

11/004.566

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université de 8 Mai 1945 - Guelma -  
Faculté des Mathématiques, d'Informatique et des Sciences de la matière  
Département d'Informatique



## Mémoire de Fin d'études Master

Filière : Informatique

Option : Systeme d'informatique

Thème :

---

**Proposition d'un model de reconnaissance  
des situations contextuelle dans le cadre  
d'une maison intelligente**

---

Encadré par :  
M.Brahimi Saïid

Présenté par :  
Chabou DjaberEddine

**Juin 2018**

Chabou DjaberEddine

---

Encadré Par

M.BRAHIMI SAIID

UNIVERSITÉ 8 MAI 1945 DE GUELMA



# Proposition d'un modèle de reconnaissance des situations contextuelles dans un cadre de maison intelligente

Monome

Mémoire de Fin d'études Master 2  
Option : Systeme D'informatique

Faculté des Mathématiques, d'Informatique  
Et des Sciences de la matière  
Département d'Informatique

21st June 2018

# *Résumé*

Un système de maison intelligente peut fournir de meilleurs services aux habitants s'il est capable de connaître (ou prédire) leurs activités en cours (ou futures). Dans ce travail, nous utilisons conjointement une approche statistique et une autre probabiliste (les réseaux bayésiens) pour reconnaître des activités à partir des données bruitées fournies par des capteurs environnementaux. À la différence de beaucoup de méthodes qui appliquent des algorithmes de reconnaissance directement sur les données brutes, nous avons proposé de passer par une étape préliminaire de prétraitement. Nous avons également réalisé un système de maison intelligente qui intègre et applique cette méthode. Si ce système peut permettre l'application de la méthode proposé sur des données de simulation, il peut fonctionner sur des données réelles grâce à son interface physique d'acquisition, que nous avons réalisé (en utilisant la carte Arduino et des capteurs réels).

# Remerciements

Après avoir rendu grâce à **“ALLAH”** le tout Puissant et le Miséricordieux, nous sommes reconnaissants pour nous avoir donné la capacité, l'inspiration et la santé pour compléter ce travail, et toutes nos études pour les cinq dernières années. Nous souhaitons exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à notre conseiller de projet, M. Brahim Said, pour les conseils patients, les encouragements et les conseils qu'il a fournis tout au long de ce projet. Surtout, pour le soutien incroyable, la motivation et la confiance et la confiance qu'il a eues sur nous, ce qui a rendu possible l'achèvement de ce travail. Notre gratitude va tout particulièrement aux membres du jury, à l'avance, pour leur intérêt dans notre projet, en acceptant de le revoir et de l'enrichir par leurs propositions. Nous devons exprimer notre gratitude à nos parents pour leurs soins, leur soutien et leurs encouragements sans fin, nos frères, soeurs, famille et bien-aimés qui ont vécu tous les hauts et les bas de notre travail sur ce projet. Achever ce travail aurait été difficile sans le soutien et l'amitié de nos amis, étudiants de la branche Système d'Informatique. Enfin, nous remercions tous les professeurs de notre Faculté, en particulier les professeurs du département d'informatique pour nous avoir fourni suffisamment de connaissances pour entreprendre ce projet.

# Table Des Matières

<b>Résumé</b>	<b>i</b>
<b>Remerciements</b>	<b>ii</b>
<b>Liste des Figures</b>	<b>vi</b>
<b>Liste des Tableaux</b>	<b>vii</b>
<b>Abréviations</b>	<b>viii</b>
<b>Introduction Général</b>	<b>xi</b>
<b>1 l’habitat intelligent</b>	<b>2</b>
1 Introduction . . . . .	3
2 Domotique . . . . .	4
2.1 Qu’est-ce que la domotique ? . . . . .	4
2.2 Environnement d’un système domotique . . . . .	5
2.3 Technologies pour la domotique . . . . .	7
3 Domaines connexes . . . . .	7
3.1 Internet des Objets (IoT pour Internet of Things) . . . . .	7
3.2 Intelligence ambiante . . . . .	8
3.3 Informatique ubiquitaire . . . . .	9
4 Application de la domotique sur la vie humaine . . . . .	10
4.1 Confort . . . . .	10
4.2 Économies d’énergie . . . . .	10
4.3 Sécurité . . . . .	11
5 Conclusion . . . . .	12
<b>2 Traitement de contextes</b>	<b>13</b>
1 Introduction . . . . .	14
2 Sensibilité au contexte dans les maisons intelligentes . . . . .	14
2.1 Définition du contexte . . . . .	15
2.2 Éléments du contexte dans le cadre de la maison intelligente . . . . .	15
2.3 Représentation du contexte . . . . .	15
2.4 Reconnaissance du contexte . . . . .	16
2.4.1 Techniques pour la reconnaissance du contexte . . . . .	17

3	Reconnaissance d'activités domestiques . . . . .	18
3.1	Activités et habitudes de vie . . . . .	18
3.1.1	Activités de la vie quotidienne (AVQ) . . . . .	18
3.1.2	Activités instrumentales de la vie quotidienne (AIVQ) . . . . .	18
3.1.3	Habitudes de vie . . . . .	18
3.2	Reconnaissance d'activités . . . . .	20
3.2.1	Sources d'information et approche de reconnaissance . . . . .	20
3.2.2	Modèles d'activités . . . . .	20
3.2.3	Technique de reconnaissance d'activités . . . . .	21
4	Réseaux Bayésiens (RB) . . . . .	21
4.1	Introduction aux réseaux Bayésiens . . . . .	21
4.2	Fondements des réseaux Bayésiens . . . . .	22
4.2.1	Causalité ou dépendance . . . . .	23
4.3	Inférence . . . . .	24
4.3.1	Inférence de base . . . . .	24
4.3.2	Inférence de chaîne . . . . .	24
4.3.3	Inférence dans les arbres . . . . .	25
4.3.4	Autres types d'inférence . . . . .	26
4.4	Construction des réseaux bayésiens . . . . .	27
4.4.1	Construction par un export et des paramètres . . . . .	27
4.4.2	Construction automatique des réseaux bayésiens . . . . .	27
5	Conclusion . . . . .	28
<b>3</b>	<b>Conception et implémentation</b>	<b>29</b>
1	Introduction . . . . .	30
2	Rappel du problème à résoudre et hypothèses . . . . .	30
3	Méthode de reconnaissance d'activité proposée . . . . .	30
3.1	Principe . . . . .	30
3.2	Méthode statistique pour la localisation temporelle des preuves d'activités	32
3.3	Fusion de données par réseau bayésien . . . . .	32
3.3.1	Modèle des activités . . . . .	33
3.3.2	Inférence des activités . . . . .	34
4	Conception . . . . .	36
4.1	Validation de la méthode proposée . . . . .	36
4.2	Architecture du système . . . . .	37
5	Implémentation . . . . .	38
5.1	Application Java . . . . .	38
5.2	Langage de programmation . . . . .	39
5.3	Environnements de développement . . . . .	39
5.3.1	environnement pour l'application JAVA . . . . .	39
5.3.2	environnement pour Application Arduino . . . . .	39
5.3.3	Bibliothèques tierces . . . . .	40
5.3.4	Tester les systèmes d'exploitation . . . . .	41
5.4	Implémentation de l'Interface physique . . . . .	42
5.5	Interface Graphique . . . . .	43
6	Conclusion . . . . .	48
	<b>Conclusion General</b>	<b>49</b>

**Bibliographie**

**51**

# List of Figures

1.1	Évolution temporelle de l'informatique, depuis sa naissance jusqu'à l'informatique ambiante [7] . . . . .	9
2.1	Modèle générale d'un système sensible au contexte selon Coutazet al [16]. . .	16
2.2	Activité et pièce de maison [19] . . . . .	19
2.3	Activités et période de la journée [19] . . . . .	19
2.4	exemple d'un réseau bayésien [21] . . . . .	22
2.5	Causalité et dépendance . . . . .	23
2.6	inférence des arbres [21] . . . . .	25
2.7	autre Inférence [21] . . . . .	26
3.1	Étapes de processus de reconnaissance d'activité . . . . .	31
3.2	Prétraitement des données issues des capteurs pour une activité . . . . .	32
3.3	illustration de le modèle d'activités que nous proposons. . . . .	33
3.4	Table de probabilité conditionnel de l'activité InToilet . . . . .	34
3.5	Table de probabilité conditionnel de l'activité Eating avec des données . . .	34
3.6	Architecture du système . . . . .	37
3.7	Plateforme de développement IntelliJ IDEA . . . . .	39
3.8	Plateforme de développement ArduinoIDE . . . . .	40
3.9	Schéma de raccordement . . . . .	42
3.10	vue schématique . . . . .	43
3.11	circuit imprime . . . . .	43
3.12	Login System . . . . .	43
3.13	Dashbord . . . . .	44
3.14	Energy Dashbord . . . . .	44
3.15	Flexible loads Dash . . . . .	44
3.16	Combinaisons température et l'énergie . . . . .	45
3.17	PaneauxPhotoVoltaïque Monitoring . . . . .	45
3.18	Energie de garage . . . . .	45
3.19	Home Dabsbord . . . . .	45
3.20	bayesian lab Résultat Of My Exprience . . . . .	46
3.21	BayesianLabForMySimulationLab . . . . .	46
3.22	TimelineDashForMyAlgorithme . . . . .	46
3.23	Plan de la maison . . . . .	46
3.24	Rooms Dabsbord . . . . .	47
3.25	mobilité Dashboard . . . . .	47
3.26	FCOSTS . . . . .	47

# List of Tables

1.1	différents approches liée à la domotique . . . . .	6
3.1	différents approches liée à la domotique . . . . .	35
3.2	différents approches liée à la domotique . . . . .	35

# Abréviations

*Après avoir rendu grâce à ALLAH... le tout Puissant et le  
Miséricordieux.*

*Je dédie ce travail :A celui qui a toujours garni mes chemins avec force  
et lumière mon très cher père*

*A la plus belle perle du monde ma tendre mère*

*A mes très chers frères : Mostefa et Samia en leur souhaitant tout le  
succès tout le bonheur*

*A toute ma famille pour l'amour et le respect qu'ils m'ont toujours  
accordé*

*A tous mes amis Pour une sincérité si mervilleusc jamais oubliable, en  
leur souhaitant tout le succès tout le*

*toute personne Qui m'a aidé à franchir un horizon dans ma vie*

*A tous ceux que j'ai oubliés de citer mais qui restent à jamais gravés  
dans mon coeur : merci infiniment.*

*Djaber*

# Introduction Général

## Contexte et problématique :

L'habitat intelligent (smart home en anglais) est l'objet de nombreux travaux de recherche. Il a pour objectif d'améliorer le confort et la sécurité et d'optimiser la consommation de l'énergie au sein d'une maison. Son développement profite de l'émergence rapide des principes de l'informatique ubiquitaire. Dans cette branche de l'informatique, les systèmes d'information sont omniprésents et l'interaction avec ces derniers est implicite.

En effet, de nombreux systèmes profitent de la sensibilité au contexte (context-awareness en anglais). Cela permet à des services de s'adapter au mieux aux besoins d'un utilisateur sans que celui-ci n'ait besoin de les expliciter. Dans une maison, le chauffage, par exemple, peut être géré finement en tenant compte des préférences des habitants et de leurs activités en cours. Ainsi, une personne assise dans le canapé n'a pas besoin du même niveau de chauffage qu'une personne qui fait le ménage activement.

De manière générale, la gestion des services d'une maison intelligente peuvent reposer sur un large panel de données contextuelles que le système de ces maisons peut capturer d'une manière transparente. Les données sur les activités quotidiennes d'un habitant constituent des données contextuelles importantes qu'un système d'une maison intelligente peut utiliser pour gérer efficacement beaucoup de services.

Les sources données sont, dans la plupart des cas, des capteurs déployés sur les habitants (capteurs portables), sur les objets et équipements se trouvant dans la maison (capteurs denses) ou sur l'environnement de la maison elle-même. Malheureusement ces données sont généralement brutes, bruitées et incomplètes ce qui rend leur utilisation directe impossible. Dans le but d'extraire l'information pertinente et sémantiquement riche sur le contexte, à partir des données des capteurs, et proposer ainsi les services adéquats, il est important de faire contribuer plusieurs facteurs. La fusion et l'abstraction de données sont deux méthodes largement utilisées pour extraire l'information pertinente sur laquelle les différentes décisions du système de maison intelligente sont prises.

## Objectif :

L'objectif de notre projet consiste en la réalisation d'un système de contrôle en se focalisant sur la représentation du contexte qui favorise la reconnaissance de présence et de leurs activités dans l'habitat. Ici, le contexte ne doit pas être formé seulement à partir des informations brutes fournies par les capteurs, mais aussi des informations implicites que le système peut inférer.

Le problème à traiter concerne surtout la reconnaissance des activités quotidiennes à partir de la fusion et l'abstraction des séries temporelles des données brutes des capteurs. Ces

données sont supposées incertaines, bruitées et incomplètes ce qui rend leur exploitation directe inutiles.

### **Principe de la solution proposé :**

Nous avons constaté que l'analyse des séquences de données brutes issues des capteurs n'est pas fiable pour l'interpréter. Par conséquent, nous avons opté pour la méthode Bayésienne qui permet de décrire et caractériser les activités. Nous partons donc des modèles des activités représentés sous forme de réseau bayésien. Ce réseau met en relation (sous forme de probabilités conditionnelles) deux niveaux d'abstraction de données. Le niveau bas contient les variables associées aux preuves. Le niveau haut, quant à lui, contient des variables associées aux activités.

L'approche que nous proposons s'appuie sur le principe suivant:

- identification des preuves des activités à partir des données brutes issues des capteurs. Les preuves de l'activité préparer repas, par exemple, sont : présence, vapeur, bruit à la cuisine, consommation de l'eau, etc. l'identification des preuves consiste donc à localiser et détecter les données des capteurs y correspondant durant une durée d'observation.
- fusion des preuves et déduire les activités probables en se référant à un modèle, représenté par un réseau bayésien, préexistant. Ce modèle est supposé fourni par expert ou issu d'une phase d'apprentissage automatique. Dans notre projet, nous nous n'intéressons pas à sa génération Afin de pouvoir tester notre méthode de reconnaissance des activités proposée, nous développons un prototype d'un système de maison intelligente.

### **Organisation du mémoire :**

Autre que l'introduction et la conclusion générale, notre mémoire contient trois chapitres

#### **Chapitre 1 : habitat intelligent**

Nous détaillons, dans un premier lieu de ce chapitre, le système domotique et son environnement, la définition de la domotique, ses avantages ainsi que ses domaines d'application. Puis, nous présenterons les différentes technologies qui existent pour implémenter le système domotique ainsi que les types de communications entre eux.

#### **Chapitre 2 : traitement de contextes**

Ce chapitre se concentre sur la reconnaissance de ce contexte, à partir des données brutes issues des capteurs, et sur son traitement

Dans ce chapitre nous présentons notre méthode de reconnaissance d'activités en utilisant les réseaux bayésien.

#### **Chapitre3 : Conception et implémentation**

Dans ce chapitre nous présentons notre méthode de reconnaissance d'activités en utilisant les

réseaux bayésien. Nous détaillons ainsi que la conception et l'implémentation du système de la maison intelligente qui utilise la méthode proposée.



# Chapitre 1

## l'habitat intelligent

## 1 Introduction

Actuellement des grandes évolutions en informatique basées sur le développement des matériaux et logiciels et qui ont fait apparaître des systèmes d'exploitation très efficace d'où la naissance des technologies « smart ». Celles-ci font partie de ce qu'on appelle informatique ubiquitaire et omniprésent.

L'informatique ubiquitaire est considérée comme une révolution ou une nouvelle ère dans l'histoire de l'informatique. Elle succède l'ère des ordinateurs personnels et celle des macroordinateurs (mainframes). Durant l'ère des mainframes, un grand ordinateur était utilisé collectivement par plusieurs personnes. Dans l'ère suivante, un ordinateur appartient et utilisé uniquement par une seule personne. Dans l'ère de l'informatique ubiquitaire, l'utilisateur a à sa disposition une gamme de petits appareils informatiques, et leurs utilisations fait partie de sa vie quotidienne d'où la notion de « omniprésente » [1].

Il faut noter aussi que l'informatique omniprésente concerne aussi le cas où l'utilisateur vit dans un environnement où il y a des équipements informatiques qui interagissent de manière indirecte et transparente avec lui. Durant l'ère des mainframes et celle des ordinateurs personnels, se servir d'un ordinateur signifiait s'asseoir devant un écran et utiliser le clavier et la souris ; toute l'attention de l'utilisateur était tournée vers la machine, et il était solitaire, déconnecté du monde qui l'entoure. Durant l'ère de l'informatique ubiquitaire, l'utilisation des différents appareils fait partie du quotidien et n'est pas considérée comme une activité à part, à tel point que l'utilisateur finit par ne plus penser que c'est un ordinateur qu'il utilise [1]. Le paradigme de l'informatique ubiquitaire est caractérisé principalement par :

- La décentralisation des systèmes.
- l'embarquement des aspects matériels et logiciels des équipements à utilisation quotidienne.
- La reconnaissance automatique des tâches répétitives sans l'intervention de l'utilisateur.
- La sensibilité au contexte qui et l'adaptation du système selon les informations (informations qui proviennent de son environnement que ce soit des capteurs ou d'autres systèmes) qu'il reçoit.

Il existe une grande variété d'expressions utilisées pour décrire l'informatique ubiquitaire dont beaucoup sont associés à un but précis. Certaines sont générales : « informatique omniprésente » (pervasive computing), « calcul physique » (physical computing), l'Internet des objets (Internet of things), les choses qui pensent (things that think). De nos jours, l'informatique omniprésente c'est propager dans tous les domaines d'application (surtout en relation avec l'intelligence ambiante), parmi ces applications on a la Smart cité, smart Home,

et bien d'autre. Dans le cadre de notre projet de fin d'étude nous allons aborder la « Smart home » comme exemple d'application de l'informatique omniprésente.

La réalisation de notre projet nécessite une étude approfondie sur certaines notions qui touchent non seulement le cadre général du projet, mais aussi son implémentation. Pour bien assimiler ces différentes notions, nous détaillons, dans un premier lieu, le système domotique et son environnement, la définition de la domotique, ses avantages ainsi que ses domaines d'application. Puis, nous présenterons les différentes technologies qui existent pour implémenter le système domotique ainsi que les types de communications entre eux. Enfin, on terminera par une petite conclusion sur le chapitre

## 2 Domotique

La domotique est une spécialité qui regroupe les techniques permettant de contrôler, d'automatiser et de programmer l'habitat. C'est une discipline récente issue de l'application à l'habitat de la programmation informatique. Elle rassemble les technologies de l'informatique, des télécommunications, l'électronique et des appareils électriques utilisés dans les domiciles (éclairage, chauffage, audio-visuel, électroménager...). Elle vise à assurer des fonctions de sécurité, de confort des habitants, la gestion d'énergie, le contrôle des équipements (alarme, contrôle d'accès, température, éclairage, incendie...) et bien sur les communications, car les appareils de la maison sont intégrés au sein des systèmes qui doivent communiquer entre eux afin de gérer des automatismes.

Un système domotique est le système qui permet de connecter et de piloter l'ensemble des objets qui constituent l'installation de la maison, ses équipements et ses habitants. Pour parvenir à créer un système domotique, il faudra aller choisir entre différentes technologies pour disposer d'une installation efficace et adaptée à différents besoins des habitants.

Il existe plusieurs terminologies pouvant être utilisées dans le contexte de la domotique telles que : smart home ou maison intelligente, maison communicante. Dans la section suivante nous présentons exactement la signification du terme domotique.

### 2.1 Qu'est-ce que la domotique ?

Le mot domotique a été introduit dans le dictionnaire « le petit Larousse » en 1988. Ce mot a été construit à partir de « Domus », la demeure de maître en latin, associé au suffixe « tique », couramment employé pour évoquer le terme des technologies (automatique, électronique, électrique, informatique?). On associe souvent le début des travaux domotiques aux années 1970, voire 1980, avec les problématiques énergétiques dues aux crises pétrolières qui ont considérablement affecté le domaine de la construction et de l'exploitation du bâtiment [1].

Au début, la domotique s'agissait d'un système électrique qui permet de communiquer avec des télécommandes ou des boutons poussoirs afin de rendre le contrôle de la maison plus facile. L'objectif était de permettre de contrôler l'habitat d'un simple geste une ou plusieurs actions (Exemples : baisse du chauffage, réglage de l'éclairage, descente des volets motorisés').

Aujourd'hui, le domaine de la domotique progresse rapidement et des nouvelles options commencent à apparaître. Grâce à l'utilisation des équipements informatiques sophistiqués, l'habitat devient de plus en plus intelligent en prenant des décisions adéquates en fonction des conditions d'habitation. Le développement de tels systèmes nécessite l'association de différents acteurs : académiques, industriels, et institutionnels. Ceux-ci proposent des définitions de manière ad hoc. Le tableau 1 rapporte quelques approches, différenciées par la nature de leur origine. [2]

## 2.2 Environnement d'un système domotique

Un système domotique et son environnement constituent un ensemble des éléments : humains, matériels et logiciels. Ces éléments concernent en fait :

- **Habitant** : il joue un très grand rôle pour le système, en effet car la plupart des décisions et traitements qui seront faites par le système domotique doivent être compatibles avec les préférences et besoins des habitants et aussi en concordance avec le contexte de leur vie quotidienne.
- **L'habitat** : ça peut être une maison ou un appartement, c'est le lieu où vit l'habitant. L'habitat constitue aussi le lieu où est déployé le système domotique et où sont placés les autres équipements physique et appareils électriques. C'est en quelque sorte l'environnement interne où tous les composants seront raccordés pour que les décisions et actions puissent être appliquées.
- **Équipement physique se trouvant dans un habitat** : tous les équipements modernes (four, réfrigérateur, télévision, ..) ont leurs propres systèmes intégrés lequel sera connecté au système domotique afin de produire plus de confort et d'économie d'énergie aux habitants.
- **Système domotique** : c'est le système qui rassemble l'ensemble des composants physiques et logiciels permettant de connecter et piloter l'ensemble des objets et équipements qui constituent l'installation de la maison. ces objets peuvent être physique (réfrigérateur, télévision.

Nature	auteur	definition
definition technique	Akio Orihara Nikken SekkeiCo.Ltd	Immeuble qui realise l'integration de confort, de securite, de productivite et d'economie grace aux ressources les plus recentes de la technologie
Definition technique	 FNB-FIEE-EDF-FNEE	Maison assurant un ensemble de services grace a des systemes realisant plusieurs fonctions, et pouvant etre connectes entre eux et a des reseaux internes et externes de communication
Definition sociotechnique	Ken Sakamura Maison TRON	Maison qui repond aux besoins nes de l'utilisation croissante d'appareils informatises chez soi, et des styles de vie toujours plus diversifies des habitants
Definition sociotechnique	 CSTB	Batiment capable de fournir une technologie avancee de l'information et de repondre aux besoins en services de scs occupants actuels et a venir
Definition Culturelle	M.B. Ullag Singapour	Conception architecturale neo moderniste, donnant corps aux aspirations sociales, economiques, culturelles et technologiques avec tous les signes des organismes vivants
Definition d'efficacite Sociale	Lawrence Chin Singapour	Immeuble qui promeut effectivement et efficacement le degre de performance et de productivite requis par les occupants avec une flexibilite d'accueil pour de nouveaux besoins dans le futur

**Table 1.1:** différents approches liée à la domotique

..), des équipements ou élément du système domotique tel que les actionneurs, sous-système de reconnaissance. Un environnement du système domotique est donc la jonction des équipements domestiques contrôlables, connectés à un réseau qui interagit avec les habitants. Ceux-ci appartiennent également à l'environnement du système domotique.

L'environnement du système domotique et son état représentent ainsi ce qu'on appelle le contexte de fonctionnement de ce système.

## 2.3 Technologies pour la domotique

Les systèmes domotiques rassemblent dans un réseau des différents appareils électriques de la maison et des capteurs dispersés dans les pièces de la maison, ces derniers seront raccordés à l'aide d'une carte qui fait l'acquisition des données (carte d'interfaçage), qui sera contrôlée par un équipement informatique (PC, tablette, Smartphone, etc.) centralisé, qui gère ces commandes selon les données acquises du module embarqué de la carte d'acquisition.

Les technologies nécessaires pour construire des maisons intelligentes concernent surtout :

- La technologie des capteurs : pour fonctionner, le système de la maison intelligente doit pouvoir acquérir des consignes (réglages) et des informations, en provenance de l'utilisateur, mais aussi de son environnement (capteurs) et les traiter pour transmettre des ordres à des actionneurs dispersés partout dans la maison.

- La technologie des réseaux : pour que le système communique avec les composants (équipements électriques de la maison ou bien des capteurs), ces derniers doivent être reliés avec lui pour qu'il puisse recevoir les données afin de prendre une décision par la suite, cette communication (composant-système) est faite par un réseau filaire ou non filaire, dans notre cas la communication sera par des câbles (câbles réseaux) c.à.d. par un réseau filaire.

- La technologie des cartes d'interfaçage : pour que le système soit capable de traiter les données il doit d'abord les avoir, pour cela une carte d'interfaçage tel que Arduino, Dragon, Orange, Raspberry (1,2 or 3) sera utilisée afin d'acquérir les données à partir des capteurs puis, cette carte expédiera les données reçues des capteurs (données brutes) au système par un canal filaire (réseau) en utilisant un bus de liaison.

## 3 Domaines connexes

### 3.1 Internet des Objets (IoT pour Internet of Things)

beaucoup de terminologies sont reliées avec le concept de l'internet des objets notamment : Internet physique, Machine to Machine (M2M), Internet industriel, Web of Things, Environnements connectés, Everyware, Internet omniprésent, Monde connecté, Réseaux de capteurs sans fil, Informatique localisée, Internet du futur et physique l'informatique, etc[3].

On peut trouver beaucoup de définitions dans la littérature. Une de ces définitions est le suivant [référence'] : "Les choses ayant des identités et des personnalités virtuelles opérant dans des espaces intelligents utilisant des interfaces intelligentes pour se connecter et communiquer dans des contextes sociaux, environnementaux et utilisateurs". Une autre définition met l'accent sur l'intégration transparente, pourrait être formulée comme suit : "Objets interconnectés ayant un rôle actif dans ce que l'on pourrait appeler l'Internet du Futur" [3].

L'origine sémantique de l'expression d'origine "Internet of Things" est composée de deux mots : "Internet" et "Things". Le premier, "Internet", dénote le protocole de communication de la pile des protocoles TCP/IP, tandis que "Things" désigne un objet pas précisément identifiable. La signification générale de "Internet of Things" ou internet des objets est donc : "un réseau mondial d'objets interconnectés et adressables, basé sur des protocoles de communication standard" [3].

### **3.2 Intelligence ambiante**

L'intelligence ambiante est un terme assimilant l'évolution de l'informatique des ordinateurs aux objets du quotidien. La figure 2-4 montre cette évolution en termes de quatre étapes, à savoir : - Première étape (1960) : marquée par la naissance de l'informatique . - Deuxième étape (1970) : marquée par la naissance des réseaux de communication informatiques (comme Internet) . - troisième étape (1990/2000) : marquée par mobilité des dispositifs informatiques, et également par la gestion des sources d'énergie portables (systèmes mobiles) . - quatrième étape (2000/2010) : marquée par la multiplication des dispositifs informatiques au sein de l'environnement (système ubiquitaire). Cette multiplication a permis de développer des fonctions qualifiées d'intelligentes (d'où l'intelligence ambiante).

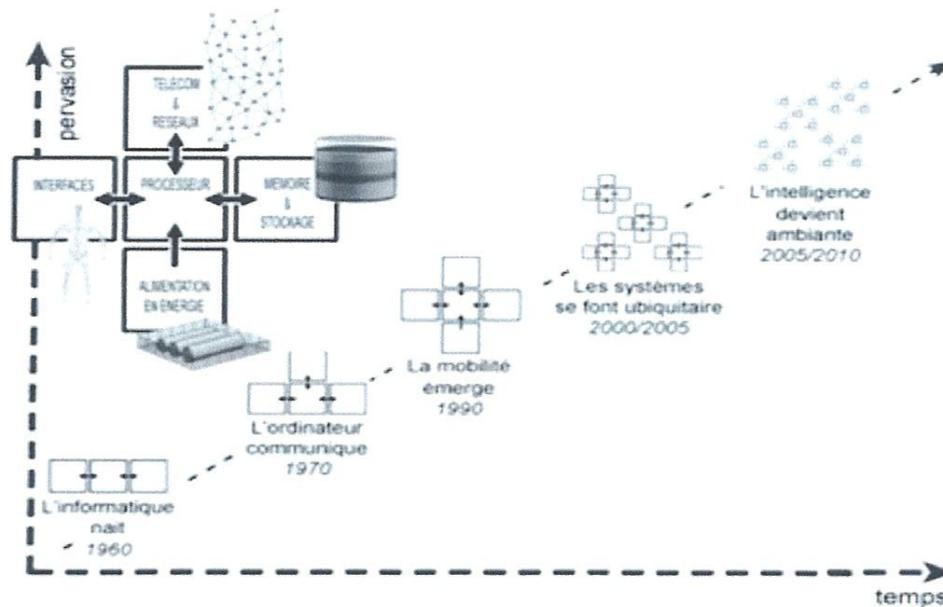


Figure 1.1: Evolution temporelle de l'informatique, depuis sa naissance jusqu'à l'informatique ambiante [7]

Le concept de l'intelligence ambiante résulte la première fois en 1991 de la proposition de Mark Weiser [6]. Il s'est coïncidé du passage des mainframes aux ordinateurs. À cette époque, Weiser illustre le concept de l'intelligence ambiante par les « tabs » [8]. L'intelligence ambiante est caractérisée par un accroissement de la densité des moyens informatique et sa capacité à être incorporer d'une manière indirecte et transparente dans l'environnement de vie des hommes. L'intelligence ambiante implique la prise en compte des données de l'environnement (perception) qui constitue le contexte dans lequel le système informatique évolue.

L'intelligence ambiante fait donc intervenir la notion d'environnement. Il s'agit en effet de données numériques en une capacité de perception (par différents capteurs), capacités de traitement. Elle fait donc intervenir de nombreux domaines, en particulier le domaine des réseaux de capteurs (et implicitement les interactions homme-machine et le domaine de l'intelligence artificielle).

### 3.3 Informatique ubiquitaire

C'est le model d'interaction homme-machine dans lequel le traitement d'information est intégré aux activités quotidiennes (intégration de l'informatique dans l'environnement habituel de la personne). Le point clé de l'informatique ubiquitaire est la disponibilité de ses outils et préférences (notion de profil) où que l'on soit. Dans la réalité, Il existe une différence entre informatique ubiquitaire et informatique pervasive. L'informatique pervasive est plus

générale et utilisée pour décrire des services omniprésents alors que l'informatique ubiquitaire est plus concrète, se retrouve partout, et aussi fait référence au profil de l'utilisateur [5]. Dans notre projet nous intéressons à mettre en évidence l'informatique ubiquitaire ainsi que on se concentre sur le traitement de donnée issu de l'environnement extérieur qui vont permettre de déterminer le contexte dans lequel le system vas travaillé avec .

## 4 Application de la domotique sur la vie humaine

Les applications de la domotique peuvent concerner dans quatre domaines principaux en l'occurrence : le confort, l'économie de l'énergie, la sécurité et la sureté.

### 4.1 Confort

Toutes les actions que nous faisons manuellement ou automatiquement peuvent être automatisées et intégrées dans des scénarios préprogrammés. L'élimination des gestes fastidieux et répétitifs peut nous faire gagner du temps, économiser l'énergie et nous tranquilliser l'esprit.

Sans descendre de la voiture, le système désactive l'alarme, ouvre le portail, éclaire l'allée si nécessaire et ouvre la porte du garage d'un seul geste au moyen d'une télécommande. Un scénario « réveil » par exemple se charge d'augmenter à l'heure dite la température de la salle de bain de quelques degrés, de désactiver le système d'alarme partiel, d'allumer la radio et de déclencher la cafetière. Ceci est le niveau bas du confort (c.à.d. système semi-automatique), ce niveau travaille toujours avec l'initiative des habitants. Aujourd'hui, une maison intelligence est capable d'ouvrir les volets peuvent et de les fermer au rythme du soleil, et peuvent s'adapter à la saison et la température pour laisser entrer la lumière et la chaleur du soleil l'hiver, ou l'inverse conserver le frais l'été en fermant les volets des fenêtres exposées au soleil. De la même façon, votre maison sait quand vous êtes présent, et peut ainsi adapter elle-même votre chauffage pour que la maison soit toujours à la température idéale pour vous. Ceci est le niveau supérieur du confort (c.à.d. système typiquement automatique), ce niveau travaille avec l'initiative du système lui-même.

### 4.2 Économies d'énergie

En gérant les volets selon la saison, ainsi que le chauffage, le système domotique vous permet d'économiser de l'énergie, et donc de l'argent, même si au départ on ne recherchait que le confort en plus. La consommation d'énergie peut être suivie très finement, qu'il s'agisse de votre consommation d'électricité, d'eau, ou même de gaz.

Le simple fait d'activer l'alarme en partant va passer le chauffage en mode éco, et éteindre toutes les lampes et les appareils restés en veille, réduisant ainsi votre consommation d'énergie en votre absence. Et ceci sans aucune action de votre part. C'est la puissance de la maison intelligente.

### 4.3 Sécurité

Personne n'a envie de subir un cambriolage ou de voir sa maison partir en fumée, mais peu d'entre nous se dotent de moyens de prévention adaptés. Souvent perçue comme un luxe, la sécurité a pourtant énormément changé ces dernières années. Concevoir un système de sécurité en même temps que le reste de sa maison s'avère aujourd'hui à la fois simple et bon marché.

Un système de sécurité se doit d'abord de protéger la maison d'éventuelles intrusions. L'objectif est de mettre en place une série de dispositifs capables de détecter de la façon la plus précoce possible toute tentative d'intrusion ou de présence illégale.

## 5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le concept de la domotique. Pour bien situer ce concept dans la littérature, nous avons présenté des domaines connexes pertinents. À la fin nous avons expliqué comment la domotique peut aider les hommes à vivre dans des bonnes conditions en leur offrant un ensemble de services et fonctionnalités. Afin de réaliser tous ces services, le système de la maison intelligente a besoin d'acquérir certaines données sur l'état des habitants, des équipements et la maison elle-même afin d'agir de manière appropriée. Ces données représentent ce qu'on appelle un « contexte », la reconnaissance de ce contexte implique l'acquisition et surtout la fusion et le traitement des données bruts issues des capteurs ou d'autres systèmes complémentaires. Dans le chapitre suivant nous allons nous intéressons à la problématique relative à la reconnaissance de contexte.

## Chapitre 2

# Traitement de contextes

## 1 Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons donné une vision générale sur les maisons intelligentes, leurs utilisations et leurs éléments de base. En fait le caractère d'intelligence de la maison se cache derrière sa capacité à obtenir les informations pertinentes sur son environnement et à réaliser, d'une manière adéquate, ses services en fonction de ces informations. Ce sont ces informations que sont appelés dans ce chapitre "contexte".

Ce chapitre va se concentrer sur la reconnaissance de ce contexte, à partir des données brutes issues des capteurs, et sur son traitement.

## 2 Sensibilité au contexte dans les maisons intelligentes

La sensibilité au contexte (Context-Awareness) est, en générale, de réagir proprement en prenant en compte l'information de contexte. Le terme "Context-Awareness" est introduit pour la première fois en 1994 par Schilit et al. [14]. Ils considèrent que les applications sensibles au contexte sont des applications ayant des mécanismes de changer dynamiquement ou d'adapter leurs comportements en se basant sur le contexte de l'application ou de l'utilisateur. Ryan et al. [13] définissent la sensibilité au contexte en tant que l'aptitude de capturer, interpréter et répondre aux aspects de l'environnement local de l'utilisateur et de terminal.

Dey et al. [12] considèrent qu'un système est sensible au contexte s'il utilise le contexte pour fournir une information pertinente à l'utilisateur, la pertinence dépend de la tâche de l'utilisateur. De sa part, Miraoui [11] considère qu'un système est dit sensible au contexte s'il peut changer automatiquement ses formes de services ou déclencher un service comme réponse au changement de la valeur d'une information ou d'un ensemble d'informations qui caractérisent le service.

Les systèmes sensibles au contexte peuvent être classifiés en trois groupes selon l'utilisation du contexte [13] :

- **Présentation sensible au contexte** : il s'agit de changer la manière d'interaction avec l'utilisateur selon l'information de contexte.
- **Exécution automatique de services** : la sélection du service à déclencher est fonction du contexte. La plupart des applications pour les maisons intelligentes appartiennent à cette catégorie.
- **Marquage d'information de contexte pour une utilisation ultérieure**: il s'agit de la capacité du système à bien exploiter l'historique relatif au contexte pour améliorer sa capacité à se comporter convenablement dans des situations ultérieures.

## 2.1 Définition du contexte

Le contexte a été pris en compte dans les différents domaines de l'informatique, notamment ceux de traitement du langage naturel, l'apprentissage machine, la vision par ordinateur, l'aide à la décision, la recherche d'information et l'informatique ubiquitaire.

Dans la littérature on trouve beaucoup de définition du contexte parmi lesquels on peut citer celle de Dey et Abowd [9]. Selon ses auteurs, le contexte couvre toutes les informations pouvant être utilisées pour caractériser la situation d'une entité. Une entité est une personne, un lieu, ou un objet qui peut être pertinent pour l'interaction entre l'utilisateur et l'application, y compris l'utilisateur et l'application.

En général dans la définition du contexte de nombreux auteurs ne font que regrouper une ou plusieurs des informations suivantes :

- localisation de l'utilisateur à un instant donné,
- caractéristiques sociales de l'utilisateur (identité, statut, fonction, groupe, communauté, appartenance, etc.)
- personnelles (intérêts, préférences etc.)
- état émotionnel et physiologique de l'utilisateur
- caractéristiques de l'environnement physique de l'utilisateur (objets, espace géographique, lumière et bruit ambiants),
- social (personnes se trouvant dans l'entourage de l'utilisateur, leur identité, etc.)
- l'heure et la date.

## 2.2 Éléments du contexte dans le cadre de la maison intelligente

Les informations du contexte sont classées en plusieurs catégories:

- Contexte de l'habitant (son profil, sa localisation, ses activités, sa santé, etc.).
- Contexte du système lui-même.
- Contexte physique de l'habitat et ses équipements (éclairage, bruit, etc.)

Il est à noter que les informations du contexte sont représentées statiquement, ou dynamiquement capturées moyennant les différents capteurs ou déduites à partir d'autres informations.

## 2.3 Représentation du contexte

Plusieurs approches sont proposées pour représenter le contexte. Dans le cadre de notre projet nous nous intéressons, comme dans [10], à une représentation "attribut-valeur". Cette

approche considère le contexte comme un ensemble d'entités, chaque entité est représentée en termes d'ensemble des attributs. Une entité est une instance d'une « personne, objet ou d'un lieu ». Elle peut aussi être une activité ou un concept d'organisation (rôle, groupe, autre agent, etc.). Les attributs de contexte désignent les informations définissant un élément du contexte, par exemple, la location d'activité, le nom de personne, la durée d'activité. Chaque attribut du contexte a au moins une valeur à un moment donné et cela en fonction de la valeur de plusieurs entités auxquelles l'attribut se rapporte. Indépendamment de ses instances, une entité de contexte peut être décrite avec les d'attributs suivants [10] :

- **Type du Contexte** : Il se réfère à la catégorie du contexte tels que la température, le temps, la vitesse, etc.
- **valeur du contexte** : Elle désigne les données brutes recueillies par un capteur. L'unité dépend du type du contexte et le capteur appliqué.
- **Horloge du contexte** : Cet attribut contient le temps (date / heure) de détection de l'information du contexte. Il est nécessaire pour garder l'historique du contexte.
- **Source du contexte** : un attribut contenant des informations sur la source de l'information du contexte. Par exemple l'identifiant du capteur.
- **degré de Confiance** : cette attribut décrit l'incertitude dans le cas où les sources du contexte peuvent fournir des informations non précises.

## 2.4 Reconnaissance du contexte

Nous nous intéressons aux systèmes de domotique qui sont considérés comme des systèmes sensibles au contexte. Coutaz et al, [16] proposent un modèle général d'un système sensible au contexte. Ce modèle, illustré par la figure 2.1 définit une architecture en couches représentant les différents niveaux de traitement du contexte : de la récupération des données contextuelles brutes (utilisant les capteurs) jusqu'à leur exploitation.

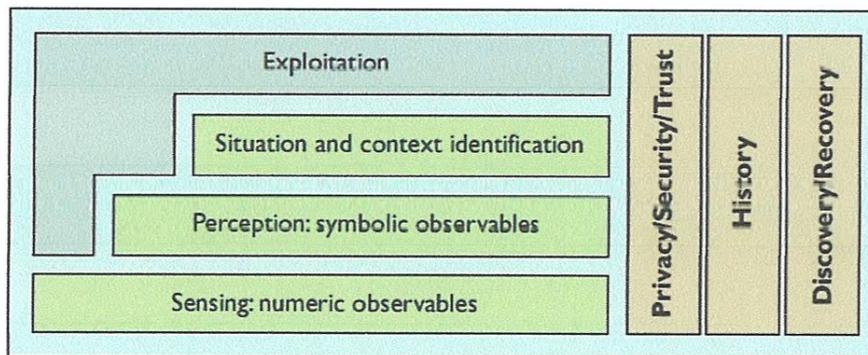


Figure 2.1: Modèle générale d'un système sensible au contexte selon Coutaz et al [16].

Les niveaux de cette architecture sont :

- niveau capture (sensing) qui s'occupe de l'acquisition de données depuis des capteurs.
- niveau perception qui 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.
- niveau d'indentification de la situation contextuelle courante.
- Niveau 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.

#### 2.4.1 Techniques pour la reconnaissance du contexte

##### Fusion

La fusion de données est une opération qui consiste à grouper des informations différentes fournies par plusieurs types de capteurs complémentaires et/ou concurrents afin d'obtenir une nouvelle information de meilleure qualité et sémantiquement riche. Ces informations reflète une perception plus complète et plus précise et dont utilisation sera optimale pour prendre une décision. Il est à noter que les données fusionnées reflètent une information qui n'aurait pu être inférée par aucune des sources prises séparément [17].

Parmi les techniques de fusion utilisées on peut citer les suivantes :

- techniques de classification,
- techniques basées sur des modèles statistiques et probabilistes comme les réseaux bayésiens, modèle markovien, etc.
- techniques basées sur les réseaux de neurones.
- etc.

Dans le cadre de notre projet, nous utilisons les réseaux bayésiens.

##### Abstraction

Les données du contexte à la base desquelles la décision (la proposition ou l'adaptation d'un service) est établie sont différentes aux données brutes capturées par les capteurs. Le contexte est généralement inféré à partir des données de bas niveau fournies par les capteurs en tenant compte de l'historique et de modèle de correspondance entre le niveau haut et le niveau bas des informations contextuelles. Cette correspondance concerne le lien entre les données qui devrait être réellement utilisée (comme par exemple la présence d'une personne dans une chambre) et les données brutes fournies par les capteurs (comme par exemple des données sur le mouvement). Ces données constituent en fait des preuves (mouvement est une preuve

de présence). La plupart des données contextuelles utilisées dans le niveau de décision sont en réalité des abstractions. L'architecture en couche suggérée par Coutaz et al. [18] est basée sur ce principe.

### 3 Reconnaissance d'activités domestiques

Afin de proposer des services adaptés, la maison intelligente devrait être en mesure de reconnaître et suivre l'évolution de comportements des habitants. Les activités sont des informations contextuelles de haut niveau.

Dans les deux sous-sections qui suivent, nous allons aborder de plus près la question des habitudes de vie et leur relation avec les activités et celle de la reconnaissance d'activité'.

#### 3.1 Activités et habitudes de vie

##### 3.1.1 Activités de la vie quotidienne (AVQ)

Les Activités de la vie quotidienne ou AVQ, aussi connue sous le nom d'ADL (Activities of Daily Living), sont des activités dites de base qui sont observables quotidiennement à l'intérieur de la routine d'un habitant et qui sont axées sur l'habitant lui-même. Parmi celles-ci on peut citer : dormir, se laver, manger, et répondre à l'appel de la nature (aller aux toilettes).

##### 3.1.2 Activités instrumentales de la vie quotidienne (AIVQ)

Les AIVQ, aussi connue sous le nom d'IADL (Instrumental Activities of Daily Living), sont des activités à caractère social et/ou utilitaire et ne sont, en général, pas aussi fréquentes que les AVQ. Elles sont des activités plus complexes constituées généralement d'un grand nombre de sous-tâches. On peut citer à titre d'exemple : préparer un repas, parler au téléphone, faire le ménage.

Toutes les activités sont composées d'une suite plus ou moins longue de tâches ou sous-tâches simples. Par exemple, se faire du café implique de se rendre dans la cuisine, de mettre du café et de l'eau dans la cafetière, de la brancher dans la fiche de courant, et de la mettre en marche.

##### 3.1.3 Habitudes de vie

Les habitudes de vie constituent la routine d'une personne à domicile en ce qui concerne ses activités quotidiennes, hebdomadaires, etc. Nous y retrouvons donc les. Elles sont des activités que la personne à l'habitude de faire sur une base régulière.

Intuitivement, on peut constater qu'il existe une forte relation entre l'endroit où se déroule l'activité et son type. En effet, on ne peut pas supposer qu'une personne a l'habitude de préparer ses repas dans la salle de bain.

Activités Possibles	Pièces					
	Chambre	Cuisine	Salon	Salle de Bain	Toilettes	Salle à Manger
Dormir						
Manger						
Préparation de nourriture						
Toilettage						
Répondre à l'appel de la nature						
Ménage						
...						

Figure 2.2: Activité et pièce de maison [19]

Il y a également une relation entre certaines activités et le temps de la journée de leur déroulement (figure 2.3).

Période de la journée	Début de la période	Fin de la période	Quelques activités possibles					
			Dormir	Préparer de la nourriture	Manger	Se laver	Répondre à l'appel de la nature	Ménage
"Heure" du lever	07 :31	08 :30						
Avant-midi	08 :31	12 :00						
Dîner	12 :01	13 :00						
Après-midi	13 :31	17 :30						
Souper	17 :31	19 :00						
Soirée	19 :01	21 :00						
« Heure » du coucher	21 :01	23 :59						
Nuit	12 :00	07 :30						

Figure 2.3: Activités et période de la journée [19]

Le Tableau ( figure 2.3) est un exemple non exhaustif de correspondance entre les périodes de la journée et un ensemble d'activités possibles pour une personne quelconque.

## 3.2 Reconnaissance d'activités

### 3.2.1 Sources d'information et approche de reconnaissance

Avant de parler de la reconnaissance des activités, il faut tout d'abord s'interroger sur la source à partir de laquelle des données sur ces activités sont obtenues. Dans la littérature, il y a deux grandes approches utilisant deux modalités différentes de capture des données brutes sur le contexte :

- Approches basées sur le traitement des images fournies par des caméras. Dans cette approche l'instrumentation, le coût, le déploiement du système ainsi l'information fournit par ces derniers vas être invasive et peut entraîner un grand rejet de la part des habitants intelligents qui tiennent à préserver leur vie privée.
- Approches basées sur des données fournies par des capteurs simples. Dans ces approches, on distingue deux variantes. La première est basée sur les capteurs portables (placés sur le corps humain). La deuxième quant à elle est basée sur les capteurs placés sur les objets manipulés par les personnes. Cette deuxième variante est motivée par le fait que les habitants ne doivent pas être instrumentés.

Ainsi, dans le cadre de notre projet, nous avons opté pour la deuxième méthode

### 3.2.2 Modèles d'activités

Bien que des données brutes sur les activités primitives puissent être obtenues grâce à la surveillance des activités en utilisant des capteurs, les modèles d'activité sont essentiels pour interpréter ces données afin d'en déduire les activités.

Les modèles d'activité peuvent être construits en utilisant l'une des deux méthodes alternatives. La première méthode consiste à apprendre des modèles d'activité à partir d'ensembles de données des comportements des utilisateurs en utilisant les techniques d'exploration de données et d'apprentissage de modèle automatique. Cette méthode implique la création de modèles d'activité en utilisant des approches probabilistes ou statistiques (données ascendantes). Elle permet donc d'apprendre la structure (ou au moins les paramètres) du modèle de l'activité. Cette méthode exige pour l'apprentissage des modèles des activités une importante base de données nécessaire pour l'entraînement.

La deuxième méthode est basée sur l'exploitation des connaissances et expertises régisses dans le domaine pour former le modèle (qui est dans ce cas plus ou moins général). Cela implique généralement l'acquisition de connaissances, la modélisation formelle et la représentation afin

d'être utilisé de façon convenable.

### 3.2.3 Technique de reconnaissance d'activités

Les techniques de reconnaissance d'activités utilisent les modèles d'activité pour la reconnaissance et/ou la prédiction d'activités. Il utilise pour cela des algorithmes et des mécanismes de raisonnement et d'inférence. Il est à noter que la technique de reconnaissance est étroitement liée avec la structure du modèle.

Dans le reste de cette section nous présentons quelques approches qui ont été présentées dans le domaine.

- Approche utilisant les règles : cette approche s'appuie sur la logique et utilise des modèles sous formes d'une base de règles facilement compréhensibles par l'humain et décrivant des comportements normaux [20]. Le principal désavantage de cette méthode vient de sa complexité élevée en terme de temps de calcul.
- Approche basée sur la reconnaissance des plans : cette approche est basée sur l'utilisation d'une bibliothèque des plans décrivant les suites d'actions formant les activités. Dans les modèles (qui sont ici des plans) les activités sont structurées hiérarchiquement avec des spécifications sur les conditions sous lesquelles elles peuvent être combinées.
- Approche basée sur les modèles probabilistes : Dans cette approche les modèles des activités sont probabilistes et la reconnaissance est basée sur un raisonnement également probabiliste. Les réseaux bayésiens et le Markov Caché ont été des éléments phares qui constituent une base pour cette approche.

Dans le cadre de notre projet, nous utilisons la dernière approche en choisissant les réseaux bayésiens. Dans la section suivante, nous présentons les concepts de base de cette approche.

## 4 Réseaux Bayésiens (RB)

### 4.1 Introduction aux réseaux Bayésiens

Les réseaux bayésiens sont issus du mariage entre la théorie des probabilités et la théorie des graphes. Une caractéristique principale qui distingue ce formalisme des autres revient au fait qu'ils réunissent les deux aspects : quantitatifs et qualitatifs.

L'aspect graphique des réseaux bayésiens concerne le graphe (qui doit être acyclique et orienté) formalisant les relations des causalités ou dépendances directes entre les variables qui sont des nœuds dans le graphe. Notons que le graphe est dit acyclique s'il ne contient pas de boucles.

L'aspect probabiliste des réseaux bayésiens concerne la distribution de probabilité conditionnelle entre variables. C'est cette probabilité conditionnelle qui formalise le degré d'influence causale ou de dépendances entre variables.

La figure 2.4 ci-après illustre un exemple de réseau bayésien. Le tableau dans cette figure 2.4 est associé au nœud fumeur (variable F). Il présente les probabilités conditionnelles entre F et A et S (respectivement deux variables, dites parents). La probabilité

$$P(F | A, S) = 0,9$$

par exemple est une probabilité conditionnelle sur la variable F (du nœud Fumeur) sachant A et S.

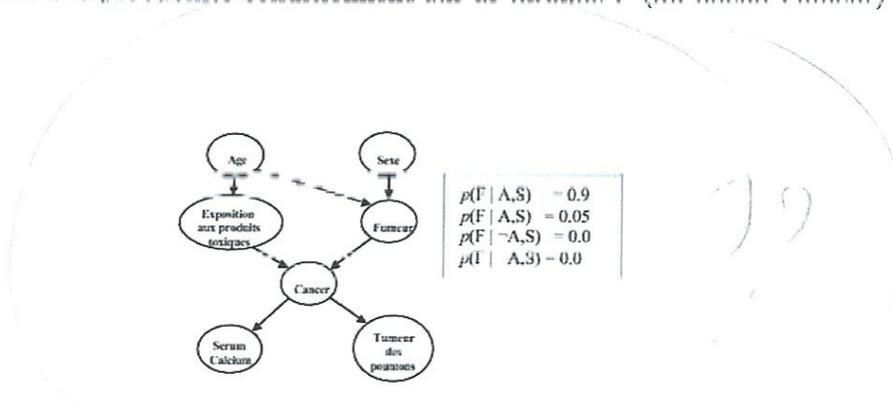


Figure 2.4: exemple d'un réseau bayésien [21]

## 4.2 Fondements des réseaux Bayésiens

Les réseaux bayésiens s'appuient sur la loi de base de probabilité, appelée théorème de Bayes, suivant :

$$P(A | B)P(B) = P(A \cap B) = P(B | A)P(A)$$

$$P(A | B) = \left( \frac{P(B | A)P(A)}{P(B)} \right)$$

Tels que :

- $P(A)$  : la probabilité a priori (ou antérieure) de A.  $P(A)$  s'appelle également la probabilité marginale de A.  
le terme antérieure revient au sens que l'information sur A précède toute information sur B.

- $P(A \mid B)$  : la probabilité de A sachant B. elle est appelée également la probabilité a posteriori (ou postérieure) de A sachant B. Elle dépend directement de B.
- $P(B \mid A)$  : pour un B connu : la fonction de vraisemblance de A.
- $P(B)$  : la probabilité marginale ou a priori de B.

Une remarque important sur la probabilité conditionnelle est liée au fait que l'observation d'une ou plusieurs causes ne mène pas systématiquement à l'apparition de l'effet ou les effets qui en dépendent, mais modifie seulement la probabilité de les observer.

La probabilité marginale peut être obtenue à partir de la probabilité jointe selon la formule suivante :

$$P(A) = \sum_i P(A, X_1, \dots, X_n)$$

### 4.2.1 Causalité ou dépendance

Le concept de causalité ou dépendance prend une place centrale dans le processus de construction des réseaux bayésiens. Dans ces réseaux les relations des causalités ou dépendances directes entre les variables sont représentées par des arcs orientés. Comme nous avons expliqué plus haut, une seule flèche de A vers B dénote la probabilité conditionnelle  $P(B \mid A)$ . En générale la complexité de la probabilité conditionnelle est fonction de la complexité du graphe. On distingue en générale plusieurs types de liaisons de dépendance : liaison linéaire (ou séquence), liaison convergente (ou convergence), et liaison divergente (ou divergence) figure 2.5

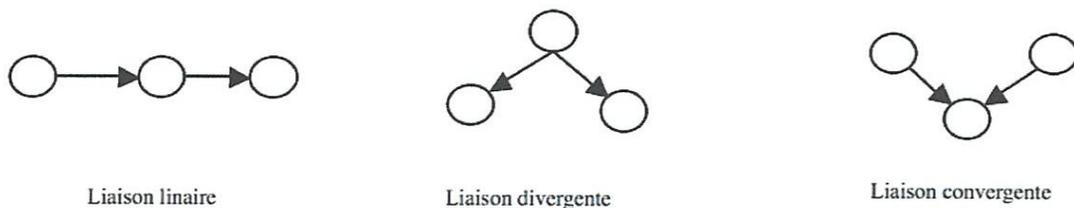


Figure 2.5: Causalité et dépendance

chaque Noeud  $V_i$  dans le graphe est conditionnelement indépendant de tout ensemble de Noeuds qui ne sont pas sesdescendants, étant donnée les parents de  $V_i$  .

dans l'exemple suivant :

Cancer est indépendant de age et sex étant donnée expositions aux produits et toxiques et fumeur .

Le concept de dépendance permet de se concentrer, lors du calcul d'une probabilité jointe,

sur les fonctions de probabilité de chaque noeud dans le réseau conditionnées uniquement sur les parents.

soit  $V_1, V_2, \dots, V_k$  les noeuds d'un réseaux bayésien . la probabilité jointe de tous les noeuds peut s'écrire :

$$P(V_1, V_2, \dots, V_k) = \prod_{i=1}^k P(V_i | P(V_i))$$

### 4.3 Inférence

L'inférence désigne l'extraction et la déduction de l'information a partir de certains données représentées comme des probabilités conditionnelles et des données observées sur certaines variables. Elle permet ainsi de faire calculer la distribution de probabilités d'une ou plusieurs variables, connaissant la valeur de certaines autres variables.

#### 4.3.1 Inférence de base

Une inférence de base est celle qui permet de répondre à la requête :  $P(Q=q \mid E=e)$  tels que :

- Q est la variable de requête
- E est l'ensemble des noeuds faits

Donc:

$$P(q | e) = \frac{P(q, e)}{P(e)}$$

Si on considère

$$X_1, \dots, X_n$$

comme les variables de réseau exceptées Q et E, alors :

Marginalisation

$$P(q, e) = \sum_{x_1 \dots x_n} P(q, e, x_1, \dots, x_n)$$

#### 4.3.2 Inférence de chaine

C'est l'inférence qui permet de calculer la probabilité associé à une variable à partir des probabilités conditionnelles et des probabilités des ses parents dans le graphe à travers les liaisons de séquence.

$$A \implies B \implies C$$

$$\begin{aligned}
 P(b) &= \sum_a P(a, b) = \sum_a P(b | a)P(a) \\
 P(c) &= \sum_b P(c | b)P(b) \\
 P(c) &= \sum_{a,b} P(a, b, c) = \sum_{a,b} P(c | b)P(b | a)P(a) \\
 &= \sum_b P(c | b) \underbrace{\sum_a P(b | a)P(a)}_{P(b)}
 \end{aligned}$$

### 4.3.3 Inférence dans les arbres

C'est l'inférence qui permet de calculer la probabilité associée à une variable à partir des probabilités conditionnelles et des probabilités des ses parents dans le graphe à travers les liaisons convergentes.

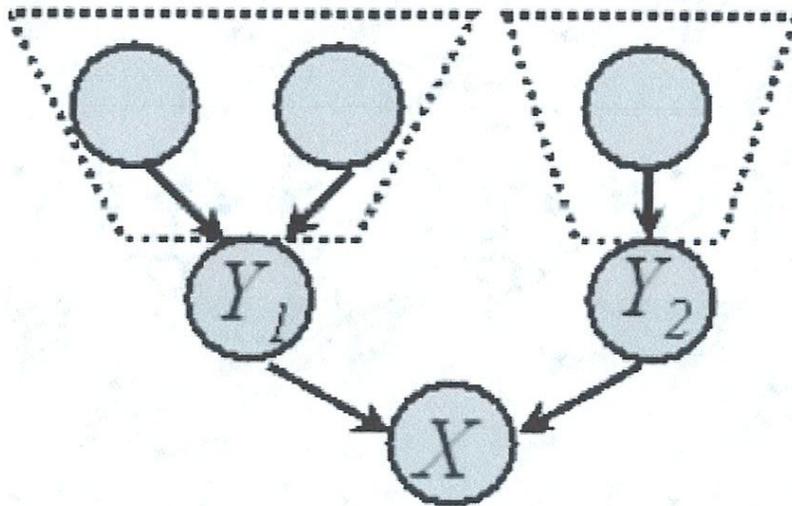


Figure 2.6: inférence des arbres [21]

$$P(x) = \sum_{y_1, y_2} P(x | y_1, y_2)P(y_1, y_2)$$

Par ce que la dépendance de  $y_1, y_2$  est :  $\sum_{y_1, y_2} P(x | y_1, y_2)P(y_1)P(y_2)$

### 4.3.4 Autres types d'inférence

- inférence intercausale: cette méthode est proportionnelle c.-à-d. si on Trois Neoud A, B,C respectivement dans cet ordre dans ce cas la Si « c » est constaté B mente . dans la figure 2.6 qui illustre l'explication direct de cette différence

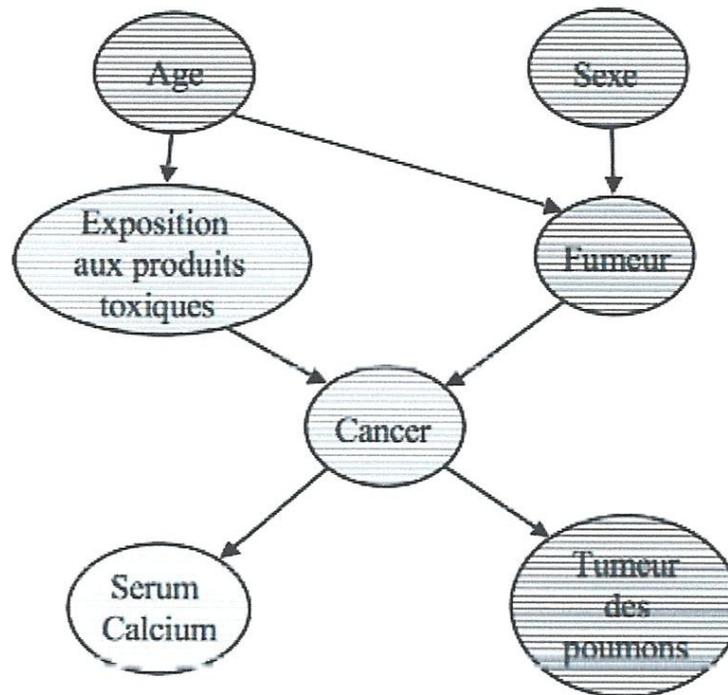


Figure 2.7: autre Inférence [21]

- -Si Tumeur des poumons est constaté, les probabilités de Fumeur et de Exposition aux produits toxiques montent.
- -Si l'on apprend alors que gros fumeur, la probabilité de Exposition aux produits toxiques redescend [21] .
- inférence prédictive : dans inference on conditionne les éléments de l'équation on fonction de l'énoncé de la question on reformulent la question dans une base probabiliste avec des donnée conditioné ( on se base sur la probabilité jointe dans le calcul) [21]

exemple : dans la figure 2.7 on peut dire :

- Question Quelle est la probabilité que les hommes seniors aient un cancer malin ?
- Réponse :

$$P(C = malin | Age > 60, sexe = mâle) = ?$$

[21]?

- Question : Quelle est la probabilité qu'un homme senior avec un fort taux de Serum Calcium ait un cancer malin ?
- Réponse :

$$P(C = malin | Age > 60, sexe = mâle, SerumCalcium = fort) = ? [21]$$

#### 4.4 Construction des réseaux bayésiens

La construction des réseaux bayésiens peut être effectuée de deux manières complètement différentes. Dans ce qui suit, nous présentons le principe de chaque méthode.

##### 4.4.1 Construction par un expert et des paramètres

Un réseau bayésien peut être construit par un expert dans un domaine déterminé. Pour cela une méthode simple consiste à fournir à l'expert des outils et les notions qualitatives et quantitatives pour qu'il puisse associer une probabilité aux différents événements. En se basant sur son expérience et en utilisant un échelle de probabilité, l'expert peut utiliser des informations textuelles et numériques pour assigner un degré de réalisation à telle ou telle affirmation puis de comparer les probabilités des événements pour les modifier.

- certain 100
- probable 85
- attendu 75
- moitié-moitié 50
- incertain 25
- improbable 15
- impossible 0

Dans le cadre de notre projet, nous supposons qu'il y a déjà un réseau bayésien représentant le problème.

##### 4.4.2 Construction automatique des réseaux bayésiens

La construction automatique des réseaux bayésiens consiste à générer le graphe reliant les différentes variables et à calculer les différentes probabilités conditionnelles. Celles-ci sont considérées comme les paramètres des réseaux. La construction automatique est basée sur l'utilisation de beaucoup de données plus ou moins complètes. Le principe consiste en

la recherche d'indépendances conditionnelles. Beaucoup d'algorithmes issus du domaine d'apprentissage automatique sont utilisés.

Dans le cadre de notre projet, nous ne nous intéressons pas à cette approche.

## 5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné les concepts reliant la problématique relative à la reconnaissance de contexte et ainsi que ceux des réseaux bayésiens. Pour bien situer ces concepts dans la littérature, nous avons présenté les systèmes sensibles au contexte en considérant que la reconnaissance d'activités est une tâche essentielle pour ces systèmes.

La reconnaissance de ce contexte de manière générale et d'activité en particulier implique l'acquisition, la fusion et le traitement des données brutes issues des capteurs constitue un phase principale et un noyau de la méthode que nous venons proposer dans le chapitre suivant.

## Chapitre 3

# Conception et implémentation

## 1 Introduction

Dans ce chapitre nous présentons notre méthode de reconnaissance d'activités en utilisant les réseaux bayésien.

Nous commençons ce chapitre par rappeler le problème à résoudre et les hypothèses dans la section 2. Dans la section 3 nous expliquons la méthode de reconnaissance d'activité que nous avons proposé. Pour valider et tester notre méthode nous réalisons un système d'une maison intelligente. La conception et l'implémentation de ce système sont respectivement détaillées dans les sections 4 et 5.

## 2 Rappel du problème à résoudre et hypothèses

Pour être qualifiée d'intelligence, les maisons intelligentes doivent être équipées par des systèmes de contrôle ayant la capacité de recueillir des informations contextuelles (moyennant différents types de capteurs) et de s'adapter au mieux aux besoins habitants. L'objectif de ce projet consiste en la réalisation d'un système de contrôle en se focalisant sur :

- la représentation du contexte qui favorise la reconnaissance de présence et de leurs activités dans l'habitat. Ici, le contexte ne doit pas être formé seulement à partir des informations brutes fournées par les capteurs, mais aussi des informations implicites que le système peut inférer en se basant d'un ensemble de règles.
- la prise de décision afin de prendre en charge l'aspect contrôle.

Le problème à traiter concerne surtout la reconnaissance des activités quotidiennes à partir de la fusion et l'abstraction des séries temporelles des données brutes des capteurs. Ces données sont incertaines, bruitées et incomplètes ce qui rend leur exploitation directe inutiles.

## 3 Méthode de reconnaissance d'activité proposée

Dans cette section, nous présentons l'approche de reconnaissance des activités que nous venons de proposer.

### 3.1 Principe

Nous avons constaté que l'analyse des séquences de données brutes issu pas fiable pour l'interpréter. Par conséquent, nous avons opté pour la méth

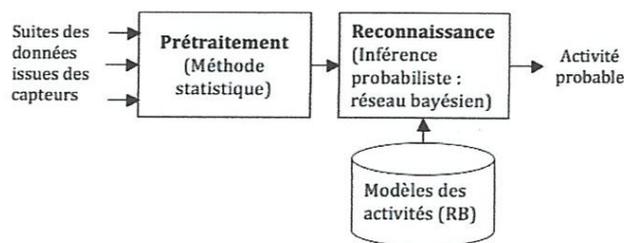
permet de décrire et caractériser les activités. Nous partons donc des modèles des activités représentés sous forme de réseau bayésien. Ce réseau met en relation (sous forme de probabilités conditionnelles) deux niveaux d'abstraction de données. Le niveau bas contient les variables associées aux preuves. Le niveau haut, quant à lui, contient des variables associées aux activités.

L'approche que nous proposons s'appuie sur le principe suivant:

- identification des preuves des activités à partir des données brutes issues des capteurs. Les preuves de l'activité préparer repas, par exemple, sont : présence, vapeur, bruit à la cuisine, consommation de l'eau, etc. l'identification des preuves consiste donc à localiser et détecter les données des capteurs y correspondant durant une durée d'observation.
- fusion des preuves et déduire les activités probables en se référant à une modèle, représenté par un réseau bayésien, préexistant. Ce modèle est supposé fourni par expert ou issu d'une phase d'apprentissage automatique. Dans notre projet, nous nous n'intéressons pas à sa génération.

Ces deux concepts sont à la base d'un processus de deux étapes 3.1:

- **Prétraitement** : cette phase permet de d'améliorer la qualité des données fournies par les capteurs. Les données brutes des capteurs subissent beaucoup de bruits indésirables introduites par plusieurs facteurs : défauts des capteurs, la qualité, pertes de données dû l'interface d'acquisition, etc. cette phase permet également de prendre en considération faire face au problème due à l'absence des informations sur les références temporelles des activités (localisation temporelle d'activités). Le résultat de cette phase consiste en une affectation de probabilités pour les variables associées aux preuves des activités.
- **Reconnaissance d'activité** : c'est la phase principale dans laquelle est procédé l'inférence à base de réseau bayésien représentant les modèle des activités.



**Figure 3.1:** Étapes de processus de reconnaissance d'activité

Les réseaux bayésiens permettent de modéliser des dépendances causales. Ils sont typiques pour modéliser la connaissance des activités humaines et pour gérer efficacement le

problème de l'incertitude à travers le formalisme probabiliste. Le modèle à base de réseaux bayésiens permet une fusion efficace : notre but est de maximiser le gain en certitude, c'est-à-dire de détecter avec la plus grande confiance possible le contexte courant à partir des informations fournies par les capteurs. Ce travail théorique a donné lieu à l'implémentation et d'expérimenter de notre modèles probabiliste.

### 3.2 Méthode statistique pour la localisation temporelle des preuves d'activités

Les données obtenues à partir des capteurs sont généralement bruitées, incomplète et incertaines ce qui rend leur utilisation directe inefficace ou impossible pour reconnaître l'activité. En outre, le système n'as des informations exactes sur leur début et sur leur fin. C'est pour cela qu'on a opté pour un algorithme de prétraitement qui vas déduire et localiser la durée de des épreuves de chaque activité à partir des séries des données observées par chaque capteur. Il s'agit donc d'un traitement qui permet de synthétiser une grande quantité de données brutes en produisant peu d'autre informations qui seront significative pour la reconnaissance des activités. Pour cela nous proposons d'utiliser une méthode statistique simple mais efficace. Elle se résume sur la figure 3.2.

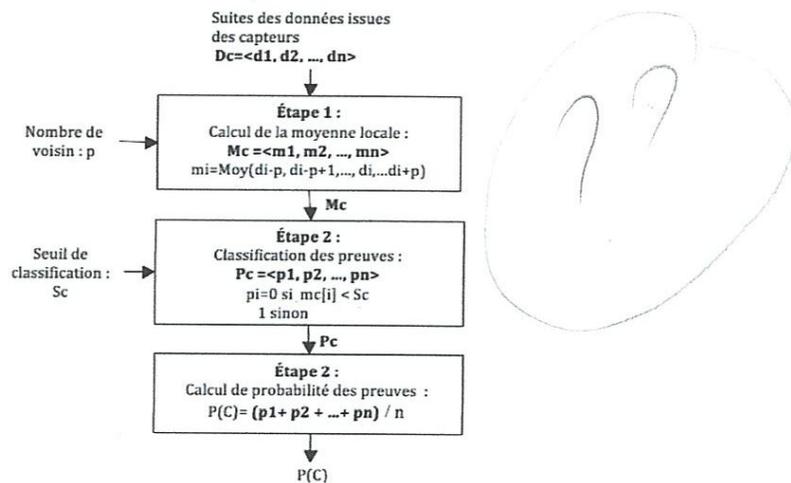


Figure 3.2: Prétraitement des données issues des capteurs pour une activité

### 3.3 Fusion de données par réseau bayésien

La reconnaissance d'une activité s'appuie sur la fusion des données collectées sur ses preuves selon un modèle préétabli. Nous utilisons pour cela les réseaux bayésiens. Comme nous avons signalé dans la section 3.1 on modélise les modèles des activités utilisant un réseau bayésien. Ce réseau met en relation (sous forme de probabilités conditionnelles) deux niveaux d'abstraction de données. Le niveau bas contient les variables associées aux preuves. Le niveau haut, quant à lui, contient des variables associées aux activités.

La reconnaissance d'une activité consiste donc en l'inférence de la probabilité associée à une cette activité à partir des probabilités sur les preuves obtenues dans la phase de prétraitement et les probabilités conditionnelles spécifiées dans le modèle.

### 3.3.1 Modèle des activités

La figure suivant illustre le modèle d'activités que nous proposons. Chaque neoud à une probabilité pour qu'il soit vrai ou faux avec une table de probabilité conditionnelle la figure 3.3 illustre un exemple d'une table de probabilité conditionnel pour un seul neoud d'inférence.

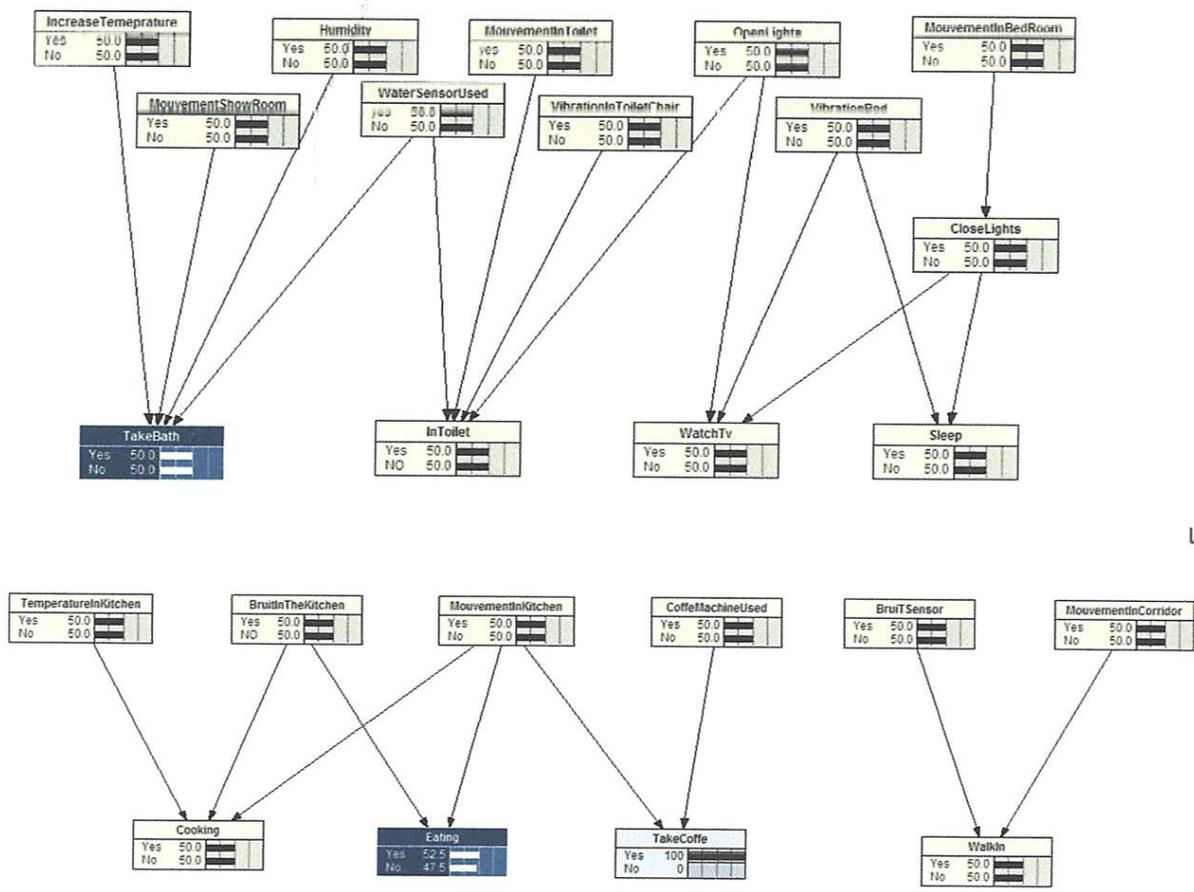


Figure 3.3: illustration de le modèle d'activités que nous proposons.

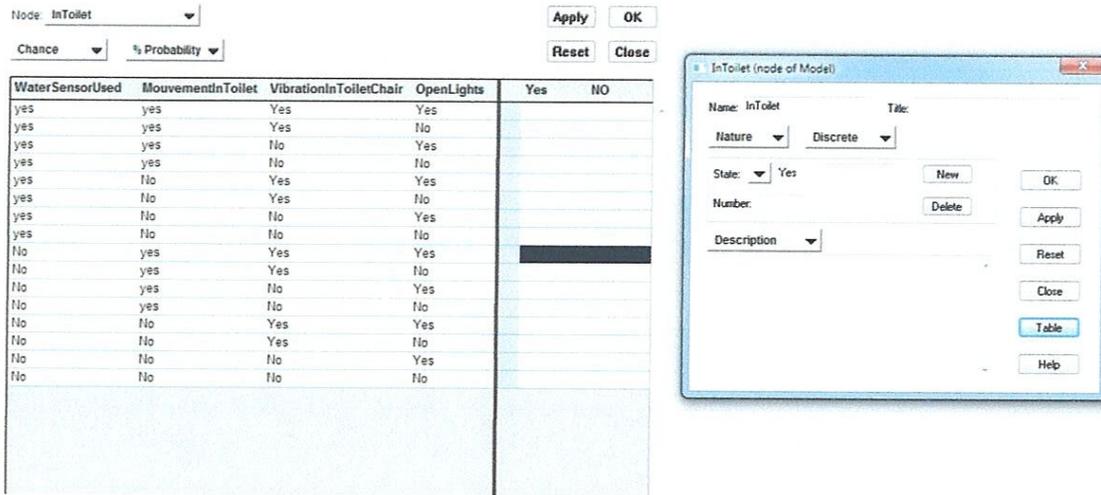


Figure 3.4: Table de probabilité conditionnel de l'activité InToilet

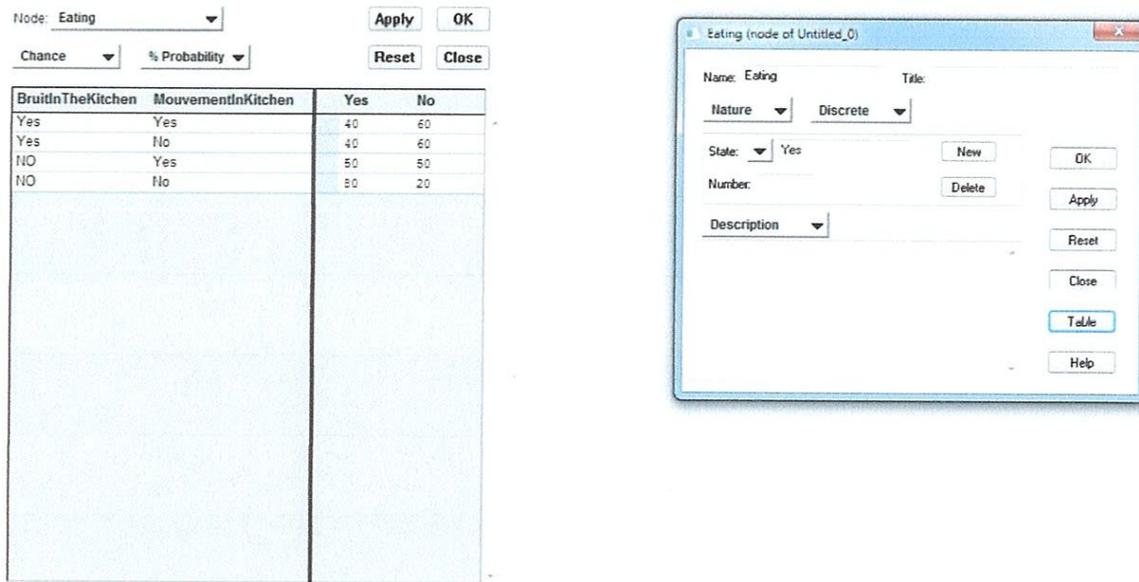


Figure 3.5: Table de probabilité conditionnel de l'activité Eating avec des données

### 3.3.2 Inférence des activités

Après avoir construit notre modèle et préparer l'algorithme permettant de calculer les probabilités des preuves des activités, nous expliquons ici le calcul à réaliser pour déduire la probabilité des activités. Il s'agit ainsi d'explique comment le modèle des activités pourra être utilisé.

Étant donné l'affectation des probabilités aux variables associées aux preuves : increse-temperature, mouvement in toilette ... (Résultat de la phase de prétraitement), l'inférence consiste en le calcul de probabilités des activités take-bath, cooking, 'en se référant aux probabilités conditionnelles.

Variables observés	Description
Increase temperature	Augmenter la température
Mouvement in showroom	Un mouvement détecter dans La salle de bain
Humidity	humidité
Water used	utilisation d'eau
Mouvement in toilet	Détecter un mouvement dans toilette
Vibration in toilet Chair lights vibration in bed Mouvement in bedroom Close light	Détecter une vibration dans la chaise de toilette Ouvrir la lumière Détecter une vibration dans le lit Mouvement dans la chambre Eteindre la lumière
OpenTemperature in kitchen	La température dans cuisine
OpenBruit in kitchen	Détecter un Bruit dans la cuisine
OpenMouvement in Kitchen	Détecter un mouvement dans la cuisine
OpenCoffee machine uses	Utiliser la machine à café
OpenBruit in Hall	Détecter un bruit dans le hall
OpenMouvement in corridor	Détecter un bruit dans couloir

Table 3.1: différents approches liée à la domotique

Varibales du context	Leur roll dans le graphe
Take bath	Prendre un bain
In toilet	Dans les toilette
Watching Tv	Regarder la télévision
Sleep	Dormir
Cooking	cuisiner
Eating	Manger
Walk-in	Marcher dans le hall
Coffe machine uses	Utilisation de la machine à café

Table 3.2: différents approches liée à la domotique

Formellement, soit  $V_p$  l'ensemble des variables des preuves, soit  $PV_p = (v_{pi}, P(v_{pi})) / v_{pi} \in V_p$  l'ensemble des affectations des probabilités sur les variables  $V_p$ , soit  $V_a$  l'ensemble des variables des activités, l'ensemble  $PV_a = (v_{ai}, P(v_{ai})) / v_{ai} \in V_a$  des affectations des probabilités sur les variables des activités  $V_a$  est calculé comme suit.

Soit la formule de probabilité marginale (marginalisation) :

$$P(v_{a_i}) = \sum_{v_{p_1}, v_{p_m}, v_{a_1}, v_{a_{i-1}}, v_{a_{i+1}}, v_{a_n}} P(v_{p_1}, \dots, v_{p_m}, v_{a_1}, \dots, v_{a_n})$$

Pour calculer la valeur d'une probabilité jointe,  $P(v_1, \dots, v_k)$ , il est nécessaire de connaître les fonctions de probabilité

$$P(v_1, \dots, v_k) = \prod_{i=1}^k P(v_i | Pr(v_i))$$

tel que  $Pr(v_i)$  sont les variables parents de  $v_i$ .

à partir de (1)(2) on déduit la formule intermédiaire qui permet de calculer  $P(v_{a_i})$ . Ils'agit donc de celle-ci :

$$P(v_{a_i}) = \sum_{v_{p_{i1}}, v_{p_{i2}}, \dots, v_{p_{ij}}} P(v_{a_i} | v_{p_{i1}}, v_{p_{i2}}, \dots, v_{p_{ij}}) \prod_{k=1}^j P(v_{p_{ik}})$$

Telles que  $v_{p_{i1}}, v_{p_{i2}}, \dots, v_{p_{ij}}$  sont les variables parents de  $v_{a_i}$ . Ils sont donc les preuves de l'activité  $Act_i$ .

Comme les preuves sont indépendantes, alors :

$$P(v_{p_{i1}}, v_{p_{i2}}, \dots, v_{p_{ij}}) = \prod_{k=1}^j P(v_{p_{ik}})$$

$$P(v_{a_i}) = \sum_{v_{p_{i1}}, v_{p_{i2}}, \dots, v_{p_{ij}}} P(v_{a_i} | v_{p_{i1}}, v_{p_{i2}}, \dots, v_{p_{ij}}) \prod_{k=1}^j P(v_{p_{ik}})$$

## 4 Conception

### 4.1 Validation de la méthode proposée

Afin de pouvoir tester notre méthode de reconnaissance des activités proposée, nous développons un prototype d'un système de maison intelligente. Ce système peut être utilisé pour tester cette méthode de deux manières différentes :

- en utilisant des données réelles issues de la surveillance réelle des activités au. Dans ce cas, le système doit être déployé dans une maison réelle et la durée de surveillance doit être relativement longue.

- en utilisant des données de synthèse préalablement préparées. Dans ce cas, on peut exécuter le système sur des données de synthèse (sauvegardées sur des fichiers) que nous préparons soigneusement en tenant compte des scénarios particuliers.

Dans ce qui suit nous présentons le détail de l'architecture de ce système.

## 4.2 Architecture du système

N'importe quelle système possède des composants qui ont chacun un objectif ou une fonctionnalité à faire pour que le système puisse réagir soit avec l'environnement extérieur ou avec l'utilisateur. Dans cette section nous présentons l'architecture générale de notre système. Celle-ci est composée de deux grandes parties qui sont en interaction entre eux (Software, Hardware).

Le système que nous proposons contient deux parties :

- La première partie : cette partie concerne l'interface physique reliée avec un ordinateur via un câble USB pour collecter l'information à partir des capteurs. Elle est composée de la carte Microcontrôleur Arduino et les différents capteurs physiques (de température, d'humidité, de Mouvements, de l'eau , de Bruit , de Vibration..)
- La deuxième partie : une application (à déployé sur un PC) qui procède à la reconnaissance des activités à partir des données brutes des capteurs. C'est la partie qui constitue le noyau de notre système.

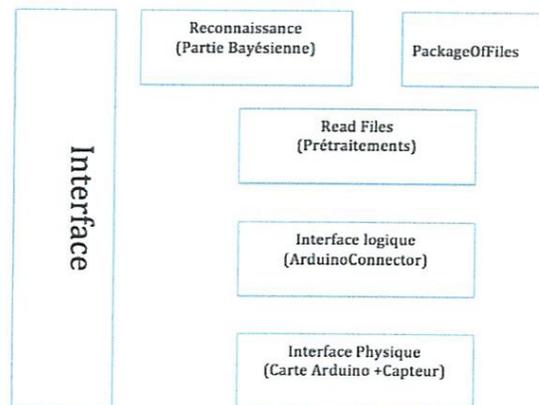


Figure 3.6: Architecture du système

- 
- Interface physique : ce composant est formé de la carte de microcontrôleur Arduino et les différents capteurs (de température et d'humidité, Mouvement, l'eau, Vibration

et bruit, etc. ) permettant de capturer les preuves des activités. Ce microcontrôleur doit être programmé pour récupérer les signaux provenant des capteurs et les envoyer à l'ordinateur.

- Interface Logique : c'est le composant qui permet de récupérer les données du microcontrôleur et de les organiser dans des structures de données adéquates (et dans des fichiers).
- phase de prétraitements : consiste à la mise en oeuvre des algorithmes de calcul ainsi l'extraction de probabilité et la localisation de la durée de temps de chaque capteur déployer dans l'environnement intelligent .
- Package of files : cette partie est un intermédiaire pour le stockage des données pour faciliter la réutilisabilité de ces dernières .
- Reconnaissance ou la partie bayésienne : c'est la phase la plus sensible dans notre travail cette dernière fait la subordination entre le modèle d'activités et l'inférence à partir des données enregistrer dans les modules intermédiaires. la probabilité a priori est à jour pour chaque activité dans un contexte temporelle bien précis.
- Interface Home Machine (IHM) celle ci est préservée à la conjonction entre l'homme machine afin d'approuver la justesse de fonctionnement de notre système.

## 5 Implémentation

L'implémentation de notre système consiste donc en l'implémentation de ses deux parties. Il s'agit donc de :

- l'implémentation de l'interface physique. Ceci implique un raccordement physique des capteurs avec le microcontrôleur Arduino et la programmation de cette dernière en utilisant le langage C.
- l'implémentation de l'application java.

### 5.1 Application Java

C'est la partie principale de notre système. C'est celle qui traite et gère toutes les entrées et les sorties du système. Programmée en java, cette application est exécutée sur un Micro ordinateur déployé dans l'habitat. C'est avec ce micro ordinateur que la carte Arduino est reliée (via le Port USB).

Cette application permet la perception et la reconnaissance des activités humaines au sein de la maison.

L'application a été développée sous java avec l'éditeur IntelliJ IDEA. On a utilisé les bibliothèques prédéfinies pour construire cette interface comme (RX, Java Fx, etc.).

## 5.2 Langage de programmation

Afin de mettre en oeuvre notre méthode, nous avons choisi le langage de programmation Java. En plus de notre bonne expérience de programmation en java, nous avons choisi ce dernier parce que c'est l'un des meilleurs langages de programmation multiplateformes.

Développé par James Gosling chez Sun Microsystems en 1990, Java est un langage de programmation orienté objet disponible pour un ensemble d'exigences de développement; directement de l'application mobile aux applications Web d'entreprise, des services Web aux applications de bureau. En raison de sa formule de longue date (WORA) "Ecrire une fois et exécuter n'importe où", Java reste un langage de programmation très populaire. Nous avons utilisé le Java Développements Kit JDK version 8 mise à jour 45 [36].

## 5.3 Environnements de développement

### 5.3.1 environnement pour l'application JAVA

nous avons utilisé comme environnement de développement de notre application java IntelliJ IDEA Ultimate 18.1. celui-ci permet de gérer code source avec plus d'efficacité. IntelliJ IDEA Ultimate est un IDE payant, mais c'est l'un des IDE Java les plus intelligents actuellement. Il est utilisé par Google, et les grandes sociétés de logiciels pour développer leurs propres solutions logicielles déférentes et puissantes. L'une des plus grandes choses à propos de cet IDE, c'est qu'il supporte toutes les dernières technologies et Framework disponibles dès la sortie de la boîte [37].

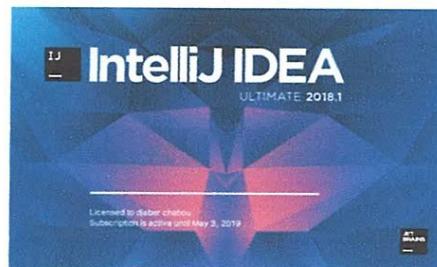


Figure 3.7: Plateforme de développement IntelliJ IDEA

### 5.3.2 environnement pour Application Arduino

Dans notre projet, la partie Arduino représente la plateforme permettant de contrôler les actionneurs et de récupérer des informations de l'environnement physique.

Langage et environnement de programmation Le programme de fonctionnement d'Arduino est implémenté par le langage Arduino qui est basé sur les langages C/C++. Ce langage supporte toutes les constructions standards du langage C et quelques-uns des outils du C++.

Comme environnement de programmation, nous avons utilisé Arduino Software (IDE). Celui-ci est un logiciel open-source, il est facile d'écrire du code et de le transférer à la carte. Il fonctionne sur Windows, Mac OS X et Linux. L'environnement est écrit en Java et basé sur le traitement et d'autres logiciels open-source [27].



Figure 3.8: Plateforme de développement ArduinoIDE

### 5.3.3 Bibliothèques tierces

- JavaFX 8 SDK: JavaFX offre une interface utilisateur très personnalisable, belle et riche en plus d'un grand outil pour dessiner des graphiques pour les graphiques et les graphiques mathématiques [34]. Nous avons utilisé cette bibliothèque pour tracer des gaussiennes. )
- Apache Commons IO 2.4: Une des meilleures bibliothèques Java qui aide à développer des fonctionnalités d'entrée / sortie avec sa véritable utilité [35].
- rxtx-2.1.72 : Utilisé pour la communication entre la carte Arduino et un ordinateur ou d'autres appareils. Toutes les cartes Arduino ont au moins un port série (également connu sous le nom de UART ou USART): Serial. Il communique sur les broches numériques 0 (RX) et 1 (TX) ainsi qu'avec l'ordinateur via USB. Ainsi, si vous utilisez ces fonctions, vous ne pouvez pas utiliser les broches 0 et 1 pour l'entrée ou la sortie numérique. Vous pouvez utiliser le moniteur série intégré de l'environnement Arduino pour communiquer avec une carte Arduino. Cliquez sur le bouton Moniteur série dans la barre d'outils et sélectionnez le même débit en bauds que celui utilisé dans l'appel pour commencer (). La communication série sur les broches TX / RX utilise les niveaux logiques TTL (5V ou 3,3V en fonction de la carte). Ne connectez pas ces broches directement à un port série RS232; Ils fonctionnent à +/- 12V et peuvent endommager votre carte Arduino [28].

Fork du projet Java RXTX pour fournir principalement un package 64 bits natif compilé pour Windows et Linux. RXTX est une bibliothèque native Java fournissant des communications série et parallèle pour Java Development Toolkit (JDK). RXTX est sous licence GNU LGPL ainsi que ces distributions binaires. RXTX est un excellent package, mais il manquait des binaires pré-compilés pour les versions x64 (64 bits) de Windows.

Ce projet distribue les versions binaires de RXTX pour Windows x64, x86, ia64 et Linux x86, x86\_64.

- org.xerial:sqlite-jdbc:3.21.02 : SQLite JDBC, développé par Taro L. Saito, est une bibliothèque d'accès et de création de fichiers de base de données SQLite en Java. La bibliothèque SQLiteJDBC ne nécessite aucune configuration puisque les bibliothèques natives pour les principaux systèmes d'exploitation, y compris Windows, Mac OS X, Linux, etc., sont assemblées en un seul fichier JAR (Java Archive). L'utilisation est assez simple. téléchargez notre bibliothèque sqlite-jdbc, puis ajoutez la bibliothèque (fichier JAR) à votre chemin de classe [30].
- jfoenix-8.0.12 : JFoenix est une bibliothèque Java open source, qui implémente Google Material Design en utilisant des composants Java. Pour commencer à utiliser JFoenix, tout ce que vous avez à faire est de le télécharger depuis GitHub. Vous pouvez trouver les fichiers source JFoenix avec un fichier jar compilé sur le lien suivant: [31] [33]
- javabayes-0.3462 : Les réseaux bayésiens ont été utilisés comme un outil fondamental pour la représentation et la manipulation des croyances en Intelligence Artificielle. Il y a eu des implémentations de réseaux bayésiens dans une variété de formats et de langues. JavaBayes est un système qui gère les réseaux bayésiens: il calcule les probabilités et les attentes marginales, produit des explications, effectue des analyses de robustesse et permet à l'utilisateur d'importer, de créer, de modifier et d'exporter des réseaux. JavaBayes est la première implémentation complète des réseaux bayésiens en Java.

#### 5.3.4 Tester les systèmes d'exploitation

Afin de vraiment tester le comportement de notre application, nous l'avons testé sur trois principaux systèmes d'exploitation; un commercial: Microsoft Windows, un OS open source : Linux et un Mac OS Sierra 10.12.6. Sous Windows, nous avons testé Windows 7 SP1x64 (Sous forme Virtual machine). Sur Unix, nous avons choisi une distribution appelée Kali linux 4.12.0-Kali-amd641sm Debian 4.12.6-1 Kali x86, x86-64, armel, armhf qui a fourni le temps d'exécution le plus court.

Matériel Afin de bien tester le comportement de notre système, nous l'avons testé sur trois système d'exploitation Avec des performances différentes Un système d'exploitation OS X (Sierra (type de noyaux Unix) ) avec deux Virtual machine (une machine Virtual (linux) une machine Virtual (Windows)) Sur OS X , nous avons sélectionné sa dernière distribution appelé OS X Sierra 64 bits (à long terme Service) qui a délivré le plus court temps d'exécution. Comme équipement, nous avons utilisé trois machines différentes pour tester notre

Afin de bien tester le comportement de notre système, nous l'avons testé sur trois système d'exploitation Avec des performances différentes Un système d'exploitation OS X (Sierra (type de noyaux Unix) ) avec deux Virtual machine (une machine Virtual (linux) une machine Virtual (Windows)) Sur OS X , nous avons sélectionné sa dernière distribution appelé OS X

Sierra 64 bits (à long terme Service) qui a délivré le plus court temps d'exécution. Comme équipement, nous avons utilisé trois machines différentes pour tester notre . application :

- MacBook Pro : CPU : Intel core i5- 2.4 GHz, RAM : 8 Go DDR3, GPU : Intel Iris 1536 Mo hard disk : 256 GB SSD .
- acer travelmate :CPU : Intel i3-2328M @ 2.20 GHz, RAM : 4 Go DDR3, GPU : AMD Radeon HD 6570 hard disk : 500 GB HDD.

#### 5.4 Implémentation de l'Interface physique

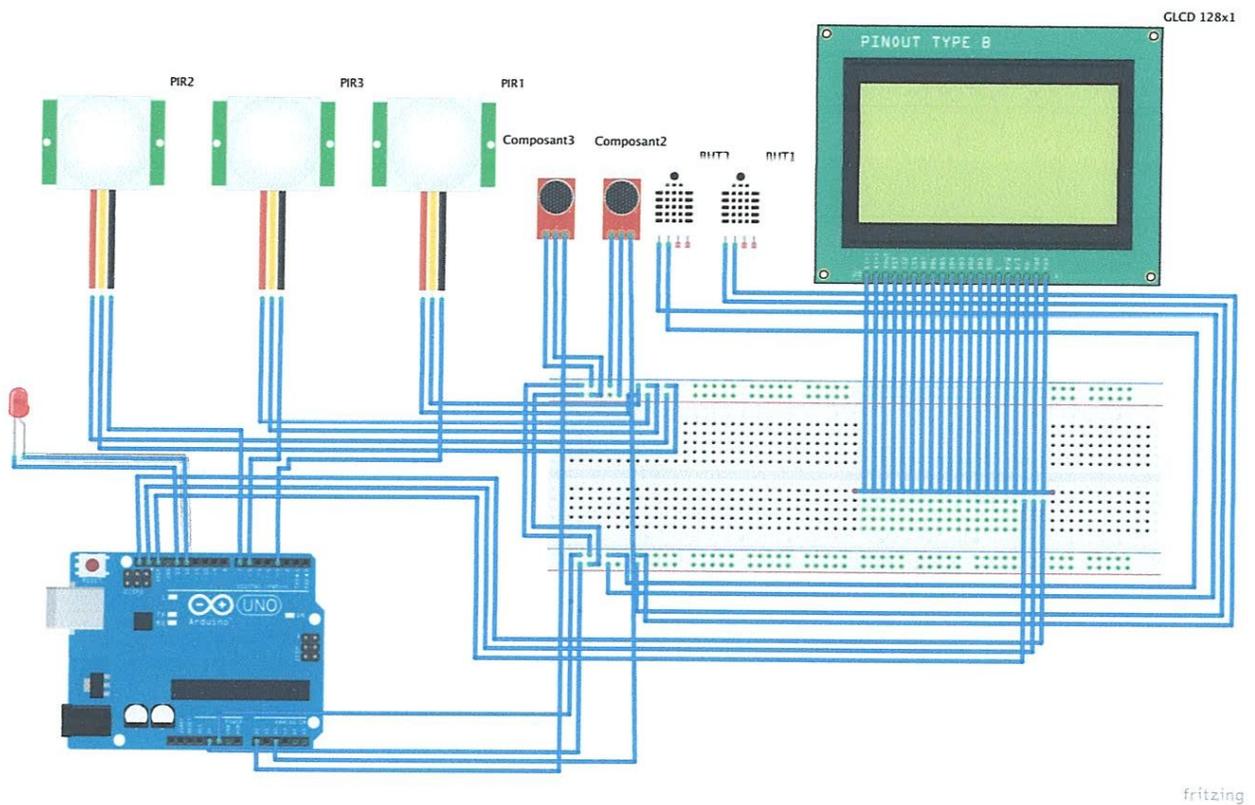


Figure 3.9: Schéma de raccordement

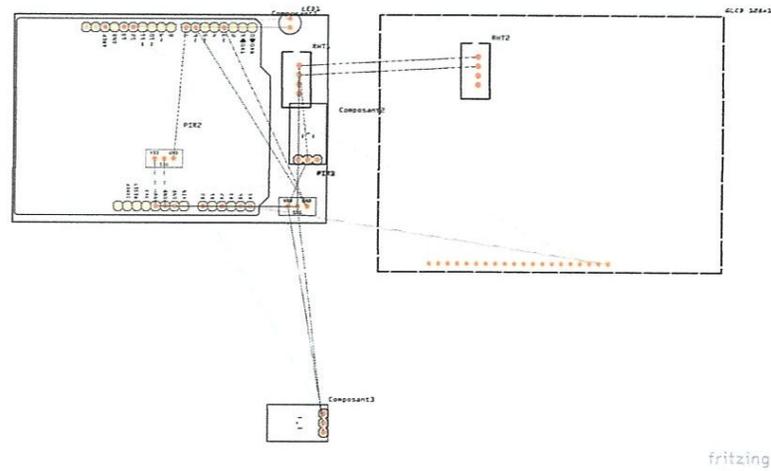


Figure 3.10: vue schématique

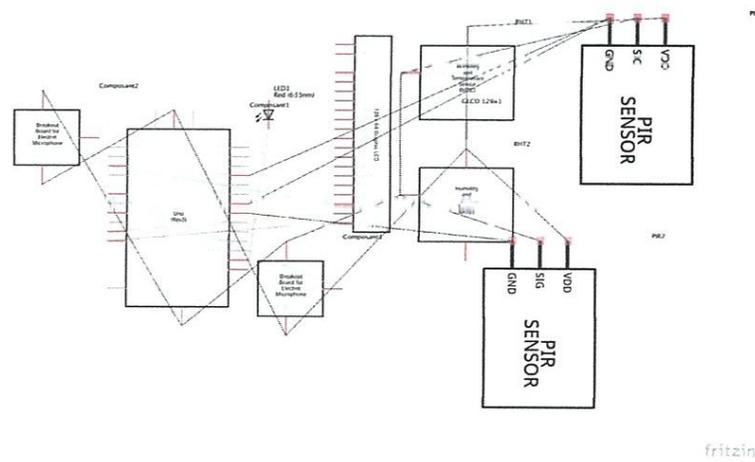


Figure 3.11: circuit imprimé

## 5.5 Interface Graphique

Si notre système est conçu pour être transparent et léger, il est capable de fournir certains services. Il est doté d'une interface graphique qui nous permet d'interagir avec lui. Dans ce qui suit nous présentons les différents éléments de notre système .

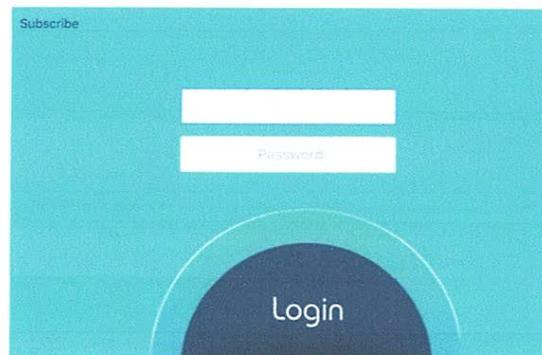


Figure 3.12: Login System



Figure 3.13: Dashbord

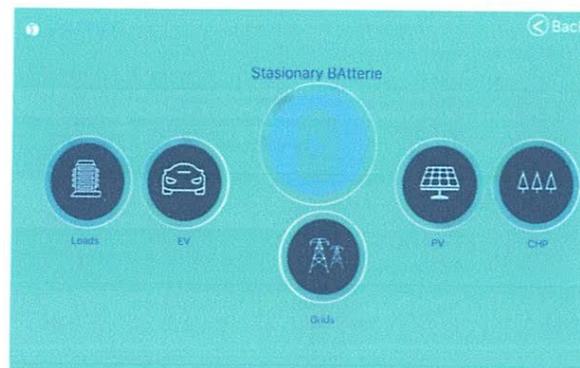


Figure 3.14: Energy Dashbord

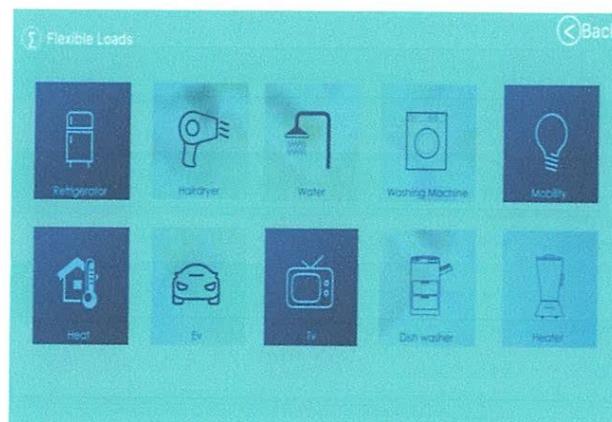


Figure 3.15: Flexible loads Dash

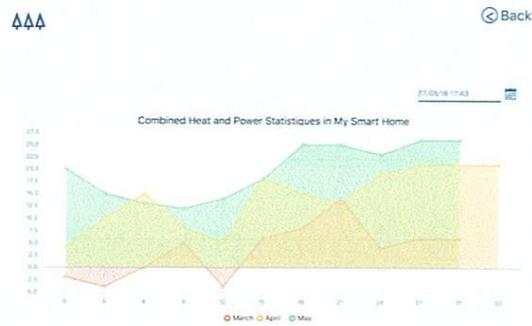


Figure 3.16: Combinaisons température et l'énergie

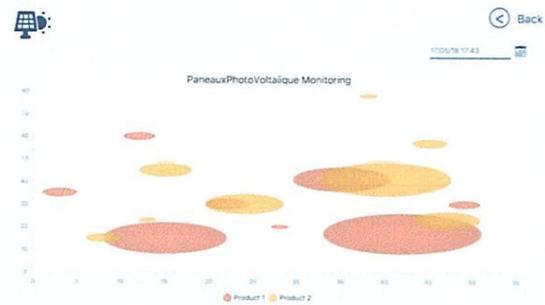


Figure 3.17: PaneauxPhotoVoltaire Monitoring

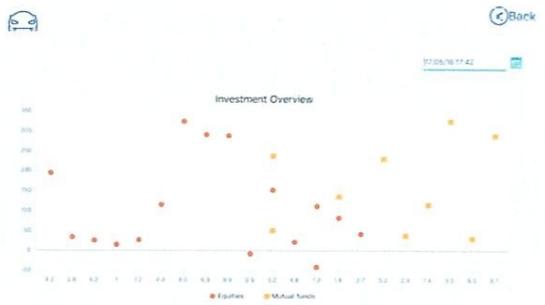


Figure 3.18: Energie de garage

La figure 3.19 représente les commandes Vocaux, que notre système peut comprendre, et autres fonctionnalités.



Figure 3.19: Home DASHBOARD



Figure 3.20: bayesian lab Résultat Of My Exprience



Figure 3.21: BayesianLabForMySimulationLab



Figure 3.22: TimelineDashForMyAlgorithme



Figure 3.23: Plan de la maison

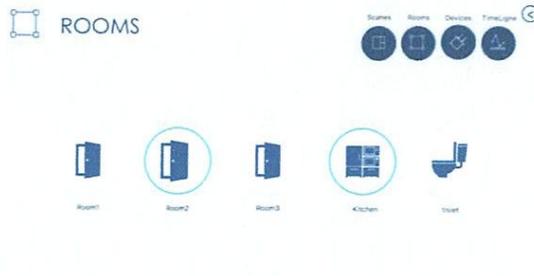


Figure 3.24: Rooms Dabsbord



Figure 3.25: mobilité Dashboard



Figure 3.26: FCOSTS

## **6 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons détaillé notre système en deux parties, conception et implémentation. Dans la première partie nous avons définie les fonctionnalités de notre système et l'architecture générale et détaillé. Nous avons ainsi que expliqué comment l'application sera utilisée.

Dans la deuxième partie, nous avons mentionné tous les outils que nous avons utilisés pour mettre en oeuvre notre système et ainsi que tous les matériaux que nous avons utilisés pour les tests.

# Conclusion Général et perspective

## α A. Conclusion

e projet investit le domaine des maisons intelligentes. Son objectif global consistait en le développement d'une technique qui donne au système de maison intelligente la capacité d'être conscient de contexte de vie quotidienne et donc pouvoir proposer des services adaptés et d'une manière adéquate.

La problématique que nous avons traité dans le cadre de projet concernait la reconnaissance automatique des activités quotidiennes à partir des données bruitées, incertaines et incomplètes fournis par des capteurs déployés dans la maison. Il s'agit sans doute de l'opération la plus complexe à réaliser par tout système sensible au contexte (comme le cas d'un système de maison intelligente). Le grand problème qui s'est posé concernait exactement la difficulté de fusionner beaucoup de données simples des capteurs pour déduire et reconnaître l'activité qu'un habitant est en train d'accomplir.

Pour bien cerner cette problématique, nous avons proposé l'utilisation des réseaux bayésiens comme une base pour la fusion et l'abstraction des données des capteurs. Avec ce formalisme, la reconnaissance des activités se fait à travers l'inférence probabiliste sur le modèle des activités préalablement fourni.

Pour bien appliquer les réseaux bayésiens, nous avons proposé d'utiliser des méthodes statistiques dans une phase dite de prétraitement afin d'améliorer la qualité des données brutes des capteurs et d'obtenir des données réduites et mieux significatives. Cette phase permet au système de la maison intelligente d'être moins sensibles aux perturbations et aux fausses preuves (des activités), assurant ainsi d'avoir une bonne stabilité quant à sa réactions vis-à-vis son environnement.

Afin d'appliquer et pouvoir tester notre méthode de reconnaissance des activités proposée, nous avons développé un prototype d'un système de maison intelligente. Ce système a été utilisé pour tester sur des données de synthèse préalablement préparées (sauvegardées sur des fichiers). Ce sont des données de synthèse que nous avons préparé soigneusement en tenant compte des scénarios particuliers.

Quoi que le système, dans son état de développement, marche bien dans le cas d'une chambre unique réelle (une chose que nous pouvons la faire), il n'a pas été testé complètement pour plusieurs raisons. Premièrement, à cause de manque des capteurs nécessaires pour la reconnaissance de certaines activités. Deuxièmement, à cause de manque de temps et de l'espace de teste car le système doit être déployé dans une maison réelle et la durée de surveillance doit être relativement longue. À la fin, ce travail nous a donnés une bonne réflexion sur le thème et nous a permis d'acquérir beaucoup de concepts.

## B. Perspectives

Malgré les efforts que nous avons fait pour réaliser ce modeste travail, malgré les concepts

que nous avons acquis, nous avons constaté que les pas faits ne constituent qu'un début d'un chemin assez long. Le travail que nous avons réalisé pourrait être amélioré, complété et poursuivi sous différents aspects, notamment :

- Pour des raisons de simplification, nous avons utilisé un modèle d'activités préalablement déterminé. Il serait intéressant d'étendre le système de la maison intelligente par une fonctionnalité qui va lui permettre l'apprentissage automatique des modèles des activités.
- Nous avons commencé par exploiter les réseaux bayésiens qui quantifie les causalités et les dépendances entre les preuves des activités et les activités elles-mêmes. Nous pouvons réfléchir d'utiliser les réseaux bayésiens pour mettre également en relation l'historique des activités et les preuves courantes avec les activités probables (à reconnaître ou à prédire). Dans ce cas l'utilisation des réseaux bayésiens dynamiques (une extension des réseaux bayésiens classiques) pourrait être mieux bénéfique.
- Plusieurs améliorations sont possibles au niveau de notre système de maison intelligente. Ces améliorations peuvent concerner surtout la partie décision. Nous pouvons implémenter le module décision qui propose à l'habitant des services adaptés en fonction de ses activités en cours.

# Bibliography

- [1] <http://www.ideesmaison.com/Le-Mag-de-la-Maison/A-la-Une/Interieur-deco-confort/Utile-équipement-confort/La-domotique/Automatique.html> .Consulter le : 15 décembre 2017
- [2] René Barbey et Viviane Maislisch, « Bibliographie », Annuaire suisse de politique de développement [En ligne], 14 — 1995, mis en ligne le 04 mai 2013, consulté le 25 février 2017. URL : <http://aspd.revues.org/1496>
- [3] [ <https://www.postscapes.com/internet-of-things-definition/>
- [4] <http://tpe-domotique-ia.blogspot.com/2010/03/lintelligence-ambiante.html>
- [5] P. Carrera : Étude de comportements coopératifs pour l'intelligence ambiante : Application à la gestion de crises. Mémoire de Master Université Carlos III de Madrid, Espagne, 2009.
- [6] Weiser, M. (1991). « The Computer for the 21st Century ». Scientific American, 265(3), 66-75. Note : Classic statement of the ubiquitous-computing vision.
- [7] Waldner, J. B. (2007). Nano-informatique et intelligence ambiante: inventer l'ordinateur du XXIe siècle (p. 302). Hermès Science. ISBN:9782746215160
- [8] Adams, N., Gold, R., Schilit, B. N., Tso, M. M., Want, R. (1993). « An infrared network for mobile computers ». Mobile Location-Independent Computing Symposium on Mobile Location-Independent Computing Symposium (p. 5). Berkeley, CA, USA: USENIX Association.
- [9] A.Dey: Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications. Ph.D. thesis, Georgia Institute of Technology, Nov. 2000.
- [10] O. Gassmann, H. Meixner: Sensors in Intelligent Buildings. the Proceedings of Wiley-VCH VerlagGmbH, Weinheim, Germany, 2001
- [11] Miraoui M., ?Architecture logiciel pour l'informatique diffuse : Modélisation du contexte et adaptation dynamique des services?. Thèse de doctorat, Montréal, Canada, 2009.

- [12] Dey A. K. and Abowd G.D., 'Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness?', CHI 2000, Workshop on the What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness, The Hague, Netherlands, 2000.
- [13] Ryan N. S, Pascoe J. and Morse D. R., 'Enhanced reality fieldwork: the context-aware archeological assistant?', Gaffney, Leusen and Exxon edition, Computer Applications in Archeology, British Archaeological Reports, Oxford, UK 1997.
- [14] Schilit B., Adams N. and Want R., 'Context-aware computing applications?', Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, Santa Cruz, CA, pp 85-90, 1994.
- [15] SCHIELE, G., HANDTE, M. et BECKER, C. (2010). Pervasive computing middleware. Dans Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments, pages 201-227.
- [16] Joelle COUTAZ, James L CROWLEY, Simon DOBSON et David GARLAN : Context is key. Communications of the ACM, 48(3):49-53, 2005.
- [17] TheseDavidBellot , page 37. 26 novembre 2002
- [18] L. Takayama, C. Pantofaru, D. Robson, B. Soto, and M. Barry. Making technology homey : finding sources of satisfaction and meaning in home automation. In Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing, UbiComp '12, pages 511-520, New York, NY, USA, 2012. ACM
- [19] CÉLINE DESCHENEAUX , RECONNAISSANCE D'ACTIVITÉS DE BASE À L'AIDE DE RÉSEAUX BAYÉSIENS DANS LE CADRE D'UN HABITAT INTELLIGENT EN TÉLÉSANTÉ , Page 27-28-29, JANVIER 2007 .
- [20] Yiyu Yao, Fei-Yue Wang, Jue Wang et Daniel Zeng. Rule + Exception Strategies for Security Information Analysis. IEEE Intelligent Systems, 20(5):52-57, 2005. ISSN 15411672.
- [21] <https://www.lri.fr/~antoine/Courses/IIE/WEB-ISX/Tr-SE-3-4.pdf>
- [22] C. Bettini, O. Brdiczka, K. Henriksen, J. Indulska, D. Nicklas, A. Ranganathan, and D. Ri-boni. A survey of context modelling and reasoning techniques. Pervasive and Mobile Computing, 6(2) :161-180, April 2010.
- [23] P. Smets. Theories of uncertainty. In IOS Press, editor, Handbook of Fuzzy Computation, chapter Section B.1.2. IOS Press, 1998.
- [24] A. P. Dempster. Upper and lower probabilities induced by a multivalued mapping. The Annals of Mathematical Statistics, 38(2), 1967.
- [25] G. Shafer. A Mathematical Theory of Evidence. Princeton University Press, Princeton, 1976.

- [26] P Vannoorenberghe. Un état de l'art sur les fonctions de croyance appliquées au traitement de l'information. Rapport technique Revue 13 (20), CNRS, Université de Rouen, UFR des Sciences, 2004
- [27] <https://www.arduino.cc/>
- [28] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/>].
- [29] <http://fizzed.com/oss/rxtx-for-java>]
- [30] <https://bitbucket.org/xerial/sqlite-jdbc>
- [31] <http://www.jfoenix.com/documentation.html>
- [32] <https://www.cs.cmu.edu/~javabayes/Home/>]
- [33] <https://github.com/jfoenixadmin/JFoenix>
- [34] Oracle. JavaFX: Getting Started with JavaFX. <http://docs.oracle.com/javase/8/javafx/get-started-tutorial/jfx-overview.htm>, 2018. Accessed: 10-05-2018.
- [35] Apache. Commons IO. <https://commons.apache.org/proper/commons-io/>, 2015. Accessed: 05-06-201
- [36] Oracle. Java SE Development Kit 8 Downloads. <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk8-downloads-2133151.html>, 2018. Accessed: 10-05-2015.
- [37] JetBrains. IntelliJ IDEA. <https://www.jetbrains.com/idea/>, 2015. Accessed: 10-05-2018. ?