

## L'impact environnemental d'une habitation écologique

M.A. Boukli Hacène\*, N.E. Chabane Sari, B. Benyoucef et S. Amara

Unité de Recherche Matériaux et Energies Renouvelables, 'U.R.M.E.R'  
Université Abou Bakr Belkaid, B.P. 119, Tlemcen, Algérie

(reçu le 03 Septembre 2010 – accepté le 26 Décembre 2010)

**Résumé** - Une maison écologique, désigne plus un concept qu'un type défini d'habitation. L'idée est de combiner les différents modes de chauffage, de ventilation, d'alimentation des appareils pour réduire massivement la consommation d'énergie, donc une décroissance exponentielle du rejet de CO<sub>2</sub>. Le travail présenté est l'étude de l'impact d'une maison écologique sur l'environnement. Afin d'aboutir à ce bilan, il faudrait d'abord faire une étude globale sur le bilan énergétique, à partir duquel nous pourrions connaître d'un côté le temps d'utilisation de chaque équipement de la maison, donc un bilan sur le rejet de CO<sub>2</sub> et de l'autre côté, la comptabilisation du carbone dans l'énergie primaire, ainsi que le cycle de vie des matériaux d'isolation. Les résultats obtenus ont été confrontés aux résultats de la même maison construite avec des matériaux non isolants, tels que la brique, le béton... La confrontation montre une différence significative sur les plans énergétique, économiques, ainsi qu'environnementaux, ce qui nous laisse très optimistes sur le rendement des habitats écologiques.

**Abstract** – A green home means more a concept than a defined type of housing. The idea is to combine different modes of heating, ventilation, power supply devices to massively reduce energy consumption, thus an exponential decrease in CO<sub>2</sub> emissions. The present work is to study the impact of a green home on the environment. To achieve this balance, we would first do a comprehensive study on energy balance, from which we can know at one hand the usage time of each household equipment, therefore a balance on the release of CO<sub>2</sub> and in the other side, carbon accounting in the primary energy and the life cycle of insulation materials. The results were compared with the results in the same house built with no insulation materials such as brick, concrete ... The comparison shows a significant difference in terms of energy, economically and environmentally, which leaves us very optimistic about the performance of ecological habitats.

**Mots clés:** Développement durable - Energie – Economie - Environnement.

### 1. INTRODUCTION

Les rapports qui évaluent et quantifient les émissions en gaz à effet (GES) de serre dans l'atmosphère se suivent et se ressemblent, toujours plus alarmants. En effet, selon une étude publiée dans les 'Proceedings of the National Academy of Sciences' et menée par M. Raupach [1] de l'Organisation pour la Recherche Scientifique et Industrielle du Commonwealth (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) Marine and Atmospheric Research and the Global Carbon Project), les rejets de GES, responsables du réchauffement climatique, sont toujours plus importants.

Alors si aucune mesure n'est prise pour limiter son ampleur, le réchauffement climatique aura des impacts dramatiques.

---

\* amineboukli@yahoo.fr

C'était l'enjeu de la conférence internationale des Nations unies sur le climat qui s'est déroulée du 7 au 18 décembre 2009 à Copenhague (Danemark) [2]. Elle devait permettre à la communauté internationale de trouver un accord global afin de limiter les actions sur la dégradation de l'environnement, surtout les pays industrialisés. Cet accord conduisait à imposer une suite au Protocole de Kyoto.

De notre côté, notre nécessité de respecter notre environnement, est plus que jamais un devoir, chacun de son côté doit trouver une solution équitable qui aboutira d'un côté au confort et contribuera spécialement au développement durable.

On parle de maison écologique lorsque deux critères sont respectés: 80 % au moins de l'énergie d'un foyer est économisée par rapport à la moyenne, mais cela peut aller beaucoup plus loin, jusqu'à une consommation nulle, voire négative (production nette d'énergie), et l'utilisation des matériaux écologiques, sains, et durables [4]. Les principales exigences d'une habitation écologique sont:

- L'alliance de terrain avec le climat local
- L'orientation: savoir jouer avec le soleil
- Le bilan carbone: traquer les émissions cachées
- L'isolation thermique: une nécessité absolue
- Les murs: des matériaux sains, et naturels
- La ventilation: de l'air renouvelé en quantité suffisante
- Privilégier les énergies renouvelables pour le chauffage et le refroidissement
- Créer un environnement sain et confortable pour ses utilisateurs.

## 2. NOTRE TRAVAIL

L'objectif de notre travail est d'effectuer une comparaison du bilan environnemental entre une maison existante à Tlemcen, en Algérie, construite avec des matériaux classiques (béton, briques...), et la même maison construite avec des matériaux écologiques (liège, chanvre, bois...), pour avoir une idée précise sur l'impact d'une telle maison sur l'environnement.

L'habitat se trouve à l'ouest algérien dans la région de Tlemcen, 'Latitude 34°52'01" Nord, Longitude 1°28'01" Ouest, située à 850 m d'altitude, et jouissant d'un climat tempéré'.

L'efficacité énergétique est le défi majeur des années à venir, car cette question englobe automatiquement les questions d'émission de gaz à effet de serre, et les questions d'énergie grise, c'est-à-dire l'énergie nécessaire à la fabrication des matériaux et systèmes (chauffage et ventilation). Cette question représente l'essentiel de la performance environnementale.

### 2.1 Caractéristiques géographiques

Tlemcen est une ville située au nord-ouest de l'Algérie, à 580 km de la capitale Alger, à une latitude de 34.56°, une longitude de -1.19° et une altitude de 830 m. Elle est caractérisée par des conditions climatiques assez particulières à savoir, des étés chauds et secs et des hivers froids et rigoureux.

Il est important de faire remarquer que son climat est quelque peu adouci par l'influence de la mer méditerranéenne relativement toute proche (à 45 km).

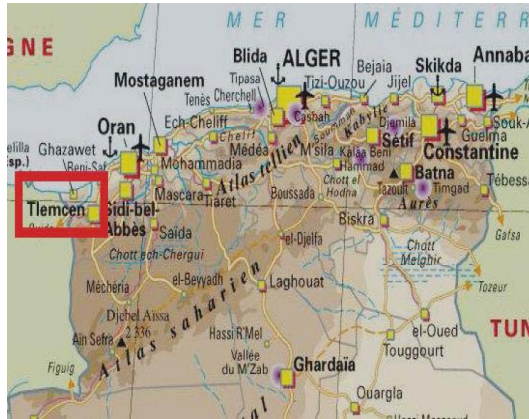


Fig. 1: Situation de la ville de Tlemcen (Carte d'Algérie) [5]

## 2.2 Maison étudiée

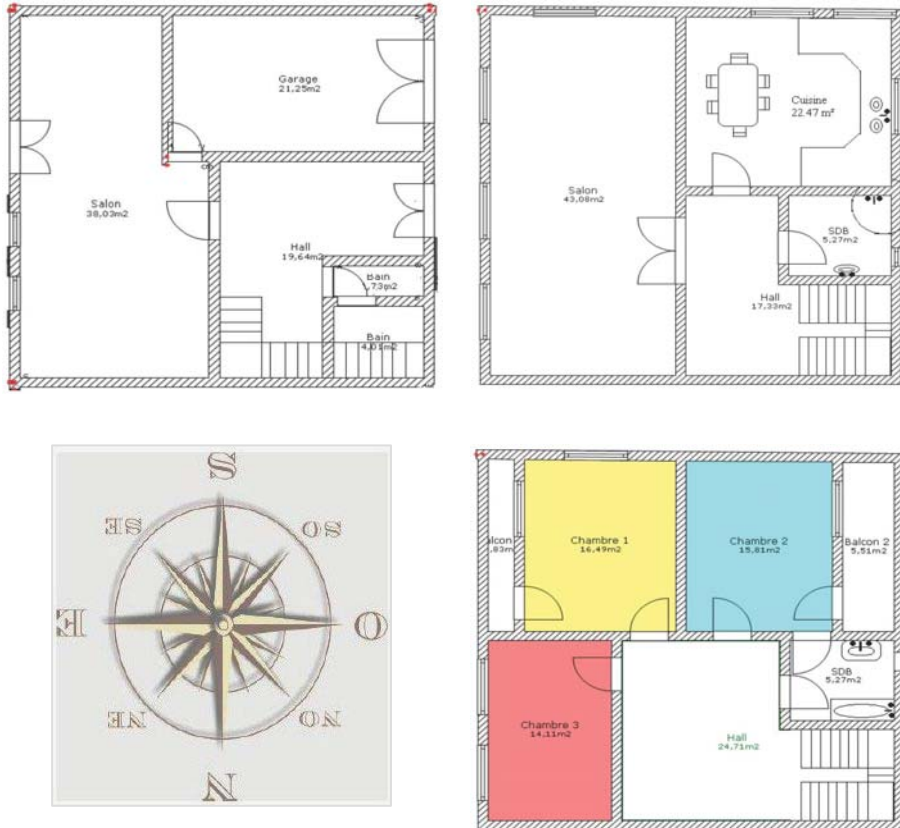


Fig. 2: Plans de la maison étudiée



Fig. 3: Vue de l'habitation (coté Est)

La superficie de l'habitation est de  $100 \text{ m}^2$  conçue sur trois niveaux. Le premier étage se compose d'un hall, un garage, un salon et une salle d'eau; au second étage, il y a un salon, une cuisine, un petit séjour et des sanitaires, tandis qu'au dernier étage, on trouve trois chambres, un hall et une salle de bain. Les superficies de chaque pièce sont représentées sur le tableau ci-dessous.

L'architecture, l'orientation, la compacité, ainsi que le masque végétal aident l'habitation à mieux capter le rayonnement solaire, et profiter au maximum des apports solaires. L'espace vital est orienté au sud-est et au sud-ouest, et c'est le principe de l'architecture bioclimatique exigée pour une conception écologique. La maison conventionnelle est réalisée initialement avec de la brique et du béton, les fenêtres sont en bois et les portes en fer forgé.

### Types de matériaux utilisés dans la maison écologique

Pour l'isolation de la maison, nous avons opté pour:

Des panneaux denses de laine minérale (épaisseur- 140 mm) pour le sol et les fondations.

Des panneaux souples de laine de bois (épaisseur- 220 mm) en sous toiture.

Trois cent (300) mm de ouate de cellulose pour le plafond et 200 mm pour le plancher des chambres

Des murs à ossature de bois ( $U = 0,16 \text{ W/m}^2$ ) avec un indice d'isolation phonique supérieur à 46 db.

Double vitrage de 20 mm avec un volume intérieur rempli de gaz ( $U = 1.1$ ) et un indice d'isolation phonique de 31 db.

### 2.3 Besoins énergétiques de la maison

Il y a des hypothèses nécessaires avant le calcul des déperditions, des besoins énergétiques des différentes pièces de la maison écologique:

Hypothèse 1- Le transfert de chaleur à travers les murs et le plafond se produit en une seule direction le long de l'épaisseur.

Hypothèse 2- Les gains et les pertes de chaleur à travers les murs et la toiture sont supposés constants pour n'importe quelle heure.

Hypothèse 3- La structure des murs et du plafond est réalisée par des couches de matériaux homogènes.

Hypothèse 4- La température ambiante, et celle de l'air des pièces sont supposées constante chaque heure.

Hypothèse 5- L'intensité du soleil est supposée constante pour une durée d'une heure.

Hypothèse 6- Toutes les propriétés thermiques des matériaux de construction, tels que, la conductivité thermique, et la chaleur spécifique sont supposées constantes et indépendantes des variations de la température.

Hypothèse 7- Le taux de chaleur perdue à travers le sol  $Q_{sol}$ , est supposé être égale à zéro.

Hypothèse 8- Partant de l'hypothèse qu'une maison passive coûte quelques 10 % plus chère qu'une maison conventionnelle.

Hypothèse 9- Les occupants ne changent pas la consigne de chauffage, pour que la comparaison se fasse sur des bases identiques. De même, les occupants des maisons écologiques, dans notre étude, ont un comportement strictement identique à ceux des maisons conventionnelles, même si sur le terrain, ce n'est pas le cas (les occupants de maisons écologiques adoptent généralement des comportements plus éco-citoyens que la moyenne nationale).

Hypothèse 10- La structure du bâtiment est réalisé pour durer au moins 50 ans, en subissant les réfections nécessaires (notamment une rénovation lourde tous les 25 ans). Ceci met bien en évidence les coûts cachés importants d'une maison individuelle.

Sur les tableaux suivants, nous avons répertorié les déperditions de chaque élément de l'habitation, en tenant compte de la superficie de chaque pièce, les longueurs des murs, ainsi que les différents coefficients de transmission thermique (U) des éléments de construction. Afin de déterminer les bilans énergétiques exacts des deux maisons, nous avons calculé les besoins d'énergie de chaque maison, durant une année pour la température du confort [6].

**Tableau 1:** Total des déperditions d'énergie dans la maison conventionnelle

Déperditions	Murs	Fenêtres	Portes	Plafond	Total déperditions
Coefficient U	3.5	5.8	2.5	4	
<b>Rez de chaussée</b>					
Salon (U)	77.76 – 13.7	4.5	9	38.03	
(U x S)	224.21	26.1	22.5	152.12	<b>424.93</b>
Garage (U)	54 – 8.8	-	8.8	21.25	
(U x S)	188.2	-	22	85	<b>265.2</b>
Hall (U)	52.11 – 9	-	9	19.64	
(U x S)	150.885	-	22.5	78.56	<b>251.94</b>
Bain (U)	11.8 – 1.8	-	1.8	6.74	
(U x S)	35	-	4.5	26.96	<b>66.46</b>

1 <sup>er</sup> étage					
Cuisine (U)	19.6 - 6.3	4.5	1.8	22.47	
(U × S)	46.55	26.1	4.5	89.88	<b>167.03</b>
Salon (U)	78.84 - 12.6	9	3.6	38.03	
(U × S)	231.84	52.2	9	152.12	<b>445.16</b>
SDB (U)	24.84 - 2.05	0.25	1.8	5.27	
(U × S)	79.765	1.45	4.5	21.08	<b>106.795</b>
Hall (U)	54 - 7.2	-	7.2	17.33	
(U × S)	163.8	-	18	69.32	<b>251.12</b>
2 <sup>ème</sup> étage					
Cham.1 (U)	45.9 - 8.1	4.5	3.6	16.49	
(U × S)	132.3	26.1	9	65.96	<b>233.36</b>
Cham.2 (U)	45.36 - 7.65	2.25	5.4	15.81	
(U × S)	131.985	13.05	31.32	63.24	<b>239.595</b>
Cham.3 (U)	43.74 - 6.3	4.5	1.8	14.11	
(U × S)	93.6	26.1	10.44	56.44	<b>186.58</b>
Hall (U)	63.72 - 7.2	-	7.2	24.71	
(U × S)	197.82	-	41.76	98.84	<b>338.42</b>
SDB (U)	24.48	0.25	3.6	5.27	
(U × S)	72.205	1.45	20.88	21.08	<b>115.615</b>
	<b>1718.16</b>	<b>172.55</b>	<b>220.9</b>	<b>980.6</b>	<b>3092.205</b>

Dans ces conditions, la somme totale des déperditions (pour  $\Delta T = 1^\circ\text{C}$ ) du bâtiment est de  $P = 3092.205 \text{ W}/^\circ\text{C}$ , où le coefficient  $G$  de déperdition volumique est:

$$G = \frac{P}{V_h} = 6.52 \text{ W}/\text{m}^3\text{ }^\circ\text{C} \quad (1)$$

Bien qu'il soit plus difficile de tenir compte des exigences thermiques des occupants, ces derniers, accepteraient-ils de ne pas utiliser certaines pièces en hiver pour le chauffage ou en été pour la climatisation ? Compte tenu de tout ça, on peut alors évaluer les besoins comme suit:

$$C = 24 \times G \times V_h \times D_j$$

**Tableau 2:** Total des déperditions d'énergie dans la maison écologique

Déperditions	Murs	Fenêtres	Portes	Plafond	Total Déperditions
Coefficient U	<b>0.163</b>	<b>1.1</b>	<b>0.94</b>	<b>0.118</b>	
Rez de chaussée					
Salon (U)	77.76 - 13.7	4.5	9	38.03	
(U × S)	10.44	4.95	8.46	4.487	<b>28.377</b>
Garage (U)	54 - 8.8	-	8.8	21.25	
(U × S)	7.36	-	8.272	2.5	<b>18.132</b>

Hall (U)	52.11 – 9	-	9	19.64	
(U x S)	7.026	-	8.46	2.317	<b>17.803</b>
Bain (U)	11.8 – 1.8	-	1.8	6.74	
(U x S)	35	-	4.5	26.96	<b>66.46</b>
<b>1<sup>er</sup> étage</b>					
Cuisine (U)	19.6 – 6.3	4.5	1.8	22.47	
(U x S)	2.167	4.95	1.692	2.65	<b>11.459</b>
Salon (U)	78.84 – 12.6	9	3.6	38.03	
(U x S)	11.076	9.9	3.384	4.487	<b>28.847</b>
SDB (U)	24.84 – 2.05	0.25	1.8	5.27	
(U x S)	3.71	0.275	1.692	0.621	<b>6.298</b>
Hall (U)	54 – 7.2	-	7.2	17.33	
(U x S)	7.628	-	6.768	2.04	<b>16.436</b>
<b>2<sup>ème</sup> étage</b>					
Cham.1 (U)	45.9 – 8.1	4.5	3.6	16.49	
(U x S)	6.14	4.95	3.384	1.945	<b>233.36</b>
Cham.2 (U)	45.36 – 7.65	2.25	5.4	15.81	
(U x S)	6.146	2.475	5.076	1.865	<b>15.562</b>
Cham.3 (U)	43.74 – 6.3	4.5	1.8	14.11	
(U x S)	4.358	4.95	1.692	1.664	<b>12.562</b>
Hall (U)	63.72 – 7.2	-	7.2	24.71	
(U x S)	9.212	-	6.768	2.915	<b>18.892</b>
SDB (U)	24.48	0.25	3.6	5.27	
(U x S)	3.85	0.275	3.384	0.621	<b>7.64</b>
	<b>80.273</b>	<b>32.725</b>	<b>60.724</b>	<b>28.907</b>	<b>202.61</b>

Sur les **Tableaux 3** et **4**, nous présentons les besoins mensuels de chauffage, de climatisation, ainsi que l'irradiation du rayonnement diffus, pour les 2 maisons, sur une période d'une année pour la température de confort dans le but de faire une comparaison entre les ressources et les besoins.

### 2.3.1 Maison conventionnelle

**Tableau 3:** Besoins de chauffage, de climatisation et irradiation du rayonnement diffus de la maison conventionnelle

Mois	Besoins chauffage	Besoins climatisation	Irradiation (W/m <sup>2</sup> )
Température de confort			
Janvier	47.54		109
Février	33.098		137
Mars	36.062		199
Avril	31		229
Mai	22.47		281
Juin		7.41	301
Juillet		1.976	301
Août		4.69	273

Septembre		6.669	221
Octobre	23.09		165
Novembre	29.02		117
Décembre	37.54		94
<b>Total</b>	<b>260.22</b>	<b>20.78</b>	

### 2.3.2 Maison écologique

**Tableau 4:** Besoins de chauffage, de climatisation et irradiation du rayonnement diffus de la maison écologique

Mois	Besoins chauffage	Besoins Climatisation	Irradiation (W/m <sup>2</sup> )
Température de confort			
Janvier	2.829		109
Février	1.969		137
Mars	2.146		199
Avril	1.844		229
Mai	1.337		281
Juin		0.441	301
Juillet		0.117	301
Août		0.279	273
Septembre		0.397	221
Octobre	1.374		165
Novembre	1.727		117
Décembre	2.234		94
<b>Total</b>	<b>15.47</b>	<b>1.23</b>	

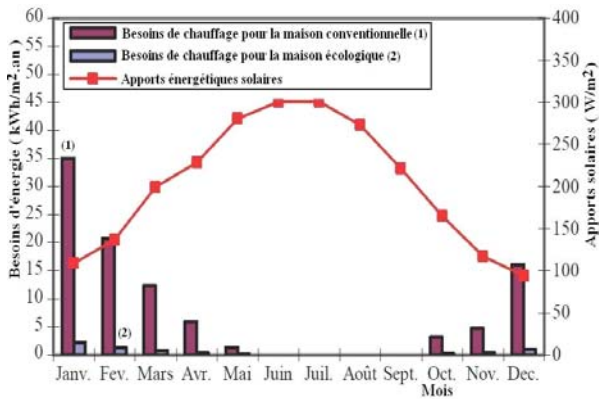


Fig. 4: Comparaison entre les ressources et les besoins des deux habitations

La courbe rouge correspond aux apports énergétiques solaires, les histogrammes (1) et (2) représentent respectivement les besoins de chauffage de la MC1 et la MC2, (la MC1 représente la maison conventionnelle construite initialement avec des matériaux non écologiques, et la MC2 représente la même maison avec la même architecture, la même superficie. La seule différence avec la MC1, c'est qu'elle utilise des matériaux sains et écologiques pour l'isolation, tels que le liège, le chanvre, la ouate de cellulose, ou même le bois).



Nous remarquons que les besoins de chauffage de la maison conventionnelle sont assez importants, cela est dû principalement à la disposition de la maison, ainsi qu'aux matériaux utilisés dans la construction. Pour une température intérieure de 15 °C, les besoins de chauffage sont de l'ordre de 35 kWh/m<sup>2</sup>.an pour le mois de janvier par exemple.

Sur l'histogramme bleu représentant les besoins de chauffage pour la MC2, une consommation aussi faible est due à l'excellente isolation de la maison, qui évitera la sensation de l'inconfort thermique. Pour la même architecture et la même disposition des deux maisons, la différence entre les bilans énergétiques et économiques serait assez importante.

Notons aussi que les besoins de chauffage des deux types de maison sont nuls pour au moins 4 mois de l'année, grâce à la situation géographique de la ville de Tlemcen.

## 2.4 Bilan énergétique des deux types de maison

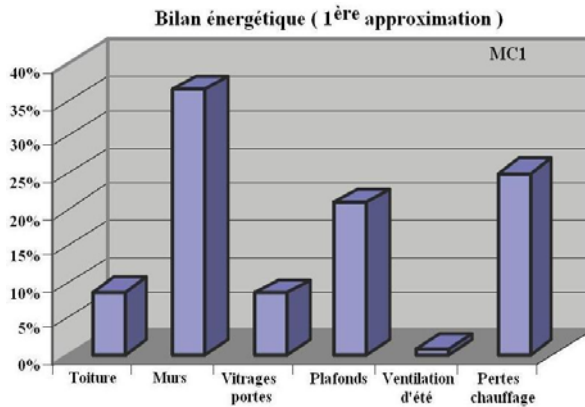


Fig. 5: Bilan énergétique de la MC1 [7]

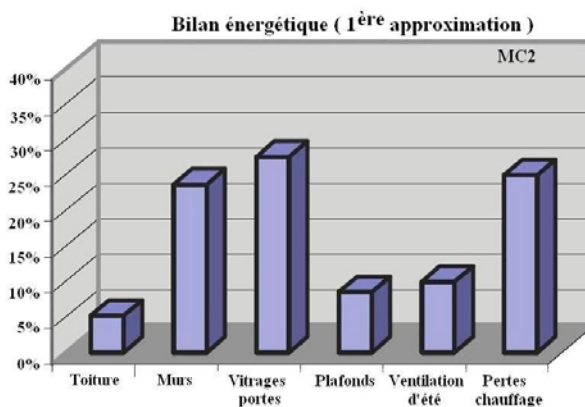


Fig. 6: Bilan énergétique de la MC2

Le logiciel K55 [8] est utilisé pour le calcul du bilan énergétique. Nous pouvons donc constater d'une part que la consommation énergétique dans la MC1 est due

principalement aux murs (35 % de la consommation totale), au chauffage (22.5 %), ainsi qu'aux pertes par le plafond (19 %).

Par contre, la consommation énergétique de la MC2 serait due aux portes et vitrages (26 %), au chauffage (23 %) et ainsi qu'aux pertes par les murs (21.5 %).

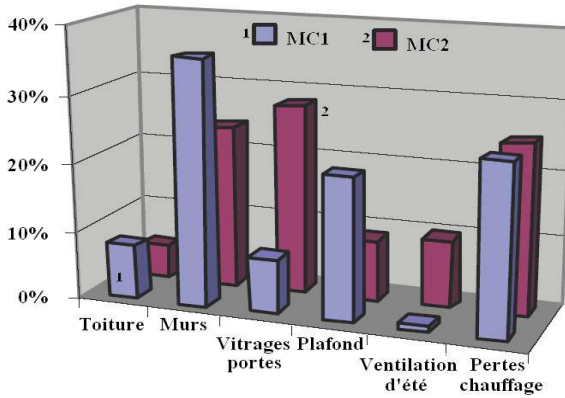


Fig. 7: Comparaison entre le bilan énergétique de la MC1 et celui de la MC2

## 2.5 Rapport apports/besoins d'énergie

Tableau 5: Apports solaires

Mois	Radiation globale	Durée d'ensoleillement	Apports solaires
Janvier	109	6	0.654
Février	137	5.5	0.753
Mars	199	7	1.393
Avril	229	7.5	1.717
Mai	281	9	2.529
Juin	301	9.5	2.859
Juillet	301	10	3.010
Août	273	9.5	2.593
Septembre	221	8	1.768
Octobre	165	7.5	1.237
Novembre	117	6.5	0.760
Décembre	94	5.5	0.517

Tableau 6: Apports internes par les équipements électriques

Type Equipement	Puissance (W)				Energie (kWh)
	Mode veille	Utilisation (h)	Mode enclenché	Utilisation (h)	
TV+Démô+ Magnéto	20	10	78	2	0.365
TV+Démô	14	2 × 10	64	2 × 5	0.92
Congélateur	14	22	186	2	0.680
Réfrigérateur	12	22	145	2	0.554
Eclairage			75	6	0.900
Lave linge 60°			206	3	0.780

Divers					1
PC/Imprimante	32	2	186	10 × 2 PC	3.786
<b>Total / jour</b>					<b>9.043</b>
<b>Total / m<sup>2</sup>.an</b>					<b>33.4</b>

### Calcul de l'énergie annuelle fournie par les occupants

$$Q_p = 365 \text{ jours} \times 14 \text{ heures} \times 80 \text{ Watts} / 1000 = 408.8 \text{ kWh} / \text{an}$$

L'énergie annuellement fournie par occupant au bâtiment est donc de 408.8 kWh/an.

**Tableau 7: Apports internes totaux**

Mois	Nombre de jours	Heure de présence	Nombre Occupants	Apports par pers.	Apports internes	Apports totaux
Janvier	31	14	4	80	1.38	4.18
Février	28	14	4	80	1.25	3.85
Mars	31	14	4	80	1.38	4.18
Avril	30	14	4	80	1.34	4.14
Mai	31	14	4	80	1.38	4.18
Juin	30	14	4	80	1.34	4.14
Juillet	31	14	4	80	1.38	4.18
Août	30	14	4	80	1.38	4.18
Septembre	30	14	4	80	1.34	4.14
Octobre	31	14	4	80	1.38	4.18
Novembre	30	14	4	80	1.34	4.14
Décembre	31	14	4	80	1.38	4.18

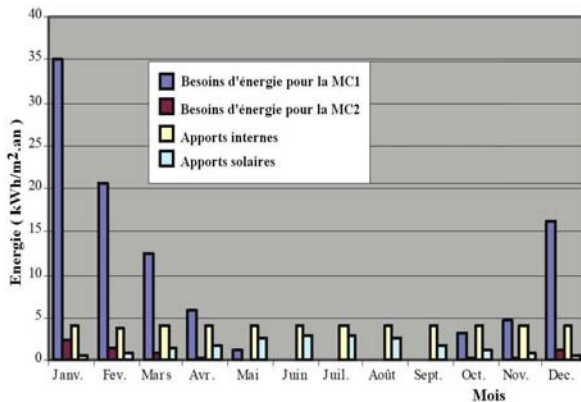


Fig. 8: Evolution des apports et besoins d'énergie pour les deux type de maison

La figure 8 représente l'évolution annuelle du couple apports/besoins d'énergie dans les deux maisons.

L'étude réalisée dans la MC1, a prouvé que les apports internes sont dus à la chaleur humaine des occupants (famille composée de 4 personnes), sachant que chaque personne dégage 80 W. Ils sont dus aussi à la chaleur dégagée par l'éclairage artificiel (lampes de 40 à 100 W), au congélateur (80W).

- Les apports solaires directs représentent l'énergie captée dans l'habitat sous forme de chaleur sans disposition spéciale de captage (à travers les fenêtres).

- Les apports solaires indirects proviennent d'une paroi accumulatrice interposée entre le soleil et le local à chauffer. Elle absorbe le rayonnement solaire, transformé aussitôt en chaleur. Elle transmet ensuite cette énergie thermique avec quelque retard dans le local d'habitation.

La différence est si marquante, qu'on pourrait même croire que les apports solaires et internes, peuvent satisfaire largement les besoins de la MC2. Par exemple pour le mois de janvier, si la consommation de la MC1 est de 35 kWh/m<sup>2</sup>, celle de la MC2 n'atteindra même pas les 3 kWh/m<sup>2</sup>, ce qui représente le 1/12 de la consommation habituelle.

La somme totale des apports internes et solaires peut atteindre, à elle seule, 5 kWh/m<sup>2</sup>. Par conséquent, les besoins seraient largement compensés, avec éventuellement un surplus, qui pourrait être stocké.

## 2.6 Bilan économique des deux types de maison

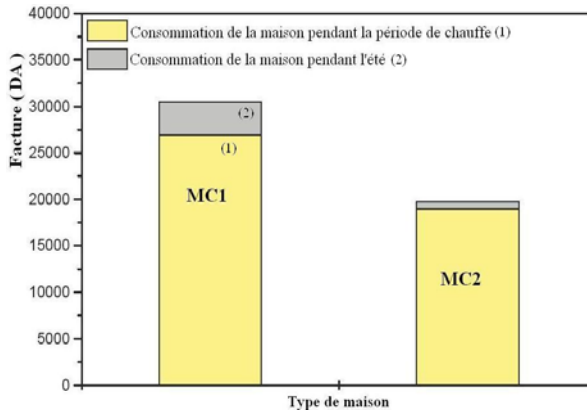


Fig. 9: Comparaison de la consommation totale en chauffage et électricité durant toute une année pour une  $T_{\text{chauf}} = T_c$  et  $T_{\text{c lim}} = T_c$

$T_{\text{chauf}}$  est la température de chauffage,  $T_{\text{c lim}}$  la température de la climatisation et  $T_c$  la température de confort.

La maison écologique 'MC2' se distinguerait nettement de la maison conventionnelle 'MC1' par son bilan économique annuel. La facture énergétique annuelle de la maison conventionnelle dépasserait largement les 250 €; contrairement à la MC1, la facture de la MC2 n'excède pas les 125 € pour les températures de 15 °C et 25 °C pour respectivement le chauffage et la climatisation, soit une baisse de 50 %.

Dans les deux cas, 93 % de la consommation d'énergie est destinée essentiellement, au chauffage des locaux, à la cuisson et au chauffage de l'eau. Par contre, l'éclairage et les équipements ménagers, ne représentent que 7 % de la consommation totale.

## 2.7 Bilan environnemental

Les émissions de CO<sub>2</sub>, d'une habitation sont considérées comme un indicateur de la qualité de sa conception, aussi bien architecturale que thermique.

Comme pour les valeurs limites de la consommation de l'énergie utile, il existe aussi des valeurs limites pour les émissions de CO<sub>2</sub>.

Le calcul simplifié des émissions de CO<sub>2</sub> [9], appliqué à cette partie, ne prend pas en considération l'énergie totale utilisée, pour le cycle de vie de l'habitation, c'est-à-dire la totalité des énergies utilisées pour la production des matériaux de construction, de leur transport, ainsi que de leur recyclage après démolition de l'habitation.

Les émissions spécifiques de CO<sub>2</sub>, sont calculées sur la base des consommations annuelles en électricité et en gaz naturel. Les émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion du gaz naturel (chauffage et eau chaude) représentent 85 % du total.

**Tableau 8:** Comparaison entre les émissions spécifiques de CO<sub>2</sub> des deux types d'habitat

Type maison	Température	Forme d'énergie	Consommations (kWh/an)	Facteur d'émission CO <sub>2</sub> (kg/kWh)	Emission spécifique CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> an)
MC1	T <sub>c</sub>	Electricité	408.46	0.65	1.164
		G Naturel	5115.49	0.27	6.03
MC2		Electricité	6233.88	0.65	17.766
		G Naturel	78088	0.27	92.12

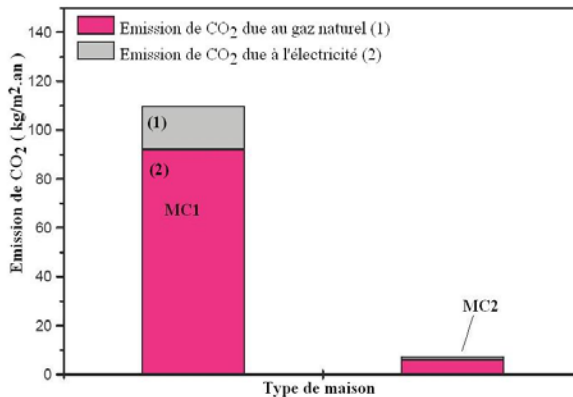


Fig. 10: Bilan environnemental des deux maisons pour une température de confort T<sub>c</sub>

Dans notre étude du bilan environnemental, la différence est nette, entre le rejet de CO<sub>2</sub> de la MC1 et celui de la MC2. Cette différence est due principalement aux matériaux de conception (type de matériaux, énergie primaire, transport de matériaux, cycle de vie, réduction de chauffage et de la climatisation par une isolation supérieure).

La courbe de la figure 11 représente les investissements effectués afin d'améliorer les besoins énergétiques, mais une construction trop onéreuse n'est pas très intéressante même si les besoins seront presque nuls, puisque le temps de retour n'est pas favorable.

Entre 200 et 15 kWh/m<sup>2</sup>.an, un effort est produit afin de limiter les besoins en énergie. La construction s'avère de plus en plus coûteuse, les frais d'énergie baissent, et donc certains coûts d'exploitation aussi, mais ils ne peuvent compenser d'une part les

surcoûts de construction (croissance exponentielle), et d'autre part le temps de retour d'investissement qui sera très long.

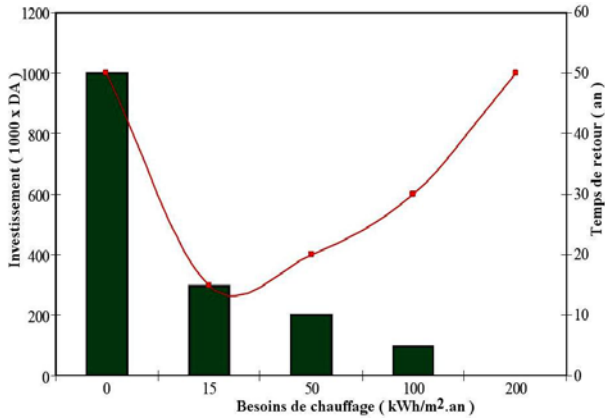


Fig. 11: Rapport investissement - temps de retour/besoins de chauffage

La norme de 15 kWh/m<sup>2</sup>.an pour une maison écologique n'est pas choisie par hasard, puisque c'est là que la courbe du temps de retour passe par un minimum, les investissements sont en phase avec le temps de retour, grâce aux économies du chauffage.

Inférieur à 15 kWh, la performance de l'enveloppe peut encore être poussée à l'extrême. Par contre, ce type de construction exige des matériaux tellement onéreux (croissance exponentielle) que la rentabilité s'en voit franchement diminuée. A l'heure actuelle, ces maisons "zéro énergie" ne sont pas intéressantes.

Le temps de retour très long par rapport à une construction conventionnelle explique pourquoi la construction écologique ne se développe pas encore en Algérie. Les prix de l'énergie et surtout ceux du traitement de nos déchets ne sont pas assez élevés pour que ça soit vraiment rentable de construire efficace à l'heure actuelle.

En revanche, il est clairement plus intéressant de construire une maison efficace si on a l'objectif de construire une maison bien faite, car le temps de retour sur investissement est bon par rapport à la maison conventionnelle standard, qui représente tout de même 40 % des maisons neuves construites à l'heure actuelle.

### 3. CONCLUSION

De ce premier bilan environnemental, on peut retenir un certain nombre de constats qui serviront à orienter nos interventions en matière de protection et de promotion de l'environnement.

Une maison écologique ne peut pas être totalement parfaite si on recherche un maximum de confort. Cependant, nous avons pu trouver des matériaux qui ne se contredisent pas beaucoup et qui aident, à réduire les coûts énergétiques dans le temps.

Seulement ces maisons demandent un coût plus important lors de la réalisation. De plus, dans le temps, ces bâtiments auront besoin de moins d'énergie pour chauffer, éclairer... Ce qui représente des économies à côté des autres bâtiments.

La construction écologique répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs, donc contribue au développement durable.

## REFERENCES

- [1] M. Raupach, '*CO<sub>2</sub> Emissions Increasing Faster than Expected*', CSIRO, May 2007.
- [2] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Conf%C3%A9rence\\_de\\_Copenhague\\_de\\_2009\\_sur\\_le\\_climat](http://fr.wikipedia.org/wiki/Conf%C3%A9rence_de_Copenhague_de_2009_sur_le_climat)
- [3] Rapport, '*Programme National de Maîtrise de l'Energie 2007/2011*', APRUE, Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie.
- [4] M.A. Boukli Hacene, '*Conception d'un Habitat Ecologique, Durable et Econome, Utilisant les Energies Renouvelables*', Mémoire de Magister en Physique, Université Abou Bakr Belkaïd, Tlemcen, Mars 2009.
- [5] Microsoft ® Encarta ® (2008). © 1993-2007 Microsoft Corporation.
- [6] S. Amara, C. Zidani, D. Benaïssa, F. Benyarou et B. Benyoucef, '*Modélisation des Températures Diurnes et Nocturnes du Site de Tlemcen*', Physical and Chemical News, Vol. 27, pp. 59 - 64, 2006.
- [7] M.A. Boukli Hacène et N.E. Chabane Sari, '*Le Concept Maison Ecologique*', Revue Internationale d'Héliotechnique Energie - Environnement, Vol. 40, pp. 24 - 27, 2009.
- [8] <http://www.energieplus.lesite.be/energieplus/page15007.htm>
- [9] C. Hamouda et A. Malek, '*Analyse théorique et Expérimentale de la Consommation d'Energie d'une Habitation Individuelle dans la Ville de Batna*', Revue des Energies Renouvelables, Vol. 9, N°3, pp. 211 – 228, 2006.