

Les effets de la réhabilitation énergétique durable sur le plan économique, écologique, social et esthétique.

Kh. Rahmani. ^{#1}, A. Foufa ^{#3}, L. Aiche-Hamane ^{*2}

[#]Institut d'architecture et d'urbanisme, Université Blida1 – Algérie

¹khadidja.rahmani09@gmail.com

^{*}Département de mécanique, Université Blida 1– Algérie

²l_aiche@yahoo.fr

³aafoufa@gmail.com

Résumé— La sécurité énergétique et les contraintes environnementales sont un défi considérable pour le développement économique et social. Pour atteindre cette sécurité, que ce soit énergétique ou environnementale, la réhabilitation énergétique durable de l'existant apparait comme le meilleur remède. La présente communication a pour objectif d'exposer notre guide qui contient des fiches applicables sur des échelles.

• La méthodologie développée se base sur un ensemble d'indicateurs visant l'orientation du concepteur de la réhabilitation énergétique parmi ces indicateurs nous citons :

L'isolation du bâtiment et le remplacement du vitrage.

L'intégration des énergies renouvelables pour couvrir les besoins énergétiques et diminuer les émissions de GES.

L'électricité essentielle au fonctionnement est générée localement grâce au soleil (conversion photo voltaïque).

Le chauffage de l'eau chaude sanitaire est assuré par le thermique (héliothermique).

• L'application pour tester la faisabilité et valider la méthodologie développée. Nous avons pris comme cas d'étude « Aéro- habitat », c'est un bâtiment d'habitation collectif datant de 1952. Situé dans la ville d'Alger.

• Nous avons réalisé dans le présent travail une série de simulations numériques à l'aide de différents logiciels et applications : Ecotect 2011, Solo, Pvgiz.

• Nous sommes arrivées à travers cette étude à évaluer les effets de la réhabilitation énergétique durable sur le plan économique, écologique, social et esthétique.

Mots clés— Réhabilitation – Energie – Durabilité – Consommation – confort– Isolation –Renouvelable – simulation –

I. INTRODUCTION

La sécurité énergétique et les contraintes environnementales sont un défi considérable pour le développement économique et social.

Aujourd'hui, on doit répondre à une quadruple exigence : économiser et réduire au mieux les dépenses à des sources extérieures[1], préserver l'environnement, développer et subventionner les énergies renouvelables, et améliorer l'image du cadre du bâti.

La réhabilitation énergétique durable apparait comme le meilleur remède, qui permettra de régler maintes problèmes à

la fois. C'est un savoir-faire relie entre, la réhabilitation [2], l'énergie [3], et la durabilité [4] dans le but d'avoir :

1. Une amélioration qualitative du bâtiment.
2. Une efficacité énergétique.
3. Un respect de l'environnement.

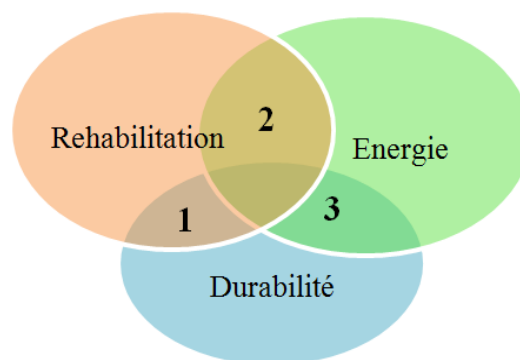


Fig. 1 Schémas explicatif sur la naissance de RED. S/Auteur.

Réhabiliter un bâti énergétiquement selon une démarche pérenne c'est économiser le maximum de ressources dont l'énergie, l'eau, les matériaux, épargner la terre en la protégeant de la bétonisation, réduire l'empreinte écologique, prolonger la durée d'utilisation du bâti et offrir une nouvelle génération d'habitat bien adaptée aux tendances actuelles et aux attentes de leurs occupants (conforts, hygiène).

II. UN GUIDE POUR UNE REHABILITATION ENERGETIQUE DURABLE

La présente communication a pour objectif d'exposer notre guide dont-on explique la méthode qui doit assurer le bon déroulement de la réhabilitation énergétique durable.

Notre guide contient des fiches thématiques qui présentent une gamme de techniques possibles permettant d'économiser l'énergie, préserver l'environnement et d'améliorer la qualité du bâti ainsi d'offrir le confort aux occupants.

Le contenu de ces fiches sera applicable sur des échelles pour une meilleure gestion de cette opération.

A. Démarche du travail

Un projet de réhabilitation énergétique durable comporte plusieurs étapes, qui vont à travers des actions cohérentes :

Une analyse de situation existante avant transformation doit être effectuée, ce qu'on appelle l'audit énergétique [5].

On collecte toutes les données réelles qui concernent le bâti qu'on veut réhabiliter c'est-à-dire comprendre le bâti, leurs caractéristiques architecturales et énergétiques ainsi sa relation avec son environnement extérieur et le potentiel disponible.

Après, il s'agit d'une analyse critique [6] bien faite, afin d'émerger ses points faibles et forts pour faire sortir les gisements d'économie et les déficiences rencontrées.

Ensuite on préconise des solutions, et pour cela on se sert des fiches présentées dans notre guide qui ont pour objet de décrire les techniques adoptées pour l'opération de la réhabilitation énergétique durable.

Ces dernières concernent en premier lieu la qualité de l'enveloppe du bâtiment pour un souci de diminuer les besoins (une réhabilitation énergétique passive). Et en deuxième lieu les systèmes thermiques et le recours aux énergies renouvelables afin de satisfaire les besoins (une réhabilitation énergétique active).

En fin à l'aide d'un des logiciels de simulation thermique dynamique [7], on lance nos simulations qui vont nous aider à évaluer notre opération dont le but de choisir la meilleure combinaison, et valider le choix évidemment selon les outils de contrôles, les labels [8] ou documents de réglementations [9] dans le cas d'un bâti existant. On a essayé de résumer les étapes dans le schéma ci-dessous :

B. Objectif et Composition des fiches

Dans une opération de réhabilitation énergétique durable, la géométrie, la volumétrie, l'implantation et l'orientation sont imposées par le projet existant, les « fiches solutions » présentées dans ce document ont pour objet de décrire les solutions sur lesquelles peut agir le concepteur pour améliorer le bâti. Ces dernières décrivent le fonctionnement technique du produit ou du système, les points constituant une avancée technologique et les conditions de mise en œuvre permettant de garantir une performance durable. Nous les avons réparties en : une introduction, des notions de bases, une présentation et mise en œuvre de la solution ainsi des équations d'applications et les logiciels de dimensionnement.

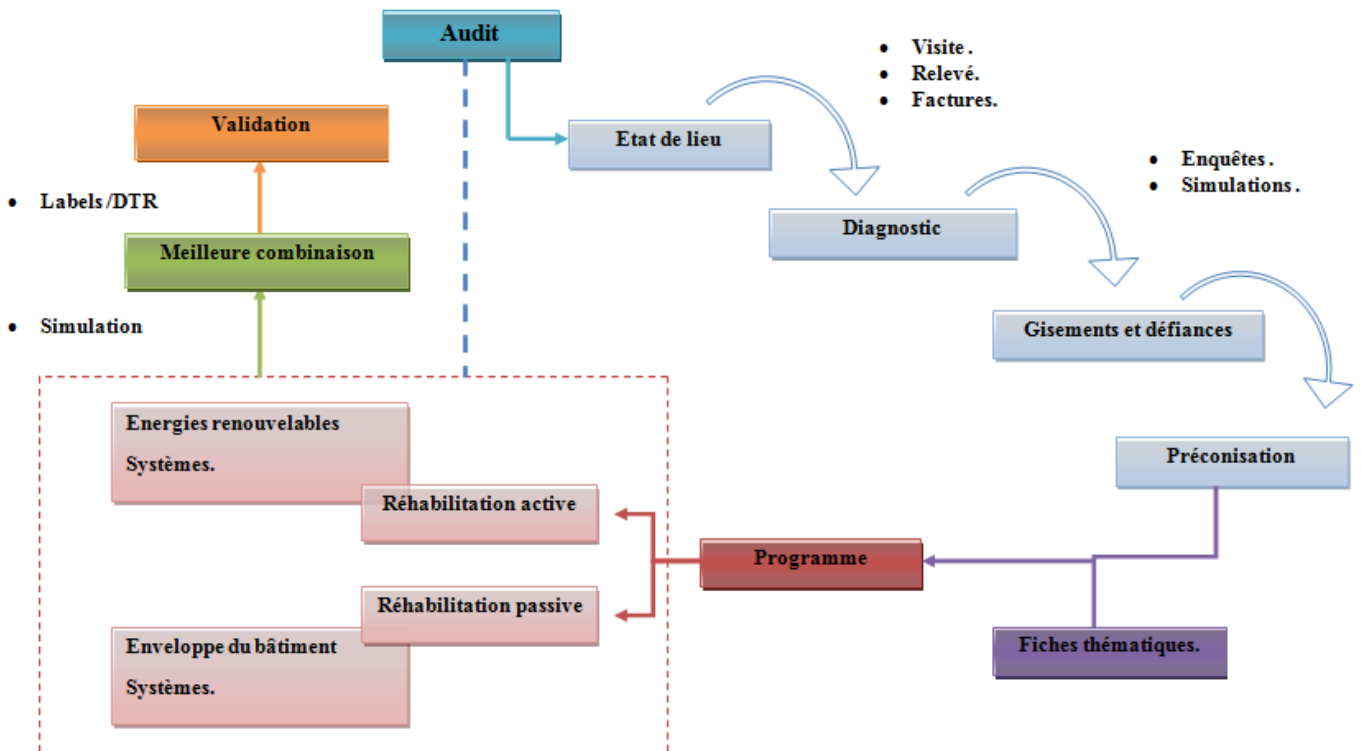
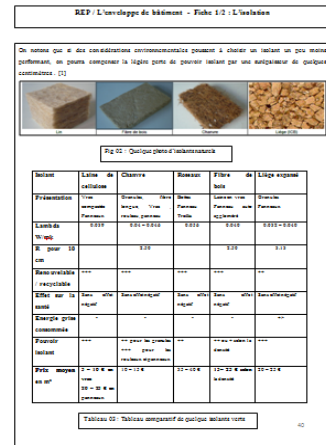


Fig. 2 Organigramme qui explique les étapes à suivre pour lancer une opération de réhabilitation énergétique durable. Source Auteur

III. PRÉSENTATION DU CAS D'ÉTUDE

Notre choix s'est porté sur l'Aéro habitat [10], un bâtiment datant de 1952, situé dans la ville d'Alger doté d'une série de distinctives reliant l'aspect collectif et l'individuel, également l'aspect environnemental et énergétique.



Fig.4 Plan de situation

Il représente un témoin de l'architecture moderne méditerranéenne, conçu par des disciples de l'architecte Le Corbusier et tient une place incontestable, avec sa valeur historique, identitaire, sociale, paysagère, et architecturale.

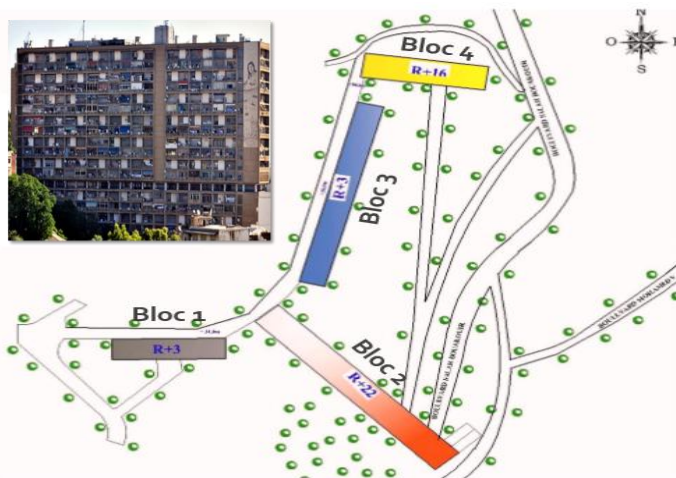


Fig.5 Plan d'ensemble de l'Aéro habitat. Source Auteur

A. La description du bâtiment choisi

Le bloc choisi est le bloc 2, notre étude porte sur la cellule type F4, située au 11 étage au milieu dont la surface est 95 m². Chaque cellule dispose une double exposition ce que la rends bien ensoleillés, aussi la présence des loggias et des coursives la ventilent bien.

TABLE I

FICHE TECHNIQUE DU BATIMENT

| | | |
|---|--|---|
| Lieu | Alger | |
| Typologie | Habitat collectif | |
| Date de construction | 1952 - 1955 | |
| Architecte | Pierre Bourlier et José Ferrer | |
| Forme du bâtiment | parallélepède. | |
| Nombre de logements | 284 | |
| Données techniques | Le procédé constructif utilisé c'est le système moderne (poteau poutre) | |
| Consommations spécifiques d'énergie [11] | Electricité | 1615 KWh par la cellule |
| | Gaz | 7703.99 Thermie/8959.74 KWh par la cellule. |
| | Totale | 1615+8959,74 = 10574.74 KWh |

B. Les caractéristiques du bâtiment

Dans notre cas d'étude les parois extérieures de l'enveloppe sont en brique d'une épaisseur de 10 cm dont $U = 2.81$. Les fenêtres et les baies vitrées sont non isolées (un simple vitrage clair), orientées Nord / Est et Sud / Ouest, de grande dimension dont $U = 5.44$. La cellule d'expérimentation est occupée par 4 personnes. Avec une présence permanente des occupants estimée à 100% de 20h à 7h du matin.

La classe énergétique de la cellule avant interprétation est C avec 93 de consommation par m².

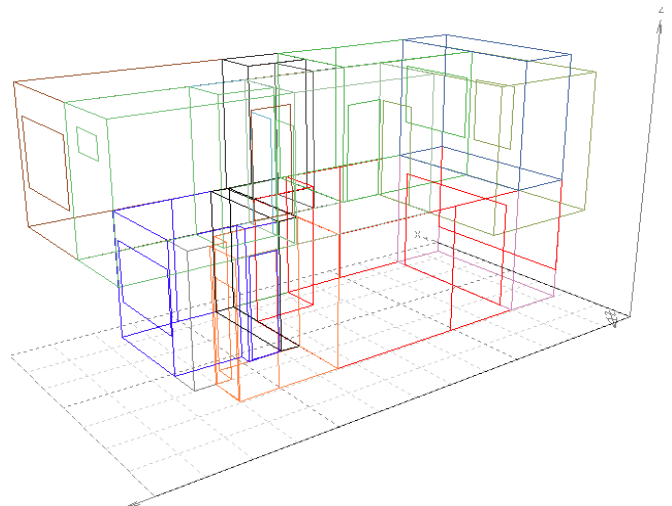


Fig.6 Le model 3 D. Source Auteur

IV. PRESENTATION DU RÉSULTATS

A. Sur le plan économique

Prolonger la durée de vie d'un bâtiment dévalorisé et faire des économies d'énergie, à travers l'isolation thermique, le remplacement du système de chauffage ainsi la production d'électricité photovoltaïque.

1) *Le remplacement du vitrage et l'isolation des parois* : Le besoin en chauffage et en climatisation était réduit, et on a pu d'étiqueter le bâtiment de classe C à B avec 76KWh de consommation par m² après remplacement du vitrage, voire plus proche à la classe A 56 KWh de consommation par m² après l'isolation des murs extérieurs par l'utilisation de la cellulose en panneau de 10 cm, qui est un isolant naturel par excellence[13], à conseiller absolument, en particulier pour son pouvoir de régulation de l'humidité et son excellente absorption acoustique. Un produit issu du recyclage de journaux. Il est traité pour résister aux moisissures, à la corrosion et au feu, aussi la cellulose n'est pas coûteuse.

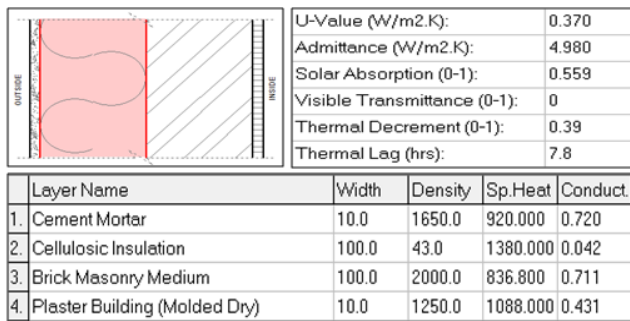


Fig. 7 Isolation des murs . S/Auteur .

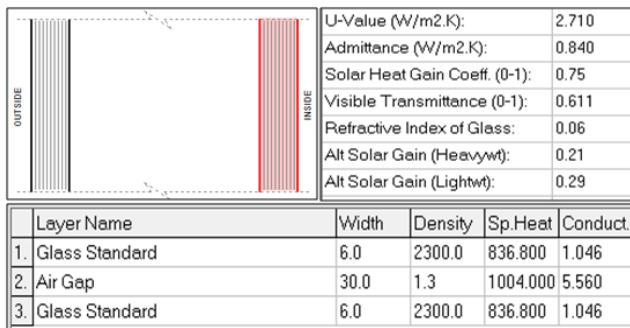


Fig. 8 Le remplacement du vitrage . S/Auteur .

2) *Le remplacement du système de production d'eau chaude sanitaire*[14] : Le chauffage de l'eau sanitaire par le solaire thermique est un acte économique et écologique, cette alternative à un poids important dans les projets de réhabilitation énergétique durable. On a proposé dans notre cas d'étude une consommation d'eau chaude sanitaire de 50 l/ jr / per. Avec une température de 45°C. On a pris dans notre cas : Une famille de quatre personnes qui nécessitera environ 200l/ jr, soit un volume de stockage de 300 l/jr. Pour le taux de consommation on le varie aussi entre 40 l/jr/per pour Jan – Fév. – Nov –

déc, 45l/jr/per pour Mar – Avr – Sep – Nov et 50l/jr/per pour Mai - Juin – Juillet – août.

Pour le stockage, le nombre de ballon qu'on a installé c'est 150 ballons, un pour chaque cellule, d'une capacité de 300 l. La dimension de ces ballons, Si on tient compte la surface disponible sur les coursives (0.45*95.5), on trouve : 1000 L = 1 m³. Donc 300/(1000*1) = 0.3 m³.

0.3 = (0.3*0.35*3). On opte pour un ballon allongé et d'une largeur de 30 cm pour la répartition de charges et pour un souci d'intégration.

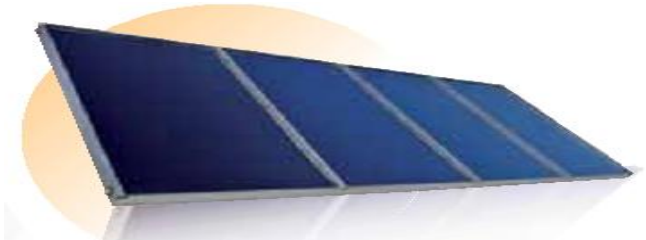


Fig. 9 Solar plan 500V point 80 kg - Manuel Solo.

TABLE II
CHOIX DE LA TECHNIQUE

| | |
|--|-------------------------|
| Surface | 375,84m ² |
| Solar Plan 500V Atlantic Industrie (81 x 4,64 m ²) | |
| Inclinaison | 33/Horiz |
| Orientation | 0/ Sud |
| Coefficient B | 0,81 |
| Coefficient K | 4,22W/m ² .C |

TABLE III
RESULTATS DE LA SIMULATION

| | Taux de couverture (%) | Consommation mensuelle |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Janvier | 63.3 | 24000 |
| Février | 83.5 | 24000 |
| Mars | 90.6 | 27000 |
| Avril | 95.2 | 27000 |
| Mai | 97.0 | 30000 |
| Juin | 97.7 | 30000 |
| Juliet | 98.9 | 30000 |
| Aout | 99 | 30000 |
| Septembre | 98.6 | 27000 |
| Octobre | 90.3 | 27000 |
| Novembre | 71.8 | 24000 |
| Décembre | 59.4 | 24000 |
| Taux de couverture annuel solaire | 87.2 % | |
| Apport solaire annuel | 244724KWh/an | |
| Besoin annuel | 280784 KWh/an | |
| Productivité annuelle | 651 Kwh/m ² an | |

On remarque que le taux de couverture pour la configuration et paramètres choisis est de 87.2 % . On déduit que l'apport solaire dans notre cas et région est important ce qui rend la contribution de l'appoint par énergie conventionnel qui est dans notre cas le gaz très faible 12.8 % . On a pu atteindre un taux de couverture de 99% au mois d'aout .

3) *La production d'électricité photovoltaïque* : On opte pour une technologie amovible brise photovoltaïque orientable selon les deux axes pour plusieurs raisons ce d'empêcher les rayons intenses du soleil de pénétrer en été , permettre à ces mêmes rayons de pénétrer notre intérieur en hiver, ainsi leur meilleur rendement.

Des cellules de 3 générations ce qui permet une surface plus petite et un rendement supérieure voire 33 à e 46 % . Les besoins énergétiques comblés par le système PV dans notre cas d'étude se limitent aux appareils électroménagers (réfrigérateur, climatiseur, lave linge, téléviseur, ordinateur, éclairage...) . On a pris dans notre cas une famille de quatre personnes qui nécessitera environ une consommation journalière 4 kWh selon les factures .

La puissance de panneaux solaires qu'on a installé selon la surface disponible et le rendement des cellules choisies est $(9 * 0.33) = 3 \text{ kWc}$.

La production de l'électricité grâce à l'intégration des Panneaux solaires photovoltaïques comme brise soleil orientable est une solution efficace .

La base de données de radiation solaire employée est PVGIS-CMSAF[16] .

Pertes estimées à cause de la température et des niveaux faibles de rayonnement: 8% (Donnée générique pour les régions Pertes estimées à cause des effets de la réflectance angulaire: 2.3% .

D'autres pertes (câble, onduleur, etc.): 14.0% .

Pertes conjuguées du système PV: 22.7% .

TABLE IV
ESTIMATION DE LA PRODUCTION D'ELECTRICITE SOLAIRE
SUIVEUR SOLAIRE 2 AXES

| Mois | Production journalière moyenne | Production mensuelle moyenne |
|-------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Janvier | 11.30 | 349 |
| Février | 13.50 | 378 |
| Mars | 17.40 | 539 |
| Avril | 18.60 | 559 |
| Mai | 20.40 | 633 |
| Juin | 23.80 | 714 |
| juillet | 24.10 | 748 |
| Août | 22.40 | 695 |
| Septembre | 18.50 | 555 |
| Octobre | 16.50 | 513 |
| Novembre | 11.90 | 356 |
| Décembre | 10.90 | 339 |
| Totale production | | 6380 KWh |

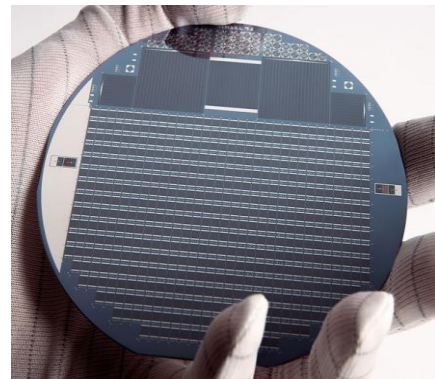


Fig. 10 Cellule multi-jonctions .



Fig. 11 Système orientable .

B. Sur le plan esthétique

Elle assure non seulement la conservation des constructions et donc d'un patrimoine, mais sa réinsertion dans un cadre bâti agréable, avec des adaptations aux nécessités et exigences actuelles .

C. Sur le plan environnemental

Compte tenu de la contribution importante du secteur résidentiel aux émissions de CO2. Après l'application de la démarche développée sur le cas d'étude choisi, il en résulte une grande quantité d'émission de CO2 évitée par année environ 335.168 T .

D. Sur le plan social

Leur permet de s'approprier leur cadre de vie, l'environnement construit a un impact direct sur la société et constitue un coefficient déterminant du bien-être et des relations sociales .

V. CONCLUSIONS

La réhabilitation énergétique durable est une technique intelligente qui lie entre le développement durable , les énergies renouvelables et le patrimoine construit . Et qui va certainement promouvoir un avenir prospère, et sera le point de transition dans le domaine du bâtiment et de l'énergie .

L'importance de la réhabilitation énergétique durable ne saute pas aux yeux des les premiers instants, mais à long

terme et avec la généralisation de cette opération sera constatée .

En effet, si la performance énergétique et le respect de l'environnement , constituent le fondement de toute opération de réhabilitation énergétique durable, cette dernière ne peut être isolée d'une réflexion plus globale sur les modes de vie, les confort et les impacts sanitaires de choix de matériaux ou de procédés .

Les champs d'investigation concernant la réhabilitation énergétique durable du bâti sont aussi vastes que nombreux , et peuvent être étaler vers d'autres secteurs et régions, ainsi plusieurs domaines d'application liés à l'urbanisme et aux bâtiments, restent à développer.

La réhabilitation énergétique durable peut jouer un rôle essentiel à différentes échelles . Cette opération est essentielle pour plusieurs raisons principales : En réutilisant des bâtis déjà construits donc des terres déjà urbanisées, de ce fait on évite d'en consommer de nouvelles (usage parcimonieux du sol) , ainsi améliorer l'image des quartiers dans nos villes , du cadre de vie, même ouvrir de nouveaux postes de travail , c'est intervenir indirectement sur le renouvellement urbain (optimisation énergétique urbain)

REFERENCES

- [1] "Habitat pour une transition énergétique ambitieuse" Institut Montaigne . Rapport septembre 2013 .
- [2] Charlot Valdieu Catherine, Outrequin Philippe, La réhabilitation énergétique des logements., Ed.Le moniteur, Paris.2011.
- [3] Samuele Furfari, 101Question sur l'énergie ., Ed.Technip Paris 2009.
- [4] Livret 6 : Lexique à l'usage des acteurs des filières - Termes relatifs aux principes et à la mise en œuvre du développement durable – juin 2014 .
- [5] "Bruxelles Environnement" IBGE - Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement - Infos fiches – énergie .
- [6] M1 Pro STEP "Génie de l'Environnement & Industrie (GEI) IUP Génie de l'Environnement " M1 GEI/IUP : UE 39U4GE42.Université Paris Diderot (2007-2008) .
- [7] Dr M. El Hassar S.M.K, Dr Astrid Deneker, Guide pour une construction Eco- énergétique en Algérie.,Ed Giz.
- [8] Pascales Maes, Labels d'efficacité énergétique ., Ed Eyrolles. Paris 2009 .
- [9] Ibid 7.
- [10] L'Aéro habitat- Avatar d'un monument classé ? par Nabila Stambouli.
- [11] Convertir Énergie, Thermie site web [Online] . Disponible : <http://www.convertworld.com/fr/energie/Thermie.html> .
- [12] I3ER Ingénierie de l'Efficacité Énergétique et des Énergies Renouvelables site web. [Online]. Disponible :<http://logiciels.i3er.org/ecotect.html>.
- [13] Eco habitation - La ressource en habitation écologique site web [Online]. Disponible: <http://www.ecohabitation.com/guide/fiches/isolant-naturel-cellulose> .
- [14] Eau Chaude Solaire-Manuel pour la conception, le dimensionnement et la réalisation des installations collectives, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, 2002.
- [15] Photovoltaic and solar electricity design tools site web [Online]. Disponible : <http://photovoltaic-software.com/pvgis.php> .