

Economies d'Energie dans le Secteur de l'Habitat Consommation Electrique des Ménages - Cas d'un foyer algérien typique en période d'hiver -

M. Amirat ¹, S.M.K. El Hassar ²

¹ Département de Mécanique des Fluides et d'Energétique, Faculté de Physique,
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène, USTHB,
BP 32, El Alia, Bab-Ezzouar, Alger, Algérie

² Département Physique du Bâtiment et Instrumentation,
Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment, CNERIB,
Cité Nouvelle El Mokrani, Soudania, Alger, Algérie

Résumé - La loi algérienne sur la maîtrise de l'énergie, qui définit le modèle de consommation énergétique nationale, exige de réserver l'emploi de l'énergie électrique à ses usages spécifiques. Le travail exposé dans cet article s'intéresse à la consommation électrique des ménages, qui représente une part importante de la consommation électrique nationale. Le cas d'un foyer algérien typique en immeuble collectif est pris en exemple. Un suivi expérimental in-situ de la consommation électrique poste par poste de ce ménage a été effectué, et les économies d'énergie électrique relatives à l'éclairage ont été évaluées. Outre le fait de permettre une évaluation du gisement d'économie d'énergie électrique réalisable par l'emploi de lampes économiques, les résultats obtenus sont susceptibles d'intéresser toute étude préalable de dimensionnement relative à un foyer algérien typique, notamment en cas d'emploi d'énergies renouvelables (électricité solaire ou éolienne).

Abstract - The Algerian law on the energy control, that defines the energy consumption model, requires the electric energy specific use. In this context, the work exposed in this paper aims the electric consumption in the houses, that represents an important part of the global consumption. The case of a typical home, located in a multifamily building, is considered. A survey of the electric consumption of this house was done for all consumption stations and the savings related to the lighting have been estimated. Besides the fact that this work permits an evaluation of the electrical savings that could be done if all lighting devices are replaced by low consumption lamps, the results may interest all previous survey to allow devices sizes for a typical Algerian home, notably for renewable energies uses (solar or wind electrical energy).

Mots clés: Electricité - Economie d'énergie - Bâtiment - Mesure.

1. INTRODUCTION

L'Algérie est un pays qui jouit d'une position relativement enviable en matière énergétique. Les réserves en hydrocarbures dont il dispose et les niveaux actuels de consommation nécessaires à la couverture de ses besoins propres lui permettent de rester serein pour quelques temps encore.

Dans l'immédiat, le problème énergétique de l'Algérie est un problème qui se pose en terme de stratégie de valorisation de ces ressources pour les besoins du développement du pays, de choix d'une véritable politique énergétique à long terme et de définition immédiate d'un modèle cohérent de consommation énergétique couvrant le court et le moyen terme, avant la date fatidique de l'épuisement de ses ressources fossiles stratégiques.

Dans ce contexte, la loi algérienne sur la maîtrise de l'énergie [1] et les nouveaux textes réglementaires mis en place récemment [2-4] sont venus fixer le modèle de consommation

énergétique national et définir le cadre général des différentes actions à mener pour parvenir le plus rapidement possible à une rationalisation de l'emploi des énergies disponibles et à une meilleure maîtrise de la consommation énergétique.

Outre la nécessaire diversification énergétique qui vise essentiellement une rapide intégration des énergies renouvelables (solaire photovoltaïque et thermique, éolienne, géothermique, biomasse) dont dispose en abondance l'Algérie, le développement des économies d'énergie est un axe très important de la démarche préconisée par cette loi.

C'est pour contribuer à cet effort visant la réalisation d'économies d'énergies dans le secteur de l'habitat que cette étude a été effectuée. Elle représente une partie des travaux menés par le Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment (CNERIB) dans le cadre d'un projet de recherche intitulé "Mise en place de procédures de contrôle de l'efficacité énergétique des bâtiments". Le but recherché est d'apprécier les niveaux réels de consommation énergétique des logements et d'identifier les meilleurs axes d'intervention qui permettront de diminuer la consommation énergétique dans le secteur du bâtiment réputé être parmi les secteurs les plus gros consommateurs d'énergie.

Après avoir abordé dans diverses études [5-9] la problématique des économies d'énergies relatives au chauffage et à la production d'eau chaude en période d'hiver pour un foyer algérien typique, on s'intéresse ici à un volet non négligeable relatif aux économies d'énergie électrique des ménages.

En raison de l'importance des investissements que réclament la production et à la distribution de l'électricité, cette énergie est particulièrement vue, en Algérie, comme une énergie "noble". La politique énergétique algérienne, insiste donc tout spécialement sur la nécessité d'en assurer la maîtrise de la consommation et de garantir la rationalisation de son utilisation en veillant à réserver son emploi pour des usages vraiment spécifiques pour pouvoir répondre à une consommation intérieure toujours plus importante et éviter toute reproduction d'incidents du type de celui qui a été enregistré en 2003 et qui a mis hors service l'ensemble du réseau national interconnecté.

Le travail exposé dans le cadre de cet article s'intéresse plus particulièrement à l'évaluation de la consommation électrique des ménages en période d'hiver. C'est un travail expérimental important qui a permis, par un suivi in-situ, la détermination pratique de la consommation électrique poste par poste d'un foyer algérien moyen typique. Une attention toute particulière a été portée à la consommation électrique pour l'éclairage.

2. CONTEXTE DU MARCHE ELECTRIQUE EN ALGERIE

2.1 Parc de production actuel

Le parc de production d'électricité, détenu dans sa quasi-totalité par la société Sonelgaz SPA, totalise à fin 2002 une puissance installée de 6 345 MW dont 6 039 MW pour le réseau interconnecté et 306 MW pour les réseaux isolés (du Sud notamment). La puissance installée est répartie entre différentes filières de production comme le montre la figure 1.

Il est à noter que les groupes de la filière diesel sont installés au Sud du pays et sont utilisés pour alimenter des réseaux isolés, c'est-à-dire non connectés au réseau national d'électricité. Grâce à tous ces équipements, la production d'énergie électrique a ainsi pu être portée à près de 27,4 milliards de kWh pour l'année 2002.

A ce parc de production, il faut ajouter un réseau de transport d'électricité par lignes haute tension (HT), lignes moyenne tension (MT) et lignes basse tension (BT) qui s'étend sur une longueur totale de plus de 217 324 km à fin 2002 dont : 113 396 km de lignes BT, 89 138 km

de lignes MT et 14 790 km de lignes HT. Un réseau qui alimente, à fin 2002, 64 clients en électricité haute tension, 32 600 clients en électricité moyenne tension et 4 864 000 clients en électricité basse tension (ménages). Il faut noter que le nombre de clients pour le réseau basse tension est appelé à augmenter fortement : un programme pour la réalisation d'un million de logements a été lancé par les autorités récemment.

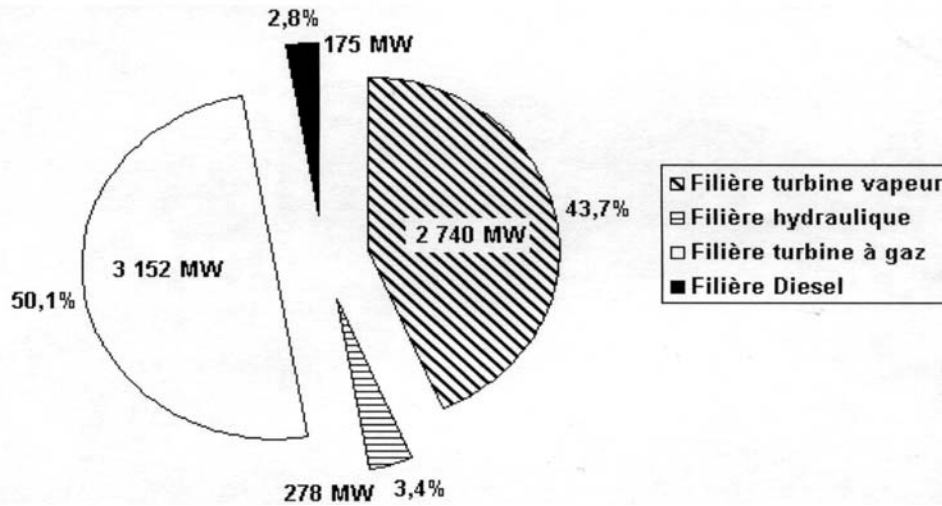


Fig. 1: Filières de production de l'énergie électrique

Une très grande partie des équipements nécessaires à la production et au transport de l'énergie électrique est directement importée et acquise en devises. L'entretien et la gestion du réseau électrique réclament également de gros moyens matériels et humains. Cela représente une charge très importante au budget de l'Etat qui demeure encore le seul actionnaire de Sonelgaz Spa.

2.2 Consommation électrique type en période d'hiver

Une analyse des courbes de charge annuelle moyenne pour les mois de décembre des années 2001 et 2002 (Fig. 2) montre que, pour une journée d'hiver type, la consommation d'électricité évolue suivant quatre phases caractéristiques :

- une première phase qui se situe entre 0 h 00 et 6 h 00 correspondant à une période de faible activité et durant laquelle la demande en énergie électrique est la plus faible, la consommation électrique passe par un minimum;
- une seconde phase qui se situe entre 6 h 00 et 12 h 00 correspondant à une période d'activité des administrations et du secteur industriel et des services durant laquelle la consommation électrique croît, avec un pic vers 9 h 00, puis diminue;
- une troisième phase qui se situe approximativement entre 12 h 00 et 17 h 00 qui correspond à une période d'activité plus ralentie en raison des pauses déjeuner et des interruptions de travail dans certains secteurs d'activité et durant laquelle la consommation électrique se situe à un niveau moyen et assez stable;
- une quatrième phase qui va de 17 h 00 à 0 h 00 qui correspond à la période de fin d'activité des administrations et du secteur industriel et au moment où les gens regagnent leur domiciles. Durant cette période, la demande en énergie électrique est la plus forte. La consommation électrique croît fortement pour baisser à nouveau, le pic de consommation se situant à environ 19 h 30 - 20 h 00.

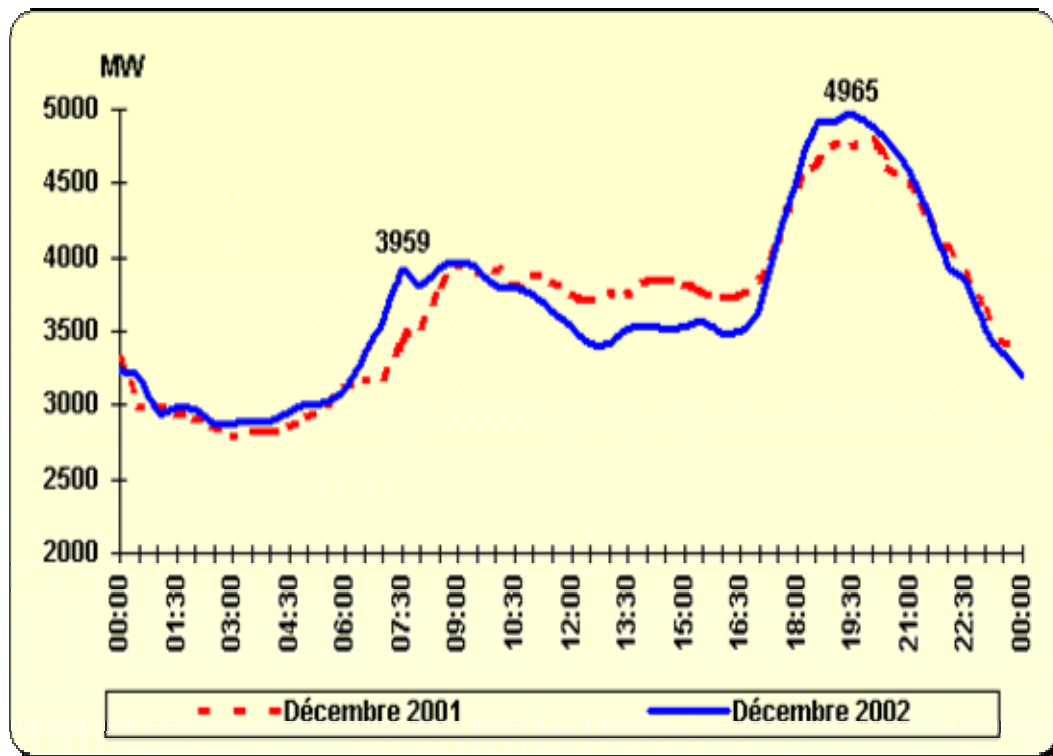


Fig. 2: Courbes de charge annuelle moyenne (Source: Sonelgaz spa)

La figure 2 montre que le premier pic appelé ‘pic de consommation industriel’, qui correspond à la consommation électrique générée par les administrations et les industries essentiellement, est beaucoup plus faible que le second pic de consommation qui correspond lui à la consommation électrique des ménages. Cette consommation électrique est principalement due à l’éclairage des foyers, à l’utilisation des équipements audiovisuels et à l’éclairage public.

Le nombre de logements en forte croissance va probablement accentuer la tendance observée dans les courbes de la figure 2. A priori, il semble qu’un gisement important d’économie d’énergie électrique pour la période d’hiver existe au niveau des ménages.

Le travail mené dans le cadre de cette étude s’insère dans cette problématique. Il s’agit d’estimer les économies relatives à l’énergie électrique pouvant être réalisées à travers l’étude d’un cas typique. Les résultats de cette étude sont exposés dans les paragraphes suivants.

3. LOGEMENT ETUDIE

Le logement choisi pour faire l’objet d’une étude expérimentale est un logement de type F3 qui se situe au 3^{ème} étage d’un bâtiment d’une cité implantée dans la ville de Chéraga, à l’ouest d’Alger (Fig. 3).

Actuellement occupé par une famille constituée d’un couple et trois enfants, le logement étudié est un logement représentatif d’une famille moyenne algérienne, tant par son type que par son niveau d’équipement, notamment en appareillage électrique. Cet aspect a grandement contribué dans le choix effectué. Le logement étudié (Fig. 4) a une surface habitable de 66 m².



Fig. 3: Façade Est de l'immeuble étudié

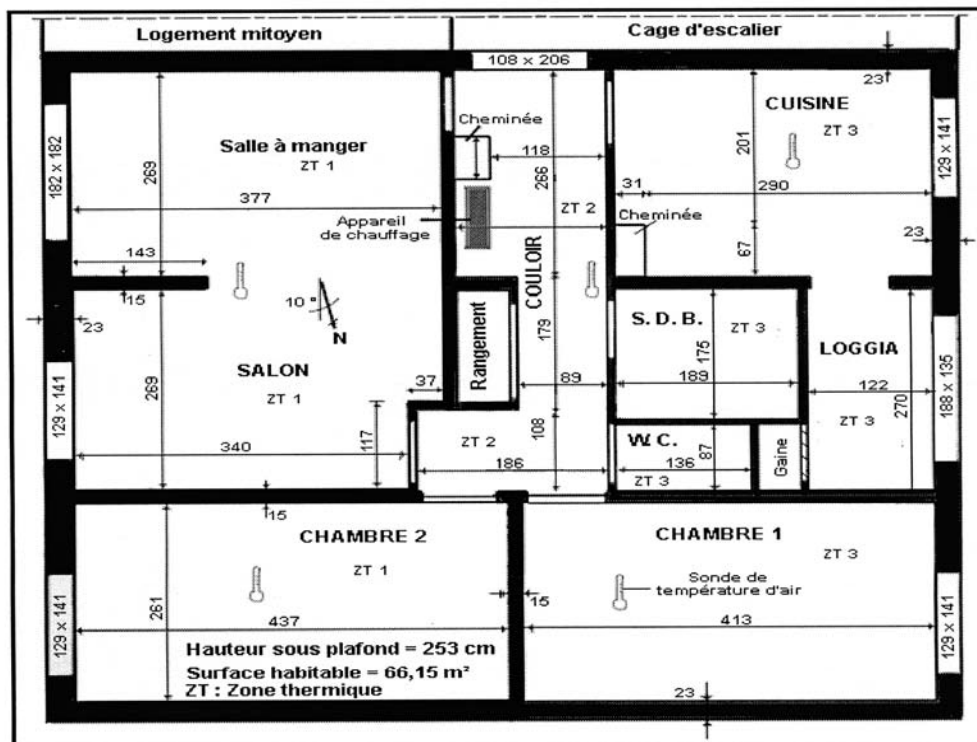


Fig. 4: Vue en plan du logement étudié

4. PHASE EXPERIMENTALE

4.1 Méthodologie

Les mesures de la consommation électrique se sont étalées sur une durée de quatre mois, du 02/12/03 au 04/04/04. Il a été procédé à une étude fine de la consommation électrique en effectuant des relevés de consommations électriques poste par poste du foyer étudié.

Le travail expérimental de suivi journalier relatif à l'étude de la consommation électrique dans le logement étudié a été mené en deux phases distinctes :

- une première phase qui s'est étalée sur une période de deux mois allant du 02/12/2003 au 02/02/2004, d'une durée de 62 jours, qui couvre la fin de l'automne et la moitié de la période d'hiver dans laquelle les équipements électriques du foyer ont été conservés tels quels;
- une seconde phase qui va du 02/02/2004 au 04/04/2004, d'une durée également de 62 jours, qui couvre la deuxième moitié de la période hivernale et le début du printemps ; au cours de cette phase, toutes les lampes à incandescence utilisées dans le foyer ont été remplacées par des lampes électroniques à "économie d'énergie" dites "lampes basse consommation" (LBC).

On notera que cette répartition dans l'organisation de la campagne de mesures présente l'avantage d'expérimenter les équipements et le logement sur deux périodes de durées égales qui présentent un comportement climatique pratiquement équivalent et une répartition quasi semblable quant à la durée jour/nuit.

Lors de cette deuxième phase, le travail effectué a permis la détermination précise de la consommation électrique du logement. Les relevés de consommation ont été effectués pour divers postes de consommation regroupant les différents équipements électriques disponibles dans le logement étudié. Six postes de consommation ont été arrêtés : l'éclairage, la production du froid (conservation des aliments), le nettoyage du linge, l'audiovisuel, les activités de bureautique et les divers appareils électriques accessoires. Mis à part l'éclairage, chacun de ces postes de consommation électrique est directement relié à un compteur électrique individuel.

Aux cinq compteurs électriques individuels installés, s'ajoute le compteur électrique général du logement permettant d'effectuer le relevé de la consommation électrique globale du logement étudié. La consommation électrique due à l'éclairage du logement est obtenue par différence entre le relevé du compteur général et la somme des relevés des cinq autres compteurs individuels.

Le premier compteur électrique mesure la consommation électrique pour la production du froid. Les appareils branchés à ce compteur sont : un réfrigérateur de 160 litres et un congélateur à tiroirs de 220 litres.

Le second compteur électrique mesure la consommation électrique de la machine à laver le linge. Il s'agit d'une machine à laver dite à "économie d'énergie" ou "machine à laver au gaz". Elle est directement raccordée au chauffe-eau, par conséquent, l'eau chaude utilisée pour les besoins des programmes de lavage est obtenue à partir de la combustion de gaz (et non à partir de l'énergie électrique comme pour les machines à laver usuelles).

Le troisième compteur électrique mesure la consommation électrique de la partie audiovisuelle. Les appareils branchés à ce compteur sont : un téléviseur, deux antennes paraboliques, un démodulateur analogique, un lecteur enregistreur vidéo, une console de jeux électronique, un micro ordinateur portable utilisé pour les jeux électroniques et une chaîne Hi-Fi.

Le quatrième compteur électrique mesure la consommation électrique des appareils relatifs aux activités de bureautique : un micro ordinateur multimédia (unité centrale, écran vidéo couleur, fax externe), une imprimante jet d'encre, un onduleur et un scanner.

Le cinquième compteur électrique mesure la consommation électrique du petit électroménager et des divers appareils électriques : un poste magnétophone double cassettes, un magnétophone cassette pour enfants, un fer à repasser, un mixer, un presse agrumes, un

séchoir électrique pour cheveux (puissance annoncée 90 W en mode ventilateur et 1200 W en mode séchoir), et un rasoir électrique.

4.2 Période de mesure du 02/12/2003 au 02/02/2004 (phase n°1)

Durant cette première phase expérimentale, l'éclairage du logement étudié est assuré par un équipement composé en majorité par des lampes ordinaires à incandescence.

Les valeurs obtenues relatives aux consommations électriques, poste par poste, et les différents relevés effectués durant cette phase de la campagne de mesure sont consignés dans la figure 5.

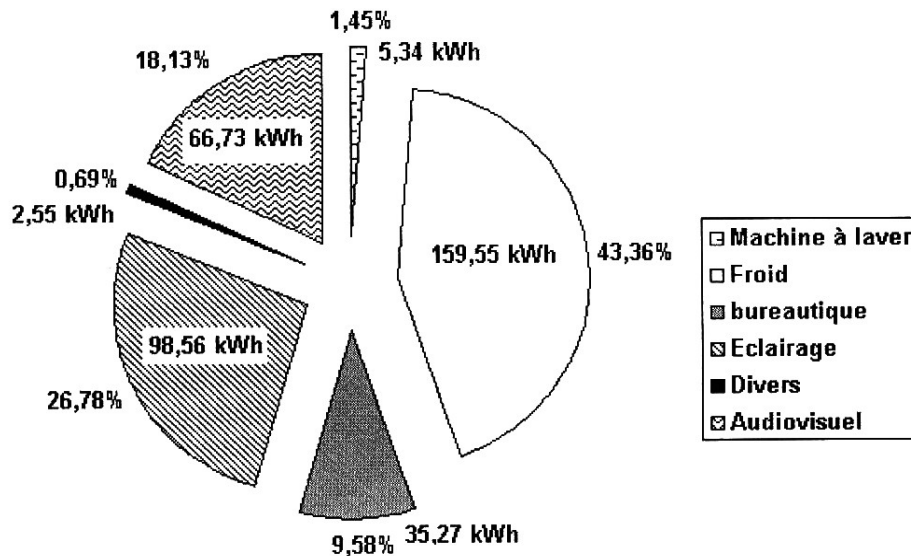


Fig. 5: Consommation d'électricité – Période 02/12/2003-02/02/2004

Les courbes de consommations électriques cumulées, poste par poste, entre 02/12/2004 et le 02/02/2004 sont données dans la figure 6.

Une analyse des valeurs de la figure 5 et des courbes de consommations cumulées de la figure 6 permet de formuler les commentaires suivants :

- la consommation électrique moyenne journalière est égale à 5,94 kWh/jour ;
- les courbes d'évolution des consommations électriques sont linéaires dans la majorité des cas, ce qui correspond à ce qui est observé usuellement (fonctionnement continu); seules les consommations électriques relatives au fonctionnement de la machine à laver ou celles concernant les besoins divers ont une allure en escalier (fonctionnement non continu et aléatoire fonction des besoins) ;
- la part la plus importante dans la consommation électrique est celle qui correspond à la production de froid, suivi de celle qui est relative à l'éclairage; si l'on veut une meilleure efficacité énergétique du logement étudié vis à vis de la consommation électrique, il est nécessaire de procéder au remplacement des appareils et installations relatifs à ces deux postes.

4.3 Période de mesure du 02/02/2004 au 02/04/2004 (phase n°2)

Lors de la seconde phase expérimentale, entamée à partir du 02/02/2004, l'ensemble des lampes à incandescence du logement étudié ont été retirées et remplacées par des lampes économiques dites "lampes basse consommation" (LBC). C'est ainsi que six LBC de 23 W

ont remplacé les six lampes à incandescence de 75 W utilisées dans la phase n°1 et que huit LBC de 11 W ont remplacé les huit lampes à incandescence de 40 W du salon et de la salle à manger du logement.

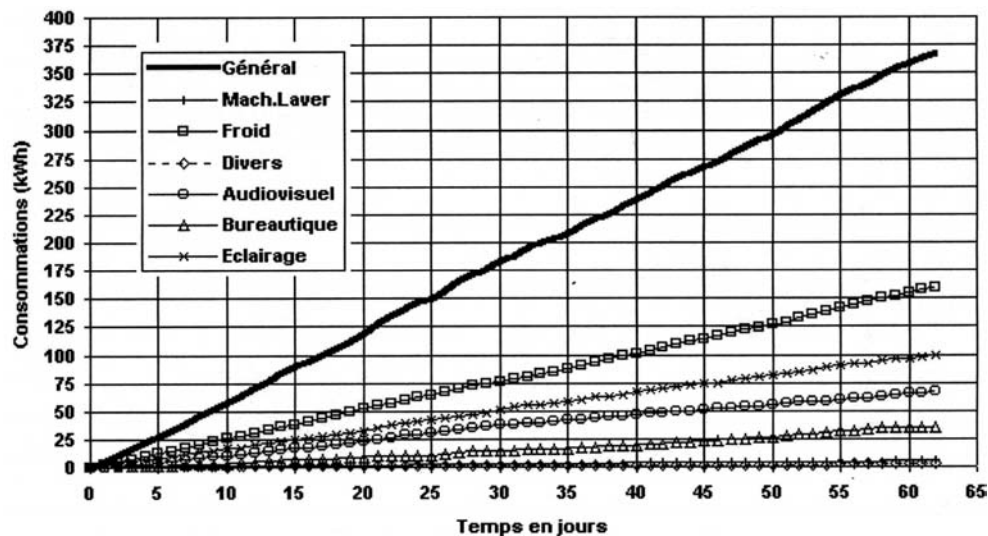


Fig. 6: Consommation cumulée d'électricité – Période 02/12/2003-02/02/2004

Les LBC de 23 W sont de lampes électroniques qui ont une puissance lumineuse équivalente à celle d'une lampe de 100 W. Le fabricant estime la durée de vie d'une lampe de ce type à 15000 heures, soit à environ 12 années à raison d'une utilisation de 3 heures par jour. Les LBC de 11 W ont une puissance lumineuse équivalente à celle d'une lampe de 60W. Le fabricant estime la durée de vie d'une lampe de ce type à 5000 heures, soit à environ 4 années à raison d'une utilisation de 3 heures par jour.

Compte tenu des puissances lumineuses annoncées, l'équipement installé est sensé offrir un meilleur éclairage que l'éclairage initial assuré par l'équipement ordinaire utilisé dans la première phase de l'étude. C'est ce qui a été constaté par les occupants du logement étudié. Notons à ce propos qu'il a été difficile de travailler à puissance lumineuse égale, l'équipement commercialisé n'étant pas toujours disponible.

Il est important de prendre en considération l'aspect financier de cette opération de modification. Cet aspect peut en effet constituer un argument de poids vis à vis du consommateur qui pourrait être appelé à procéder à de telles modifications. Le prix de détail des LBC de 23 W avoisine les 350 DA l'unité et celui des LBC 11 W est d'environ 250 DA l'unité. Un investissement total de 4100 DA a été nécessaire pour assurer l'équipement du logement en lampes LBC. Pour comparaison, une lampe courante à incandescence coûte, quant à elle, sur le marché environ 35 DA et a une durée de vie estimée à 1000 heures.

Les valeurs des consommations électriques cumulées, poste par poste, obtenues durant cette deuxième phase de la campagne de mesure sont consignées dans la figure 7.

Une comparaison des valeurs respectives obtenues pour la consommation électrique, poste par poste, pour les deux phases de la campagne de mesure a été effectuée. Les résultats sont représentés dans le diagramme de la figure 8. On constate notamment que la modification de l'équipement d'éclairage a conduit à une économie de 47,4 % sur la consommation électrique pour ce poste. Cela traduit par une économie d'environ 15,5 % sur la consommation électrique globale du logement.

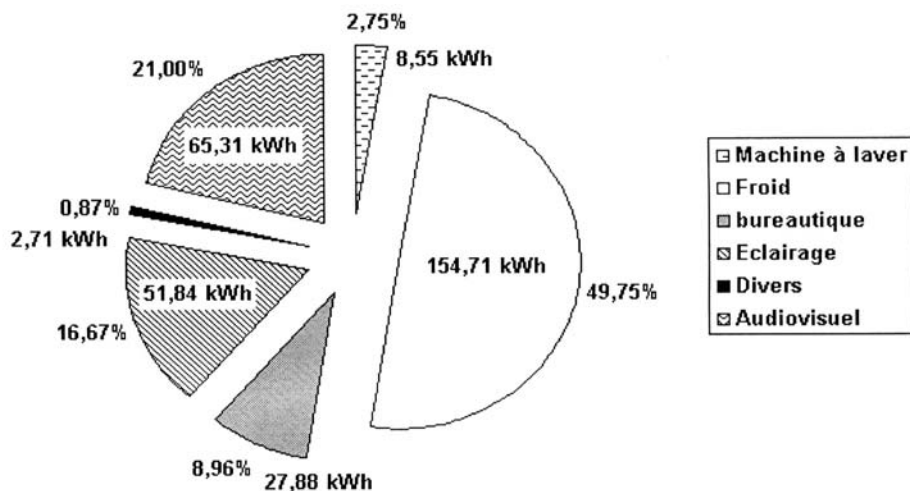


Fig. 7: Consommation d'électricité – Période 02/02/2004 au 04/04/2004

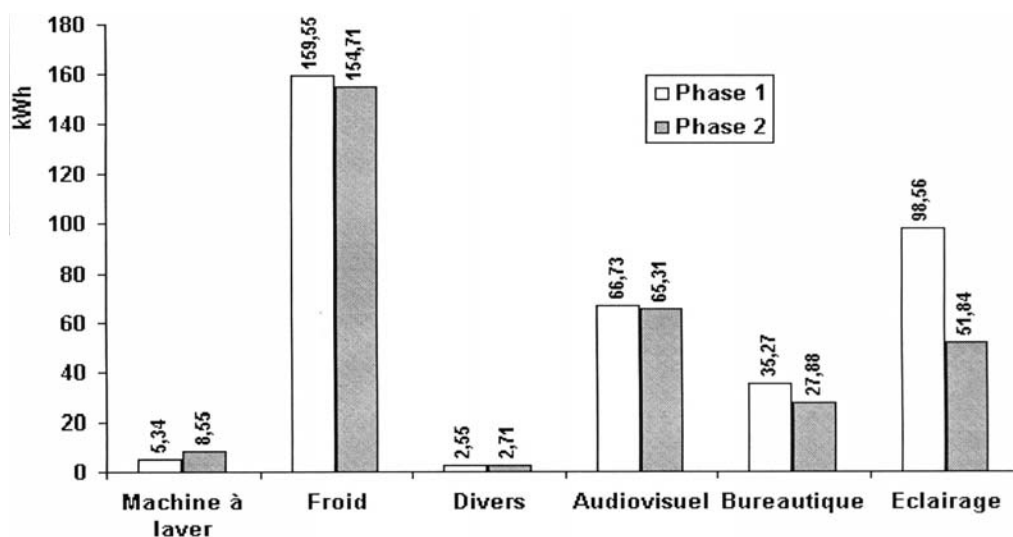


Fig. 8: Comparaison des consommations électrique poste par poste

La courbe d'évolution de la consommation électrique globale cumulée pour les deux phases de la campagne de mesure est donnée par la figure 9.

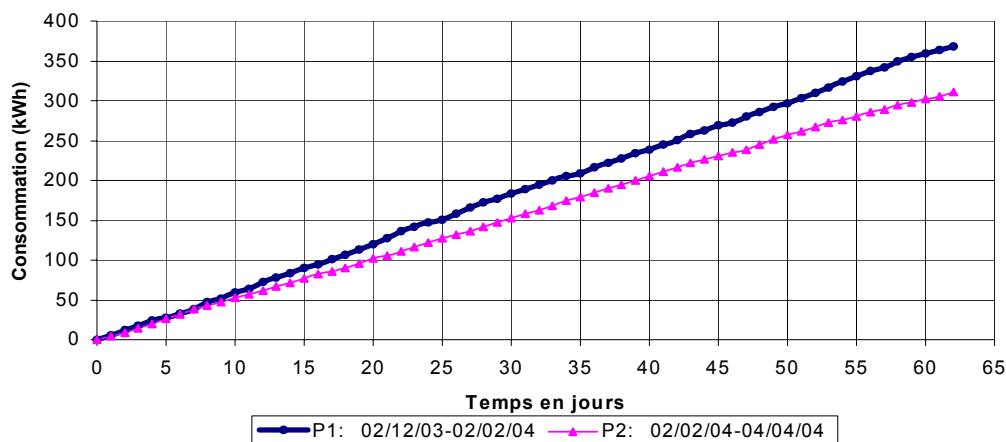


Fig. 9: Consommation globale cumulée d'électricité du logement étudié

La courbe d'évolution de la consommation électrique cumulée pour assurer l'éclairage du logement étudié pour les deux phases de la campagne de mesure est donnée par la figure 10.

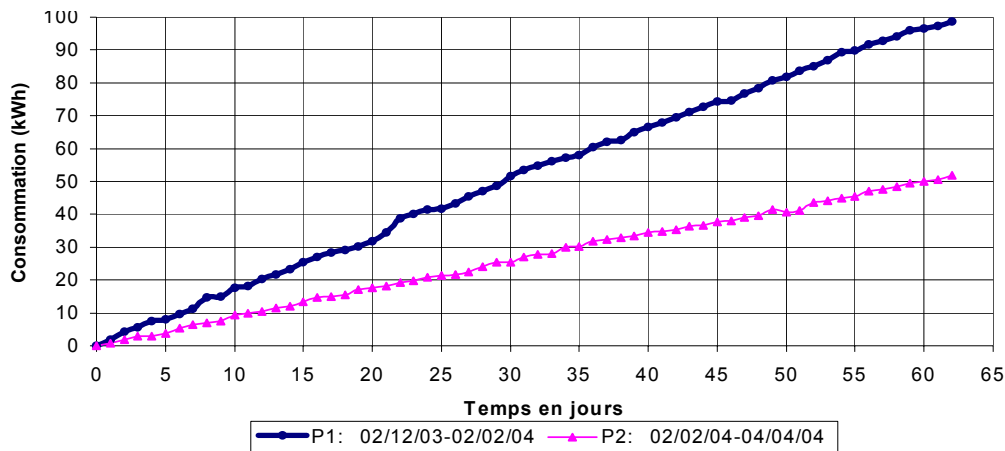


Fig. 10: Consommation cumulée d'électricité pour l'éclairage du logement étudié

5. CONCLUSION

Ce travail entre dans le cadre de la quantification du gisement d'économie d'énergie électrique existant potentiellement au niveau des ménages algériens.

Le suivi énergétique d'un logement type situé dans la banlieue algéroise et occupé par une famille moyenne a permis de situer le niveau de consommation d'énergie poste par poste d'un ménage représentatif.

Il montre que, dans une première phase, en agissant seulement sur l'éclairage, il est possible pour les ménages de réaliser des économies d'énergie substantielles en consentant un très faible investissement qui peut être très rapidement amorti. En effet, l'éclairage dans les locaux à usage d'habitation étant assuré quasi exclusivement par des lampes à incandescence qui consomment beaucoup d'énergie électrique, le remplacement (progressif) de ces lampes par des lampes électroniques basse consommation doit permettre de réaliser d'importantes économies d'énergie électrique.

Il montre notamment qu'il est possible de réaliser sur la période d'hiver une économie de près de 47 % sur la consommation électrique relative à l'éclairage si l'on remplace les lampes à incandescence par des LBC, tout en bénéficiant d'un meilleur éclairage étant donné que ces lampes délivrent une puissance lumineuse supérieure. Ce remplacement se traduit par une économie d'environ 15,5% sur la consommation globale d'électricité d'un foyer ce qui n'est pas négligeable.

Si l'on prend comme hypothèse une économie annuelle de 15 % sur la consommation électrique, il est possible de baisser la consommation électrique du logement type étudié d'environ 339 kWh/an. A raison de 4 DA le kWh, l'investissement effectué peut ainsi être amorti entre trois et quatre ans.

Outre l'éclairage, ce travail expérimental a permis également de montrer que les postes de consommation électriques les plus importants pour un ménage moyen en période d'hiver sont la production du froid pour la conservation des aliments et l'audiovisuel. Une action ciblant ces postes de consommation électrique est en mesure d'assurer d'autres économies d'énergie électrique pour les ménages.

Les économies d'énergie électrique sur l'éclairage ne pourront toutefois se réaliser véritablement qu'à la condition d'une qualité irréprochable des LBC. Une mauvaise qualité

peut être à l'origine d'une détérioration rapide de ces lampes et réduire à néant les efforts consentis par les ménages.

Pour le secteur des énergies renouvelables, particulièrement le solaire photovoltaïque et l'éolien, le travail exposé dans le cadre de cet article présente un intérêt certain dans la mesure où les niveaux de consommation relevés poste par poste pour un foyer algérien typique fournissent de précieuses indications qui peuvent être prises en compte pour envisager l'emploi de ces équipements, notamment leur dimensionnement, pour l'alimentation électrique de logements individuels ou collectifs en zone enclavée du territoire national pour lesquelles l'électrification par les voies classiques reste encore absente en raison de son coût.

Des travaux futurs viendront compléter ces études menées sur les économies d'énergie dans le secteur de l'habitat en prenant en compte l'intégration des énergies renouvelables, notamment le solaire, pour agir directement sur la baisse des besoins énergétiques globaux des foyers.

REFERENCES

- [1] Journal Officiel de République Algérienne, '*Loi N°99-09 du 28 Juillet 1999 Relative à la Maîtrise de l'Energie*', J.O.R.A., N°51, 2 Août 1999, Alger, Algérie.
- [2] Journal Officiel de République Algérienne, '*Décret exécutif N°2000-90 du 24 Avril 2000 Portant Réglementation Thermique dans les Bâtiments Neufs*', J.O.R.A., N°25, 30 Avril 2000, Alger, Algérie.
- [3] Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme, Commission Technique Permanente, '*Réglementation Thermique des Bâtiments d'Habitation et Règles de Calcul des Déperditions Calorifiques*', Document Technique Réglementaire, CNERIB, Décembre 1997, Alger, Algérie.
- [4] Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme, Commission Technique Permanente, '*Règles de Calcul des Apports Calorifiques*', Document Technique Réglementaire, CNERIB, Août 1998, Alger, Algérie.
- [5] S.M.K. El Hassar, M. Amirat, K. Silhadi, M. Souici et S. Sakhraoui, '*Réglementation Thermique Algérienne des Bâtiments – Contribution à la Définition de Nouveaux Coefficients Réglementaires*', Revue Française de Génie Civil, Vol. 6, N°4/2002, Paris, France, Août 2002.
- [6] S.M.K. El Hassar, M. Amirat and K. Silhadi, '*Use of Numerical Simulations to Determine Reference Coefficients of Heat Transmission for Buildings in Algeria*', XXX IAHS World Congress on Housing, Coimbra, Portugal, 9-13 September 2002.
- [7] M. Amirat, S.M.K. El Hassar et K. Silhadi, '*Contribution à l'Elaboration d'une Politique de Maîtrise de l'Energie pour le Secteur de l'Habitat en Algérie*', 1^{ère} Conférence Internationale sur l'Efficacité Energétique, Alger, 25-26 Mai 2003.
- [8] S.M.K. El Hassar et M. Amirat, '*Economies d'Energie dans l'Habitat Ancien en Algérie*', Annales du Bâtiment et des Travaux Publics, Paris, France, N°3, Juin 2004.
- [9] M. Amirat and S.M.K. El Hassar, '*Energy Savings in the Existing Buildings in Algeria*', International Journal for Housing Science and its Applications, Vol. 28, N°4, Miami, Florida, USA, 2004.