



UNIVERSITE  
Abdelhamid Ibn Badis  
MOSTAGANEM

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM

**Faculté des Sciences Exactes & de l'Informatique**  
**Département de Mathématiques et d'Informatique**  
**Filière Informatique**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
**Pour l'Obtention du Diplôme de Master professionnel en Informatique**  
**Option : Réseau et Système**

La réalisation d'une application mobile Android  
communiquant avec un Beacon

*Présenté par :*

AMARA Nesrine

*Encadré par:*

Mr : MECHAOUI Moulay Driss

Année Universitaire 2018/ 2019

# *Dédicace*

*Je dédie ce projet :*

*A ma chère mère,*

*A mon cher père,*

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir  
et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

*A mon frère Abd El Hamid ,*

*A mes sœurs Kawthar et Chorouk,*

*Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.*

*A mon cher grand-père Mohamed,*

*A ma chère grand-mère Zora,*

*Qui je souhaite une bonne santé.*

*A mon cher Imad ,*

*Qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles.*

*A mes chères amies Khadidja, Amel , Samia,*

*Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.*

*A toute ma famille,*

*A tous mes autres ami(e)s,*

*A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.*

# *Remerciement*

*Tout d'abord, je tiens remercie DIEU le miséricordieux de nous avoir donnés la possibilité de réaliser mon projet, d'arriver à mes souhaits et d'atteindre mes objectifs.*

*J'aimerais dans ces quelques lignes remercier toutes les personnes qui d'une manière ou d'une autre, ont contribué au bon déroulement de notre travail, tout au niveau humain qu'au niveau scientifique.*

*Je tiens tout d'abord à remercier mon encadreur Mr : **MECHAOUI Moulay Driss**, j'ai pu bénéficier à la fois de ses compétences scientifiques, et de sa grande disponibilité, tant pour résoudre les difficultés rencontrés lors de mes réalisations, de répondre à mes questions.*

*J'ajoute en particulière sa patience et ses encouragements, j'ai permis de travailler dans bonnes conditions.*

*je tient à adresser mes remerciement au membre de jury pour l'intérêt qu'il a porté pour mon travail en participant à ce jury en tant qu'examineurs.*

*A mes très chers parents qui ont tant prié à mes réussites, De soutien moral. Je les remercie de me avoir encouragée Et aidé à devenir ce que je suis. Et A mes frères, mes sœurs, mes grands-parents, et toute la famille*

*AMARA*

*A mes très chères amies qui sont contribués dans mon travail de proche ou de loin plus particulièrement*

## **Résumé**

Ce projet se pose comme une initiative proposant l'étude, la conception ainsi que la réalisation d'un prototype d'une application mobile Android communiquant avec un Beacon (capteur de proximité) pour un magasin commercial. Cette application permet de localiser les clients et d'avoir une communication contextuelle par rapport à la position des clients dans une zone géographique à l'aide du signal Bluetooth Low Energy (BLE), afin de les orienter à l'intérieur ou à proximité du magasin (Indoor localisation), ou d'envoyer aux clients qui passent auprès de magasin des notifications publicitaires (promotions, ou solde) pour attirer leurs intentions et les inciter à acheter.

**Mots clés :** Application mobile, Android, Beacon, Bluetooth Low Energy (BLE).

## **Abstract**

This project arises as an initiative proposing the study, the design as well as the realization of a prototype of an Android mobile application communicating with a Beacon (proximity sensor) for a commercial store.

This application allows to locate customers and to have a contextual communication about the position of customers in a geographical area using Bluetooth Low Energy (BLE) signal, orient them in or near the store (indoor location), or to send customers advertising notifications (promotions, or discount) to customers in order to attract their intentions and encourage them to buy.

**Keywords:** Mobile application, Android, Beacon, Bluetooth Low Energy (BLE).



# Table des matières

Liste des Figures.....	i
Table de matiere .....	ii
Introduction .....	1
Chapitre 1 L'internet des objets .....	2
1.1. Introduction .....	2
1.2. Définition de l'internet des objets .....	2
1.3. Fonctionnement d'IdO .....	3
1.4. Les objets connectés.....	4
1.4.1. Les objets passifs.....	4
1.4.2. Les objets actifs.....	5
1.5. Architecture de l'internet des objets .....	5
1.6. Etapes et technologies dans l'écosystème de l'IdO.....	6
1.7. Les réseaux de communication en fonction d'objets connectés.....	7
1.7.1. Réseau long portée .....	7
1.7.2. Réseaux à courte portée.....	10
Le mode émulation de carte .....	14
Le mode lecteur .....	14
Le mode pair-à-pair .....	14
1.8. Les passerelles Gateway IoT .....	14
1.9. Conclusion.....	16
Chapitre 2 La technologie Beacon .....	17
1.1. Introduction .....	17
1.2. Définition de Beacon.....	17
1.3. Fonctionnement de beacon.....	18
1.4. Types de Beacon .....	19
1.4.1. iBeacon.....	19
1.4.2. AltBeacon.....	20
1.4.3. Eddystone.....	20
1.5. Format de trame beacon .....	20
1.5.1 La trame d'iBeacon .....	20
1.5.2. La trame AltBeacon.....	21

1.5.3	La trame Eddystone.....	22
1.6.	Domaines d'utilisation .....	24
1.6.1.	La géolocalisation.....	24
1.6.2.	Trafic aérien .....	24
1.6.3.	Commerce de détail.....	24
1.6.4.	Sites industriels.....	25
1.6.5.	Tourisme.....	26
1.6.6.	Hôtellerie .....	26
1.6.7.	La bibliothèque.....	27
1.6.8.	Paieement mobile .....	28
1.6.9.	Sécurité :.....	28
1.7.	Les avantages de Beacon.....	29
1.8.	Les inconvénients de Beacon .....	29
1.9.	Conclusion.....	30
Chapitre 3	Analyse et conception.....	31
3.1.	Introduction .....	31
3.2.	Présentation de notre application : .....	31
3.3.	Les acteurs du système :.....	32
3.4.	Spécification des besoins.....	33
1.1.1.	Besoins fonctionnels.....	33
1.1.2.	Les besoins non fonctionnels.....	34
3.5.	Analyse des besoins : .....	34
3.5.1.	Diagramme de cas d'utilisation: .....	34
3.5.2.	Le diagramme de séquence .....	37
3.5.3.	Diagramme de classe :.....	39
3.6.	Conclusion :.....	40
Chapitre 4	Implémentation.....	41
1.1.	Introduction .....	41
1.2.	Environnement du développement de l'application.....	41
1.2.1.	Environnement matériel .....	41
1.2.2.	Environnement logiciel .....	41
1.2.3.	Choix des outils de travail .....	42
1.2.4.	Les langages de programmation.....	45
1.3.	Imprime d'écran de l'application .....	46
1.3.1.	Interface d' « Accueil » .....	46
1.3.2.	Interface « Enable Monitoring ».....	47

1.3.3.	Interface « Start Ranging ».....	48
1.3.4.	Interface « App Info » .....	49
1.3.5.	Affichage du notification.....	49
1.3.6.	Icon de l'application.....	50
1.4.	Conclusion.....	51
Conclusion Générale .....		52
Bibliographie .....		53

## Liste des figures

Figure 1: collecte de données .....	4
Figure 2 : Architecture d'IdO .....	5
Figure 3 : Les différents réseaux de communication .....	7
Figure 4 : Architecture d'un réseau LPWAN .....	8
Figure 5:Architecture du réseau LoRa . .....	8
Figure 6:Architecture du réseau Sigfox .....	9
Figure 7 : architecture de passerelle Gateway .....	15
Figure 8: signal Bluetooth Low Energy emit par Beacon.....	18
Figure 9 : fonctionnement de Beacon.....	19
Figure 10 : Format de trame iBeacon.....	21
Figure 11: format de trame AltBeacon.....	22
Figure 12 : Format de trame Eddystone.....	23
Figure 13 : Les balises fournir un contrôle d'accès dans un site industriel .....	26
Figure 14 : Principe de l'application .....	31
Figure 15 : utilisation de geofencing .....	32
Figure 16 : L'envoi des notifications push .....	33
Figure 17 : diagramme de cas d'utilisation général du système .....	35
Figure 18 : diagramme de Cas d'utilisation « se Localiser ».....	36
Figure 19 : diagramme de Cas d'utilisation « naviguer vers une destination » .....	36
Figure 20 : Diagramme de cas d'utilisation « Recevoir une notification » pour le client.....	37
Figure 21 : Diagramme de séquence « se localiser » .....	38
Figure 22 : Diagramme de séquence « recevoir une notification » .....	39
Figure 23 : diagramme de classe .....	40
Figure 24 : Android Studio.....	42
Figure 25 : l'outil Papurus.....	43
Figure 26 : Beacon Simulator .....	44
Figure 27 : creation d'un beacon.....	44
Figure 28 : Accueil .....	47
Figure 29 : affichage de l'état de région.....	47
Figure 30 : Affichage du beacon .....	48
Figure 31 : Besoin d'activer Bluetooth .....	49
Figure 32 : Interface « Start Ranging » .....	49
Figure 33: Interface « APP Info ».....	50
Figure 34 : Affichage de notification .....	50
Figure 35 : Icon de l'application .....	51

# Introduction Générale

De nos jours, le marché de la mobilité connaît un essor phénoménal au niveau de la productivité des équipements (Smartphones, Tablettes...), de services de télécommunications, et développements de nouveaux services. Cela a donné naissance naturellement à l'idée de fournir des services en fonction de la position de l'utilisateur : un besoin de localisation est donc apparu.

Les systèmes de navigation de rue qui reposent sur les satellites du système de positionnement global (GPS) sont utilisés quotidiennement par de nombreuses personnes. Malheureusement, ce type de technologies ne peut être utilisé que pour naviguer dans des espaces ouverts et ne sont pas disponibles à l'intérieur. C'est pour cette raison que les techniques de navigation intérieure utilisant les signaux Bluetooth, ainsi que des algorithmes de positionnement efficaces, ont fait l'objet d'une étude au cours des dernières années.

L'objectif de notre travail est alors de réaliser un prototype d'une application mobile Android qui communique avec des capteurs de proximité « Beacon » dans un magasin afin d'automatiser des traitements dans le mobile dès que ce dernier entre dans la zone de couverture de Beacon. Permettant aux utilisateurs de naviguer à l'intérieur du magasin et de recevoir des informations contextuelles sur les emplacements et les produits proposés dans ce magasin. Cette application s'appuie sur les informations recueillies par les balises et les capteurs intégrés à l'appareil mobile pour fonctionner. La principale raison du développement de cette application est de mieux comprendre la navigation intérieure et de montrer comment les Smartphones et les balise peuvent être utilisés à cette fin.

La structure de ce document est la suivante:

- Chapitre1 est consacré à présenter l'internet des objets et ses réseaux de communication
- Chapitre2 présente la technologie Beacon et ses domaines d'utilisation
- Chapitre 3 décrit l'analyse et la conception de la solution apportée, en utilisant les diagrammes UML.
- Chapitre4 dresse une présentation de l'ensemble des outils matériels et logiciels utilisés et déployés pour aboutir à la réalisation du projet.

# Chapitre 1

## L'internet des objets

---

### 1.1. Introduction

L'Internet des objets « IdO » est l'une des plus grandes révolutions de la technologie de l'information, elle est considérée comme l'extension du réseau internet et devient très répandu dans le monde, ce qui fait voir le jour à un nouvel aspect d'exploitation des ressources de l'internet et d'étendre ce réseau virtuel vers un usage plus complexe qui permet la communication par échanges d'informations avec les objets qui nous entourent.

Dans ce chapitre, nous commencerons par présenter l'IdO, son architecture ainsi son fonctionnement. Ensuite, nous présenterons ses réseaux de communication de manière générale et la passerelle.

### 1.2. Définition de l'internet des objets

L'internet des objets (IdO) est une infrastructure dynamique d'un réseau global qui permet d'interconnecter des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables. Il représente les échanges d'informations et de données provenant de dispositifs présents dans le monde réel vers le réseau internet. Aussi l'internet des objets représente les échanges d'informations et de données provenant de dispositifs présents dans la réalité vers le réseau internet. [1]

Quelques définitions de l'Internet des objets :

❖ Le terme "Internet des objets" est utilisé comme mot clé générique pour couvrir divers aspects liés à l'extension de l'Internet et du Web au monde physique, par le déploiement généralisé de dispositifs distribués dans l'espace avec identification, détection et / ou capacités d'actionnement. L'Internet des objets envisage un avenir dans lequel des entités physiques et numériques peuvent être liées, au moyen de technologies de l'information et

de la communication appropriées, pour fournir à une toute nouvelle classe d'applications et de services [2].

❖ Un "Internet des objets" signifie un réseau mondial d'objets interconnectés uniquement adressables, basés sur des protocoles de communication standard, ou plus largement: Objets ayant des identités et personnalités virtuelles opérant dans des espaces intelligents utilisant des interfaces intelligentes pour se connecter et communiquer dans des contextes sociaux, environnementaux et utilisateur [3].

❖ Une infrastructure réseau globale, reliant des objets physiques et virtuels via l'exploitation de capacités de capture et de communication de données. Il offrira une capacité spécifique d'identification d'objet, de capteur et de connexion en tant qu'une base pour le développement de services et d'applications coopératifs indépendants. Celles-ci se caractériseront par un degré élevé de saisie de données autonome, de transfert d'événements, de connectivité réseau et d'interopérabilité [4].

❖ L'idée de base de ce concept est la présence généralisée autour de nous d'une variété d'objets tels que les étiquettes d'identification par radiofréquence (RFID), les capteurs, les actionneurs, les téléphones portables, etc. qui, grâce à des systèmes d'adressage uniques d'interagir et de coopérer avec leurs voisins pour atteindre des objectifs communs [5]

Bien qu'il ne soit donc pas aisé de proposer une définition commune, dans ce mémoire nous définirons l'Internet des Objets de manière simple comme suit : « L'IoT est une évolution de l'Internet qui permet l'inter-connectivité entre les objets physiques et dès lors permet la fusion entre le monde physique et digital ».

D'un point de vue technique, l'IdO consiste en l'identification numérique directe et normalisée (adresse IP, protocoles smtp, http...) d'un objet physique grâce à un système de communication sans fil qui peut être une puce RFID, Bluetooth ou Wi-Fi, etc.

### **1.3. Fonctionnement d'IdO**

Grâce au concept de « Service oriented Architecture » (SoA), Il s'agit d'un modèle d'architecture qui organise l'Internet des objets en quatre différentes couches (Layers) : Sensing Layer, Networking Layer, Service Layer et Interface Layer.

- Premièrement, la couche « Sensing » regroupe tous les « hardwares » physiques nécessaires à la collection de données tels que les capteurs intelligents avec RFID.
- La seconde couche, la couche « Networking », a pour rôle de connecter entre eux tous les équipements.

- Ensuite, la couche « Service » repose essentiellement sur les technologies de « middleware » permettant de réunir les « hardwares » et « softwares » sur une même plateforme.
- Finalement, la dernière couche dite « Interface » s'occupe quant à elle de la présentation de l'application aux utilisateurs finaux, du design et de l'agrégation des différentes sources. Cette couche met en place des protocoles d'accès communs permettant ainsi l'accès aux différentes applications. [6]

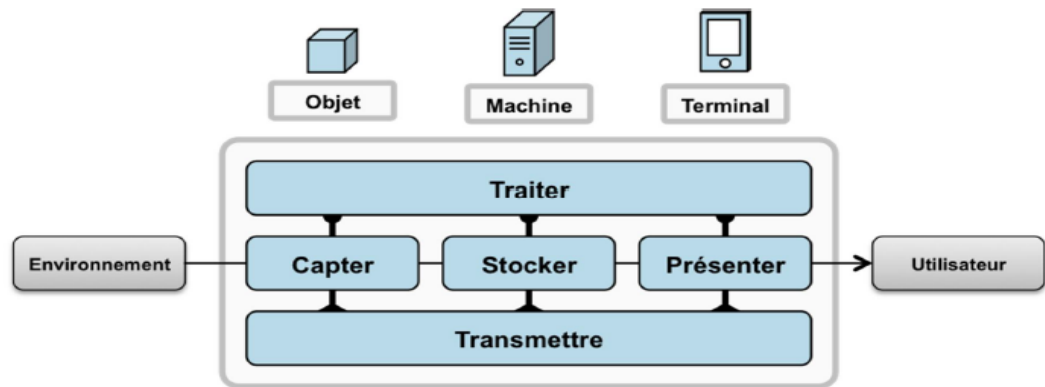


Figure 1: collecte de données [7]

## 1.4. Les objets connectés

Les objets de l'environnement de l'internet des objets permettent de collecter, stocker et transmettre des données issues du monde physique (voir Figure.1). Ce sont des sources de données, qui possèdent au minimum un identifiant unique attaché à une identité ayant un lien direct ou indirect avec Internet. On distingue deux types d'objet :

### 1.4.1. Les objets passifs

Ils utilisent généralement un tag (puce RFID, code barre 2D). Ils ont une capacité de stockage faible (de l'ordre du kiloOctet) et permettent de jouer le rôle d'identification. Ils peuvent parfois, dans le cas d'une puce RFID, d'embarquer un capteur (température, humidité) et être réinscriptibles.

### 1.4.2. Les objets actifs

Ils peuvent être équipés de plusieurs capteurs, avec une grande capacité de stockage, capables d'accomplir des calculs et être en mesure de communiquer sur un réseau.

## 1.5. Architecture de l'internet des objets

Précisons le rôle des différents processus présentés sur ce schéma dans figure 2 ci dessous:

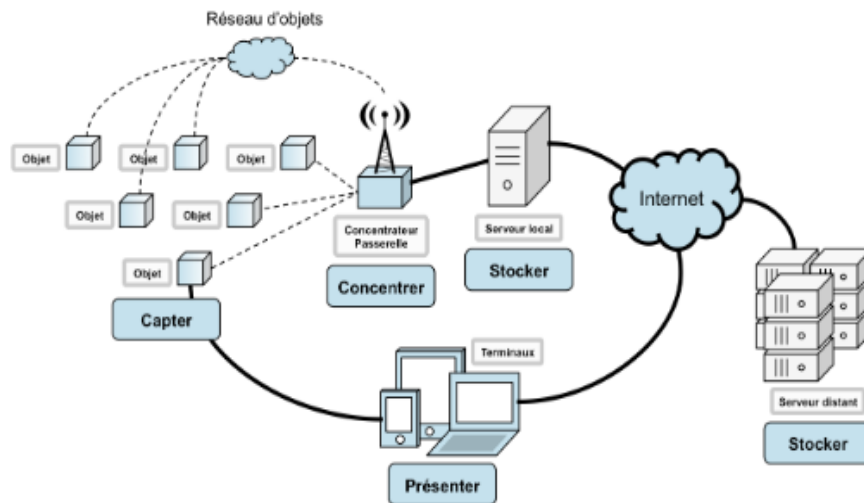


Figure 2 : Architecture d'IdO [7]

- **Capter** : désigne l'action de transformer une grandeur physique analogique en un signal numérique.
- **Concentrer** : permet d'interfacer un réseau spécialisé d'objet à un réseau IP standard (e.g. WiFi) ou des dispositifs grand public.
- **Stocker** : qualifie le fait d'agréger des données brutes, produites en temps réel, méta taguées, arrivant de façon non prédictible.
- **Présenter** : indique la capacité de restituer les informations de façon compréhensible par l'Homme, tout en lui offrant un moyen d'agir et/ou d'interagir.

Deux autres processus n'apparaissent pas sur le schéma, car ils sont à la fois transverses et omniprésents :

• **Le traitement des données** est un processus qui peut intervenir à tous les niveaux de la chaîne, depuis la capture de l'information jusqu'à sa restitution. Une stratégie pertinente et commune quand on parle d'Internet des objets, elle consiste à stocker l'information dans sa forme intégrale. On collecte de manière exhaustive, « big data », sans préjuger des traitements qu'on fera subir aux données. Cette stratégie est possible aujourd'hui grâce à des architectures distribuées type NoSQL capables d'emmagasiner de grandes quantités d'information tout en offrant la possibilité de réaliser des traitements complexes en leur sein (Map/Reduce par exemple).

• **La transmission des données** est un processus qui intervient à tous les niveaux de la chaîne. Deux réseaux, supports des transmissions, cohabitent généralement :

- **Réseau local de concentration.** On utilise alors des technologies comme ANT, ZigBee, Z-wave, NFC ou Bluetooth LE.
- **Réseau WAN,** permettant d'interconnecter les réseaux spécialisés et de les interfacer avec des fermes de serveur. On utilise alors WiFi, les réseaux cellulaires (GSM, UMTS, LTE) ou encore les connexions physiques standard (Ethernet, fibre optique). Ces réseaux sont généralement connectés à Internet. [8]

## 1.6. Étapes et technologies dans l'écosystème de l'IdO

Les objets connectés sont au cœur de l'IdO, mais il est important de pouvoir connecter l'ensemble de ces objets, les faire échanger des informations et interagir, au sein d'un même environnement. La mise en place de l'IdO passe par les étapes suivantes : l'identification, l'installation des capteurs, la connexion des objets entre eux, l'intégration et la connexion à un réseau [9]. Le « Tableau.1 » ci dessous présente les étapes éventuelles :

**Tableau 1\_Étapes et technologies pour la mise en place de IdO**

<b>Identifier</b>	<b>Capter</b>	<b>Connecter</b>	<b>Intégrer</b>	<b>Mettre en réseaux</b>
Rendre possible l'identification de chaque élément connecté	Mise en place de dispositifs qui nous rapprochant du monde réel. Fonctions de base des objets (le capteur température pour le thermomètre par exemple).	Établir une connexion entre tous les objets afin qu'il puisse dialoguer et s'échanger des données.	Disposer d'un moyen de communication rattachant les objets au monde virtuel	Relier les objets et leurs données au monde informatique via un réseau (internet par exemple).
IPv4, IPv6, 6Lo WPAN	MEMS, RF MEMS, NEMS	SigFox, LoRa	RFID, NFC, Bluetooth LE, Zigbee, WiFi, réseaux cellulaires	CoAp, MQTT, AIIJoyn, RESET HTTP

## 1.7. Les réseaux de communication en fonction d'objets connectés

Ce sont des réseaux qui permettent aux appareils intelligents de faire transiter leurs données qui ont des caractéristiques différentes (Figure.3). On choisit le réseau de communication le plus adapté pour relier les objets connectés au Net, Il existe des dizaines de technologies différentes, qui ont chacune leurs particularités en termes de consommation d'énergie, de prix, etc. Il faut donc déterminer si ses objets connectés seront ou non situés loin du portail de réception de leurs données

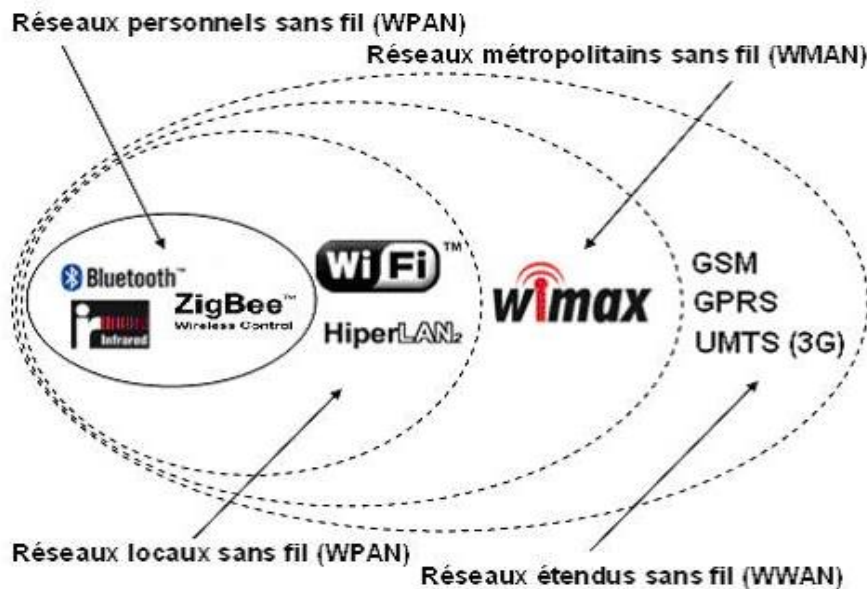


Figure 3 : Les différents réseaux de communication [10]

Il ya deux grandes catégories de réseaux qui existent sur le marché :

### 1.7.1. Réseau long portée

#### 1.7.1.1. Les réseaux LPWAN (Low Power Wide Area Network)

Cette technologie permet d'émettre et recevoir des messages de très petites tailles, sur de très longues portées (de 5km à 40km), avec pour avantage majeur que les composants utilisés pour émettre ces messages sont très peu couteux et très peu énergivores (il est donc possible avec une simple batterie, d'émettre quelques messages par jours pendant 10 ans)

La typologie réseau LPWAN est constituée de d'antennes Gateway qui permettent de faire la correspondance entre le monde Hertzien et le monde d'Internet.[11]

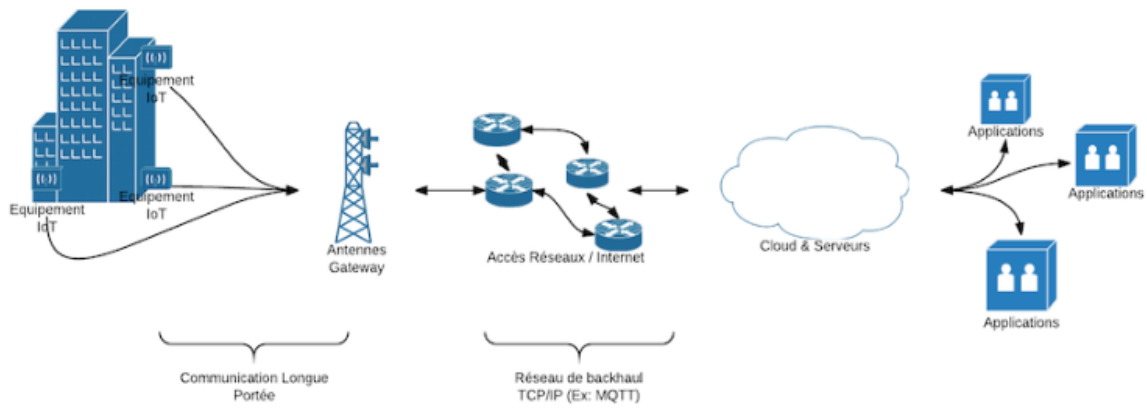


Figure 4 : Architecture d'un réseau LPWAN [11]

### 1.7.1.2. LoRa

Le réseau LoRa signifie Long Range ou « longue portée » en français. Il s'agit d'une technologie qui permet aux objets connectés d'échanger des données de faible taille en bas débit. Premier impact, cela permet de réduire la consommation énergétique des appareils, leur conférant jusqu'à 10 ans d'autonomie.

LoRa est un réseau longue portée à débit compris entre 0,3 et 50Kbps soit un débit plus faible que le 2G. [12]



Figure 5: Architecture du réseau LoRa . [13]

### 1.7.1.3. Sigfox

Sigfox est un opérateur télécom de l'Internet des Objets disposant de son propre réseau de télécommunication. Depuis sa création, Sigfox a eu pour ambition de couvrir le monde de son réseau "radio" UNB (Ultra Narrow Band) permettant de véhiculer de très petits messages, pour un coût beaucoup moins élevé que le traditionnel GSM. Sigfox c'est aussi un réseau peu gourmand en énergie. En d'autres termes, les objets connectés au réseau Sigfox sont très peu énergivores, ce qui leur permet d'être installés partout. Il a une portée qui peut être supérieure à 10 km. Elle peut atteindre les 30 à 50 kilomètres à la campagne. L'objectif de Sigfox est de "donner la parole" aux objets en leur permettant de communiquer sur un réseau qui leur est dédié. [14]



Figure 6: Architecture du réseau Sigfox [13]

### 1.7.1.4. Les réseaux cellulaires (GSM, 2G, 3G, 4G)

Les téléphones portables fonctionnent grâce aux ondes électromagnétiques qui sont capables de transporter notre voix (mais pas seulement) sans fils et sur de plus ou moins longues distances. Ces ondes sont transmises par l'intermédiaire d'antennes-relais divisant ainsi le territoire en un tapis de cellules hexagonales collées les unes aux autres avec une étendue variable. Par exemple en centre ville, elles ont une portée d'environ 100 mètres mais peuvent accueillir beaucoup d'utilisateurs avec des débits de transfert de données (3G ...) importants alors qu'en rase-campagne, elles ont une portée plus élevée (environ 10km) mais peuvent satisfaire que peu d'utilisateurs [15]

### **1.7.1.5. Réseaux propriétaires**

Le déploiement de ces réseaux dits privés ou propriétaires se fonde également sur un protocole radio à longue portée spécifique et propriétaire : une bande de fréquence radio réservée (169 MHz) est utilisée pour assurer la communication des données entre les compteurs et les concentrateurs de données, eux-mêmes chargés de transmettre au système d'information central les informations qu'ils ont collectées. [16]

## **1.7.2. Réseaux à courte portée**

### **1.7.2.1. Les réseaux locaux (LAN)**

Ce sont des réseaux de taille plus ou moins modeste qui permettent l'échange de données informatiques et le partage de ressources (données, disques durs, périphériques divers, etc.). L'étendue géographique des réseaux locaux ne dépasse pas 10 km (ex. : pour un immeuble ou un campus). Le débit, ou la vitesse de communication, varie de quelques Mbps à 100 Mbps. Le nombre de stations ne dépasse généralement pas 1 000. Une variante du LAN est le LAN fédérateur ou réseau de base (backbone) qui est la voie principale empruntée par le trafic. [17]

### **1.7.2.2. WIFI**

Fonctionnant avec des ondes radio dans une bande de fréquence de 2,4 ou 5 GHz, il permet de relier des équipements informatiques et de téléphonie mobile dans un réseau sans fil haut débit. Les vitesses de connexion varient selon la norme 802.11 utilisée :

- 54 Mbit/s (théoriques, portée de 10 mètres) pour le 802.11a ;
- 11 Mbit/s (théoriques) avec du 802.11b (le plus répandu, portée théorique de 300 mètres) ;
- 1,3 Gbit/s pour le 802.11ac dont la norme a été ratifiée en janvier 2014.

En intérieur, la portée radio du Wi-Fi est capable de traverser des murs en béton armé ou des étages (trois maximum) mais, dans ces conditions, le débit est ralenti jusqu'à 1 Mbit/s avant la perte du signal, et la portée peut descendre à 15 mètres. La plupart du temps, en intérieur, on compte une portée de 25 mètres dans un environnement dense (de gros obstacles) et 50 mètres s'il n'y a que de petites cloisons à traverser. [18]

### 1.7.2.3. ZigBee

La technologie ZigBee (aussi connue sous le nom *IEEE 802.15.4*) permet d'obtenir des liaisons sans fil à très bas prix et avec une très faible consommation d'énergie, ce qui la rend particulièrement adaptée pour être directement intégrée dans de petits appareils électroniques (appareils électroménagers, hifi, jouets, ...). La technologie Zigbee, opérant sur la bande de fréquences des 2,4 GHz et sur 16 canaux, permet d'obtenir des débits pouvant atteindre 250 Kb/s avec une portée maximale de 100 mètres environ. ZigBee comme Bluetooth réside dans une puce électronique. Beaucoup moins connue que Bluetooth, ZigBee est une norme de transmission de données sans fil permettant la communication de machine à machine. Sa très faible consommation électrique et ses coûts de production très bas en font une candidate idéale pour la domotique ou les matériels de type capteur, télécommande ou équipement de contrôle dans le secteur industriel.[19]

### 1.7.2.4. Le Z-Wave

Le Z-Wave est donc un protocole de communication sans fil. Il utilise les radios fréquences pour établir les communications. Il permet donc à 2 composants électroniques Z-Wave de discuter ensemble pour échanger des informations. Ces informations peuvent être des données (relevé de température...), des ordres (ordre ON ou OFF...), des statuts (« je suis allumé »...) etc...

Comme tout signal RF sans fil, la portée d'un signal Z-Wave est très fortement influencée par l'environnement dans lequel il est émis. Les murs par exemple freinent sa progression dans les airs. On a l'habitude de considérer que le signal Z-Wave dans une résidence classique a une portée de 30 mètres en intérieur et de plus de 100 mètres à l'extérieur en plein air.

Le protocole Z-Wave est conçu pour utiliser une vitesse de transfert de 9,6 k bits par secondes. Cela peut paraître ne pas être énorme, mais c'est suffisant pour que le message (qui est de quelques octets uniquement) arrive à destination rapidement. Les temps de réponses en Z-Wave sont très rapides. La bande passante peut être néanmoins être aujourd'hui augmentée à 40 k bits/s

Afin d'accéder au Z-Wave il lui « suffit » à un composant d'embarquer une puce Z-Wave sur son circuit électronique. Cette puce héberge notamment:

- un récepteur/émetteur RF

- un microprocesseur
- 32kB de mémoire flash contenant le protocole Z-Wave, l'application pour le gérer et certaines caractéristiques du réseau le concernant.
- des interfaces systèmes (numérique et analogique) afin de pouvoir y connecter tout électronique comme les capteurs ou déclencheurs
- un moteur 3DES afin d'assurer la confidentialité et l'authentification
- un contrôleur Triac pour les variateurs [20]

### **1.7.2.5. Le Bluetooth LowEnergy**

La technologie Bluetooth Low Energy est également appelée Bluetooth LE, BLE ou encore plus couramment Bluetooth Smart. Cette technologie est apparue en 2010 avec la sortie de la version 4.0 du Bluetooth Core Specification. Le Bluetooth Low Energy est une alternative au Bluetooth classique, avec une réduction du coût et de la consommation en puissance, tout en conservant une portée de communication équivalente. Ce qu'il faut entendre par « Bluetooth classique » sont toutes les versions du Bluetooth parues avant la Core Specification 4.0, autrement appelées Bluetooth BR/EDR (Basic Rate / Enhanced Data Rate). [21]

Le Bluetooth Low Energie cherche à adresser des appareils à faible puissance de calcul, à faible coût de production et dont l'espérance de vie est à maximiser. L'idée est donc de réduire leur temps d'activité par rapport à des appareils basés sur le Bluetooth classique. Les performances brutes telles que le début de transmission en seront donc tout naturellement affectées. Cela permet aux applications Android de communiquer avec des périphériques BLE nécessitant une alimentation plus stricte, tels que des capteurs de proximité, des moniteurs de fréquence cardiaque et des appareils de fitness, etc.

### **1.7.2.6. RFID (radio frequency identification)**

Le terme RFID englobe toutes les technologies qui utilisent les ondes radio pour identifier automatiquement des objets ou des personnes. Elles sont en général utilisées pour fournir une identité électronique à un objet inanimé ou animé, par exemple dans le secteur de la logistique. Le sigle RFID recouvre un ensemble de technologies et d'applications très variées qui dépendent de paramètres tels que la portée, la bande de fréquence utilisée, le prix, l'encombrement, ou encore la consommation d'énergie. [22]

C'est une technologie qui permet de mémoriser et de récupérer des informations à distance grâce à une étiquette qui émet des ondes radio. Il s'agit d'une méthode utilisée pour transférer les données des étiquettes à des objets, ou pour identifier les objets à distance. L'étiquette contient des informations stockées électroniquement pouvant être lues à distance [23]

L'étiquette RFID, est composée d'une puce reliée à une antenne, encapsulée dans un support. Elle est lue par un lecteur qui capte et transmet l'information

On distingue 3 catégories d'étiquettes RFID :

- 1 Les étiquettes en « lecture seule, non modifiables » .
- 2 Les étiquettes « écriture une fois, lecture multiple ». Dans ce cas, la puce possède une zone mémoire vierge sur laquelle il est possible d'écrire un numéro particulier propre à l'utilisateur final. Une fois ce numéro écrit, il ne peut plus être modifié.
- 3 Les étiquettes en « lecture réécriture ».

Par ailleurs, il existe deux grandes familles d'étiquettes RFID :

- 1 **Les étiquettes actives** reliées à une source d'énergie embarquée (pile, batterie, etc.). Les étiquettes actives possèdent une meilleure portée mais leur coût est plus élevé et leur durée de vie restreinte ;
- 2 **Les étiquettes passives** utilisant l'énergie propagée à courte distance par le signal radio de l'émetteur. Ces étiquettes à moindre coût sont généralement plus petites et possèdent une durée de vie quasi-illimitée. En contrepartie, elles nécessitent une quantité d'énergie non négligeable de la part du lecteur pour fonctionner [24]

#### **1.7.2.7. NFC (Near Field Communication )**

NFC est une technologie sans contact spécifiée par le NFC Forum en 2004 se basant sur la technologie RFID et conçue spécifiquement pour les dispositifs mobiles. NFC se fonde sur la norme ISO/IEC 14443 du RFID, opérant à la fréquence 13.56 MHz ou les appareils peuvent émuler les cartes sans contact de type ISO/IEC 14443, sont en mesure d'alimenter et lire des cartes ISO/IEC 14443, et peuvent aussi échanger des informations en pair à pair. La bande passante requise (le débit des informations) peut être de 106 kbps, 212 kbps ou 424kbps. Les systèmes NFC diffèrent légèrement des systèmes RFID. En effet, l'architecture

d'un système RFID repose sur une structure lecteur/carte alors qu'un système NFC peut jouer le rôle de lecteur et de carte à la fois.[25]

Le NFC est une technologie sans contact qui permet de transmettre des informations digitales à un support mobile et qui fonctionne à proximité (environ 10 centimètres maximum) et à haute fréquence. Équipée sur un Smartphone, elle peut-être utilisée selon différents modes :

❖ **Le mode émulation de carte**

Dans le mode "passif" le terminal mobile se comporte comme une carte à puce sans-contact. Le téléphone envoie l'information au périphérique NFC, présent par exemple sur une borne de validation de titres de transport ou une borne de paiement. Les usages de ce type d'utilisation sont multiples: paiement, billets de spectacle ou transport, coupons, contrôle d'accès, etc.

❖ **Le mode lecteur**

Dans le mode "actif", le mobile devient un lecteur de cartes sans contact. Ce mode permet de lire des informations en approchant son mobile d'un tag NFC. Les applications possibles sont également variées : tags NFC sur des affiches, pancartes, des monuments, arrêts de bus, ou encore sur des produits. L'objectif dans ce cas est de poursuivre une expérience sur son mobile en apportant un contenu digital. Dans ce mode, le tag NFC à un rôle comparable au QR code et peut être utilisé dans une campagne de marketing Offline To Online.

❖ **Le mode pair-à-pair**

Ce mode fonctionne à double sens et permet à deux terminaux mobiles d'échanger des informations entre eux. Les applications peuvent être l'échange de cartes de visites (vCard), l'échange de fichiers (photos ou vidéos par exemple), de l'argent, etc. [26]

## **1.8. Les passerelles Gateway IoT**

Dans l'IoT, on considère souvent des objets (capteurs/actuateurs) qui ont des contraintes matérielles et logicielles qui ne leur permettent pas de se connecter directement au réseau Internet. Ils s'y connectent à travers une gateway (passerelle). En effet, d'un côté, l'Internet n'est pas dimensionné pour gérer l'adressage de milliards d'objets connectés. D'un autre côté, TCP IP/V6 est un protocole trop lourd pour être exploité par les capteurs.

Aujourd'hui, TCP IP V6 est utilisé via le protocole 6LowPAN (*IPv6 Low power Wireless Personal Area Networks*) qui est exploité au-dessus des protocoles réseaux 802.15.4.

Les gateways jouent le rôle d'intermédiaire pour connecter l'objet à internet et envoyer ses données au Cloud. Un exemple de ces gateways sont les routeurs domestiques, les téléphones mobiles, le raspberryPi, l'Arduino. Ces gateways fournissent ce qui est nécessaire en termes de connectivité, de sécurité et de management des appareils. Les gateways traduisent aussi les protocoles propriétaires (exemple zigbee, BLE) au réseau Internet et certaines peuvent jouer le rôle d'agrégateurs de réseaux.



Figure 7 : architecture de passerelle Gateway [13]

Les passerelles IoT peuvent apporter des améliorations qui permettent de décloisonner l'OT et l'IT :

- **Haute évolutivité** : les passerelles sont capables de prendre des données intelligentes du data center ou du Cloud pour les « injecter » sur le terrain ou en périphérie du réseau.
- **Réduction des coûts** : les points de terminaison physiques n'ont pas besoin de grosses capacités en termes de puissance de traitement, de mémoire ou de stockage dans la mesure où c'est la passerelle qui s'en charge pour eux.
- **Production accélérée** : une ligne de production plus rapide et plus perfectionnée réduit considérablement les délais de mise sur le marché.
- **Réduction des coûts de télécommunications** : la réduction des communications machine-à-machine (M2M) engendre une réduction du réseau et du trafic (WAN).
- **Atténuation des risques** : les passerelles peuvent isoler en amont les périphériques et les capteurs moins performants pour éviter qu'ils ne génèrent davantage de problèmes sur la ligne de production [7].

## **1.9. Conclusion**

L'Internet des objets est sur le point de changer le monde et une bonne partie de notre quotidien. Plusieurs éléments doivent encore être améliorés, on pense notamment à l'avalanche de données nécessaires pour que les appareils communiquent entre eux .Tous cela nous donne un aperçu général sur les réseaux IoT, et nous permet d'avancer au chapitre suivant afin d'étudier la technologie Beacon.

# Chapitre 2

## La technologie Beacon

---

### Introduction

L'adoption de la technologie de Beacon est sur le point de se développer au cours des deux prochaines années avec la sortie de plus d'appareils mobiles compatibles avec cette technologie sur le marché. Dans ce chapitre nous allons présenter les Beacons, ses types, les formats de ses trames en répondant aussi à la question « Beacon , c'est quoi, ça veut dire quoi, ça fait quoi ? Qu'est ce que c'est ?comment l'utiliser ? », ainsi on a cité les domaines d'utilisation de beacon, ses avantages et ses inconvénients.

### 2.1. Définition de Beacon

Les beacons (balise en Français) sont des périphériques émettent un signal « Bluetooth LE » compatible avec les systèmes iOS et Android [2] (voir Figure 8), ils sont alimentés par des piles et détectables jusqu'à 70 mètres de distance [3,4], ces balise permettent d'interagir avec le Smartphone d'un utilisateur passant à proximité du dispositif, on pourrait les décrire comme des capteurs/émetteurs Bluetooth.



Figure 8: signal Bluetooth Low Energy emit par Beacon

## 2.2. Fonctionnement de beacon

Les beacons émettent des signaux à intervalles réguliers dans leur environnement, ils sont uniquement destinés à signaler sa présence (par broadcasting), ils ne contiennent pas d'informations applicatives, uniquement ses identifiants. Les beacons ne sont pas conçus comme des destinataires c'est-à-dire ne peuvent pas recevoir des données, mais se limitent à fonctionner comme des impulsions pour l'appareil destinataire. À travers les signaux envoyés, une région de signal est créée. Lorsqu'un appareil compatible Bluetooth entre dans cette région elle capte ce signal. Ces balises ne fonctionnent que lorsque l'utilisateur active la fonction Bluetooth sur son Smartphone [5]. Une application mobile qui utilise ces signaux est installée sur cet appareil identifie le ou les émetteurs de signaux et mesure les distances entre les expéditeurs et les destinataires dans l'espace, pour calculer la position de manière suffisamment précise dans un espace tridimensionnel, il faut avoir quatre beacons installés au minimum [6]. Dès lors que la position des appareils de réception est déterminée, il est possible de lancer des tâches ou bien des processus dépendent de chaque cas d'utilisation (Voir Figure 9).

De plus, il est important de noter qu'un récepteur peut se connecter à plusieurs beacons en même temps [7].

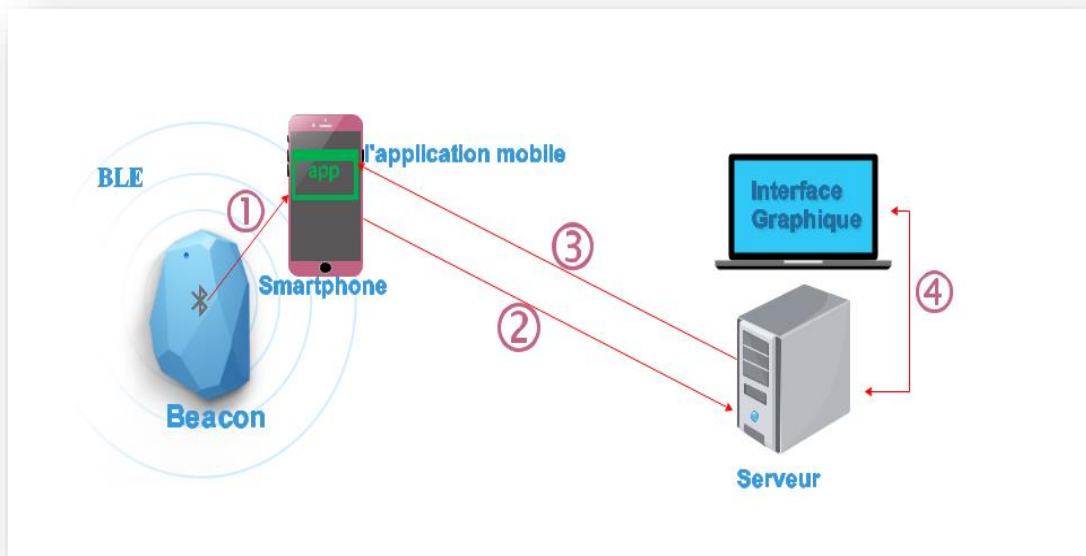


Figure 9 : fonctionnement de Beacon

La Figure 9 illustre le mode de fonctionnement comme suit :

1. Le boîtier émet son signal, l'application capte et traduit le signal
2. Les informations sont envoyées sur un serveur
3. Les règles de déclenchements des push notifications sont actionnées, le visiteur reçoit un push notification
4. Nous pouvons afficher les données et gérer le contenu de l'application à partir d'une interface graphique

### 2.3. Types de Beacon

Il existe différents types de beacons qui peuvent être utilisés de différentes manières. Nous présentons ici les différentes technologies de beacon qui ont vu le jour :

#### 2.3.1. iBeacon

iBeacon ont été introduit par Apple en 2013 [7] dans le cadre de leurs efforts pour fournir de meilleurs services de localisation aux consommateurs, ils sont la première technologie BLE Beacon à être mise au point. C'est un standard propriétaire fermé. Les iBeacons sont activés dans plusieurs SDK d'Apple et peuvent être lus et diffusés à partir de n'importe quel iDevice compatible BLE

### 2.3.2. AltBeacon

AltBeacons est une conception de balise libre et à spécification ouverte, fournie par Radius Networks sorti en Juillet 2014[7], comme son nom l'indique, il est développé comme alternative aux iBeacons, il a presque les mêmes fonctionnalités que iBeacon et fonctionne avec tout appareil compatible avec la technologie Bluetooth Low Energy (BLE). Il est créé pour résoudre le problème d'absence de spécification ouverte et interopérable pour les balises de proximité [8].

### 2.3.3. Eddystone

Eddystone développé par Google, sorti en Juillet 2015[7], il fonctionne sur les systèmes iOS et Android. Par contre iOS ne peut pas détecter Eddystone lorsque l'application sera en arrière plan [9]. Ils sont très similaires aux iBeacons sauf qu'ils ont une URL dans la charge.

## 2.4. Format de trame beacon

### 2.4.1. La trame d'iBeacon

Comme indiqué dans la Figure 10, le iBeacon diffuse quatre informations:

1. Un UUID (Universally Unique Identifier) qui identifie la balise.
2. Un numéro majeur identifiant un sous-ensemble de balises au sein d'un grand groupe.
3. Un numéro mineur identifiant une balise spécifique.
4. Un niveau de puissance d'émission en complément de 2, indiquant l'intensité du signal à un mètre de l'appareil. Ce numéro doit être calibré pour chaque appareil par l'utilisateur ou le fabricant.

Le préfixe iBeacon contient les données hexadécimales suivantes: 0x0201061AFF004C0215. Cela se décompose comme suit:

- 0x020106 définit le paquet de publicité comme étant BLE General Discoverable et BR / EDR haut débit incompatible. Effectivement, cela signifie qu'il ne s'agit que de diffusion, pas de connexion.
- 0x1AFF indique que les données suivantes ont une longueur de 26 octets et qu'il s'agit de données spécifiques au fabricant.

- 0x004C est l'identifiant Bluetooth Sig de Apple et constitue la partie de cette spécification qui le rend dépendant d'Apple.
- 0x02 est un ID secondaire qui désigne une balise de proximité, utilisée par tous les iBeacons.
- 0x15 définit la longueur restante à 21 octets (16 + 2 + 2 + 1). [10]

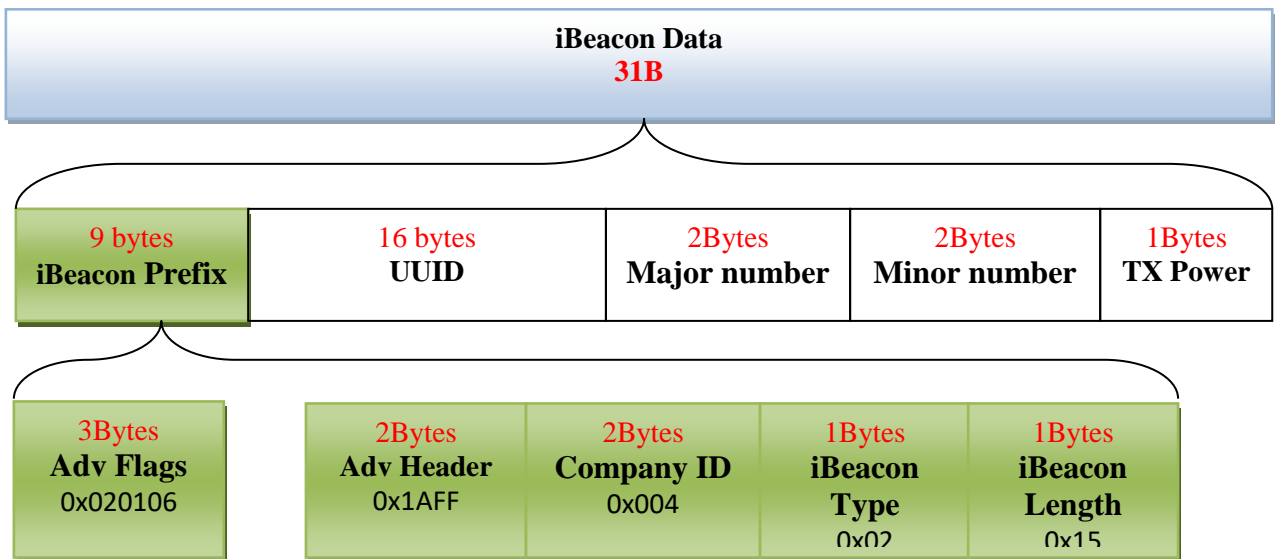


Figure 10: Format de trame iBeacon

### 2.4.2. La trame AltBeacon

Nous voyons dans Figure 4 que AltBeacon utilise la structure de données de protocole spécifique au fabricant, telle que définie dans la spécification Bluetooth version 4.0, volume 6, partie B, section 2.3 PDU de canal de protocole. Le Protocol AltBeacon est composée de :

1. AD LENGTH [SPECIFIQUE MFG]: Longueur du type et de la portion de données de la structure de données publicitaires spécifiques du fabricant.
2. TYPE AD [SPECIFIQUE MFG]: Type représentant la structure de données du protocole spécifique au fabricant.
3. Identifiant MFG : Code d'identification de l'entreprise du fabricant du dispositif balise.
4. CODE DE BALISE : Le code de publicité AltBeacon

5. BEACON ID : Une valeur de 20 octets identifiant de manière unique la balise
6. Référence RSSI : Valeur sur 1 octet représentant l'intensité moyenne du signal reçu à 1 m de l'annonceur
7. MFG RÉSERVÉ : Réservé à l'usage du fabricant pour la mise en œuvre de fonctionnalités spécial [11].

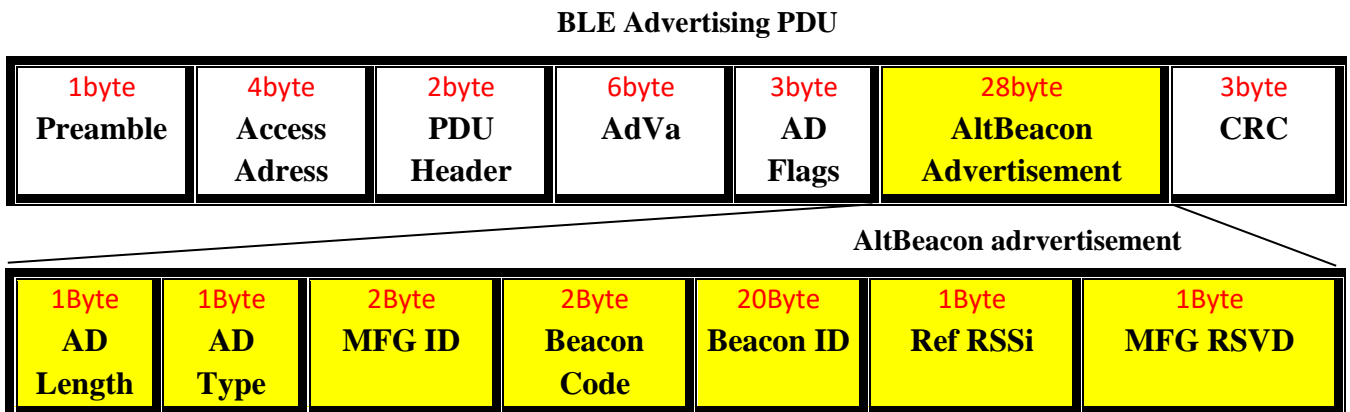


Figure 11 : format de trame AltBeacon

### 2.4.3. La trame Eddystone

Chaque type de trame Eddystone doit contenir les types de données PDU (Protocol Data Unit) suivants:

- La liste complète des UUID du service 16 bits telle que définie dans le supplément de spécification de base Bluetooth (CSS) v5. La liste complète des UUID du service 16 bits doit contenir l'UUID du service Eddystone de 0xFEAA. Ceci est inclus pour permettre l'analyse en arrière-plan sur les appareils iOS.
- Le type de données Service Data, Ibid. Le type de données Service Data - UUID 16 bits doit être l'UUID du service Eddystone de 0xFEAA. [12]

Eddystone définit plusieurs types de trames qui pouvant être utilisés individuellement ou en combinaison:

- Eddystone-UID qui diffuse un identifiant de balise unique;
- Eddystone-URL qui diffuse des URL (Uniform Resource Locator);

- Eddystone-TLM pouvant être utilisé pour diffuser des données de télémétrie (état et santé) sur la balise elle-même
- Eddystone-EID qui utilise des identifiants éphémères (de courte durée) pour les applications de balise nécessitant plus de sécurité. La spécification pour ce format d'image n'a pas encore été publiée.

Comme nous le voyons dans la figure 11, chaque type de trame a son format

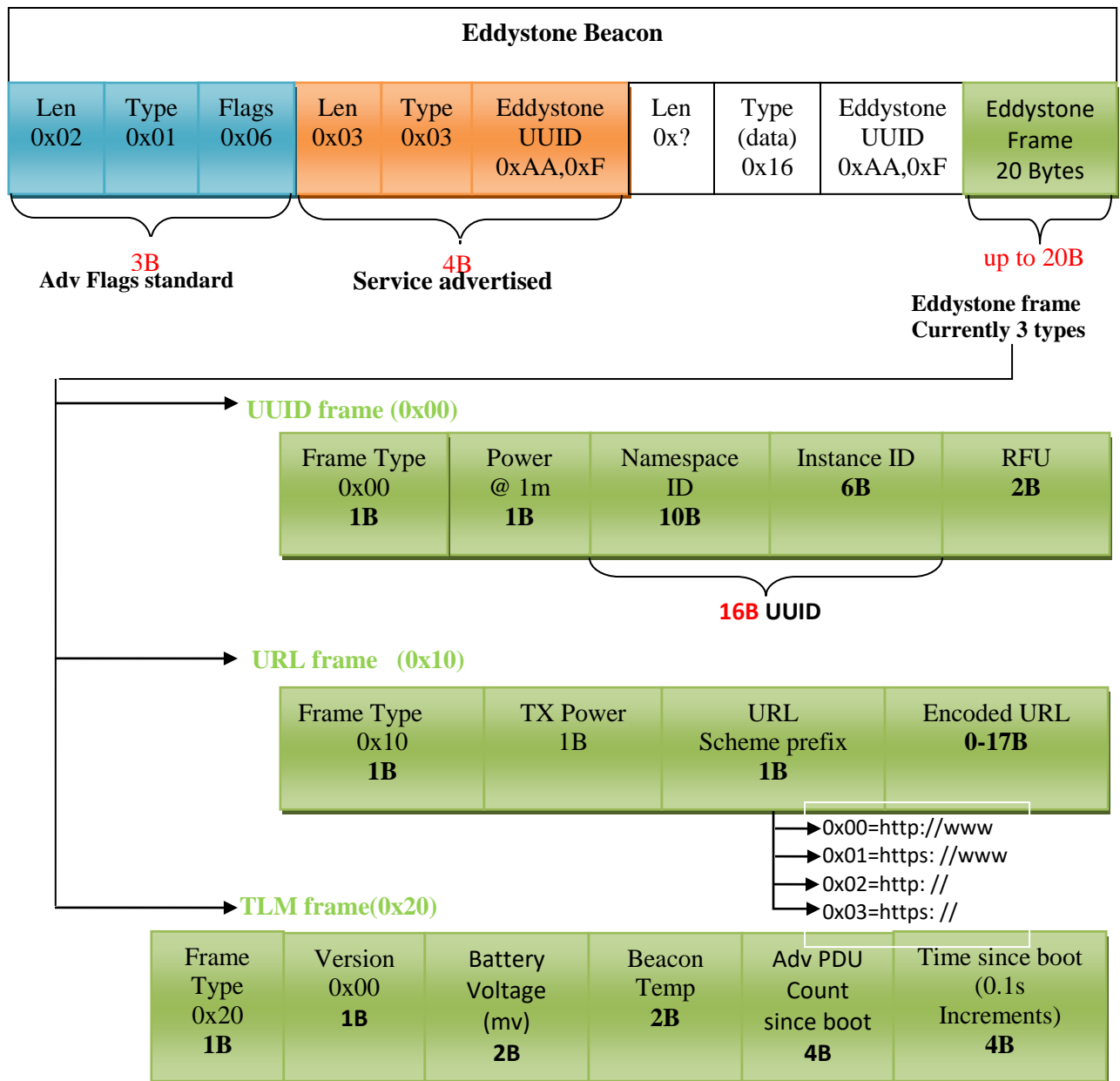


Figure.12 : Format de trame Eddystone

## **2.5. Domaines d'utilisation**

### **2.5.1. La géolocalisation**

Jusqu'à présent la géolocalisation par GPS servait à se repérer lors d'un déplacement ou bien à trouver un point de vente le plus proche de soi car les signaux GPS ne fonctionnent pas de manière fiable ou seulement de manière limitée, pour cela on utilise les beacons pour la géolocalisation à l'intérieur des lieux complexes là où le GPS est défaillant, comme les aéroports où il est difficile pour les visiteurs de s'orienter, les bâtiments, les centres commerciaux. Les Beacons sont parfaitement adaptés à un usage intérieur.

### **2.5.2. Trafic aérien**

À l'aéroport, les beacons peuvent :

- accélérer le traitement des passagers pour le contrôle de sécurité, en déclenchant des messages demandant à un voyageur de préparer sa carte d'embarquement numérique pour la scanner dans la zone de sécurité, et à rappeler également de présenter les passeports.
- guider les passagers dans le terminal, leur indiquant la direction à prendre
- fournir des offres promotionnelles à ses passagers transitant par l'aéroport

### **2.5.3. Commerce de détail**

Le commerce de détail est probablement l'un des secteurs les plus matures et à la croissance la plus rapide qui utilise les balises aujourd'hui. Les Beacons permettent aux revendeurs et prestataires de service de :

- Savoir que le client est arrivé en boutique
- Offrez-lui un accueil ou un menu personnalisé qui le valorisera
- Orienter le client vers des produits et des offres pertinentes
- Suivre le parcours d'achats des clients dans la boutique
- émettre des images, du contenu HTML, vidéo ou texte par exemple, au moment où le client s'approche d'un produit dans le magasin.
- Faire des analyses par le rassemblement des données telles que le temps passé par les clients dans les différents espaces du magasin. Ces analyses du commerce vous permettent d'évaluer les parties du magasin qui attirent le plus de monde et celles qui peuvent être améliorées. [14]

### **2.5.4. Sites industriels**

Ces dispositifs peuvent être placés dans un site industriel. Une fois un problème identifié sur ce site, une application mobile pourrait permettre de guider l'équipe technique mobile la plus proche vers la source du problème.

#### **1. Les balises vous disent où un incident s'est produit**

Tout comme l'application de vente au détail avec votre téléphone, un détecteur de gaz écoutera les émissions émises par les balises situées dans la zone et utilisera ces messages pour déterminer l'emplacement de la balise. Maintenant, les données du moniteur de gaz seront étiquetées avec un emplacement.

#### **2. Les balises avertissent les travailleurs lorsqu'ils sont entrés dans des zones réglementées**

En plus des balises nous permettant de savoir où des alarmes se produisent dans une installation, elles peuvent également s'avérer utiles pour éviter que du personnel non formé n'accède aux zones de l'installation où elles ne devraient pas se trouver.

Comme les balises savent si un opérateur avec un moniteur se trouve à une distance spécifiée de celle-ci, il peut envoyer le moniteur en alarme si un opérateur sans autorisation suffisante est entré dans une zone restreinte. Cette fonction d'alarme de proximité permet de s'assurer que tous les habitants d'une zone reçoivent la formation appropriée et qu'ils sont autorisés à se trouver dans cette zone. Les balises peuvent également être utilisées pour activer ou désactiver des fonctions particulières de l'instrument, des paramètres de contrôle ou envoyer un message l'informant que d'autres équipements de sécurité particuliers doivent être utilisés dans une zone donnée.

#### **3. Les balises peuvent être utilisées en intérieur et en extérieur**

Pour suivre les travailleurs à proximité et envoyer des rappels de sécurité [15].



Figure.13 : Les balises fournir un contrôle d'accès dans un site industriel [16]

### **2.5.5. Tourisme**

Voici quelques façons d'utiliser les balises dans le tourisme:

- Possibilité de faire des visites autoguidées.
- Recevez des cartes, des informations supplémentaires sur des éléments tels que des points d'intérêt.
- Certains sites mettent en place des balises dans les toilettes pour montrer des informations pertinentes sur des événements futurs ou même des publicités.
- Gamifier le processus d'exploration et amener les visiteurs à accumuler des points en visitant des sites [17]

### **2.5.6. Hôtellerie**

On peut utiliser les beacons dans les hôtels pour :

#### ➤ ***L'enregistrement***

Pour que le client n'attende pas de longues files d'attente pour pouvoir s'enregistrer à l'hôtel donc dès que l'invité entre dans le hall de l'hôtel, il reçoit une notification d'enregistrement dans son Smartphone sur l'application de l'hôtel. La notification montre la réservation, demande confirmation et l'invité s'est enregistré numériquement.

#### ➤ ***Recherche de la pièce et navigation à l'intérieur***

Cette fonctionnalité permet une navigation intérieure similaire au GPS donc ces appareils peuvent être utilisés pour diriger l'invité vers sa chambre ou bien pour déterminer la position d'un invité dans un grand hôtel.

➤ ***Entrée sans clé dans les chambres***

Lorsqu'un client s'est enregistré numériquement, une clé numérique est envoyée sur son Smartphone via l'application, ce qui lui permet de contourner la réception et de se rendre directement dans sa chambre. Le beacon décroche le téléphone du client lorsqu'il se trouve à proximité et ouvre la porte de la chambre, lui offrant ainsi un accès sans clé à sa chambre.

➤ ***Room service***

Grâce à l'application du hôtel et beacon, on peut déclencher un message leur demandant de « vérifier le menu pour ce soir ». L'invité peut consulter le menu, regarder une vidéo sur la provenance des ingrédients et la préparation du plat. Une fois sa décision prise, il peut passer la commande dans l'application.

➤ ***Départ***

Le dernier jour de leur séjour, les clients peuvent recevoir une notification, ce qui leur donne la possibilité de prolonger leur séjour ou de procéder à un départ numérique. Envoyez-leur un reçu, et après avoir confirmé le montant, ils pourront facilement le vérifier [18].

### **2.5.7. La bibliothèque**

Avec l'utilisation des beacons, et après l'installation de l'application de la bibliothèque. Les usagers de la bibliothèque peuvent également:

- Avoir leur carte de bibliothèque numériquement disponible sur leurs téléphones.
- Recherchez dans le catalogue sur leur téléphone et mettez un livre, un CD de musique ou un film en attente.
- Renouvelez les articles avant qu'ils ne soient en retard.
- Vérifiez les événements de la bibliothèque, ajoutez un événement à votre calendrier et partagez des événements avec d'autres.
- Réservez une salle de réunion de la bibliothèque pour un événement.
- Une notification concernant un nouveau livre de fiction dans la bibliothèque.
- Rappeler aux gens l'importance des bibliothèques.
- Envoyer une notification aux lecteurs qui doivent une amende à la bibliothèque. Cette notification avec un lien dirige les clients vers la page de paiement.
- Dirigez les clients vers des expositions, des programmes et des événements spéciaux,

vous pouvez également fournir un lien pour réserver un créneau pour ces événements.

### **2.5.8. Paiement mobile**

PayPal vient de mettre à jour son application mobile de paiement. En complément, le groupe lance une clé Bluetooth pour simplifier l'acceptation des paiements mobiles. Les commerçants affiliés au réseau PayPal pourront l'intégrer en s'équipant de la clé d'acceptation Bluetooth Beacon.

Les utilisateurs devront télécharger l'application PayPal. Ils devront ensuite créer une liste de marchands chez qui ils désirent utiliser la solution, en définissant pour chacun d'eux un niveau d'autorisation de paiement (exigeant ou non une confirmation de leur part).

Le système de paiement ouvert (sans confirmation) se déroule en trois étapes : le client est reconnu à son entrée dans le magasin, sa fiche d'identification, accompagnée d'une photo, est automatiquement remontée, puis il confirme verbalement son paiement. [19]

La large portée des Beacons (jusqu'à 70 m) permettrait d'éviter les longues files d'attente à la caisse ou même de sortir sa carte de crédit.

### **2.5.9. Sécurité :**

Les beacons peuvent fournir des solutions de sécurité peu coûteuses mais efficaces. On peut utiliser ces balises pour :

- Ouvrir les portes avec un Smartphone en construisant des balises dans des serrures électroniques afin de sécuriser les portes de votre bureau, de votre domicile ou d'un lieu de réunion. Il n'est plus nécessaire de transporter un trousseau de clés. Votre Smartphone est le seul dont vous aurez besoin! et aussi réduit les chances de la perdre ou de l'oublier.
- Protégez votre voiture ou vélo contre le vol par l'utilisation d'un système d'alarme antivol pour les véhicules. Ou bien recevez une notification déclenchée par une balise si votre vélo ou votre voiture est volé.
- Suivez les traces des gardes de sécurité et des sauveteurs pour améliorer la sécurité générale de vos sites et de vos visiteurs. [20]

La technologie des beacons est aussi utilisée dans d'autres domaines de recherche tel que le routage dans les réseaux mobile [21], la localisation des réseaux de capteurs [22], et le suivi (tracking) des terminaux mobiles [23].

## 2.6. Les avantages de Beacon

1. Basées sur la technologie Bluetooth, elles consomment moins de batterie
2. La portée de boîtier Bluetooth est assez large pour atteindre les appareils qui passent près du beacon
3. le Beacon ne nécessite pas de connexion internet
4. Les capteurs sont accessibles avec des prix abordables variant selon les capacités du modèle.
5. Fonctionne dans les espaces intérieurs et les bâtiments
6. facile a installer
7. pris en charge par presque tous les Smartphones

## 2.7. Les inconvénients de Beacon

1. Sa plus grande faiblesse est la nécessité d'avoir activé Bluetooth sur son appareil
2. La portée du Beacon n'est pas adaptée à la micro-localisation.
3. **Les balises ne fonctionnent pas seules**: Bien que les notifications de balise soient généralement installées dans le système d'exploitation de la plupart des Smartphones, les utilisateurs devront toujours disposer d'une application sur leur téléphone pour capter le signal émis par la balise.
4. Leur principal obstacle aujourd'hui est le manque d'acceptation de la part des utilisateurs et certaines limitations de la technologie.
5. Le calcul de la distance n'est pas assez précis pour toutes les situations et la configuration dépend fortement de facteurs environnementaux tels que le blocage du signal et la réflexion du signal.
6. Le balayage des balises était effectué toutes les secondes, mais un tel balayage fréquent vidait la batterie.
7. **Le problème de l'application** : les grands détaillants n'auront peut-être pas de difficulté à amener les utilisateurs à télécharger leurs applications de marque, mais les petites et moyennes entreprises en ont certainement.
8. **Sécurité**: Les signaux de balise sont faciles à dupliquer, cette fonctionnalité souvent considérée comme une force, peut aussi être une faiblesse. Bien que cela vous permette de

déployer les mêmes balises sur plusieurs sites, il est également facile de «usurper». Avec les préoccupations croissantes en matière de sécurité et de confidentialité autour de la technologie des balises.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté la technologie des beacons et les modes de leurs fonctionnements. Ces utilisations des balises dans le monde réel sont extrêmement diverses et infinies. Ils relient essentiellement le monde en ligne et hors ligne tout en collectant des données précieuses.

# Chapitre 3

## Analyse et conception

---

### 3.1. Introduction

Dans ce chapitre nous aborderons une description générale de notre application ensuite nous mettons en évidence le coté conceptuel de notre application qui constitue une étape fondamentale qui précède l'implémentation, permet de détailler les différents diagrammes et scénarios à implémenter dans la phase suivante. Ceci permettra de mieux comprendre notre application. Nous avons utilisé une démarche générale basée sur le langage UML. Dans cette démarche, les diagrammes UML utilisés sont les suivant : Diagramme de cas d'utilisation, diagramme de séquence et diagramme de classes sont modélisés à l'aide de l'outil Papyrus.

### 3.2. Présentation de notre application :

Le projet porte sur la réalisation d'une application mobile Android communicative avec des capteurs de proximité Beacon pour un magasin permettant de :

- Localiser l'utilisateur (les clients) près de magasin et mettre à jour sa position géographique au fur et à mesure de son déplacement
- Tracer / visualiser en temps réel le chemin empreinté par l'utilisateur sur une carte géographique.
- Envoyer des annonces d'offres attrayantes sous la forme d'une notification «push» s'affichant sur le Smartphone du client voire figure



Figure 14 : Principe de l'application

Notre application basée sur le geofencing qui permet d'avoir une communication contextuelle par rapport à la position des clients dans une zone géographique, uniquement les clients situés à l'intérieur ou à proximité du magasin à une distance de 50 m, en affichant par exemple, une notification dans laquelle une réduction de 10% est proposée, ou une annonce, des alertes, etc.

Comme nous l'avons indiqué dans la figure ci-dessous, une barrière géographique est créée autour du magasin de vente en utilisant les conditions 'entrer', 'sortir' sur cette barrière géographique qui agit comme déclencheur de toute action.

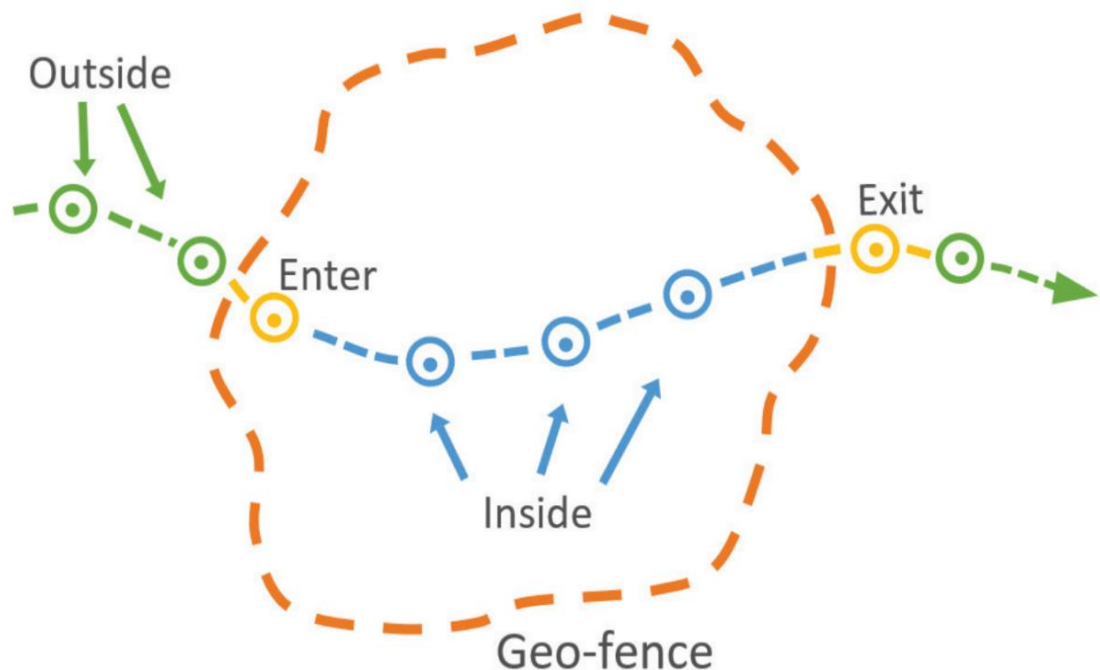


Figure.15: utilisation de geofencing [27]

### 3.3. Les acteurs du système :

Nous allons maintenant énumérer les acteurs susceptibles d'interagir avec le système. Tout d'abord, nous commençons par définir ce qui est un acteur :

Un acteur représente une entité jouant un rôle défini par une ou plusieurs fonctions, cette entité est externe au système (utilisateur, dispositif matériel ou autre système) mais elle est en interaction avec celui-ci. Les acteurs de notre application sont :

- Le Client : toute personne qui utilise l'application, c'est le visiteur qui est à l'intérieur ou à proximité du magasin et veut se localiser et naviguer

- L'administrateur : c'est le superviseur qui contrôle, qui doit gérer le bon fonctionnement de l'application et rectifier l'application Java pour assurer le bon fonctionnement de système, qui veut permettre à ces visiteurs de se localiser en temps réel en utilisant notre application.

### 3.4. Spécification des besoins

Dans la partie suivante nous présentons les différents besoins fonctionnels et non fonctionnels de notre application.

#### 1.1.1. Besoins fonctionnels

Les besoins fonctionnels doivent répondre aux exigences du futur système en termes de fonctionnalités. Ils constituent une sorte de promesse ou de contrat au comportement du système généré. De ce fait, La solution proposée doit répondre aux besoins fonctionnels suivants :

- Afficher une carte claire et facile à lire par un utilisateur.
- Permettre à positionner l'utilisateur en temps réel.
- Permettre à l'utilisateur de chercher une destination et naviguer en représentant le chemin optimal pour lui arriver.
- Envoyer des notifications aux utilisateurs de l'application lorsqu'ils se trouvent à proximité de votre magasin voir figure.15



Figure.16 : L'envoi des notifications push

### 1.1.2. Les besoins non fonctionnels

Les besoins non fonctionnels peuvent être considérés comme des besoins fonctionnels spéciaux. Ils ne sont pas rattachés à un cas d'utilisation particulier, mais ils caractérisent tout le système (l'architecture, la sécurité, le temps de réponse, etc...). Le système doit garantir les besoins opérationnels suivants :

- **Besoins matériels** : Le système doit s'exécuter de la même façon sur les différentes catégories des Smartphones Android disponible sur le marché.
- **Besoins de déploiement** : Le système doit adapter à l'infrastructure BLE déployée au sein du magasin et assure la facilité de la mise en place et du déploiement de l'application de localisation indoor.
- **Besoins de robustesse** : Le système doit être robuste face à l'instabilité du signal BLE (l'affaiblissement, Le fading, Le shadowing)
- **Besoins de maintenance** : Le système doit être facile à installer et à maintenir.
- **Besoins de flexibilité** : Le système doit être souple pour une extension future.
- **L'ergonomie des interfaces** : Le module doit présenter une interface claire, ergonomique et intuitive.

## 3.5. Analyse des besoins :

Dans cette partie nous allons approfondir la description des besoins précédemment spécifiés par quelques diagrammes de cas d'utilisation correspondants, par la suite nous proposons quelques diagrammes de séquence pour une meilleure visibilité de l'application.

### 3.5.1. Diagramme de cas d'utilisation:

Les diagrammes de cas d'utilisation permettent de définir d'une manière normalisée les relations fonctionnelles entre les acteurs et le système étudié. Ils sont une représentation orientée fonction du système, et permettent de modéliser les attentes des utilisateurs. La figure.17 illustre les différents cas d'utilisation de l'application des acteurs précédemment identifiés. Ce diagramme décrit une vue générale de l'ensemble des cas d'utilisation relatifs à notre système et décrit éventuellement les différents scénarios susceptibles d'avoir lieu



Figure.17 : diagramme de cas d'utilisation général du système

### 3.5.1.1. Cas d'utilisation « se localiser »

Dans notre système la localisation se fait par les beacon en calculant la position et la distance entre le Smartphone et le beacon aussi le système permet à l'utilisateur de cartographier en affichant leur position sur la map et l'emplacement du beacon. La figure 18 présente le diagramme de cas d'utilisation « se localiser ».



Figure.18 : diagramme de Cas d'utilisation « se Localiser »

### 3.5.1.2. Cas d'utilisation « naviguer vers une destination »

Naviguer signifie chercher un lieu destiné, et orienter l'utilisateur pour arriver à sa destination. La navigation nécessite une localisation contenue et en temps réel. Le diagramme de cas d'utilisation de la figure 19 représente la navigation vers une destination.



Figure.19 : diagramme de Cas d'utilisation « naviguer vers une destination »

### 3.5.1.3. Cas d'utilisation « Recevoir une notification pour le client »

Quand un client entre dans la zone de couverture du beacon, une notification est reçue sur son Smartphone. Le client peut choisir de fermer la notification ou consulter son contenu. Nous allons décrire le diagramme de cas d'utilisation « Recevoir une notification » pour le client dans figure.20 ci-dessous.

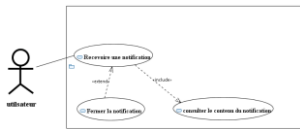


Figure.20 : Diagramme de cas d'utilisation « Recevoir une notification » pour le client

### 3.5.2. Le diagramme de séquence

Le diagramme de séquence permet de montrer les interactions d'objets dans le cadre d'un scénario d'un diagramme des cas d'utilisation. Dans un souci de simplification, on représente l'acteur principal à gauche du diagramme, et les acteurs secondaires éventuels à droite du système. Le but étant de décrire comment se déroulent les actions entre les acteurs ou objets.

### 3.5.2.1. Diagramme de séquence « se localiser »

L'utilisateur demande au système sa position actuelle. Le system calcule la position et affiche sa position actuelle sur la carte, a chaque seconde le système détecte le mouvement de l'utilisateur on utilisant les beacons pour rafraichir leur position et calculer la distance. Dans figure.21 nous décrivons le diagramme de séquence « se localiser ».

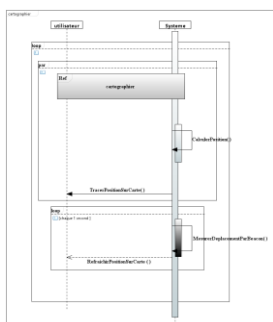


Figure.21 : Diagramme de séquence « se localiser »

### 3.5.2.2. Diagramme de séquence « recevoir une notification »

Comme nous avons décrit dans le diagramme de séquence dans Figure.22 ci-dessous. Lorsque l'utilisateur se trouve auprès d'un beacon le système envoie une notification pour lui informer, l'utilisateur a le choix de la consulter et affiche son contenu ou bien la fermer.

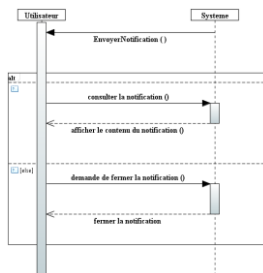


Figure.22 : Diagramme de séquence « recevoir une notification »

### 3.5.3. Diagramme de classe :

Un diagramme de classe représente la description statique du système en intégrant dans chaque classe la partie dédiée aux données et celle consacrée au traitement. C'est le diagramme pivot de l'ensemble de la modélisation d'un système. Il facilite la conception des tables à intégrer dans la base de données de l'application.

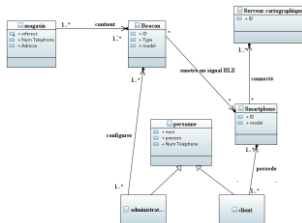


Figure.23 : diagramme de classe

### 3.6. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous essayons de concevoir un prototype d'une application qui utilise un Beacon afin d'orienter les clients d'un magasin aux emplacements exacts des rayons par exemple, et de leur proposer des offres de réduction de certains produits même s'ils passent à côté du magasin, cela permet d'attirer l'attention de ces clients pour entrer au magasin. La conception de ce prototype est réalisée à l'aide du langage de modélisation UML, une solution répondant aux besoins des utilisateurs, afin d'obtenir une base performante et une réalisation efficace.

# Chapitre 4

## Implémentation

---

### 1.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation de l'environnement matériel et logiciel utilisés pour le développement de la solution proposé, nous expliquerons éventuellement nos choix techniques relatif aux langages de programmation et des outils utilisés. Nous donnons ensuite une description des résultats aboutis approuvés par quelques imprimes écrans.

### 1.2. Environnement du développement de l'application

Dans cette section, nous décrivons l'environnement du travail matériel et logiciel.

#### 1.2.1. Environnement matériel

L'application a été développée sur ordinateurs portable avec les caractéristiques suivantes :

- Machine Puissante ACER, Modèle Aspire E 15.
- Mémoire Vive : 4 Go.
- Disque Dur : 500 Go.
- Processeur : Intel (R) Core(TM) i3-4005U CPU @1.70GHz.
- Type de système : Système d'exploitation (Windows 8).

Pour le test :

- Deux Smartphone doogee x20, condor p8

#### 1.2.2. Environnement logiciel

- Outils de développement : Android Studio.
- L'outil de conception: Papyrus
- Balise BLE : application Beacon simulator

- Bibliothèque Android Beacon
- La rédaction du rapport : Word

### **1.2.3. Choix des outils de travail**

#### **1.2.3.1. Android Studio**

Android Studio est l'environnement de développement intégré officiel ( IDE ) pour le développement d'applications Android. Il est basé sur IntelliJ IDEA , un environnement de développement logiciel intégré à Java , et intègre ses outils d'édition et de développement de code.

Pour prendre en charge le développement d'applications dans le système d'exploitation Android, Android Studio utilise un système de construction, un émulateur , des modèles de code et l'intégration Github basés sur Gradle . Chaque projet dans Android Studio comporte une ou plusieurs modalités avec du code source et des fichiers de ressources. Ces modalités incluent les modules d'application Android, les modules de bibliothèque et les modules de Google App Engine.

Android Studio utilise une fonctionnalité Instant Push pour transmettre les modifications de code et de ressources à une application en cours d'exécution. Un éditeur de code aide le développeur à rédiger le code et à l'achèvement, la réfraction et l'analyse du code. Les applications construites dans Android Studio sont ensuite compilées au format APK pour être envoyées au Google Play Store.

Le logiciel a été annoncé pour la première fois à Google I / O en mai 2013 et la première version stable a été publiée en décembre 2014. Android Studio est disponible pour les plates-formes de bureau Mac, Windows et Linux. Il a remplacé les outils de développement Android Eclipse (ADT) en tant que principal IDE pour le développement d'applications Android. Android Studio et le kit de développement logiciel peuvent être téléchargés directement à partir de Google.[28]



Figure.24:Android Studio

- Le SDK Android

L'outil le plus important est le SDK Android. Facile à installer, il permet de télécharger tous les outils indispensables au développement d'applications. Un petit logiciel permet d'abord de télécharger les différentes versions du SDK. Il permet également de télécharger les différentes versions des Google APIs. Son fonctionnement est similaire aux gestionnaires de paquets de Linux.

### 1.2.3.2. Papyrus

Papyrus est un environnement de modélisation open source basé sur la plate-forme Eclipse avec prise en charge intégrée des personnalisations UML, SysML et DSML. Il offre également une prise en charge des mécanismes de profilage UML. En tant que tel, il s'agit d'un outil industriel parfaitement conforme aux normes OMG.[29]



Figure25 : l'outil Papyrus

### 1.2.3.3. Application beacon simulator

Cette application transforme votre Android en un beacon BLE virtuel. Vous pouvez créer votre propre collection de beacons avec des configurations différentes et les utiliser n'importe quand, n'importe où.

Son rôle est avant tout d'aider les développeurs à la conception de programmes utilisant des beacons, avec une souplesse plus grande qu'utiliser directement des beacons. Elle a plusieurs Fonctionnalités tel que :

- Création, édition, gestion et sauvegarde de vos configurations de beacons
- Support de iBeacon, AltBeacon, Eddystone
- Support Eddystone pour : URL, UID, TLM (téléométrie) non cryptée, EID (éphéméral ID)
- Diffusion en tâche de fond

- Scan des beacons environnants, copie de leur configuration
- Outil pour vérifier combien d'émissions est possible avec votre téléphone [30]



Figure.26 :Beacon Simulator

L'utilisation du simulateur de balises est très simple et il suffit de deux ou trois étapes pour commencer à transmettre les balises basses consommation à partir de votre téléphone.

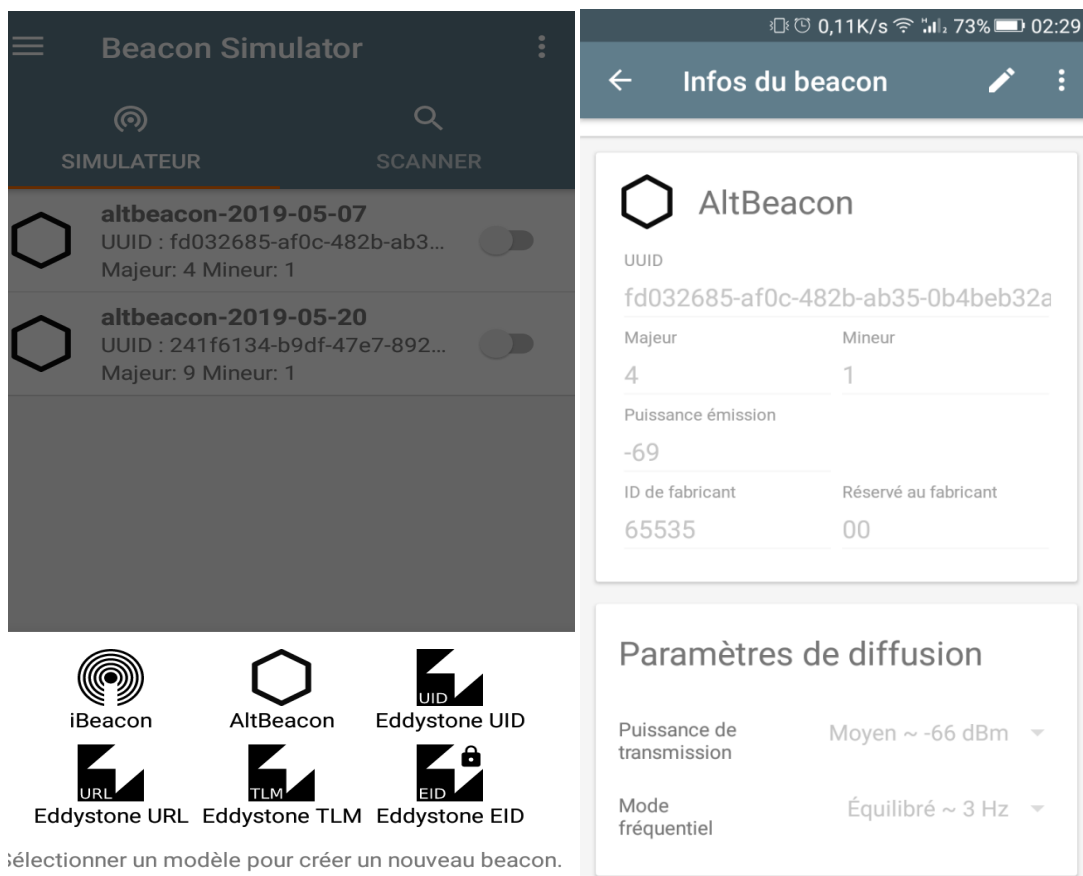


Figure.27 : Création d'un Beacon

#### **1.2.3.4. Bibliothèque Android Beacon**

C'est une bibliothèque Android fournissant des API pour interagir avec les balises, elle permet aux appareils Android d'utiliser les balises de la même manière que les appareils iOS. Une application peut demander à recevoir des notifications lorsqu'un ou plusieurs balises apparaissent ou disparaissent. Une application peut également demander à ce qu'une ou plusieurs balises soient mises à jour à une fréquence d'environ 1Hz. Il permet également aux appareils Android d'envoyer des transmissions balises, même en arrière-plan [31]

#### **1.2.4. Les langages de programmation**

Pour les langages de programmation utilisés :

##### **1.2.4.1. Java**

ANDROID est un système d'exploitation conçu pour téléphone mobile développé par Google, qui a mis à disposition un kit de développement logiciel (SDK) basé sur le langage Java. Pour justifier ce choix, nous notons qu'au coeur du système ANDROID se trouve la machine virtuelle Java, appelée Dalvik, qui n'exécute que des fichiers \*.dex qui sont en fait des classes \*.java transformées via le SDK spécialement pour Dalvik. En outre, Dalvik est liée à un Runtime comportant les principales bibliothèques du Java.

Donc Java est un langage de programmation à usage général, évolué et orienté objet dont la syntaxe est proche du C. Ses caractéristiques ainsi que la richesse de son écosystème et de sa communauté lui ont permis d'être très largement utilisé pour le développement d'applications de types très disparates. Java est notamment largement utilisée pour le développement d'applications d'entreprises et mobiles.

### **1.2.4.2. XML**

XML est l'acronyme de «eXtensible Markup Language». XML permet d'échanger des données entre applications hétérogènes car il peut modéliser et stocker des données de façon portable. XML est extensible dans la mesure où il n'utilise pas de tags prédéfinis comme HTML et il permet de définir de nouvelles balises : c'est un métalangage. Le format HTML est utilisé pour formater et afficher les données qu'il contient : il est destiné à structurer, formater et échanger des documents d'une façon aussi standard que possible. XML est utilisé pour modéliser et stocker des données. Il ne permet pas à lui seul d'afficher les données qu'il contient. Pourtant, XML et HTML sont tous les deux des dérivés d'un langage nommé SGML (Standard Generalized Markup Language). La création d'XML est liée à la complexité de SGML. D'ailleurs, un fichier XML avec sa DTD correspondante peut être traité par un processeur SGML. XML et Java ont en commun la portabilité réalisée grâce à une indépendance vis-à-vis du système et de son environnement. [32]

## **1.3. Présentation de notre application**

À ce stade, nous présentons notre application à travers les diverses captures d'écrans réalisées.

### **1.3.1. Interface d' « Accueil »**

La page d'accueil est la page principale de notre application, elle permet de fournir le contact avec l'application, elle comporte 4 icônes :

- ❖ Start ringing : pour l'affichage des distances entre le beacon et le smartphone, et aussi les informations concernant le beacon (voire Figure.32).
- ❖ Enable monitoring : pour découvrir des beacon autour de l'utilisateur, s'il ya des beacon ou pas (voire Figure.30).
- ❖ Show map : pour l'affichage du map qui permet à l'utilisateur de se localiser à l'aide d'un map détaillé.
- ❖ App info : contient les informations sur notre application.

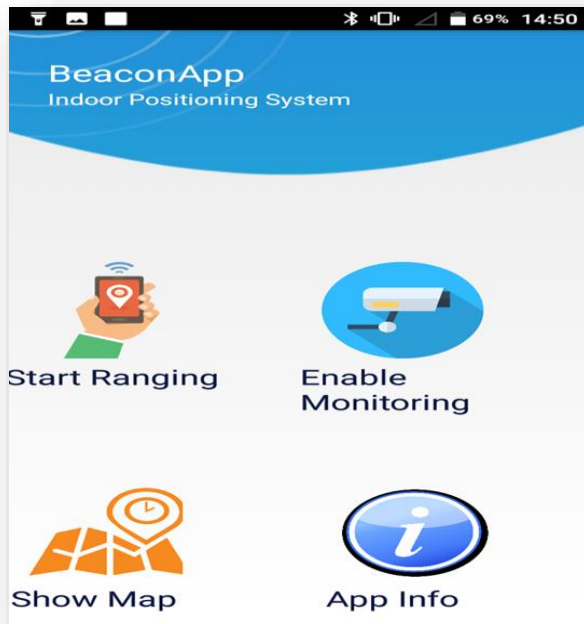


Figure.28 : Interface d'accueil de notre application

### 1.3.2. Interface « Enable Monitoring »

Permet de rechercher des beacon à proximité de la position de l'utilisateur dans une zone géographique situé à l'intérieur ou à proximité (inside, outside).

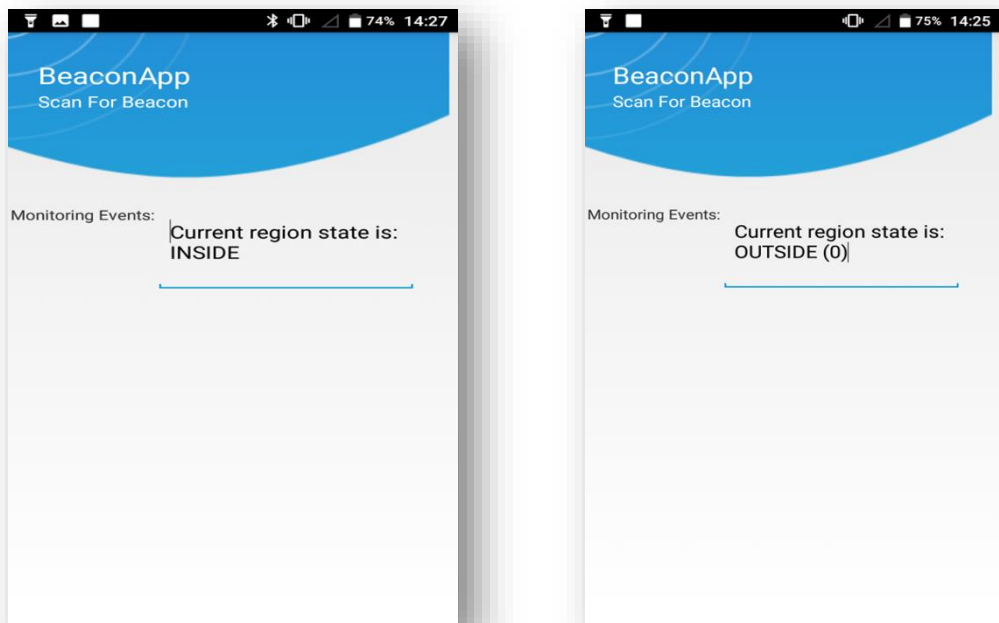


Figure.29:affichage de l'état de région

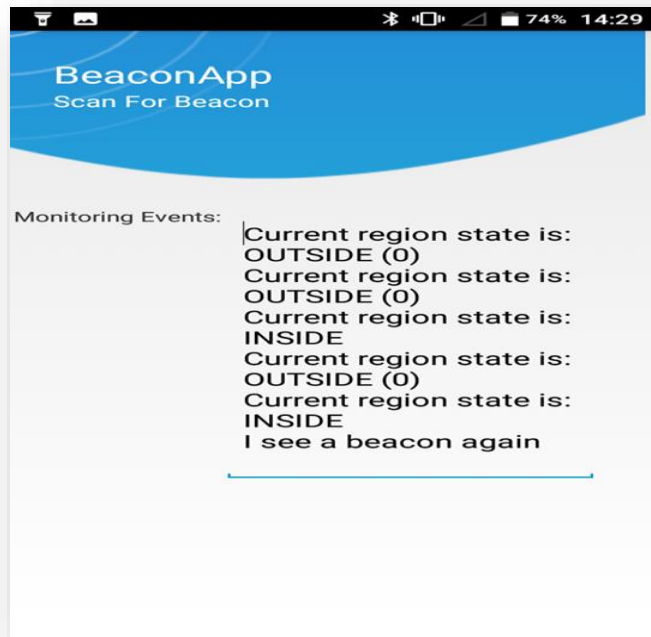


Figure.30 : Affichage du beacon

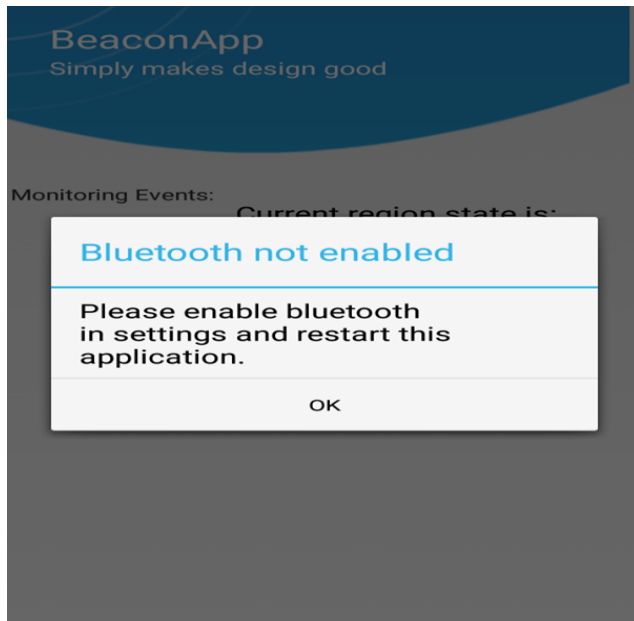


Figure.31 : Besoin d'activer Bluetooth

### 1.3.3. Interface « Start Ranging »

Si l'activité de surveillance « Enable monitoring » est activé, elle affiche les informations sur le beacon trouvé et la distance entre le Smartphone et le beacon.



Figure.32 : Interface « Start Ranging »

### 1.3.4. Interface « App Info »

Permet d'afficher information sur notre application

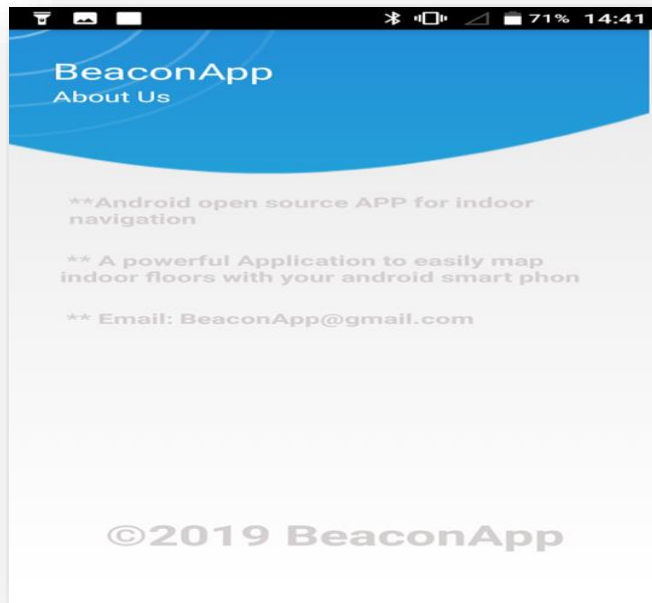


Figure.33 : Interface « APP Info »

### 1.3.5. Affichage de notification

Lorsque l'utilisateur se trouve auprès d'un beacon une notification s'affiche sur l'écran de son Smartphone lui indiquant qu'il c'est approché d'une zone couverte par un beacon.

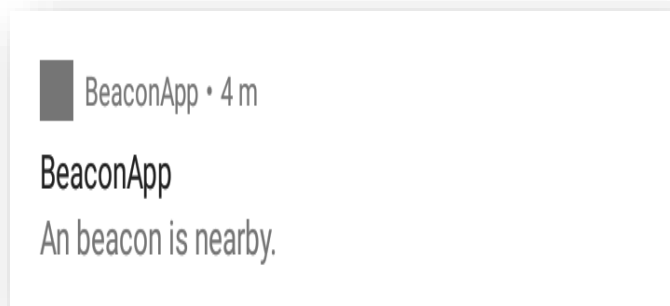


Figure.34 : Affichage de notification

### 1.3.6. Icône de l'application

Après l'installation de notre application dans le Smartphone, l'icône de notre application baptisée « «BeaconApp » apparue dans le menu principal du Smartphone. L'application peut être alors en appuyons sur cette icône.

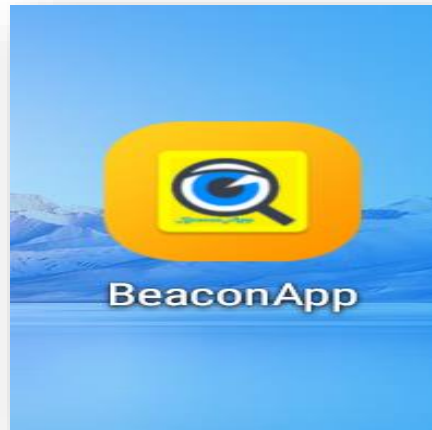


Figure.35 : Icône de notre application

## **1.4. Conclusion**

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté les différentes phases de la réalisation. Nous avons commencé par recenser les différentes technologies utilisées ainsi que l'environnement matériel et logiciel de notre travail. Ensuite nous avons modélisé. Et enfin, nous avons exposé certains imprimés écrans témoignant des différentes facettes de notre application.

## Conclusion Générale

Il ne fait aucun doute que les capteurs compatibles Bluetooth Low Energy (BLE) ouvriront des millions de possibilités aux développeurs et aux concepteurs pour créer des expériences et des services réellement innovants. La clé du succès sera toujours de penser aux utilisateurs et à leurs besoins, et d'adapter le contenu et les expériences à un emplacement spécifique. À l'ère des balises, les contenus et services aléatoires, impersonnels et non pertinents sur le plan contextuel deviennent gênants et peuvent dissuader les utilisateurs.

Au cours de ce projet, nous avons appris à connaître le beacon et son fonctionnement. Il ne fait aucun doute que les capteurs compatibles Bluetooth Low Energy offrent une multitude de possibilités aux développeurs et aux concepteurs pour créer des expériences et des services réellement innovants.

Nous estimons que nous avons pu atteindre au moins un des les principaux objectifs que nous avons fixés au début de ce projet. Car nous avons eue des problèmes pour avoir les capteurs beacons à temps d'une part, et d'autre part, il faut noter que cette application est la première qui utilise ce genre de capteur de proximité dans notre faculté. Cependant, il y a plusieurs améliorations proposés et que nous souhaitons pouvoir les ajouter dans le futur.

Pour conclure ce mémoire, nous nous sommes intéressées à beaucoup de nouvelles notions encore inconnues pour nous, pour mener à bien notre projet qui peut offrir une grande utilité publique, dans la vie courante.

Vous l'entendrez souvent de notre bouche : « Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise technologie, il faut simplement trouver la plus adaptée à votre besoin, à votre usage ». Enfin, les capteurs de proximités (beacon) sont une technologie très récente et en émergence dans les pays développés. Nous estimons que ce projet sert comme un phare (beacon) pour les prochaines promotions, afin de mieux maîtriser cette technologie et de proposer des applications plus intéressantes et plus utiles.

# Bibliographie

- [1] CHALAL, Lina, SIROUAKNE, Slimane, et AISSANI, Sofiane. *Gestion des clés dans l'internet des objets*. Thèse de doctorat. Université de Bejaia. 2017.
- [2] D. Miorandi, S. Sicari, F. De Pellegrini, and I. Chlamtac, "Internet of things : Vision, applications and research challenges," *Ad Hoc Netw.*, vol. 10, no. 7, 2012.
- [3] INFISO, D. G., *et al.* Internet of Things in 2020: A Roadmap for the Future. *INFISO D*, vol. 4, 2008
- [4] ZHOU, Honbo. *Internet des objets dans le cloud: une perspective de middleware*. CRC Press, 2012.
- [5] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The internet of things : A survey," *Computer networks*, vol. 54, no. 15, 2010
- [6] [https://dial.uclouvain.be/memoire/ucl/en/object/thesis%3A7008/datastream/PDF\\_01/view](https://dial.uclouvain.be/memoire/ucl/en/object/thesis%3A7008/datastream/PDF_01/view)
- [7] TIZZAOU, Youva, BERRAH, S., *et al.* *Internet des Objets «IoT» Application*. Thèse de doctorat. Université Abderrahmane Mira. 2017.
- [8] <https://blog.octo.com/modeles-architectures-internet-des-objets/>
- [9] SALEH, Imad. *Internet des Objets (IdO): Concepts, Enjeux, Défis et Perspectives*. *Revue Internet des objets*, vol. 2, 2018
- [10] [http://www.icriq.com/fr/productique\\_tfp.html/-/asset\\_publisher/MeX1/content/les-reseaux-sans-fil/maximized](http://www.icriq.com/fr/productique_tfp.html/-/asset_publisher/MeX1/content/les-reseaux-sans-fil/maximized)
- [11] <http://www.digitaldimension.solutions/blog/avis-d-experts/2016/02/lpwan-le-reseau-emergent-de-iiot/>
- [12] <https://www.objetconnecte.com/tout-savoir-reseau-lora-bouygues/>
- [13] <https://blog.xebia.fr/2016/02/26/linternet-des-objets-2-connecter-vos-capteurs-aux-reseaux-iiot/>
- [14] <http://on.wonderware.fr/wonderware-sigfox>
- [15] <https://tpetelephonesante.wordpress.com/partie-1-definition-dune-onde-electromagnetique-et-fonctionnement-des-reseaux-cellulaires/les-differents-types-de-reseau/>
- [16] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=objets-connectes-technologies>
- [17] <http://benhur.teluq.quebec.ca/SPIP/inf1160/IMG/pdf/inf1160-notionsfondamentales.pdf>

- [18] <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-wi-fi-1648/>
- [19] [http://www.icriq.com/fr/productique\\_tfp.html/-/asset\\_publisher/MeX1/content/les-reseaux-sans-fil/maximized](http://www.icriq.com/fr/productique_tfp.html/-/asset_publisher/MeX1/content/les-reseaux-sans-fil/maximized)
- [20] <https://www.domotique-info.fr/technologies-domotique/zwave/>
- [21] <https://blog.groupe-sii.com/le-ble-bluetooth-low-energy/>
- [22] BENGHOZI, Pierre-Jean, BUREAU, Sylvain, et MASSIT-FOLLÉA, Françoise. *L'Internet des objets/The Internet of Things: Quels enjeux pour l'Europe? What Challenges for Europe?*. Les Editions de la MSH, 2015.
- [23] SAAD, Rabeb. *Modèle collaboratif pour l'Internet of Things (IoT)*. Thèse de doctorat. Université du Québec, 2016.
- [24] <https://blog.clever-age.com/fr/2015/05/21/les-technologies-de-geolocalisation-indoor/>
- [25] JDAIDA, Sabine. *Analyse de sécurité des applications d'authentification par NFC*. Thèse de doctorat. École Polytechnique de Montréal. 2016.
- [26] <https://www.unitag.io/fr/nfc/what-is-nfc>
- [27] [https://www.google.com/search?q=geofencing&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiBidvuurXiAhUSUBUIHVQZAUoQ\\_AUIDigB&biw=1350&bih=559#imgdii=VgLhDD72dj7-xM:&imgsrc=eJ5v9OkQK03UNM:](https://www.google.com/search?q=geofencing&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiBidvuurXiAhUSUBUIHVQZAUoQ_AUIDigB&biw=1350&bih=559#imgdii=VgLhDD72dj7-xM:&imgsrc=eJ5v9OkQK03UNM:)
- [28] <https://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/Android-Studio>
- [29] [http://ceur-ws.org/Vol-1541/OSS4MDE\\_2015\\_invited2.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-1541/OSS4MDE_2015_invited2.pdf)
- [30] <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.alea.beaconsimulator&hl=fr>
- [31] <https://altbeacon.github.io/android-beacon-library/index.html>
- [32] DOUDOUX, Jean Michel. *Développons en JAVA*, livre, 1999.