique des bâtiments est cela en s'appuyant sur la démarche HQE.

Dans ce dernier chapitre nous allons voir comment la HQE introduite dans les projets de réhabilitation ou de construction des bâtiments afin de réduire les consommations énergétique tout en préservent l'environnement. Aussi dans quelle phase du projet elle est ajoutée, quels sont les acteurs qui la prennent en compte. Nous avons construit un processus de management de projet de réhabilitation et de construction, en nous inspirant de l'approche structurée du PMI déclinée dans le PMBOK.

4.1. Réhabilitation des bâtiments en adaptant la démarche HQE

Chaque projet de réhabilitation est un cas unique, avec son contexte, ses spécificités et sa valeur patrimoniale. Pour améliorer un bâtiment, la recette tout faite n'existe pas. Dans bien des cas, ses habitants occupent les lieux pendant les travaux, l'offre est donc plus limitée ou à adapter à cette situation. Outre celui de la performance énergétique, les objectifs visés par ces travaux peuvent aussi être très différents : embellissement, mise aux normes, agrandissement, amélioration du confort, voire reclassification des lieux... Ainsi, l'objectif n'est pas de "standardiser" les solutions d'amélioration des bâtiments existants mais de proposer, à partir d'un diagnostic de l'état existant, une démarche logique pour la recherche de solutions adaptées. La prise en compte des attentes du maître d'ouvrage et des prédispositions de l'existant infléchiront plus ou moins les pistes de travaux énoncées ci-après.

4.1.1. La différence entre rénovation et réhabilitation

Sur leur cycle de vie, les bâtiments peuvent faire l'objet d'opérations de rénovation ou de réhabilitation, deux notions à différencier [**Rosenfeld et Shohet, 1999**]. En rénovation, les modifications apportées à l'ouvrage existant visent traditionnellement des actions de maintenance, destinées à recouvrer l'état physique et les performances initiales du bâtiment, à l'état neuf. Par opposition, la réhabilitation vise au contraire l'amélioration des performances du bâtiment existant, au-delà de leur niveau à la livraison de la construction neuve. Nous nous intéressons ici à la réhabilitation.

4.1.2. Les Facteurs déclencheurs pour recourir à la réhabilitation

La réhabilitation d'un bâtiment peut être déclenchée par une ou plusieurs préoccupations, la figure 4-1, illustre quelques facteurs déclencheurs d'une réhabilitation d'un bâtiment existant :

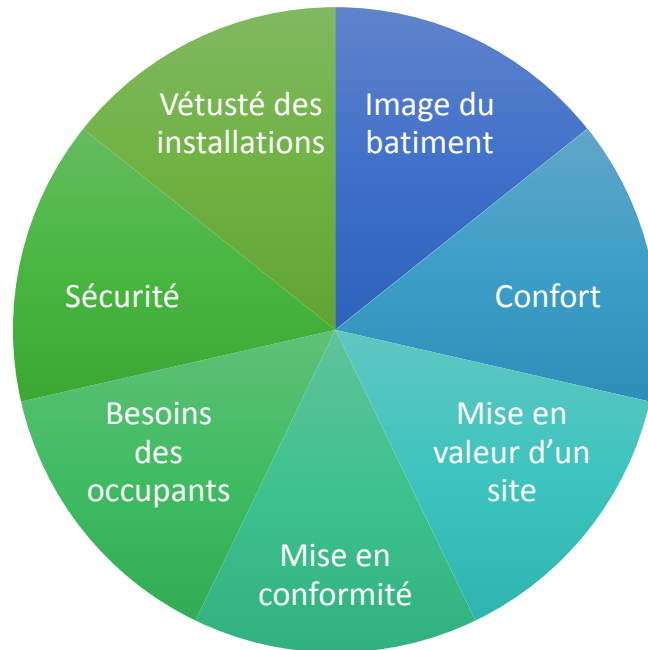


Figure 4-1 : Facteurs déclencheurs de réhabilitation

A ces facteurs vient s'ajouter, bien évidemment l'optimisation énergétique. Cependant, ce dernier critère ne peut en général être le seul élément déclencheur d'une réhabilitation.

La décision de réaliser une réhabilitation de type énergétique ne peut être déclenchée que si plusieurs autres des préoccupations précédemment citées sont réunies.

4.1.3. Management du contenu du projet

Le management du contenu du projet comprend les processus permettant d'assurer que tout le travail requis par le projet, et seul le travail requis, est effectué pour achever le projet avec succès. Le management du contenu du projet porte essentiellement sur la définition et la maîtrise de ce qui est inclus et ce qui est exclu du projet. Les processus de management du contenu du projet sont les suivants :

4.1.3.1. Planification du contenu

Les objectifs que le maître de l'ouvrage fixe pour la réhabilitation du bâtiment existant en utilisant la démarche HQE pour avoir la certification sont :

- Réduire les consommations d'énergie
- Réduire les besoins de chauffage via une amélioration de l'isolation du bâti et ensuite l'amélioration de l'efficacité des équipements.
- Rechercher le confort en améliorant la qualité de vie en diminuant les risques pour la santé.
- Utiliser les énergies renouvelables.

Les cibles de qualité environnementale que le maître d'ouvrage cherche à atteindre dans une réhabilitation d'un bâtiment existant et qui sont très importantes sont : les cibles 4, 8 et 13. Chaque maître d'ouvrage peut choisir de concentrer ses efforts sur une partie des cibles HQE qui lui semble très pertinente, en fonction de ses objectifs et de l'environnement.

Afin que les objectifs fixés soient réalisables il est nécessaire d'évaluer l'état de la bâtisse ainsi que son environnement et de chercher comment on peut les atteindre. Pour cela, on peut procéder comme suit :

- Recueillir tous les documents existants relatifs au bâtiment et aux événements particuliers intervenus sur ce dernier, les diagnostics existants déjà réalisés... (Plans existants et descriptifs techniques, travaux déjà réalisés, diagnostics techniques, factures d'énergie et d'eau, ...).
- Rechercher les informations sur les données et risques techniques (zone climatique, altitude, zone de bruit, zone classée en monument historique, ...).
- Effectuer un bilan technique du bâtiment en cohérence avec tous les éléments relevés dans les deux premières étapes.
- Réaliser un audit énergétique du bâtiment.
- Hiérarchiser les interventions, en considérant d'abord les interventions sur l'enveloppe (isolation des murs, renforcement des performances thermiques des vitrages, contrôle des infiltrations d'air...), et la réduction des besoins énergétiques, puis l'installation de systèmes thermiques performants (chaudière, régulation, ventilation...) adaptés à ces besoins énergétiques plus faibles.

4.1.3.1.1. Réaliser un diagnostic environnemental du site (pour toutes les opérations) et du bâti (pour les réhabilitations)

Une visite détaillée du site est nécessaire afin de s'approprier correctement les enjeux fondamentaux du projet, qu'ils soient environnementaux ou pas. Le diagnostic environnemental exposera également les enjeux environnementaux liés à l'implantation du bâtiment (aménagement de la parcelle pour un développement urbain durable, qualité d'ambiance des espaces extérieurs pour les usagers, impacts du bâtiment sur le voisinage) ainsi qu'un tri des cibles. Le Maître d'ouvrage doit vérifier que l'ensemble des éléments nécessaires à la connaissance du site est disponible (état des lieux, relevé de géomètre, étude des sous- sols, étude acoustique, etc.) et doit éventuellement lancer des études complémentaires, si cela s'avérait nécessaire.

4.1.3.1.2. Réaliser une enquête de satisfaction d'utilisateur

Les enquêtes in situ visent à explorer le confort auprès des usagers sur leurs lieux de vie ou de travail habituels à travers leurs réponses perceptives et affectives.

Ces enquêtes permettent de collecter les réponses de sensation des occupants qui se trouvent dans des situations réelles de la vie quotidienne. Nous avons mis en place un questionnaire d'enquête afin que l'utilisateur évalue sa satisfaction sur le bâtiment. Ce questionnaire d'enquête devait être distribué à plusieurs personnes, mais à cause d'une contrainte de temps on n'a pas pu le faire. Le questionnaire de présente comme suit :

Questionnaire de satisfaction usagers

Ceci est une enquête de satisfaction par rapport au confort d'un espace utilisé

Information sur l'espace de vie ou de travail

- Bâtiment : ▪ Niveau :

Question 01 : Etes-vous globalement satisfait(e) du confort thermique ?

- Oui Non

Si non, d'après vous quels sont les problèmes relatifs à cet environnement et que suggérez-vous pour l'améliorer ?

.....

.....

.....

Question 02 : En hiver, comment jugez-vous le confort thermique ?

- Très froid Froid Confortable Chaud Très chaud

Question 03 : Pour vous, à quelle température se situe le niveau de confort d'hiver ?

- <18°C 18°C 19°C 20°C 21°C >21°C

Question 04 : Si vous avez eu trop chaud ou trop froid, pourriez-vous indiquer la fréquence de ces périodes ?

En période d'hiver.

- | | Très rarement | Rarement | Assez souvent | Souvent | Très souvent |
|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Trop froid | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Trop chaud | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- En été, comment jugez-vous le confort thermique ?

- Très froid Froid Confortable Chaud Très chaud

Question 05 : Avez-vous l'habitude d'ouvrir les fenêtres ?

Souvent Parfois Jamais

- Hiver

- Eté

Pour quelles raisons :

Question 06 : Avez-vous la possibilité d'agir sur l'ambiance thermique de l'espace?

- Non
- OUI, (Ouvrir, fermer une fenêtre)
- OUI, (Ouvrir, fermer une porte intérieure)
- OUI, (en utilisant les protections solaires (rideaux ou stores))
- OUI, (Contrôler le fonctionnement d'un ventilateur)
- OUI, (Contrôler le fonctionnement d'un radiateur)
- OUI, (Contrôler le fonctionnement de la climatisation)
- Autres possibilités :
-

Question 07 : Etes-vous exposé(e) à un phénomène de paroi ou fenêtre froide ?

- Non Un peu Beaucoup

Question 08 : Subissez-vous des phénomènes de courants d'air au sein du bâtiment (couloirs, salles etc.) ?

- Oui Non

Question 09 : Etes-vous satisfait(e) de la qualité de l'air intérieur ?

- Oui Non

Question 10 : Rencontrez-vous une gêne respiratoire dans certaines zones de l'établissement (poussière, chaleur) ?

- Oui Non

Si oui, lesquelles :

Question 11 : Quelle est pour vous l'importance d'avoir une température confortable dans votre espace de travail.

- Vous concentrez mieux
- Vous travaillez mieux
- Votre humeur est meilleure
- Vous êtes moins fatigué
- Autres :

Question 12 : Etes-vous satisfait(e) du confort acoustique (portée de la voix, réverbération, résonnances etc.) ?

- Oui Non

Question 12 : Les bruits internes vous dérangent-ils ?

- Oui Non

Question 13 : Les bruits provenant des voisins vous dérangent ?

- Oui Non

Si oui, pourquoi et que suggérez-vous pour l'améliorer ?

.....

Question 14 : Etes-vous gêné(e) par les bruits externes ?

- Oui Non

Si oui, quelles sont vos actions

- Quitter la pièce
- Fermer les portes et les fenêtres
- Maitre une chaise pour fermer la porte
- Autres :

Question 15 : Etes-vous satisfait(e) du confort olfactif ?

- Oui Non

Question 16 : Jugez-vous les zones « sensibles » bien isolées (cuisine, bacs de déchets, salle de maintenance) ?

- Oui Non

Question 17 : Êtes-vous confrontés à des odeurs extérieures ?

- Oui Non

Commentaire divers :

.....

4.1.3.2. Définir le contenu

C'est le processus qui consiste à élaborer une description détaillée du projet c'est-à-dire de tous ce qui doit être réalisé dans un processus de réhabilitation.

4.1.3.3. Créer la structure de découpage du projet (SDP)

La Création d'une SDP appeler aussi WBS (Work breakdown structure), est une décomposition hiérarchique basée sur les livrables du travail, que l'équipe de projet doit effectuer pour atteindre les objectifs du projet et créer les livrables requis, chaque niveau inférieur de la SDP représentant une définition de plus en plus détaillée du travail du projet. Le programme de réhabilitation, cible le bâtiment de manière systémique, sur l'ensemble des aspects énergétiques. La figure 4-1 qui suit est un exemple de WBS pour la réhabilitation d'un bâtiment.

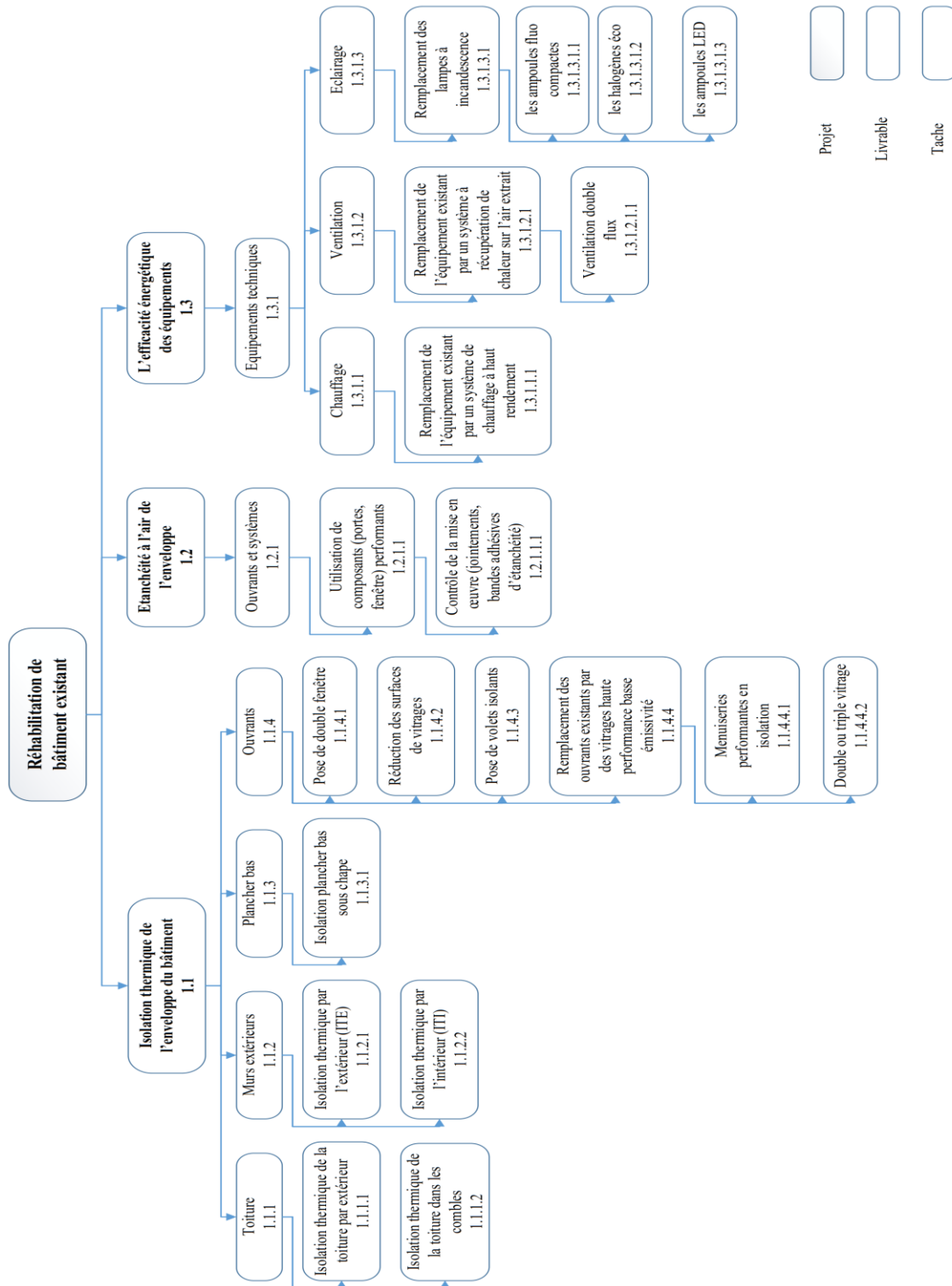


Figure 4-2 : Exemple WBS de la réhabilitation d'un bâtiment existant

4.1.3.4. *Vérifier le contenu*

Vérifier le contenu est le processus qui consiste à formaliser l'acceptation des livrables achevés du projet.

Une vérification du contenu (enquêtes de satisfaction des usagers, vérification du chantier), est faite par le client ou le commanditaire, afin de s'assurer que la conformité des livrables du projet ont été accomplis de manière satisfaisante ; elle comprend également l'obtention d'une acceptation formelle par le client ou le commanditaire (maître d'ouvrage).

Dans un projet de réhabilitation, la vérification et la validation du contenu est faite par le maître de l'œuvre et l'entreprise : Organiser des réunions, des séances de mis au point afin de vérifier la planification du projet, son état d'avancement (ce qui a été réalisé, retard, et ce qui n'a pas encore été réalisé), est cela à travers un des logiciels de planification tel que Microsoft Project. Ce logiciel de gestion de projets est édité par Microsoft. Il permet de planifier et piloter les projets, de gérer les ressources et le budget, ainsi que d'analyser et communiquer les données des projets.

4.1.3.5. *Maîtriser le contenu*

C'est le processus qui consiste à surveiller l'état du contenu du projet, et à gérer les modifications affectant la référence de base du contenu ; Aussi de s'assurer que toutes les modifications demandées et les actions correctives ou préventives recommandées ont été traitées par le processus. Afin d'avoir une maîtrise du contenu dans un projet de réhabilitation, un suivi de l'état d'avancement du projet est nécessaire pour comparer ce qui a été réalisé avec ce qui a été prévu, évaluer les cibles de la qualité environnementale qui sont choisies par le maître de l'ouvrage, et les mesures correctives à entreprendre si des écarts sont détectés.

Le suivi des performances réelles en termes de confort et de consommations énergétiques est une phase indispensable pour assurer l'optimisation et le réglage des installations.

Le suivi comporte systématiquement une analyse comparative basée sur l'état initial du bâtiment. L'audit énergétique préalable qui aura précisé la consommation d'origine ainsi que les qualités et défauts du site d'origine en terme de confort est important pour le déroulement du suivi.

4.1.4. Management des délais du projet

Le management des délais du projet comprend les processus permettant de gérer l'achèvement du projet dans le temps voulu. Ces processus sont définis dans la figure 4-3 :

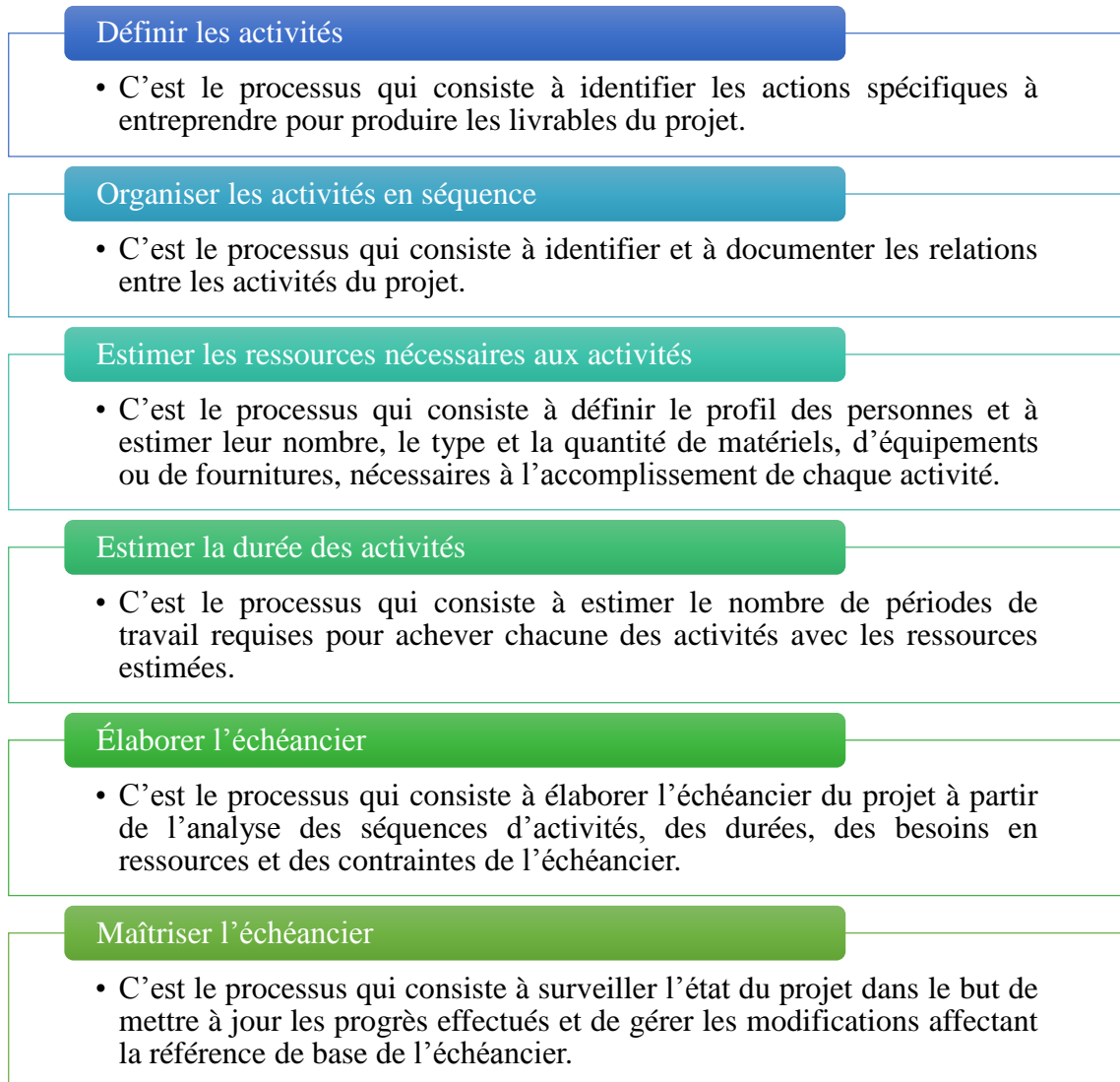


Figure 4-3 : Les processus du management des délais du projet
Source : Guide du Corpus des connaissances en management de projet, PMBOK - 2009

Chaque processus est exécuté au moins une fois dans un projet et dans une ou plusieurs de ses phases si celui-ci est découpé en phases. Bien que les processus soient présentés ici comme des composants distincts ayant des interfaces clairement définies, ce sont en pratique des processus itératifs qui peuvent se chevaucher et interagir, d'une façon non détaillée ici.

4.1.5. Management des coûts du projet

Le coût de chaque projet est une synthèse entre les dépenses d'ingénierie, le coût de la main d'œuvre et le coût des matériaux. En outre, il est fonction des économies d'échelle éventuelles (taille de l'opération), du délai imparti (cadences variables), etc.

Le management des coûts du projet comprend les processus relatifs à l'estimation, à l'établissement du budget et à la maîtrise des coûts dans le but d'achever le projet en restant dans le budget approuvé. Ces processus sont illustrés dans la figure 4-4 qui suit :

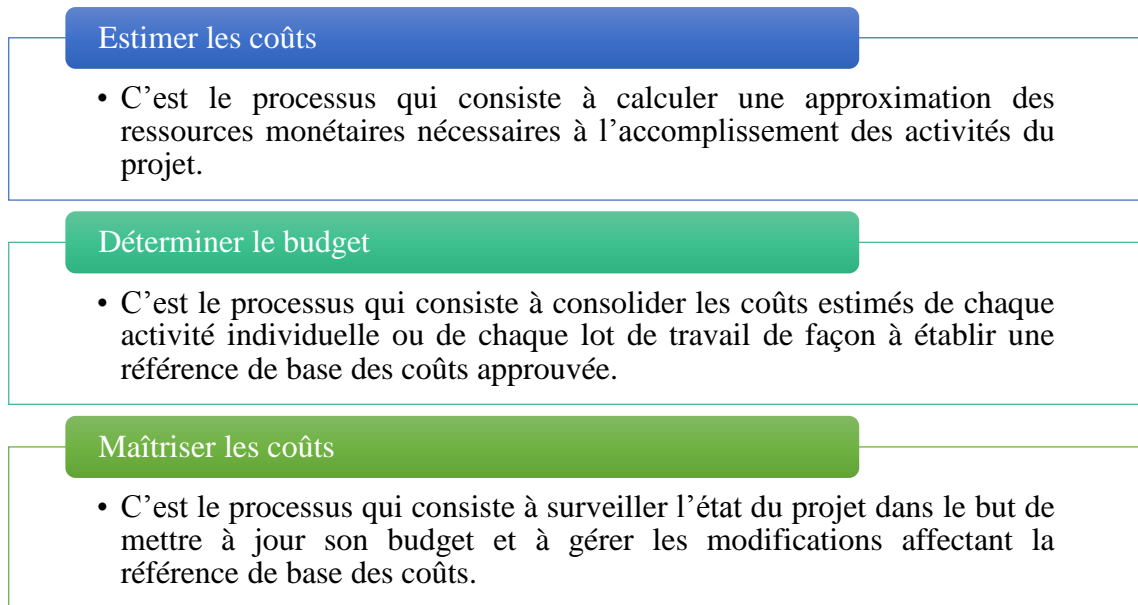


Figure 4-4 : Les processus du management des coûts du projet
Source : Guide du Corpus des connaissances en management de projet, PMBOK - 2009

4.1.6. Management des ressources humaines du projet

La création des équipes dans les différentes parties prenantes du projet est indispensable pour son déroulement dans de bonnes conditions. L'équipe de maîtrise d'ouvrage retenue désignera en son sein un responsable de la qualité environnementale. Elle s'engagera à demander la désignation d'un responsable de même nature au sein des équipes de maîtrise d'œuvre et des équipes d'entrepreneurs. L'équipe retenue s'engage à mettre en œuvre, à chaque étape, les procédures nécessaires à une bonne maîtrise de la qualité environnementale.

Le management des ressources humaines du projet comprend les processus d'organisation, de management et de direction de l'équipe de projet. L'équipe de projet

est constituée de personnes ayant des rôles et des responsabilités qui leur ont été attribués pour mener le projet à son terme. Le type et le nombre de membres de l'équipe de projet peuvent varier fréquemment au fur et à mesure de la progression du projet. Les membres de l'équipe de projet constituent ce que l'on a coutume d'appeler « l'équipe de projet ». Bien que chaque membre ait un rôle et des responsabilités spécifiques, la participation de tous les membres de l'équipe à la planification du projet et à la prise de décisions peut être bénéfique. L'implication et la participation précoces des membres de l'équipe accroît leur expertise au cours du processus de planification et renforce leur engagement dans le projet.

4.1.7. Management des communications du projet

La réussite d'une opération de réhabilitation dépend en grande partie de la qualité de la communication entre la Maîtrise d'Ouvrage et les autres acteurs du projet, qui doit reposer essentiellement sur la clarté, la simplicité et la fréquence de l'information. Une bonne communication constitue un moment privilégié qui doit permettre, ultérieurement, la mise en place de nouveaux services et de redéfinir une politique de gestion et de production.

La communication, source d'information et d'incitation au dialogue et à la participation, doit être conçue comme une stratégie d'ensemble depuis la période de définition et de sensibilisation jusqu'à l'achèvement des travaux.

4.2. Adapter la démarche HQE a une construction d'un bâtiment neuf

Les constructions dites « HQE » n'ont cependant pas vocation à répondre à l'ensemble de ces critères. Généralement, la cible « Gestion de l'énergie » est l'une des cibles prioritaire pour un maître d'ouvrage. Trois ou quatre autres cibles sont particulièrement suivies et d'autres simplement réalisées en conformité avec la réglementation. Les critères spécifiques du site, la destination de la construction, le cahier des charges du maître d'ouvrage... participent à retenir telle ou telle cible en priorité. Ainsi cette démarche se décline en fonction de la particularité de chaque projet. Outre le « label », l'essentiel est la réelle prise en compte de ces objectifs par l'ensemble des partenaires du projet.

4.2.1. Rôles, missions et responsabilités des différents intervenants du projet

Le tableau 4-1 détaille le rôle de chaque intervenant dans le processus de programmation, conception, réalisation et exploitation du ou des bâtiments objets du projet.

Tableau 4-1 : Mission, rôle, responsabilité des différents acteurs dans un projet de construction

Thèmes	Maître d'ouvrage (MO)	Maître d'œuvre (MOe)	Entreprises	Utilisateurs
Le choix du site	Le maître d'ouvrage fait réaliser une étude environnementale du site.			
La pertinence de la maîtrise d'ouvrage	Le MO définit une politique environnementale et nomme une personne responsable de l'opération			
Le choix d'un programme	<ul style="list-style-type: none"> Le programme précise les convictions du MO et fixe les enjeux de celui-ci. Il donne des indications sur le contexte. Le programme fixe de façon claire et précise les exigences et attentes du MO. A cette étape une évaluation des moyens financiers et techniques pour mener à bien l'opération est faite. 			Les retours d'expériences des usagers permettent d'améliorer la qualité des prochaines opérations.
Le choix d'une équipe de conception	<ul style="list-style-type: none"> La réalisation d'une opération avec des exigences environnementales implique de recourir à une équipe de conception disposant de réelles compétences dans ce domaine. Le maître d'ouvrage devra inclure cette dimension dans ses critères de sélection des maîtres d'œuvre. 	<ul style="list-style-type: none"> La maîtrise d'œuvre devra être constituée d'une équipe pluridisciplinaire avec des compétences partagées en environnement, thermique, capable d'utiliser au moment opportun des outils performants d'évaluation. Elle devra justifier d'expériences. Elle explicitera aussi sa méthode de travail et l'implication de ses différentes composantes dans le processus de conception. 		
Le travail d'équipe maître d'ouvrage et maître d'œuvre	Le MO proposera un système de management de l'opération (SMO) qui impulsera une dynamique de façon à anticiper sur les questions qui devront être résolues aux étapes suivantes du projet, dans le cadre d'une démarche de qualité.	<ul style="list-style-type: none"> La MOe apportera les réponses dans le cadre SMO. Elle sera force de proposition pour répondre de la meilleure façon possible (tant technique qu'économique) aux exigences du projet. Elle utilisera, aux différentes étapes, les outils nécessaires à l'évaluation des projets. 		

Thèmes	Maître d'ouvrage (MO)	Maître d'œuvre (MOe)	Entreprises	Utilisateurs
La prise en compte des usages et utilisateurs	<ul style="list-style-type: none"> Le MO associera aux différentes étapes et notamment en phase programmation, les services d'entretien. Il traduira dans le programme les besoins des utilisateurs. 	Le MOe s'efforcera de prendre en considération les attentes des utilisateurs même si elles revêtent une expression non technique.		L'expression des besoins des utilisateurs permet d'enrichir le programme.
Le choix des entreprises	Le MO prendra en compte de nouveaux critères sur la gestion de chantiers et le respect de l'environnement dans le cadre des marchés.	Le MOe apporte au MO des éléments sur de nouveaux critères d'évaluation des entreprises.	L'entreprise détaille, dans son offre, ses outils de réalisation et de suivi.	
Le temps de la construction	La MO fixe les exigences minimales du chantier à faibles nuisances.	Le MOe traduit les exigences du MO dans les pièces écrites (charte chantier vert). Elle apporte son soutien à la préparation du chantier sur les différents aspects : déchets, produits, tests, Operations Préalables à Réception (OPR).	<ul style="list-style-type: none"> L'entreprise met en place les formations nécessaires pour les compagnons, élabore un protocole de construction définissant les procédures de travail, la nature du matériel utilisé etc. et la démarche qualité. Elle fournit l'ensemble des fiches matériaux nécessaires à la vérification du respect des exigences environnementales du programme. Les réclamations du voisinage sont recueillies, étudiées et prises en considération (modification des procédures ou information préalable à des phases critiques). 	
L'évaluation et le suivi	Le MO fixe dans le cadre du SMO les moyens d'évaluation qualitative et quantitative du projet.	Evaluation des cibles de la qualité environnementale à chaque phase.	Au-delà du parfait achèvement de l'ouvrage elles participent aux réglages pour assurer un fonctionnement optimum.	Les usagers sont impliqués dans la bonne marche et le respect des exigences environnementales.

4.2.2. Les différentes phases du projet ou la HQE est pris en compte

La préoccupation environnementale ne change pas le processus de construction, elle vient s'y intégrer à chaque phase, avec un impact plus ou moins important selon les cibles HQE concernées. Néanmoins elle induit de légers changements dans la façon de travailler, et sur les rendus. Par ailleurs, la phase conception et étude du projet demande une période plus longue de réflexion pour de tels projets.

4.2.2.1. Phase préalables

4.2.2.1.1. Définition des objectifs

Le maître de l'ouvrage définit les besoins et les exigences en terme de qualité environnemental ainsi que le choix du site et du terrain.

4.2.2.1.2. Elaboration du programme

La programmation est une étape clé du projet. C'est la base du travail de l'équipe de maîtrise d'œuvre, elle est réalisée sous la responsabilité du maître d'ouvrage qui peut être accompagné d'un programmiste ou d'un assistant à maîtrise d'ouvrage. Le programme est un document qui définit traditionnellement les espaces (surfaces, organisation, adaptabilité ...).

Dans le cadre d'une opération à qualité environnementale, il intègre les préoccupations environnementales. Le degré de précision de ces dernières varie selon le type d'opération et l'objectif environnemental que le maître de l'ouvrage veut atteindre.

Pour une opération certifiée HQE, le programme définit le profil environnemental de l'opération. Il hiérarchise les cibles en fonction du niveau de performance attendu pour chacune. En effet, toutes les cibles ne peuvent être traitées de manière très performante, il faut faire des choix qui dépendent du type de projet, du site, de la sensibilité du maître d'ouvrage, du maître d'œuvre, et du budget.

4.2.2.2. La conception

C'est à la phase de conception qu'intervient habituellement l'équipe de maîtrise d'œuvre : son choix, ses compétences et la définition précise de ses missions sont indispensables à l'atteinte des objectifs environnementaux du projet.

Le projet doit obligatoirement répondre aux exigences de performance établies dans le programme et les référentiels de certification. Pour cela, l'équipe de maîtrise d'œuvre devra respecter certains principes de base qui sont de :

- Concevoir un projet économe en énergie en s'appuyant sur les principes bioclimatiques,
- Constituer une équipe pluridisciplinaire en fonction des besoins du projet et s'appuyer sur des bureaux d'études spécialisés afin d'atteindre les performances attendues.

4.2.2.2.1. Les études d'esquisse

Cela le premier pas de la conception du bâtiment, et aussi le premier élément visuel permettant à la maîtrise d'ouvrage d'entrevoir son projet. Même si elle ne constitue qu'une ébauche elle constituera toutefois la base graphique des futurs plans.

L'architecte est le principal acteur dans cette phase. Il est aidé d'un ingénieur thermicien et d'un spécialiste environnemental afin de prendre en compte dès le début de la conception du projet les questions environnementales.

A ce stade, une attention particulière doit être accordée :

- Aux exigences HQE du programme.
- Aux contraintes du site.
- A l'inscription du bâtiment au sein du site ; relation des échelles, des volumes, protection contre les nuisances du site, prise en compte des orientations, prise en compte des nuisances éventuellement causées aux riverains et des impacts du bâtiment projeté sur l'environnement urbain ou naturel.
- A la qualité des espaces extérieurs ; verdissement, part des surfaces imperméables et perméables (gestion de l'eau pluviale), surface de toiture (possibilité de récupération des eaux pluviales), parking et voirie.
- Aux contrôles des déperditions thermiques.
- A l'éclairage naturel et la solarisation du bâtiment.

Les cibles prises en compte dans cette étape sont : 1, 4, 5, 8, 9, 10 et 13. Le dossier de l'esquisse est souvent accompagné à la demande du maître d'ouvrage d'un volet environnemental inclus à la notice architecturale.

4.2.2.2.2. L'Avant-Projet Sommaire (APS)

Les intervenants sont les mêmes qu'à l'esquisse. L'avant-projet sommaire intègre les remarques de la maîtrise d'ouvrage au sujet de l'esquisse.

C'est aussi l'occasion de vérifier et d'optimiser les solutions, les exigences environnementales retenues concernant par exemple l'ensoleillement et l'éclairage naturel, les niveaux de déperdition, le confort thermique aux différentes saisons, la qualité de l'air et le confort acoustique.

L'estimation des consommations (chauffage, eau chaude sanitaire, éclairage, eau,...) peut être effectuée toujours dans le but d'optimiser les installations ou de pouvoir revenir sur les choix préétablis.

Les principaux matériaux concernant le système constructif, les façades, les toitures, les menuiseries extérieures sont définis en tenant compte de leur impact sur l'environnement.

A l'issue de ces travaux, un mémoire HQE en complément des notices descriptives sera rédigé afin de rendre compte :

- des choix énergétiques ;
- des choix environnementaux des matériaux de construction ;
- des solutions choisies pour répondre aux différentes cibles retenues par le maître d'ouvrage.

Les cibles prises en compte dans cette étape sont : 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 13

4.2.2.2.3. L'Avant-Projet Définitif (APD)

Il fournit les premiers détails et les justificatifs techniques. Une description beaucoup plus détaillée du projet peut être effectuée. Les évaluations du projet portent sur les mêmes thèmes qu'à l'APS. Ils sont plus rigoureux car on dispose à ce niveau d'une idée plus précise du projet.

Comme à l'APS, un mémoire HQE en complément des notices descriptives sera rédigé afin de rendre compte :

- des choix énergétiques avec à l'appui des notes de calculs justificatives plus détaillées ;
- des choix environnementaux des matériaux et des produits ;

- des solutions choisies pour répondre aux différentes cibles retenues par le maître d'ouvrage.

Les cibles prises en compte dans cette étape sont : 4, 5, 7, 8, 9 et 10.

4.2.2.2.4. Le projet / Dossier de Consultation des Entreprises (PRO/DCE)

Le travail effectué est essentiellement sur les matériaux, les produits et les composants du bâtiment qui doivent être décrits en introduisant des critères environnementaux. En effet dans la rédaction des CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières), les caractéristiques des produits sont spécifiées sans imposer un produit spécifique afin d'être en accord avec le principe de la libre concurrence. Les modes d'expression des exigences peut prendre plusieurs formes : normes, label, limitation des diverses émissions polluantes.

La préparation du chantier commence dès cette phase, l'ébauche de la charte du chantier « vert » est rédigée et introduit dans les dossiers marchés.

Il va de même de toutes les préoccupations environnementales qui doivent figurer en préambule des CCTP.

Les cibles prises en compte dans cette étape sont : 2, 3

4.2.2.3. *Le chantier*

La gestion environnementale du chantier concerne un grand nombre de domaines :

- L'installation du chantier. Il s'agit de limiter au minimum, par zonage intelligent et rigoureux, les nuisances causées aux riverains, au personnel de chantier et de réduire les risques d'accidents (implantation des bases de vie, implantation des bennes à déchet et des zones de stockage de remblai ...).
- L'organisation du chantier dans les mêmes préoccupations (horaire d'ouverture, horaire de travail, horaire et procédure de livraison).
- Le contrôle des matériaux, des produits et des composants livrés et mis en œuvre ainsi que leur conformité avec les prescriptions environnementales.
- L'organisation et le contrôle de la collecte des déchets de chantier

L'équipe de conception rédige la charte chantier vert qui fixe les objectifs du chantier à l'intention des entreprises. Elle définit notamment :

- les démarches d'information auprès des riverains ;
- les démarches d'information du personnel de chantier ;
- la procédure de gestion des déchets ;
- les moyens mis en œuvre pour limiter les nuisances sonores et la production de poussière.

Les cibles qui sont pris en compte dans cette étape sont : les cibles 2, 3

4.2.3. Management de projet

Les processus de management de projet de construction ont été définis dans la partie réhabilitation des bâtiments existant. Les processus ne changent pas, ce qui change c'est le projet, aucun projet n'est similaire, chaque projet est unique. C'est pour cela que chaque projet est géré de plusieurs façons différentes.

4.3. Conclusion

Dans ce dernier chapitre on a vu qu'il existe une différence entre la construction et la réhabilitation. L'enjeu environnementale qui est pris en charge dans chaque phase du projet n'est pas le même.

Dans la réhabilitation des bâtiments existants le maître de l'ouvrage n'a pas une grande liberté dans le choix des cibles de qualité environnementale qu'il veut atteindre. Les objectifs dépendent du diagnostic initial énergétique et environnemental, et autre critères que lui seul peut les ajouter ; et cela dépend du budget et du temps qu'il a pour les atteindre.

Par contre une construction neuve a une multitude de choix des objectifs et une grande liberté dans le choix des cibles qu'il veut réaliser, il faut noter aussi que même dans ce cas le temps et le budget alloués conditionnent les objectifs à atteindre.

Les processus de management de projet utilisés dans la réhabilitation d'un bâtiment en prenant en compte la démarche HQE, dans chaque phase de son projet, similaires à ceux d'une construction neuve sauf que dans un projet de construction la phase conception et réalisation, La démarche HQE bouleverse pas les phases opérationnelles, mais au contraire elle vient s'y intégrer. La HQE, ne se limite pas à la qualité environnementale, mais tend vers la qualité au sens propre du terme (ISO 9001, 14001), d'où une réelle prise en compte du confort des utilisateurs.

Conclusion générale

La recherche que nous avons élaborée avait pour objectif de trouver comment peut-on manager l'efficacité énergétique dans le bâtiment. Pour atteindre cet objectif on a montré qu'une bonne maîtrise de l'énergie est très efficace pour réduire les consommations énergétiques. Afin d'arriver à réduire ces consommations et limité l'impact du bâtiment sur l'environnement nous avons dû recourir au développement durable. Les solutions de ce dernier nous ont amené à nous tourner vers les énergies renouvelables et les constructions durables.

Les stratégies qui ont été abordés pour améliorer l'efficacité énergétique dans les bâtiments, ont pour but de diminuer les coûts, réduire les dépenses énergétiques, et d'offrir un environnement agréable et vivable. Prendre en compte l'aspect environnemental à chaque étape du projet Permet à l'utilisateur de préserver l'environnement et acquérir le confort voulu.

Manager l'efficacité énergétique par la démarche HQE est un choix pour des constructions durable. Cette démarche met en évidence les choix à faire pour construire durablement et propose une méthode de gestion des projets pour que ces choix se déroule dans les meilleures conditions possibles. Cette approche peut être considérée comme une mode, comme l'expression d'une conviction nouvelle du développement durable, ou comme un moyen nouveau d'avancer vers une meilleure manière de bâtir en respectant l'environnement. Peu importe qu'ils souhaitent ou qu'ils "subissent" cette évolution, les professionnels du bâtiment sont chargés d'intégrer les volontés exprimées par les donneurs d'ordre. Une demande doit émaner de la maîtrise d'ouvrage affirmant sa volonté d'obtenir une construction de qualité, en intégrant des critères écologiques. L'utilisation de nouveaux outils de conception et de prises de décisions partenariales tout en intégrant la gestion du projet, l'analyse des besoins, le choix des procédés, le choix des matériaux et des systèmes et la gestion énergétique. Permet de répondre aux exigences du client.

Donc l'utilisation d'une démarche HQE dans le processus de construction ou de réhabilitation nous permet d'avoir des bâtiments aussi écologique et confortable que possible. Il s'agit à la fois d'offrir aux utilisateurs une qualité de vie, un confort des

garanties sur leur santé, et puis en même temps il s'agit de réduire l'impact des bâtiments sur l'environnement (émissions de gaz à effet de serre).

Manager un processus de construction ou de réhabilitation d'un bâtiment tout en intégrant la HQE exige l'implication de tous les acteurs du projet. Et afin d'impliquer cette dernier dans un processus de réhabilitation ou de construction il faut que l'aspect environnemental soit pris en compte à chaque phase du projet. Tout en utilisant les outils du management de projet pour avoir un bâtiment de qualité environnemental.

Cependant plusieurs interrogations sont survenues lors du développement et la réalisation de ce modeste travail et qui ont suscité chez moi quelques problématiques qui pourraient faire objet de futurs axes de recherche :

- Pourquoi cette démarche n'est pas encore utilisée dans la réhabilitation des bâtiments en Algérie ?
- Si cette démarche vient à être utiliser dans un projet de réhabilitation ou de construction en Algérie, peut-on réellement l'intégrer à chaque phase du projet et atteindre ses cibles ?

Bibliographie

- [ACTIS, 2012] Efficacité énergétique des bâtiments : lever les freins à l'innovation sur le marché de l'isolation. Limoux : ACTIS S.A., 2012.
- [ADEME, 2006] Mur manteau (isolation par l'extérieur). Bordeaux, 2006
- [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.
- [AIE, 2013] Agence International de l'Energie, Key World Energy Statistics 2013, Rapport annuel, 2013.
- [AITF, 2013] Bâtiment Basse Consommation. Paris : AITF/EDF, 2013.
- [APRUE, 2009] « Consommation énergétique finale de l'Algérie », donnée et indicateur, chiffre clé année 2007.
- [APRUE, 2010] « Recueil des textes législatifs et règlementaire sur la maîtrise de l'énergie », Edition 2010.
- [ASHRAE, 2004] Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, ASHRAE Standard 55 – 2004.
- [Asso. HQE, 2010] Prise en compte de l'environnement dans les bâtiments : La Qualité Environnementale des Bâtiments, Association HQE, 2010.
- [BOUAMAMA W., 2013] Au sujet de la politique d'efficacité énergétique en Algérie : approche systémique pour un développement durable cas de programme ECO-BAT, 2013.
- [Bougrain, 2003] BOUGRAIN Frédéric, CARASSUS Jean, Bâtiment : de l'innovation de produit à l'innovation de service, rapport « Innover Ensemble », Editeur PUCA, avril 2003, 63p.
- [Brundtland, 1987] Our Common Future; Brundtland report, the World Commission on Environment and Development (WCED), 1987.
- [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.
- [CERTU, 2003] CERTU, Mémoire technique du bâtiment, confort technique, Edition 2003.
- [Chêne, 2011] Chêne F. et Legrand C., Développement durable et haute qualité environnementale, Voiron : Territorial éd., impr. 2011.
- [CNRTL, 2011] Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales [En ligne], ATILF/ CNRS – Nancy Université, Informations lexicales issues du site Internet www.cnrtl.fr

[De Béthencourt, et al., 2013]	Efficacité énergétique : un gisement d'économies ; un objectif prioritaire. Paris : Les éditions des journaux officiels, 2013.
[Diab et al, 2000]	Diab, Y., Dupont, G., Achard G., Buhé C., Aide à la décision dans le management de la qualité environnementale des bâtiments, Second International Conference on Decision Making in Urban and Civil Engineering. Lyon (France), Octobre 2000, pp 743-751.
[Effinergie, 2008]	Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation. Paris : TMG, 2008.
[Essa, 2007]	Essa R., Contribution à l'intégration des incertitudes dans l'évaluation de la qualité environnementale des bâtiments. Thèse de doctorat, Université de Marne la Vallée, 2007, 251p.
[FIEEC, 2011]	Efficacité énergétique des bâtiments, septembre 2011.
[GC, 2012]	Globale chance, l'efficacité énergétique à travers le monde, Sur le chemin de la transition, Edition mars 2012.
[GI, 2012]	Guide de l'isolation thermique, 2012.
[GIEC, 2007]	GIEC, Bilan 2007 des changements climatiques, quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Edition 2007.
[Guide Pratique, 2008]	Guide pratique du référentiel pour la qualité environnementale des bâtiments. Certivéa, Décembre 2008.
[Hetzl, 2008]	Bâtiment HQE et développement durable- Guide pour les décideurs et les maîtres d'ouvrage. Afnor éditions, 2ème édition 2008, 338p.
[ISO 96-1]	Systèmes de management environnemental - Spécifications et lignes directrices pour son utilisation, norme européenne - norme française NF EN ISO 14001, Paris : AFNOR octobre 1996, 15 p.
[ISO 96-2]	Systèmes de management environnemental - Lignes directrices générales concernant les principes, les systèmes et les techniques de mise en œuvre, norme française NF ISO 14004, Paris : AFNOR, novembre 1996, 31 p.
[ISO 96-3]	Lignes directrices pour l'audit environnemental, Principes généraux, norme européenne - norme française NF EN ISO 14010, Paris : AFNOR, novembre 1996, 4 p.
[ISO 96-4]	Lignes directrices pour l'audit environnemental, Procédures d'audit, Audit des Systèmes de management environnemental, norme européenne - norme française NF EN ISO 14011, Paris : AFNOR, novembre 1996, 6 p.
[ISO 96-5]	Lignes directrices pour l'audit environnemental - Critères de qualification pour les auditeurs

	environnementaux, norme européenne - norme française NF EN ISO 14012, Paris : AFNOR, novembre 1996, 6 p.
[Isover, 2012]	La thermique du bâtiment, 2012.
[Kohler, 2002]	KOHLER Niklaus, HASSLER Uta, The building stock as a research object, building research & information (2002) 30 (4), 2002, p.226-236.
[Peuportier, 1998]	PEUPORTIER Bruno, 1998, Le projet européen REGENER (1995-1996) - analyse de cycle de vie des bâtiments, Rapport, Ecole des Mines de Paris, Boulogne, 28p.
[Platzer, 2009]	Michel P., Mesurer la qualité environnementale des bâtiments, méthodes globales, normes et certifications cas pratiques. Editions du moniteur, Paris, 2009.
[PMBOK, 2009]	Guide du Corpus des connaissances en management de projet, quatrième Edition, 2009.
[REGENER, 1998]	Le projet européen REGENER, Analyse de cycle de vie des bâtiments, juin 1998.
[Rey, 2005]	REY Alain, Grand Robert de la langue Française [CR ROM], Version 2, 2005.
[Rosenfeld et Shohet, 1999]	Decision support model for semi-automated selection of renovation alternatives. Automation in construction, 8(4), pp.503–510.
[Salomon, et al., 2004]	La maison des Négawatts : Le guide malin de l'énergie chez soi. Mens : Terre vivante, 2004.
[Thiers, 2008]	THIERS Stéphane, Bilans énergétique et environnementaux de bâtiments à énergie positive, 255p. Thèse : Energétique : Ecole des Mines Paris-Tech : 2008.
[US EPA, 2009]	U.S. Environmental Protection Agency, Green Building Basic Information, http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm
[WWF, 2010]	World Wildlife Fund pour l'année 2010.
[XP P01-020-1, 2005]	Bâtiment : Qualité environnementale des bâtiments ; Partie 1, Norme Française, 2005.

Webographie

ecocitoyens.ademe.fr/mon-habitation/opter-pour-la-qualite/pour-des-batiments-de-qualite-les-certifications-et-labels [consulté le 18/03/2014].

www.aperue.org.dz [consulté le 10/04/2014].

www.behqe.com/fr/certification-hqe/les-offres#top-page [consulté le 16/04/2014].

www.ecoenergiesolutions.com/notre-reseau/labels/nf-maison-renovee-et-demarche-hqe [consulté le 20/05/2014].

www.ecoloinfo.com [consulté le 19/04/2014].

www.energies-renouvelables.org [consulté le 19/04/2014].

www.faq-logistique.com/TL&A-Focus-Feuillet-Environnement-HQE-Plates-Formes-Logistiques.htm [consulté le 25/05/2014].

www.insee.fr [consulté le 21/04/2014].

www.planbatimentdurable.fr/cerway-nouvelle-entite-pour-hqe-a-a740.html [consulté le 14/05/2014].

www2.ademe.fr [consulté le 15/04/2014].

www.futura-sciences.com [consulté le 15/02/2014].

www.legifrance.gouv.fr [consulté le 25/03/2014].

www.ineris.fr [consulté le 28/03/2014].

Annexes

Annexe A	Les 14 cibles de la QEB	93
Annexe B	Matrice de cadrage du PFE	95
Annexe C	Séquencement du PFE	97
Annexe D	Diagramme de GANTT	98

Les 14 cibles de la démarche HQE	
Domaine des cibles de maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur	Domaine des cibles de création d'un environnement intérieur satisfaisant
Famille des cibles d'éco construction	Famille des cibles de confort
<p>Cible n° 01 « Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation des opportunités offertes par le voisinage et le site ; ▪ Gestion des avantages et désavantages de la parcelle ; ▪ Organisation de la parcelle pour créer un cadre de vie agréable ; ▪ Réduction des risques de nuisances entre le bâtiment, son voisinage et son site. <p>Cible n° 02 « Choix intégré des procédés et produits de construction » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Adaptabilité et durabilité des bâtiments ; ▪ Choix des procédés de construction ; ▪ Choix des produits de construction. <p>Cible n° 03 « Chantier à faibles nuisances » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestion différenciée des déchets de chantier ; ▪ Réduction du bruit de chantier ; ▪ Réduction des pollutions de la parcelle et du voisinage ; ▪ Maîtrise des autres nuisances de chantier. 	<p>Cible n°08 « Confort hygrothermique » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Permanence des conditions de confort hygrothermique ; ▪ Homogénéité des ambiances hygrothermiques ; ▪ Zonage hygrothermique. <p>Cible n° 09 « Confort acoustique » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Correction acoustique ; ▪ Isolation acoustique ; ▪ Affaiblissement des bruits d'impact et d'équipements ; ▪ Zonage acoustique. <p>Cible n° 10 « Confort visuel » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur ; ▪ Eclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques ; ▪ Eclairage artificiel satisfaisant et en appoint de l'éclairage naturel. <p>Cible n° 11 « Confort olfactif » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduction des sources d'odeurs désagréables ; ▪ Ventilation permettant l'évacuation des odeurs désagréables.

Domaine des cibles de maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur	Domaine des cibles de création d'un environnement intérieur satisfaisant
Famille des cibles d'éco gestion	Famille des cibles de santé
<p>Cible n° 04 « Gestion de l'énergie » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Renforcement de la réduction de la demande et des besoins énergétiques ; ▪ Renforcement du recours aux énergies environnementalement satisfaisantes ; ▪ Renforcement de l'efficacité des équipements énergétiques ; ▪ Utilisation de générateurs propres lorsqu'on a recours à des générateurs à combustion. <p>Cible n° 05 « Gestion de l'eau » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestion de l'eau potable ; ▪ Recours à des eaux non potables ; ▪ Assurance de l'assainissement des eaux usées ; ▪ Aide à la gestion des eaux pluviales. <p>Cible n° 06 « Gestion des déchets d'activités » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conception des dépôts de déchets d'activités adaptée aux modes de collecte actuelle et future probables ; ▪ Gestion différenciée des déchets d'activités, adaptée au mode de collecte actuel. <p>Cible n° 07 « Entretien et maintenance » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimisation des besoins de maintenance ; ▪ Mise en place de procédés efficaces de gestion technique et de maintenance ▪ Maîtrise des effets environnementaux des procédés de maintenance. 	<p>Cible n° 12 « Conditions sanitaires » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Création de caractéristiques non aériennes des ambiances intérieures satisfaisantes ; ▪ Création des conditions d'hygiène ; ▪ Facilitation du nettoyage et de l'évacuation des déchets d'activités ; ▪ Facilitation des soins de santé ; ▪ Création de commodités pour les personnes à capacités réduites. <p>Cible n° 13 « Qualité de l'air » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestion des risques de pollution par les produits de construction ; ▪ Gestion des risques de pollution par les équipements ; ▪ Gestion des risques de pollution par l'entretien ou l'amélioration ; ▪ Gestion des risques de pollution par le radon ; ▪ Gestion des risques d'air neuf pollué ; ▪ Ventilation pour la qualité de l'air. <p>Cible n° 14 « Qualité de l'eau » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Protection du réseau de distribution collective d'eau potable ; ▪ Maintien de la qualité de l'eau potable dans les bâtiments ; ▪ Amélioration éventuelle de la qualité de l'eau potable ; ▪ Traitement éventuel des eaux non potables utilisées ; ▪ Gestion des risques liés aux réseaux d'eaux non potables.

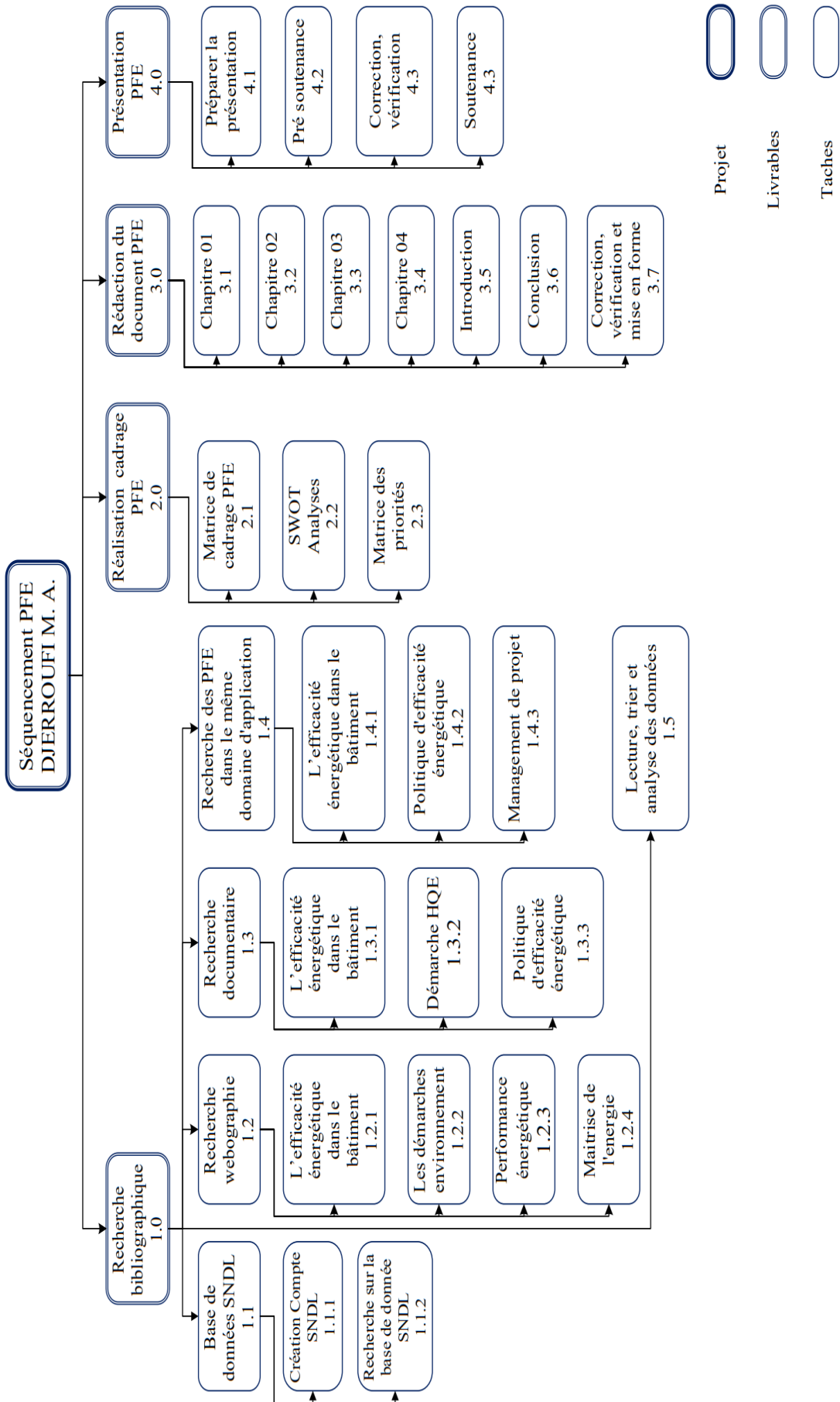
ENONCE Titre de projet ou les mots clés	Management de l'efficacité énergétique dans le bâtiment
IDEE/BESOIN Facteurs déclencheurs du projet	Réalisation d'un projet de fin d'étude afin d'obtenir le diplôme fin de cycle Master 2 en Génie Civil option Civil Engineering Management
OBJECTIFS Décrire en quelques mots la finalité du projet ; utiliser des mots précis et compréhensibles	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisé un PFE sur le management de l'efficacité énergétique dans le bâtiment • Obtention du diplôme d'ingénieur en Génie Civil option Civil Engineering Management • Présentation du PFE dans le délai prévu
COUTS	35. 000, 00 DA
DELAIS	5 Mois
CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES	<ul style="list-style-type: none"> • PFE de recherche • Recherche bibliographique • Rédaction du PFE • Présentation du PFE
FAISABILITE TECHNIQUE DU PROJET	Disponibilité des Compétences humain
STAKEHOLDERS (parties prenantes)	<ul style="list-style-type: none"> • Mr BENYELLES Z. → Chef de département de Génie Civil • Mr Prof ALLAL M. A. → Encadreur du projet • Mr MELOUKA S. → Encadreur du projet • Mr DJERROUFI M. A. → Réalisation du projet
CONTEXTE POLITIQUE ET STRATEGIQUE	SWOT Analyses
FAISABILITE ECONOMIQUE	Disponibilité de ressources financières : <ul style="list-style-type: none"> • Autofinancement : 60 % • Soutien financier des parents : 40 %
ETUDE D'IMPACT	<ul style="list-style-type: none"> • Apprentissage
RISQUES PRINCIPAUX	<ul style="list-style-type: none"> • Cause maladie (Encadreurs, Etudiant) • Manque, non disponibilité de ressources matérielles • Perte des documents • Non disponibilité des encadreurs

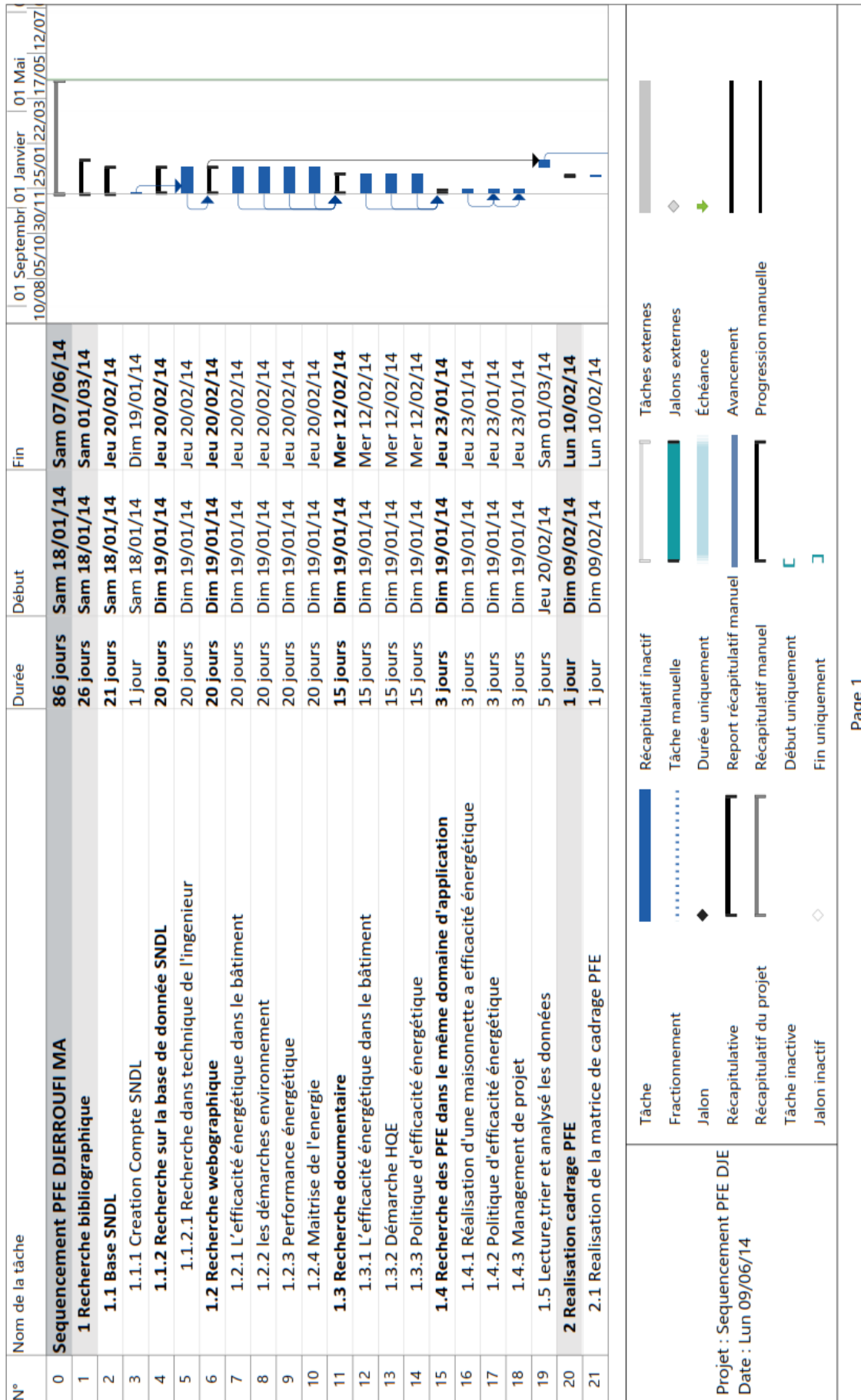
- **SWOT Analyse**

Force	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> • Compétences et connaissance acquise dans la spécialité CEM sont très avantageuses pour réaliser ce PFE • Encadrer par des enseignants compétent qui maitrisent très bien le domaine du management et de l'efficacité énergétique dans le bâtiment 	<ul style="list-style-type: none"> • Non maitrise de la langue anglaise • La premier fois qu'on réalise un projet de fin d'étude qu'il est complexe et d'une grand importance
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> • Existence d'une base de données SNDL réserver pour les étudiant et les enseignants • Disponibilité des documents concernent le management de l'efficacité énergétique dans le bâtiment sur le web 	<ul style="list-style-type: none"> • Fin ou non renouvellement du contrat pour le site web SNDL

- **MATRICE DES PRIORITES :**

	Couts	Délais	Contenue
Contraintes		✓	
Acceptable	✓		
A améliorer			✓





N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
22	2.2 SWOT Analyses	15 min	Dim 09/02/14	Dim 09/02/14
23	2.3 Matrice des priorites	2 min	Dim 09/02/14	Dim 09/02/14
24	3 Redaction du PFE	47 jours	Sam 01/03/14	Jeu 15/05/14
25	3.1 Chapitre 01	7 jours	Sam 01/03/14	Mar 11/03/14
26	3.2 Chapitre 02	10 jours	Mer 12/03/14	Jeu 27/03/14
27	3.3 Chapitre 03	15 jours	Sam 29/03/14	Lun 21/04/14
28	3.4 Chapitre 04	6 jours	Mar 22/04/14	Jeu 01/05/14
29	3.5 Introduction	1 jour	Jeu 01/05/14	Sam 03/05/14
30	3.6 Conclusion	1 jour	Sam 03/05/14	Lun 05/05/14
31	3.7 Correction, verification et mise en forme	7 jours	Lun 05/05/14	Jeu 15/05/14
32	4 Presentation	13 jours	Sam 17/05/14	Sam 07/06/14
33	4.1 Preparer la presentation	7 jours	Sam 17/05/14	Mar 27/05/14
34	4.2 Pré soutenance	2 jours	Mar 27/05/14	Sam 31/05/14
35	4.3 Correction, verification	3 jours	Sam 31/05/14	Mer 04/06/14
36	4.4 Soutenance	1 jour	Mer 04/06/14	Sam 07/06/14



Projet : Sequencement PFE DJE
Date : Lun 09/06/14

Tâche	Récapitulatif inactif	Tâches externes
Fractionnement	Tâche manuelle	Jalons externes
Jalon	Durée uniquement	Échéance
Récapitulative	Report récapitulatif manuel	Avancement
Récapitulatif du projet	Récapitulatif manuel	Progression manuelle
Tâche inactive	Début uniquement	
Jalon inactif	Fin uniquement	

Résumé

Le secteur du bâtiment est considéré comme l'un des facteurs principaux qui affectent la dépense énergétique et les émissions des gaz à effet de serre. L'efficacité énergétique dans les bâtiments représente un moyen indispensable afin de réduire les consommations énergétiques. L'un des leviers du développement durable dans les bâtiments est la haute qualité environnementale. Le travail présenté ci-après porte sur le management de l'efficacité énergétique dans les projets de construction et de réhabilitation des bâtiments, en adoptant une démarche managériale et environnementale qui nous permettra de réduire les consommations énergétiques et limité l'impact environnemental. Pour cela on a commencé par définir les concepts énergétique et environnemental, en s'intéressant de près à l'efficacité énergétique dans les bâtiments, afin d'assurer à l'utilisateur un confort durable. Ensuite, on abordera la principale démarche utilisée pour aboutir à une meilleure gestion de l'efficacité énergétique, qui est la démarche HQE (haute qualité environnementale). Cette dernière peut être impliquée à chaque étape d'un projet de réhabilitation ou de construction d'un bâtiment, ceci a fait l'objet de la dernière partie de ce manuscrit.

Mots-clés : Efficacité énergétique, développement durable, environnement, bâtiment, HQE.

Abstract

The sector of the building is regarded as one of the principal factors which assign the energy expenditure and the emissions of gases to greenhouse effect. Energy efficiency in the buildings represents an essential means in order to reduce energy consumptions. One of the levers of sustainable development in the buildings is environmental high-quality. The work presented hereafter concerns the management of energy efficiency in the construction projects and of rehabilitation of the buildings, adopt of it a managerial and environmental step which will enable us to reduce consumption energetics and limited the environmental impact. For that one with started by defining the concepts energetics and environmental, while being interested of meadows in energy efficiency in the buildings, in order to ensure the user a durable comfort. Then, one will approach the principal step used to lead to a better management of the energy efficiency, which is step HQE (High-quality Environmental). The latter can be implied with each stage of a project of rehabilitation or of construction of a building, this was the subject of the last part of this manuscript.

Keywords : Energy efficiency, sustainable development, environment, building, HQE.

ملخص

يعتبر قطاع البناء واحدا من العوامل الرئيسية التي تؤثر على انبعاثات نفقات الطاقة والغاز المسببة للاحتباس الحراري. كفاءة استخدام الطاقة في المباني هو وسيلة أساسية للحد من استهلاك الطاقة. واحدة من روافع التنمية المستدامة في المباني هو نوعية بيئية عالية. العمل المقدم أدناه يركز على إدارة كفاءة الطاقة في بناء وإعادة تأهيل المباني واعتماد نهج الإدارية والبيئية سوف تسمح لنا للحد من استهلاك الطاقة والأثر البيئي محدودة. لهذا بدأت من خلال تحديد مفاهيم الطاقة والبيئة، مع التركيز المروج كفاءة استخدام الطاقة في المباني، لضمان راحة المستخدم الأمد. ثم، ونحن نناقش النهج الرئيسية المستخدمة لتحقيق إدارة أفضل لكفاءة الطاقة، والذي هو HQE (نهج عالية الجودة البيئية). هذا الأخير يمكن أن تشارك في كل مرحلة من مراحل إعادة التأهيل المشروع أو تشييد مبنى، وقد كان هذا هو الجزء الأخير من هذه المخطوطة.

الكلمات الرئيسية: كفاءة الطاقة، التنمية المستدامة، البيئة، بناء، HQE.