

Université Saad Dahlab - Blida1



Faculté des Sciences
Département d'Informatique

Rapport présenté par
M. MENZOU Ayoub

Thème : Conception d'un Système Domotique Multi-agents
pour des Espaces de Travail Intelligents

En vue d'obtenir le diplôme de Master en Informatique

Domaine : MI

Filière : Informatique

Spécialité : Ingénierie des logiciels

Président du jury: *Derrar Racine*

Promotrice : Pr. BENBLIDIA Nadjia

Encadreur : Mlle. MEZZI Melyara

Organisme d'accueil : S@TICOM SPA – Société Algérienne des Technologies de
l'Information et de la COMMunication.



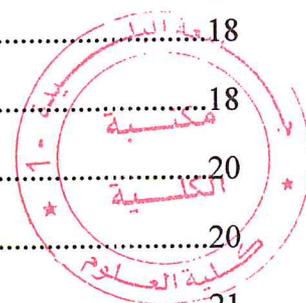
Table des matières

Introduction générale

1. CONTEXTE GENERAL Erreur ! Signet non défini.
2. PROBLEMATIQUE Erreur ! Signet non défini.
3. OBJECTIFS Erreur ! Signet non défini.

Chapitre 1: La domotique

1. INTRODUCTION13
2. INTELLIGENCE AMBIANTE / ESPACE INTELLIGENT13
 - 2.1. INTELLIGENCE AMBIANTE13
 - 2.2. ESPACE INTELLIGENT Erreur ! Signet non défini.
 - 2.3. DE L'ESPACE INTELLIGENT VERS LA DOMOTIQUE15
3. DOMOTIQUE15
 - 3.2. LES USAGES DE LA DOMOTIQUE16
 - 3.2.1. LE CONFORT17
 - 3.2.2. LA SECURITE17
 - 3.2.3. L'ÉCONOMIE d'ENERGIE17
 - 3.2.4. LA COMMUNICATION ET LE MULTIMEDIA18
 - 3.3. LES TECHNOLOGIES UTILISEES18
 - 3.3.1. LES COURANTS PORTEURS18
 - 3.3.2. LA TECHNOLOGIE BUS FILAIRE20
 - 3.3.3. LA RADIOFREQUENCE20
 - 3.4. FONCTIONNALITES DES SYSTEMES DOMOTIQUES21
 - 3.5. AVANTAGES ET INCONVENIENTS22
 - 3.5.1. LES AVANTAGES Erreur ! Signet non défini.
 - 3.5.2. LES INCONVENIENTS22
 - 3.5. QUELQUES TRAVAUX EXISTANTS22
 - 3.5.1. KOUBACHI PLANT CARE ENGINE23



3.5.2.	NEST LEARNING	23
3.5.3.	LUNA	24
4.	CONCLUSION	24

Chapitre 2: L'internet des objets

1.	INTRODUCTION	27
2.	EVOLUTION DE L'INTRENET DES OBJETS	28
3.	SENS DE L'OBJET.....	29
4.	TECHNOLOGIES UTILISEES	29
4.2.	WPAN	Erreur ! Signet non défini.
4.3.	WLAN (IEEE 802.11).....	Erreur ! Signet non défini.
4.4.	WWAN (IEEE 802.20)	Erreur ! Signet non défini.
4.5.	WMAN (IEEE 802.16)	Erreur ! Signet non défini.
4.6.	RFID.....	Erreur ! Signet non défini.
5.	DOMAINES D'APPLICATIONS	30
5.1.	LA SANTE	31
5.2.	LA DOMOTIQUE	Erreur ! Signet non défini.
5.3.	L'ENERGIE ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE.....	32
5.4.	LES TRANSPORTS	32
6.	DIFFICULTES ET OBSTACLES.....	32
6.1.	LE DEPLOIEMENT DU PROTOCOLE IPV6.....	32
6.2.	L'ALIMENTATION DES CAPTEURS	33
7.	TRAVAUX EXISTANTS	33
7.1.	LUNETTES GOOGLE GLASS	33
7.2.	TRANSPORT FOR LONDON.....	34
7.3.	LOCKITRON	34
7.4.	LA VACHE !	35
7.5.	TRAVAUX FUTURS.....	36

8. CONCLUSION.....	36
--------------------	----

Chapitre 3: La notion de contexte

1. INTRODUCTION	39
2. NOTION DE CONTEXTE	39
2.1. LE CONTEXTE D'UN POINT DE VUE LITTÉRAIRE	40
2.2. LE CONTEXTE EN PSYCHOLOGIE COGNITIVE.....	41
3. SENSIBILITÉ AU CONTEXTE ET ESPACES INTELLIGENTS.....	41
3.1. ACQUISITION DES INFORMATIONS CONTEXTUELLES	42
3.2. PRESENTATION DU CONTEXTE	43
3.2.1. APPROCHES DE MODELISATION.....	44
3.3. INTERPRETATION DU CONTEXTE.....	47
3.4. GESTION DU CONTEXTE.....	48
4. SYSTEME DOMOTIQUES SENSIBLES AU CONTEXTE	48
4.1. INTELLIGENT CLASSROOM.....	49
4.2. ACHE.....	49
4.3. CONTEXT TOOLKIT.....	50
4.4. ASK-IT	51
4.5. SYSTÈME DUJARDIN	52
4.6. LE CONTEXTEUR.....	53
5. CONCLUSION.....	54

Chapitre4: Conception et modélisation du système

1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE.....	Erreur ! Signet non défini.
1.1. PREAMBULE.....	Erreur ! Signet non défini.
1.2. HISTORIQUE.....	Erreur ! Signet non défini.
1.3. OBJECTIFS	Erreur ! Signet non défini.
1.4. ORGANISATION.....	Erreur ! Signet non défini.
2. DEPLOIEMENT D'UN SYSTEME DOMOTIQUE	56

3.	FONCTIONNALITES DU SYSTEME.....	57
3.1.	VIDEOSURVEILLANCE.....	57
3.2.	GESTION DES LIEUX.....	57
3.3.	GESTION DES UTILISATEURS.....	57
3.4.	GESTION DES ALERTES.....	58
4.	ARCHITECTURE DU SYSTEME.....	58
5.	DESCRIPTION DES BESOINS FONCTIONNELS.....	60
5.1.	ACTEURS DU SYSTEME.....	60
5.2.	DIAGRAMMES DE CAS D'UTILISATION.....	61
6.	ANALYSE DES BESOINS FONCTIONNELS.....	64
6.1.	SCENARIOS ET DIAGRAMMES DE SEQUENCES.....	66
6.1.1.	SCENARIO 1 : DEBUT D'UNE JOURNEE DE TRAVAIL.....	66
6.1.2.	SCENARIO 2 : FIN D'UNE JOURNEE DE TRAVAIL.....	68
5.1.2.	SCENARIO 3 : INTRUSION.....	70
5.1.3.	SCENARIO 4 : INCENDIE.....	72
5.1.4.	SCENARIO 5 : ACCIDENT DE TRAVAIL.....	73
6.	CONCEPTION DETAILLEE DU SYSTEME.....	75
6.1.	CODIFICATION.....	75
6.2.	DIAGRAMME DE CLASSES.....	77
7.	CONCLUSION.....	80

Chapitre 5: Implémentation du système

1.	INTRODUCTION.....	82
2.	LES SYSTEMES MULTI-AGENTS (SMA).....	82
2.1.	L'AGENT.....	82
2.2.	LES AGENTS DE LA PLATEFORME.....	83
3.	DIAGRAMME DE COMPOSANTS.....	85
4.	SPECIFICATIONS TECHNIQUES.....	86

4.1. TECHNOLOGIES UTILISEES (SOFTWARE)	86
4.1.1. ENVIRONNEMENT ET LANGAGES DE DEVELOPPEMENT.....	86
4.2. TECHNOLOGIES UTILISEES (HARDWARE).....	88
5. ORGANISATION ET PLAN DE TRAVAIL	95
6. LA PLATEFORME WEB	98
7. CONCLUSION.....	105
BIBLIOGRAPHIE.....	111
RESSOURCES INTERESSANTES POUR LES LECTEURS.....	113

Liste des figures

Figure 1: Evolution du nombre d'ordinateurs au fil des années.	14
Figure 2 : Illustration sur l'éventail des fonctionnalités de la domotique.....	16
Figure 3 : les quarts grands axes de la domotique.	16
Figure 4 : Les courants porteurs.....	19
Figure 5 : La radiofréquence.....	21
Figure 6: Koubachi Plant Care engine	23
Figure 7: NEST LEARNING THERMOSTAT 3E GENERATION	24
Figure 8 : Internet Of Things.	27
Figure 9 : Evolution de l'Internet.....	29
Figure 10: Différents types de réseaux sans fil.....	30
Figure 11 : Les Domaines d'application de la IOT.....	31
Figure 12 : Lunettes Google Glass.....	33
Figure 13: Lockitron.	35
Figure 14: Même les vaches seront équipées de capteurs.....	35
Figure 15 : Modèle général d'un système sensible au contexte [Coutaz et al., 2005].....	41
Figure 16: Le Context Toolkit [Dey et al., 2001].	50
Figure 17 : Architecture ASK-IT	52
Figure 18 : Le contexteur.	53
Figure 19: Organigramme de l'entreprise.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 20: Architecture globale du système.	59
Figure 21 : Diagramme de cas d'utilisation global.....	61

Figure 22 : Diagramme de cas d'utilisation « Gestion du système ».....	62
Figure 23: Diagramme de composants.	85
Figure 24: Siège S@TICOM Blida.....	94
Figure 25: Schéma d'accessibilité du site.....	98
Figure 26: Page de login.	98
Figure 27: Exemple de menus selon les droits d'accès différents.....	99
Figure 28: Dashboard de la plateforme.....	100
Figure 29: Etat d'un bureau.	100
Figure 30: Page de vidéo-surveillance.....	101
Figure 31: Gestion des modes.....	102
Figure 32: Gestion de profile utilisateur.	102
Figure 33: Liste des utilisateurs (regroupés par type).....	103
Figure 34: Gestion droits d'accès.	104
Figure 35: Table utilisateurs.	104
Figure 36: Table des droits d'accès.	104

Liste des tableaux

Tableau 1: Étude comparative des représentations de données contextuelles [33].	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 2: Quelques informations sur S@TICOM.	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 3: Acteurs du système.	61
Tableau 4: Description du diagramme de cas d'utilisation global.	62
Tableau 5: Description diagramme "Gestion du système".	62
Tableau 6: Description du diagramme "Gestion des utilisateurs".	63
Tableau 7: Description du diagramme "Concepteur".	64
Tableau 8: Etat des dispositifs contrôlés.....	66
Tableau 9: Description des relations.....	79
Tableau 10: Environnement et langage de développement.	88
Tableau 11: Spécifications techniques du matériel.....	93
Tableau 12: Etude quantitative.	95
Tableau 13: Organisation du développement.	97

Résumé

La « domotique » est l'ensemble des technologies de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications qui sont utilisées dans les domiciles ou les entreprises afin d'intégrer, dans un ensemble cohérent, différents systèmes assurant des fonctions de sécurité, de confort, de gestion d'énergie, de communication, de divertissement, d'éducation, etc.

Dans ce contexte, nous avons voulu à travers notre projet de fin d'étude de faire une contribution dans ce domaine d'actualité qui permet aux personnes d'avoir un contrôle quasi-total sur leurs lieux de travail ou leurs maisons.

Le travail mené dans ce mémoire, porte sur la « Conception d'un Système Domotique Multi-agents pour des Espaces de Travail Intelligents ». Le but était de s'inspirer des nouvelles technologies comme l'internet des objets ou la sensibilité au contexte pour pouvoir faire un produit qui pourrait ; à la fois servir à l'entreprise où nous avons fait notre stage et aussi être personnalisé et proposé à d'autres petites et moyennes entreprises.

Les résultats que nous avons obtenus étaient plutôt satisfaisant, l'expérience était très enrichissante et les acquis théoriques et pratiques tant sur le plan Electronique qu'Informatique nous motive à explorer cet univers passionnant encore plus.

Abstract

"Domotics" is the set of electronics, computing and telecommunications technologies used in homes and businesses to integrate, harmoniously, a variety of systems that provide security, comfort, energy management, communication, entertainment, and education functionalities etc.

In this regard, we wanted through our graduation project to make a contribution in this topical field which allows people to have quasi-total control of their workplaces or their homes.

The work carried out in this thesis focuses on the "Design of a Multi-Agent Domotic System for Intelligent Workspaces". The goal was to take inspiration from new technologies such as the Internet of objects or context-awareness to be able to make a product that could; both serve the company where we have done our internship and also be customized and proposed to other small and medium-sized businesses.

The results we obtained were rather satisfactory, the experience was very rewarding and the theoretical and practical achievements as much on the Electronic side as Informatics motivate us to explore this exciting universe even more.

ملخص

"أتمتة المنازل" هي مجموعة من التقنيات الإلكترونية، والحوسبة والاتصالات السلكية واللاسلكية التي تستخدم في المنازل أو الشركات لإدماج منسق لأنظمة تؤدي وظائف مختلفة كالسلامة، الراحة، إدارة الطاقة، الاتصالات، الترفيه، والتعليم، الخ.

في هذا السياق، أردنا من خلال مشروع نهاية المسار الدراسي المساهمة في هذا المجال الموضوعي التي يسمح للناس أن تكون لها سيطرة شبه تامة على أماكن عملهم أو منازلهم.

يركز العمل المقترح في هذه الذاكرة، على "تصميم نظام متعدد الوكلاء لأتمتة أماكن العمل وجعلها ذكية". وكان الهدف هو الاستفادة من التكنولوجيات الجديدة مثل إنترنت الأشياء أو سياق الوعي من أجل جعل المنتجات التي يمكن أن تخدم الشركة حيث قمنا بالتدريب وأيضا أن تكون مخصصة ومقترحة على الشركات الصغيرة والمتوسطة الأخرى.

كانت النتائج التي حصلنا عليها مرضية تماما، وكانت تجربة مجزية جدا والمعرفة النظرية والعملية في الجانب الإلكتروني كما المعلوماتية يدفعنا لاستكشاف هذا العالم المثير أكثر.

REMERCIEMENT

En préambule à ce mémoire, je remercie ALLAH qui m'a aidé et donné la patience et le courage durant ces années d'étude.

Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Ces remerciements vont tout d'abord à ma promotrice Mme. BENBBLIDIA pour sa confiance et ses encouragements.

Je remercie très chaleureusement aussi, Mme. Melyara Mezzi, mon encadreur, pour sa disponibilité tout en long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour son inspiration, aide et son suivi.

Mes remerciements iront également vers tous ceux qui ont accepté avec bienveillance de participer au jury de ce mémoire.

Je n'oublie pas mes parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

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

Merci à tous et à toutes

AYOUB

Introduction Générale

1. Contexte Général

Dans les années précédentes tout était fait manuellement. Même si un employé voulait effectuer une tâche aussi facile que d'imprimer du papier, il lui fallait allumer manuellement l'imprimante puis imprimer. Maintenant que les technologies de gestion automatique des environnements de travail intelligents se sont mises en place, il nous est permis de faire tout ou presque de manière automatique au sein d'une entreprise. De l'impression à l'ajustement de l'air conditionné ou encore la veille à la sécurité des équipements et des locaux.

Le terme « maison automatisée » (automated house) a la même signification que le terme « domotique » issu du latin (domotic), et se rapporte, en anglais, à la définition de « maison intelligente » (smart home). Si les termes « maison », « ménage », « logement » sont synonymes, c'est généralement le terme « logement » qui est le plus souvent utilisé pour désigner les demeures. Le terme « maison intelligente » se rapporte ainsi à l'environnement de vie, ou de travail, soigneusement construits et instrumentés pour aider les personnes à exécuter leurs activités quotidiennes, et améliorer leur qualité de vie en exploitant divers systèmes techniques assistifs.

La « domotique » est l'ensemble des technologies de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications qui sont utilisées dans les domiciles ou les entreprises afin d'intégrer, dans un ensemble cohérent, différents systèmes assurant des fonctions de sécurité, de confort, de gestion d'énergie, de communication, de divertissement, d'éducation, etc. L'« immotique » est le terme utilisé pour les systèmes domotiques implantés dans un immeuble. Ces sous-systèmes sont plus ou moins « interopérables » et permettant de centraliser le contrôle de la maison et de l'entreprise (chauffage, volets roulants, porte de garage, portail d'entrée, prises électriques, etc.). La domotique vise à apporter des solutions techniques pour répondre aux besoins de confort (gestion d'énergie, optimisation de l'éclairage et du chauffage), de sécurité (alarme) et de communication (commandes à distance, signaux visuels ou sonores, etc.) que l'on peut retrouver dans les maisons, les hôtels, entreprises, ou les lieux publics, etc.

Dès les années 80, des applications très diverses étaient inventoriées sur le confort et la sécurité des personnes et des biens. Ceci est aujourd'hui permis, entre autres, grâce à des technologies comme l'Internet of Things qui permettent de mettre en place des systèmes de domotique et de gestion intelligente des espaces de vie, de loisir, et de travail. Ces technologies dites smart, ont le pouvoir et la flexibilité de rendre ces espaces le plus parfaits que possible à travers des plateformes paramétrables, et susceptibles d'être mises à niveau et étendues au fur et à mesure que les besoins des utilisateurs changent et évoluent.

2. Problématique

De nos jours, les êtres humains, construisent des environnements de vie, de loisir, et de travail en investissant des sommes d'argent faramineuses, mais malheureusement la bonne gestion de cet environnement ne suit pas. La gestion d'un immeuble, une école, ou une entreprise est une tâche fastidieuse et avoir un total contrôle sur tout était jusqu'à un passé non lointain impossible. Mais aujourd'hui, nous avons de la chance que l'efficacité au sein de ces environnements peut être améliorée grâce à l'utilisation de solutions dite « *Smart* ».

Parallèlement à l'efficacité, d'autres facteurs peuvent être améliorés comme le confort des personnes et leur sécurité ainsi que la fiabilité des équipements et leur bonne marche. Les avancées technologiques peuvent créer ce que l'on appelle des environnements intelligents et digital ce qui permet aux organisations d'améliorer leur gestion organisationnelle ainsi que leur système de sécurité, en garantissant un environnement de travail meilleur et sans danger pour les employés.

Dans la plupart des entreprises d'aujourd'hui, nous trouvons de nombreux dispositifs, systèmes et appareils, incluant l'éclairage et le chauffage, ou encore les équipements audio-visuels et sécuritaires où chacun est contrôlé par son propre commutateur, applicatif, télécommande, ou détecteur... etc. Le problème est qu'aucun d'entre eux n'est en mesure de communiquer avec les autres afin de répondre aux besoins et aux exigences du propriétaire.

Pour résumer, nous dirons que les problèmes auxquels la domotique doit faire face concernent :

- La personnalisation.
- La sécurité.
- Le confort
- La réduction d'énergie

3. Objectifs

La domotique permet de faire face quasiment en temps réel à des situations particulières. Par ailleurs, l'utilisateur peut programmer certaines fonctions de l'espace domotisé grâce à cette interface qui est reliée aux appareils connectés. Il peut par exemple :

- Maintenir une température donnée dans l'environnement de travail.
- Ouvrir les portes et les volets à une heure donnée.

De plus, il est généralement possible, par des réglages avancés, d'adapter le système à son propre rythme de vie, (en programmant des scénarios : vacances, réunion, maintenance, workshop, etc.).

Depuis les années 2000, la « Domotique » a fait place à la « Maison communicante » basée sur des dispositifs de communications nombreux et accessibles permettant de proposer de nouveaux services de plus personnalisés :

- La télégestion : Grâce aux technologies modernes de communication (Internet, hauts débits ADSL/SDSL, Wifi, réseaux privés virtuels, etc.), qui sont courantes en Informatique, il est possible de collecter à distance toutes les informations nécessaires aux problématiques d'exploitation d'installations industrielles ou privées, de leur surveillance ou encore de leur maintenance.
- La sécurité des biens, se fonde sur la mise en place d'un système d'alarme qui est installé à l'intérieur des espaces de travail et relié à un intervenant par réseau téléphonique. Ainsi, le propriétaire de la maison surveillée ou le

directeur d'une entreprise, peut à tout moment savoir ce qui se passe. Il reçoit des alarmes et peut organiser son action.

- La téléassistance dans les tâches quotidiennes grâce à des robots qui pourrait faire le ménage, s'occuper de la messagerie, ou éventuellement, lancer des alertes en cas d'accidents et ce, grâce à des capteurs divers et des dispositifs sans fil reliés au téléphone ou à l'internet.

Avant d'être réellement installé, un système domotique peut théoriquement être virtuellement modélisé, prototypé et testé afin de vérifier son efficacité et son adaptabilité à des changements de contexte. L'objectif principal de ce projet de fin d'études est d'étudier et d'implémenter les protocoles de communication standards pour les systèmes de domotique dans les espaces de travail. La standardisation est essentielle dans la prolifération de ce genre de systèmes. C'est pourquoi, dans un premier temps l'application se devra d'être la plus standard possible. Par la suite, la dimension contextuelle sera étudiée afin de personnaliser le système au contexte de travail et d'utilisation.

Durant les dernières années, il y a eu un développement rapide de l'électronique et en particulier de la microélectronique pour les technologies sans fil permettant notamment l'accès à Internet à moindre coût et ce n'importe où et n'importe quand. Grâce aux nano-ordinateurs et l'Internet of Things, les systèmes de domotique actuels donne l'assurance d'un système intégré pour le contrôle de tous les aspects d'un environnement de travail intelligent. Dans ce contexte, les composantes d'un système à concevoir par les étudiants se voudront être :

- Compatibles et interopérables.
- Interchangeable.
- Extensibles.
- Modulables tant sur le plan matériel que logiciel (possibilités de mises à niveau et de mises à jour).
- Personnalisables à souhait.

De plus, la plateforme finale doit permettre une communication intelligente qui revêt 3 formes principales :

- La communication à l'intérieur de l'environnement.
- La communication avec l'extérieur de l'environnement.
- Les interfaces hommes machines (mobiles et desktop).

A ce titre, le système à concevoir et à développer doit pouvoir être contrôlé, y compris à distance, à travers des dispositifs mobiles (tablettes, Smartphones...Etc.), en exploitant les technologies web. Tout en gardant à l'esprit que l'un des objectifs des bureaux communicants (espaces de travail intelligents) est de minimiser le temps que l'humain doit passer devant l'interface homme machine. Ainsi, le travail des étudiants consistera dans un premier temps, à défraîchir l'état de l'art des différentes thématiques liées au sujet afin de pouvoir mener à bien le projet et respecter les objectifs susmentionnés.

4. Présentation de l'organisme d'accueil

4.1. Preambule

L'entreprise Société Algérienne des Technologies de l'Information et de COMmunication (S@TICOM) s'est résolument engagée dans un domaine où l'innovation technologique est la principale valeur ajoutée qui différencie les concurrents. Cette spécificité doit donc être conservée, notamment pour préserver les mêmes valeurs véhiculées par le Centre de Développement des Technologies Avancées (CDTA). Cette entreprise se caractérise par un fort potentiel de développement intrinsèque : les besoins sont réels, le marché est naissant et un noyau de développeurs à la pointe de la technologie y est très actif.

4.2. Historique

La société Eurl SATICOM était à la base une filiale du CDTA qui en été l'actionnaire unique.

Elle avait été créée en 2002 conformément aux dispositions du statut des institutions de recherche développement. En effet, la création de filiale auprès des centres de recherche permet de faciliter et assurer le transfert de technologie et du savoir-faire acquis par les Centres vers le secteur socioéconomique.

La mission principale de la société SATICOM est de concevoir et développer des outils ainsi que de valoriser des produits et services des laboratoires de recherche développement.

Depuis octobre 2015 Algérie Telecom est devenue actionnaire majoritaire de la société. En effet, les entreprises et les institutions placent les Technologies de l'Information et de Communication (TIC) au cœur de leurs priorités. Internet et les réseaux de communication s'imposent comme des outils stratégiques voire incontournables pour le développement d'une entreprise et d'une nation de manière générale. Ainsi, le besoin de gérer, contrôler, communiquer superviser à distance s'impose de plus en plus. Ceci est devenu possible, surtout grâce au développement des infrastructures de télécommunication d'ALGERIE TELECOM (AT).

La société SATICOM disposait déjà d'une expérience appréciable et très riche dans le domaine de la vidéocommunication et télésurveillance sur IP ainsi que d'applicatifs de supervision et de contrôle à distance.

Ceci explique l'intéressement exprimé par le groupe ALGERIE TELECOM pour l'achat d'une partie du capital de SATICOM. De ce fait, SATICOM a changé de statut d'EURL à SPA depuis novembre 2015 avec le rachat de 67% des Actions par le groupe Algérie Telecom..

Dénomination	" SATICOM SPA " Société Algérienne des Technologies de l'Information et de la COMmunication
Forme Juridique	SPA
Liste des actionnaires	ALGERIE TELECOM 67 % des Actions CDTA 33 % des Actions
Date de création	12 Février 2002

Tableau 1: Quelques informations sur S@TICOM.

4.3. Objectifs

Les produits et services proposés par l'entreprise peuvent satisfaire les besoins suivants :

- Offrir aux différentes institutions et opérateurs économiques la possibilité de créer de la valeur avec l'introduction des nouvelles technologies moyennant l'assistance technique, l'expertise et le consulting
- Fournir des solutions et des applicatifs à forte valeur ajoutée au service de l'activité quotidienne de ses clients.
- Intervenir et prendre en charge toutes les phases du cycle de vie d'un projet ; de l'idée à l'étude de faisabilité technique, la définition de stratégies jusqu'à la conception, la mise en œuvre et la validation des solutions.
- Transférer ainsi un savoir-faire à chaque étape du processus pour permettre à ses clients d'utiliser pleinement et de gérer efficacement la solution eux-mêmes.

Ainsi, l'objectif de l'entreprise est de développer et commercialiser, à court-terme, des solutions et systèmes issus des actions de recherche et de développement menées de manière conjointe ou isolée par le CDTA, les entreprises du groupe AT notamment, ou de manière autonome.

L'innovation et la créativité au service du développement économique.

Type d'activités (non exhaustifs):

- Etude de projets.
- Conception, développement, réalisation et installation de produits et systèmes dans le domaine des technologies avancées ;
- Assistance technique, expertise et consulting ;
- Maintenance.

Domaines d'intérêt (non exhaustifs) :

- Vidéo communication, vidéosurveillance en technologie IP ;
- Automatisation, contrôle et supervision des systèmes à distance ;
- Systèmes d'information ;
- Services et systèmes de télécommunications.

4.4. Organisation

Le personnel de SATICOM comprend à la base des ingénieurs chercheurs issus des laboratoires du centre de recherche CDTA. Le personnel a été renforcé par de nouveau recrutement notamment en développement Informatique.

Cependant, les capacités réelles de développement sont immédiatement extensibles à l'ensemble du personnel chercheur du CDTA et des entreprises du groupe AT en cas de besoin.

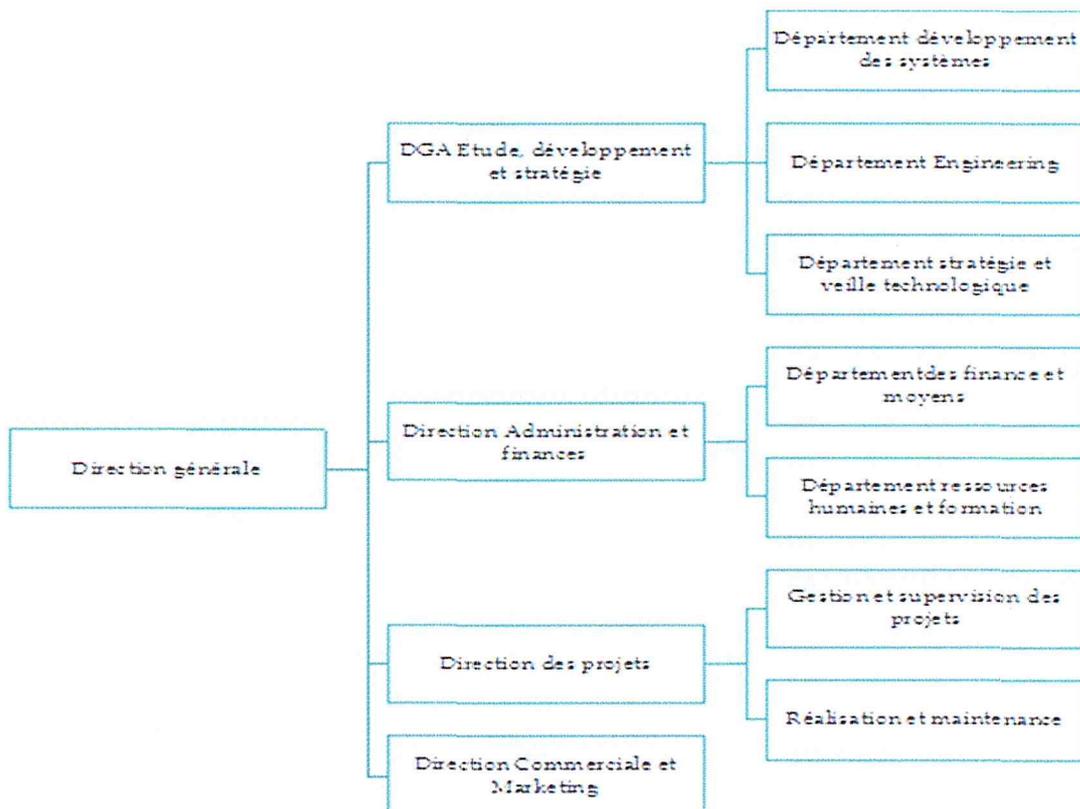


Figure 1: Organigramme de l'entreprise.

5. Organisation du mémoire

Notre mémoire se présente comme suit ; le chapitre 1 introduira la notion de domotique spécifiant les technologies utilisées et les fonctionnalités des systèmes domotiques. Le chapitre 2 sera consacré à la notion de l'internet des objets, notamment des technologies utilisées ainsi que les domaines d'application; ainsi les avantages et les inconvénients. Ensuite, le chapitre 3 abordera la notion de sensibilité au contexte. Nous nous intéresserons particulièrement à l'acquisition des informations contextuelles, leurs représentations et leurs interprétation. Le chapitre 4 présentera la conception d'un système domotique Multi-agents pour les espaces de travail intelligents. Le chapitre 5 démontrera l'implémentation de notre solution ainsi que les outils et les langages de programmation utilisés durant le développement de notre application. A la fin, une conclusion générale et quelques perspectives seront présentés.

Chapitre I : **La Domotique**

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons intéressé à la notion de domotique. Quelques définitions seront données ainsi que des détails les domaines d'application et les technologies existantes. Nous conclurons le chapitre par les avantages et les inconvénients liés aux solutions de la domotique et nous citerons quelques applications phares dans le domaine.

2. Intelligence Ambiante / Espace intelligent

2.1. Intelligence Ambiante

Pour définir ce qu'est l'intelligence ambiante on va s'appuyer sur l'analyse de l'histoire du développement de l'informatique de [Reignier 2010] qui a décomposé ce développement en trois phases :

- Depuis 1960, jusqu'aux environs de 1980, plusieurs utilisateurs partageaient un même ordinateur. Tel que ce dernier était souvent très volumineux, coûteux et difficile à utiliser ;
- A partir 1980, les ordinateurs personnels sont apparus, chaque membre d'une famille, d'une entreprise, ou d'une organisation pouvait posséder sa propre machine, les ordinateurs n'étaient plus seulement destinés aux chercheurs et ingénieurs ; Ceci est devenu possible, notamment, grâce à l'avancé matérielle et logicielle en termes de miniaturisation, réduction des prix des ordinateurs et d'augmentation de la puissance de traitement ;
- En 1991 Mark Weiser de Xerox PARC a publié un article proposant sa vision d'un modèle, qu'il a nomma « Computation ubiquitaire » ou *UbiComp* qui est basé sur la notion qu'il était inapproprié de canaliser tous les calculs et opérations (activités) dans un seul ordinateur/station de travail, mais au contraire il fallait utiliser différents systèmes/dispositifs pour accéder aux différents services ; Le design et l'emplacement de ces dispositifs devrait être approprié pour l'accomplissement d'une ou plusieurs taches .

Cette dernière phase a donné naissance au terme *informatique ubiquitaire*, ce terme s'est ensuite vu décliné en *informatique diffuse* qui repose sur le principe de répandre l'informatique dans tous les domaines (l'informatisation), de miniaturiser les dispositifs

électroniques et les intégrer à n'importe quel objet du quotidien, ce qui a donné ensuite naissance au terme *Intelligence ambiante*, qui environne de manière permanente, d'où le terme « *ambiante* ».

L'important progrès technologique en termes de miniaturisation continue et puissance grandissante des composants électroniques, chute des coûts de production, déploiement à grande échelle des réseaux et moyens de communication sans fil ; a rendu possible cette vision de l'intelligence ambiante.

Ce progrès a eu pour conséquence l'augmentation spectaculaire du nombre d'équipements électroniques par personne. De plus, les ordinateurs ne se limitent aujourd'hui, plus à l'unité centrale, l'écran, la souris et le clavier usuels, mais à l'augmentation des équipements du quotidien par des services numériques et également à leur interconnexion.

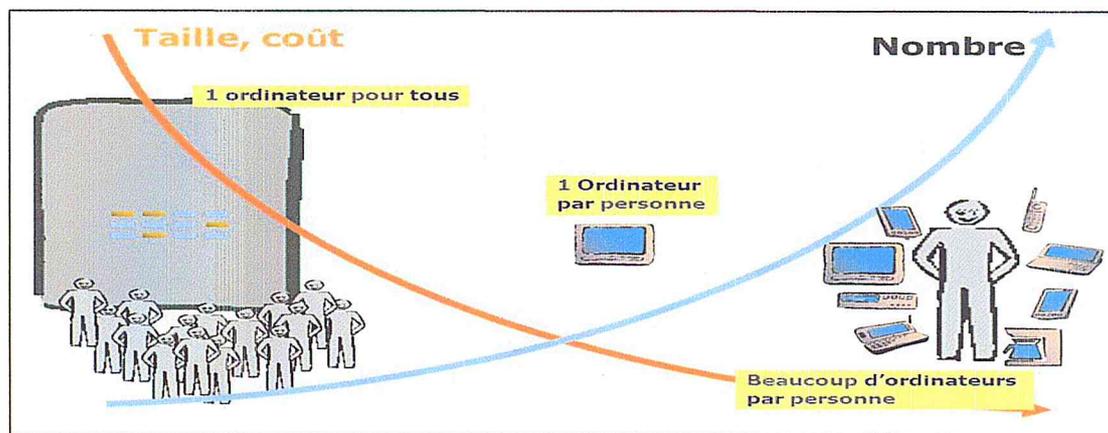


Figure 2: Evolution du nombre d'ordinateurs au fil des années.

2.2. Espace intelligent

« Un espace (ou environnement) intelligent est un lieu (physique ou virtuel) d'activités (d'origine humaine ou non) constitué de dispositifs et de fonctions interconnectés, capable de garantir en toute circonstance les services attendus avec la valeur attendue. » (1).

Intelligent implique adéquation, adaptation et respect de la valeur, la valeur peut s'exprimer de manière réductrice en termes de qualité (au sens du Génie Logiciel). Mais comme le fait remarquer Cockton (Cockton 2004) et (Cockton 2005) puis Calvary (Calvary 2007), il s'agit d'aller au-delà de métriques avec la prise en compte notamment de la satisfaction, du contentement et du bien-être de l'utilisateur.

L'espace intelligent n'est pas nécessairement un lieu clos (l'activité en question peut être menée dans la rue, en pleine nature). Il n'est pas nécessairement physique non plus, l'activité peut avoir lieu dans un monde virtuel.

L'habitat intelligent est un cas particulier de l'espace intelligent, « Un habitat intelligent est un lieu d'activités (d'origine humaine ou non) constitué de dispositifs et de fonctions interconnectés, capable de garantir en toute circonstance les services attendus par ses habitants avec la valeur attendue comme le confort, l'économie d'énergie, la sécurité des biens et des personnes et plus généralement, le bien-être » (1).

2.3. De l'Espace Intelligent vers la Domotique

Les espaces et les habitats intelligents sont aujourd'hui omniprésents et font l'objet de nombreuses recherches dans tous les domaines fondateurs de l'intelligence ambiante, ce qui a donné naissance au terme domotique. Ainsi, la suite de ce chapitre sera consacrée à la notion de domotique.

3. Domotique

La domotique est l'ensemble des techniques visant à automatiser les différentes tâches quotidiennes au sein d'un habitat, telles que la gestion de l'énergie, la gestion des alarmes et la communication. L'immotique est son homologue à l'échelle du bâtiment (généralement en milieu commercial) (2).

Le mot « Domotique » est la somme de deux mots 'domus' qui signifie domicile en latin et du suffixe 'tique' rattaché au mot technique (3).

La domotique permet de superviser, de coordonner et de programmer les fonctions du bâtiment afin de répondre aux attentes des utilisateurs en termes de sécurité, de confort, de gestion d'énergie et de communication. Elle participe également à l'aide des personnes âgées ou handicapées à domicile en facilitant leur quotidien.

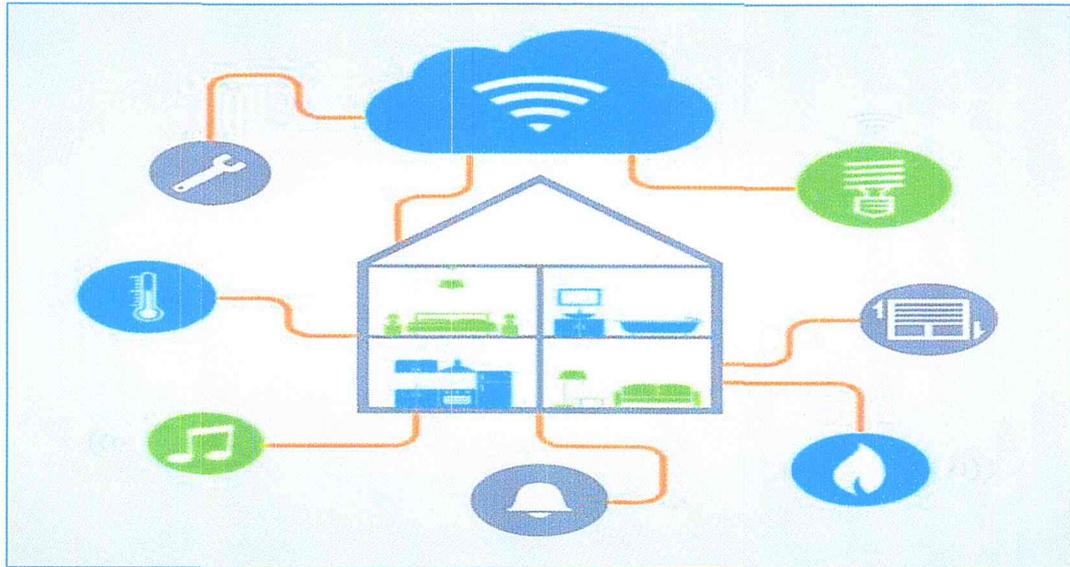


Figure 3 : Illustration sur l'éventail des fonctionnalités de la domotique.

3.2. Les usages de la Domotique

Les domaines d'application liés à la domotique sont de nos jours au cœur de nos activités quotidiennes (4) . Ils peuvent être regroupés en quatre grands thèmes : le confort, la sécurité, la gestion de l'énergie et le multimédia.

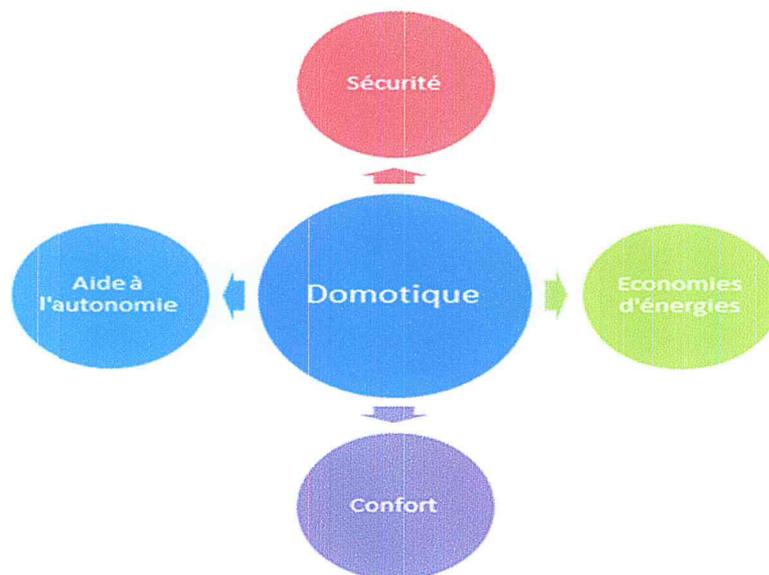


Figure 4 : les quatre grands axes de la domotique.

3.2.1. Le confort

La domotique permet d'améliorer le confort et de simplifier le quotidien de ceux qui ont recours à elle. La mise en place d'un système domotique rend possible de nombreux scénarios tels que (4):

- Éteindre toutes les lampes et fermer tous les volets roulants en appuyant sur un seul bouton lors du départ de sa maison ;
- Avoir une agréable Température dans son appartement lors de son retour de vacances d'hiver ;
- Lancer une musique d'ambiance, adapter la luminosité lorsque vous recevez des invités.

La domotique permet également d'obtenir une meilleure qualité d'éclairage et de confort thermique. Elle facilite la centralisation des commandes, et le pilotage à distance des équipements. Elle rend possible la modularité des espaces et l'évolutivité des équipements. C'est donc le bâtiment qui s'adapte aux occupants et non l'inverse.

3.2.2. La Sécurité

En termes de sécurité, la domotique permet entre autres de (4):

- Prévenir les risques provenant de l'extérieur (intrusion, cambriolage...) comme ceux provenant de l'intérieur (une fuite de gaz, feu, ...) ;
- Surveiller à distance les locaux ou l'habitation depuis un Smartphone, une Tablette ou un ordinateur ;
- Être averti d'un incident (alarmes techniques) par SMS et/ou par e-mail ou une notification sur son téléphone.

3.2.3. L'Économie d'Énergie

Suivre sa consommation d'énergie afin de contrôler ses dépenses, optimiser ses consommations tout en gardant un certain confort (en gérant la température de son intérieur par zone et selon son occupation) sont autant d'atouts qui vont permettre

une meilleure gestion des dépenses énergétiques. L'augmentation des coûts de l'énergie aussi bien que l'émergence des préoccupations écologiques sont des enjeux importants de notre société actuelle. La domotique propose ainsi de réduire les consommations énergétiques des bâtiments en adaptant ces consommations aux modes de vie des occupants et à l'environnement extérieur. Cela comprend la régulation de l'éclairage et du chauffage, le traitement de l'air, l'optimisation des ouvrants, la programmation horaire, les commandes à distance, les interrupteurs automatiques pour l'éclairage d'un escalier ou d'un couloir, l'ouverture ou la fermeture d'un volet selon l'ensoleillement... (4)

3.2.4. La Communication et le Multimedia

Lire des livres ou voir des films sur le support de son choix, mettre en place un système multi-room et pouvoir diffuser le son et l'image dans votre logement sont des exemples de scénarios qu'offre la domotique. Les équipements vidéo, home-cinéma, réseau téléphonique et internet sont, aujourd'hui, intégrés dans toutes les pièces des habitations. (4)

A cet effet, il est possible de gérer et diffuser des bibliothèques de musiques et de vidéos dans différentes pièces, de sauvegarder ses données informatiques, d'avoir accès à distance à ses ordinateurs, de faciliter la mobilité et le télétravail. Ces systèmes sont en général indépendants et peuvent être pilotés par les fonctions domotiques.

3.3. Les Technologies Utilisées

Généralement, une installation domotique peut être conçue sur trois principaux types de technologie (5) :

3.3.1. Les courants Porteurs

Le principe de base du réseau CPL (Courant Porteur en Ligne) est d'utiliser les circuits de distribution électrique du bâtiment pour véhiculer des données et des commandes. On distingue généralement les deux grands types de courant porteur suivants :

1. Courant porteur domestique : cette technologie est conçue pour piloter l'éclairage, le chauffage, les automatismes, les prises de courant et la sécurité (ex : norme X10, In One de Legrand, X2D) ;
2. Courant porteur informatique : ce type de courant porteur en ligne autorise le transport des données informatiques, permettant ainsi de constituer un véritable réseau local reliant ordinateur, imprimantes, accès Internet, serveur multimédia, écran tactile, point d'accès Wi-Fi, etc.
3. Courant porteur audiovisuel : cette technologie permet de distribuer l'image et le son dans la maison (standard Home Plug AV).

Ces trois types de CPL utilisant des fréquences différentes, il est possible de les faire cohabiter. La technologie CPL est particulièrement intéressante dans le cas des logements anciens, toutefois les désavantages en sont :

- Risque de manque de fiabilité en raison de la faible immunité aux parasites sur les lignes ;
- Bus dédiés davantage à la commande (manque de retour d'information) ;
- Bus essentiellement propriétaires (peu d'interopérabilité).

L'avantage d'une installation utilisant cette technologie est qu'elle ne nécessite pas de travaux particuliers.

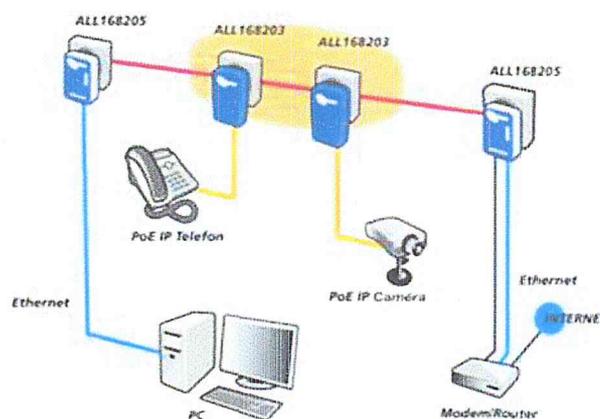


Figure 5 : Les courants porteurs

3.3.2. La Technologie Bus Filaire

Le bus filaire est constitué d'une ou plusieurs paires de conducteurs torsadés, permettant la circulation de données à haut débit. Il s'agit de la solution la plus fiable et la plus performante. La mise en œuvre de ce type de bus dans le domaine du logement neuf est facilité par l'implantation du pré câblage préconisé par la norme C 15-100. Les deux types de bus de commande standards de cette catégorie sont les suivants :

- EIB (European Installation Bus) /Konnex : Ce protocole a été retenu par plus de 150 constructeurs et s'implante peu à peu dans l'habitat résidentiel ;
- Lonworks : Très sophistiqué, il est essentiellement utilisé dans les projets d'immeubles de bureaux ou d'hôpitaux, par exemple.

3.3.3. La Radio Fréquence

Avec la technologie radio, la transmission d'informations s'effectue sans fil. Elle convient particulièrement aux travaux de rénovation légère étant donné qu'elle est souvent utilisée en complément d'une installation filaire traditionnelle. En utilisant les ondes radio, l'émetteur (une commande sans fil) peut ainsi piloter un récepteur (interrupteur, prise...). L'avantage de la radiofréquence est qu'elle permet de faire évoluer une installation électrique sans grands travaux. Exemples de technologies radiofréquence :

- KNX radio fréquence, Zigbee, EnOcean.
- Solutions constructeurs telles que X3D de Delta Dore et MyHome RF de Legrand.

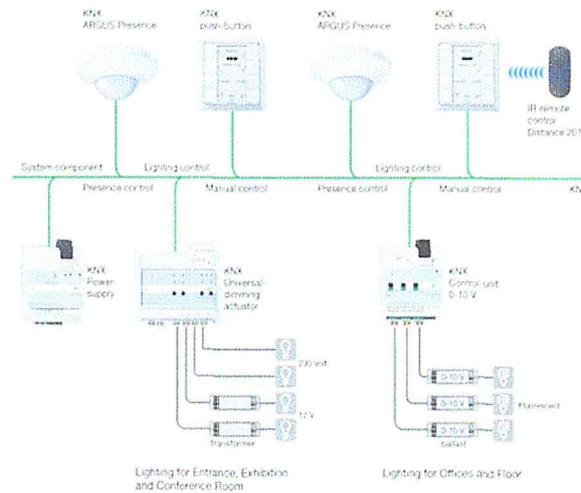


Figure 6 : La radiofréquence.

3.4. Fonctionnalités des Systèmes Domotiques

Dans un système domotique il existe deux types de fonctionnalités :

1. Les fonctionnalités explicites qui permettent aux utilisateurs de gérer leurs propres besoins. A titre d'exemple, on peut citer :
 - Gestion des services : Les utilisateurs doivent pouvoir invoquer des services fournis par les équipements disponibles dans l'environnement en fonction de leurs droits d'accès ;
 - Gestion de profils des utilisateurs : Un utilisateur ne pourra contrôler les équipements et ne pourra définir des scénarios qu'en fonction de ses droits d'accès qui se trouvent dans son profil. Les utilisateurs privilégiés doivent être capables de gérer (définir, modifier ou supprimer) les profils des utilisateurs.
2. Les fonctionnalités implicites qui permettent aux systèmes de réaliser les besoins des utilisateurs en dépit des changements liés à l'environnement et au système. On peut y trouver :
 - Gestion du système : Lors de l'ajout ou de la suppression d'un élément du système, le système doit être capable de reconfigurer son architecture ;
 - Gestion de l'environnement : Le système doit gérer l'ajout, la suppression et la panne des équipements.

3.5. Avantages et Inconvénients

La domotique présente un certain nombre d'avantages et d'inconvénients :

3.5.1. Les Avantages

Les principaux avantages d'une installation domotique sont :

- Une augmentation du niveau de confort ;
- La possibilité de mettre au point des automatismes, des scénarios de vie (par exemple : à 7h allume la lumière dans la chambre pour me réveiller, allumage de la TV le soir à 19h pour regarder les infos) ;
- Plus d'économies d'énergie ;
- Une sécurité accrue pour toute la famille (respectivement entreprise ou organisation) ;
- Une bibliothèque multimédia disponible de partout ;
- Un design élégant et recherché.

3.5.2. Les Inconvénients

Les principaux avantages d'une installation domotique sont :

- Le prix d'achat et de l'installation. Le prix est beaucoup plus élevé mais la consommation d'énergie et les factures baisseront. Il faut donc prendre ce détail en compte dans le budget initial ;
- Le deuxième inconvénient c'est le verrouillage qu'offrent certaines marques dans leurs produits ne permettant pas d'avoir une gestion flexible et personnalisée ;
- Le troisième inconvénient concerne le fait qu'il y ait un risque de se lancer sans se renseigner et de se noyer dans les multitudes de produits : il est préférable d'utiliser un domoticien spécialiste.

3.5. Quelques Travaux Existants

Ci-dessous, nous présentons quelques-uns des travaux existant dans le domaine.

3.5.1. Koubachi Plant Care Engine

Koubachi Plant Care engine est un système qui permet de surveiller les plantes par la Wi-Fi. Un capteur sans fil mesure l'humidité de la terre, l'intensité de la lumière et la température. À l'aide du module sans fil intégré, les données sont envoyées vers le nuage Koubachi (base de données de l'entreprise), où elles seront analysées par le Koubachi Plant Care Engine. L'utilisateur recevra des instructions détaillées pour les soins nécessaires en matière d'arrosage, de fertilisation, de brumisation, de température et de luminosité par le biais d'alertes instantanées ou d'e-mails (6).



Figure 7: Koubachi Plant Care engine

3.5.2. NEST LEARNING

Le thermostat Nest Learning est un objet intelligent qui se connecte au réseau Wi-Fi domestique. Il permet le contrôle via un Smartphone ou une tablette avec l'application Nest, ou via ordinateur directement depuis le site Nest. Le contrôle se fait via Internet et non depuis le réseau WiFi local, ce qui le rend possible de n'importe où (lieu de travail, de vacances, etc.).

Il permet aussi la gestion du chauffage, on pourrait éventuellement l'allumer avant notre arrivée à la maison si on se décide à rentrer plutôt que prévu, ou encore vérifier à distance qu'il est bien éteint, etc. il apprend les habitudes des utilisateurs et il sait quand ils sont là ou pas. Il mémorise leurs préférences : une maison très chauffée, pas trop, toujours à la même heure tel jour. ET il baisse automatiquement la température quand ils sont absents (7).



Figure 8: NEST LEARNING THERMOSTAT 3E GENERATION

3.5.3. LUNA

Luna est un drap housse qui est capable d'analyser le sommeil et de répondre aux besoins des personnes afin d'améliorer leur sommeil. Luna étudie les habitudes, les positions de sommeil et adapte, à partir de ces détails, la température du lit durant la nuit. En plus de cela, pour un lit double une partie du lit est chauffée à une certaine température et l'autre partie à une température différente. Luna étudie les heures de coucher de l'utilisateur et chauffe préalablement son lit pour un endormissement plus rapide. Luna étudie la fréquence respiratoire et cardiaque afin d'analyser si la nuit a été reposante. Ce nouveau lit intègre également les activités de la journée afin d'établir une corrélation avec les besoins de sommeil. Une fois l'utilisateur endormi Luna vérifie l'état de tous les objets connectés dans la maison : il veille par exemple à ce que la lumière soit éteinte. Lorsque l'utilisateur se réveille Luna envoie un message à la machine à café, afin qu'il soit prêt. Toutes les informations collectées par Luna sont ainsi disponibles sur le téléphone de l'utilisateur (6).

4. Conclusion

La domotique est l'ensemble des techniques utilisées dans l'habitation qui permet de centraliser le contrôle des différents systèmes de la maison. Le principe de la domotique est de faire en sorte qu'une maison devienne intelligente, indépendante, qu'elle réfléchisse par

elle-même. Tous ces principes sont permis grâce à l'Internet des Objets (IOT) qui permet de connecter les appareils de la maison à un réseau et de les piloter à distance. Cette notion sera abordée dans le prochain chapitre.

Nous pouvons conclure que pour simplifier la vie et pouvoir contrôler son domicile en minimisant les tracas du quotidien, il est judicieux d'investir dans un système domotique qui peut s'adapter à chaque style de vie.

Chapitre II :

L'Internet des Objets

2. Evolution de L'Internet des Objets

Le "Internet des objets" (IOT) est devenue l'étape suivante dans l'évolution d'Internet. Il exploite l'intelligence des milliards de capteurs et de dispositifs connectés qui collectent les données de grande masse pour prendre des décisions (11) :

- **Du WWW au IOT** : Au cours des dernières décennies, l'Internet a évolué à partir d'un référentiel statique de documents hypertextes reliés entre eux dans un univers dynamique de l'homme en réseau, les machines et applications.
- **L'internet du contenu** : Dans un sens, on pourrait dire que le vrai internet, comme nous utilisons aujourd'hui, a commencé au début années 90 avec la définition de HTTP et la création du World Wide Web. Tout au long de cette première phase, le web était statique et principalement utilisé pour publier et partager du contenu.
- **L'Internet des services** : Ensuite, les utilisateurs ont commencé à créer du contenu, XML, services Web, et un large éventail de sites e-commerce, productivity, et outils de collaboration. Ce qui nous a conduit à réfléchir à une solution qui diffère de la solution offerte par les pages statiques des anciens sites Web. C'est à lors que nous avons commencé parler du Web 2.0.
- **L'Internet des personnes** : Avec la disponibilité d'accès mobile à large bande abordable, la prolifération des smartphones et tablettes, et la popularité plein essor garanti par les réseaux sociaux est née une 3ème phase dans évolution d'Internet. C'est l'ère dans laquelle nous nous trouvons aujourd'hui.
- **L'Internet des objets (IoT)** : Maintenant, nous sommes au début de la prochaine révolution dans la façon dont nous utilisons l'Internet. Une révolution qui est dite machine-to-machine (M2M) au sens physique, mais la technologie et l'intelligence artificielle est devenue si imposante que littéralement l'aspect hardware devient quasiment transparent, tel que la communication est presque ressenti homme-homme.

La figure 9 synthétise ce qui a été dit dans cette section.

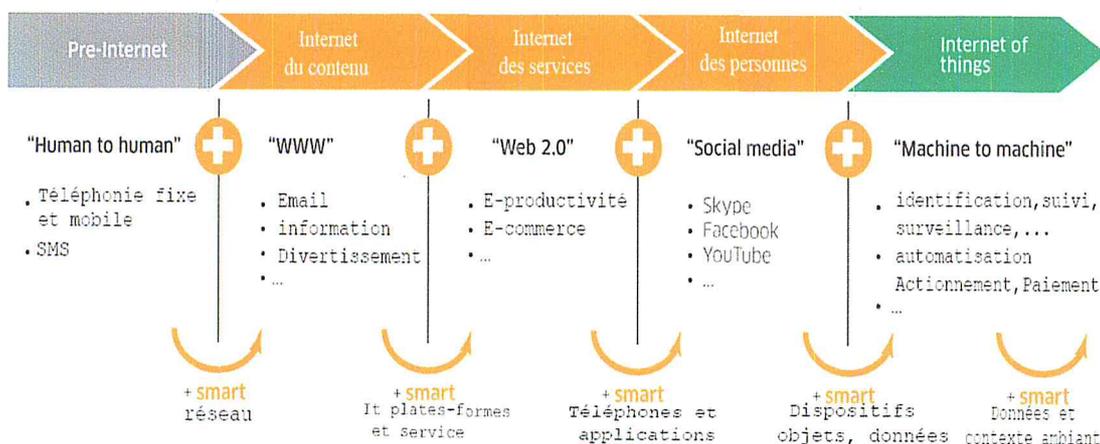


Figure 10 : Evolution de l'Internet.

La vie quotidienne change lorsque les objets du quotidien se connectent et font partie des systèmes d'information et des applications de l'utilisateur final en lui créant un univers illimité, omniprésent, et connecté dans lequel les machines et les humains interagissent pour rendre notre société plus sûre, plus écologique et plus saine.

3. Sens de L'Objet

Un objet est, avant toute chose, une entité physique ; par exemple : un livre, une voiture, une machine à café électrique ou un téléphone mobile. Dans le contexte précis de l'Internet des objets, et ce quelle que soit la vision, cet objet possède au minimum un identifiant unique attaché à une identité (12).

L'objet peut être vu comme un acteur autonome de l'internet, qui transmet une information qu'il a capté ou analysé, ou qui reçoit une information pour déclencher un processus.

4. Technologies Utilisées

Dans ce qui suit, nous présentons les différents concepts et technologies de l'IoT. Les technologies réseaux (voir figure 10) sont fréquemment classées en quatre catégories. Cette classification tient essentiellement compte de la portée des dites technologies (13):

- Les réseaux personnels (PAN) : ils concernent l'entourage immédiat d'une personne (quelques mètres) ;

- Les réseaux locaux (LAN) : ils concernent un environnement de vie plus étendu que les réseaux personnels comme une maison, une entreprise ou un campus (quelques dizaines de mètres à quelques kilomètres) ;
- Les réseaux métropolitains (MAN) : ils visent à couvrir une région étendue comme une ville (plusieurs kilomètres) ;
- Les réseaux étendus (WAN) : ils visent à couvrir une zone très vaste comme un pays, une région du globe ou toute la planète.

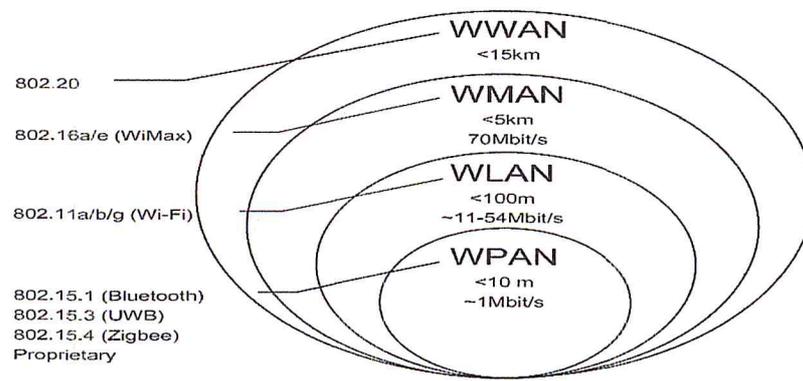


Figure 11: Différents types de réseaux sans fil.

5. Domaines D'Applications

La technologie IoT révolutionne la vie quotidienne de tous les domaines, peut s'appliquer à plusieurs domaines : la santé, la domotique, les transports, L'énergie et le développement durable.

5.2. L'Énergie et le Développement Durable

L'une des préoccupations majeures de nos sociétés est l'économie d'énergie, autant pour des raisons écologiques que financières. L'exploitation de l'IoT va permettre d'adapter la consommation énergétique aux comportements des habitants, en particulier dans les transports. L'un des projets intéressants qui portent sur les smart cities et l'économie d'énergie : est le programme de relance de l'administration aux Etats- Unis. Il repose sur le développement des technologies dites de « réseaux électriques intelligents » (ou smart grid). Ces technologies utiliseront des capteurs présents sur l'ensemble du réseau énergétique (ainsi que chez l'abonné) pour ajuster le transport et la fourniture d'énergie à la consommation des usagers. (18)

5.3. Les Transports

En nombre croissant, les gens utilisent les transports en commun et les organisations cherchent à améliorer et à étendre leurs services de transport et de logistique. Que ce soit en terre, ferroviaire, aérien ou maritime, les solutions iot sont développées et utilisées pour traiter la congestion du trafic, la sécurité, la pollution et le transport efficace des marchandises.

Apprenez à distance la gestion de flotte peut augmenter la ligne de fond, l'amélioration des véhicules autonomes de transport en commun et peuvent prévenir les accidents et réduire les coûts d'assurance, et comment les données recueillies auprès de tous les moyens de véhicules de transport peuvent aider à réduire les coûts de transport et d'augmenter les livraisons de temps (18).

6. Difficultés et Obstacles

Plusieurs obstacles pourraient toutefois ralentir la progression de l'IoT, notamment le déploiement du protocole IPv6 et l'alimentation des capteurs. Les obstacles et les défis ne sont pas insurmontables. Vu les bénéfices que promet l'IoT. Ce n'est qu'une question de temps.

6.1. Le Déploiement du Protocole IPV6

Nous avons atteint le nombre maximal d'adresses IPv4 en février 2010. Si cela n'a pas eu d'incidence visible pour le grand public, le développement de l'IoT

pourrait s'en trouver ralenti, puisque chacun des milliards de nouveaux capteurs potentiels devra avoir sa propre adresse IP. En outre, le protocole IPv6 facilite la gestion des réseaux grâce à des fonctions de configuration automatiques, et propose des fonctions de sécurité améliorées (9).

6.2. L'Alimentation des Capteurs

Pour que l'IoT puisse dévoiler tout son potentiel, les capteurs devront être autosuffisants. Imaginez qu'il faille changer les piles de milliards d'appareils déployés aux quatre coins de la planète et même dans l'espace. Cela serait évidemment impossible. Nous devons donc trouver un moyen de générer de l'électricité en puisant dans l'environnement, par exemple en utilisant les vibrations, la lumière et les courants d'air (19) . La 241e foire-exposition de l'American Chemical Society (société américaine de chimie) de mars 2011 a été marquée par une avancée significative : des scientifiques ont annoncé la création d'un nano générateur viable sur le plan commercial. Il s'agit d'une puce flexible capable de générer de l'électricité à partir de mouvements corporels tels qu'un pincement de doigt (20).

7. Travaux Existants

Plusieurs travaux existent parmi ces travaux nous citons :

7.1. Lunettes Google Glass

Les Lunettes issues du projet GLASS de Google sont le prototype le plus avancé de support permettant d'intégrer la réalité augmentée dans notre environnement quotidien de manière transparente.

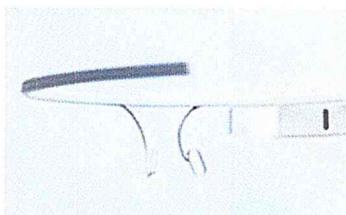


Figure 13 : Lunettes Google Glass

Ces lunettes permettent à l'utilisateur qui les porte de (21):

- Filmer des séquences vidéo et de prendre des Photos,
- S'informer en profitant de à l'accès à la plupart des fonctionnalités de Google,
- Partager avec ses amis en discutant par vidéo, voix, sms/mms, ou via les réseaux sociaux,
- Se guider en profitant des fonctions et des données GPS.

7.2. Transport For London

Transport for London (TfL) est en charge du réseau de transport en commun de la ville de Londres, des bus au métro, en passant par les vélos mis à la location. L'étude de la Big Data recueillie par les cartes Oyster de transport ainsi que par les nombreux objets connectés dont sont équipées les infrastructures de transport, tel que les caméras, a permis au réseau Londonien de s'améliorer considérablement. Par exemple, Bernard Marr, expert mondialement reconnu pour ses analyses concernant le Big Data, s'est aperçu que grâce aux données recueillies par TfL sur les habitudes des voyageurs, la société de transport réussit à trouver des solutions en cas de crise ou de fermeture de ligne (22).

7.3. Lockitron

Une serrure connectée appelée Lockitron a été inventée par une start-up américaine : Apigy. Un boîtier se plaçant sur la porte permet à l'utilisateur de fermer ou ouvrir la porte grâce à son téléphone, de ce fait on peut ouvrir ou fermer sa porte quel que soit son emplacement géographique. Chaque fois que quelqu'un ouvre la porte avec une clé ou avec Lockitron, l'utilisateur reçoit un message. L'appareil ne marche pas seulement avec les Smartphones mais aussi avec les téléphones moins développés par le biais des messages. Grâce à des capteurs, Lockitron envoie un message lorsque quelqu'un frappe à la porte. Lockitron permet de ne plus avoir à prendre ses clés. De plus si un enfant a oublié ses clés en rentrant de l'école ou bien si un propriétaire veut laisser un proche ou un ami entrer chez lui il peut directement ouvrir la porte quel que soit son emplacement (23).

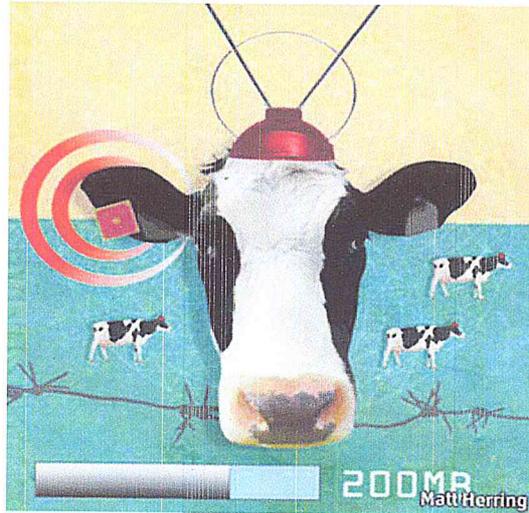


Figure 14: Lockitron.

7.4. La Vache

Dans le contexte de l'IoT, même les vaches seront connectées. Un reportage spécial paru dans le magazine The Economist et intitulé « Augmented Business » (l'entreprise 2.0) expliquait comment on pouvait surveiller les vaches (voir figure 14). Sparked, une start-up néerlandaise, implante des capteurs dans les oreilles des bovins. Ces dispositifs permettent aux agriculteurs de surveiller l'état de santé des animaux et de suivre leurs déplacements afin d'améliorer la quantité et la qualité de la viande destinée à la consommation humaine. En moyenne, chaque vache génère environ 200 mégaoctets d'informations par an (24).



Figure 15: Même les vaches seront équipées de capteurs.

7.5. Travaux Futurs

- Des chercheurs de BMW vont rejoindre ceux d'IBM à Munich pour mettre à profit l'intelligence artificielle créée par le géant américain afin d'améliorer l'expérience de conduite (25).
- Le Parlement Européen a adopté l'obligation pour les constructeurs automobiles d'intégrer le système eCall dans toutes les voitures neuves disposant d'un système d'alerte. Concrètement, les véhicules seront tous équipés d'un système de téléphonie mobile et d'une carte SIM dédiée, qui permet de joindre les centres de secours gratuitement (26).

8. Conclusion

Ces dernières années, il y a eu une importante évolution du nombre d'appareils intelligents et de personnes connectés, mais aussi une augmentation du chiffre d'affaires dans ce secteur, entre 2014 et 2020. Les statistiques disent que ce dernier devrait être multiplié par pas moins de six, durant les cinq prochaines années ! Ce qui le ferait passer d'une valeur de 2.3 milliards de dollars à celle de 14.6 milliards ! (27).

Dans ce chapitre, nous nous sommes intéressés à la notion de l'internet des objets. Ainsi, nous avons présenté la définition et l'évolution de l'IoT, les différents domaines d'application et les technologies utilisées. Pour finir, quelques travaux dans le domaine ont été présentés. Dans le prochain chapitre, nous allons nous intéresser à la notion de sensibilité au contexte.

Chapitre III :

La Notion de Contexte

1. Introduction

Dans les chapitres précédents, nous avons parlé des espaces intelligents et de la notion de l'internet of things. Dans ce chapitre nous allons nous intéresser à un thème important qui est la sensibilité au contexte. Telle qu'un environnement intelligent adapte ses actions en fonction des éléments du contexte.

2. Notion de Contexte

La notion du contexte désigne en général l'ensemble des informations qui entourent une activité et des informations supplémentaires sur son environnement. La définition de ce terme reste cependant vague du fait de son utilisation dans plusieurs domaines, plusieurs définitions de la notion de contexte existent depuis les années 90. L'une des plus pertinentes étant celle donnée par (Dey et al, 2000). Selon lui, le contexte est « toute information qui peut être utilisée pour caractériser la situation d'une entité, une entité pouvant être une personne, un lieu ou un objet qui est considéré comme approprié dans l'interaction entre un utilisateur et une application (les deux inclus) ».

Ici :

- Le « lieu » correspond à des espaces comme les chambres, les bureaux, les immeubles...etc ;
- Une « personne » peut être un individu ou un groupe d'individus ;
- Un « objet » fait référence soit à un objet physique (par exemple : capteur de température), soit à un composant logiciel (par exemple : détecteur de mouvements à travers une application de télésurveillance).

D'autres définitions existent (28):

- (Schilit, Adams et Want, 1994) ont considéré que le contexte possède trois aspects importants qui consistent en des réponses aux questions suivantes :
Où es-tu ? Avec qui es-tu ? De quelles ressources disposes-tu à proximité ?

- (Schilit et Theimer, 1994) ont défini le contexte comme la localisation, la description de personnes et d'objets dans l'entourage et les changements qui surviennent à ces objets ;
- (Brown, 1995) a défini le contexte comme étant « les éléments de l'environnement d'un utilisateur dont l'ordinateur a connaissance ».
- (Brown, Bovey et Chen, 1997) ont proposé un ensemble d'éléments extensibles pour définir le contexte dont les éléments de base sont : la localisation, l'ensemble des objets dont l'utilisateur a besoin, le temps et l'orientation spatiale (direction).
- (Ryan, Pascoe et Morse, 1997) affirment « les éléments du contexte sont : la localisation de l'utilisateur, l'environnement, l'identité et le temps » ;
- (Ward et Hopper, 1997) définissent le contexte comme étant « les états des environnements possibles de l'application » ;
- (Pascoe, 1998) : « ensemble d'états physiques et conceptuels ayant un intérêt pour une entité particulière » ;
- (Schmidt et al., 1999) : « connaissances à propos de l'utilisateur et les états des équipements, l'entourage, la situation et la localisation » ;
- (Brézillon et Pomerol, 1999) : « tout ce qui n'intervient pas explicitement dans la résolution d'un problème mais le contraint ».
- (Chen et Kotz, 2000) : « ensemble des états environnementaux et paramètres qui déterminent le comportement d'une application ou dans lequel un événement de l'application se déroule et ayant un intérêt pour l'utilisateur ».
- (Henricksen, Indulska et Rakotonirainy, 2002) : « la circonstance ou la situation dans laquelle une tâche informatique se déroule ».

Afin de comprendre la signification du contexte, il faut s'intéresser à quelques domaines connexes. Ainsi, le reste de cette section sera dédiée à la présentation de ces notions.

2.1. Le Contexte D'un Point De Vue Littéraire

Littérairement (29), la définition du contexte met l'accent sur l'ensemble des informations (conditions, texte, circonstances) qui entourent une opération (un discours ou bien un fait) :

- Larousse : (latin contextus, assemblage), ensemble des conditions naturelles, sociales, culturelles dans lesquelles se situe un énoncé, un discours.
- Le Robert : ensemble du texte qui entoure un élément de la langue : un mot, une phrase ou un fragment d'énoncé ou bien un ensemble des circonstances dans lesquelles s'insère un fait.

2.2. Le Contexte en Psychologie Cognitive

Dans le domaine de la psychologie cognitive (29), le contexte a pris une considérable ampleur. L'un des psychologues qui a contribué à une définition concrète et utile du contexte est Bert Van Oers. Sa définition est donnée dans le cadre de la théorie de l'apprentissage chez l'enfant: "Le sens (meaning) d'un symbole ou d'un signe ne peut être établi d'une façon plus ou moins précise, que si ce processus de construction de sens est supporté par une information additionnelle venue de l'environnement qui entoure ce processus. Le champ concret de construction d'un sens, dans un moment particulier, est généralement référencé par le contexte".

3. Sensibilité au Contexte et Espaces Intelligents

Coutaz et al.(2005) proposent un modèle général d'un système sensible au contexte. Illustrant les différents niveaux de son infrastructure, de la récupération des données contextuelles à leur exploitation.

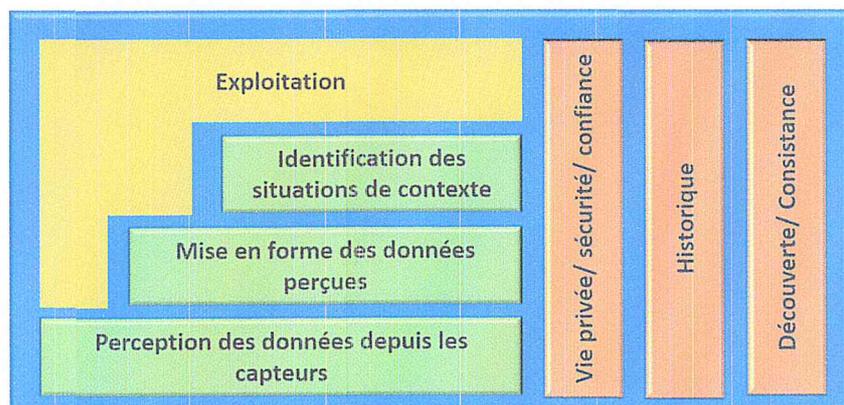


Figure 16 : Modèle général d'un système sensible au contexte [Coutaz et al., 2005].

Le premier niveau (sensing) concerne l'acquisition de données depuis des capteurs. Le second niveau (perception) traite de la mise en forme des données capturées en un modèle de contexte, indépendamment de la méthode de capture utilisée par la couche inférieure. Le troisième niveau porte sur l'identification de la situation contextuelle courante, tandis que le quatrième niveau se rapporte à l'exploitation du contexte. Chacun de ces niveaux doit être associé à des mécanismes pour supporter les problèmes de vie privée, de gestion d'historique et de découverte.

Rendre un environnement intelligent sensible au contexte implique donc d'y intégrer un système capable de gérer ces quatre niveaux. Il s'agit alors d'étudier les propriétés requises pour un tel système, puis d'étudier les solutions (partielles ou complètes) proposées par la littérature (30).

3.1. Acquisition Des Informations Contextuelles

L'acquisition des informations de contexte constitue la première étape dans le processus de traitement du contexte. Concrètement, le contexte fourni à une application peut être acquis à partir des sources diverses.

Mostéfaoui et al. (2004) distinguent trois types de contexte selon les méthodes utilisées pour collecter l'ensemble des informations de ce contexte (31):

- Contexte capturé : il s'agit du contexte qui est acquis directement par les capteurs physiques disséminés dans l'environnement telles que les capteurs de température, de bruit, GPS, les caméras, ...etc. Ce type de contexte peut être également acquis par des capteurs logiciels, par exemple, les mesures des pertes ou de la gigue lors de la transmission de la vidéo sur des liaisons sans fil peuvent constituer le contexte d'un algorithme de régulation du débit. Toutefois, le contexte collecté à partir des capteurs est sujet à de fréquents changements. Sa collecte nécessite une interaction avec des capteurs logiciels ou matériels distribués et hétérogènes.
- Contexte explicitement fourni : par exemple, les informations du profil d'un client sont des informations explicitement fournies par ce dernier, elles sont caractérisées par un changement peu fréquent. Contrairement à ce qui a été dit dans l'exemple précédent, l'utilisateur communique explicitement ses préférences au système (application).

- Contexte dérivé ou interprété : il s'agit d'un contexte de haut niveau qui est déduit à partir des informations de contexte de bas niveau (contexte capturé).

3.2. Présentation Du Contexte

La plupart des approches pour le développement d'applications sensibles au contexte ne font pas de distinction entre l'application elle-même et la gestion du contexte. Cela est dû principalement à la forte dépendance qui existe entre le cadre applicatif et les modèles de contexte. Dans cette section, on va décrire les principes de base de modélisation des applications sensibles au contexte et présenter différents modèles de représentation, de sauvegarde, et de communication des informations contextuelles. Les systèmes sensibles au contexte (32; 33) peuvent être implémentés de différentes manières. Une approche typique doit respecter un certain nombre de conditions, comme la localisation des capteurs (locaux ou distants), le nombre possible d'utilisateurs, les ressources disponibles (ordinateur personnels très puissants ou bien de petits dispositifs mobiles), et l'extensibilité du système.

Quelques définitions de concepts relatifs à la modélisation et aux architectures de systèmes sensibles au contexte s'imposent (33):

- **Modélisation de contexte** : C'est le processus de production d'une description formelle ou semi-formelle d'un jeu de données récupérés de capteurs et d'utilisateurs présents dans le système sensible au contexte.
- **Modélisation de données de contexte** : C'est le processus de représentation du contexte à son niveau « données ». Les données peuvent être de plusieurs types : données physiques (température, pression, etc.), données système et réseaux (appareils, leurs fonctionnalités, etc.), données utilisateurs (préférences, profile, etc.).
- **Capteurs** : Un capteur est une entité matérielle ou logicielle capable de percevoir, d'acquérir et de fournir de la donnée contextuelle. On parle aussi de source de contexte.

3.2.1. Approches De Modélisation

La combinaison de plusieurs valeurs contextuelles peut générer une compréhension plus accrue de la situation courante. Les contextes “Primaires” qui incluent la localisation, les entités, les activités, et le temps constituent des indices pour d’autres sources d’informations contextuelles. Par exemple: la connaissance de la position géographique et le temps actuels avec les informations du calendrier des utilisateurs permet d’avoir une bonne idée sur la position sociale de l’utilisateur, comme en réunion, en classe, dans l’aéroport...etc. (32).

Un modèle sensible au contexte est crucial pour définir et enregistrer les informations contextuelles dans une machine donnée. Une modélisation est nécessaire pour définir et stocker les données contextuelles dans un système où leur traitement et leur interrogation sont possibles. Les principales approches utilisées dans la littérature ont été répertoriées lors d’une étude réalisée par (Strang et Linnhoff-Popien, 2004). Ces approches sont (sans distinction entre la modélisation du contexte et la modélisation des données contextuelles) (32; 33):

- **Modèle clé-valeur (attribut-valeur):** Les données de contexte attribut-valeur sont organisées en paires (nom de l’attribut/valeur) sous forme de lignes et de colonnes. Chaque colonne représente l’implémentation physique de la relation entre le nom de l’attribut et la valeur de la donnée et chaque ligne représente l’implémentation physique de la relation entre les attributs elles-mêmes. Ces modèles représentent la plus simple structure de données pour la modélisation des données de contexte. Le Context-Toolkit de Dey est notamment basé sur ce modèle.
- **Modèle basé sur la logique :** il est basé sur les faits, expressions et règles. Un système logique manipule les objets élémentaires du modèle pour déduire une logique de haut niveau en utilisant les règles prédéfinies pour déduire de nouveaux faits.
- **Modèle graphique :** Le langage UML convient également pour la modélisation de données contextuelles.
- **Modèle orienté-objet :** C’est un mode de représentation structuré pour décrire un élément par ses caractéristiques. Par exemple, la position (GPS) est un objet composé de trois valeurs X, Y et Z. Les deux raisons

principales qui ont conduit à une telle représentation sont la possibilité d'effectuer un raisonnement logique et une déduction ainsi que le fait que la manipulation d'objets est devenue plus facile grâce aux développements de plusieurs techniques et des langages de programmation adaptés à l'orienté-objet. Utiliser les techniques de l'orienté-objet permet de profiter pleinement de la force de ce système (encapsulation, réutilisabilité, héritage etc.). Les approches existantes utilisent des objets variés pour représenter les différents types d'informations contextuelles (localisation etc.) et encapsulent les détails du traitement et de la représentation du contexte dont les accès sont fournis par des interfaces bien définies.

- **Modèle de systèmes de balisage** : Ces modèles ont une structure hiérarchique composée de balises avec des attributs et des contenus.
- **Modèle basé sur ontologie** : Les ontologies représentent une description des concepts et des relations. Aussi, elles constituent un instrument prometteur pour la modélisation des informations contextuelles de par leur haute expressivité et les possibilités d'applications des techniques de raisonnement ontologique. Les modèles basés sur l'ontologie sont les plus expressifs et répondent le mieux aux exigences de ces systèmes. Toutefois, étant donné que chaque architecture vise un but différent, ce modèle n'est pas toujours choisi.

Par ailleurs, il existe trois types de représentation de données de contexte : numérique, symbolique et structurel. Dans sa forme numérique, une donnée contextuelle est une valeur réelle. Elle n'a pas de signification en elle-même, mais par le sens que nous lui attribuons. Par exemple, la valeur fournie par un thermomètre pourrait indiquer une haute température. Dans sa forme symbolique, elle est un concept représentant un fait ou un signe. Il s'agit par exemple de l'activité (debout, assis, en marche etc.) d'une personne. Ce genre de données nécessite un minimum de traitement pour leur attribuer une signification. Dans sa forme structurelle, elle est une donnée composée dont la signification est portée par toute la structure. Les six modèles que nous avons vu plus haut, suivent en général, trois techniques populaires qui expriment les données de contexte structurelles (33) :

(1) donnée attribut-valeur.

(2) donnée objet.

(3) donnée sémantique.

Les données sémantiques représentent la description du contenu de l'information composée par la donnée et sa signification. Cela signifie que la sémantique de la donnée est contenue dans la donnée elle-même. Ainsi, la donnée contextuelle peut par exemple être représentée par (sujet, prédicat, valeur, date, certitude).

Dans le Tableau 2, nous présentons un résumé de l'étude sur la pertinence des trois types de représentation en tenant compte de trois caractéristiques essentielles des modèles de données de contexte (33): la sémantique, l'interopérabilité et la flexibilité. Chacune de ces caractéristiques est décrite, tout en relevant son importance pour un modèle de données contextuelles destiné à une exploitation efficace dans un système sensible au contexte (33):

- L'aspect sémantique intervient dans la mise en place d'un format commun pour les données provenant de sources diverses afin de permettre leur partage et leur réutilisation par les systèmes conscients du contexte. Par conséquent, il est nécessaire que le modèle de données englobe à la fois les données et leur sémantique.
- L'interopérabilité doit être assurée entre le modèle de données et les systèmes qui les utilisent, car, ainsi, quel que soit le service (ou la solution) présent dans l'environnement, l'utilisation et l'échange des mêmes données contextuelles seraient possibles sans efforts de développement supplémentaires.
- Toujours afin de permettre la réutilisation d'un modèle en cas de changement advenant dans le système, l'architecture ou l'application, il est nécessaire qu'il soit flexible et qu'il y ait possibilité de le faire évoluer et/ou de l'adapter aux changements.

		Sémantique	Interopérabilité	Flexibilité
Données de contexte numérique		Non supporté	Nécessite une connaissance supplémentaire de la sémantique et du format de données	Non flexible
Données de contexte symbolique		Non supporté	Nécessite une connaissance additionnelle de la sémantique et du format de données	Non flexible
Données de contexte structurelles	Attribut-valeur	Supporté partiellement	La sémantique est donnée par l'attribut	Extension dans les tables
	Objet	Supporté partiellement	Nécessite une connaissance supplémentaire des fonctions d'accès	Encapsulation d'objets.
	Sémantique	Totalement supporté	Nécessite un parseur de sémantique	Langage descriptif

Tableau 1: Étude comparative des représentations de données contextuelles (33).

La conclusion tirée de cette comparaison est que le type de représentation structurelle est le plus efficace. Il possède des facilités comme le support de l'interopérabilité et la flexibilité ainsi que la capacité d'intégrer la sémantique de la donnée.

3.3. Interprétation Du Contexte

Cette couche a pour but d'interpréter les données contextuelles fournies par les capteurs. Elle sert à l'analyse et à la transformation des données brutes, fournies par la couche de capture, en d'autres formats plus expressifs à l'application. Les transformations effectuées sur les données brutes concernent l'extraction, la quantification et l'agrégation.

Par exemple, les coordonnées GPS d'une personne peuvent être moins significatives qu'une adresse sous forme de numéro de rue et de ville. Cette couche peut aussi avoir le rôle de résolutions de conflits causés par l'utilisation de plusieurs sources de contexte. Ces sources peuvent donner des résultats contradictoires ou peuvent aboutir à des situations imprécises. Cette couche doit donc avoir des moyens pour résoudre ces conflits (29).

3.4. Gestion Du Contexte

A ce niveau, le contexte capturé et interprété doit être bien géré pour faciliter l'utilisation. La gestion de contexte concerne le stockage et la représentation formelle des informations de contexte. Le stockage peut être (29) :

- Le stockage centralisé est le plus répandu et le plus utilisé puisqu'il facilite des mises à jour et des modifications des valeurs de contexte. Pourtant, cette solution se limite avec les contraintes de la capacité des équipements mobiles utilisés dans la sensibilité au contexte. Ces équipements sont caractérisés par leurs espaces de stockage restreints.
- Le stockage distribué remédie bien à la contrainte de l'espace de stockage des équipements utilisés. Cependant, il inflige des fonctions additionnelles relatives à la synchronisation et à l'actualisation des valeurs de contexte.

La représentation du contexte est la structuration de ce contexte selon un modèle. Le choix du modèle dépend fortement de mécanismes choisis pour adapter les actions du système au contexte. Plusieurs méthodes de représentation ont été proposées dans la littérature, en invoquant les diverses technologies de modélisation et de représentation des données. Nous reviendrons vers cette notion plus loin dans ce rapport.

Il est intéressant de noter que pour la bonne gestion du contexte, une phase d'adaptation s'avère nécessaire. L'adaptation au contexte est l'ensemble des mécanismes de réactions prévues suites aux changements de contexte. L'adaptation se base sur un ensemble de règles d'adaptation. Ces règles sont implémentées selon des langages de programmations traditionnels ou bien en utilisant la logique de prédicats. Pour remédier au caractère incertain du contexte, certains travaux adoptent la logique floue ou la logique probabiliste.

4. Système Domotiques Sensibles Au Contexte

Il existe aujourd'hui un grand nombre d'application domotiques sensibles au contexte. On peut dire que la sensibilité au contexte est une notion indissociable des application domotiques. Nous allons à présent étudier quelques systèmes existants

pour la sensibilisation au contexte dans les espaces intelligents. Ces différents systèmes sont présentés dans un ordre chronologique (30).

4.1. Intelligent CLASSROOM

Franklin et Flaschbart (1998] ont proposé l'idée de "l'Intelligent Environment" comme étant un environnement capable d'exploiter les données contextuelles perçues afin d'adapter son fonctionnement. Ils exploitent plus particulièrement cette idée en proposant l'Intelligent Classroom, un système de gestion d'une classe de cours capable d'adapter le fonctionnement des dispositifs de la classe (lampes, grand écran, etc.) en fonction de l'activité de l'enseignant.

Dans ce système, le concepteur dispose d'un certain nombre d'algorithmes pour interpréter l'activité de l'utilisateur, c'est-à-dire l'enseignant. Il peut alors utiliser un langage déclaratif spécifique au système pour définir un plan d'actions à réaliser en fonction du contexte dans lequel se situe l'enseignant. Ce langage permet alors de donner un comportement précis au système afin d'accompagner correctement l'enseignant dans ses activités.

4.2. ACHE

Le système ACHE proposé par Mozer et Miller (1998) est un système de contrôle de la luminosité des pièces d'une maison en fonction des activités et des préférences des utilisateurs. Ce système a été conçu dans le cadre du projet Adaptive House de Mozer et al.(1995). L'efficacité du contrôle de la luminosité réalisée par le système ACHE dépend de deux critères : la satisfaction de l'utilisateur et l'économie en termes de coût énergétique. Le fonctionnement du système intègre pour cela un mécanisme d'apprentissage par renforcement intégrant en priorité les actions de l'utilisateur dans son comportement, mais réalisant 5% du temps une autre action que celle réalisée précédemment par l'utilisateur, afin de tendre vers un comportement plus satisfaisant en coût énergétique que celui proposé par l'utilisateur. Ces tentatives d'améliorations continuent progressivement jusqu'à ce que l'utilisateur le contredise, auquel cas le système sait qu'il a atteint la limite de la satisfaction simultanée de ces deux critères. La nouvelle action choisie est celle que le système croit la moins couteuse en terme de consommation d'énergie, cette croyance se basant sur des évaluations de coût d'actions données a priori par le concepteur.

4.3. Contexte TOOLKIT

Le Context Toolkit de Dey et al. (2001) est une des premières architectures de gestion du contexte proposée dans la littérature. Le schéma suivant illustre son fonctionnement.

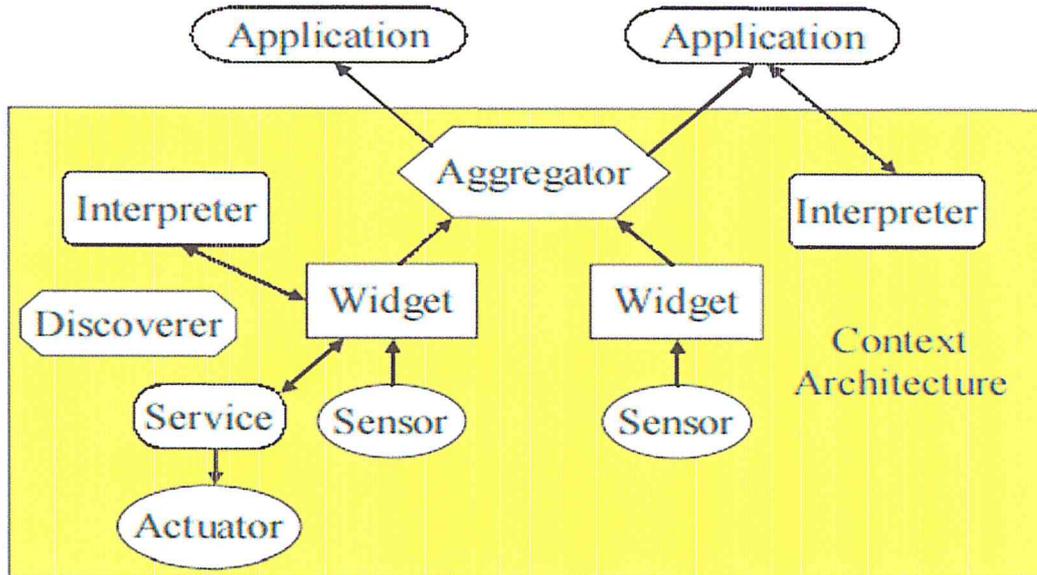


Figure 17: Le Context Toolkit [Dey et al., 2001].

Le Context Toolkit propose un ensemble de cinq composants : le Widget, l'Interpreter, l'Aggregator, le Service et le Discoverer. Ces composants forment l'architecture du gestionnaire de contexte. À cette architecture sont connectées une ou plusieurs applications qui, grâce à leurs interactions avec le Context Toolkit, deviennent sensibles au contexte.

- **Widget** : il sert d'interface entre un capteur et l'infrastructure du système. Il masque les détails sous-jacents concernant la manière dont une donnée est recueillie ; il ne présente ainsi que la donnée elle-même, à moins qu'une application ne demande explicitement des détails sur le capteur utilisé. Une donnée catégorisée en tant que donnée de localisation est ainsi présentée de la même façon quelle que soit la technologie utilisée par le capteur. Le Widget est donc responsable de l'encapsulation et de la transmission de sa donnée en cas de changement de valeur.
- **Interpreter** : il permet l'interprétation des données perçues par les Widgets, en transformant les informations bas niveau issues des capteurs en informations de plus haut niveau. Ce traitement peut alors être vu comme la génération de nouvelles données à partir des données existantes.

- **Aggregator** : il gère la centralisation des données contextuelles. Ainsi, une application n'a pas besoin de se connecter à l'ensemble des Widgets qui lui fournissent des données utiles, mais uniquement à l'Aggregator.
- **Service** : il peut être vu comme le pendant du Widget : ce dernier perçoit des données depuis l'environnement (input), tandis qu'un Service est capable d'agir sur l'environnement (output). Ainsi, lorsqu'une action à effectuer sur l'environnement est commune à plusieurs applications, il est possible de créer un Service lié à cette action afin de capitaliser cette compétence ; les applications n'ont plus alors à se soucier de la façon dont cette action est réalisée, il leur suffit de commander cette action auprès du Service associé.
- **Discoverer** : ce composant connaît l'ensemble des composants de l'architecture, ainsi que toutes les informations les concernant : l'adresse de chaque Widget et la donnée qu'il fournit, l'action que propose chaque Service, etc. A son lancement, chaque composant commence par notifier sa présence au Discoverer. Celui-ci a aussi pour objectif de déterminer si un composant disparaît. La modélisation des informations contextuelles se fait grâce à un modèle de type « *Clé-valeur* ». Chaque donnée contextuelle est donc associée à un attribut ; par exemple, un contexte possible est {LumièreSalon = "éteinte", LumièreChambre = "allumée", LocalisationUtilisateur = "chambre", etc.}.

4.4. ASK-IT

Le système ASK-IT proposé par Spanoudakis et Moraitis (2006) est une architecture multi-agent de gestion des données contextuelles en environnements intelligents permettant aux utilisateurs d'accéder facilement aux données et services qui les environnent. En particulier, ASK-IT porte une attention particulière aux utilisateurs ayant des handicaps particuliers, afin que les services proposés leur soient adaptés.

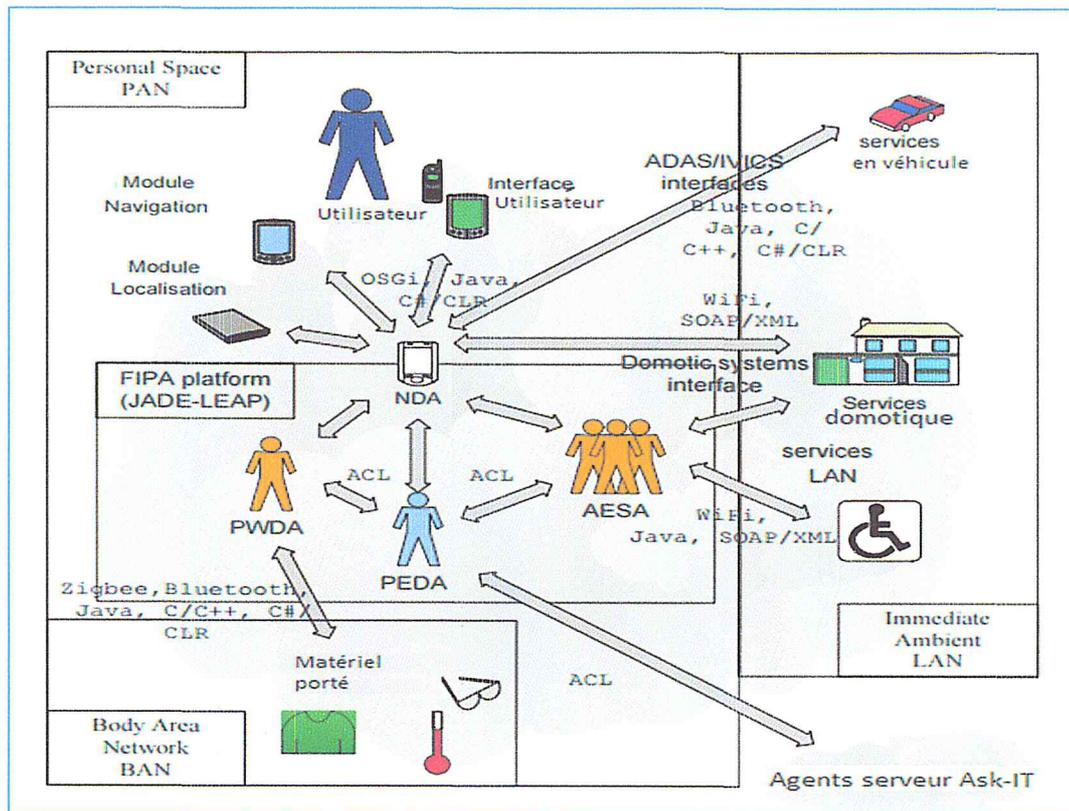


Figure 18 : Architecture ASK-IT

4.5. Système DUJARDIN

Dujardin et al. (2011) propose un système multi-agents destiné à la gestion domotique d'une maison. Selon le mode de fonctionnement choisi par l'utilisateur, ce système peut contrôler la maison ou se contenter de proposer des actions. L'ensemble des dispositifs de l'environnement ambiant est représenté grâce à un simulateur de système ambiant, ce dernier récupérant l'ensemble des données envoyées par les différents capteurs réels sur un bus logiciel afin de mettre à jour sa simulation.

L'objectif de ce système est de contrôler un environnement ambiant à l'aide de règles. Le système se compose d'un ensemble d'agents associés aux différents dispositifs du système ambiant, chacun avec leurs buts à atteindre (sous forme de conditions à respecter, tel que luminosité < *lum_max*) et des possibilités d'interactions. Chaque agent utilise un planificateur pour établir des listes d'actions possibles pour atteindre son but à partir de ses connaissances. Puis il choisit parmi ces plans celui qui lui semble préférable en fonction de ses motivations. Les motivations choisies ici sont orientées écologie, c'est-à-dire que des actions comme éteindre ou diminuer sont préférées à des actions comme allumer ou augmenter.

4.6. Le Contexteur

Le modèle des contexteurs; proposé par Rey et Coutaz du laboratoire CLIPSIMAG de Grenoble en 2002 (34). Leur but est de proposer une infrastructure basée sur des briques logicielles : les contexteurs pour répondre aux problèmes du modèle de la ContextToolkit (35) et notamment le fait qu'il n'existe pas de notion de qualité dans la ContextToolkit.

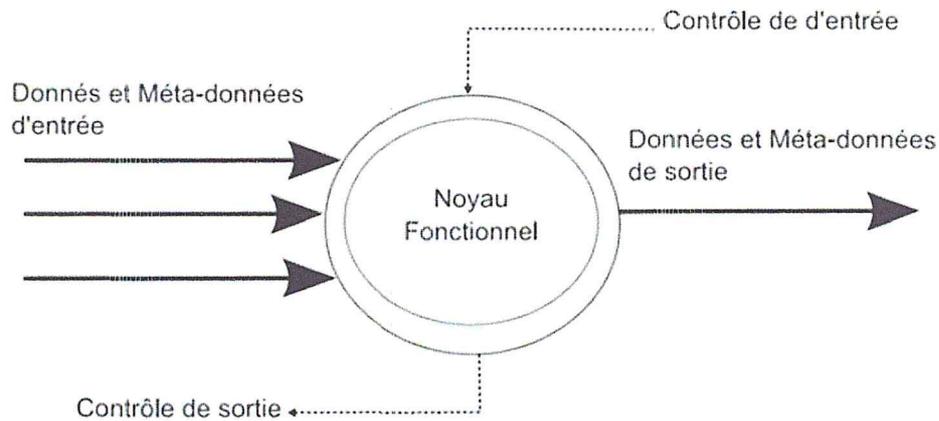


Figure 19 : Le contexteur.

- **Les entrées** : Les données en entrées sont les informations que le contexteur a la charge de traiter. Elles proviennent d'autres contexteurs. On leur associe systématiquement un flux de métadonnées en entrée qui indique quel est le degré de confiance que l'on peut avoir sur cette entrée. En effet, dès que l'on se base sur une information en provenance de systèmes d'automatique, on doit pouvoir juger de la qualité de l'information reçue. Les pannes de capteurs ne sont pas rares (75% des pannes en automatisme) ; il peut aussi y avoir des problèmes de transmission, des réceptions incomplètes, des signaux redondants. Le contrôle d'entrée permet d'effectuer des opérations directes sur le corps fonctionnel du contexteur. Il est lié à d'autres contexteurs qui peuvent modifier le comportement et demander via le contrôle d'entrée à un contexteur reconnu comme déficient de s'arrêter.
- **Les sorties** : les données de sorties sont à destination soit d'autres contexteurs soit d'applications, ici aussi, le contexteur y associe une sortie de métadonnées caractérisant la qualité de sa sortie. Le contrôle de sortie permet de modifier le comportement d'un contexteur cible. L'ordre reçu par le contexteur cible ne s'applique qu'entre l'émetteur et le récepteur. Si *C1* émet en contrôle de sortie une demande d'arrêt vers *C2*, *C2* va couper la communication avec *C1* mais continuer à communiquer avec les autres contexteurs auxquels il est lié.

-- **Le corps fonctionnel** : c'est la fonction associée à un contexteur. Rey et Coutaz en proposent plusieurs :

- Contexteur élémentaire qui intègre un capteur et ne possède pas de données d'entrée ;
- Contexteur à seuil qui se déclenche au franchissement d'un niveau de contexte ;
- Contexteur de traduction pour changer la représentation des données d'entrée ;
- Contexteur à mémoire pour mémoriser un historique des métadonnées et données en entrée ;
- Contexteur de fusion qui fusionne les entrées provenant de plusieurs contexteurs de même type pour en améliorer la qualité ;
- Contexteur d'abstraction qui joue le même rôle que la classe "interpréteur" de la contexttoolkit, c'est à dire fournir une abstraction par rapport aux données des capteurs en livrant une interprétation du contexte.

5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la notion de contexte. Plusieurs définitions de ce dernier ont été données. Nous avons par la suite parlé de la sensibilité au contexte et les espaces intelligents. Une discussion sur le contexte ne peut être comprise qu'après la présentation du processus de prise en compte du contexte qui englobe trois (03) étapes importantes : l'acquisition, la représentation, et l'interprétation du contexte. Nous avons conclu ce chapitre en présentant quelques travaux sur les systèmes domotiques sensibles au contexte.

Avec ce chapitre, nous clôturons notre état de l'art, ainsi les chapitres suivants seront consacrés à la conception, modélisation, et implémentation de notre système de gestion automatique des espaces de travail.

Chapitre IV : Conception et modélisation du système

1. Déploiement D'un Système Domotique

Dans le premier chapitre, nous avons vu qu'est-ce que la domotique et qu'est-ce qu'un système domotique, et nous avons déduit qu'un système domotique est constitué principalement de trois équipements essentiels :

- Un « Cerveau » qui centralise toutes les informations de l'espace intelligent, c'est souvent un ordinateur, et dans certains cas on utilise des « box domotique » quand l'espace en question est une maison ;
- Des capteurs qui sont des périphériques utilisés pour recueillir des données et les transmettre au cerveau, par exemple : détecter une présence, la luminosité, humidité, bruit...etc.
- Des actionneurs qui sont des périphériques aussi mais utilisés pour effectuer des actions, par exemple : verrouiller une porte, éteindre des lampes ...etc.

Une fois en place, les différents capteurs vont envoyer des informations recueillies au cerveau qui va ensuite analyser les différentes données pour ensuite agir à travers les actionneurs, mais pour que ce soit possible, il faut que ces trois types d'équipements soient reliés entre eux ; Il existe deux principales solutions pour relier ces équipements :

- Une liaison filaire : Qui consiste à relier les différents équipements avec des câbles, c'est-à-dire le cerveau, les capteurs et les actionneurs, cette méthode est difficilement réalisable dans le cas où l'espace est déjà construit, elle est donc beaucoup plus adaptée si on la met en place en même temps que la construction du lieu en question, mais cette méthode est très stable et fiable pour la transmission de données.
- Une liaison sans-fil Cette méthode consiste à relier les équipements cités précédemment avec modes de transmission sans-fil (WIFI, Bluetooth...etc.), on utilisera aussi des capteurs et actionneurs sans-fils alimentés par des piles, ou même autonome ; Cette méthode peut être utilisée et peut s'adapter dans n'importe quel lieu, par contre elle est moins fiable et moins stable que la solution filaire.

2. Fonctionnalités Du Système

Pour assurer les différents besoins et attentes des dirigeants de l'entreprise S@TICOM notre système devra être intelligent et extensible permettant de superviser et contrôler les lieux, et cela avec différents niveaux d'accès.

Notre système comprendra quatre (04) fonctionnalités principales que nous allons présenter ci-dessous de façon plus détaillée afin d'être plus clairs.

2.1. Vidéo Surveillance

De nombreuses entreprises et organisations ont déjà fait d'importants investissements dans des systèmes de vidéosurveillance. Parmi les fonctionnalités les plus importantes de notre système, on trouve la vidéosurveillance. Cette dernière, doit permettre à l'utilisateur de surveiller un ou plusieurs locaux (sites) en ligne avec possibilité d'enregistrement des vidéos ; et en particulier celles correspondant à des intrusions d'une façon automatique, en offrant à l'utilisateur :

- Un accès à distance ;
- Une intégration aisée et garantie d'utilisation future ;
- Une évolutivité et souplesse ;
- Une rentabilité ;
- Une intelligence distribuée.

2.2. Gestion Des Lieux

Après la migration du siège principal de S@TICOM de Blida vers Sidi Abdallah (Alger), les dirigeants de l'entreprise ont voulu garder le contrôle et automatiser la gestion des anciens locaux, et ceci à distance et en local. Dans ce contexte, notre système offre la possibilité de gérer les différents équipements et dispositifs de manière automatique ou semi-automatique.

2.3. Gestion Des Utilisateurs

Dans le cas de l'entreprise S@TICOM, on distingue principalement deux types d'utilisateurs : "Dirigeant" et "Employé" pour la plateforme de gestion, mais puisque S@TICOM est elle-même une boîte de développement, un autre besoin se présente ; celui de pouvoir personnaliser le produit et le vendre à différentes petites et moyennes entreprises clients. De ce fait, nous mettons à disposition de l'entreprise la possibilité de configurer

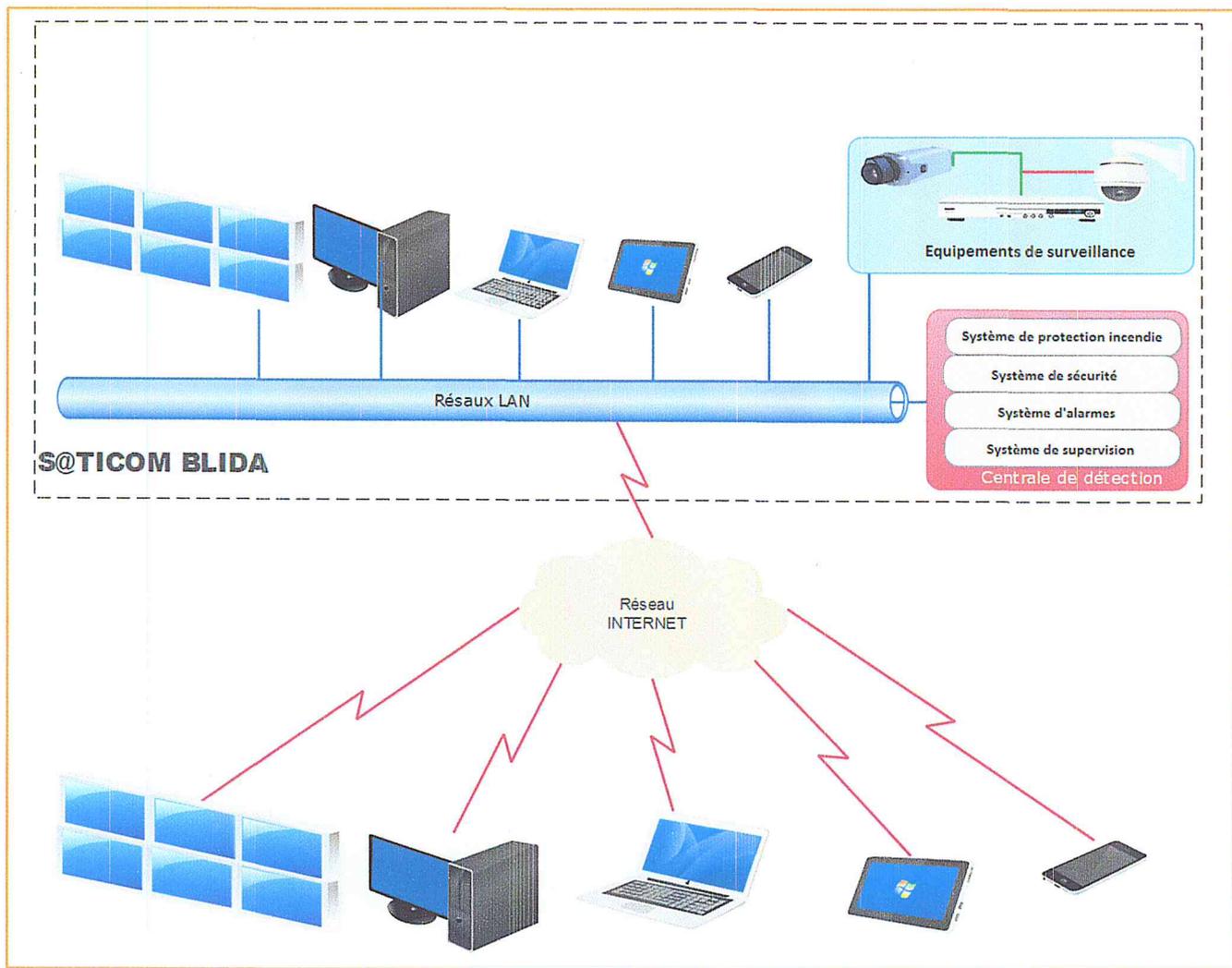


Figure 20: Architecture globale du système.

La partie supérieure de l'architecture ci-dessus représente les locaux de l'entreprise S@ticom situés à Blida. On peut voir les différents appareils (ordinateurs , tablettes , Smartphones, écrans) relié au réseau local LAN , on pourra accéder à notre application depuis ces appareils ;On a également le système de surveillance (camera + enregistreur) ainsi que la centrale de détection qui regroupe les différents détecteurs présent sur le site (détecteurs de fumée , bruit , mouvement) et aussi le système d'alarme tous relié au réseau LAN de l'entreprise. Le réseau LAN de l'entreprise est ensuite connecté à internet (partie inférieure de l'architecture) ce qui nous permettra d'accéder à l'application à travers différents appareils depuis n'importe quel endroit distant.

La partie inférieure le nouveau siège situé à sidi Abdallah. Elle sera reliée au système à travers internet. De ce fait, nous distinguons deux types d'utilisateurs :

- Utilisateurs locaux (l'accès à l'application est indoor et le besoin à internet est inexistant) ;
- Utilisateurs distants qui accèdent à la plateforme de gestion via l'internet.

Selon la superficie du site, différents niveaux de supervision peuvent être observés (supervision hiérarchisée), mais dans le cadre de la supervision des locaux de S@TICOM, nous n'avons qu'un seul niveau de supervision.

4. Description Des Besoins Fonctionnels

Après avoir défini les principales fonctionnalités du système, nous nous intéressons dans cette sous-section à la description des besoins fonctionnels.

4.1. Acteurs Du Système

Ce qu'il faut savoir est que notre application devra être ouverte afin qu'elle puisse facilement être étendue par la suite et aura de ce fait, une double utilisation :

1. Elle aidera à domotiser le local de Blida pour qu'il soit accessible y compris à distance ;
2. Elle offrira un produit que S@TICOM pourra commercialiser à son tour pour ses clients.

De ce fait, nous aurons trois acteurs principaux :

1. Employé
2. Dirigeant
3. Concepteur

Acteur	Taches
Employé	Contrôle des lieux (éclairage, portes, fenêtres, volets...) Gestion des alertes (prise en charge, arrêt, ou archivage d'une alarme)
Dirigeant	Contrôle des lieux (éclairage, portes, fenêtres, volets...) Gestion des alertes (prise en charge, arrêt, ou archivage d'une alarme)

	Supervision les différentes cameras Gestion des utilisateurs Gestion des niveaux de sécurité (paramétrage des valeurs contextuelles : heures de travail, niveaux d'alertes).
Concepteur	Configuration de la plateforme de supervision ; Mise à jour du système

Tableau 2: Acteurs du système.

4.2. Diagramme de Cas d'Utilisation

Nous allons voir dans cette partie les différents diagrammes de cas d'utilisation de notre système.

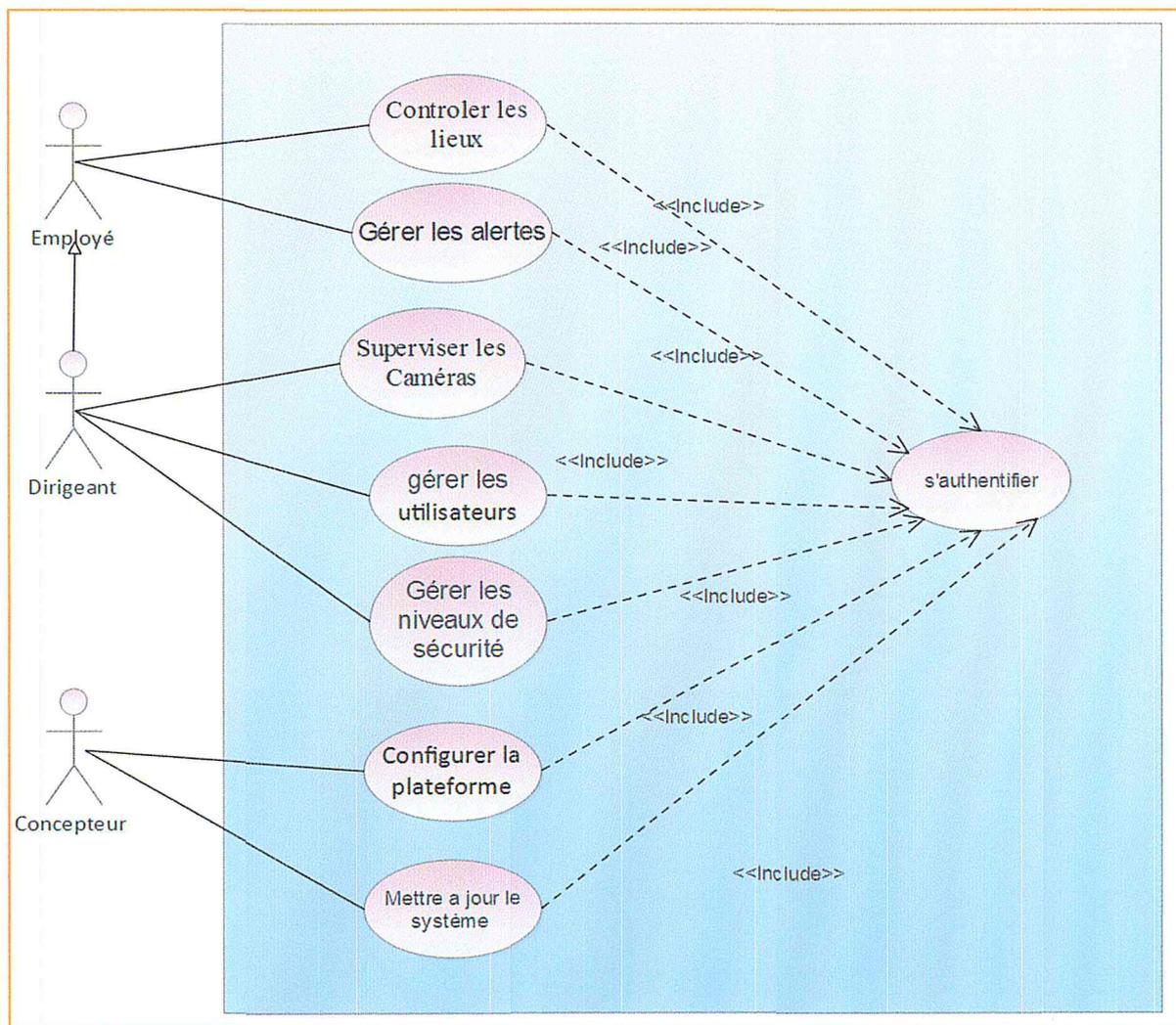


Figure 21 : Diagramme de cas d'utilisation global.

Cas d'utilisation	Description
Contrôler les lieux	Comporte le control de l'éclairage, des portes, des fenêtres et des volets.
Gérer les alertes	Recevoir et envoyer des alertes au système
Superviser les caméras	Superviser les différentes caméras présentes sur les lieux
Gérer les utilisateurs	Gérer les différents utilisateurs
Gérer les niveaux de sécurité	Gérer les valeurs contextuelles telles que les heures de travail, les niveaux d'alerte, la sensibilité de détection...etc.
Configurer la plateforme	Configurer les éléments de la plateforme (utilisateurs, modes, sites)
Mettre à jour le système	Mise à jour du système en cas de changement.

Tableau 3: Description du diagramme de cas d'utilisation global.

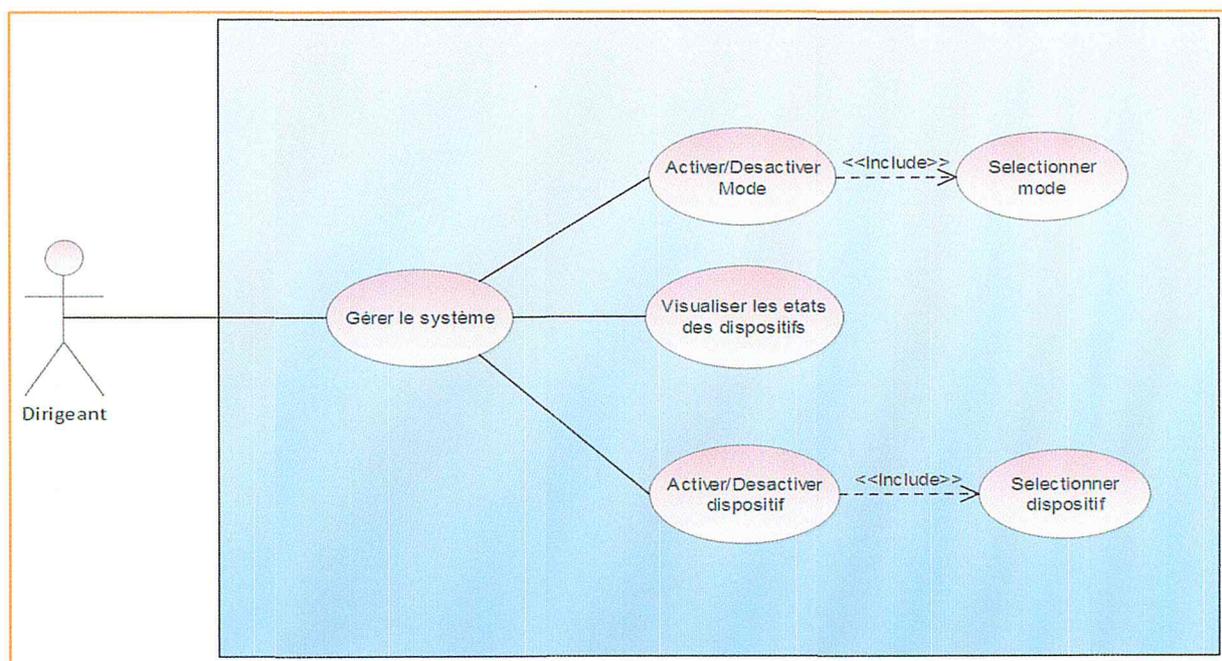


Figure 22 : Diagramme de cas d'utilisation « Gestion du système ».

Tableau 4: Description diagramme "Gestion du système".

Cas d'utilisation	Description
Activer/désactiver mode	Activer ou désactiver les différents modes établis par le concepteur
Visualiser les états des dispositifs	Voir l'état des différents dispositifs présents sur le site (capteurs, caméras, etc.)

Activer/désactiver dispositif	Activer ou désactiver les différents dispositifs présents sur les lieux (capteurs, camérasetc.)
-------------------------------	--

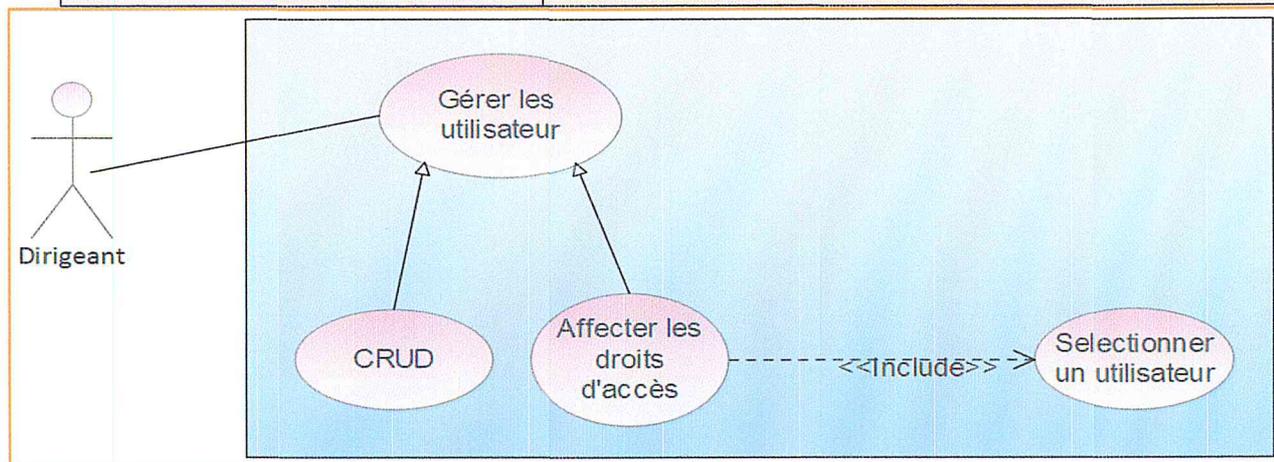


Figure 4 : Diagramme de cas d'utilisation « Gestion des utilisateurs ».

Cas d'utilisation	Description
CRUD	Créer, Consulter, mettre à jour ou supprimer un utilisateur de la base de données.
Affecter les droits d'accès	Affecter les droits d'accès au différents utilisateurs présent dans la base de données.

Tableau 5: Description du diagramme "Gestion des utilisateurs".

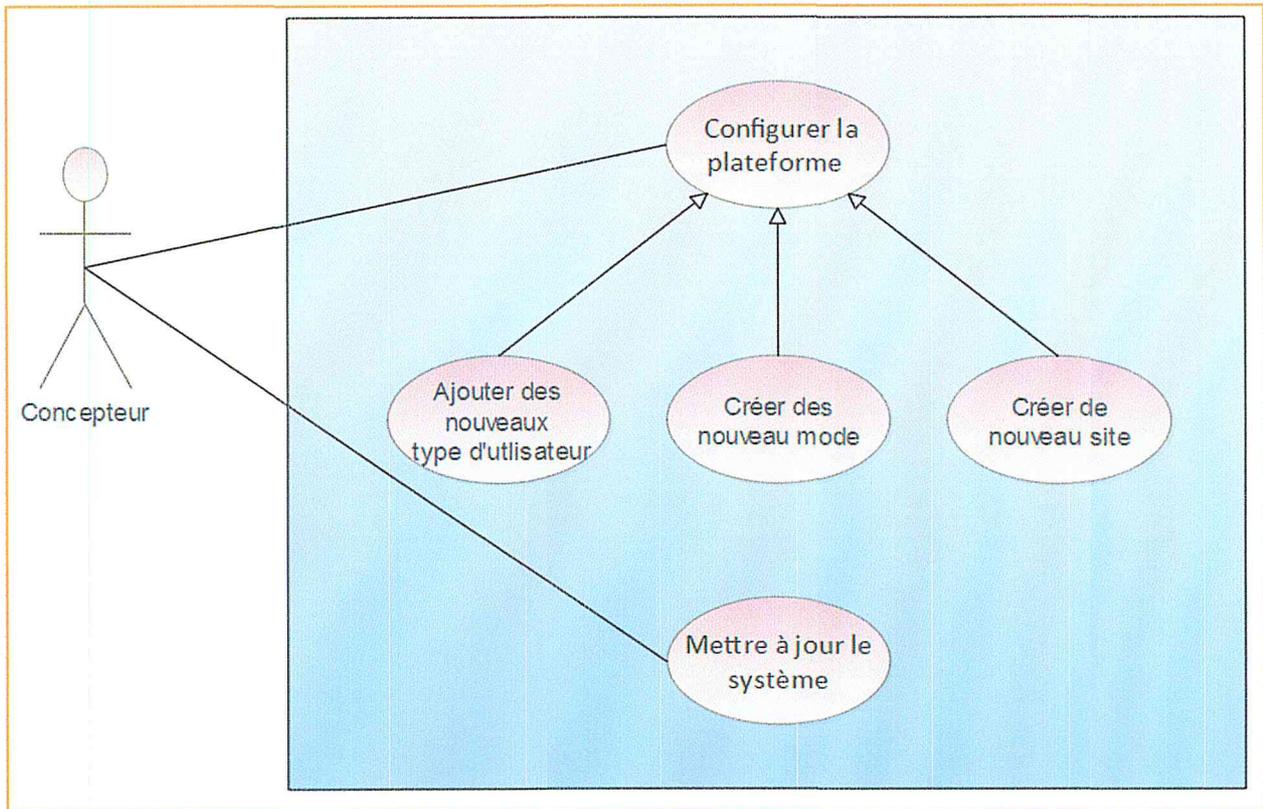


Figure 5: Diagramme de cas d'utilisation du concepteur.

Cas d'utilisation	Description
Ajouter des nouveaux types d'utilisateurs	Ajouter dans la base de données de nouveau types d'utilisateurs pour pouvoir les utiliser par le dirigeant.
Créer des nouveaux modes	Créer des nouveaux modes à partir de données fournis par le dirigeant.
Créer de nouveaux sites	Ajouter de nouveaux sites sur la plateforme.

Tableau 6: Description du diagramme "Concepteur".

5. Analyse des Besoins Fonctionnels

- Notre système est sensible au contexte et de ce fait, il faut qu'on passe par une étape de définition des composantes contextuelles dont nous aurons besoin pour le bon fonctionnement de notre application.
- Nous avons vu que les composantes contextuelles sont appelées dimensions. Il existe autant de dimensions contextuelles qu'il existe d'applications sensibles au contexte, c'est-à-dire une infinité.

Dans notre cas, nous allons utiliser les dimensions suivantes : Temps, Localisation, Utilisateur, Fumée, Mouvement, Bruit.

Mais ces dimensions n'ont de sens que si elles peuvent être interprétées et elles ne peuvent être interprétées que si elles ont des valeurs. Chacune de ces dimensions peut prendre diverses valeurs selon les actions que l'on veut faire ou bien le domaine d'activité de l'entreprise.

Rappelons que le processus de prise en compte du contexte passe obligatoirement par les trois étapes suivantes :

- Acquisition
- Interprétation
- Action

Les deux phases les plus pertinentes étant les deux dernières, car c'est à ce niveau que l'efficacité du système est évaluée.

Ayant pour objectif de veiller à la sécurité des employés au sein d'une entreprise, le système doit être en mesure de contrôler un certain nombre d'équipements qui sont :

- Caméra ;
- Porte ;
- Fenêtre ;
- Volets ;
- Alarmes ;
- Eclairage ;
- Capteurs/détecteurs (autres équipements de sécurité).

De même que pour les éléments contextuels, les équipements et composants qui peuvent être contrôlés doivent avoir des valeurs. Plus précisément, on parle d'états qui sont résumés dans le tableau suivant :

Composant	Etat
Caméra	Eteinte/ allumée
Eclairage	
Porte	Ouvert/ fermé
Fenêtre	

Volets	
Alarme	Activée/ désactivée
Autres équipements de sécurité	

Tableau 7: Etat des dispositifs contrôlés.

5.1. Scenarios et Diagrammes de Séquences

Nous allons voir ci-dessous, quelques scénarios montrant la capacité du système domotique à assurer le contrôle et la sécurité des locaux de l'entreprise et de ce fait répondre aux attentes des dirigeants, ainsi que des diagrammes de séquences associé à ces scénarios.

5.1.1. Scenario 1 : Début d'une Journée de Travail

C'est le début d'une journée de travail, le système de vidéosurveillance et celui de la détection d'intrusion sont en marche, le responsable a le choix entre désactiver manuellement ce dernier sur son application web depuis n'importe quel endroit , ou fixer une heure précise ou la détection d'intrusion est désactivée automatiquement.

Une fois que le personnel est en place, le responsable peut accéder au système de vidéosurveillance et ainsi contrôler tout ce qui se passe dans les locaux de l'entreprise.

Eléments contextuels pris en compte	Equipements manipulés
<ul style="list-style-type: none"> • Temps • Utilisateur 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capteurs/détecteurs (autres équipements de sécurité). ▪ Portes ▪ Volets

Exemple :

Equipements manipulés		Eléments contextuels	
Equipement	Etat	Elément	Valeur
Détecteur de mouvements	Désactivé	Temps	08 :00
Porte	Ouverte	Utilisateur	Employé

Volets	Ouverts
--------	---------

Ci-dessous un scénario type du mode « Début de journée » :

1. L'utilisateur demande l'activation mode jour ;
2. La requête est envoyée au système qui l'interprète avant d'effectuer le traitement ;
3. Affichage d'un message de confirmation ;
4. L'utilisateur demande d'accéder aux caméras ;
5. Le système vérifie les droits d'accès de l'utilisateur ;
6. Si l'utilisateur possède les droits de visualisation des caméras, alors le système l'autorise à afficher les différentes caméras de la plateforme.

Remarque :

Les différents diagrammes de séquences présentés dans cette section sont donnés à titre illustratif pour décrire la chronologie de la mise en place des modes. Mais en réalité, l'activation du mode et la vérification sera faite de manière automatique. A ce titre, un exemple type de ce scénario serait :

1. L'agent gestionnaire de temps scrute l'horloge ;
2. Quand l'heure de début de journée arrive, un signal est envoyé au microcontrôleur qui active le mode jour automatiquement.

De manière générale, les modes sont activés automatiquement à moins que l'utilisateur ne décide autrement. Dans ce contexte, le mode manuel est prioritaire et l'utilisateur pourra choisir par exemple de retarder le mode nuit, s'il souhaite faire des heures supplémentaires, de désactiver le mode alerte dans le cas où il juge que l'alerte est négligeable...etc. Dans le chapitre, implémentation ces scénarios seront repris sous forme algorithmique.

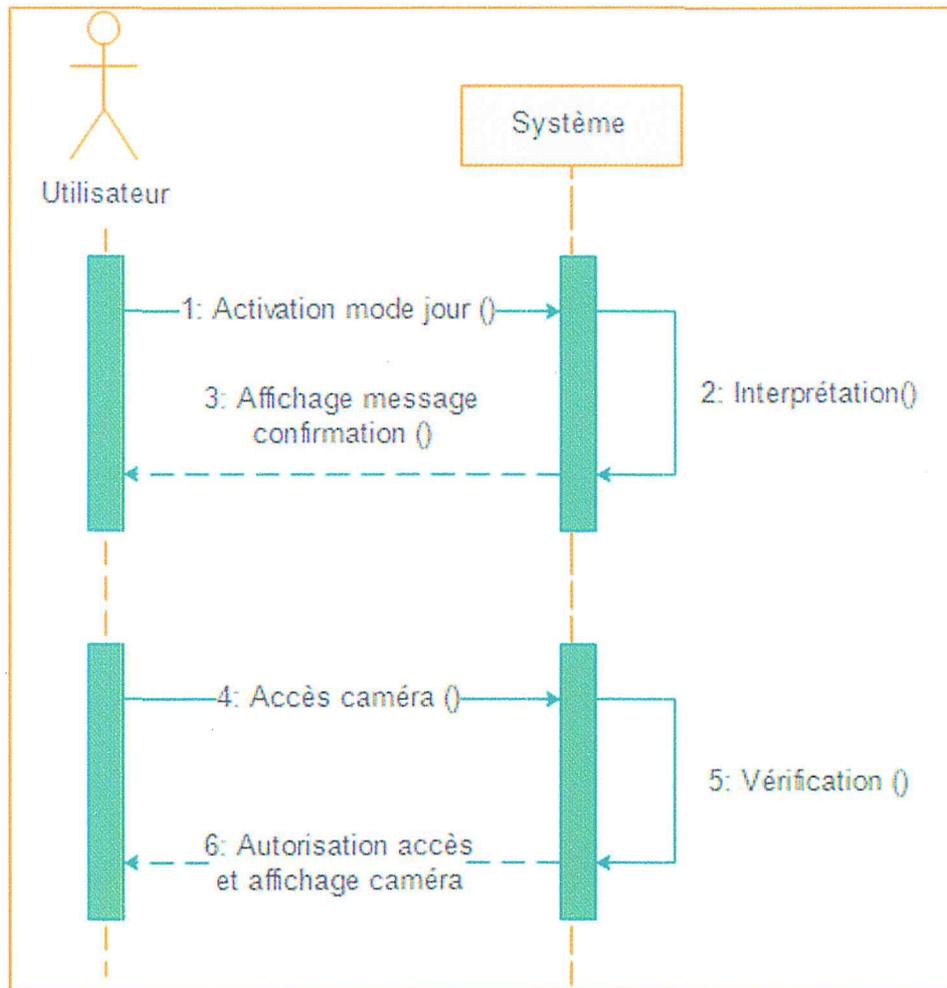


Figure 5 : Diagramme de séquences scénario début de journée.

5.1.2. Scenario 2 : Fin d'une Journée de Travail

Une fois que la journée de travail est terminée, et que le personnel a quitté les locaux de l'entreprise, le responsable peut réactiver manuellement le système de détection d'intrusion, ainsi que la détection de fumée au cas où elles n'étaient pas actives, ou il peut simplement régler une heure précise où ils seront activés automatiquement, et tout ceci depuis son application web.

Le responsable peut aussi voir si les volets ont été fermés manuellement, et dans le cas contraire il peut le faire lui-même à distance, ou aussi fixer une heure pour la fermeture automatique de ces derniers.

Les employés qui font des heures supplémentaires peuvent aussi recevoir des alertes sur la fermeture des portes, et donc rallonger l'heure à laquelle ces dernières seront fermées.

Eléments contextuels pris en compte	Equipements manipulés
<ul style="list-style-type: none"> • Temps • Utilisateur 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capteurs/détecteurs (autres équipements de sécurité). ▪ Portes ▪ Volets ▪ Eclairage

Exemple :

Equipements manipulés		Eléments contextuels	
Equipement	Etat	Elément	Valeur
Détecteur de mouvement	Activé	Temps	16 :00
Porte	Fermée	Utilisateur	Employé
volets	Fermé		
Eclairage	Eteint		

Ci-dessous un scénario type du mode « Fin de journée » :

1. L'utilisateur demande l'activation mode nuit ;
2. La requête est envoyée au système qui l'interprète avant d'effectuer le traitement ;
3. Affichage d'un message de confirmation ;
4. L'utilisateur demande la fermeture des volets ;
5. Le système vérifie les droits d'accès de l'utilisateur et exécute les requêtes ;

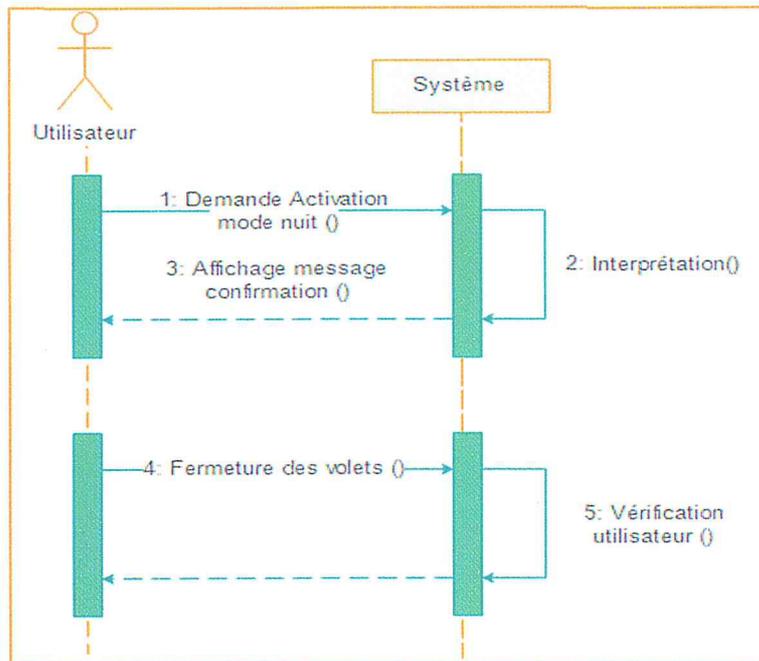


Figure 6 : Diagramme de séquences scénario fin d'une journée.

5.1.3. Scenario 3 : Intrusion

Quand une personne est présente sur les locaux de l'entreprise alors que le système de détection d'intrusion est activé, dès que les capteurs d'intrusion détectent sa présence, le système déclenche une alarme et envoie un message d'alerte à un responsable sur son application web. Il pourra ainsi accéder au système de vidéosurveillance pour voir ce qui se passe sur les lieux. L'utilisateur pourra contacter les autorités locales ou tout simplement désactiver l'alarme si la personne est identifiée et qu'elle ne présente aucun danger.

Eléments contextuels pris en compte	Equipements manipulés
<ul style="list-style-type: none"> • Temps • Utilisateur • Localisation • Mouvement • Bruit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capteurs/détecteurs (autres équipements de sécurité). ▪ Portes ▪ Camera ▪ Eclairage ▪ Alarmes

Exemple :

Equipements manipulés		Eléments contextuels	
Equipement	Etat	Elément	Valeur
Détecteur de mouvement	Activé	Temps	20 :00
Porte	Fermée	Utilisateur	Non identifié
Camera	Allumée	Localisation	Bureau 2
Alarme	Activé	Mouvement+ bruit	DéTECTÉS
volets	Fermé		
Eclairage	Allumé		

Ci-dessous un scénario type du mode « Intrusion » :

1. Le système détecte une intrusion ;
2. Le système interprète l'évènement et génère une alerte ;
3. Le système ferme les portes ;
4. Le système affiche l'alerte à l'utilisateur ;
5. L'utilisateur analyse l'alerte et se trouve devant deux choix possibles
 - 1) Ignorer l'alerte
 - 2) Activer le mode ou bien faire l'action adéquate.

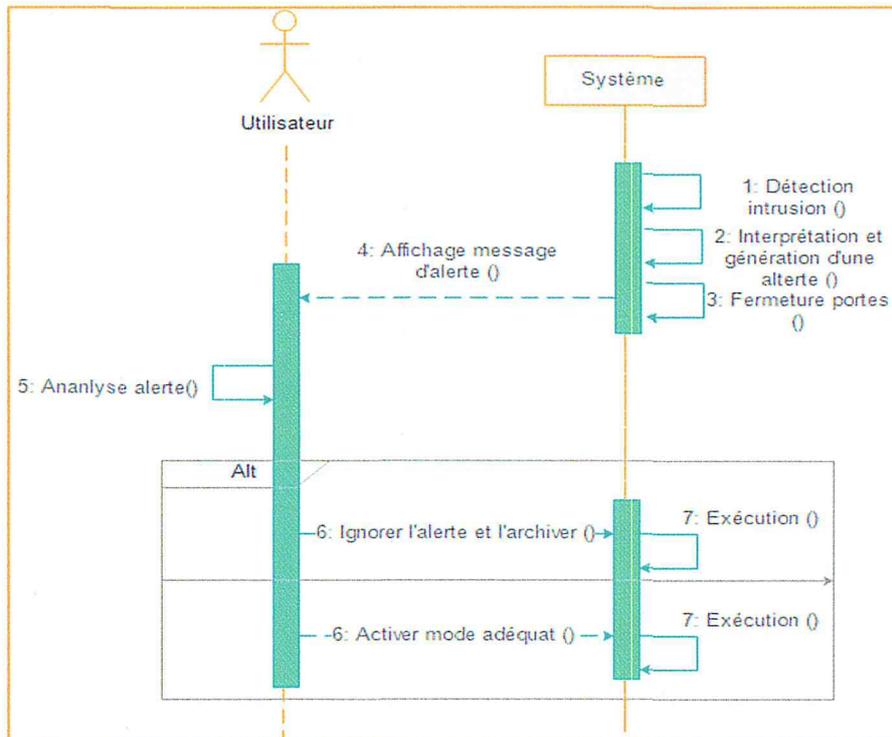


Figure 7 : Diagramme de séquences scénario Intrusion.

5.1.4. Scenario 4 : Incendie

Dès que les détecteurs de fumée qui sont actifs détectent une fumée, un message d’alerte est envoyé au responsable sur son application web. De plus, une alarme se déclenche dans le lieu concerné pour pouvoir l’identifier facilement et régler le problème avant qu’il ne soit trop tard.

Si un système d’extinction d’incendies est mis en place, notre application pourra déclencher automatiquement ce dernier après une détection de fumée.

Eléments contextuels pris en compte	Equipements manipulés
<ul style="list-style-type: none"> ● Utilisateur ● Localisation ● Fumée 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capteurs/détecteurs (autres équipements de sécurité). ▪ Portes ▪ Camera ▪ Alarmes ▪ Fenêtres

Exemple :

Equipements manipulés		Eléments contextuels	
Equipement	Etat	Elément	Valeur
Détecteur de Fumée	Activé	Fumée	Détectée
Porte	Ouverte	Utilisateur	Employé
Fenêtre	Ouverte	Localisation	Bureau 1
Alarme	Activée		

Ci-dessous un scénario type du mode « Incendie » :

1. Le système détecte un incendie (fumée) ;
2. Le système interprète l'évènement et génère une alerte ;
3. Le système active l'extinction de feu et ouvre les portes ;
4. Le système affiche l'alerte à l'utilisateur.

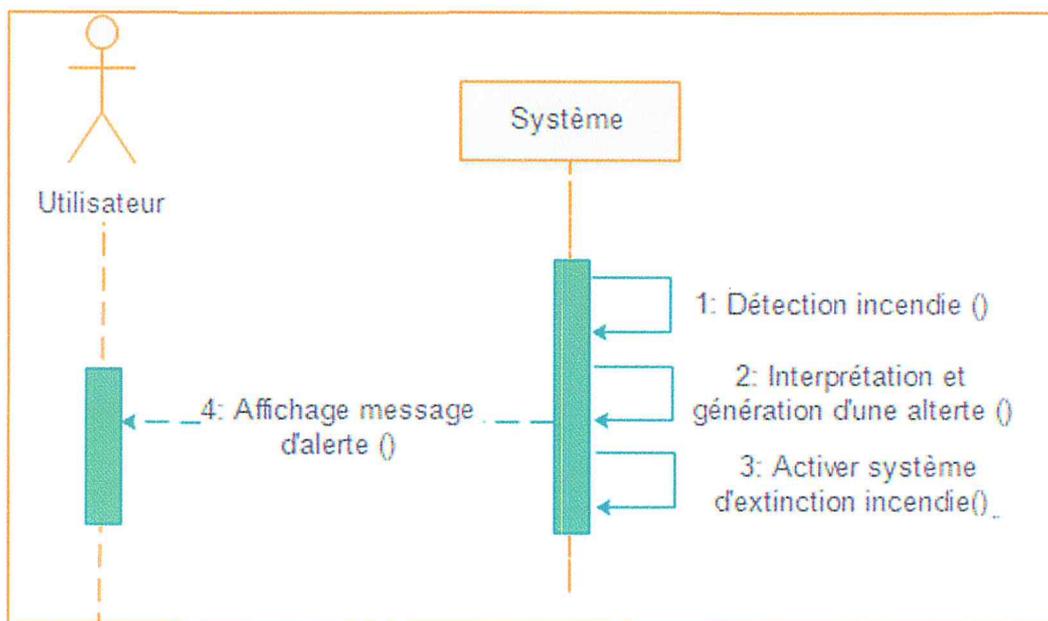


Figure 8 : Diagramme de séquence scénario Incendie.

5.1.5. Scenario 5 : Accident de Travail

Si un responsable aperçoit un problème lorsqu'il accède aux cameras des locaux, par exemple il voit un employé allongé par terre dans son bureau, il pourra déclencher une alarme

dans ce bureau pour alerter d'autres personnes présentes sur les lieux pour que l'employé soit secouru.

Eléments contextuels pris en compte	Equipements manipulés
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisateur • Localisation • Temps 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Portes ▪ Camera ▪ Alarmes

Exemple :

Equipements manipulés		Eléments contextuels	
Equipement	Etat	Elément	Valeur
Porte	Ouverte	Temps	15 :00
Camera	Allumée	Utilisateur	Employé
Alarme	Activé	Localisation	Bureau 4

Ci-dessous un scénario type du mode « Accident de travail » :

1. L'utilisateur demande à consulter les caméras ;
2. Le système traite la requête ;
3. Le système affiche les caméras ;
4. L'utilisateur demande l'activation de l'alarme pour alerter les employés ;
5. Le système exécute la requête ;
6. Le système affiche une note de confirmation.

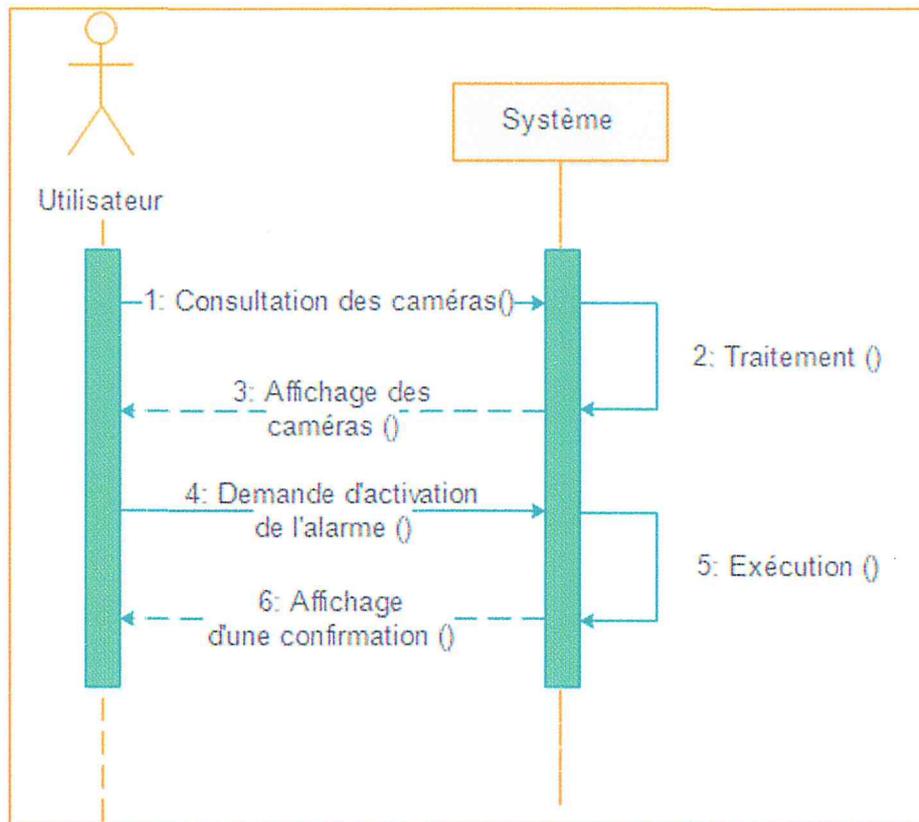


Figure 9 : Diagramme de séquence scénario accident de travail.

6. Conception Détaillée du Système

6.1. Codification

Pour ce projet, 3 types de dispositif devaient être codifié :

1. Les caméras, on distingue :
 - a. Caméra fixe d'intérieur (CFI) ;
 - b. Caméra fixe d'extérieur (CFE) ;
 - c. Caméra dôme d'extérieur (CDE).
2. Les capteurs et détecteurs, on distingue :
 - a. Capteur de température (CTP) ;
 - b. Détecteur de mouvement (DMV) ;
 - c. Détecteur de fumée (DFM) ;
 - d. Détecteur de gaz (DGZ) ;
 - e. Détecteur d'ouverture (DOV) ;
 - f. Détecteur de luminosité (DLM).
3. Les divers équipements contrôlables, tels que :

- a. Alarmes (ALM) ;
- b. Climatiseurs (CLM) ;
- c. Volets (VOL) ;
- d. Lampes (LMP) ;
- e. Portes (PRT).

Ces divers dispositifs installés dans les sites supervisés respectent la codification suivante sur treize (13) caractères :

XX	XX	X	X	XX	XXX	XX
----	----	---	---	----	-----	----

Exemple de codification : 0901A307CFI01 qui représente la première caméra fixe d'intérieur qui se trouve dans la *septième* salle, *troisième* étage, du bâtiment *A* du premier site de l'entreprise dans la wilaya de Blida.

- Les deux (02) premiers caractères correspondent au numéro de la wilaya ;
- Les deux (02) caractères qui suivent correspondent au numéro du site ;
- Le caractère qui suit correspond à la lettre du site ;
- Le caractère qui suit correspond au numéro de l'étage ;
- Les deux (02) caractères qui suivent correspondent au numéro de la salle dans l'étage ;
- Les trois (03) caractères qui suivent correspondent à l'abréviation des différents dispositifs matériel sur le site ;
- Les deux (02) derniers caractères correspondent à un numéro de série des équipements.

Nous obtenons ainsi une codification en treize caractères qui définissent de manière unique n'importe quel équipement de n'importe quel site de n'importe quelle entreprise.

Note :

Une salle peut correspondre à un bureau, une salle de réunion, atelier, hall. Si le numéro de la salle est égal à « 00 » cela veut dire « extérieur ».

Les équipements qui doivent être installés à même les clôtures contiendront le caractère « - » au lieu de la lettre du bâtiment en cinquième position au lieu d'une lettre alphabétique. Ceci indiquerait que la caméra (ou tout autre équipement de sécurité) n'est pas destinée pour les bâtiments.

6.2. Diagramme de Classes

Nous présentons ci-dessous le diagramme de classes de notre système.

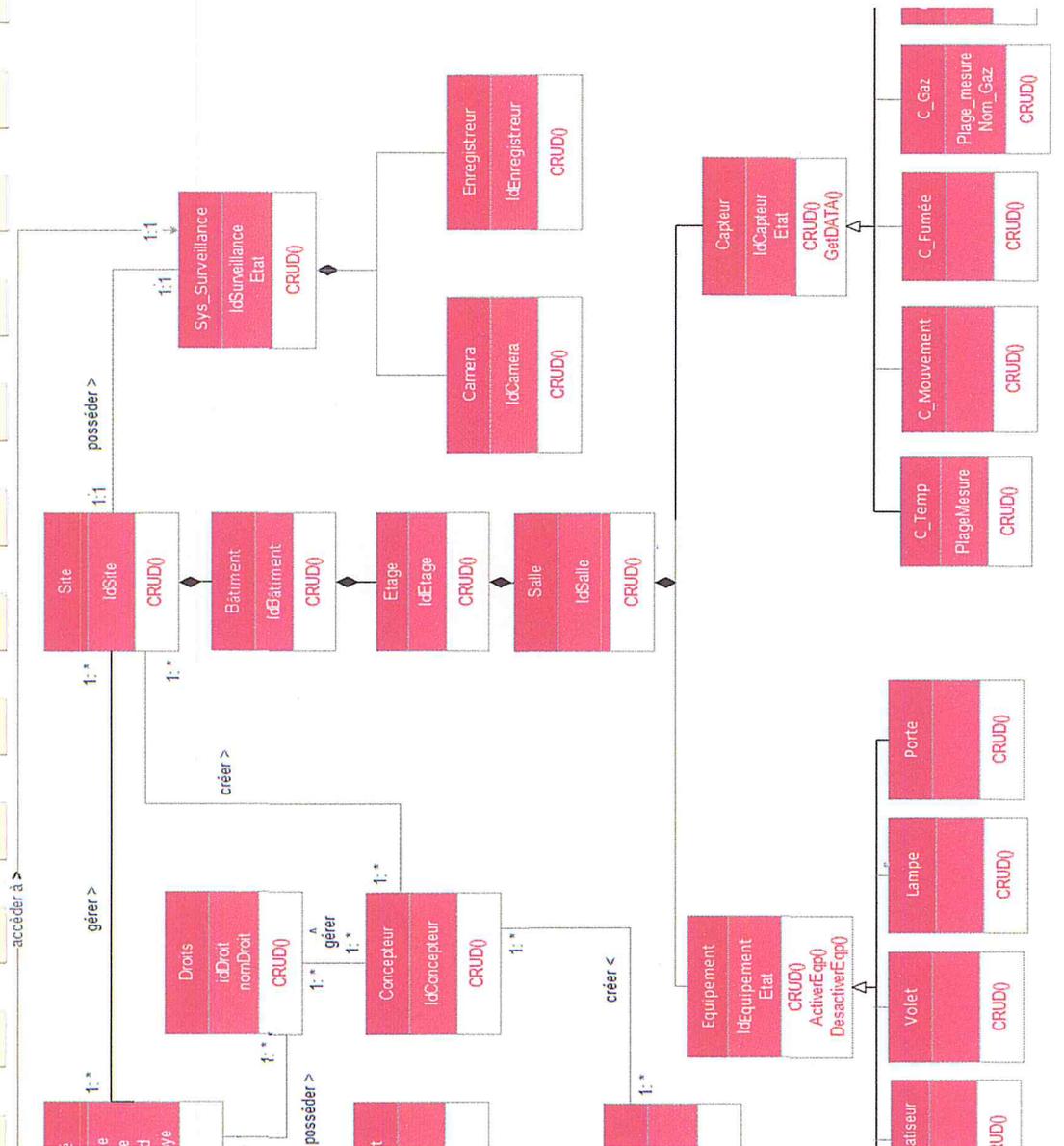


Figure 10 : Diagramme de classes global.

Ci-dessous, nous énumérons un ensemble de points importants pour la conception, la réalisation, et le déploiement de notre plateforme :

- Le système est composé comme nous l'avons dit, de trois types d'utilisateurs : Concepteur, dirigeant, et employés. L'utilisateur concepteur est propre à S@TICOM et nous le retrouverons dans aucune autre plateforme. En effet, le concepteur est un employé de S@TICOM dont la mission est de configurer la plateforme pour les clients de l'entreprise ;
- Le (s) concepteur (s) peut créer un à plusieurs sites et activer un à plusieurs modes (préalablement configurés) ;
- Un site est composé d'un à plusieurs bâtiments, un bâtiment est composé d'un à plusieurs étages, et un étage est composé d'une à plusieurs salles ;
- Un système de télésurveillance est déployé dans chaque site. Tel qu'on trouve dans chaque bâtiment un ensemble de caméras de surveillance et un à plusieurs enregistreurs (selon le besoin) ;
- Dans une salle, on trouve un ensemble de capteurs et détecteurs (température, mouvement, fumée, gaz, ouverture, luminosité) ainsi que d'autres équipements (alarme, climatiseur, volets, portes, lampe) qui peuvent être manipulés ;
- Le (s) concepteur (s) peut créer un à plusieurs types d'utilisateurs et leur affecter des droits d'accès préalablement configurés ;
- Dans le cas de S@TICOM, un dirigeant pourra gérer les modes préconfigurés, gérer les droits d'accès des utilisateurs et insérer de nouveaux. Il peut également gérer le site (manipuler les équipements) et accéder au système de télésurveillance.
- Dans le cas de S@TICOM, un employé pourra gérer le site en manipulant les différents éléments qu'il contient.

Note :

Certains sites, peuvent être constitué d'un bâtiment uniquement et le bâtiment d'un seul étage. Dans ce cas, un seul enregistreur suffit pour l'ensemble du site.

Les caméras ne peuvent être mises que dans les entrée/ sorties, les passages (et couloirs), à l'extérieur. Aucune caméra ne peut se trouver dans un bureau ou une salle de travail à moins qu'il ne s'agisse d'un bureau d'archive, ou bien une salle de matériel par exemple.

Le tableau 9 ci-dessous, explique les relations entre les différentes classes.

Association	Classes	Identifiant	Cardinalités
Accéder à	- Dirigeant	- idEmploye	- 1 : *
	- Syst_Surveillance	- idSurveillance	- 1 : 1
Gérer	- Dirigeant	- idEmploye	- 1 : *
	- Employé	- idEmploye	- 1 : *
Gérer	- Dirigeant	- idEmploye	- 1 : *
	- Mode	- idMode	- 1 : *
Posséder	- Employé	- idEmploye	- 1 : *
	- Droits	- idDroit	- 1 : *
Gérer	- Employé	- idEmploye	- 1 : *
	- Site	- idSite	- 1 : *
Posséder	- Site	- idSite	- 1 : 1
	- Syst_Surveillance	- idSurveillance	- 1 : 1
Gérer	- Concepteur	- idConcepteur	- 1 : *
	- Droits	- idDroit	- 1 : *
Créer	- Concepteur	- idCocnepteur	- 1 : *
	- Mode	- idMode	- 1 : *
Créer	- Concepteur	- idConcepteur	- 1 : *
	- Site	- idSite	- 1 : *

Tableau 8: Description des relations.

Traduction du modèle objet en base de données relationnelle.

Employe (*idEmploye*, usernameEmploye, passwordEmploye, nomEmploye, prenomEmploye, typeEmploye, droitsEmploye, contactEmploye)

Dirigeant (*idEmploye*, autresAttributs)

Concepteur (*idConcepteur*, username, password, nomConcepteur, prenomConcepteur, contactConcepteur)

Mode (*idMode*, nomMode, etat, equipements, capteurs)

Droits (*idDroit*, nomDroit)

Site (*idSite*, nomSite, adresseSite)

Batiment(*idBatiment*, nomBatiment)

Etage (*idEtage*, autresAttributs)

Salle (*idSalle*, nomSalle)

Syst_Surveillance(*idSurveillance*, etatSurveillance)

Camera (*idCamera*, ipCamera, modeleCamera)

Enregistreur (*idEnregistreur*, modeleEnregistreur)

Equipement (*idEquipement*, pin, idControleur, etatEquipement)

Capteur (*idCapteur*, etatCapteur, pin, idControleur, dataCapteur)

Accéder à (*idEmploye*, *idSurveillance*, autresAttributs)

Gérer (*idEmploye*, *idSite*, autresAttributs)

Gérer (*idEmploye*, *idEmploye*, autresAttributs)

Posséder (*idEmploye*, *idDroit*, autresAttributs)

Gérer (*idEmploye*, *idMode*, autresAttributs)

Posséder (*idSite*, *idSupervision*, autresAttributs)

Gérer (*idConepteur*, *idDroit*, autresAttributs)

Créer (*idConepteur*, *idMode*, autresAttributs)

Créer (*idConepteur*, *idSite*, autresAttributs)

7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la conception de notre plateforme en commençant par l'entreprise, puis les fonctionnalités et l'architecture du système, la description (diagrammes de cas d'utilisation) et l'analyse (diagrammes de séquence) des besoins fonctionnels de l'application, et enfin une conception détaillée du système (diagrammes de classes).

Dans le chapitre suivant, nous nous intéresserons à l'implémentation du système.

Chapitre V :

Implémentation du

Systeme

1. Introduction

Arrivés aux termes de ce mémoire, nous allons consacrer ce chapitre pour parler de l'implémentation de notre Système Domotique Multi-agents pour des Espaces de Travail Intelligents. Nous commencerons ce chapitre en parlant des systèmes multi-agents et les agents que nous avons mis en place pour garantir le bon fonctionnement de l'application. Ensuite, le diagramme de composants du système sera présenté ainsi que les spécifications techniques du matériel, les étapes de réalisation du projet. Nous concluons par des captures d'écrans de notre application.

2. Les Systèmes Multi-Agents (SMA)

L'approche Systèmes Multi-Agents qui s'est beaucoup développée ces vingt dernières années permet d'appréhender, de modéliser, de simuler des systèmes complexes, c'est-à-dire les systèmes constitués de nombreux composants en interaction dynamique entre eux et avec le monde extérieur. Elle étudie la manière de coordonner un ensemble d'agents afin que ces agents résolvent collectivement un problème global. Ces agents sont autonomes et interagissent via un environnement. L'aspect collectif en SMA est primordial et nécessite l'étude de nouveaux concepts liés à la coordination, la coopération et l'interaction entre les agents.

Les Systèmes Multi-Agents (2) constituent donc une approche privilégiée pour aborder les systèmes complexes. Leur nature totalement décentralisée les rend particulièrement adaptés pour ce type de systèmes. Les Systèmes Multi-Agents permettent de travailler sur le fonctionnement global d'un système en s'intéressant aux entités qui le composent et à leurs interactions. Des Systèmes Multi-Agents ont été développés dans des domaines très variés comme : le traitement d'image, la robotique, la simulation, etc.

2.1. L'Agent

Un agent est une entité réelle ou virtuelle dont le comportement est autonome, évoluant dans un environnement qu'il est capable de percevoir et sur lequel il est capable d'agir, et d'interagir avec les autres agents. A partir de cette définition, un agent peut être défini comme une entité physique ou virtuelle (2):

- Qui est capable d'agir dans un environnement.
- Qui peut communiquer directement avec d'autres agents.

- Qui est mu par un ensemble de tendances (sous la forme d'objectifs individuels ou d'une fonction de satisfaction, voire de survie, qu'elle cherche à optimiser).
- Qui possède des ressources propres.
- Qui est capable de percevoir (mais de manière limitée) son environnement.
- Qui ne dispose que d'une représentation partielle de cet environnement (et éventuellement aucune).
- Qui possède des compétences et offre des services.
- Qui peut éventuellement se « reproduire ».
- Qui a un comportement qui tend à satisfaire ses objectifs, en tenant compte des ressources et des compétences dont elle dispose, et en fonction de sa perception, de ses représentations et des communications qu'elle reçoit.

2.2. Les Agents de la Plateforme

Pour notre plateforme, nous avons eu besoin de cinq (05) agents :

- Agent gestionnaire climatisation ;
- Agent gestionnaire modes ;
- Agent gestionnaire alertes ;
- Agent gestionnaire de temps ;
- Agent gestionnaire de luminosité.

Ci-dessous, nous donnons les algorithmes de fonctionnement de chacun de ces agents.

Algorithme 1: Gestionnaire-Climatisation

```

1 :      Debut
2 :      Faire
3 :          VerifierTemperature() ;
4 :          Si temperature > 30
5 :              Alors climatisation ← ON ;
6 :          FSI ;
7 :          climatisation ← OFF ;
8 :      Tant que vrai ;
9 :      FIN

```

Algorithme 2: Gestionnaire-Mode

```
1 :      Debut
2 :      Faire
3 :          VerifierTemp() ;
4 :          Si varManuelle = OFF
5 :              Alors mäj(modeTemp) ;
6 :          FSI ;
7 :      Tant que vrai ;
8 :      FIN
```

Algorithme 3: Gestionnaire-Alertes

```
1 :      Debut
2 :      Faire
3 :          VerifierAlerte() ;
4 :          Si alerte == « intrusion »
5 :              Alors
6 :                  Début
7 :                      activer(modeVerouillage) ;
8 :                  FIN Alors
9 :              SINON
10 :          Si alerte == « incendie »
11 :              Alors
12 :                  Début
13 :                      activer(modeDeverouillage) ;
14 :                  FIN Alors
15 :              SINON
16 :          activer(alarme) ;
17 :      FSI ;
18 :      Tant que vrai ;
19 :      FIN
```

Note :

Le gestionnaire de temps et le gestionnaire de luminosité ne font que vérifier le temps de la journée (heure, matin, soir), jour de la semaine (ou week-end), ainsi que la luminosité et informer les autres agents pour qu'ils mettent à jour les modes de la plateforme (mode jour, mode nuit, mode week-end).

3. Diagramme de Composants

Le diagramme de composants décrit l'organisation du système du point de vue des éléments logiciels comme les modules (paquetages, fichiers sources, bibliothèques, exécutables), des données (fichiers, bases de données) ou encore d'éléments de configuration (paramètres, scripts, fichiers de commandes). Ce diagramme permet de mettre en évidence les dépendances entre les composants.

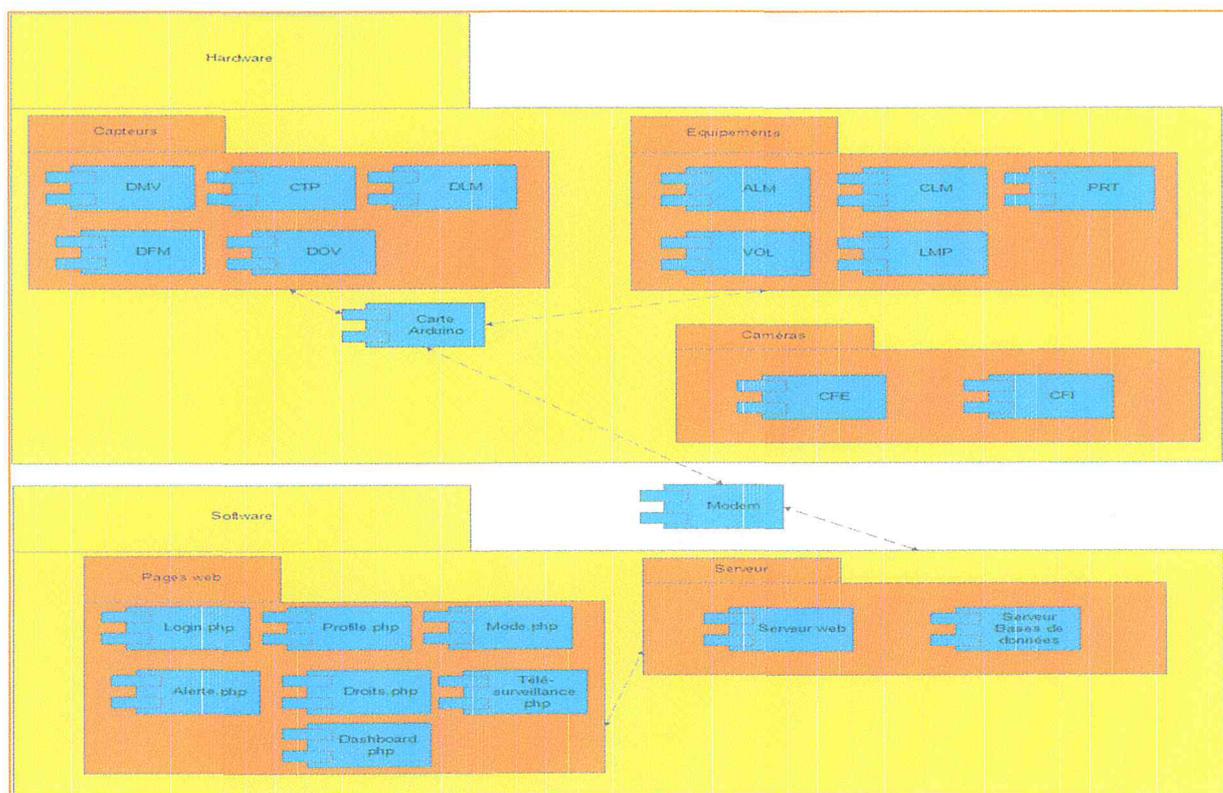
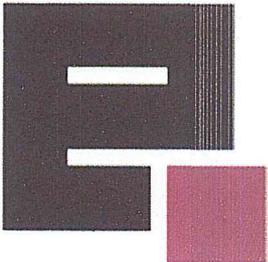


Figure 23: Diagramme de composants.

4. Spécifications Techniques

4.1. Technologies Utilisées (SOFTWARE)

4.1.1. Environnement et Langages de Développement

<i>EasyPHP</i>	
<p>EasyPHP (version 14.1) (36) fut le premier package WAMP à voir le jour (1999). Il s'agit d'une plateforme de développement Web, permettant de faire fonctionner localement (sans se connecter à un serveur externe) des scripts PHP. EasyPHP n'est pas en soi un logiciel, mais un environnement comprenant deux serveurs (un serveur web Apache version 2.4.7 et un serveur de bases de données MySQL version 5.6.15), un interpréteur de script (PHP), ainsi qu'une administration SQL phpMyAdmin. Il permet donc d'installer en une seule fois tout le nécessaire au développement local du PHP.</p>	
<i>Sublime Text 2 (éditeur de texte)</i>	
<p>Sublime Text (37) est un éditeur de texte générique codé en C++ et Python, disponible sur Windows, Mac et Linux. Le logiciel a été conçu tout d'abord comme une extension pour Vim, riche en fonctionnalités.</p> <p>Depuis, la version 2.0, sortie le 26 juin 2012, l'éditeur prend en charge 44 langages de programmation majeurs, tandis que des plug-ins sont souvent disponibles pour les langages plus rares.</p>	
<i>ARDUINO IDE</i>	
<p>Le logiciel de programmation des modules Arduino (38) est une application Java, libre et multiplateforme, servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le firmware et le programme au travers de la liaison série (RS-232, Bluetooth ou USB selon le module). Il est également possible de se passer de l'interface Arduino, et de compiler et uploader les programmes via l'interface en ligne de commande. Le langage de programmation utilisé est le C++, compilé avec avr-g++ 6, et lié à la bibliothèque de développement Arduino, permettant l'utilisation de la carte et de ses entrées/sorties. La mise en place de ce langage standard rend aisé le</p>	

développement de programmes sur les plates-formes Arduino, à toute personne maîtrisant le C ou le C++.

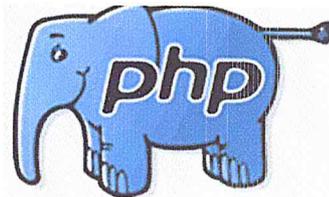
MYSQL

MySQL, le plus populaire des serveurs de bases de données SQL Open Source, c'est un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR). Il est distribué sous une double licence GPL et propriétaire. Il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde, autant par le grand public (applications web principalement) que par des professionnels, en concurrence avec Oracle, Informix et Microsoft SQL Server.



PHP

PHP (officiellement, ce sigle est un acronyme récursif pour PHP Hypertext Preprocessor) (39) est un langage de scripts généraliste et Open Source, spécialement conçu pour le développement d'applications web. Il peut être intégré facilement au HTML. Ce qui distingue PHP des langages de script comme le Javascript, est que le code est exécuté sur le serveur, générant ainsi le HTML, qui sera ensuite envoyé au client. Le client ne reçoit que le résultat du script, sans aucun moyen d'avoir accès au code qui a produit ce résultat. Vous pouvez configurer votre serveur web afin qu'il analyse tous vos fichiers HTML comme des fichiers PHP. Ainsi, il n'y a aucun moyen de distinguer les pages qui sont produites dynamiquement des pages statiques.



JavaScript

Le Javascript (40) est un langage de script incorporé dans un document HTML. Historiquement il s'agit même du premier langage de script pour le Web. Ce langage est un langage de programmation qui permet d'apporter des améliorations au langage HTML en permettant d'exécuter des commandes du côté client, c'est-à-dire au niveau du navigateur et non du serveur web.

Ainsi le langage Javascript est fortement dépendant du navigateur appelant la page web dans laquelle le script est incorporé, mais en contrepartie il ne nécessite pas de compilateur, contrairement au langage Java, avec lequel il a longtemps été confondu.



Tableau 9: Environnement et langage de développement.

4.2. Technologies Utilisées (HARDWARE)

Arduino Mega	
Microcontrôleur	<u>ATmega2560</u>
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'entrée (recommandé)	7-12V
Tension d'entrée (limite)	6-20V
Puces d'E / S numériques	54 (dont 15 fournissent la sortie PWM)
Goupilles d'entrée analogiques	16
Courant continu par broche E / S	20 mA
Courant continu pour broche 3.3V	50 mA
Mémoire flash	256 Ko dont 8 Ko utilisés par bootloader
SRAM	8 Ko
EEPROM	4 KB
Vitesse de l'horloge	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Longueur	101,52 mm
Largeur	53,3 mm
Poids	37 g
Ethernet Shield2	
Microcontrôleur (compatible)	ATmega2560 Arduino Uno/
Tension de fonctionnement	5V
Contrôleur Ethernet	W5500 avec buffer interne 32K
Tension d'alimentation du plug	6-20V
Vitesse de connexion	10/100 Mb
Connexion à Arduino	port SPI
Connexion RJ-45	standard

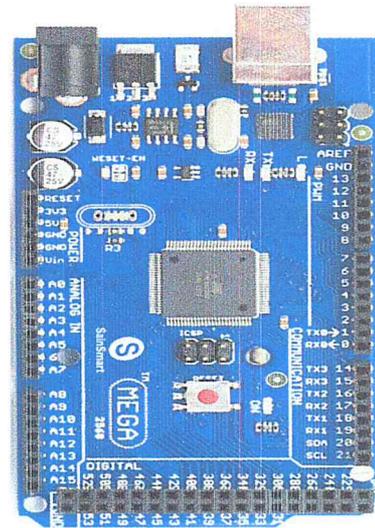
Emplacement pour carte micro-SD	Oui
Contrôleur de reset intégré	Oui
Compatible avec la norme IEEE802.3af	Oui
Tension d'alimentation	30-57V
Protection contre les surcharges et les court-circuit	Oui
Tension de sortie	12V
Efficacité typique du convertisseur de tension	85% @ 80% de charge
Dimensions	53 x 68,5 mm
Poids	26 g
PC portable	
Marque	<u>Lenovo</u>
Laptop	<u>G580</u>
Catégorie	NetBook
Taille Ecran	<u>Ecran 15.6 pouces</u>
Type Ecran	LED
Résolution Ecran	1366 x 768
Processeur	<u>Intel Core i3-3110M</u>
Fréquence de l'horloge	2.4 GHz
Mémoire Cache	3 Mo
Carte Vidéo	Intel HD Graphics
Système d'exploitation	<u>Free DOS</u>
Mémoire Vive	4 Go RAM
Type Mémoire	DDR3
Capacité Disque	500 Go Disque
Vitesse du disque	5400 tr/min
Type disque	S-ATA
Batterie	6 cellules

Autonomie Batterie	4 heures
Lecture Optique	Graveur DVD

Carte Arduino

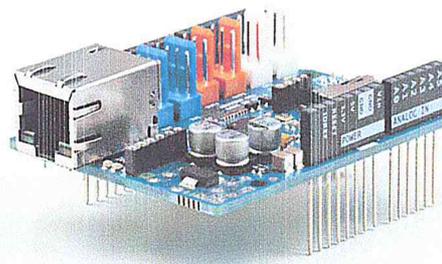
Il s'agit de cartes matériellement libres sur lesquelles se trouve un microcontrôleur (d'architecture Atmel AVR comme par exemple l'Atmega328p). Les schémas de ces cartes sont publiés en licence libre, cependant, certains composants, comme le microcontrôleur par exemple, ne sont pas en licence libre. Le microcontrôleur peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage...), le pilotage d'un robot, de l'informatique embarquée, etc. C'est une plate-forme basée sur une interface entrée/sortie simple. Elle était destinée à l'origine principalement mais pas exclusivement à la programmation multimédia interactive en vue de spectacle ou d'animations artistiques.

Il existe plusieurs versions de cette carte (Arduino méga, Arduino uno, Arduino nano, Arduino genino ...). Nous avons choisi l'Arduino méga 2560 car il offre plusieurs avantages pour notre projet comme par exemple le nombre de ports E/S et aussi la taille du code à manipuler.



Carte bouclier (Shield) Ethernet

L'Arduino Ethernet Shield (38) permet à une carte Arduino de se connecter à un réseau Ethernet Il est basé sur la puce Ethernet Wiznet W5500. Le Wiznet W5500 fournit un réseau (IP) capable d'utiliser TCP et UDP. Il y a une fente pour carte micro-SD intégrée, qui peut être utilisée pour stocker des fichiers pour le service sur le réseau. Il est compatible avec l'Arduino Uno et Méga il sera connecté à notre unité de contrôle (Arduino méga) puis a un switch/routeur à grâce à câble RJ45 pour que l'Arduino soit accessible dans le réseau local ou bien externe (selon la configuration).



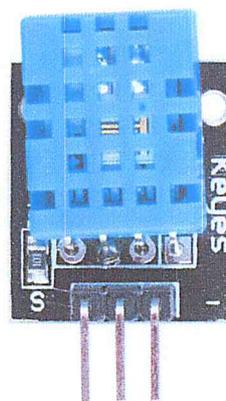
DHT11 (Capteur température / humidité)

Ce capteur d'humidité et de température est très répandu dans le contrôle de climatisation, il est constitué d'un capteur de température à base de NTC et d'un capteur d'humidité résistif, un microcontrôleur s'occupe de faire les mesures, les convertir et de les transmettre.

Ce capteur est calibré en usine et ses paramètres de calibration sont stockés dans la mémoire OTP (Rom) du microcontrôleur.

Il s'interface grâce à un protocole semblable à 1Wire sur 1 seul fil de donné, une bibliothèque pour Arduino est disponible, il est possible de déporter le capteur jusqu'à 20 m.

Cette version est constitué uniquement du capteur, il possède 4 broches espacées de 2,45 mm ce qui permet de le brancher facilement sur une breadboard¹.



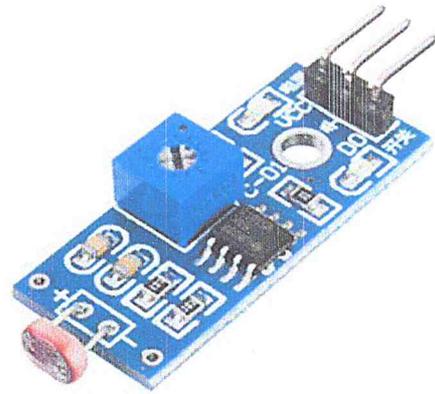
Capteur de luminosité

¹ Une platine d'expérimentation ou platine de prototypage (appelée en anglais breadboard, solderless breadboard, protoboard, plugboard ou encore Labdec du nom de la marque la plus répandue) est un dispositif qui permet de réaliser le prototype d'un circuit électronique et de le tester.

Une photorésistance est un composant dont la résistivité dépend de la luminosité ambiante. Autrement dit, c'est une résistance dont la valeur change en fonction de la lumière qu'elle reçoit.

Il existe différents types de photorésistances, chacune ayant des valeurs de résistance différentes en fonction de la luminosité ambiante. Le type le plus classique de photorésistances est de 1M ohms (obscurité) / 12K ohms (pleine lumière).

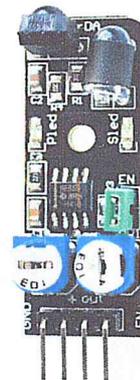
Qu'importe le diamètre de la photorésistance, sa valeur dans l'ombre ou en pleine lumière, quand une photorésistance est illuminée, sa résistance diminue. On peut donc utiliser une photorésistance pour mesurer la luminosité ambiante.



Avoid Capteur (détecteur de mouvement)

Ce capteur est un module adaptable à la lumière ambiante qui possède une paire de tubes infrarouge en émission / réception. Les tubes de transmission émettent de l'infrarouge à une certaine fréquence, lorsque qu'un obstacle est détecté (surface de réflexion), l'infrarouge réfléchi est reçu par le tube de réception. Après un comparateur circuit de traitement, pour détecter l'intrusion. La distance de détection peut être ajustée grâce à un bouton potentiomètre. La distance efficace est de 2 ~ 30 cm, la tension de fonctionnement de 3.3 V-5 V. La plage de détection du capteur peut être obtenue en ajustant le potentiomètre, avec peu d'interférences.

Ce capteur est facile à assembler, facile à utiliser, et peut être largement utilisé dans les robots d'évitement d'obstacles, voiture, et beaucoup d'autres applications.



PIR Capteur (détecteur de mouvement)

Un capteur infrarouge permet de détecter un mouvement dans son champ de vision en se basant sur l'infrarouge. On parle aussi de capteur pyroélectrique ou PIR. Le PIR est capable de détecter une variation d'ondes infrarouges, ce qui génère un courant électrique. Dans le cas de notre capteur, il est en fait divisé en deux parties différentes reliées ensemble afin de détecter une variation lorsqu'une des moitiés capte plus que l'autre. On a ainsi un relevé d'une différence, et non plus une valeur simple.

Lors d'un mouvement, la variation des deux moitiés va être positive.

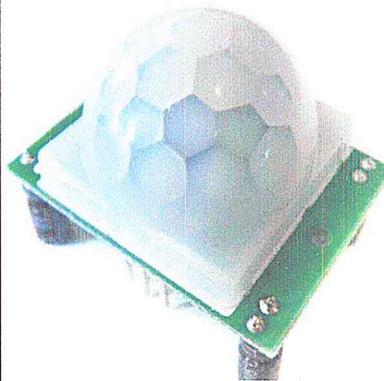


Tableau 10: Spécifications techniques du matériel.

Dans ce qui suit, nous allons donner une illustration des locaux censés être supervisés et contrôlés grâce à notre plateforme de contrôle et de supervision. Ainsi, la figure 24 ci-dessous illustre le plan du siège de S@TICOM qui doit être supervisé à distance.

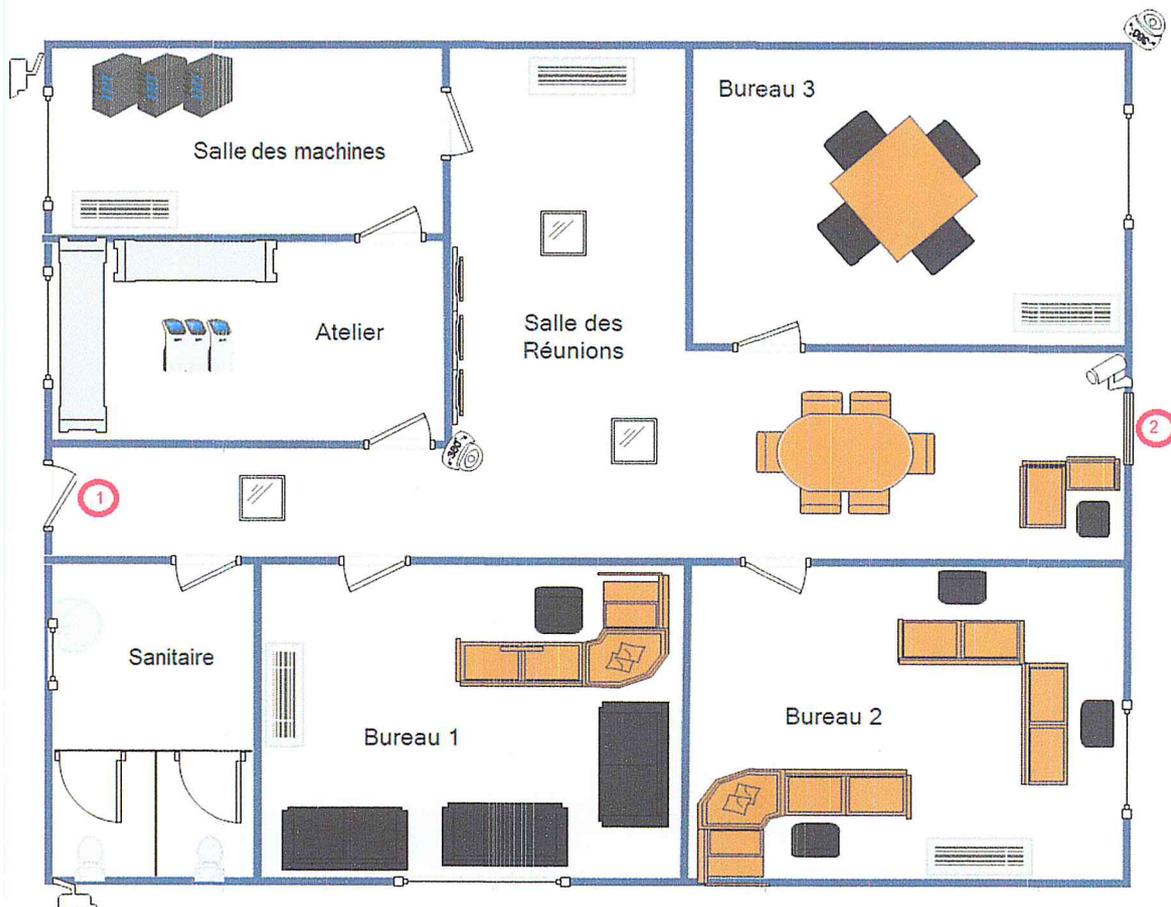


Figure 24: Siège S@TICOM Blida.

L'espace se trouve à l'enceinte d'Algérie télécom Blida et dispose donc d'une clôture protégée par des gardiens. Le siège comprend :

- Deux (02) entrées principales (1 et 2) ;
- Une salle de travail dans le hall ;
- Trois (03) bureaux ;
- Des sanitaires ;
- Un atelier ; et
- Une salle des machines.

Note :

Pour les besoins du projet, il était convenu de faire un déploiement réel de la solution, mais après la mort de la personne qui était sensée nous aider en ce sens, nous avons opté pour la réalisation d'une maquette dont nous allons en parler plus bas dans ce chapitre.

Le matériel que nous devons utiliser a été revu en conséquence afin de pouvoir faire la simulation et la présentation de la solution.

Le tableau 12 ci-dessous, décrit le quantitatif du matériel utilisé.

Equipement	Nombre souhaité (site final)	Quantité réellement utilisée (maquette)
CFI	3	2 (webcam)
CFE	2 à 4	2 (webcam)
CDE	1	0
CTP	2	2 (un dans l'atelier et un autre dans la salle des serveurs)
DMV	5	2 (un à l'entrée « 1 » et le second dans le hall).
DFM	6	1 dans la salle des serveurs
DGZ	0	0
DOV	7	0
DLM	1	1 à l'extérieur
ALM	1	1 dans le hall pour que tous les employés puissent l'entendre
CLM	6	2 (un ans la salle des serveurs et un autre dans le Bureau 3)
VOL	5	0
LMP	8	8
PRT	2	2

Tableau 11: Etude quantitative.

5. Organisation et Plan de Travail

Le tableau 13 résume les phases majeures de notre programmation.

Tâches	Période	Description
Familiarisation avec Arduino	Sep - Fév	Lectures, formations, et premiers exercices
Elaboration de	Mars	Une première maquette web était nécessaire pour

la plateforme web		garantir une exploitation optimale de l'application et pouvoir faire les tests de manière organisée.
Tests individuels sur les capteurs	Avril	Après avoir trouvé une organisation et établir une liste de tâches par priorité, nous avons entamé des tests individuels sur divers capteurs afin de trouver les plus adaptés à l'application.
Tests sur caméras IP	Fin Avril	<p>Une fois les tests initiaux effectués, nous nous sommes intéressés à un autre volet de notre application qui est la télésurveillance live. L'objectif étant de permettre à un dirigeant de voir un rendu live sur les locaux et de pouvoir superviser les lieux. De plus, deux autres fonctionnalités se sont avérées intéressantes pour les besoins de sécurité :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- La capture d'image et le changement d'orientation de la caméra (ou encore son zoom) peuvent être réglés lors d'une intrusion ou incident afin de pouvoir faire une levée de doute ; 2- Le déclenchement automatique de l'enregistrement en cas d'alerte, accident, intrusion...etc afin de pouvoir garder trace de l'évènement et sa prise en charge. <p>Dans le second cas, il faudra prévoir un espace de stockage adéquat aux besoins de l'application et prévoir un enregistrement redondé ou un double enregistrement (local et distant). Ces fonctionnalités ont bien été passées en revues afin d'envisager leur intégration future.</p>
Premiers tests des scénarios	Mai	Une fois, les différents capteurs maîtrisés individuellement, il était temps de les tester dans le cadre de scénario préconfiguré. C'est là que l'intérêt des agents apparaît le plus car il s'agissait de déclencher des scénarios en fonction de l'heure de la

		<p>journée, du jour de la semaine, de la température, de la luminosité et donc le système devait être à l'écoute de l'environnement dans lequel il est implanté.</p> <p>Nous avons donc simuler divers conditions et éléments contextuels et apporter les modifications nécessaires pour que le système puisse réagir.</p>
Elaboration de la maquette		<p>Après la mort de Monsieur Boughrara Abderrahmane le 08 Mai 2017, le déploiement en réel de la solution dans les locaux de S@TICOM Blida a sérieusement freiné et il fallait opter pour une alternative urgente. D'où, notre proposition de réaliser une réplique fidèle des locaux en miniature pour pouvoir simuler toutes les fonctionnalités du système à petite échelle.</p>
Tests des capteurs et dispositifs par lot		<p>Une étape importante de notre développement été de pouvoir garantir que notre application respectait deux notions importantes de l'état de l'art de la domotique : l'internet of things et les système multi-agents. C'est pourquoi, il était important de pouvoir faire la distinction entre deux équipement de même nature mais qui se trouve dans deux emplacements différents.</p>
Divers tests de l'application en condition réelle.	Début Juin	<p>Depuis, le début du mois de juin nous avons terminé d'assemblé toutes les pièces matérielles et les composantes logicielles de notre plateforme et nous avons fait des tests en conditions réelle.</p>

Tableau 12: Organisation du développement.

Note :

Afin de pouvoir manipuler les webcams comme des caméras IP, nous avons eu recours à un logiciel intéressant « YawCam² » qui permet de créer un serveur de streaming ou serveur FTP en attribuant des ports personnalisés afin de pouvoir accéder à la webcam en utilisant l'adresse IP du PC sur lequel elle est branchée.

² <http://www.yawcam.com>

6. La Plateforme WEB

Nous avons choisi de développer notre plateforme sous format web (responsif) dans un premier temps avec comme perspective de réaliser la version mobile de l'application.

La figure 25 représente le schéma d'accessibilité de notre plateforme.

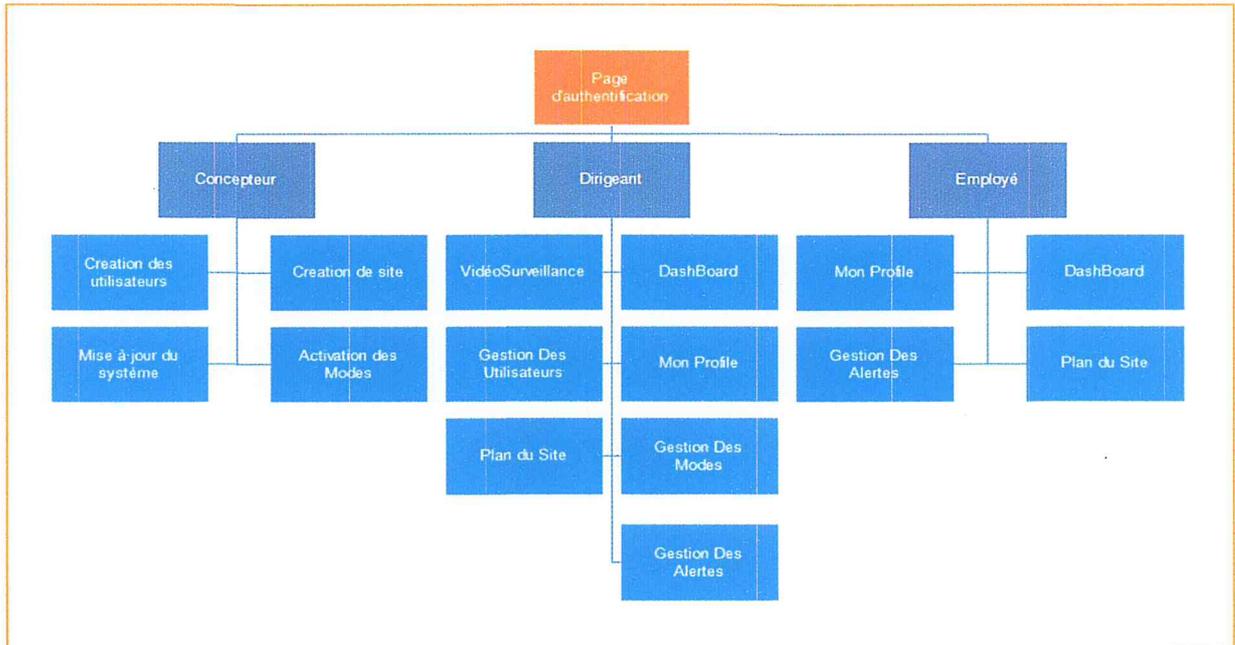


Figure 25: Schéma d'accessibilité du site.

Après la page d'authentification (voir figure 26), chaque utilisateur est dirigé vers son espace personnel.

La page de login est présentée avec un en-tête rouge contenant le mot 'Login'. En dessous, il y a deux champs de saisie : 'Username' et 'PassWord'. Un bouton rouge 'LOGIN' est situé en bas à droite de la zone de formulaire.

Figure 26: Page de login.

En fonction de son poste et de ses droits d'accès, l'utilisateur aura un menu différents (voir figure 27).

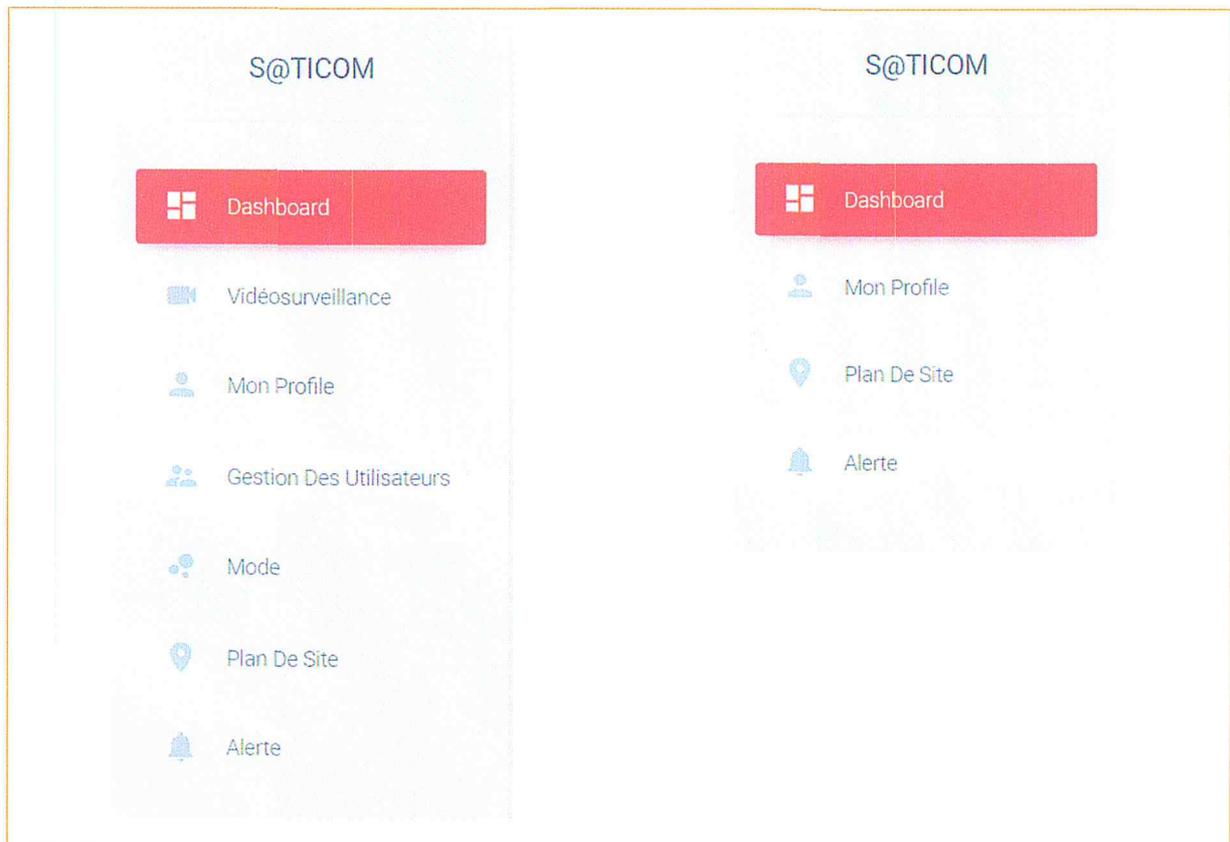


Figure 27: Exemple de menus selon les droits d'accès différents.

La figure 28 illustre le Dashboard (tableau de bord) de notre application. C'est à partir de cette page que les différents espaces de l'entreprises peuvent être contrôlés et supervisés.

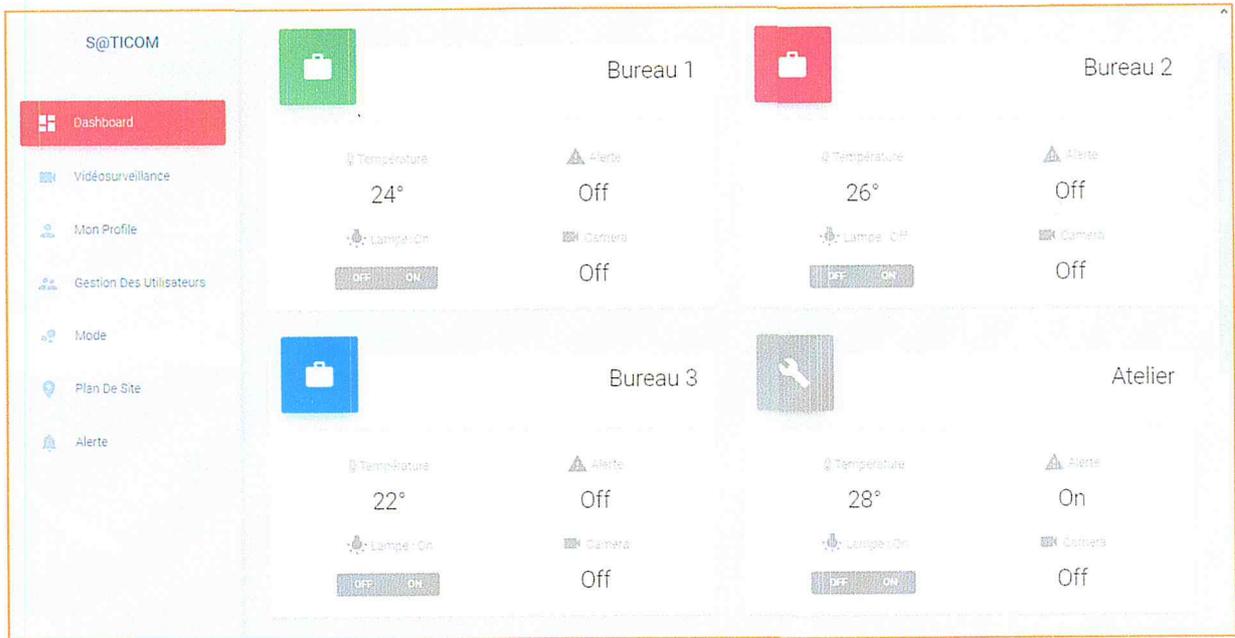


Figure 28: Dashboard de la plateforme.

Le Dashboard permet d'avoir la température de chaque pièce, de pouvoir allumer ou éteindre la lumière ou la climatisation. De voir les notifications d'alertes dans les différents endroits, et d'accéder (dans le cas du dirigeant) à une caméra particulière (voir figure 29).

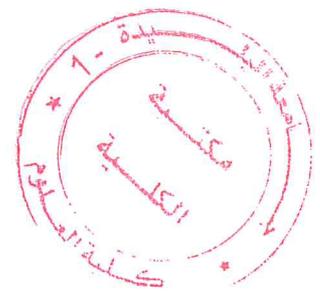
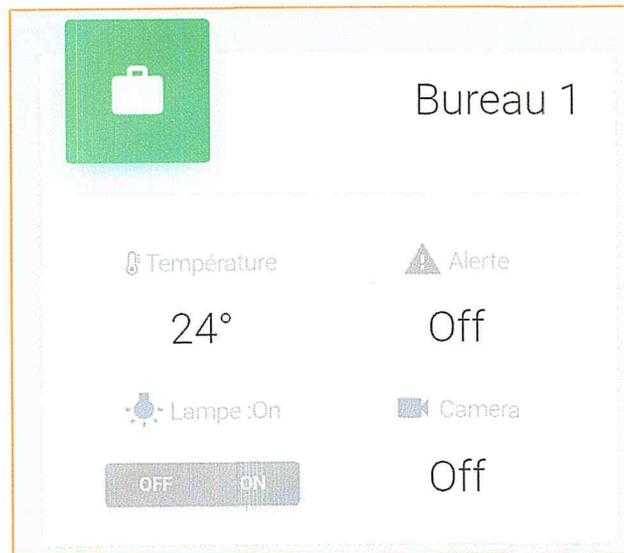


Figure 29: Etat d'un bureau.

Dans ce qui suit, nous allons présenter d'autres pages de la plateforme en prenant en considération l'utilisateur de type « Dirigeant » ou « gérant » car c'est celui qui possède toutes les fonctionnalités.

Le dirigeant peut à tout moment avoir un aperçu live de l'ensemble des caméras de l'entreprise ou une caméra en particulier (voir figure 30).

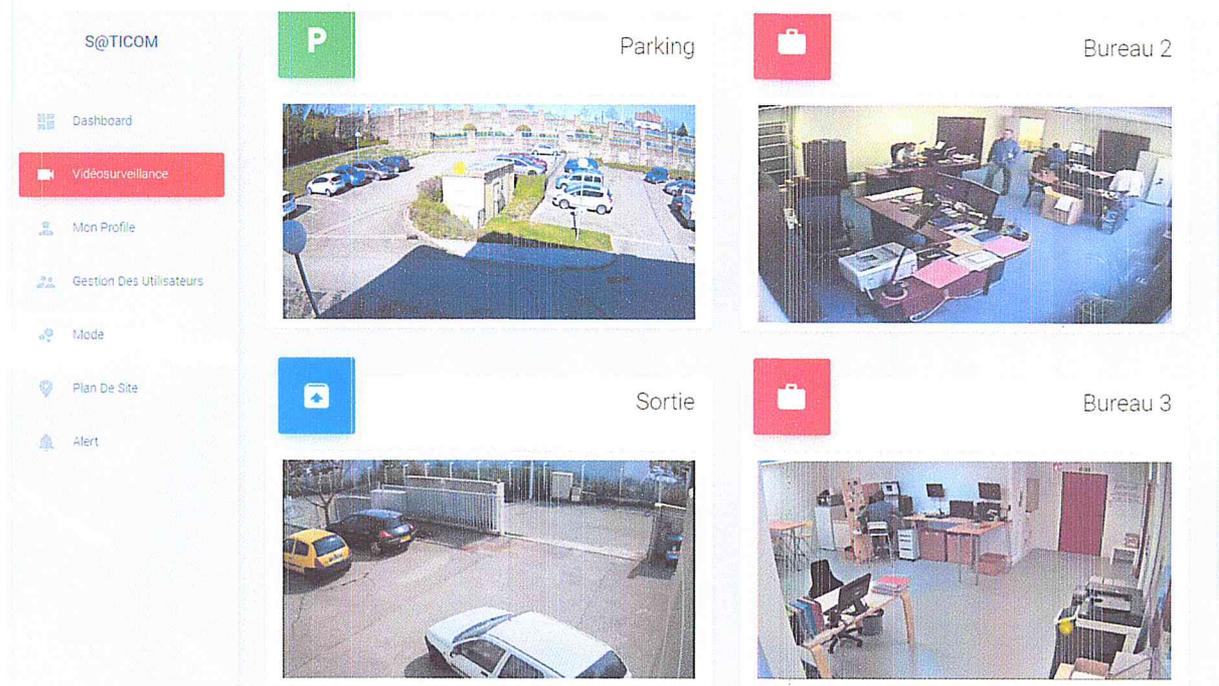


Figure 30: Page de vidéo-surveillance.

Le dirigeant peut voir l'état des modes et les désactiver (ou activer) au besoin comme montré dans le figure 31.

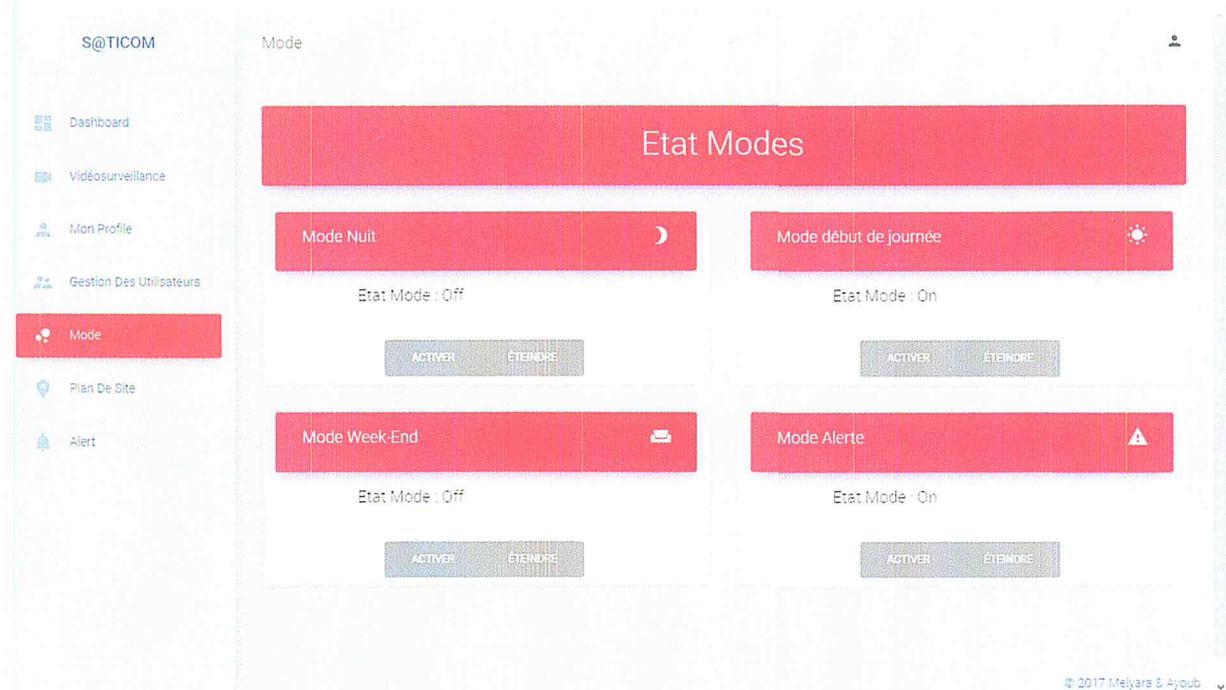


Figure 31: Gestion des modes.

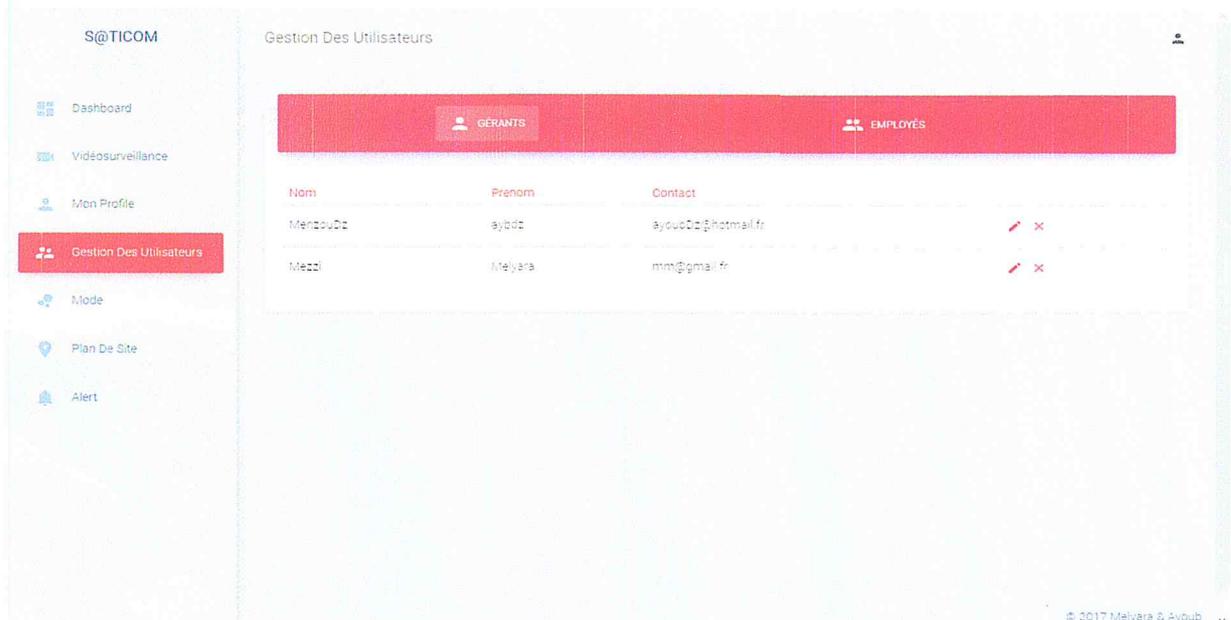
Chaque utilisateur, peut accéder à son profile (voir figure 32) et modifier ses informations (contact, nom d'utilisateur, et mot de passe).



Figure 32: Gestion de profile utilisateur.

De plus, le dirigeant peut gérer tous les utilisateurs en modifiant leurs droits d'accès et de visualisation.

- La figure 33 illustre la liste de tous les utilisateurs regroupés selon leur type ;
- La figure 34 illustre la modification des droits d'accès d'un utilisateur en particulier ;
- La figure 35 représente notre table « Utilisateur » ;
- La figure 36 représente la table qui contient les différents droits d'accès.



The screenshot shows a web application interface for user management. The left sidebar contains navigation options: Dashboard, Vidéosurveillance, Mon Profil, Gestion Des Utilisateurs (highlighted), Mode, Plan De Site, and Alert. The main content area is titled 'Gestion Des Utilisateurs' and features a red header with two tabs: 'GERANTS' and 'EMPLOYÉS'. Below the tabs is a table with the following data:

Nom	Prenom	Contact	
MenzouDz	ayoub	ayoubDz@hotmail.fr	 
Mezzi	Mejjana	mzm@gmail.fr	 

At the bottom right of the interface, there is a copyright notice: © 2017 Mejjana & Ayoub.

Figure 33: Liste des utilisateurs (regroupés par type).

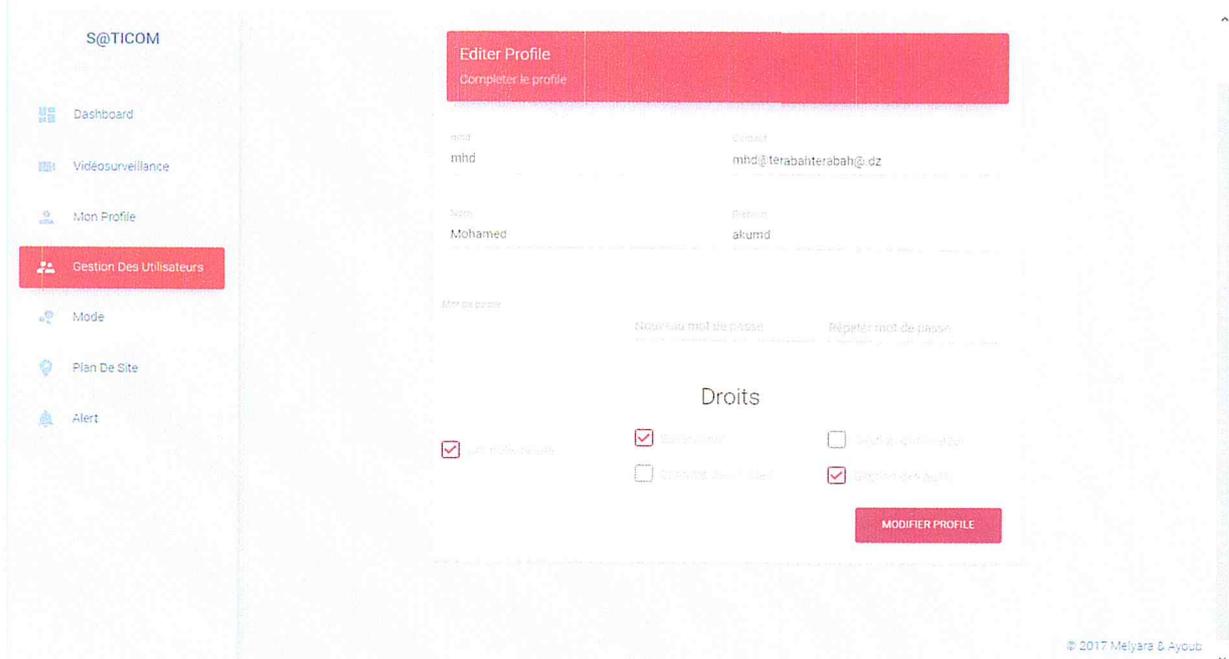


Figure 34: Gestion droits d'accès.

	user	password	nom	prenom	type	droits	contact
<input type="checkbox"/>	admin	admin	MenzouDz	aybdz	directeur	1,2,3,4,5	ayoubDz@hotmail.fr
<input type="checkbox"/>	mezzi	mezzi	Mezzi	Melyara	directeur	1,2,3,4,5	mm@gmail.fr
<input type="checkbox"/>	mhd	mhd	Mohamed	akumd	employee	1,2,4,5	mhd@terabahterabah@dz
<input type="checkbox"/>	mimi	mimi	mimi	meriem	employee	1,5	mimi@sati.com

Figure 35: Table utilisateurs.

	idDroit	nomDroit
<input type="checkbox"/>	1	Contrôle du site
<input type="checkbox"/>	2	Supervision
<input type="checkbox"/>	3	Gestion d'utilisateurs
<input type="checkbox"/>	4	Controle des modes
<input type="checkbox"/>	5	Gestion des alertes

Figure 36: Table des droits d'accès.

7. Conclusion

Dans ce chapitre a été consacré au développement de notre plateforme de contrôle et de supervision. Nous avons abordé la notion de systèmes multi-agents et défini les différents agents qui interviennent dans notre application et leur fonctionnement. Nous avons par la suite donné le diagramme de composants de notre système. Après, nous avons présenté les spécifications techniques du matériel, logiciels, et langages utilisés. Par la suite, le plan du site a été introduit ainsi qu'une description des locaux et le quantitatif des équipements utilisés.

En fin, après avoir présenté notre plan de travail et l'organisation des tâches de développement, nous avons conclu le chapitre en donnant le schéma d'accessibilité et des captures d'écrans illustratives des diverses fonctionnalités de la plateforme.

Conclusion Générale

La domotique est l'ensemble des techniques utilisées dans l'habitation qui permet de centraliser le contrôle des différents systèmes de la maison. Le principe de la domotique est de faire en sorte qu'une maison devienne intelligente, indépendante, qu'elle réfléchisse par elle-même. Tous ces principes sont permis grâce à l'Internet des Objets (IOT) qui permet de connecter les appareils de la maison à un réseau et de les piloter à distance.

Nous pouvons conclure que pour simplifier la vie et pouvoir contrôler son domicile en minimisant les tracas du quotidien, il est judicieux d'investir dans un système domotique qui peut s'adapter à chaque style de vie.

La prise en compte de certaines dimensions contextuelles comme le temps, la localisation, la température...Etc. nous permet de mettre en place des scénarios où l'intérêt de la domotique prend tout son sens. En effet, le processus de prise en considération du contexte passe par trois étapes importantes qui sont : l'acquisition, l'interprétation, et l'action (ou prise de décision). Les actions, dans notre cas sont d'ordre physique ou virtuel afin de garantir un des aspects de la domotique à savoir : sécurité, confort, économie d'énergie ou plusieurs à la fois.

Dans notre projet, toutefois, nous nous sommes plus intéressés aux deux premiers aspects de la domotique. A savoir : sécurité et confort. Ainsi, nous avons pu concevoir et implémenter un système multi-agents qui prend en considération les facteurs contextuels : heure de la journée, jour de la semaine, température, fumée, luminosité...etc. et adapte l'environnement de travail en conséquence : extinction ou allumage des lumières ou de la climatisation, signal d'alerte à l'incendie ou à l'intrusion, ouverture et fermeture automatique des portes et des volets...etc.

Notre projet représentait un double challenge tel que la domotique était une discipline auquel le département de recherche et développement commençait à peine à s'intéresser et voulait pouvoir maîtriser ces nouvelles technologies et proposer un produit en ce sens. De plus, l'entreprise elle-même avait changeait de siège d'où l'intérêt de vouloir domotiser les locaux initiaux. Tels qu'ils puissent être contrôlés et surveillés en local et à distance.

Ce projet était une occasion pour nous de se familiariser avec des concepts nouveaux, notamment des concepts issus de l'électronique. L'automatisation des

espaces de travail et maisons est un domaine tendance qui ne cesse de faire parler de lui. De plus, l'avancée technologique (en terme de miniaturisation et vulgarisation des capteurs, contrôleurs...) ouvre un champ de perspectives vraiment intéressantes.

Au terme de notre stage, nous estimons que les objectifs qui ont été fixés au préalable ont été bien respectés. Toutefois, quelques perspectives d'amélioration de notre travail peuvent être faites une fois le déploiement réel terminé :

- Pousser la notion de l'internet des objets plus loin en permettant au concepteur de créer autant de nouveaux modes, de droits d'accès qu'il souhaite et ne pas le limiter à activer des fonctionnalités préétablies ;
- Réaliser la version mobile de l'application pour une meilleure flexibilité d'utilisation et une plus belle ergonomie d'interface ;
- Possibilité de génération de schéma d'installation qui aident les techniciens dans le raccordement des différents capteurs et équipements au microcontrôleur ;
- Continuer dans ce domaine passionnant en essayant d'autres champs de l'application de la domotique comme l'économie d'énergie ;
- Tester d'autres capteurs comme celui du gaz par exemple et de nouvelles technologies comme les technologies sans fils comme le wifi, le Bluetooth, ou Zigbee pour éviter le câblage et de se fait gagner du temps pour le déploiement de la plateforme.

Références Bibliographiques

BIBLIOGRAPHIE

1. FONTAINE, Emeric. Programmation d'espace intelligent par l'utilisateur final. Grenoble : s.n., 2006.
2. Abras, Shadi. *Système domotique Multi-Agents pour la gestion de l'énergie dans l'habitat*. Grenoble : l'Institut polytechnique de Grenoble, 2009.
3. Qu'est-ce que la domotique ? [En ligne] [Citation : 09 11 2016.] <http://www.maisontravaux.fr/electricite/petits-travaux-electriques/installation-domotique-pour-avoir-une-maison-domotique/>.
4. *Les automatismes du bâtiment*. France : SIRLAN Technologies.
5. CRTA. Domotique. *cрта.fr*. [En ligne] [Citation : 25 11 2016.] <http://cрта.fr/wp-content/uploads/2013/07/46-Domotique.pdf>.
6. des-exemples-dutilisation-dobjets-connectes-dans-la-domotique. *L'Internet des Objets dans la Domotique*. [En ligne] [Citation : 10 12 2016.] <https://internetdesobjets-domotique.com/des-exemples-dutilisation-dobjets-connectes-dans-la-domotique/>.
7. NEST LEARNING THERMOSTAT 3E GENERATION. <http://www.darty.com/>. [En ligne] [Citation : 10 12 2016.] http://www.darty.com/nav/achat/telephonie/confort_energie/thermostat_connecte/nest_thermostat_3e_gen.html#darty clic=PL_les-clients-ayant-effectue-une-recherche-similaire-ont-aussi-consulte_2_4180798.
8. Mr.B.DJAMAA. *Extrait du formation: Introduction aux nouvelles technologies de l'Internet Des Objets*.
9. *L'Internet des objets Comment l'évolution actuelle d'Internet transforme-t-elle le monde ?* Dave Evans Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG). Avril 2011.
10. Qu'est ce que l'Internet des Objets? *internetdesobjets-domotique.com*. [En ligne] [Citation : 10 12 2016.] <https://internetdesobjets-domotique.com/quest-ce-que-linternet-des-objets/>.
11. Jadoul, Marc. iot next step internet evolution. [En ligne] 15 03 2015. <https://insight.nokia.com/iot-next-step-internet-evolution>.
12. D. Miorandi, S. Sicari, F. De Pellegrini, and I. Chlamtac. *Internet of things: Vision, applications and research challenges*. Italy : Ad Hoc Networks, 2012.
13. MOAWAD, Rabih. *QoS dans les WPAN, WLAN et*. 2014.
14. Mechraoui, Amine. *Co-conception d'un système commandé en réseau sans*. Grenoble : UNIVERSITE DE GRENOBLE, 2011.
15. Le-Roux, Laurent Coutelier & Bruno. *La technologie RFID*. 2013.
16. *how the internet of things is changing healthcare and transportation*. CIO. Canada : CIO Digital Magazine, 2016.

17. **Porter, Martin.** The Porter Stemming Algorithm. *Porter Stemming Algorithm*. [En ligne] Octobre 2016. <https://tartarus.org/martin/PorterStemmer/>.
18. Internet des objets dans Transport & Logistique. *iotsworldcongress.com*. [En ligne] [Citation : 21 12 2016.] <http://www.iotsworldcongress.com/congress/call-for-papers/internet-of-things-in-transportation-logistics/>.
19. **Liang, Yee Win Shwe and Yung C.** *Smart Dust Sensor Network with Piezoelectric*. Hanoi, Vietnam : The 6th International Conference on Information Technology and Applications, 2009.
20. **American Chemical Society.** news. *phys.org*. [En ligne] 29 03 2011. [Citation : 20 12 2016.] <http://phys.org/news/2011-03-nanogenerator-electricity-fingers.html>.
21. Lunettes Google Glass. *larealiteaugmentee*. [En ligne] 2015. [Citation : 21 12 2016.] <http://www.larealiteaugmentee.info/google/glass-lunettes/>.
22. internet objets transports sante. *objetconnecte.com*. [En ligne] [Citation : 21 12 2016.] <http://www.objetconnecte.com/internet-objets-transports-sante-1109/>.
23. IOT DANS LA DOMOTIQUE . *internetdesobjets-domotique.com*. [En ligne] GROUP TPE , 18 11 2015. [Citation : 21 12 2016.] <https://internetdesobjets-domotique.com/2015/11/18/la-place-de-la-domotique-dans-linternet-des-objets/>.
24. *Augmented Business*. s.l. : The Economist, 2010.
25. **Thoin-Bousquié, Julie.** BMW et IBM collaborent pour améliorer l'expérience de conduite grâce à Watson. *usinenouvelle*. [En ligne] 16 12 2016. [Citation : 21 12 2016.] <http://www.usinenouvelle.com/article/bmw-et-ibm-collaborent-pour-ameliorer-l-experience-de-conduite-grace-a-watson.N477839>.
26. **European Commission.** Digital Single Market. *ec.europa.eu*. [En ligne] 26 01 2016. [Citation : 21 12 2016.] <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/ecall-time-saved-lives-saved>.
27. Qu'est ce que l'Internet des Objets ? *objetconnecte.net*. [En ligne] [Citation : 21 12 2016.] <http://www.objetconnecte.net/internet-des-objets-1208/>.
28. **IMPACT OF MOBILE CONTEXT-AWARE APPLICATIONS. FERESHTEH FALAH CHAMASEMANI, LILLY SURIANI AFFENDEY.** 1, Putra : Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 2014, Vol. 62 . 1817-3195.
29. **GHAYAM, Yassine EL.** *La Sensibilité au Contexte dans un*. RABAT : École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des, 2011.
30. **Guivarch, Valérian.** *Prise en compte de la dynamique du contexte pour les systèmes ambiants*. TOULOUSE : UNIVERSITÉ DE TOULOUSE, 2014.
31. **G. K. Mostéfaoui, G. Pasquier-Rocha, and P. Brézillon.** *Context-aware computing: A guide for the pervasive computing community*. s.l. : ICPS, 2004. pp. 39–48.
32. *Context awareness in mobile computing: A review.* **George W. Musumba, Henry O. Nyongesa.** 1, 2013, Int J Machine Learn App, Vol. 2, pp. 1 - 10.

33. **EDOH-ALOVÉ, ÉLODIE.** CONCEPTION ET DÉVELOPPEMENT D'UN SERVICE WEB DE CONTEXTE SPATIL DEDIE AUX TELEPHONES INTELLIGENTS DANS LE CADRE DE CADRE DE JEUX EDUCATIFS INTERACTIFS. Québec - Canada : Mémoire magistère , 2012.
34. **Rey, G., Coutaz, J.** *Le Contexteur : une abstraction logicielle pour la réalisation de.* s.l. : IHM2002), 2003. pp. 105112.
35. *Out of context : Computer systems that adapt to, and learn.* **Dey, K. A., Salber, D., Abowd, D. G.** s.l. : IBM System Journal, 2000.
36. **ECHAOUCH, Zohaier.** http://www.memoireonline.com/03/12/5480/m_Developpement-d-un-site-dynamique-d-annonce-gratuit-11.html. <http://www.memoireonline.com/>. [En ligne]
37. **Skinner, Jon.** Sublime Blog. *sublimetext*. [En ligne] 30 November 2007. [Citation : 07 06 2017.] <http://www.sublimetext.com/blog/articles/anatomy-of-a-next-generation-text-editor>.
38. **arduino.** Arduino. [En ligne] [Citation : 07 05 2017.] <https://www.arduino.cc/>.
39. **Manuel PHP.** Qu'est-ce que PHP? [En ligne] [Citation : 08 Juin 2017.] <http://php.net/manual/fr/intro-what-is.php>.
40. **Comment ça marche.** Introduction au Langage Javascript. [En ligne] Juin 2017. [Citation : 08 juin 2017.] https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiOrsjcx63UAhUEPRoKHW7uDKYQFghHMAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.commentcamarche.net%2Fcontents%2F577-javascript-introduction-au-langage-javascript&usq=AFQjCNFnwxyPzn-o_sM3SSI.
41. **Glasgow, University of.** Terrier IR Platform. [En ligne] <http://terrier.org/>.
42. **GHAYAM, Yassine EL.** La Sensibilité au Contexte dans un. Rabat : Université Mohammed V Souissi, 2011.
43. *Context awareness in mobile computing: A review.* **George W. Musumba, Henry O. Nyongesa.** 1, 2013, Int J Machine Learn Appl, Vol. 2, pp. 1 - 10.
44. **(TREC), Text REtrieval Conference.** Text REtrieval Conference (TREC) Test Collections. [En ligne] http://trec.nist.gov/data/test_coll.html.

Ressources Intéressantes pour les Lecteurs

- <https://www.udemy.com/courses/>
<https://forum.arduino.cc/>
<http://www.instructables.com>

