

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE : Mathématique & Informatique

DEPARTEMENT : INFORMATIQUE

N° :.....



DOMAINE : INFORMATIQUE

FILIERE : INFORMATIQUE

OPTION : RTIC

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par : GUICHI Nabil

Intitulé

**MANAGEMENT ET OPTIMISATION D'ENERGIE
DANS LES SMART HOMES**

Soutenu devant le jury composé de :

AKROUF SAMIR	Université de M'sila	Président
SAYAD LAMRI	Université de M'sila	Encadreur
GUERNA ABDERRAHIM	Université de M'sila	Co-encadreur
GUESMIA SALAH	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire : 2018 /2019

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE : Mathématique & Informatique

DEPARTEMENT : INFORMATIQUE

N° :.....



DOMAINE : INFORMATIQUE

FILIERE : INFORMATIQUE

OPTION : RTIC

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par : GUICHI Nabil

Intitulé

**MANAGEMENT ET OPTIMISATION D'ENERGIE
DANS LES SMART HOMES**

Soutenu devant le jury composé de :

AKROUF SAMIR	Université de M'sila	Président
SAYAD LAMRI	Université de M'sila	Encadreur
GUERNA ABDERRAHIM	Université de M'sila	Co-encadreur
GUESMIA SALAH	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire : 2018 /2019

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail A :

Mes très chers parents pour leurs sacrifices et leur amour, que dieu les protégés je les souhaite une longue vie

A ma femme et ma fille « **Isra** » Que Dieu vous bénisse et vous garde en bonne santé

A Mes frères et Ma sœur.

A mes Oncles et Mes tantes, Mes cousines et toute la famille **GUICHI**

A tout Mes amis et Mes collègues sans exception

GUICHI Nabil

REMERCIEMENTS

Je remercie énormément mon encadreur **Dr S. Laamri** et **Monsieur le directeur de la chambre de commerce et d'industrie Bordj Bou Arreridj** pour leurs aides et leurs patiences,

Je remercie aussi l'ensemble de nos enseignants.

Nous remercions tout le personnel du département informatique pour son aide et sa coopération.

A la fin en remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

GUICHI Nabil

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre 1 : contexte général du projet	
1.1. Introduction	2
1.2. Smart home	2
1.3. Evolution technologique de smart home	2
1.3.1 L’habitat et l’intégration de l’électricité et électromécanique :	2-3
1.3.2 L’habitat et L’intégration de l’Electronique et l’informatique	3-4
1.3.3 L’habitat aujourd’hui.	4-5
1.4 Caractéristiques de base du smart home	5
1.5 Les fonctionnalités de smart home :	5-6
1.6 Gestion et Optimisation de d’énergie :	6
1.6.1 Définition de l’énergie	6-7
1.6.2 Electricité	7
1.6.2.1 Solutions possibles	7
1.6.3 L’importance d’électricité et de l’énergie électrique	7-8
1.6.4 Economie d’énergie électrique :	8-9
1.6.5 Optimisation des consommations d’énergie :	9
1.6.5.1 L’optimiseur d’énergie :	9-10
1.6.6 optimisations combinatoires :	10-11
1.7 Conclusion	12
Chapitre 2 : état de l'art	
2.1. Introduction	14
2.2. Contexte énergétique mondial	14-15
2.3. Contexte énergétique Algérienne	15-16
2.4. Description de la problématique	16
2.5. Description système modelé	17-18
2.5.1. Appareils interruptibles	18
2.5.2. Appareils non interruptibles	18

2.5.3. Appareils de base	18
2.6. Formulation du problème	19
2.6.1. Consommation d'énergie	19
2.6.2. PAR	20
2.6.3. Modèle de tarification de l'énergie	20-21
2.6.4. Problème de planification d'appareils	22
2.7. Conclusion	22

Chapitre 3: implémentation HSA & développement de « OPTI »

3.1. Introduction	24
3.2. Généralité sur l'Algorithme de la recherche par Harmonie :	24-25
3.2.1. Étapes procédurales de la HSA :	25
3.2.1.1 initialisation des paramètres :	25
3.2.1.2 initialisation de la génération des solutions initiales (HMS)	25-26
3.2.1.3 Improvisation d'une nouvelle H (solution) à partir de la HM	26
3.2.1.4 La mise à jour de mémoire d'harmonie ou le remplacement :	27
3.2.1.5 Vérification du critère d'arrêt :	27
3.3. Application de l'algorithme (codage) :	27
3.3.1 Initialisation des paramètres :	27-28
3.3.2 Génération d'une population initiale HMS :	28
3.3.2.1 Pseudo code	28
3.3.2.2 Matrice Appareils :	29
3.3.2.3 Matrice HSA	30
3.3.3. improviser un nouveau vecteur d'harmonie	31
3.3.3.1 Pseudo code	31
3.3.3.2 Nouveau vecteur [time slot i, itération j]	31
3.3.4 La mise à jour ou le remplacement de population :	32
3.3.5 Vérification du critère d'arrêt	32
3.4. Développement de l'application	33
3.5. Spécification des besoins	33
3.5.3. La navigation dans l'application	33
3.5.4. Identification des Acteurs	33-34
3.5.5. Les cas d'utilisation du système	34

3.5.6. Le diagramme de séquence	34-35
3.6. Mise en œuvre de la solution	35
3.6.3. Outils de développement	35
3.6.4. Présentation de quelques interfaces	35
a. Page d'accueil de l'application :	36
b. Fenêtre « appareils électroménagers »	36
c. Fenêtre « Système Modelé »	37
d. Fenêtre « HSA Simulation » avec les résultats.	37
e. État d'impression « Système Modelé	38
3.7 Conclusion	38
Chapitre 4 : Evaluation des résultats	
4.1. Introduction	40
4.2. Evaluation des résultats :	40-41
4.2.1 Les résultats de la simulation :	42-43
4.2.2 Discussions & Evaluation :	43
4.3. Conclusion	44
Conclusion générale	46

Liste des figures

Figure 1.1 : Maison « intelligente » la société Monsanto 1954	3
Figure 1.2 : Les fonctionnalités de smart home[1]	6
Figure 1.3 : TM CKS 4800 est issu des technologies des Optimiseurs d'énergie RSW.	10
Figure 1.4 : Les méthodes d'optimisation combinatoire	11
Figure 2.1 : Consommation d'Électricité dans le monde	14
Figure 2.2 : prévision de consommation d'Électricité	15
Figure 2.3 : Consommation nationale d'électricité	16
Figure 2.4 : model de système	18
Figure 3.1 : Les étapes de procédure de la HSA	24
Figure 3.2 : Matrice HMS	30
Figure 3.2 : s'improviser un nouveau vecteur d'harmonie	31
Figure 3.2 La mise à jour ou le remplacement de population	32
Figure 3.4 : La navigation dans l'application	33
Figure 3.5 : Les cas d'utilisation du système	34
Figure 3.6 : Le diagramme de séquence	35
Figure 3.7 : Page d'accueil de l'application	36
Figure 3.8 : Fenêtre « appareils électroménagers »	36
Figure 3.9 : Fenêtre « System Modelé»	37
Figure 3.10 : Fenêtre « HSA Simulation » avec les résultats »	37
Figure 3.11 État d'impression « Système Modelé »	38
Figure 4.1 : l'architecteur de notre environnement smart home	41
Figure 4.2 : Histogramme de PAR	42
Figure 4.3 : Histogramme de PAR(Max)	42
Figure 4.4 : Histogramme de Cout / Jour	43

Liste des Tableaux

Tableau 2.1: Liste des appareils	19
Tableau 2.2 Liste des tarifs de l'électricité	21
Tableau 3.1 : Paramètres HSA	27
Tableau 3.2 : Paramètres HEMS	27
Tableau 3.3 le Termes HSA correspondant à HEM	28
Tableau 3.4 : Matrice d'Appareils	29
Tableau 3.5 : l'acteur du système	33
Tableau 4.1 : HSA implémentation Scenario	40
Tableau 4.2 : description des appareils	40
Tableau 4.3 : Résultats de simulation des Scenario	42

Introduction

Le Management et l'optimisation de l'énergie dans les maisons intelligentes offrent d'énormes avantages, que ce soit du point de vue économique ou environnemental, la gestion de la consommation énergétique est devenue de plus en plus importante, notamment avec l'arrivée de nouvelles technologies comme les objets connectés, ces dernière consomment individuellement peu d'énergie, mais leur utilisation massive, pose des problèmes de consommation d'énergie. Depuis les années 2000 et plus récemment, après 2010.

Le confort de vie est une notion étroitement liée à celle de l'habitat intelligent. Cette perception, relative à chacun, permet de simplifier la vie des occupants d'une maison. L'habitat intelligent (ou communicant) consiste essentiellement en une intégration complexe de technologies, de matériels électriques ou thermiques de télécommunications, d'informatisation.

L'émergence des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication dans les offres en domotique, permet de prévenir d'éventuels dysfonctionnements ou de commander certains paramètres à distance. En complément à ce premier aspect lié à l'accès à l'information, un deuxième axe de recherche concerne la stratégie de commande à mettre en œuvre doit satisfaire les contraintes imposées par un habitat intelligent non seulement en termes de confort et de sécurité mais également en termes de **cout de consommation d'énergie**.

Le problème de la Gestion et l'optimisation de l'énergie dans les maisons intelligentes sont l'un des problèmes **d'optimisation combinatoire**, ce dernier occupe une place très importante en informatique. Son importance se justifie par de nombreuses applications pratiques pouvant être formulées sous la forme d'un problème d'optimisation combinatoire. Les problèmes d'optimisation sont utilisés pour modéliser de nombreux problèmes dans différents secteurs de l'industrie (télécommunications, électronique, mécanique, chimie, transport, ...).

Le présent rapport décrit les différentes étapes de la réalisation du projet, de fin d'étude pour l'obtention du diplôme master académique en informatique option Réseaux et TIC, il comporte quatre chapitres, La première est consacrée à l'expose de demain smart home, nous proposons dans le deuxième chapitre l'état de l'art de notre travail le problème de l'optimisation d'énergie dans les maisons intelligentes ensuite nous présenterons sa formalisation, Le troisième chapitre présente la phase d'implémentation, La dernière partie sera consacrée à l'évaluation des performances de l'algorithme implémenté, avant terminer ce rapport on va donner une conclusion contenant quelques perspectives pour le système.

CHAPITRE 1

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES SMART HOMES

1.1. Introduction :

L'évolution de l'habitat dans le temps montre que le souci de confort ou de sécurité, que ce soit dans l'Antiquité, au Moyen Âge ou aux périodes suivantes, a toujours été présent. D'autres fonctions de l'habitat ont été aussi couvertes (communication, multimédia, sécurité, éclairage ...). L'informatique a ensuite permis une évolution vers une automatisation de ces équipements et une interface utilisateur plus intuitive grâce en particulier à l'intégration des smartphones et tablettes dans l'environnement domestique.[1]

1.2. Maison intelligente (smart home) :

Une maison intelligente (smart home) se contrôle à distance via un commutateur filaire ou sans fil, à l'exemple du smartphone, de la tablette et de l'ordinateur. L'objectif principal de la maison connectée est de faciliter le quotidien des occupants. La domotique doit leur permettre d'avoir l'esprit serein à longueur de journée et même la nuit. Grâce à la domotique, les propriétaires peuvent vérifier si les lumières sont éteintes même s'ils ne sont pas chez eux, d'ouvrir ou de fermer une porte à distance, de déclencher ou d'éteindre un appareil quelconque depuis leurs bureaux. En fait, le confort et la sécurité se trouvent renforcés grâce à la domotique. [2]

1.3. Evolution technologique de smart home :

L'automatisation de certaines fonctions de l'habitat est passée par plusieurs étapes jalonnées par les progrès techniques et technologiques, tout en restant pendant de nombreuses années marquée par une approche technique.

a) L'habitat et l'intégration de l'électricité et électromécanique :

En 1957, la société Monsanto présentait sa maison du futur. Si certains éléments préexistent aujourd'hui à sourire (vaisselle en plastique, stockage pour aliments irradiés ...), d'autres sont devenus courants (téléphone mains libres à touches, lave-vaisselle, micro-ondes ...), mais pas nécessairement sous la forme (ergonomique) envisagée alors. Si certaines applications présentées sont cependant à peine ou pas encore disponibles (rangement de cuisine ou réfrigérateur à commande électrique pour ne pas avoir à se baisser, lavabo à hauteur réglable ...), d'autres comme le portier vidéo ou la régulation centrale du chauffage de la

climatisation et de la ventilation on trouve leur voie aujourd'hui. Cet habitat utilisait les techniques disponibles, électricité et électromécanique.

Si l'électricité a été utilisée au début principalement pour l'éclairage, l'extension et la couverture de plus en plus importante du réseau ont permis le développement de toute une famille d'équipements basés sur l'électrotechnique (électroménager par exemple). C'est leur disponibilité qui a ouvert une première approche vers les systèmes de contrôle domestiques basés sur des équipements électromécaniques (interrupteurs, bouton-poussoir, relais ...). Ils ne fonctionnaient cependant qu'en tout ou rien, la plupart du temps commandés directement par l'utilisateur, et ne permettaient donc pas un pilotage fin. Il y eut quelques réalisations pratiques dans les années 1950-1960 : la revue *Mécanique populaire* d'avril 1954 montre un exemple de maison « intelligente » à Los Angeles - **Figure 1.1** -.[1]

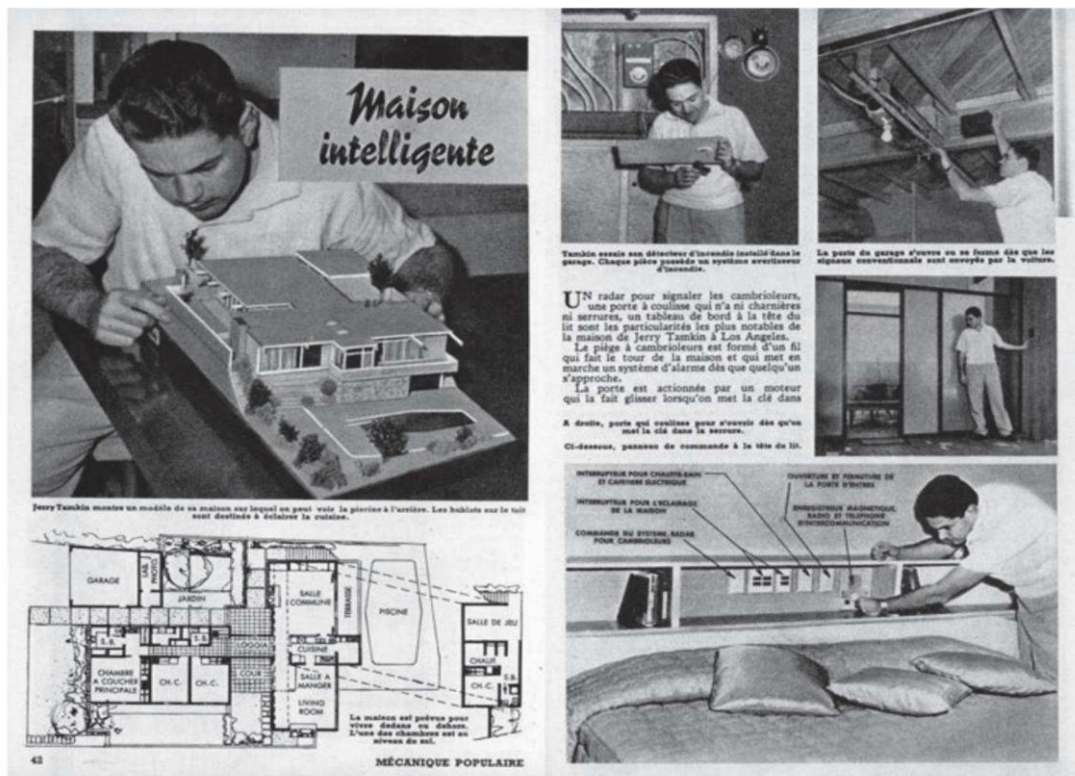


Figure 1.1 : maison « intelligente »

b) L'habitat et L'intégration de l'Electronique et l'informatique

L'habitat vu en 1990, soit trente ans plus tard, reflète l'arrivée de l'informatique avec un ordinateur central contrôlant de nombreuses fonctions par l'intermédiaire d'un écran tactile ou d'une télécommande infrarouge. La complexité des systèmes proposés, souvent expérimentaux, ainsi que leur coût n'ont pas permis leur commercialisation.

Une des premières idées utilisant ces deux technologies (Electronique et informatique)

a été le projet EPCOT (Experimental Prototype Community of Tomorrow) de Disney en 1966 avec la vision d'un environnement de vie intègre. La mort de Walt Disney a mis fin au projet. D'autres tentatives utilisant les premiers ordinateurs (Apple II en 1977, puis IBM PC en 1981) n'ont pas vraiment eu de suite ou n'ont pas été commercialisées.

En 1978, la société Pico Electronics a présenté la technologie **XIO**, qui peut être considérée comme le premier système « standard » utilisant le circuit électrique domestique pour commander différents équipements. Cette approche utilisant le réseau électrique domestique existant avec un coût modéré a connu un important succès surtout aux Etats-Unis.

L'arrivée de l'électronique et les débuts de l'informatique peuvent être considérés comme la seconde étape dans l'évolution de l'habitat « intelligent ». La combinaison électronique-informatique a permis d'élargir le champ des applications domotiques en y ajoutant au départ flexibilité et programmation, puis en développant des interfaces utilisateur plus intuitives.

Les premières réalisations fin des années 1980 n'ont souvent été que des maisons prototypes comme la maison de ThornEmi en Angleterre en 1986, celles de Honeywell à Golden Valley aux Etats-Unis (Minnesota) en 1987, d'EDF au laboratoire des Renardières près de Lyon en 1988 ou d'Osaka Gas au Japon en 1988 (maison Next).[1].

c) L'habitat aujourd'hui :

L'évolution vers le smart home, même si le terme a été créé début des années 1980, n'a vraiment eu lieu que par le développement de la micro-électronique et de l'informatique (numérique et connectivité) ainsi que par la création de protocoles de communication standards.

Gestion globale ne signifie pas nécessairement un système centralisé, comme cela l'a été pour les technologies précédentes avec un ordinateur « gestionnaire ». Les progrès technologiques et informatiques ont permis la création de systèmes décentralisés ou des modules gèrent certaines fonctions tout en pouvant communiquer, en utilisant le même « langage » (protocole), avec d'autres modules, éventuellement avec un système central et/ou avec une ouverture vers d'autres moyens de communication par des passerelles (Wi-Fi ou Internet par exemple).

Aujourd'hui, pratiquement tous les systèmes mettent en avant les fonctionnalités domestiques offertes, mais aussi l'utilisation de la connectivité externe (utilisation de

smartphone et Internet). Si cet aspect peut être parfois utile, une certaine approche ludique ou marketing par certains constructeurs n'est pas exclue, la priorité devant être cependant l'acceptation par le grand public qui commence d'abord par une Utilisation des possibilités et de la gestion internes à l'habitat.[1]

1.4. Caractéristiques de base du smart home

- ❖ Connectivité interne : un réseau interne à l'habitat avec la possibilité de contrôler toutes les fonctions à partir de boutons- poussoirs, d'une télécommande et éventuellement d'un smartphone ou d'une tablette.
- ❖ Utilisation d'un même langage de communication n (protocole) pour tous les composants.
- ❖ Couverture de tous les services ou fonctions de base par le même system, c'est-à-dire sans passer par une autre interface.
- ❖ Compatibilité descendante, ou les nouveaux composants ou les nouvelles versions des logiciels restent compatibles avec les équipements installés.
- ❖ Extension des fonctions ou des services sans modification du système.
- ❖ Connectivité externe comme option (passerelle vers Wi-Fi, Internet ou autres protocoles).

Un smartphone ou une tablette ne sont pas nécessairement un élément de base du smart home, mais peuvent y être intégrés.

1.5. Les fonctionnalités de smart home :

Smart home est un marché qui ne cesse de se développer et d'apporter de nouvelles fonctionnalités - **Figure 1.2** - pour le bien-être de tous. Tous ces petits gestes qu'il fallait répéter, vous pouvez les faire facilement depuis votre fauteuil et, même, loin de chez vous. Y compris après votre départ, votre domicile reste marqué de votre présence et vous fournit tous les renseignements nécessaires.

Gestion et Economie de d'énergie, sécurité sont parmi les thèmes les plus demandés par les consommateurs mais le besoin est parfois créé par les fabricants eux-mêmes.

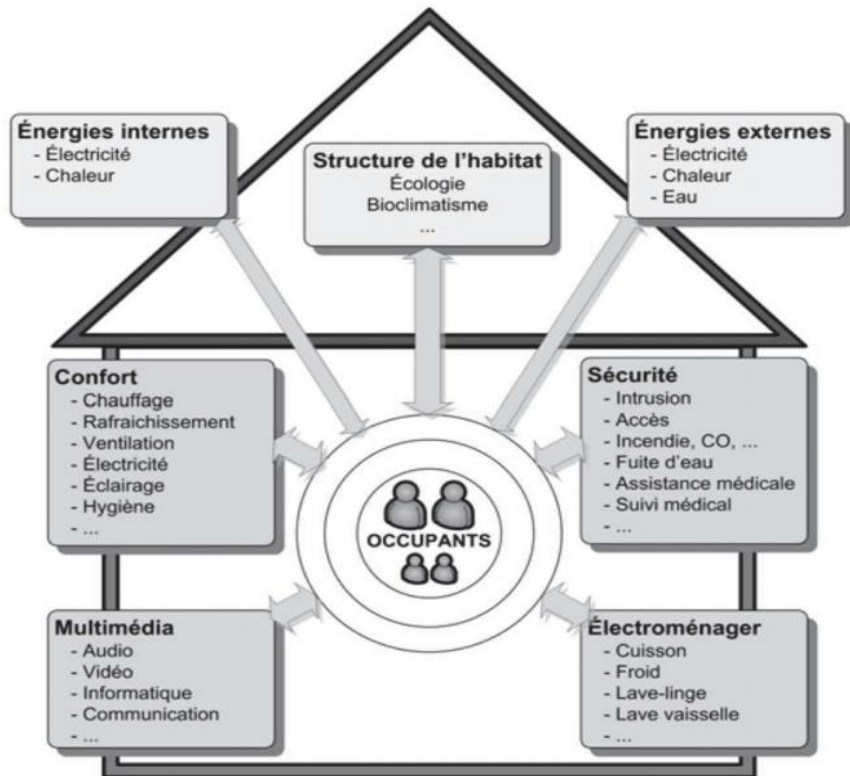


Figure 1.2 : Les fonctionnalités de smart home[1]

1.6. Gestion et Economie de d'énergie :

Le smart home implique l'utilisation d'équipements électriques. Électroniques et informatiques. L'électricité est le « sang » nécessaire à leur fonctionnement. Or celle-ci peut être, selon les circonstances, indisponible.

Il en est de même pour le chauffage si l'on utilise le gaz ou des granules, par exemple. Anticiper des coupures ou des ruptures d'approvisionnement permet d'avoir un fonctionnement sans interruption.

1.6.1 Définition de l'énergie

L'énergie est un concept plus ancien qui vient du latin, du grec *énérgia*, qui signifie « force en action ». Selon le dictionnaire universel : « l'énergie est la capacité d'un système à modifier un état, à produire un travail entraînant un mouvement, de la lumière ou de la chaleur ».

On peut définir aussi l'énergie comme étant une grandeur physique qui caractérise l'état d'un système qui est globalement conservée au cours des différents processus de transformation. En outre, on peut également qualifier l'énergie en fonction de sa source d'extraction et le

moyen par lequel il est acheminé. Ainsi on distingue des énergies dites renouvelables et d'autre non renouvelables.

« L'énergie est une grandeur physique qui existe sous différentes formes (électrique, mécanique, chimique, alimentaire). L'énergie se transforme d'une forme à l'autre mais toute conversion s'accompagne d'une dégradation de l'énergie 'Principe Carnot » [3]

1.6.2 Electricité

L'électricité est l'interaction de particules chargées sous l'action de la force électromagnétique[4]. Ce phénomène physique est présent dans de nombreux contextes : l'électricité constitue aussi bien l'influx nerveux des êtres vivants que les éclairs d'un orage.

Quant à l'électricité, elle est définie de plusieurs manières. Selon Wikipédia, l'électricité est l'effet de déplacement de particules chargés à l'intérieure d'un conducteur sous l'effet d'une différence de potentiel aux extrémités de ce conducteur, ce phénomène physique est présent dans de nombreux contextes, elle constitue un bien de consommation indispensable pour le bien-être de la population et de développement économique, vu son importance, il est vital pour un pays d'assurer l'accès à ce bien et de garantir la continuité de sa fourniture.

Sans électricité, pas de smart home, par conséquent se baser uniquement sur le réseau électrique externe n'offre pas une garantie d'approvisionnement fiable.

1.6.2.1 Solutions possibles

Les solutions existantes, face à une coupure d'électricité, permettent de faire face à un dysfonctionnement et d'être autonome pour une durée dépendant des choix technologiques.

- Des panneaux solaires photovoltaïques ;
- Un ou des (micro-)onduleur(s) ;
- Un système de gestion de l'équilibre entre la production et la consommation
- Un système de stockage d'électricité.

Cette solution permet une alimentation en électricité pendant une période variable selon le mode de stockage. Si une longue période d'autonomie et une puissance plus importante sont nécessaires, on peut faire appel à d'autres équipements plus adaptés

1.6.3 L'importance d'électricité

L'électricité est une forme secondaire d'énergie qui résulte de toutes transformations artificielles de l'énergie primaire (gaz naturel, charbon. Etc.). Elle joue un rôle primordial

pour la croissance et le développement de différents secteurs économiques, et permet la modernisation de toutes les tâches considérées comme indicateur de degré de rayonnement d'une société. Proprement parler elle n'est pas une source d'énergie, mais un vecteur énergétique, elle permet aussi de transmettre la puissance issue des générateurs, aux multiples utilisateurs, par l'intermédiaires des lignes électriques. Elle se présente comme un flux continue et facile à transporter et à subdiviser.

A l'heure actuelle, l'électricité représente un moteur s'agissant de l'amélioration des conditions de vie des citoyens comme elle est utilisée largement dans les sociétés développées pour transporter de grandes quantités d'énergie facilement utilisable. Par ailleurs, elle constitue une puissante influence sur le système économique d'un pays car toute réduction de l'offre en matière d'énergie électrique et bien souvent synonyme non seulement de ralentissement de la machine économique d'un pays mais aussi d'inquiétude de tension et de crise.

De point de vue économique l'électricité est le pilier de réseau de l'énergie elle fait tourner notre économie et elle est indispensable à la maison, au bureau et à notre mode de vie.

Elle est l'indicateur de la croissance économique pour les secteurs de la fabrication, de l'exploitation minière, de l'énergie, de même pour les industries de l'ensemble du pays.

L'énergie électrique Aujourd'hui constitue une grande préoccupation pour tous les pays du monde, puisque elle est indispensable à la réalisation de tout processus de production et donc au développement économique et social.

L'énergie rend de nombreux services à l'humanité, elle contribue à la satisfaction des besoins primaire (tel que l'éclairage, la cuisson, le chauffage, la climatisation, elle peut être utilisée comme biens de consommation finale ou bien comme facteur de production ou comme bien de consommation intermédiaire.

Le réseau d'électricité est, à la fois complexe et faible, a attiré les investissements et permis aux industries d'avoir un avantage concurrentiel en fournissant d'électricité propre et abordable. Il s'agit également d'un secteur qui soutient des emplois dans les collectivités de l'ensemble du pays. L'électricité participe à tous les autres secteurs de notre économie et est un élément de base essentiel pour la croissance dans les secteurs d'énergie.

1.6.4 Economie d'énergie électrique :

Pour réduire la consommation d'énergie dans l'habitat, il s'agit de réduire les besoins et la consommation, en adoptant dans le bâtiment des techniques performantes en termes d'efficacité énergétique :

- isolation
- ventilation
- inertie thermique (capacité à stocker de la chaleur dans les murs, le plancher...)
- éclairage naturels équipements économes

Il s'agit également pour tous les citoyens d'adopter durablement des comportements et des automatismes économes en énergie :

- éteindre les lumières
- utiliser des ampoules basses consommation
- ne pas laisser les appareils électriques en veille
- baisser le chauffage
- limiter la climatisation
- acheter des appareils électriques peu gourmands en énergie

Adopter toutes les techniques de gestion et d'optimisation qui permettront de réduire la facture énergétique.

1.6.5 Optimisation des consommations d'énergie :

L'optimisation des consommations d'énergie, cherche à réduire les gaspillages et les consommations inutiles. C'est donc aussi un élément important de la performance environnementale. Dans certains cas l'économie d'énergie peut même améliorer la qualité de service.

L'optimisation des consommations d'énergie, vise aussi à réduire les coûts (directs et indirects) écologiques, économiques et sociaux induits par la production, le transport et la consommation d'énergie. Elle contribue à réduire l'empreinte écologique (en diminuant l'empreinte énergétique et parfois l'empreinte carbone). Elle augmente la sécurité énergétique, et l'adaptation au changement climatique et de la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre, de la transition écologique et plus encore de la transition énergétique. Elle est l'un des cinq piliers de la révolution industrielle proposée par **Jeremy Rifkin**.

1.6.5.1 L'optimiseur d'énergie :

L'optimiseur d'énergie est un appareil, qui posé au niveau du tableau électrique est connecté aux divers gros consommateurs et a pour fonction de contrôler et d'analyser ceux-ci

(frigos, chambres froides, climatisation, fours, luminaires etc...) via un ordinateur. Cet optimiseur est véritablement la tête pensante de tout l'appareillage électrique et génère de véritables économies de courant. Avant d'installer l'appareil de manière définitive, une étude doit être effectuée au préalable et pour cela nous il faut. Faire l'inventaire de tout les matériel électrique, avec la consommation et la puissance et aussi l'importance et la priorité de chaque appareil [5]

L'exemple de l'optimiseur TM CKS 4800 est issu des technologies des Optimiseurs d'énergie RSW **Figure 1.3**, C'est un système informatisé conçu et réalisé dans l'objectif de la gestion d'énergie. Et de réalise de véritables économies d'énergie grâce à sa fonction de limiteur d'énergie et à son mode Effacement Ponctuel d'Energie.[6]



Figure 1.3 : TM CKS 4800 est issu des technologies des Optimiseurs d'énergie RSW.

1.6.6 optimisations combinatoires :

Un problème d'optimisation combinatoire consiste à trouver la meilleure solution dans un ensemble discret de solutions appelé ensemble des solutions réalisables. En général, cet ensemble est fini mais de cardinalité très grande[7].

Il s'agit, en général, de maximiser (problème de maximisation) ou de minimiser (problème de minimisation) une fonction objective sous certaines contraintes.

Le but est de trouver une solution optimale dans un temps d'exécution raisonnable. Dans ce chapitre nous présentons certaines méthodes parmi les plus représentatives, développées pour résoudre les problèmes d'optimisation combinatoire.

1.6.6.1 Résolution d'un problème d'optimisation combinatoire

Résoudre un problème d'optimisation combinatoire nécessite l'étude de trois points particuliers :

- la définition de l'ensemble des solutions réalisables,
- l'expression de l'objectif à optimiser,
- le choix de la méthode d'optimisation à utiliser,

Les deux premiers points relèvent de la modélisation du problème, le troisième de sa résolution. Afin de définir l'ensemble des solutions réalisables, il est nécessaire d'exprimer l'ensemble des contraintes du problème. Ceci ne peut être fait qu'avec une bonne connaissance du problème sous étude et de son domaine d'application.

1.6.6.2 Les méthodes d'optimisation combinatoire

Les méthodes d'optimisation peuvent être réparties en deux grandes classes de méthodes pour la résolution des problèmes décrit dans la **Figure 1.4**:

- Les méthodes exactes ;
- Les méthodes approchées.

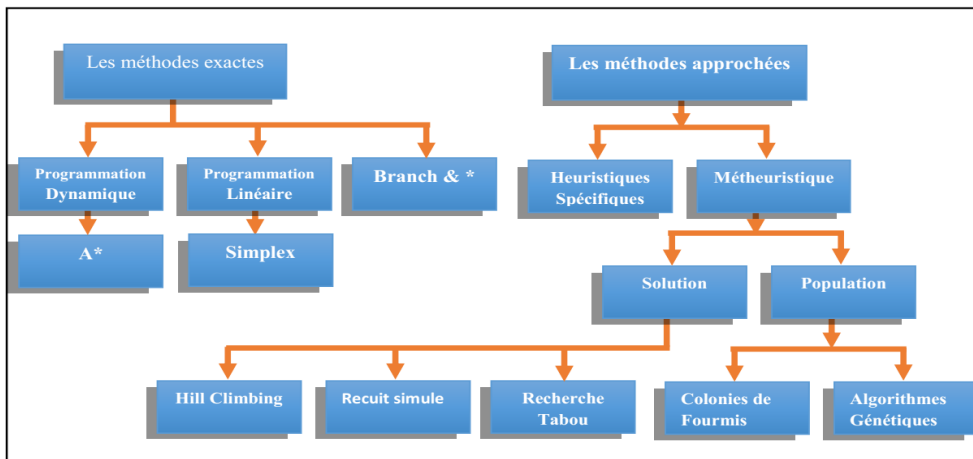


Figure 1.4 : Les méthodes d'optimisation combinatoire

1.7 Conclusion :

Dans ce chapitre en a décrit l'aspect technologique et fonctionnel de domaine smart home, en suite nous avons expliqué les techniques et les méthodes d'optimisations.

La description de système modelé et la présentation de l'architecture de l'environnement de smart Home feront l'objet de la section suivante.

CHAPITRE 2

CHAPITRE 2 : ÉTAT DE L'ART

2.1 Introduction

Durant ces dernières années, de nombreux travaux de recherche ont été menés avec, pour objectif la gestion et la maîtrise de la demande énergétique et ce, dans tous les domaines. Pour mieux cerner le besoin de la gestion énergétique, ce chapitre rappelle le contexte énergétique mondial et Algérien avec une attention particulière portée à l'énergie électrique. En suite en va présenter le modelé de système de notre projet de fin d'étude. En conclusion on va donner les formules mathématiques de notre problème.

2.2 Contexte énergétique mondial

Le contexte énergétique Mondial inscrire une évolution rapide vers l'énergie renouvelable, ces dernière ont représenté en 2016 et 2017 les deux tiers des capacités additionnelles – avec des scores en 2017 de 70% en Inde, 60% en Chine et 50 % aux USA. L'Europe enregistre pour sa part un certain ralentissement des nouvelles installations la production mondiale d'électricité évolue ces dernières années sur un rythme beaucoup plus modéré que par le passé (de l'ordre de +2%), La consommation mondiale - **Figure 2.1** - est portée essentiellement par le dynamisme économique et l'électrification de l'Asie (la Chine pour plus de la moitié +6% en 2017, puis l'Inde, Indonésie, Malaisie ou Thaïlande). les progrès de l'efficacité énergétique permettent depuis plusieurs années aux pays de l'OCDE [8].

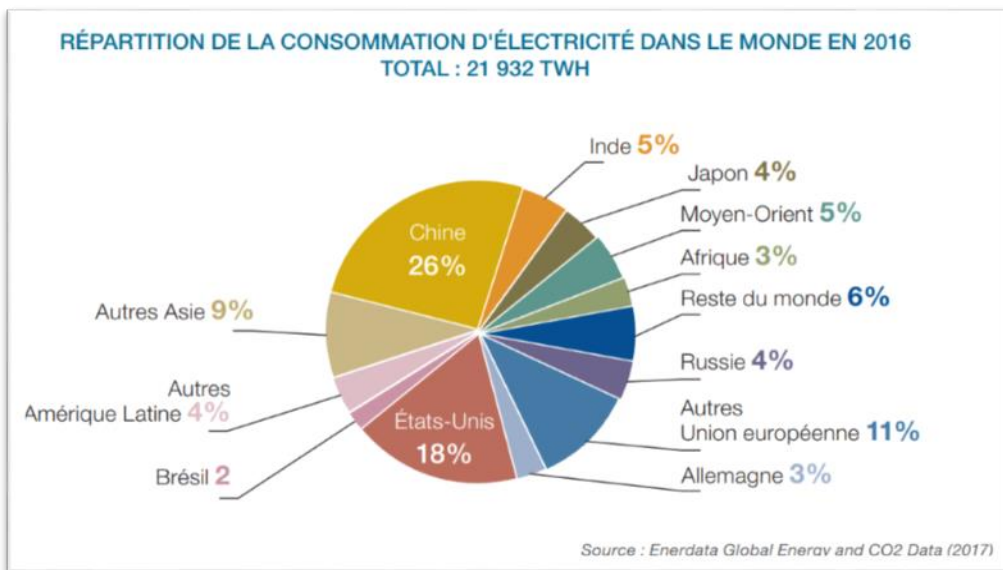


Figure 2.1 : Consommation d'Électricité dans le monde

La **figure 2.2** représenté la prévision de consommation d'électricité finale dans le monde par région

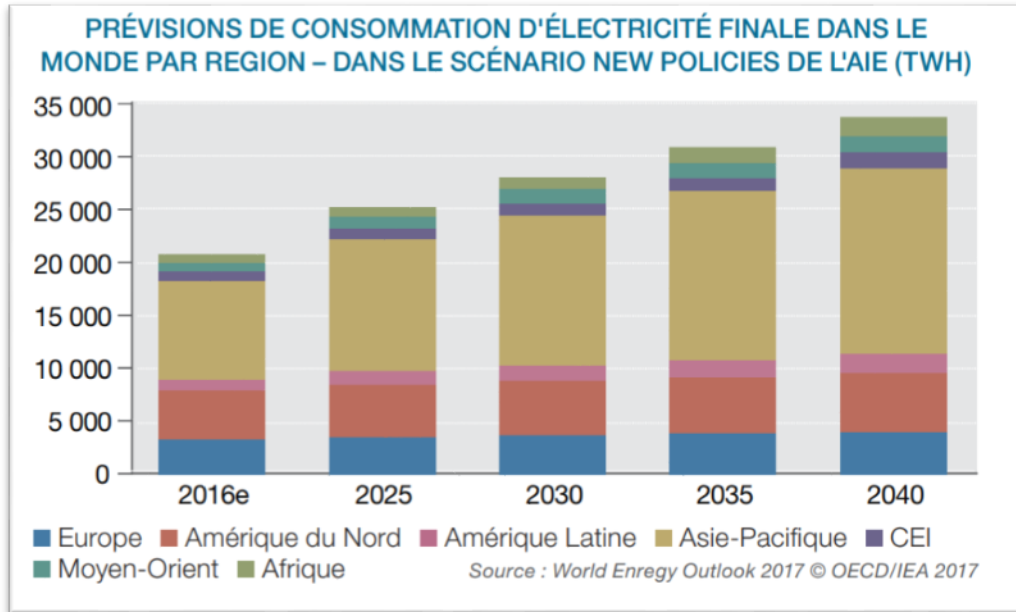


Figure 2.2 : Prévision de consommation d'Électricité

2.3 Contexte énergétique Algérienne

Le secteur économique de l'énergie en Algérie occupe une place prédominante dans l'économie de l'Algérie : les hydrocarbures à eux seuls représentent 60 % des recettes du budget et 98 % des recettes d'exportation.

Cependant, l'État algérien commence à envisager des solutions écologiques en investissant dans les énergies nouvelles et renouvelables. Selon le Programme algérien de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique (PENREE) de 2012, l'Algérie vise une puissance installée d'origine renouvelable de 22 000 MW d'ici 2030.

La consommation nationale d'électricité - **Figure 2.3** - (y compris celle des auto-producteurs) a atteint 65,1 TWh en 2017, contre 60,3 TWh en 2016, reflétant un accroissement de 8,0%, suite notamment à la hausse de la demande des clients de la basse tension (essentiellement les ménages). , soit seulement 45 % de la moyenne mondiale : 3 030 kWh, mais 2,4 fois la moyenne africaine : 568 kWh (France : 6 955 kWh ; Maroc : 912 kWh)k 3. [9]

Le graphe ci-après illustre l'évolution des ventes des sociétés de distribution (SDx) du groupe **Sonelgaz** aux consommateurs finaux [10]:

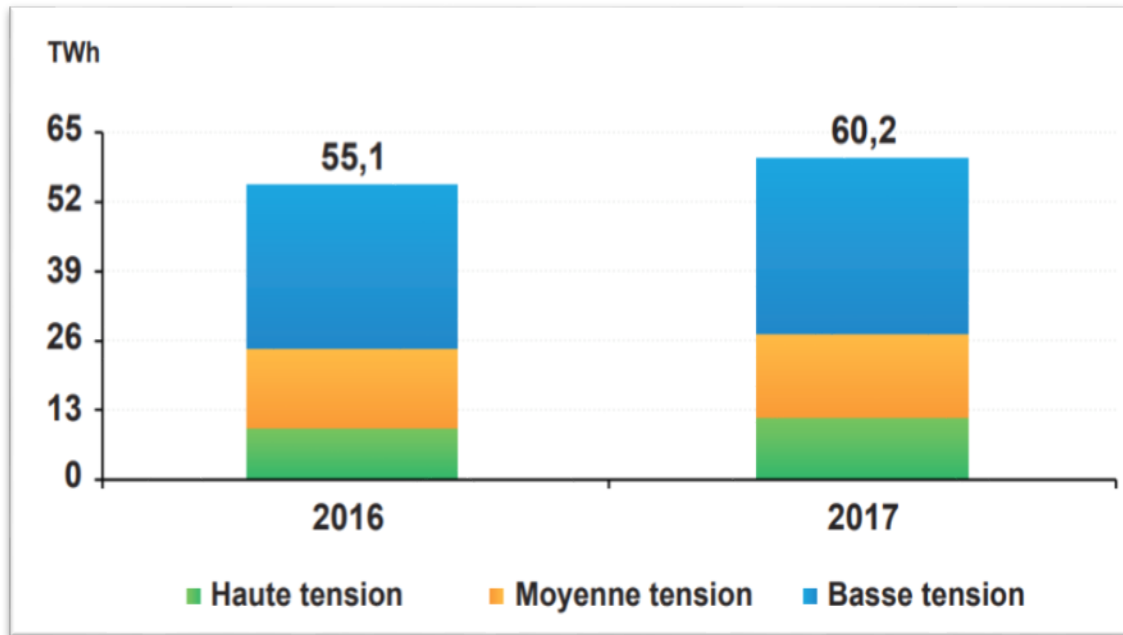


Figure 2.3 : Consommation nationale d'électricité

2.4 Description de la problématique

L'objectif et l'optimisation recherchée dans ce travail se place dans le cadre de le Management de l'énergie dans le bâtiment. Chacun des équipements du bâtiment que l'on veut gérer possède ses propres caractéristiques de consommation énergétique.

La consommation est continue dans le cas d'un réfrigérateur, tandis qu'elle est ponctuelle pour un four électrique. Ces différents types de consommation, Introduisent un pilotage différent des équipements, avec une approche différents cependant, dans le cas d'un chauffage, il n'est pas utile de le garder en fonctionnement lorsque l'habitant n'est pas présent. Ceci traduit l'influence des besoins de l'habitant sur le fonctionnement des équipements, puisque celui-ci qui décidé quand et comment fonctionnent les équipements. Le bâtiment est un cadre large pour la gestion de l'énergie et peut être difficile suivant la configuration, c'est pourquoi la maison a été retenue. L'objectif de ce travail est l'optimisation du cout de consommation électrique des différents équipements d'une maison tenant compte des particularités des équipements et le temps et la durée de l'usage.

2.5 Description de système modelé :

Dans cette section, le modèle de système proposé est décrit en détail, comme indiqué à **Figure 2.4**

Un système HEMS est proposé pour planifier les appareils intelligents, l'objectif principal de la planification des appareils est d'atténuer le coût de l'électricité le PAR, et de maximiser le confort de l'utilisateur. Pour calculer le coût de la consommation d'électricité, on a choisir un schéma de tarification.

Une maison intelligente comprend un compteur intelligent (SM), des appareils intelligents et un contrôleur de gestion de l'énergie (EMC).

SM agit comme un compteur qui enregistrer les consommations en temps real pour l'aide le service public d'électricité de calculer le cout de consommations de l'utilisateur à la bese de schéma de tarification choisir préalablement.

EMC programme les appareils en fonction du signal de prix envoyé par le fournisseur. SM reçoit les signaux de tarification de l'utilitaire et les envoie à EMC. Par conséquent, les informations sur la consommation d'énergie produit par le EMC et les envoie au service public. Cette dernière et SM communiquent entre eux via des réseaux sans fil.[11]

Ce modèle de système considérée :

- Une maison individuelle équipée de 12 appareils.
- Un jour est divisé en intervalles de temps égaux.
- Les appareils intelligents sont divisés en différentes catégories en fonction de leurs modes d'utilisation de l'énergie, présentés ci-dessous[11].

System Model :

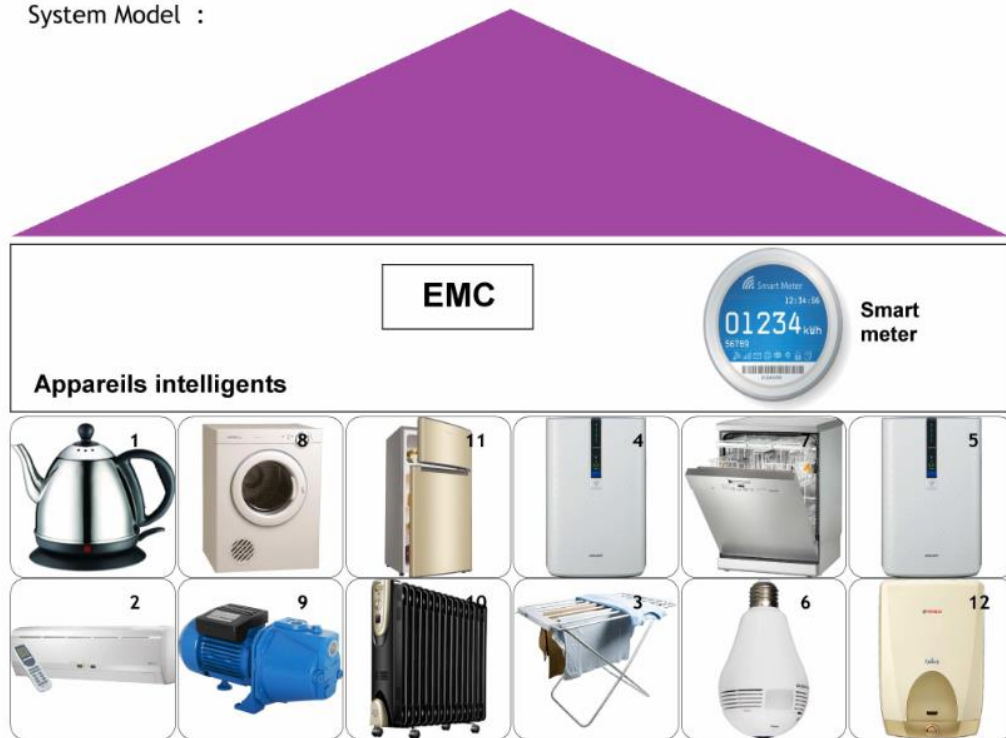






Figure 2.4 : model de système :

Selon le modèle d'utilisation de l'énergie, les appareils sont classés en trois catégories : appareils de base, appareils interruptibles et appareils non interruptibles, comme indiqué dans le **tableau 1.2** Chaque catégorie est expliquée comme suit :

2.5.1 Appareils interruptibles Les appareils interruptibles peuvent être déplacés vers n'importe quel intervalle de temps et peuvent être interrompus pendant leur fonctionnement

2.5.2 Appareils non interruptibles Ces appareils peuvent être déplacés vers n'importe quel intervalle de temps bien que, une fois leur opération exécutée, ils doivent terminer leur opération sans aucune interruption.

2.5.3 Appareils de base Ces appareils sont également appelés appareils fixes. Les appareils de base sont des appareils qui ne peuvent pas être interrompus, ou déplacés vers autre intervalle de temps, Le mode d'utilisation de l'énergie et la durée de fonctionnement, ne peuvent pas être modifiés, ces Appliance doivent être activées chaque fois que l'habitat souhaite les activer.

Category	Appliances	Image
Base	Lampe	
	Lampe	
Interruptible	Pompe	
	Climatiseur	
Non Interruptible	Humidificateur	
	Bouilloire élec	
	Clothes Dryer	
	Lave_Vaisselle	
	Machine a laver	
	Refrigerateur	
	chauffeaux	
	Radiateur Elec	

Nombre de lignes : 12

Tableau 2.1: Liste des appareils

2.6 Formulation du problème :

2.6.1 Consommation d'énergie :

Le coût de consommation d'énergie quotidien $f(x)$ d'une maison intelligente est donné par :

On a proposé dans la description de model de système trois type d'appareilles : **Appareil interruptible**, **Appareil no-interruptible**, **Appareil de bas**, représenter respectivement par **(a, b, c)**

L'ensemble des appareils représenté comme suite :

M Appareils interruptibles = { $a_1, a_2, a_3, \dots, a_M$ } ;

N Appareils non-interruptibles = { $b_1, b_2, b_3, \dots, b_N$ } ;

L Appareils de base = { $c_1, c_2, c_3, \dots, c_L$ }.

T (intervalle de tempe) = { $t_1, t_2, t_3, \dots, t_t$ } / $t_1 = t_2 = t_3 = \dots = t_t = \{ 5 \text{ min}, 12 \text{ min}, 60 \text{ min} \}$

$$E^a = \sum_{m=1}^{12} \left(\sum_{t \in M} E_{t,m}^a \right) = \left\{ E_{t_1,m \in M}^a + E_{t_2,m \in M}^a + E_{t_3,m \in M}^a + \dots + E_{t_{12},m \in M}^a \right\}. \quad (1)$$

$$E^b = \sum_{t=1}^{12} \left(\sum_{N=1}^n E_{t,n \in N}^b \right) = \left\{ E_{t1,n \in N}^b + E_{t2,n \in N}^b + E_{t3,n \in N}^b + \dots + E_{t12,n \in N}^b \right\} \quad (2)$$

$$E^c = \sum_{t=1}^{12} \left(\sum_{L=1}^l E_{t,l \in L}^c \right) = \left\{ E_{t1,l \in L}^c + E_{t2,l \in L}^c + E_{t3,l \in L}^c + \dots + E_{t12,l \in L}^c \right\} \quad (3)$$

$$E^{Total} = \sum_{t=1}^{12} \left\{ \left(\sum_{M=1}^m E_{t,m \in M}^a \right) + \left(\sum_{N=1}^n E_{t,n \in N}^b \right) + \left(\sum_{L=1}^l E_{t,l \in L}^c \right) \right\} \quad (4)$$

E^a représenté la consommation des Appareils interruptible.

E^b représenté la consommation des Appareils non-interruptible.

E^c représenté la consommation des Appareils de base.

E^{total} représenté la consommation total des Appareils.

2.6.2 PAR :

L'objectif principe de la gestion de l'énergie est la réduction du coût de l'électricité, pour cela il doit minimise le rapport pic / moyenne (PAR) afin de maintenir l'équilibre de l'offre et de la demande d'électricité, le PAR est donner par la formule suivante :

$$PAR = \frac{\max(E_{total}(t))}{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T E_{total}(t)} \quad (5)$$

2.6.3 Modèle de tarification de l'énergie :

De nombreux tarifs d'électricité sont disponibles pour définir le prix de l'énergie pendant une journée. Les tarifs de l'électricité de la société **SONALGAZ** sont Fixés par la Commission de régulation de l'électricité et de gaz par décision CREG N° D/22-15/CD du 29 décembre 2015 portant fixation des tarifs de l'électricité et du gaz à compter du 1^{er} janvier 2016, le **Tableau 2.2** décrit les différent tarifs appliqué.

Dans ce modèle, nous utilisons une tarification « P » **52 M** qui décomposer en deux tarifs, un pour les heurs de point [**17h, 21h**] et l'autre pour les reste.[12]

TARIF DE L'ENERGIE POUR LES CLIENTS MENAGES PAR kWh:			
Tarif 51 M	Pointe	Pleines	Nuit
	17h à 21h 811,47 cDA	6h à 17h et 21h à 22h 30 216,45 cDA	22h 30 à 6h 120,50 cDA
Tarif 52 M	Pointe	Hors Pointe	
	17h à 21h 811,47 cDA	21h à 17h 178,07 cDA	
Tarif 53 M	Nuit	Jour	
	22h30 à 6h 120,50 cDA	6h à 22h30 486,98 cDA	
Tarif 54 M	Pour une consommation par trimestre		
	Tranche 1 : de 0 à 125 kWh : 177,87 cDA		
	Tranche 2 : supérieure à 125 jusqu'à 250 kWh : 417,89 cDA		
	Tranche 3 : supérieure à 250 jusqu'à 1000 kWh : 481,20 cDA		
Tranche 4 : supérieure à 1000 kWh : 547,96 cDA			

Tableau 2.2 : Liste des tarifs de l'électricité

La facture d'électricité quotidienne des Appareils interruptibles, Non-interruptibles et de bas sont calculés respectivement par les équations :

$$E_p^a = \sum_{t=1}^{12} \left(\sum_{m \in M} E_{t, m \in M}^a \times X_{m \in M}^a(t) \right) \times p / X_{m \in M}^a = \begin{cases} 1 & \text{Appareils interruptibles ON} \\ 0 & \text{Appareils interruptibles Off} \end{cases} \quad (6)$$

$$E_p^b = \sum_{t=1}^{12} \left(\sum_{n \in N} E_{t, n \in N}^b \times X_{n \in N}^b(t) \right) \times p / X_{n \in N}^b = \begin{cases} 1 & \text{Appareils interruptibles ON} \\ 0 & \text{Appareils interruptibles Off} \end{cases} \quad (7)$$

$$E_p^c = \sum_{t=1}^{12} \left(\sum_{l \in L} E_{t, l \in L}^c \times X_{l \in L}^c(t) \right) \times p / X_{l \in L}^c = \begin{cases} 1 & \text{Appareils de base ON} \\ 0 & \text{Appareils de base Off} \end{cases} \quad (8)$$

$$E_p^{Total} = E_p^a + E_p^b + E_p^c \quad (9)$$

$$E_p(t) = \left(E^a(t) + E^b(t) + E^c(t) \right) \times p \quad (10)$$

$$P = \begin{cases} 1,78 \text{ DA/kwh} \\ 8,11 \text{ DA/kwh si } t \in [17h - 21] \end{cases}$$

2.6.4 Problème de planification d'appareils :

Les principaux objectifs de ce travail sont les suivants :

Minimiser la facture d'électricité et le PAR en optimisant le modèle de consommation d'énergie. La réduction du PAR des consommateurs est bénéfique pour les services publics et tous les consommateurs connectés,

Pour payer le moins possible de facture d'électricité des appareils doivent satisfaire aux contraintes données par l'équation (11).

Fonction Objectif :

$$\text{Min} \left(\left(E^a(t) + E^b(t) + E^c(t) \right) \times p \right). \quad (11)$$

2.7 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné les différents contextes qui touche notre problème, avec une description détaillée de notre système modélisé

La présentation de la technique d'optimisation et la démarche de l'implémentation feront l'objet de la section suivante.

CHAPITRE 3

CHAPITRE 3 : IMPLEMENTATION HSA & DEVELOPPEMENT DE « OPTI »

3.1. Introduction

Les techniques d'optimisation sont globalement classées en deux techniques d'optimisation déterministe & heuristique, Les techniques d'optimisation heuristique telles que BPSO, DE, GA, HSA, etc. sont efficaces pour traiter les problèmes d'optimisation ayant une population très grande.

Dans cette étude, nous avons implémenté HSA en tant que technique d'optimisation, car il s'agit d'un algorithme efficace inspiré de la nature. Les étapes de procédure de la HSA sont illustrées à la **figure 3.1**.

Notre objectif est de développer une application qui faire simuler un environnement donner d'un smart home avec des contraintes proposer dans le modelé de système décrit dans le chapitre 2 pour le but d'optimiser la consommation d'énergie, et donner des résultats des déférentes scenarios.

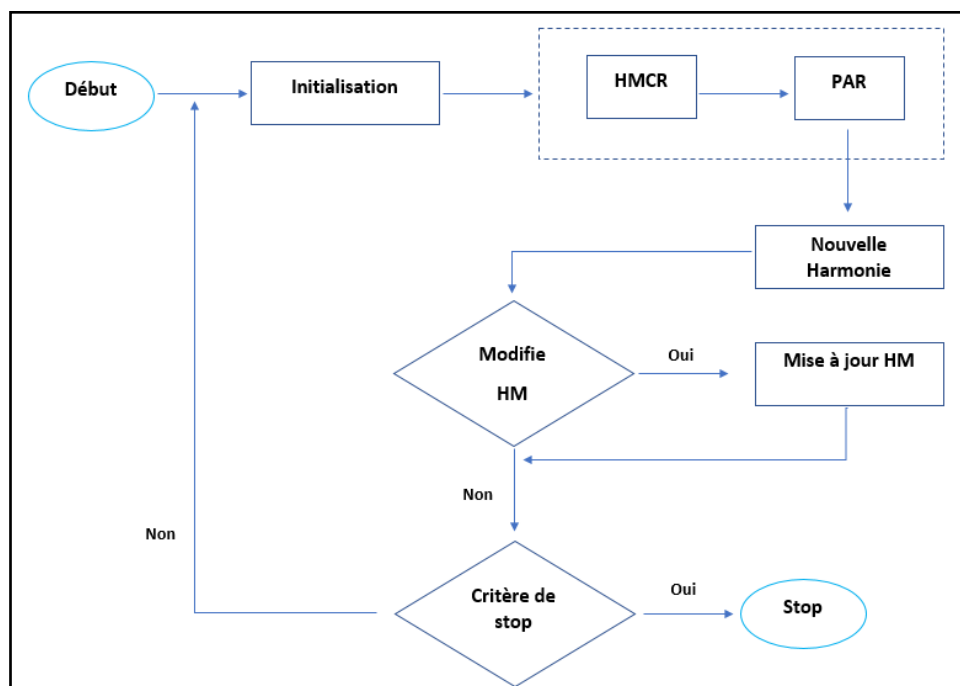


Figure 3.1 : Les étapes de procédure de la HSA

3.2. Généralité sur l'Algorithme de la recherche par Harmonie :

HSA a été proposé par **Zong Wo Geem** en 2001. HSA est un algorithme inspiré du phénomène naturel utilisé par les musiciens pour improviser une nouvelle harmonie. La recherche d'une nouvelle et meilleure harmonie s'appelle improvisation d'harmonie. Le

processus d'improvisation est accompli dans un groupe musical où chaque musicien a un instrument différent à jouer. L'algorithme est de type de métaheuristiques ce dernière débute la recherche avec un ensemble de solutions dites population, elle essaye pas à pas durant les itérations du processus de recherche d'améliorer leurs qualités afin d'aboutir à des solutions de meilleurs performance. Ils sont parfois nommées des méthodes évolutives parce qu'elles font évoluer une population d'individus selon des règles bien précises, l'intérêt de cette forme de Métaheuristiques est d'utiliser la population comme facteur de diversité pour augmenter la possibilité d'apparition de bonnes solutions en terme de qualité.[13]

3.2.1. Étapes procédurales de la HSA :

L'Algorithme de la recherche par Harmonie former de cinq étapes procédurales à savoir : l'initialisation du paramètre, l'initiation de la mémoire d'harmonie, l'improvisation d'une nouvelle harmonie, la mise à jour HM et la vérification du critère d'arrêt. Toutes ces étapes sont brièvement décrites ci-dessous :

3.2.1.1. initialisation des paramètres :

- a. Définir la borne supérieure et inférieure des variables :

$$X_i^L \leq X_i \leq X_i^U \quad (1)$$

- b. La valeur de décision HMS (La taille de la mémoire d'harmonies) :

$$10 \leq HMS \leq 100 \quad (2)$$

- c. La valeur de décision HMCR (Le taux de sélection) :

$$0.0 \leq HMCR \leq 1.0 \quad (3)$$

- d. La valeur de décision PAR (Le taux d'ajustement) :

$$0.0 \leq PAR \leq 1.0 \quad (4)$$

- e. Définir le NI (nombre d'improvisations ou itérations)

3.2.1.2. initialisation de la génération des solutions initiales (HMS) :

La HM est une matrice de solutions de taille HMS ou chaque vecteur représente une solution du problème,. Dans cette étape la matrice HM est remplie à travers l'équation suivante :

$$X(i,j) = L_j + \text{randO}(U_j - L_j) \quad (5)$$

La fonction rand () génère des valeurs aléatoires comprises entre 0 et 1 sachant que U_j et L_j sont respectivement les bornes supérieure et inférieure, pour chaque solution i ($i=1, \dots, HMS$) la fonction objectif $f(i)$ est calculée.

Structure générale de la mémoire d'harmonie :

$$HM = \begin{bmatrix} x_1^1, x_2^1, \dots, x_n^1 \\ x_1^2, x_2^2, \dots, x_n^2 \\ \vdots \\ x_1^{HMS}, x_2^{HMS}, \dots, x_n^{HMS} \end{bmatrix} \quad (6)$$

3.2.1.3. Improvisation d'une nouvelle harmonie (solution) à partir de la HM

Ce processus comprend trois sous-étapes : la considération de la mémoire HM, l'ajustement de lancement et le choix aléatoire.

a. La HMCR

Un nombre aléatoire compris entre 0 et 1 est généré à l'aide de rand (). Si la valeur générée aléatoirement est inférieure au taux de considération de la mémoire harmonique, la valeur de cette position particulière est choisie. Si le nombre aléatoire est supérieur à HMCR, un nouveau nombre aléatoire est généré. Ce processus est illustré dans l'équation suivante :

$$V_{i,j} = \begin{cases} x_{(randj)} & \text{if } rand() < HMCR \\ l_j + rand().U_j - l_j & \text{else} \end{cases} \quad (7)$$

b. Le PAR

Les éléments de mémoire sélectionnés à l'étape HMCR sont testé pour déterminer s'il devrait être modifié et ajusté pour le lancer, Ce processus est illustré dans l'équation suivante :

$$V_{i,j} = \begin{cases} V_i^j \cdot rand().bwj & \text{if } rand() < PA \\ V_i^j & \text{else} \end{cases} \quad (8)$$

c. Le choix aléatoire

La sélection d'élément se fait aléatoirement à l'aide de l'équation suivante :

$$X(i,j) = L_j + rand().(U_j - L_j) \quad (9)$$

3.2.1.4. La mise à jour de mémoire d'harmonie ou le remplacement :

Lorsque le nouveau processus d'improvisation d'harmonie est terminé, le processus de mise à jour est lancé si la nouvelle solution (nouveau vecteur) est faisable en fonction de $f(i)$ fonction objectif.

si ($x^{new} < x^{worst}$) alors
 mise à jour HM : $x^{worst} = x^{new}$
 fin

3.2.1.5. Vérification du critère d'arrêt :

Lorsque le processus d'improvisation atteint son nombre maximal d'itérations ou de critères d'arrêt, le processus de calcul de la HSA se termine. Sinon, le processus redémarre à partir des étapes 3 et 4.

3.3. Application de l'algorithme (codage) :

3.4.1 Initialisation des paramètres :

Initialiser les paramètres de notre système et de l'algorithme utiliser Tableau 3.1 et 3.2, pour Adopter les paramètres de l'algorithme de recherche par Harmonie au notre problème « management & optimisation d'énergie dans les smart homes », le tableau 3.3 présenter le Termes HSA correspondant à HEM

HSA parameters	
HMS	30
HMCR	0.9
PAR	0.35
Bwmax	1.000
Bwmin	0.001
MaxItr	100

HEMS parameters	
Number des appareils	“A” ex:12
Pricing signal	52M
Number Time Slot	“N” ex :120
PAR	/

Tableau 3.2 : Paramètres HEMS

Tableau 3.1 : Paramètres HSA

HSA Paramètres	HEMS Paramètres
Harmonie	Matrice de on /off l'état des appareils en binaire
HMS	La taille de Population
Harmonie fantastique	Global optimum / best solution
standard	Fonction Objective
practice	itération
Nombre des instruments	nombre des appareils
Pitches d'instruments	Etats appareils

Tableau 3.3 le Termes HSA correspondant à HEM

4.4.1 Génération d'une population initiale HMS :

a. Pseudo code :

```

POUR i=1:HMS
  POUR j=1:N-APP
    HM(i,j) = xl + rand(1)*(xu-xl);
    SI HM1(i,j)>0.5%
      HM(i,j)=1;
      Cost(=cost()+cost(j)
    ELSE
      HM(i,j)=0;
    FIN SI
  FIN POUR
FIN POUR
    
```


c. Matrice HMS :

		<i>ID d'appareils</i>												
Ts	HM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Cost
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	4.45
1	2	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	6.35
1	3	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	7.05
1	4	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	7.84
1	5	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	4.19
1	6	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	8.04
.....														
1	27	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	6.19
1	28	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3.5
1	29	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	5.35
1	30	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	5.29
2	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	3.54
2	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	6.9
2	3	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	3.55
.....														
2	27	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	5.25
2	28	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9.54
2	29	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	2.09
2	30	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3.4
N	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	7.59
N	2	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	7.5
.....														
N	HMS	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	5.25

Figure 3.2 Matrice HMS

5.4.1 improviser un nouveau vecteur d'harmonie :

a. Pseudo code

```

Repeater (IN)
POUR i =1:N-App
    ran = rand(0 -1);
    SI ( ran < HMCR ) % memory consideration
        index = rand(i,HMS);
        NewV(i) = HM(index,i);

        pvbRan = rand(0 -1);
        SI ( pvbRan < PAR) % pitch adjusting
            pvbRan1 = rand(0 - 1);
            result = NewV(i) ;
            SI ( pvbRan1 < 0.5)
                result =result+ rand(0 - 1) * BW(i);
                NewV(i) = result;
            SINON
                result =result- rand(0 -1) * BW(i);

                NewV(i) = result;
            FIN SI
        FIN SI
    SINON
        NewV(i) = xl+rand(1)*(xu-xl); % random selection

    FIN SI
FIN POUR
FIN
    
```

b. Nouveau vecteur [time slot i, itération j] :

Exemple de Nouveau vecteur d'harmonie [time slot 1, itération 1] :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Cost
0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4.14

Figure 3.2 improviser un nouveau vecteur d'harmonie

6.4.1 La mise à jour ou le remplacement de population :

Si la nouvelle solution (le nouveau vecteur) créée est meilleure que la plus mauvaise solution dans la matrice HM en termes de valeur de fonction objectif alors le nouveau vecteur est inclus dans la HM et le plus mauvais individu existant est exclu du HM.

SI (Total Cost Ts Ts^{Nouveau} < Total Cost Ts Ts^{Movais}) ALORS
 Mise à jour HM Total Cost Ts Ts^{Movais} = Total Cost Ts Ts^{Nouveau}
 FIN SI

Ts	HM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Cost
1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	<u>10.2</u>
1	2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	8.69
1	3	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8.29
1	4	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	8.04
1	5	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	7.49
1	6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	7.39
1	7	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	7.04
.....														
.....														
1	HMS.....													
Exemple de Nouveau vecteur d'harmonie [time slot 1, itération 1] :														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Cost		
0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	<u>4.14</u>

Figure 3.2 La mise à jour ou le remplacement de population

7.4.1 Vérification du critère d'arrêt :

Tant que ce critère n'est pas atteint (nombre d'itération NI) alors l'algorithme ne s'arrête pas.

3.4 Développement de l'application :

3.4.1 Spécification des besoins :

Pour l'étude de spécifications des besoins en a utiliser la méthode UML, pour la réalisation de l'application « **OPTI** ». Il faut décrit l'ensemble des cas d'utilisation du système et les diagrammes séquences.

Cette partie a donné une première vision sur les fonctionnalités de l'application « **OPTI** ».

3.4.1.1 La navigation dans l'application

La figure ci-après - **Figure 3.4** - décrit la navigation dans l'application Gestion & optimisation d'énergie smart Home « **OPTI** ».

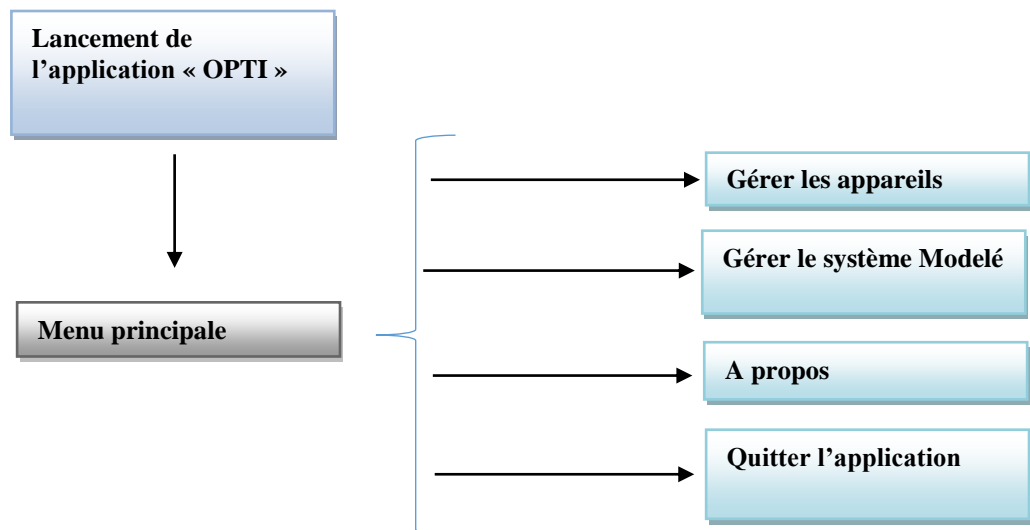


Figure 3.4 : La navigation dans l'application

3.4.1.2 Identification des Acteurs :

Le tableau ci-après -**Tableau 3.5**- illustre l'acteur du système.

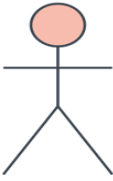
 <p>Utilisateur</p>	<p>Une personne dont sa mission est d'exécuter des simulations</p>
--	--

Tableau 3.5 : l'acteur du système

L'action principale de l'utilisateur et de faire des simulations avec des différents scenarios

3.4.1.3 Les cas d'utilisation du système :

Le diagramme ci-après (Figure 3.5) illustre les différents cas d'utilisation de d'application « OPTI » résumant les différentes actions d'acteur.

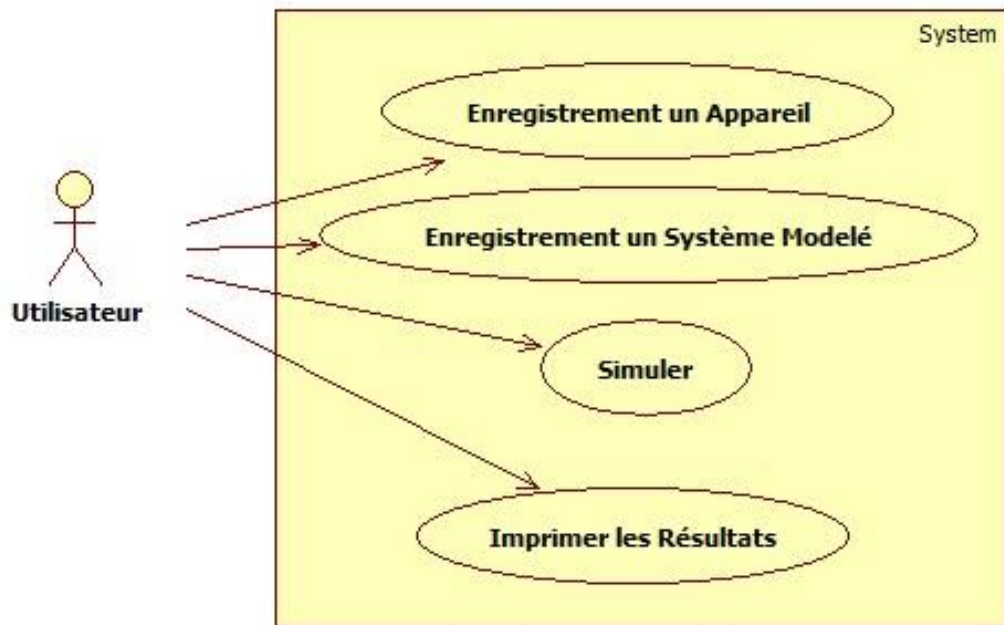


Figure 3.5 : diagramme des cas d'utilisation du système

3.4.1.4 Le diagramme de séquence :

Le diagramme ci-après (Figure 3.6) illustre le processus de simulation d'un environnement donné ou un système modelé proposé.

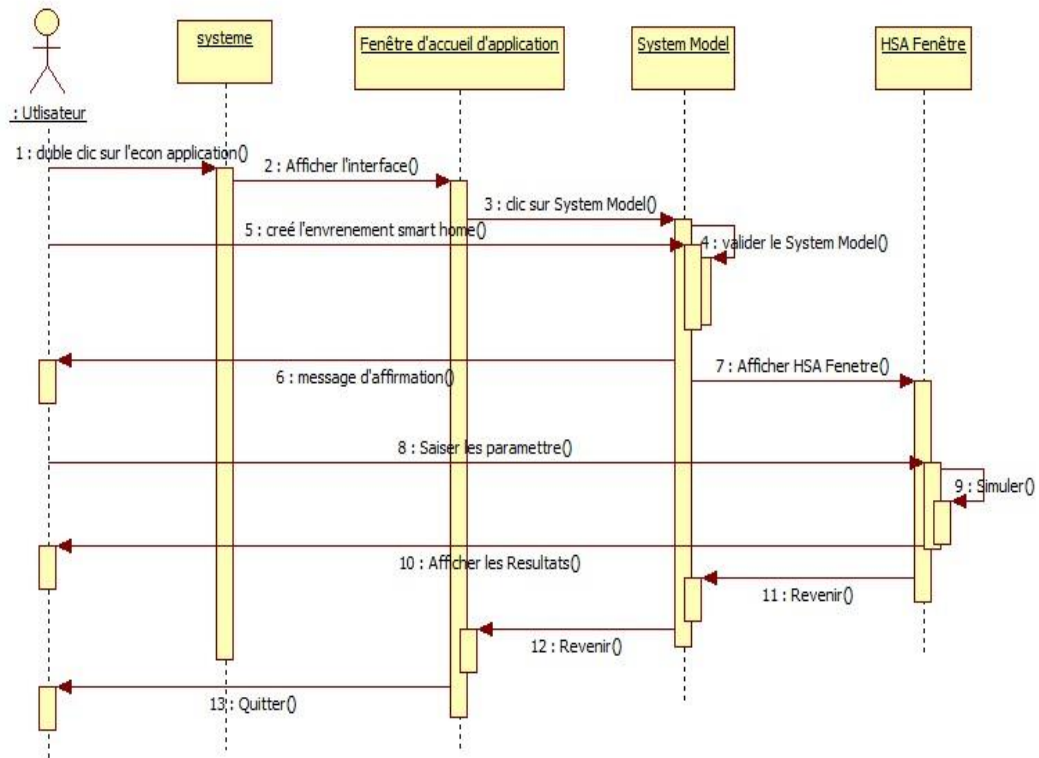


Figure 3.6 : Le diagramme de séquence

3.4.2 Mise en œuvre de la solution :

Cette partie est a pour but la description de la phase de mise en œuvre de la solution.

Je présente le détaille de la réalisation de l'application.

3.4.2.1 Outils de développement :

L'application de cette algorithme a été menée sur un PC condor avec un processeur Intel Core i5 2.80 GHz et 4 Go de RAM, fonctionnant sous Windows 7. Le prototype est développé avec **WINDEV 18** et **StarUML 3** pour la Modélisation.

3.4.2.2 Présentation de quelques interfaces

Un exemple d'interfaces est représenté par les figures suivantes :

a. Page d'accueil de l'application :

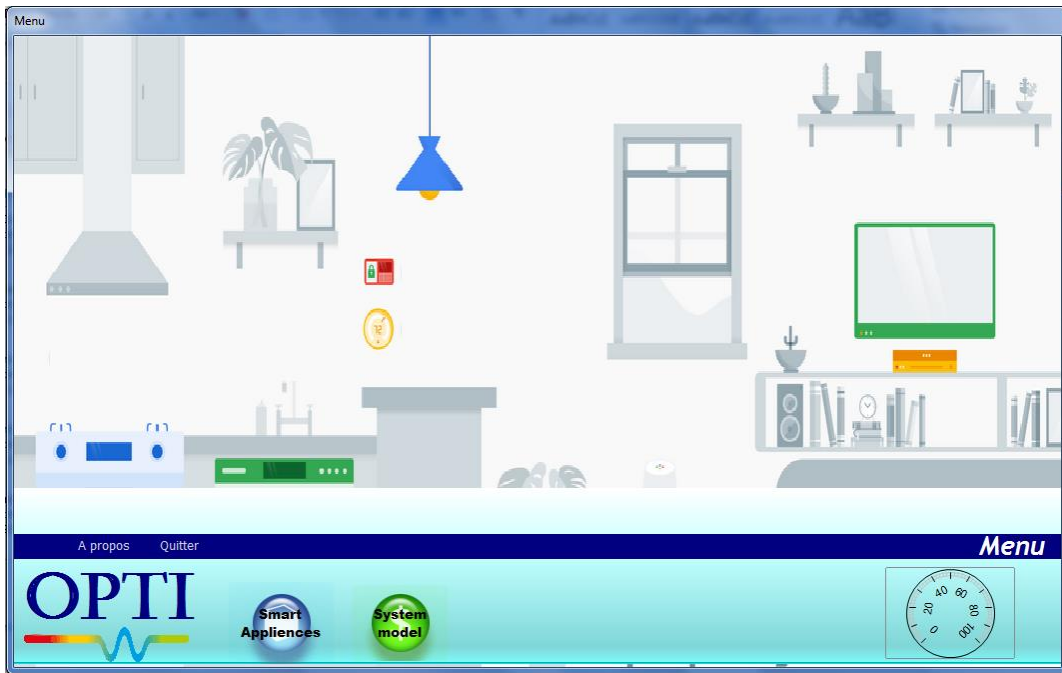


Figure 3.7 : Page d'accueil de l'application

Cette fenêtre permet d'accéder au menu de l'application « OPTI ».

b. Fenêtre « appareils électroménagers »

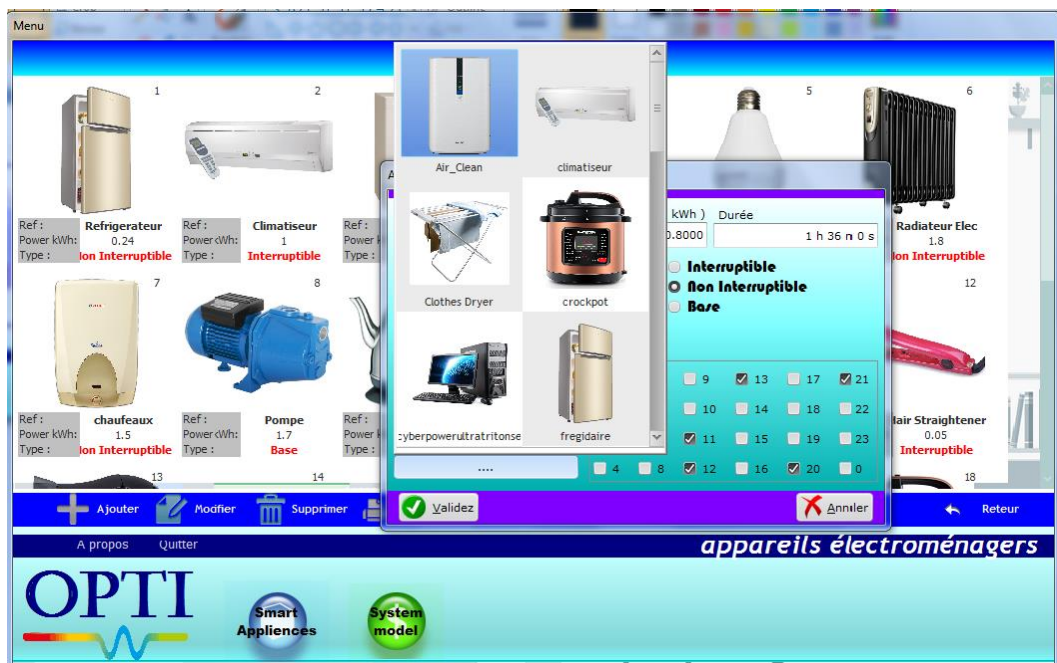


Figure 3.8 : Fenêtre « appareils électroménagers »

Cette fenêtre permet de gérer (Ajouter/Supprimer/modifier/Imprimer) les appareils électroménagers.

c. Fenêtre « Système Modelé »

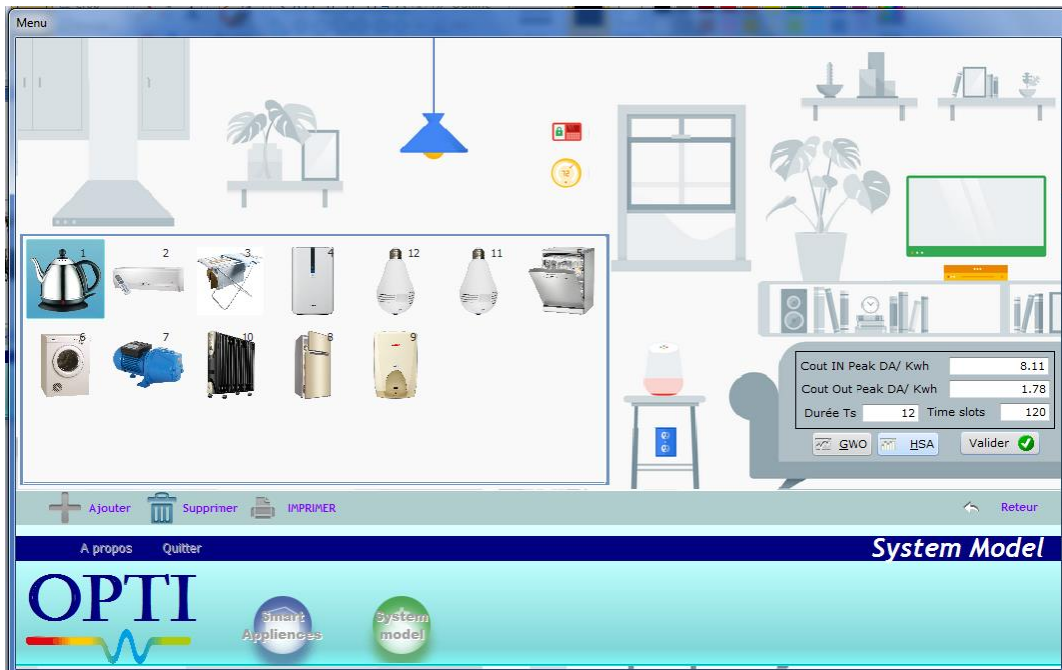


Figure 3.9 : Fenêtre « System Modelé»

Cette fenêtre permet de gérer (modifier) les paramètres System Model

d. Fenêtre « HSA Simulation » avec les résultats.

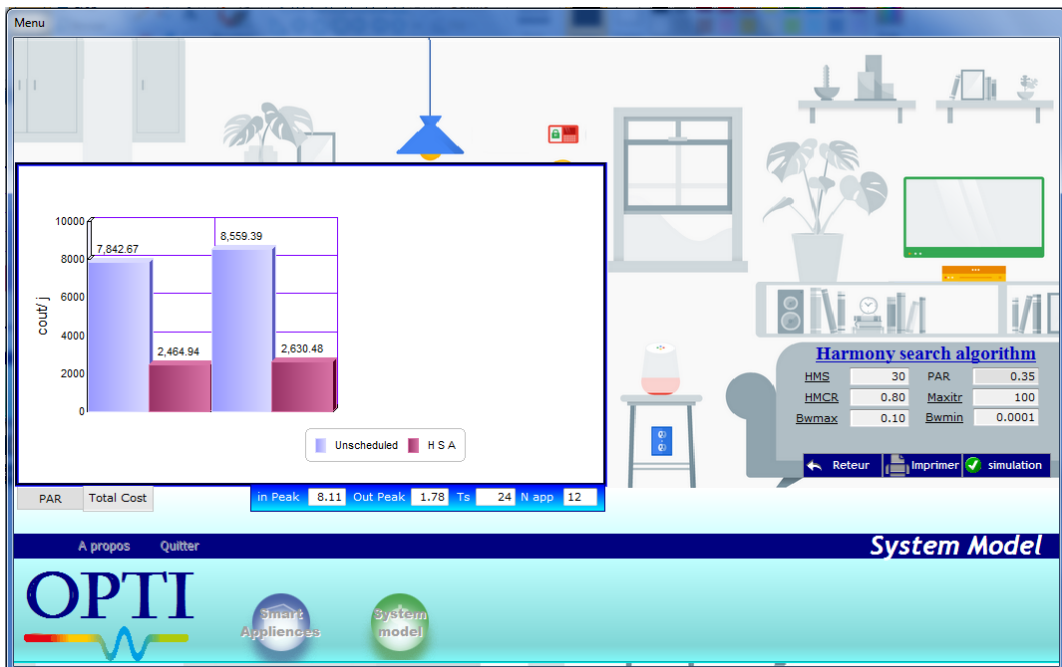


Figure 3.10 : Fenêtre « HSA Simulation » avec les résultats »

Cette fenêtre permet de faire la simulation de system modelé (environnements smart home proposer).

e. État d'impression « Système Modelé »

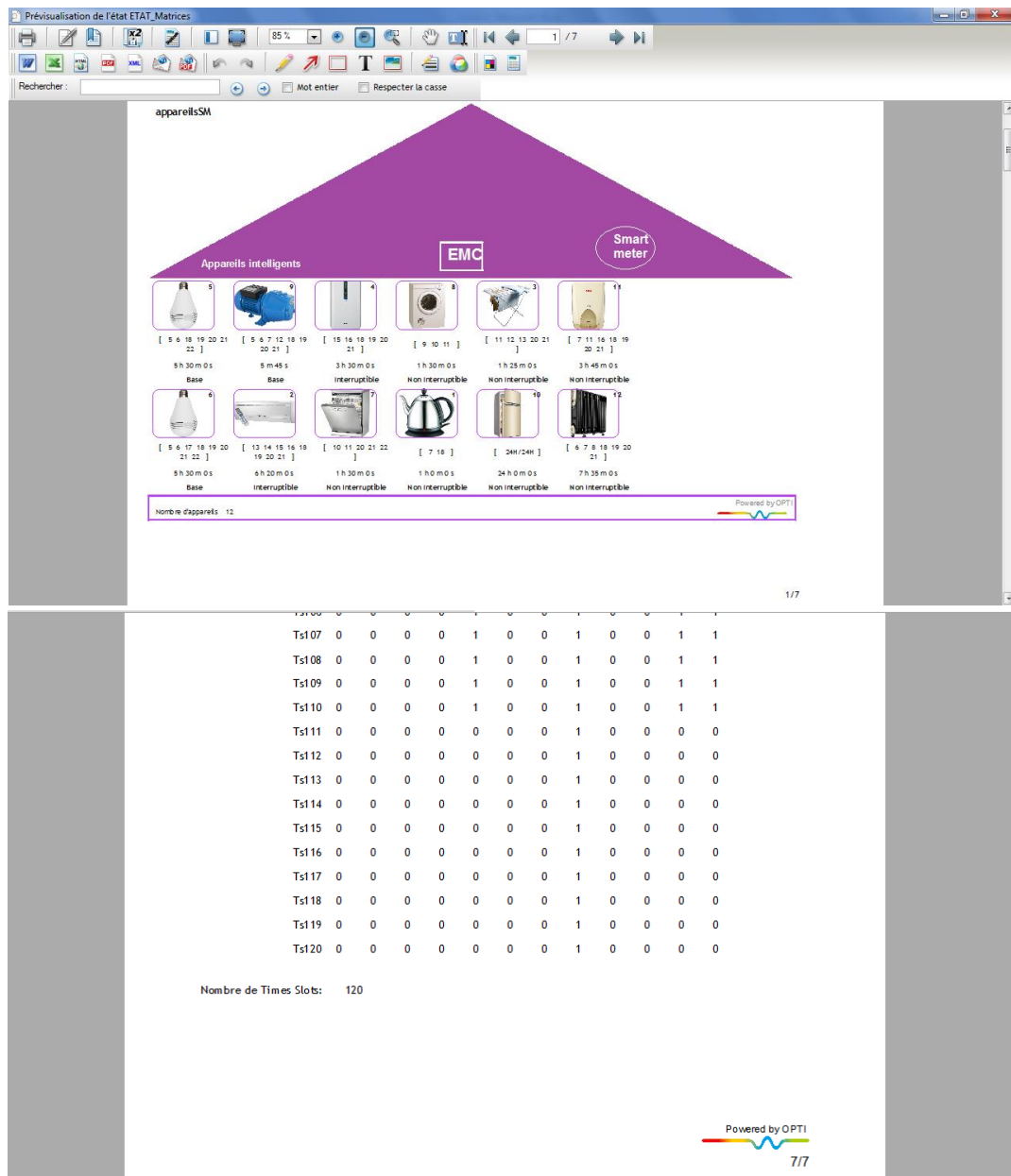


Figure 3.11 : État d'impression « Système Modelé »

Cette État d'impression contient une description détaillée de system model avec les matrice initiale.

3.5 Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la présentation de la technique d'optimisation et des outils ainsi que la présentation de l'application « OPTI » à travers la description de ses différentes interfaces.

La dissection des résultats de simulation et l'évaluation de la technique d'optimisation feront l'objet de la section suivante.

CHAPITRE 4

4.1. Introduction :

Dans ce chapitre en va donner les résultats de simulation de système modelé propose, dans le douzième chapitre ensuite en va discuter les chiffres.

4.2. Evaluation des résultats :













Pour l'évaluation des résultats, des simulations sont effectuées avec l'application OPTI. Les résultats de la simulation sont décrits ci-dessous.

Le **-Tableau 4.1-** présente les scénarios pour la mise en œuvre de HSA. Dans le scénario 1, la HSA est implémentée sur 12 appareils avec (M52) comme schéma de tarification et OTI est de 5 minutes. Dans les scénarios 2 et 3 sont les mêmes paramètres mais avec des OTIs différents 12min et 60 min

Scenario	Nombre des appareils	Algorithme	Tarifcation	Intervalles de temps de fonctionnement (OTIs)
1	12	HSA	M52	5 min
2	12	HSA	M52	12 min
2	12	HSA	M52	60 min

Tableau 4.1 : HSA implémentation Scenario

Le tableau 4.2 donne une description sur les appareils de notre système model et la **- Figure 4.1 -** donné l'architecteur de notre environnement smart home.

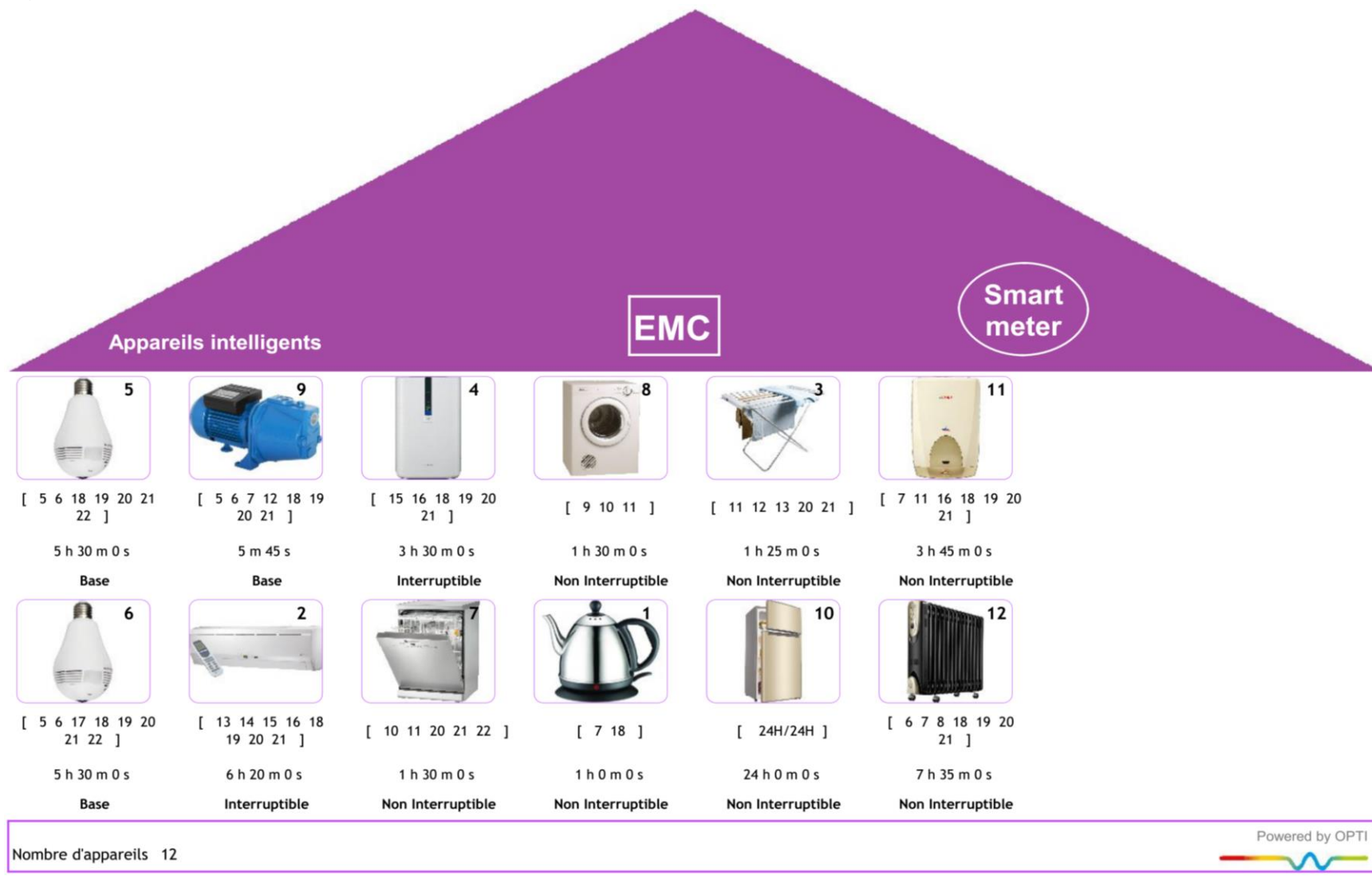
Category	Appliances	Image	Power rating	Time of operation (hours)
Base	Lampe		0.30	[5 6 18 19 20 21 22]
	Lampe		0.30	[5 6 17 18 19 20 21 22]
	Pompe		1.70	[5 6 7 12 18 19 20 21]
Interruptible	Climatiseur		1.00	[13 14 15 16 18 19 20 21]
	Humidificateur		0.05	[15 16 18 19 20 21]
Non Interruptible	Bouilloire élec		1.50	[7 18]
	Clothes Dryer		0.80	[11 12 13 20 21]
	Lave_Vaisselle		0.60	[10 11 20 21 22]
	Machine a laver		1.50	[9 10 11]
	Refrigerateur		0.24	[24H/24H]
	chaufeaux		1.50	[7 11 16 18 19 20 21]
	Radiateur Elec		1.80	[6 7 8 18 19 20 21]

Nombre de lignes : 12



Tableau 4.2 : description des appareils

Figure 4.1 : l'architecteur de notre environnement smart home



4.2.1 Les résultats de la simulation :

Les résultats de la simulation du scénario 1 et 2 ,3 sont donnés et le tableau 4.3 décrit tout ça, tandis que ses graphiques sont illustrés aux figures 4.2, 4.3, 4.4.

Scénario	Paramètre	non planifié	HSA	Achèvement
1	Cout	7 811,79	2 457,82	68,54 %
	PAR	5,82	4,37	24,91 %
	PAR Max	11,29	8,39	25,69 %
2	Cout	7 842,67	2 464 ,94	68,57 %
	PAR	5,79	4,36	24,70 %
	PAR Max	11,29	8,39	25,69 %
3	Cout	8 559,39	2 630,48	69,27 %
	PAR	5,36	3,75	30,03 %
	PAR Max	11,29	7,69	31,88 %

Tableau 4.3 : Résultats de Simulation des Scenarior

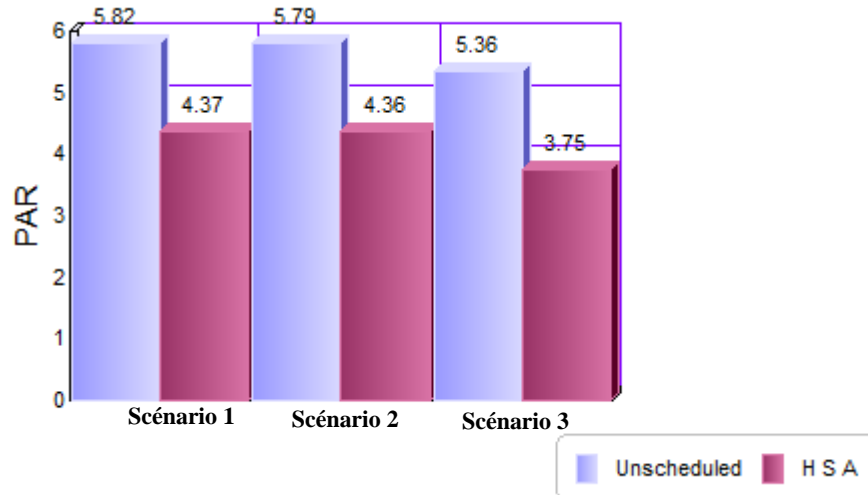


Figure 4.2 : Histogramme de PAR « créé par OPTI »

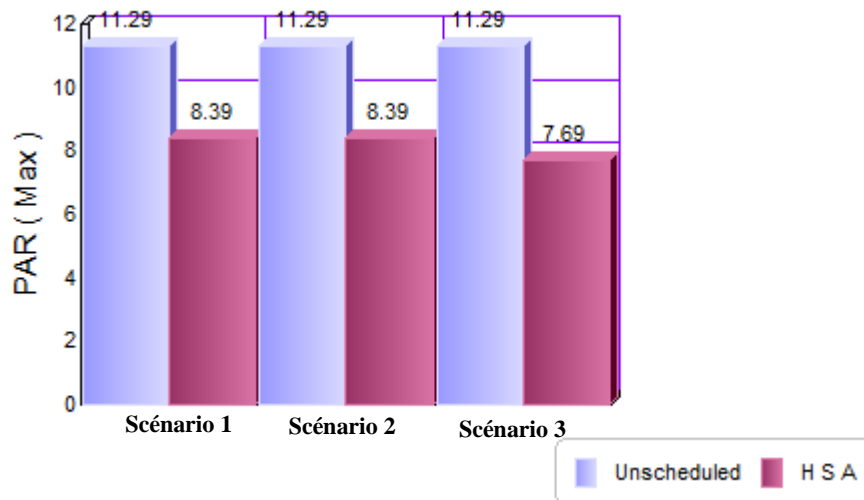


Figure 4.3 : Histogramme de PAR(Max)

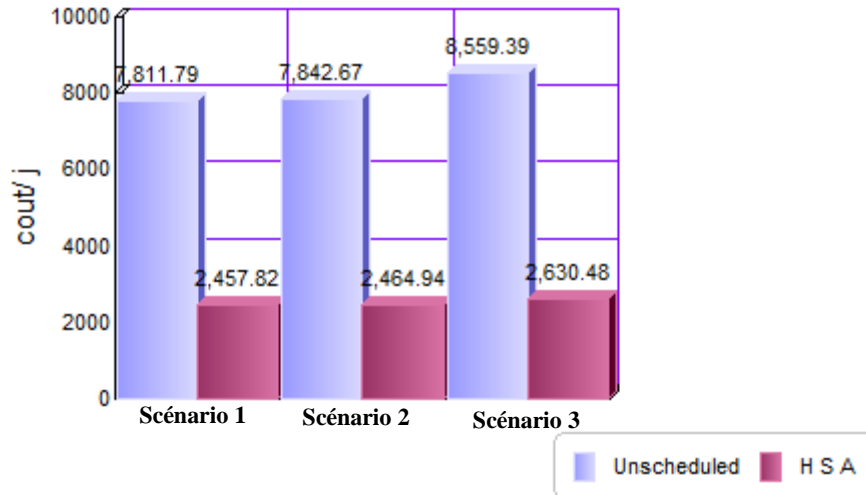


Figure 4.4 : Histogramme de Cout / Jour

4.2.2 Discussions & Evaluation :

Après le processus de simulation des trois Scenarios en a fait une analyse et évaluation des résultats produit.

Concernant le **Scenario 1** On a constaté que il Y a une amélioration en termes de cout de consommation, réduction plus de **68,54 %** de facteur de l'électricité par Mois ainsi une amélioration de **24,91%** concernant le PAR, le **Scenario 2** une amélioration de **68,57 %** de cout de l'électricité par Mois ainsi une amélioration de **24,70 %** concernant le PAR.

Pour le **Scenario 2** On a remarqué que il Y a une amélioration de cout de consommation, réduction plus de **69,27 %** de facteur de l'électricité par Mois ainsi une amélioration de **30,03 %** concernant le PAR.

Les résultats des simulations montrent que, dans les trois scénarios, la technique HSA a donné des meilleurs résultats que les cas non planifiés en termes de coût total, de PAR. En outre, la mise en œuvre de la HSA avec des déferents OTIs a donné presque le même résultat en termes de cout de consommations d'électricité parce que nous avons Arrondi le temps de service des appareils aux fonctions de temps de time slot.

Nous avons constaté que le management des appareils, sur le point de planification horaire ou les intervalles horaire de fonctionnement jouer un rôle très important, et il influencé sur les résultats d'optimisation, plus les horaires de fonctionnement sont bien plaçais plus les résultats est bonne.

Pour donner l'efficacité à notre travail, il faut minimiser le maximum les appareils de base (les appareils de fonctionnement manuel), car nous avons constaté que ce type d'appareils fonctionné, en dehors le cadre d'optimisation.

Il y a plusieurs critères qui garantissent le confort de vie de l'habitat, plus ces critères sont exigeants, plus l'optimisation est inutile.

4.3. Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la présentation des résultats de simulation et l'évaluation de technique d'optimisation utilisée, ainsi des commentaires sur les résultats produits.

Conclusion et perspectives :

Ce projet m'a permis de mettre en pratique mon esprit d'étude, d'analyse et de critique. De mettre en application certaines de nos connaissances et notre savoir acquis lors de la période de la formation à Université de Mohamed Boudiaf M'sila et de découvrir la différence entre les projets professionnels et ceux à caractère pédagogique.

Je rappelle que mon projet de fin d'études avait pour objectif l'implémentation d'une technique d'optimisation HSA pour la gestion & l'optimisation d'énergie dans les smart homes.

La description de système modelé, l'analyse des besoins, la conception, la réalisation du système, l'évaluation des résultats ont été les grand point qui nous d'écrit dans notre projet.

Ce travail a été également l'occasion de découvrir l'historiques el les spécifications de domaine smart homes, ainsi le domaine d'optimisation d'énergie avec les différentes technique d'optimisation, comment implémenter et les différentes utiles d'implémentations, comment faire l'analyse et l'évaluation des résultats ainsi les Méthode utilisée pour la vérification et validation des objectifs..

Les difficultés majeures que j'ai rencontrées durant ce projet résident essentiellement dans la compréhension de l'algorithme et l'adaptation de son paramètre à notre environnement, ainsi la production de résultats, car nous constater que notre système ayant plusieurs critères implantais pour l'objectif d'assurer le confort de l'habitat.

L'applicatif réalisé répond à la plupart des besoins décriais, reste à préciser que la conception effectuée et l'architecture technique adoptée garantiront l'extensibilité du système développé et permettront d'ajouter d'autres techniques d'optimisation.

Les perspectives possibles à la suite du présent projet sont multiples et couvrent plusieurs aspects, tels que l'addition d'autre technique d'optimisation, faire la comparaison et l'auto commente.

Bibliographies:

Un ouvrage :

- [1] « Smart home - Habitat connecté, installations domotiques et multimédia-2014 - Dunod [PDF]Notag.pdf ». .
- [3] « Association SOLAGRO, «Energie : les notions fondamentales», TOULOUSE, 2009. » .
- [5] « SAS ESC ENERGY SYSTEM CONTROL ,optimiseur-energie.pdf ». .
- [7] « Utilisation des Approches d'Optimisation Combinato.pdf ». .
- [8] “ENGIE " Monde_Energie_Ed2017 " mars 2018.” .
- [10] “Ministère de l’Energie " Bilan_des_Realisations_du_secteur_2017 " édition 2018.”

Un article :

- [11] O. Nazeer *et al.*, “Home energy management using hybrid meta-heuristic optimization technique,” 2018.
- [13] “Muhammad Mohsin et al. - 2018 - Appliance Scheduling in Smart Homes with Harmony S.pdf.” .

Un site web :

- [2] «<http://www.laboitedomotique.fr/maison-intelligente.htm> . »
- [4] « [http://www.etr\)-électricité.fr/accueil.html](http://www.etr)-electricite.fr/accueil.html) ».
- [6] « <https://www.europages.fr/-FABRICANT-DOPTIMISEUR-DENERGIE/RSWNET-GENERATEUR-DECONOMIES/cpid-5344746.html> »
- [9] “Énergie en Algérie — Wikipédia.” .

Autre

- [12] Décision CREG N° D/22-15/CD du 29 décembre 2015 portant fixation des tarifs de l’électricité

Glossaire

HEMS	Home Energy Management System
PAR	Pitch Adjusting Rate
RTP	Real Time Pricing
SM	Smart Meter
EMC	Energy Management Controller
HSA	Harmony Search Algorithm
HMS	Harmony Memory Size
HM	Harmony Memory
HMCR	Harmony Memory Considering Rate

العمل المنجز في هذه المذكرة – على ضوء الحصول على ماستر أكاديمي في الشبكات علوم الحاسوب و تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.) - يتمحور حول مفهوم الإدارة وتحسين الطاقة في المنازل الذكية.

بعد دراستنا، اقترحنا حلاً لمحاكاة بيئة معينة من المنزل الذكي أو نظام النمذجة المقترح، في التنفيذ قمنا باستخدام تقنية التحسين على أساس خوارزمية HS ، وبيئة WINDEV18 في لتطوير.

كلمات مفتاحية : الإدارة، تحسين، الطاقة، المنزل الذكي، خوارزمية HS بيئة WINDEV

Abstract

The work done in this memoir - In view of obtaining the title Academic Master in Computer Science Networks and ICT option.) - revolves around concept Management & energy optimization in smart homes.

Following our study, we proposed a solution to simulate a given environment of a smart home or a proposed modeling system, the implementation is used the optimization technique based on the HS algorithm, and the WINDEV18 environment for development.

Keywords: Management, optimization, energy, Smart Homes, HSA, WINDEV

Résumé

Le travail réalisé dans ce présent mémoire - En vue de l'obtention du titre Master Académique en informatique option Réseaux et TIC.) - s'articule autour du concept Management & l'optimisation d'énergie dans les smart homes.

Suite à notre étude, nous avons proposé une solution pour faire la simulation d'un environnement donner d'une smart home ou un système modelé proposer, l'implémentation est utilisé la technique d'optimisation basé sur l'algorithme HS, et l'environnement WINDEV18 pour le développement.

Mot clé : Management, optimisation, énergie, Smart Homes, HSA, WINDEV