



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica,  
Cartográfica y Topográfica

Contribución de los sistemas de geolocalización y  
monitorización remota a los problemas sociales.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Geomática y Geoinformación

AUTOR/A: Sagard , Lucas

Tutor/a: Marqués Mateu, Ángel

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA,  
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA**

**Trabajo de Fin de Máster**

**Contribución de los sistemas de geolocalización y monitorización  
remota a los problemas sociales.**

*Lucas SAGARD*

**Tutor: Angel Marqués Mateu**

**València, Septiembre 2022**



## **Gracias**

Antes de cualquier desarrollo sobre esta experiencia profesional, es necesario comenzar este trabajo de fin de máster con agradecimiento, a quienes me acompañaron durante toda la carrera y a quienes me apoyaron en el desarrollo de este renderizado.

Me gustaría agradecer a la ESTP Paris y a la Universidad Politécnica de Valencia, que son mis dos escuelas de estudio sin las cuales no habría tenido la oportunidad de llevar a cabo este curso que hoy me ofrece muchas oportunidades. También me gustaría agradecer a todos los profesores con los que he podido trabajar a lo largo de mis estudios por su ayuda y apoyo durante estos cuatro años de educación superior.

Me gustaría agradecer profundamente a todas las personas que me acompañaron en mi elección de unirme a una empresa suiza HRS Real Estate SA en la que deseo continuar mi carrera temprana y gracias a la cual también pude llevar a cabo este informe. Gracias a ella por darme la oportunidad de integrar sus equipos y llevar a cabo mis diversas prácticas para finalizar mi formación en ingeniería.

En primer lugar, quiero agradecer a mi TUTOR de la UPV, D. *Angel Marques Mateu*, que me ha acompañado en el desarrollo de este trabajo, su supervisión y sus sabios consejos. También agradezco a todos los miembros de la administración de la UPV su disponibilidad y su organización que hizo posible mi desarrollo.

Agradezco a mi tutor de pasantías y gerente de proyecto, el Sr. *Miguel Lopes*, así como a mis colegas, el Sr. *Piguet Yann*, director de construcción y el Sr. *Vignon Olayitan*, por su valiosa ayuda y su visión ilustrada sobre el desarrollo de su trabajo.

También expreso mi agradecimiento a todos los técnicos que conocí por sus explicaciones, su implicación y su paciencia, así como a todo el personal de enfermería con el que pude hablar de sus necesidades y su forma de trabajar.

Finalmente, estoy agradecido por todos los compañeros, subcontratistas y personas externas que me ayudaron directa o indirectamente a lo largo de la escritura.

***Lucas Sagard***

## Resumen

La gestión de las personas mayores, la implantación de sistemas de seguridad para la protección de las personas en situación de riesgo o de su entorno, o el épico aumento de los trastornos depresivos y psicológicos de la población por la crisis sanitaria del covid-19 se han convertido en importantes **cuestiones sociales a las** que el progreso tecnológico puede dar respuesta.

Este informe presenta a través de un trabajo de investigación bibliográfica los diferentes sistemas de localización y monitorización remota que existen hasta la fecha, así como su modo de funcionamiento.

Primero detallará el sistema **anti-deambulación** y el seguimiento del movimiento en un espacio definido, pero también las cuestiones relacionadas con la gestión de datos personales. Como ejemplo se mencionará el caso de los hospitales donde sus necesidades en cuanto a la gestión del paciente no hacen más que aumentar. Sin embargo, es interesante mirar la cuestión de la **ética** y encontrar el equilibrio entre libertad y autonomía.

A continuación, presenta diversos sistemas de geolocalización **interior** y **exterior** donde se explica no solo cómo funcionan, las tecnologías que se utilizan, las ventajas y desventajas en función de las situaciones, sino también su campo de aplicación.

Este trabajo de fin de máster consiste en vincular la **geolocalización** y el conocimiento informático en beneficio del diseño de sistemas de geolocalización, con el fin de hacer frente a retos que no hacen más que crecer: vigilancia médica, gestión de datos, seguridad.

**Palabras clave:** Cuestiones sociales, Anti-deambular, ética, geolocalización, interior, exterior

## **Abstract**

The management of the elderly, the establishment of a security system for the protection of people at risk or their environment, or the epic increase in depressive and psychological disorders in the population due to the covid-19 health crisis they have become important social challenges today. to which technological advances can respond.

This report presents, through a bibliographical research work, the different location and remote surveillance systems that exist to date, as well as their mode of operation.

First of all, it will detail the anti-roaming system and the monitoring of movement in a defined space, but also the issues related to the management of personal data. As an example, we will mention the case of hospitals where their needs in terms of patient management are only increasing. However, it is interesting to investigate the issue of ethics and find the balance between freedom and autonomy.

Next, it presents various indoor and outdoor geolocation systems explaining not only how it works, the technologies used, the advantages and disadvantages depending on the situation, but also its field of application.

This master's thesis consists of linking knowledge of geolocation and computing for the benefit of the design of geolocation systems, to respond to issues that are increasing: medical surveillance, data management, security.

**Keywords:** social challenges, anti-wandering system, ethics, interior, exterior, geolocation

<b>Introducción general .....</b>	<b>9</b>
-----------------------------------	----------

## **Capítulo I.**

### **Las importantes cuestiones sociales planteadas por el uso de sistemas de geolocalización**

1. Introducción .....	12
2. El envejecimiento de la población .....	12
2.1. Informe de situación .....	12
2.2. Factores .....	14
2.3. Pérdida de autonomía .....	14
2.4. Las adaptaciones necesarias .....	15
2.5. Dependencia .....	16
2.5.1. L'AGGIR .....	16
2.5.2. Criterios de evaluación .....	18
2.6. Fragilidad .....	18
3. Tecnología para la salud .....	20
4. El dilema ético .....	21
4.1. El marco jurídico .....	21
4.2. Autonomía y libertad .....	22
4.3. Conceptos de juicio .....	22
4.4. Reflexiones sobre cuestiones éticas .....	23
4.5. Puesta en práctica .....	24

## Capítulo II.

### Presentación de las tecnologías utilizadas para la geolocalización de personas en entornos abiertos y cerrados

1. Introducción.....	28
2. Geolocalización interior .....	28
2.1.    Introducción .....	28
2.2.    Las tecnologías utilizadas .....	29
2.2.1. El Wi-Fi positioning system (WPS) .....	29
2.2.2. El Bluetooth Low Energy (BLE) .....	35
2.2.3. El Beacon Bluetooth .....	36
2.2.4. El Near Field Communication (NFC) .....	39
2.2.5. El campo magnético .....	41
2.2.6. Ultra Wide Band (UWB) .....	48
3. La geolocalización exterior .....	50
3.1.    Introducción .....	50
3.2.    El Global Positionning System (GPS) .....	50
4. Comparación entre las tecnologías .....	52



## Capítulo III.

### Caso práctico y desarrollo de una solución de geolocalización

1. Historia y ubicación .....	56
2. Proyecto y concepto .....	56
3. Descripción .....	57
4. Sistema en su lugar .....	58
4.1. Equipos de gestión y comunicación .....	59
4.2. Emisores de pulseras .....	61
4.3. Uso del dispositivo .....	65
4.4. Mejoras futuras .....	70
<b>Conclusión General</b> .....	73
<b>Bibliografía</b> .....	75
<b>Anexos</b> .....	81



## **Introducción general**

El envejecimiento de la población es una cuestión social importante que debe abordarse. Cada vez más personas necesitan apoyo y seguimiento psicológico. También se puede observar que casi uno de cada diez individuos mayores de 65 años padece trastornos cognitivos, por lo que la evolución de la medicina y los métodos utilizados es importante para dar respuesta a los problemas sociales planteados y satisfacer las crecientes necesidades de acogida en lugares especializados. En algunos casos se trata de una ayuda a domicilio, muchas veces llevada a cabo por la familia, parientes o algunos cuidadores. Sin embargo, en algunos casos es difícil proveer a una persona dentro de su propio hogar, y es en este momento que intervienen los muchos establecimientos como hogares de ancianos u hospitales especializados. El objetivo principal es proporcionar ayuda tanto a los pacientes como a las familias. De hecho, para algunos, es importante ayudarlos en sus necesidades diarias, pero también garantizar su seguridad y la de quienes los rodean.

El manejo de las personas que sufren trastornos cognitivos, como la enfermedad de Alzheimer, o más bien problemas psicológicos graves como la depresión, a menudo se acompaña de intentos de huir y deambular. Esto se convierte en una fuente de ansiedad y requiere manejo y apoyo diario. El resultado es a menudo un aislamiento social destructivo que no mejora el estado psicológico de los pacientes. Es por eso que, desde hace algún tiempo, la medicina ha estado trabajando en este tema y se compromete a resolver estos problemas proponiendo soluciones efectivas para aliviar a todas las personas acompañantes. La tecnología actual permite dar respuestas a estos problemas como los sistemas anti-deambulación, la geolocalización en interiores y exteriores. Sin embargo, veremos en nuestro primer capítulo cómo los sistemas de geolocalización representan importantes problemas sociales y qué se puede poner en marcha para cumplir con estos requisitos. Posteriormente, detallaremos todas las técnicas disponibles y utilizables en la gestión del deambular y la localización de personas en lugares cerrados o abiertos. Y finalmente detallaremos la implementación de un sistema anti-deambulación en el Nuevo Hospital Psiquiátrico de Cery y evaluaremos la implementación de un sistema de geolocalización en este mismo edificio con el fin de mejorar la vida diaria de los cuidadores y un mejor seguimiento de los pacientes.



## **Capítulo I**

---

**Las importantes cuestiones sociales planteadas por el uso de sistemas de geolocalización.**

---

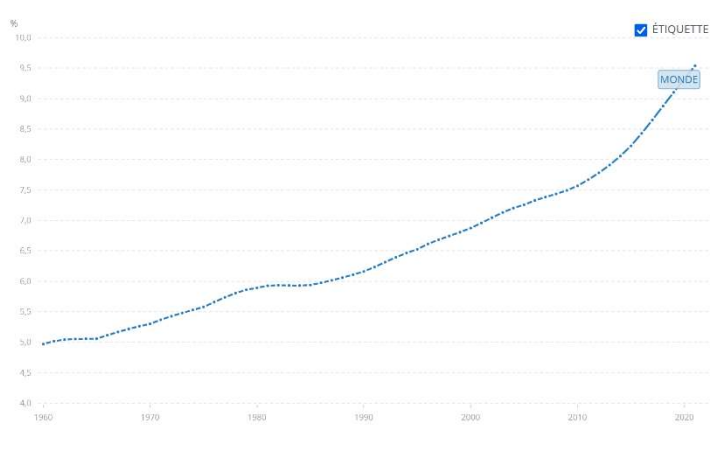
## 1. Introducción

En este capítulo presentaremos una antología de sistemas existentes que proponen soluciones adaptadas a los retos sociales provocados por el auge de los trastornos mentales o el importante envejecimiento de la población actual. Describiremos estos sistemas por su funcionamiento, su campo de operación y su respuesta a las necesidades de cada uno. Veremos que en algunos casos es difícil diseñar un sistema que cumpla con todas las especificaciones y que es importante entender las necesidades para asegurar la geolocalización del paciente respetando su privacidad y libertades. Además, compararemos los sistemas de localización en la zona cerrada denominada *interior* y zona abierta denominada *exterior*; ya sea una unidad asistencial o una vivienda particular.

## 2. El envejecimiento de la población

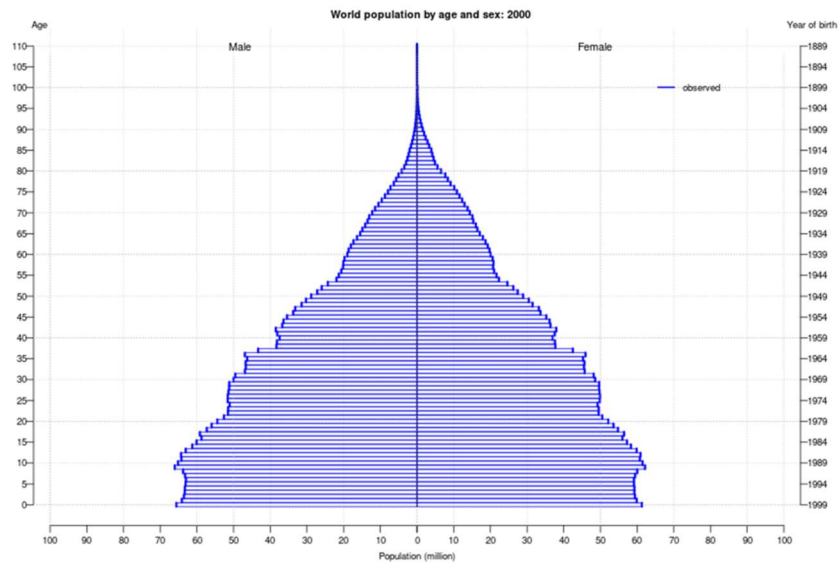
### 2.1. Informe de situación

El envejecimiento de la población es un fenómeno que afecta a todo el mundo y se está convirtiendo en una de las mayores transformaciones sociales del siglo XXI. Todos ellos se enfrentan a un aumento de la edad media y de la población de las personas mayores. Según los últimos informes de Perspectivas de la Población Mundial, una de cada seis personas tendrá más de 65 años en 2050 (o 16%) en comparación con una de cada once en 2020 (o 9%). Además, para 2050, una de cada cuatro personas que viven en Europa y América del Norte tendría 65 años de edad o más. Según el Banco Mundial de Datos, el número de personas mayores de 65 años en el mundo se estima en 700 millones en 2020 y podría aumentar a 1.240 millones en 2050.

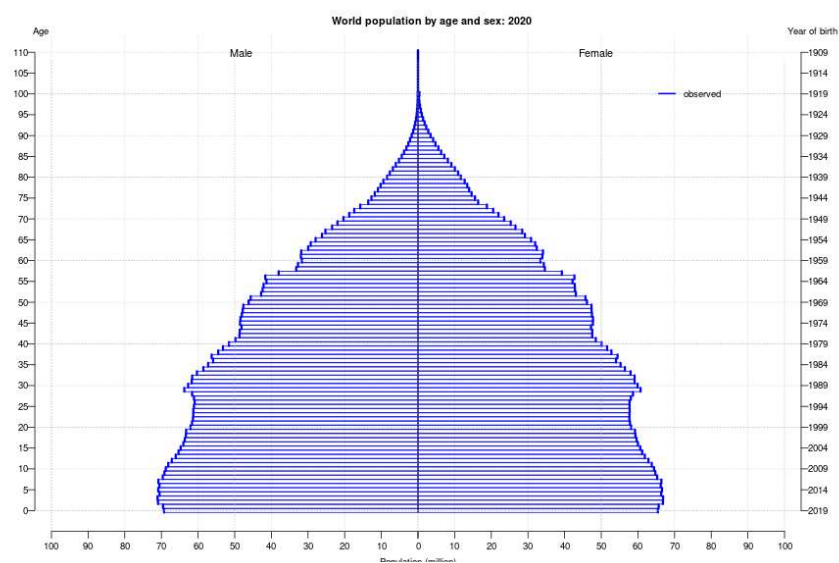


**Figura n°1 : Evolución de las personas mayores de 65 años en todo el mundo (en %)**

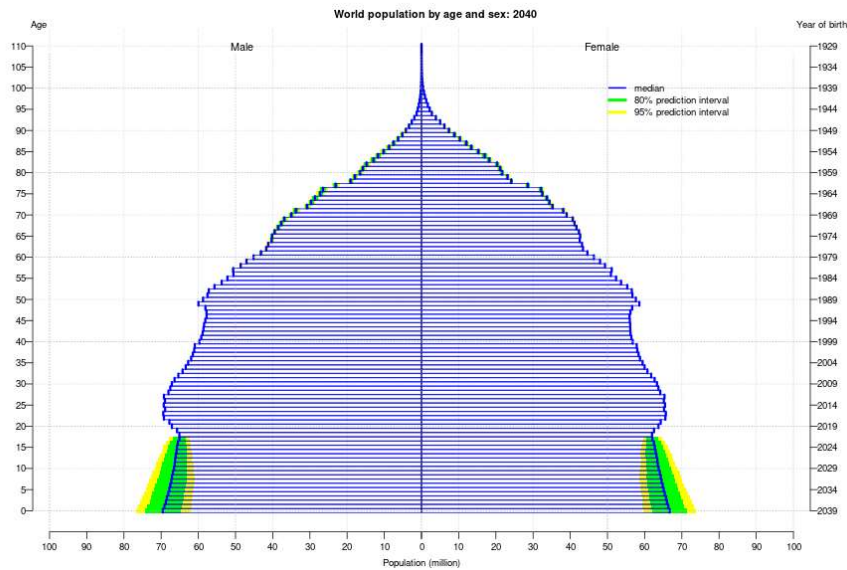
En Francia, la proporción de mayores de 65 años podría alcanzar el 28% en 2050, mientras que podría alcanzar el 36% en los países del sur de Europa o el 38% en Japón. Corea del Sur sería el país "más viejo" en 2050 con poco más del 38%, mientras que estaba entre los países "más jóvenes" en 1950.



**Figura n°2: Tendencias de la población mundial en 2000**



**Figura n°3: Tendencias de la población mundial en 2020**



**Figura n°4: Tendencias de la población mundial en 2000**

## 2.2. Factores

Todas las regiones del mundo han visto un aumento significativo en la esperanza de vida desde los años cincuenta. De hecho, como hemos visto anteriormente, la esperanza de vida está aumentando; pero también las condiciones y la calidad de vida de los ancianos aumenta con el tiempo y ocupa un lugar importante en los problemas sociales actuales.

Otro elemento importante es que los movimientos de población representan un factor demográfico significativo. De hecho, los movimientos de población tienen repercusiones globales en la representatividad de las edades dentro de una población. Las generaciones del baby boom cumplirán 85 años en 2030. Pertenecen al grupo de edad de más de 65 años y contribuyen al fuerte crecimiento de la tasa de envejecimiento de la población mundial.



### **2.3. Pérdida de autonomía**

El rápido avance del envejecimiento de la población se acompaña de ciertos problemas relacionados con el aumento del desorden que aparecen con el paso del tiempo. De hecho, los avances en la medicina, la calidad de la atención y el respeto a las cuestiones sociales permiten que los más vulnerables puedan acceder a edades que no podrían haber alcanzado hace un siglo. Es por esto que, a pesar de una atención más integral, el desarrollo de enfermedades, trastornos físicos, psicológicos o funcionales está aumentando. Los retos actuales se basan precisamente en el mantenimiento de estos trastornos y en el acompañamiento de los pacientes que los padecen. Las autoridades públicas consideran prioritario la gestión de las personas más vulnerables para que todos puedan ejercer sus libertades y garantizar la seguridad de todos. Por ejemplo, Francia destina alrededor del 1,5% de su PIB (unos 40.000 millones) a políticas públicas para ayudar a la autonomía de las personas mayores. Esto está en línea con el promedio de países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Para aclarar, Suecia obtiene el mejor porcentaje con un 3% y Portugal el más bajo con menos del 0,5%. Tanto en Francia como en Alemania, casi el 10% de las personas mayores están perdiendo su autonomía (27% en Italia, 35% en España, 5% en Suecia) y viven con uno de sus hijos. Todos estos datos respaldan la necesidad de aumentar los recursos para las personas mayores, así como una mejor atención de mejor calidad en el hogar o en instituciones especializadas, ya sea para ellos, sus familias o todo el personal de supervisión.

### **2.4. Adaptaciones necesarias**

Por lo tanto, las políticas públicas deben responder a las necesidades de las personas mayores y tomar medidas viables para abordar los problemas que enfrenta la sociedad. Para ello, es necesario distinguir diferentes tipos de jubilados:

- *El jubilado activo*, el que permanece invertido, motivado para formar parte de un grupo asociativo o por el interés común
- *El jubilado frágil*, el que empieza a sentir ciertas dificultades para realizar acciones cotidianas y el que se vuelve vulnerable. (75-80 años)
- *El jubilado con pérdida de autonomía*, el que a la edad de ingresar en instituciones especiales como los centros residenciales para personas mayores dependientes (Ehpad).

Sin embargo, la mayoría de los jubilados o personas vulnerables deciden quedarse en casa y se niegan a ingresar a un servicio dedicado a ayudarlos. Es por eso que es necesario poder satisfacer estas necesidades y equipar los hogares en consecuencia:

- Adaptación de la vivienda mediante la integración de la tecnología digital
- Adaptar el entorno urbano para un viaje seguro y sin problemas de accesibilidad
- Gestión de las desigualdades territoriales

## **2.5. Dependencia**

### **2.5.1. AGGIR**

Para poder ayudar a una persona necesitada es importante conocer su grado de dependencia para poder montar un dispositivo adaptado. Este grado de dependencia de los ancianos se mide utilizando la cuadrícula AGGIR (Autonomy, Gerontology Iso Resources Group).

Es un sistema de clasificación establecido por médicos de la seguridad social, la Sociedad Francesa de Gerontología e informáticos. Permite evaluar la dependencia por el equipo médico-social del departamento y por el médico coordinador del Ehpad cuando llega un nuevo residente. Como aparte, se utiliza principalmente en el contexto de la asignación de la *Asignación de Autonomía Personalizada* (APA). Es una evaluación que tiene en cuenta las capacidades mentales y corporales de la vida cotidiana. El resultado es un diagnóstico claro de

si necesita o no proporcionar asistencia única o continua. Esta cuadrícula consta de 6 *grupos de recursos iso* (IRG).

- *GIR 1*: Es el grado más alto de dependencia, es decir, las personas que están confinadas, que permanecen en cama o en silla de ruedas y cuyas capacidades físicas y mentales están gravemente deterioradas.
- *GIR 2*: Hay dos tipos de personas que corresponden a este grado de dependencia..
  - Personas inmovilizadas en cama o en silla y que tienen trastornos mentales bastante significativos, y que necesitan ayuda diaria para la realización de pequeñas acciones, pero también una presencia que es esencial y debe ser continua por el bien del paciente.
  - Personas que han dañado las facultades psíquicas, pero pueden moverse sin ayuda. Es en este caso específico que es necesario garantizar un seguimiento constante de la persona en cuestión. En el caso de nuestro estudio es para este tipo de pacientes que se desarrollan sistemas de geolocalización y para ayudar a las personas que los acompañan a diario.
- *GIR 3*: En este caso, las personas tienen una salud mental bastante buena, pero habilidades motoras reducidas. Por lo tanto, se les proporciona asistencia para las necesidades corporales y vitales.
- *GIR 4*: Este grado del modelo AGGIR incluye:
  - Personas que no pueden hacer viajes externos solos, pero cuyo viaje dentro del hogar sigue siendo posible. Se necesita un poco de ayuda puntual para tareas simples como ir al baño.
  - Personas sin problemas motores pero que necesitan ayuda con las comidas, el aseo y el vestirse.
- *GIR 5*: Esto incluye a las personas que se mueven fácilmente dentro de su hogar y que pueden vestirse y comer por su cuenta, pero que requieren ayudas de lavado ocasionales y ciertas tareas domésticas.
- *GIR 6*: Se refiere a las personas autónomas.

### 2.5.2. Criterios de evaluación

El grado de dependencia de la RGI se basa en la evaluación de diez criterios relacionados con la pérdida de autonomía física y psicológica.

- *Consistencia*: Ser capaz de hablar apropiadamente y comportarse en línea con las personas que lo rodean.
- *Orientación*: Tener una visión global del tiempo y el espacio que nos rodea.
- *Inodoro*: Capacidad de lavarse de forma independiente.
- *Vestirse*: Capacidad de poder vestirse de forma independiente y apropiada y cuesta abajo.
- *Alimentación*: Ser capaz de alimentarse y prepararse para comer.
- *Eliminación*: Ser capaz de hacer su negocio sin preocupaciones.
- *Transferencias*: acuéstese, acuéstese, levántese, siéntese.
- *Viajes en interiores*: Poder moverse dentro de su hogar.
- *Viajar fuera*: Poder viajar fuera de tu casa sin transporte público.
- *Comunicación remota*: Poder comunicarse con otros a través de varios dispositivos como el teléfono o el timbre.

A cada uno de estos criterios se le da una puntuación de A (el mejor) a C (el peor) y da como resultado un promedio general.

## 2.6. La Fragilidad

El libro "*Jubilación y sociedad*" de Hervé Michel: *La noción de fragilidad de las personas mayores: contribuciones, límites y desafíos de un enfoque preventivo*

El origen de la fragilidad de los ancianos proviene directamente de América del Norte y se ha convertido en un problema biomédico. Este mismo concepto se ha desarrollado en los países

más industrializados. El objetivo es poder llegar a un diagnóstico médico exitoso que permita la implementación de medidas concretas para el paciente.

La fragilidad en este caso es un concepto que se refiere a un estado inestable de equilibrio. Algunos autores lo definen caracterizándolo como "*un estado precario de equilibrio con riesgo de desestabilización, una especie de estado intermedio entre robustez y dependencia*" (Piette y Boumendil, 2009). Otros describen la fragilidad como "*un estado de equilibrio precario que puede ubicarse más ampliamente entre la buena salud y la enfermedad, la autonomía (mental) y su desaparición, la independencia (física) y su pérdida, la existencia de recursos y su agotamiento, la presencia de un séquito emocional o de ayuda y el aislamiento total*" (Michel et al., 2002).

Si no es menos que un riesgo, la fragilidad también puede presentarse como un síndrome que resulta de la disminución de las capacidades funcionales de un individuo que puede limitar las facultades del cuerpo (estrés, respiración, digestión, psicología, etc.). Es importante valorar este grado de fragilidad y luego asegurar un seguimiento adecuado de las personas que lo padecen cada día un poco más. Linda Fried en 2001 representó cinco indicadores físicos para evaluarlo:

- Pérdida de peso involuntaria (4,5 kg en un año)
- Fuerza de agarre
- Velocidad de marcha superior a 4,5 m
- Fatiga y resistencia
- Sedentarismo y medición del gasto energético.

Otros enfoques pretenden ser más precisos mediante la evaluación de múltiples criterios que afectan tanto a las facultades psicológicas como no solo físicas. La mejor opción es hacer una mezcla de los diferentes indicadores que existen antes de sacar conclusiones apresuradas. Sin embargo, algunos estudios pretenden ser confiables y, por lo tanto, permitir apoyar a las víctimas de la fragilidad al reducir las caídas, las enfermedades o el número de muertes. En el cuadro siguiente se resumen los principales indicadores.

Physiques	Cognitives Psychologiques	Sociales
Biologie	Mémoire	Relations... ...famille ...amis ...voisins ...institutions
Force (membres supérieurs et inférieurs)	Dépression	
Marche	Anxiété	
Souffle	Capacité d'adaptation	
Équilibre		
Contenance		Revenus
Poids, nutrition		Environnement (type d'habitat, quartier, transports...)
Vue		
Audition		

*Figura n°5: Indicadores principales de la fragilidad*

La Organización Mundial de la Salud (OMS) tiene como objetivo reducir el número de personas dependientes en todo el mundo en 15 millones para 2023. Los equipos de salud se comprometen a apoyar cuidadosamente el envejecimiento de la población mediante la adaptación de las tecnologías actuales, el sistema de salud y la disposición de los espacios habitables. El objetivo principal es poder personalizar el seguimiento escuchando la petición del paciente y respetando su libertad. El geriatra tendrá que acompañar a la persona con pérdida de autonomía y asegurar su envejecimiento en las mejores condiciones posibles.

### **3. Tecnología para la salud**

En los últimos años, la comunidad médica se ha visto muy afectada por la era digital y las nuevas tecnologías. El cuidado, el mantenimiento de la autonomía, el manejo de enfermedades, el diagnóstico, o incluso el manejo a través del seguimiento del paciente, plantean muchas preguntas que la tecnología trata de responder.

De hecho, muchas tecnologías ahora son favorables para el soporte en el hogar. En nuestro caso, nos centraremos en los sistemas que luchan contra la desorientación, el deambular o la huida. El objetivo es facilitar el intercambio de información dentro del hogar, pero también fuera. Es por ello que existen sistemas interiores y exteriores que permiten a la persona con

pérdida de autonomía o desorientada, poder moverse sin riesgo para su salud y la de los demás. Actualmente los sistemas domésticos inteligentes llamados domótica están desarrollando y creando una "*comunicación*" entre el lugar de vida y el habitante.

El uso de estas herramientas conectadas también facilita la gestión de pacientes o residentes en estructuras adaptadas como hospitales, residencias de ancianos o residencias de ancianos. El objetivo no es evitar el contacto humano, que representa un problema social importante, sino prolongar el seguimiento y asegurarlo durante períodos completos.

#### **4. El dilema ético**

Este informe se basa en el estudio de los sistemas anti-deambulación de los pacientes en áreas adaptadas para este fin, así como su posición a través del uso de sistemas de geolocalización. Sin embargo, esta gestión de la lucha contra la deambulación puede constituir una violación de la libertad personal y puede convertirse rápidamente en una restricción para el usuario.

##### **4.1. El marco jurídico**

En la Ley de salud K 1-03, de 6 de abril de 2006, dos artículos tratan de las medidas coercitivas:

Art. 50 Medidas coercitivas en general: Estipula que cualquier medida coercitiva está prohibida. Sólo excepcionalmente y de mutuo acuerdo entre el paciente, su representante designado y legal o sus familiares, el médico a cargo de una institución de salud, pueden decidir conjuntamente imponer por un período limitado de tiempo medidas de restricción para el paciente. Uno de los casos más frecuentes es cuando el paciente representa un peligro para sí mismo o para los demás (pérdida de facultades psicológicas, vejez, etc.).

Art. 51 Medidas coercitivas – Modalidades y protección de los pacientes: anuncia que en todo momento el mantenimiento de las medidas de vigilancia está sujeto a evaluación periódica y frecuente. Cada resultado, su objetivo y su protocolo se insertan en el expediente del paciente con el fin de justificar todas las medidas adoptadas contra él. Además, en cualquier momento, el paciente, la persona designada y la persona jurídica podrán solicitar a la comisión de vigilancia el cese de las medidas.

## 4.2. Autonomía y libertad

El uso de estos sistemas de geolocalización y prevención presenta tensiones éticas significativas y distintas. De hecho, incluso si su uso responde a una preocupación por la seguridad del paciente, su uso puede plantear problemas de confidencialidad y especialmente en el caso de la monitorización GPS o el seguimiento móvil. Es en este contexto tan específico que debemos distinguir estos dos conceptos, que a menudo se asimilan entre sí: autonomía y libertad.

- *La autonomía implica* la capacidad de tomar sus propias decisiones y establecer sus propias reglas. Sin embargo, el deambular de una persona demente cuya capacidad de análisis y juicio está ausente es, por lo tanto, una prueba total de la falta de autonomía. Por lo tanto, el uso de un sistema para combatir la deambulación no limitará la autonomía del paciente.
- *La libertad*, por otro lado, consiste en la capacidad de moverse físicamente o de moverse. Por lo tanto, por definición, los sistemas anti-errantes socavan esta noción al limitar los viajes del paciente. De hecho, aunque se detalle en otra parte, este tipo de dispositivo consiste en delimitar una zona fuera de la que el paciente no puede ir.

## 4.3. Nociones de juicio

Otros dos elementos importantes deben tenerse en cuenta cuando se habla de un dilema ético. Permiten tener un enfoque más ético y respetuoso de la asistencia de un paciente mediante un sistema anti-deambulación.

**Proporcionalidad:** Debe ser respetada y aplicada. Es decir, las medidas restrictivas deben corresponder a las necesidades del paciente. Se trata de restringir lo menos posible las libertades del paciente y satisfacer perfectamente las necesidades del paciente en cuanto a su seguridad y la de los demás. Para ello, lo primero que hay que hacer es tener en cuenta todos los datos que el paciente y su entorno recogen para determinar con el personal sanitario los métodos a aplicar. Luego, en los casos más avanzados, es necesario tener en cuenta los medios implementados para obtener la máxima eficiencia (combinación de dos métodos diferentes).

**Consentimiento:** Debe ser obtenido por el paciente y quienes lo rodean. Incluso si algunos procedimientos pueden ser difíciles de aceptar para el paciente, por ejemplo, es necesario



explicar varias veces y a lo largo de la gestión las razones del uso de dicho dispositivo. Incluso si a veces la capacidad de juicio se ve afectada, debemos seguir acompañando a estas personas haciendo pasar este apoyo como una ayuda y no como una restricción de las libertades. El mayor riesgo a evitar sigue siendo el caso en que la persona se siente humillada, castigada o manipulada, lo que haría que el dispositivo puesto en marcha para garantizar la seguridad de todos carezca de sentido.

#### 4.4. Reflexiones sobre cuestiones éticas

Tres grandes grupos permiten separar los diferentes mecanismos y las cuestiones éticas que aportan. Las tres categorías principales son:

Las medidas que *encierran*. Es el caso de los dispositivos anti-vagabundeo que crean barreras físicas y zonas a las que es imposible llegar. Por ejemplo, el uso de manijas de puertas especializadas, sistemas de insignias o bucles de ubicación en el suelo. La libertad de movimiento se reduce y puede variar de persona a persona. Sin embargo, con estos dispositivos, si se cruza la delimitación, es difícil localizar de nuevo a la persona en cuestión.

Las medidas que *monitorean*. En este caso, la configuración del equipo es la monitorización por GPS o telefonía móvil. La ventaja de utilizar este tipo de sistema es limitar las restricciones a la libertad y la circulación mientras acompaña a la persona en cuestión. Sin embargo, el principal problema radica en la privatización de los datos registrados y la intrusión en la privacidad. De hecho, este sistema funciona con un sistema de pulsera o chip y, por lo tanto, informa con precisión los movimientos del individuo y los lugares en los que va.

Las medidas que *alertan*. Este tipo de sistema representa una alternativa a las medidas que se bloquean mientras dejan una libertad relativa. Es un sistema que no es intrusivo para la privacidad y solo permite localizar al individuo si ingresa a un área prohibida. Las pulseras o chips anti-errantes pueden alertar a las personas competentes para que el paciente pueda ingresar a un área donde se le permita moverse. Sin embargo, el uso de un dispositivo de monitoreo de este tipo puede promover la estigmatización de los pacientes mientras que este tipo de equipos es probablemente el menos efectivo porque no impide la salida y no permite ubicarse con precisión

#### **4.5. Ponerlo en práctica**

La configuración de un sistema anti-deambulación tiene algunos requisitos previos y debe respetar las siguientes líneas principales:

- Contribución a mantener a la persona en su hogar familiar
- Aumentar o preservar las propias libertades
- Restauración o mantenimiento de los lazos sociales
- Aceptación por parte de la persona y de quienes la rodean
- Respeto a la dignidad de la persona

Hay que tener en cuenta que la instalación de una pulsera o un chip por ejemplo está destinada a ayudar al personal de enfermería en el manejo de los pacientes, aumentar su eficiencia y mejorar el seguimiento de cada uno. La atribución de este tipo de sistema no es trivial y debe ser objeto de un estudio médico completo. Nunca es definitivo y debe ser reevaluado regularmente.



## **Capítulo II**

---

### **Presentación de las tecnologías utilizadas para la geolocalización de personas en entornos abiertos y cerrados**

---



## **1. Introducción**

Desde hace varios años, los dispositivos de geolocalización están bien establecidos en nuestra sociedad y esto se debe en particular al auge de los teléfonos inteligentes. La tecnología GPS (Global Positioning System) permite localizar cualquier dispositivo equipado con una precisión de 1 a 2 metros. Es por eso que se ha vuelto interesante para los cuidadores desarrollar estas tecnologías dentro de los hogares de ancianos para ubicar a los residentes. De hecho, este tipo de establecimiento establece la delimitación de un área geográfica fuera de la cual no está autorizado a ir. Así, las enfermeras a cargo pueden localizar al residente en un mapa en cualquier momento a través de una aplicación móvil. Sin embargo, el contacto con los satélites solo se puede hacer correctamente desde el llamado exterior "exterior" y esta tecnología se limita para usos en interiores llamados "interiores". Además, la cobertura satelital no es igual y óptima en todo momento y es por eso que el entorno externo juega mucho en la relevancia o no de este tipo de dispositivos. Así, en este capítulo se presentarán diferentes soluciones especificando su modo de funcionamiento y su campo de aplicación. El objetivo es poder proponer un sistema adecuado para cada situación.

## **2. Geolocalización interior**

### **2.1. Introducción**

La geolocalización interior corresponde a la geolocalización interior. En nuestro caso, son todas las técnicas las que permiten localizar a las personas en espacios cerrados y cerrados como casas, residencias de ancianos, hospitales o centros médicos especializados. Este tipo de sistema se puede crear gracias a la importancia actual del uso de nuevas tecnologías como Wi-Fi, Bluetooth, RFID, NFC o Ultra Wide Band. Esto permite a los usuarios orientarse y ubicarse fácilmente dentro de los edificios.

La geolocalización interior es un término general que abarca 3 niveles diferentes de ubicación:

- **Geolocalización interior:** constituye GPS interior
- **Microlocalización:** La presencia del usuario se nota solo cuando está al lado de una baliza provista para este fin. Su geolocalización se pierde cuando se aleja de ella.
- **Geofencing:** Envía información particular cuando un individuo ingresa a un área predefinida.

## 2.2. Las tecnologías utilizadas

### 2.2.1. El Wi-Fi positioning system (WPS)

El sistema de posicionamiento Wi-Fi (WPS o WiPS o WFPS) se utiliza en áreas donde un sistema GPS convencional no puede funcionar correctamente. En este sentido, forma parte de los sistemas de geolocalización interior. Es un sistema que se utiliza para intercambiar datos entre dispositivos utilizando ondas de radio y resultados de la combinación de Wi-Fi y GPS. Su funcionamiento inicial se basa en el uso de la intensidad de la señal recibida (RSS o RSSI) y en una dirección MAC (Media Access Control) y su consistencia, así como en el uso de un sistema de huellas dactilares.

- **Posicionamiento Wi-Fi mediante puntos de acceso:** Permite utilizar los terminales Wi-Fi ya presentes en el establecimiento y añadir un sistema de geolocalización sin necesidad de instalar nuevas infraestructuras. Estos puntos de acceso detectan las transmisiones de los dispositivos circundantes, ya sea que estén conectados a la red o no. Los datos de ubicación se envían a un servidor y a un IPS central (sistema de posicionamiento interior) para calcular la posición del dispositivo.
- **Posicionamiento Wi-Fi mediante sensores:** Utiliza sensores habilitados para Wi-Fi que se colocan en lugares estratégicos dentro del edificio. Su función es detectar pasivamente las interacciones con teléfonos móviles o cualquier tipo de objetos conectados como pulseras, chips u otros dispositivos Wi-Fi. De la misma manera, los datos se envían a un IPS o a un sistema de localización en tiempo real (RTLS). La ubicación del dispositivo es visible en un sistema adecuado, como un mapa, y visible en las aplicaciones descargables en el teléfono inteligente.

Todas estas técnicas se basan en la intensidad de la señal y, por lo tanto, dependen en gran medida de la intensidad de la señal. Los datos son recopilados por los puntos de acceso o sensores y se envían a un IPS o RTLS.

El término RTLS se introdujo por primera vez al público en general en 1998 en IDEXPO cuando ya era utilizado por las instituciones militares. Este sistema se comercializó por primera vez a fines de la década de 1990 en tres centros de salud de los Estados Unidos. Un RTLS permite seguir en tiempo real los movimientos de una persona o un objeto dentro de los edificios. Este tipo de sistema explota principalmente tecnologías de radiofrecuencia (RF) como UWB (Ultra Wide Band), BLE (Bluetooth low Energy) y Chirp (Compressed High-Intensity Radiated Pulse). Estas tecnologías se detallarán más adelante en un párrafo dedicado a su explicación. Los dispositivos inalámbricos como balizas o teléfonos móviles también se utilizan para determinar la posición de una persona donde el GPS no puede ser efectivo.

Estas diferentes tecnologías permiten la comunicación entre objetos conectados y permiten crear enlaces entre transmisores, receptores o dispositivos que pueden ejercitar ambos. Por ejemplo, una baliza RTLS enviará señales codificadas llamadas "flashes" de ubicación a intervalos continuos. Por su parte, los receptores RTLS como los anclajes, dispuestos en lugares estratégicos y fijos, recibirán y analizarán las señales recibidas. Los datos recopilados se envían automáticamente a un software de motor de ubicación con el fin de calcular las coordenadas de la posición del individuo.

Un RTLS generalmente se compone de anclajes, balizas o dispositivos de transmisión y software de ubicación. Es posible agregar aplicaciones de IoT para el seguimiento de mapas, por ejemplo, o varios dispositivos para satisfacer completamente la demanda de los usuarios. De hecho, los requisitos de precisión, fiabilidad, alcance o caudal pueden variar en función del uso.



- **Los anclajes RTLS** son lectores fijos en un edificio, pueden detectar señales de dispositivos RTLS y localizarlas más tarde. Cada ancla tiene la función de recibir los datos, la distancia que lo separa del dispositivo y marcar la hora de cada pieza de información. El intercambio de datos con el software se lleva a cabo y la etiqueta se ubica con precisión.
- **Las etiquetas RTLS** (etiquetas, insignias, balizas) son los dispositivos inalámbricos que se configuran en las personas. Envían continuamente señales de información codificada a los lectores RTLS que a su vez transmiten la información al software de ubicación.
- **El software RTLS** procesa los datos de ubicación recibidos por las balizas y devuelve la posición exacta de la baliza y, por lo tanto, de la persona en cuestión.

Los algoritmos de multilateración se utilizan para determinar la posición del dispositivo de transmisión de la persona. El sistema WPS no proporciona la mayor precisión (atenuación, absorción, interferencia, etc.), pero sigue siendo fácil de usar y configurar. Sin embargo, con el avance de la tecnología, están surgiendo otras técnicas para mejorar la precisión como el ángulo de llegada (Ángulo de llegada o AoA) o el tiempo de vuelo (Tiempo de vuelo o ToF).

- **El ángulo de llegada (AoA)** mejora la precisión de los métodos tradicionales, como las huellas dactilares o los métodos CISO. Esta tecnología consiste en analizar el ángulo de llegada de la señal gracias a múltiples sensores (tag o beacon). Por lo tanto, cada sensor recibe una señal y se mide el cambio de fase de las antenas para conocer el ángulo del dispositivo transmisor y orientar con precisión el área de origen para ubicar mejor el objeto o individuo. Una de las mayores ventajas es que reduce el número de sensores necesarios. De hecho, para un mínimo de tres sensores en el caso de una multilateración, se necesita un mínimo de dos sensores para determinar con certeza la ubicación de la ubicación. Sin embargo, es recomendable instalar más para mejorar la precisión y confiabilidad de los datos.

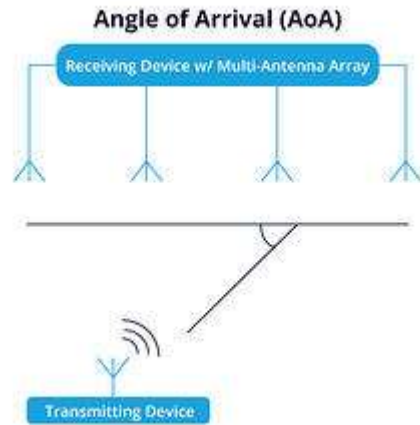


Figura n°6: Funcionamiento del sistema de ángulo de llegada AoA

- **El tiempo de vuelo (VoT)** es un sistema más complejo y requiere un enfoque más fino. Esta tecnología permite medir con precisión las distancias entre dispositivos Wi-Fi que a su vez están configurados en el mismo reloj "maestro". Para ello es necesario instalar varios sensores o puntos de acceso que, por lo tanto, deben estar sincronizados entre sí. Estos sensores recibirán la señal y los datos recopilados con marca de tiempo se enviarán al IPS o RTLS. A continuación, se utiliza un sistema de multilateración para calcular con precisión la posición exacta del dispositivo transmisor y de la persona en cuestión.

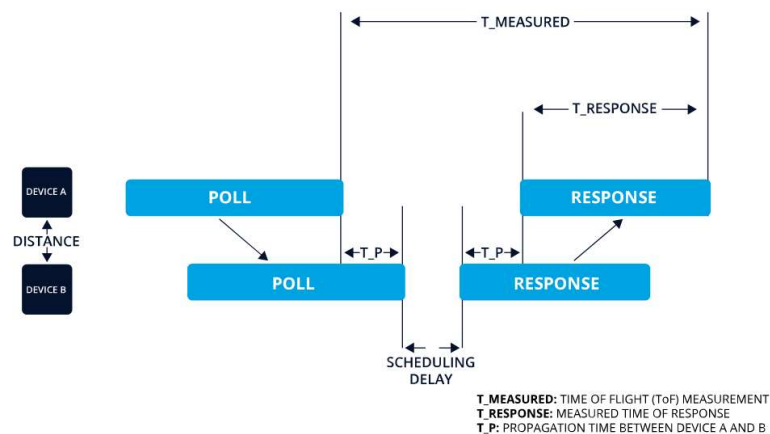


Figura n°7: Funcionamiento del sistema de tiempo de vuelo VoT

WPS también utiliza la tecnología de huellas dactilares CISO. El objetivo aquí es registrar la intensidad de la señal de todos los puntos de acceso circundantes, así como las coordenadas de un dispositivo Wi-Fi, como un teléfono móvil. Toda esta información se transmite al IPS. Este método requiere una gran cantidad de datos, un proceso de calibración es importante. Así, los valores rssi se comparan con la señal emitida por el dispositivo a analizar y esto da como resultado la posición del dispositivo estudiado. Es un modelo que sigue siendo barato pero que no da resultados muy precisos.

Ahora es necesario distinguir dos casos diferentes. De hecho, la conexión depende de varios parámetros. Si el paciente no está conectado, los tiempos de reacción e intercambio de datos pueden alcanzar varios minutos y esto funciona mediante señales llamadas "solicitud de sonda" que corresponde a una búsqueda de punto de acceso. Esto no puede ser forzado y es controlado por el sistema operativo móvil del dispositivo. Además, las direcciones MAC se generan aleatoriamente, hablamos de "aleatorización de Mac", es difícil saber cuántos dispositivos se encuentran en el área. Por otro lado, cuando el dispositivo está conectado a una red Wi-Fi, los tiempos de intercambio de datos son mucho más rápidos y el dispositivo se asigna de forma única a una dirección MAC porque no hay más aleatorización MAC.

restrictions for server-based detection via Wi-Fi

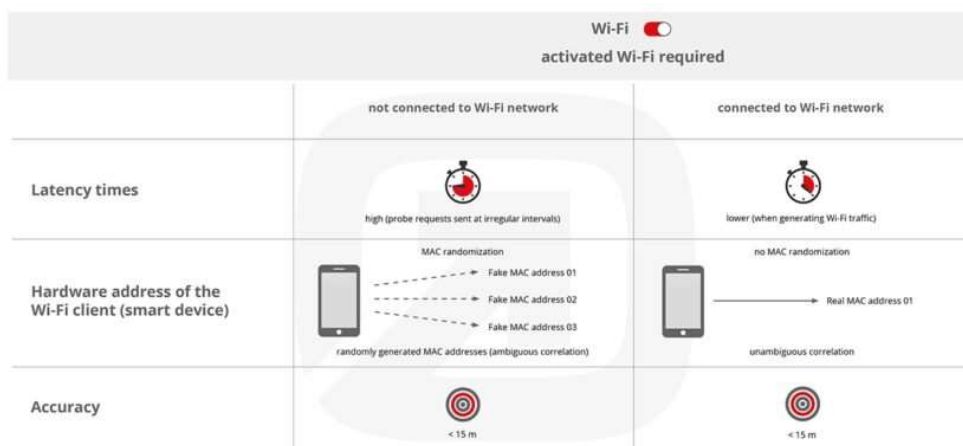


Figura n°8: Diferencias entre Wi-Fi activo o no activo

Una dirección MAC es la identidad del dispositivo de red. Se supone que es único en el mundo. Es una dirección configurada de fábrica que no se puede cambiar (o en algunos casos muy raros). Al ser único, su acceso se vuelve privado y le permite bloquear el acceso a un dispositivo u otorgar uno en su red. A diferencia de una dirección IP (Protocolo de Internet) que depende de la red utilizada y, por lo tanto, puede cambiar dependiendo de dónde se utilice la conexión, la dirección MAC nunca cambia y puede identificar cada uno de los dispositivos de red.

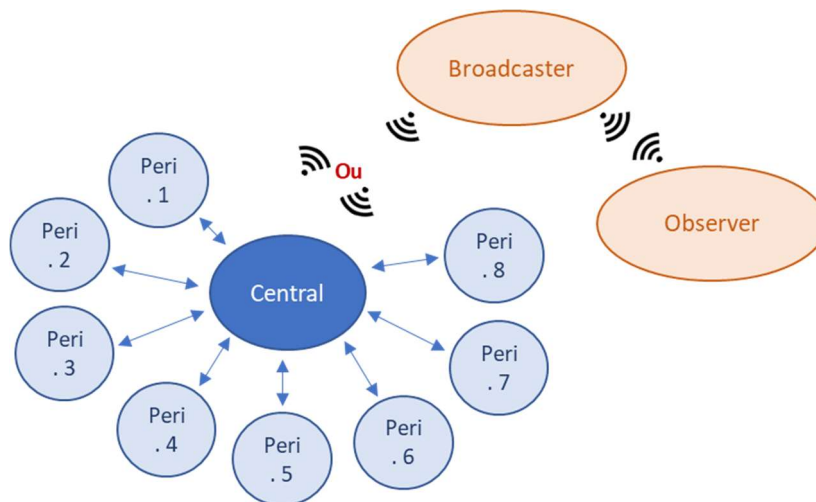
Se estima que la precisión de la tecnología Wi-Fi 5 actual es inferior a diez metros, pero se puede mejorar a través de métodos como AoA, ToF o Wi-Fi RTT. Su alcance generalmente puede llegar hasta los cien metros para un Wi-Fi de 2,4 GHz y los cincuenta metros para un Wi-Fi de 5 GHz.

### **2.2.2. El Bluetooth Low Energy (BLE)**

Bluetooth Low Energy fue diseñado por Nokia en 2006 como Wibree antes de ser adoptado por el Bluetooth Special Interest Group (SIG). El objetivo de este dispositivo y la innovación es reducir el consumo de energía. Hoy en día, BLE tiene un gasto de energía 10 veces menor que el Bluetooth convencional. Ocupa un lugar privilegiado dentro de las nuevas tecnologías y sistemas desarrollados. De hecho, es un dispositivo fácil de desplegar que transfiere periódicamente pequeñas cantidades dadas a un alcance máximo de diez metros. Además, el coste de este tipo de sistemas es bajo y debido a su bajo consumo, las baterías tienen una vida útil más larga que las tecnologías anteriores que utilizan Bluetooth. De hecho, BLE se utiliza para aplicaciones relativamente ligeras y a menudo requiere una conexión no continua. El movimiento de un paciente es un dato perfecto para un uso de BLE porque es bajo en consumo de energía.

En cuanto a su funcionamiento, un objeto conectado en BLE puede tener cuatro funciones diferentes:

- **El Broadcaster:** Corresponde al servidor y tiene la función de transmitir datos a un dispositivo, pero no acepta ninguna conexión entrante.
- **El observador:** Su función es interpretar los datos transmitidos por el organismo de radiodifusión. Por lo tanto, no puede enviar conexiones al servidor.
- **El Central:** Se trata de un dispositivo que puede actuar ya sea en modo publicitario o en modo conectado. Este es a menudo el papel del dispositivo conectado como un teléfono inteligente.
- **El Periférico:** Recibe datos de la Central y se comunica con esta última mediante el intercambio de datos. Estos datos similares a paquetes son comprensibles para otros dispositivos y se pueden procesar.



*Figura n°9: Esquema del funcionamiento del BLE*

Los dispositivos que utilizan Bluetooth envían que están en modo Publicidad envían paquetes para transmitir los datos. Contienen información específica del dispositivo transmisor y corresponden de hecho a bloques de 31 bytes. En un modo de uso conectado, los dispositivos BLE establecen una conexión según un principio maestro/esclavo. Este último caso requiere el uso del protocolo del GATT ("Generic ATtribute") para poder transmitir los datos. Este protocolo establece un principio de funcionamiento de intercambio de información entre dos dispositivos BLE. Utiliza un sistema de "servicios y características" para describir los datos transmitidos. La característica contiene una descripción e información que permite definir su valor. Un servicio contiene una colección de características. Bluetooth utiliza las mismas frecuencias que Wi-Fi. Permite el intercambio bidireccional utilizando ondas de radio de alta frecuencia (UHF). Sin embargo, la velocidad del BLE es mucho menos importante que para Wi-Fi.

### **2.2.3. Le Beacon Bluetooth**

El Bluetooth Beacon que significa "beacon" en francés es una pequeña caja de unos pocos centímetros que sirve como transmisor y utiliza tecnología Bluetooth. En algunos casos, como se describió anteriormente, se utiliza la tecnología BLE. Esta pequeña caja está compuesta por varios elementos como una batería, una placa electrónica compuesta por un microcontrolador, una antena asociada a un módulo de radio y sensores. Este tipo de dispositivo emite señales CISQ que pueden ser leídas e interpretadas por dispositivos que utilizan Bluetooth, como teléfonos inteligentes o tabletas. La información transmitida corresponde a pequeños datos como el identificador de una persona, la hora o su ubicación, por ejemplo. Este tipo de sistema es ideal para la gestión del control de acceso de personas en un edificio.

Para su funcionamiento, un Bluetooth Beacon actúa como un dispositivo pasivo, y está compuesto por un transmisor que corresponde al Beacon, un receptor Bluetooth como un teléfono, un back-end y una aplicación para visualizar la ubicación final. Por lo tanto, una baliza emite señales a una frecuencia de diez por segundo y a un rango de al menos cuarenta metros.

En el caso del seguimiento de pacientes en un espacio interior confinado, el objetivo es colocar balizas en el edificio en lugares estratégicos y equipar a los pacientes con un receptor Bluetooth. Por lo tanto, al moverse por el edificio, el receptor recoge todas las balizas. De hecho, en este dispositivo un receptor puede recibir y procesar la información de diferentes balizas y así transmitir la información a una aplicación de gestión que puede transcribir estos datos en la ubicación.

Una baliza contiene información que es única para ella y que la hace única:

- **UUID de proximidad (Universally Unique Identifier):** Su función es hacer que cada etiqueta sea única entre todas las etiquetas de la red. Parece una serie de números y letras que se pueden asociar con un número de serie único. Es posible modificar esta cadena para poder distinguir con precisión las etiquetas de red.
- **Mayor:** corresponde a un valor entre 1 y 65535, es un valor que permite identificar y distinguir un grupo como por ejemplo todas las etiquetas de un piso, un sector o un área definida. A cada una de las etiquetas se le puede asignar un valor principal único.
- **Menor:** también corresponde a un valor entre 1 y 65535, es un valor que permite identificar y distinguir una etiqueta específica dentro de un grupo de etiquetas que tienen un valor mayor.

Además, para poder disociar las Balizas entre ellas, es posible ajustar la potencia de transmisión y por lo tanto permite adaptar las distancias al área de actuación.

Finalmente es fácil ver que el Beacon es un sistema relativamente simple de configurar y programar, además el alcance sigue siendo sustancial y podría llegar hasta más de cincuenta metros en algunos casos. Solo que el receptor requiere tener una conexión Bluetooth activa y este tipo de dispositivo no es adecuado para la micro localización.

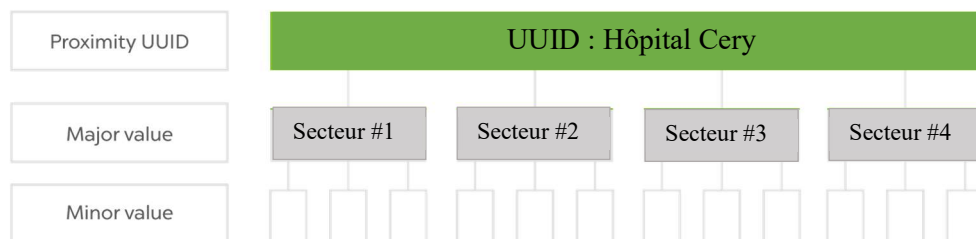
Hay dos tecnologías principales de Beacon. En 2013 Apple desarrolla la tecnología y la llama iBeacon. En 2015, Google creó el Eddystone que proporciona la posición de la etiqueta.

Para una implementación de Eddystone, el identificador corresponde a un espacio de nombres y una instancia. El espacio de nombres corresponde al UUID de proximidad del iBeacon y la instancia corresponde al mayor de iBeacon.

Desafortunadamente los sistemas Apple y Google no se pueden entender en ambas direcciones, por lo que en un determinado caso es necesario tener en cuenta esta diferencia.

- **Regiones en iOS:** un sistema que se ejecuta en iOS supervisa las regiones y cada región puede constar de una o más etiquetas. En el caso de iBeacons, hay tres formas de especificar una región:
  - Un UUID
  - UUID y mayor
  - UUID, mayor y menor

Normalmente, iOS trata a Eddystone como todos los demás dispositivos que usan una conexión Bluetooth, simplemente agregue un elemento de tipo SDK de iOS para permitirle hacer el traductor entre los dos sistemas.

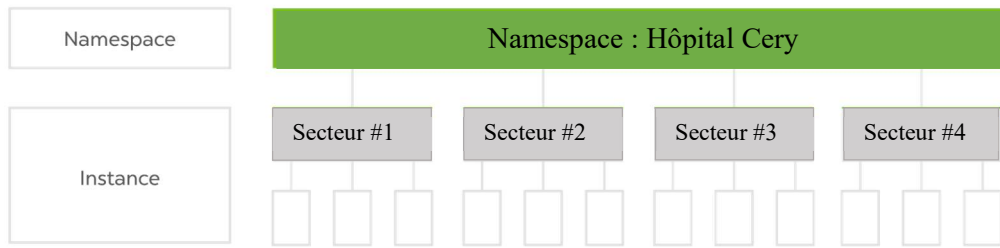


*Figura n°10: Ilustración del funcionamiento iBeacon para un hospital*

- **Regiones en Android:**

En este caso, Android trata a iBeacons y Eddystones de la misma manera sin el sistema de región incorporado. En este caso, todas las etiquetas del hospital tienen un espacio de nombres. No hay un campo menor y podemos distinguir las etiquetas gracias a la instancia.



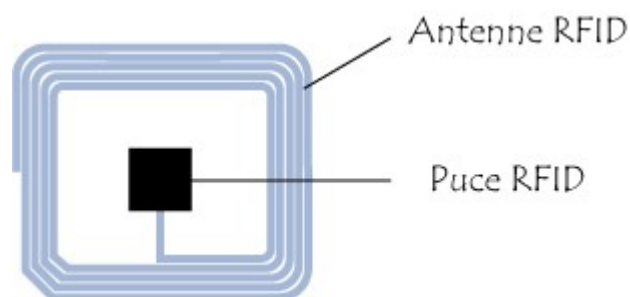


*Figura n°11: Ilustración del funcionamiento iBeacon para un hospital*

#### 2.2.4. El Near Field Communication (NFC)

NFC también es parte de las tecnologías inalámbricas. Utiliza altas frecuencias y se utiliza para usos de corto alcance. De hecho, es interesante para distancias de hasta un máximo de diez centímetros. Este dispositivo utiliza tecnología de identificación por radio (RFID) y se utiliza cada vez más a diario para usos como el pago sin contacto por teléfono, la apertura segura de puertas o permitir la conexión a dispositivos conectados.

RFID (Radio Frequency Identification) es una tecnología que permite identificar un objeto y conocer su trayectoria y características mediante etiquetas que emiten ondas de radio de alta frecuencia. Esta etiqueta se compone de un chip que está conectado a una antena alrededor de este chip. En un segundo paso, la señal es leída por un lector que recoge y transmite la información.



*Figura n°12: Composición de una antena RFID*

Hay tres categorías de etiquetas RFID:

- Etiquetas de **solo lectura, no editables**
- Etiquetas "**Escribir una vez, leer varias**": tienen un área de memoria en blanco en la que es posible escribir un número asociado al usuario. Una vez asignado, es imposible cambiar este número.
- Etiquetas en "**read rewrite**"

Además, las etiquetas RFID se distinguen en tres familias diferentes:

- **Etiquetas activas**: que funcionan con elementos externos como un sistema de baterías. Tienen un mejor rango a pesar de un alto costo de fabricación y una vida útil limitada.
- **Etiquetas pasivas**: que utilizan la energía liberada por la señal de radio del transmisor. Estas son etiquetas que generalmente son más pequeñas y tienen una vida útil casi ilimitada. Sin embargo, el lector requiere mucha energía para funcionar.

En el caso de la tecnología NFC aquí estudiada, se utilizan etiquetas pasivas y se distinguen tres modos de funcionamiento diferentes:

- Modo de **emulación** de tarjeta: este es el caso de los pagos sin contacto. La tarjeta SIM del teléfono se puede utilizar para almacenar información
- El modo **lector**: Es decir que el teléfono equipado con tecnología NFC es capaz de leer las etiquetas y así recoger la información asociada. También es posible iniciar acciones en el teléfono móvil o lector al pasar por delante de una etiqueta.
- **Modo peer-to-peer**: le permite intercambiar información entre dos dispositivos habilitados para NFC.

NFC es una tecnología que funciona por inducción magnética con velocidades de comunicación de 13.56MHz. Cuando el chip está en funcionamiento, el lector NFC produce una corriente eléctrica para conectar el llamado lector "iniciador" al dispositivo de comunicación llamado "objetivo" a través de la creación de un campo magnético. El dispositivo en cuanto a su conexión se adapta a la microlocalización y permite apuntar con precisión a los lugares deseados. No requiere conexión a Internet y consume menos batería que Bluetooth o Wi-Fi.

### 2.2.5. El campo magnético

La técnica de localización utilizada aquí se basa en el uso del campo magnético de la Tierra. Fue desarrollado por un equipo de investigadores de la Universidad de Oulu en Finlandia y creó la empresa IndoorAtlas. Según ellos: " *Los edificios modernos hechos de hormigón armado y estructuras de acero tienen patrones magnéticos ambientales que varían espacialmente y se pueden usar para la ubicación*» Es una tecnología que podría resolver todos los problemas relacionados con la infraestructura. La idea principal es tener en cuenta el campo magnético de cada pared de acero u hormigón de un edificio donde la estructura metálica genera anomalías en el campo magnético de la Tierra. Por lo tanto, no es necesario configurar sensores o un sistema completo de geolocalización, sino solo utilizar sensores como giroscopios, magnetómetros o acelerómetros para calcular esta variación del campo magnético. Estos sensores se encuentran en un teléfono inteligente, por ejemplo. En nuestro caso del hospital, se trataría, por tanto, de equipar a los pacientes con este tipo de sensores.



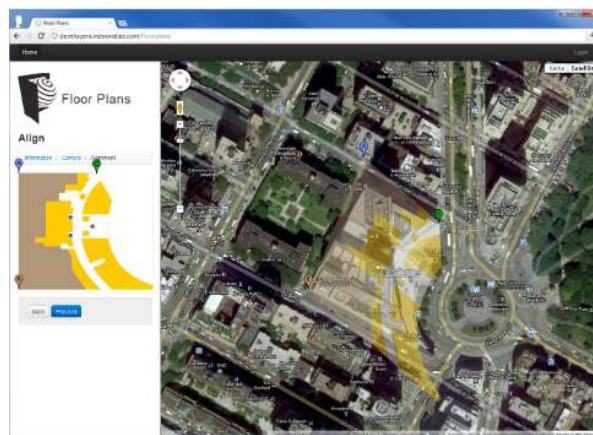
*Figura nº13: Representación en color anomalías del campo magnético terrestre provocada por la estructura metálica del edificio*

Para calcular la posición gracias al campo magnético, es necesario tener los planos del edificio en cuestión y convertirlo en lo que se denomina un "mapeo". El objetivo es recoger los préstamos magnéticos y luego transmitirlos al servidor.

En general, para que este sistema funcione, es necesario utilizar tanto una aplicación que permita geolocalizar interiores (smartphone o sensor conectado a una aplicación) como un back-office (API + Location Service + base de datos que contenga los mapas de los campos magnéticos del edificio) que recupere datos, lance alerta y procese la información recibida.

El mapeo de un edificio se divide en 3 pasos:

- En primer lugar, mediante **el uso de planos de planta de Indooratlas**, damos un plano del edificio en cuestión en sus coordenadas geográficas. Después de colocar el plano en la foto del edificio en cuestión utilizando Google maps, por ejemplo, el mapa se alinea con las coordenadas geográficas y el servicio de ubicación Indooratlas Maps (Uso de la plataforma en la nube Windows Azure) recibe la información directamente



*Figura n°14: Utilización de Indooratlas Floor*

- En segundo lugar, con la ayuda de la aplicación **Indooratlas Map Creator**, se lleva a cabo la creación del mapa de campo magnético. Consiste en abrir el plano y moverse para registrar los datos del campo magnético a lo largo de su recorrido. Siguiendo este paso, Map Creator envía la información a Indooratlas Maps que luego hará el mapa del campo magnético del edificio y que posteriormente se utilizará para la geolocalización.



*Figura n°15: Utilización de la aplicación Map*

- Por último, Indooratlas ofrece una **API IndoorAtlas** que pueden integrar en una aplicación con el fin de proporcionar todas las funciones deseadas por los futuros usuarios como el servicio de localización. La API se conecta con el servicio de ubicación IndoorAtlas y devuelve datos actualizados de ubicación en interiores.

```
try {
    // Create IndoorAtlas object
    indooratlas = new IndoorAtlas(this);
    // Login to the location service
    indooratlas.login(credentials);
    // Start the service
    indooratlas.start();
    // Start observing pose updates
    indooratlas.observe(myServiceListener);
} catch (Exception e) {
    // Handle exception ...
}

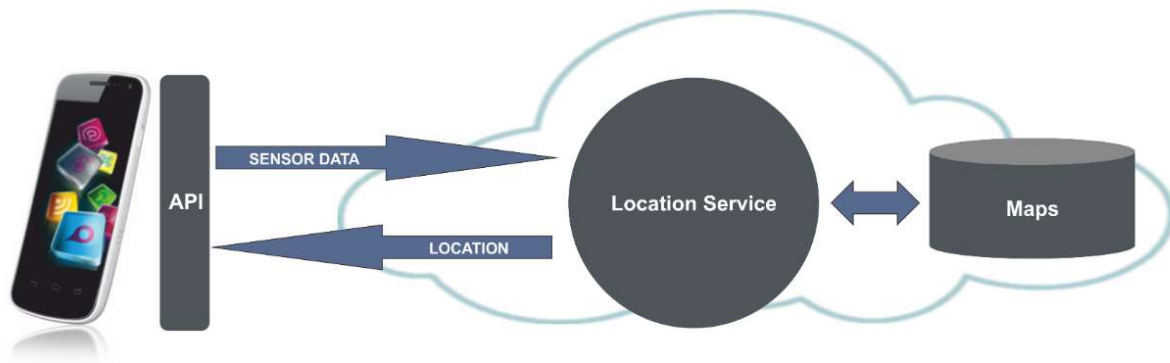
class MyServiceListener implements ServiceListener {
    // Called when a new location estimate is available
    public void onServiceUpdate(ServiceState state) {
        // Get the geographical coordinates [lon, lat]
        GeoPoint geoPoint = state.getGeoPoint();
        long latitude = geoPoint.getLatitude();
        long longitude = geoPoint.getLongitude();

        // Get the floor plan image coordinates [pixel]
        ImagePoint imagePoint = state.getImagePoint();
        float i = imagePoint.getI();
        float j = imagePoint.getJ();

        // Get the current heading of the device [rad]
        float heading = state.getHeading();
        // Use the coordinates in the application ...
    }
};
```

*Figura n° 16: Utilización del API*

La API envía los datos del sensor al servicio de ubicación que calcula la estimación de la ubicación actual. El servicio de localización está conectado a la base de datos de campos magnéticos del edificio. La precisión de este tipo de tecnología puede alcanzar el centímetro y puede extenderse hasta dos metros.



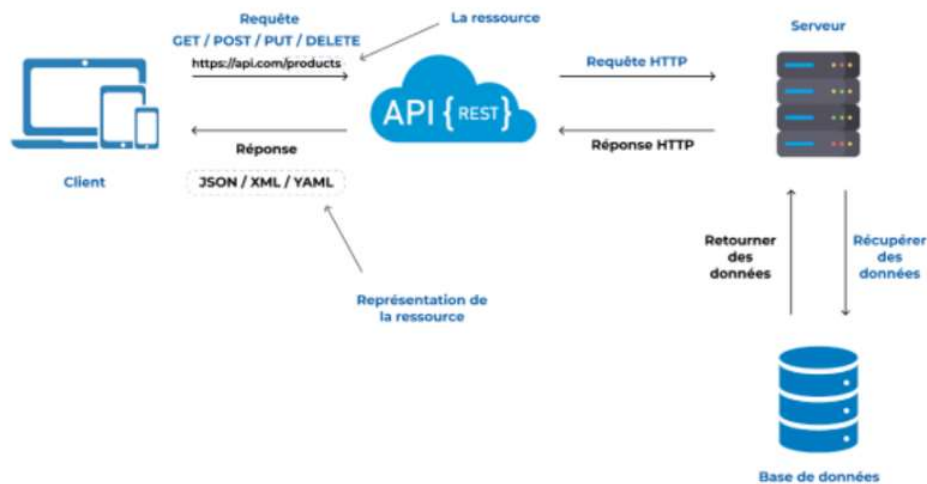
*Figura n°17 : arquitectura del funcionamiento de la localización por campo magnético terrestre*

### **Como funciona una API**

Una API significa *Interfaz de programación de aplicaciones*. Permite el intercambio de datos y sirve como interfaz de comunicación. Su implementación más a menudo permite ejecutar aplicaciones juntas y otorga a los usuarios la posibilidad de poder trabajar sin preocuparse por la compatibilidad entre ellos. Se basa en una arquitectura cliente-servidor. Es necesario diferenciar 2 tipos de APIs.

- Las *API de Protocolo simple de acceso a objetos (SOAP)* son un protocolo para intercambiar información en una implementación web de lenguaje de marcado extensible (XML).
- Las *API de transferencia de estado representacional (REST)* son un estilo arquitectónico de servicios web basado en HTTP. Sirve como comunicación entre los diferentes sistemas. También se utiliza cada vez más para configurar API. Hay seis principios a tener en cuenta al crear una API:
  - **Desacoplamiento cliente-servidor:** Esto implica desarrollar de forma completamente independiente la entidad que realiza la solicitud y la entidad que recibe la solicitud. Esto permite facilitar la evolución de las entidades.
    - **Interfaz uniforme:** Todos los dispositivos cliente deben interactuar uniformemente con el servidor.
    - **Apátrida:** No hay almacenamiento de datos relacionados con el cliente. Es decir, las solicitudes del cliente deben contener toda la información necesaria para que sean procesadas.
    - **Almacenamiento en caché:** significa que la respuesta del servidor debe mencionar si es almacenable en caché o no y por cuánto tiempo. Si este es el caso, el cliente podrá recuperar los datos de esta respuesta y podrá conservar el resultado de consultas anteriores.
    - **Arquitectura del sistema en capas:** Interacción entre capas vecinas, pero no entre todas las capas a la vez.
    - **Código bajo demanda (opcional):** el servidor puede proporcionar código ejecutable.

Para las API de REST, el cliente envía una solicitud http que contiene datos al servidor (relación cliente-servidor) mientras especifica el recurso. Luego, el servidor extrae los datos de las aplicaciones afectadas y los traduce a un lenguaje universal mediante la interfaz API, el servidor espera a que se le envíe una solicitud para que funcione y recupera los datos de la base de datos. Finalmente, las aplicaciones envían los datos al servidor que los transmite al cliente. Cuando varias aplicaciones están conectadas por una API hablamos de integración o sistemas integrados.



*Figura n°18: Funcionamiento de una API con peticiones HTTP*

La solicitud de api rest consta de cuatro elementos:

- El **Endpoint**: que contiene un URI y permite la identificación del recurso
- Un **método HTTP**: que especifica el tipo de solicitud que se envía al servidor (GET para recuperar la representación del recurso, POST para la creación de nuevos datos, DELETE para la eliminación de datos, PUT para modificar el recurso por completo, etc. o PATCH para modificarlo parcialmente, etc.)
- Una **cabecera**: que permite comunicar información entre el servidor y el cliente como datos de autenticación, por ejemplo.
- Un **Cuerpo**: que permite dar datos adicionales para aportar aclaraciones a la consulta.

A continuación, la API Rest responde a estas solicitudes con códigos HTTP como 200 (Solicitud aceptada), 201 (Recurso creado), 400 (Información de solicitud errónea) o 404 (recurso incorrecto o inexistente)



Acerca de las API soap, permiten al cliente recibir respuestas independientemente de la plataforma y el idioma utilizado. Una API SOAP solo devuelve XML, mientras que una API Rest también devuelve JSON, por ejemplo. Este tipo de API también es más pesado que una API Rest.

Actualmente, las APIs Rest son las que más se utilizan por su sencillez, robustez y el hecho de que también están muy extendidas.

```
<!-- requête SOAP -->
<?xml version="1.0"?>
<soap:Envelope xmlns:soap="http://www.w3.org/2003/0
  <soap:Header>
  </soap:Header>
  <soap:Body>
    <m:GetUser>
      <m:UserId>123</m:UserId>
    </m:GetUser>
  </soap:Body>
</soap:Envelope>
```

*Figura n°19: Ejemplo de pedidas SOAP*

En nuestro caso, es posible utilizar este tipo de API: *navigator.geolocation*

```
function toggleLocation() {
  //alert("toggleLocation()");

  // Toggle geolocation mode

  if (watchID === null) {
    alert("Geolocation mode will be started");
    // Go to geolocation mode
    watchID = navigator.geolocation.watchPosition(locationSuccess, locationError, locationOptions);
    // In case of success variable watchID != null

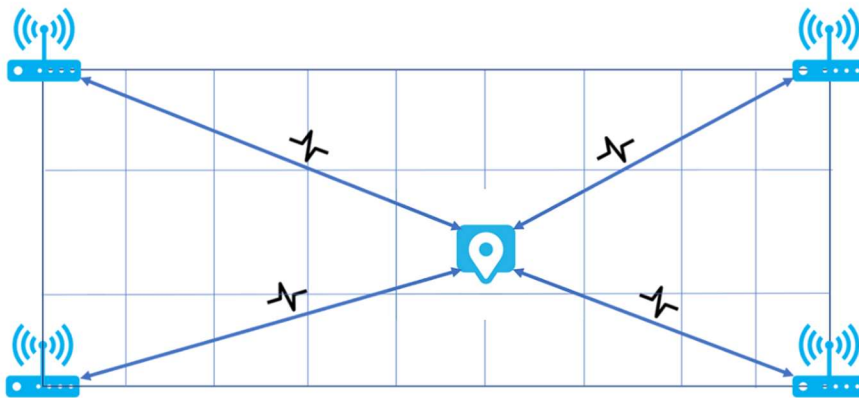
    // Change color of icon
    document.getElementsByClassName("fas fa-map-marker-alt")[0].style.color = "lightgray";
  } else {
    alert("Geolocation mode will be stopped");
    // Stop geolocation mode
    navigator.geolocation.clearWatch(watchID);
    watchID = null;
    document.getElementsByClassName("fas fa-map-marker-alt")[0].style.color = "black";
  }
}
```

*Figura n°20: Ejemplo de función usando una API de geolocalización*

### 2.2.6. Ultra Wide Band (UWB)

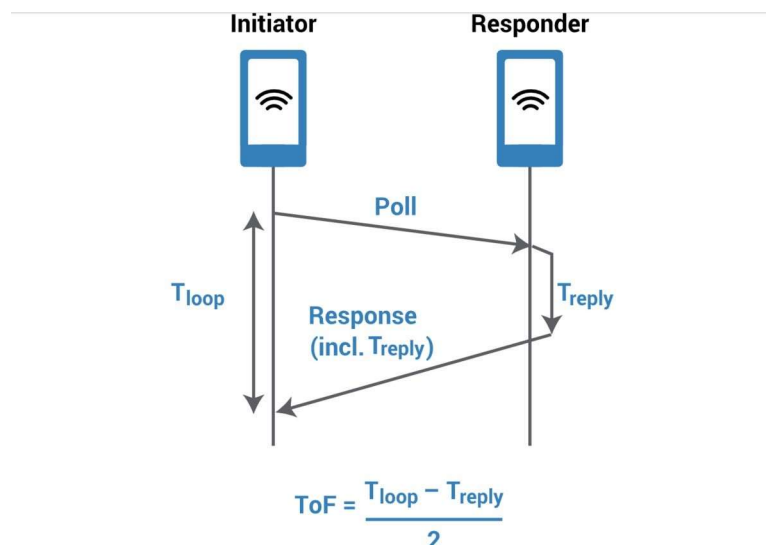
La tecnología de banda ultra ancha (UWB) ha existido desde la invención del Guglielmo Marconi italiano en 1901. Desde hace algún tiempo, con los avances en las tecnologías de localización WiFi y Bluetooth, hemos notado que otros sistemas pueden dar la misma precisión con un menor gasto energético. A menudo se describe como la tecnología más eficiente y sostenible del mercado.

Sobre su funcionamiento, se disponen varias antenas en la zona deseada y en la que queremos ubicar a los pacientes en nuestro caso. Cuando se mueven, las balizas asociadas con cada individuo se comunican con las diferentes antenas e intercambian datos.



*Figura n°21: Esquema de funcionamiento del UWB*

La localización se realiza por **triangulación** (comparación de ángulos de señal entre balizas y antenas) o por **trilateración** (comparación de tiempos de propagación entre balizas y antenas). Es esta técnica de ToF explicada anteriormente la que se utiliza. A mayor escala, estos procesos también se utilizan para los sistemas GPS.



*Figure n°22: Funcionamiento del tiempo de llegada de la señal*

La tecnología UWB está funcionando bien porque es menos sensible a múltiples viajes que las otras tecnologías de geolocalización en interiores mencionadas anteriormente. Además, los intercambios de las señales son de muy corta duración (2 nanosegundos). Es por ello que el consumo es menor y las comunicaciones se realizan con mayor rapidez. Además, el UWB utiliza frecuencias entre 3 GHz y 30 GHz (de 3,1 GHz a 10,6 GHz para los rangos de tecnología inalámbrica actuales), lo que ayuda a reducir la interferencia con otros dispositivos de comunicación inalámbrica.

Las señales UWB son ideales para atravesar obstáculos como paredes y muebles. Es por eso que representa una buena solución para la localización de interiores. Las señales UWB se pueden utilizar de dos maneras diferentes:

- Como **onda portadora**: la onda UWB transmite datos modulando la señal UWB para crear una onda portadora de RF
- Como **señal pulsada**: La onda UWB transmite datos activando y desactivando la señal UWB a velocidades muy altas.

En términos generales, UWB se usa comúnmente para la transferencia de datos de alta velocidad, las comunicaciones de baja latencia y los sistemas de posicionamiento UWB

(UWBPS). Es ideal para el seguimiento de personas. Algunos fabricantes de teléfonos como Apple ya están implantados además de una combinación de Bluetooth y Wi-Fi, un dispositivo UWB para poder intercambiar datos aún más rápido o proporcionar datos de ubicación dentro de un edificio donde el GPS está luchando por funcionar (El iPhone 11 en 2019).

### **3. La geolocalización outdoor**

#### **3.1. Introducción**

Anteriormente hemos visto los diferentes dispositivos que permiten el seguimiento interno de los ancianos y pacientes necesitados de su propia seguridad y la de los demás. Todos estos sistemas permiten detectar desplazamientos con más o menor precisión en un sistema cerrado y que pueden variar debido a las diferencias de arquitectura. Luego se envían alertas en casos de fuga cuando hay un cruce del área prohibida para el paciente en cuestión, cuando el paciente lucha por recordar su viaje o simplemente para localizar pacientes y mejorar el seguimiento médico. Sin embargo, queda la cuestión de monitorear a los pacientes fuera del edificio. De hecho, la mayoría de las personas seguidas permanecen libres de su movimiento y es por eso que la gestión de los movimientos y el deambular al aire libre es importante

#### **3.2. El Global Positioning System (GPS)**

La tecnología más utilizada en espacios abiertos y no seguros es el GPS (Global Positioning System) que permite una precisión del orden de 5 a 10m. Este sistema estadounidense ha estado compitiendo recientemente con el sistema europeo Galileo.

Se necesita una conexión entre el dispositivo GPS y cuatro satélites para determinar una posición precisa y confiable. Esto es lo que hace que esta tecnología sea frágil en el sentido de que requiere espacios abiertos y lo suficientemente claros como para poder capturar 4 satélites en cualquier momento. Sin embargo, el sistema ha sido diseñado de tal manera que es permanentemente visible entre seis y diez satélites.

### Principio de funcionamiento:

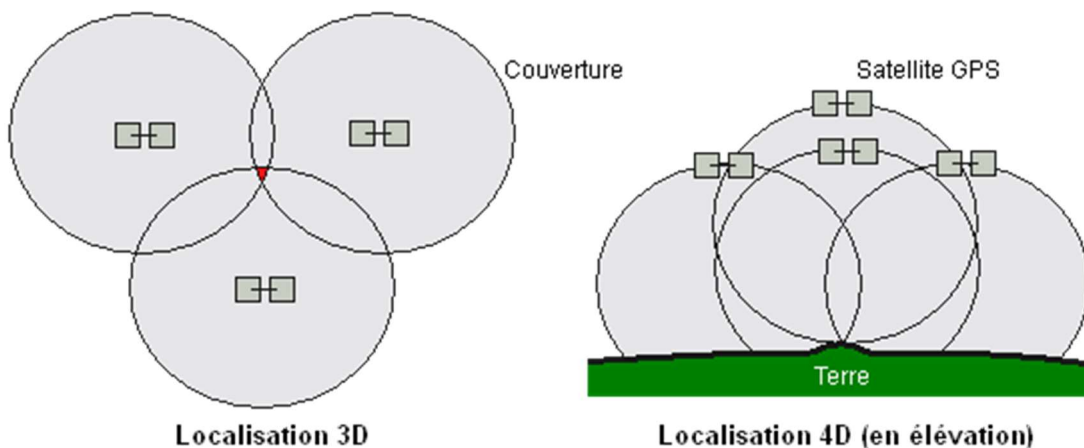
El principio de funcionamiento se basa en un concepto ya explicado anteriormente, que es la trilateración de las señales emitidas por los satélites. Ciertos elementos como los relojes atómicos, los cálculos de compensación relativistas, así como las diversas atenuaciones debidas a las capas de gas presentes en las distancias Tierra-Satélite, otorgan una gran precisión. El sistema es proporcionado por una treintena de satélites que están en órbita alrededor de la Tierra.

Se compone de 3 segmentos:

- **El segmento espacial:** constelación de satélites
- **El segmento de control:** cinco estaciones terrestres
- **El segmento de usuarios:** todos los usuarios

La determinación de una posición por GPS se basa en diferentes mediciones:

- Mediciones angulares azimutales
- Mediciones de distancia cenital
- Mediciones de gravedad
- Mediciones astronómicas (longitud, latitud, acimut)



*Figura n°23: Funcionamiento del GPS*

Por sí solo, el satélite emite señales que permiten calcular su posición exacta en el espacio y su trayectoria.

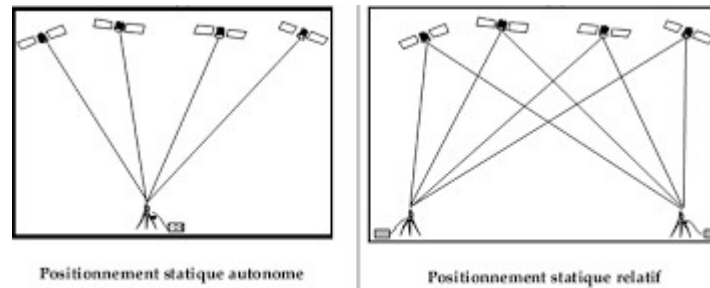


Figura n°24: Diferencias del funcionamiento del GPS

#### 4. Comparación entre las tecnologías

	Bluetooth® (RSSI)	LWB	Wi-Fi™	RFID	GPS
ACCURACY	1-5m	< 1m	5-20m	1-5m	5-20m
REAL-TIME	<b>10-30</b> sec	<b>&lt; 1</b> sec	<b>10-30</b> sec	<b>10-30</b> sec	<b>10-60</b> sec
BATTERY CONSUMPTION	Medium	High	High	Low	Very High
RANGE	upto <b>300m</b>	upto <b>200m</b>	upto <b>150m</b>	upto <b>5m</b>	<b>Global</b>
IOT GATEWAY*					
SMARTPHONE COMPATIBLE					
TOTAL COST OF OWNERSHIP**	€	€€	€€	€€	€€€
SCALABILITY	<b>Unlimited</b>	<b>1000s</b> of Tags	<b>100s</b> of Tags	<b>1000s</b> of Tags	<b>Unlimited</b>
SECURITY					

Figure n°25: Comparación entre las diferentes tecnologías

Observamos que hay que tener en cuenta muchos elementos, coste, compatibilidad, consumo de batería y energía, precisión o autonomía.

## **Capítulo III**

---

### **Caso práctico y desarrollo de una solución de geolocalización**

---





## **1. Historia y situación**

Este edificio fue deseado después de un concurso de arquitectura con el objetivo de crear una "Segunda Piel" en el Hospital Cery en Prilly. El objetivo era aunar actividades clínicas de investigación, pedagogía y seguimiento psicológico. El segundo objetivo era reunir los diferentes edificios que existían en un solo bloque compacto y articulado en varias unidades. Este edificio ubicado entre bosques y parques cumple con la norma Minergie Eco.

Una de las complejidades de este proyecto es establecer un vínculo entre todos los edificios existentes como el centro social, los edificios de investigación, los diferentes auditorios, la cafetería, así como todas las redes subterráneas que unen estos edificios. La calidad de los espacios verdes y los vínculos entre los edificios sigue siendo un tema importante también en el diseño de la estructura para garantizar una calidad de recepción para los empleados, visitantes y pacientes colocados en psiquiatría.

## **2. Proyecto y concepto**

Los arquitectos de casiraghi Colombo Leuzinger (CCL) querían reducir los límites que separan el interior del edificio y el exterior del parque. El objetivo, a través de la creación de una terraza en cada planta, un salón público o espacios para compartir y verdor es privilegiar una cierta "intimidad no solitaria", una segunda piel que se supone que protege al paciente, sin aislarlo del mundo.

En el interior, los arquitectos han mantenido el mismo deseo de apertura al eliminar los límites dados por las barreras arquitectónicas clásicas de los hospitales. Los espacios fluidos promueven la libre circulación y, por lo tanto, la libertad física y mental de los pacientes, al tiempo que garantizan su seguridad.

### 3. Descripción

- Paquete de 93,6 millones de TTC
- 55 Meses de trabajo
- 25000 m<sup>2</sup> de superficie bruta (SPB)
- 135 Habitaciones
- Tala de 100 árboles
- Creación de un aparcamiento con 134 plazas
- Realización de 500 columnas con módulo controlado (CMC)
- Espiral arquitectónica en planta baja en mármol
- Edificio Minergie ECO
- 2912 m<sup>2</sup> de superficie acristalada
- 1800 m<sup>2</sup> de fachada de ladrillo "Petersen"
- 135 celdas sanitarias prefabricadas
- 800 m<sup>3</sup> de hormigón visto redondeado para celdas

Se compone de tres unidades especiales:

- Un *Establecimiento de Rehabilitación Seguro* para Adultos (ERS) que ofrecerá atención a pacientes sometidos a medidas terapéuticas por un tribunal.
- Una *Unidad Cerrada de Atención Psiquiátrica para Menores* (USPFM) cuya misión será ofrecer un proyecto educativo específico a jóvenes que padecen trastornos mentales y colocados para asistencia de la justicia juvenil o el SPJ.
- Una *Unidad de Hospitalización de Crisis Psiquiátricas* y una *Unidad de Hospitalización Diurna para Pacientes con Discapacidad Mental* (UPCHM).

#### **4. Sistema en su lugar**

Los dispositivos que hemos puesto en marcha en el hospital son un dispositivo flexible y modular que incluye las siguientes funciones:

- Detección por radiotransmisor de la presencia de una persona "no autorizada"
- Informes de fallos del sistema
- Integración por interfaz ESPA444 con el sistema de llamadas por enfermedad, para la visualización de alarmas

Este sistema prevé la vigilancia del perímetro de la Unidad asistencial (UdS) donde se monitorizará cada zona de paso que permita la salida de esta zona. Cada paciente asignado a esta área está equipado con una pulsera de la misma manera que el personal de enfermería. En el caso de un cruce de zona acompañado, la pulsera del cuidador desactiva la alarma del paciente y no se lanza ninguna alerta. Las instalaciones utilizadas deben ser monitoreadas constantemente (canales de transmisión, línea de llamada, etc.) El edificio está separado en varias zonas, por lo que cada instalación asociada opera de forma independiente y autónoma (autobús separado por cada sector). Así, cada información de alarmas o reconocimientos se almacena en el panel de control principal de cada UdS. Para la gestión de llamadas, las enfermeras están centralizadas en escritorios donde se colocan pantallas que muestran el número de puerta (pasajes), la información de la persona que está cruzando el área, así como el tipo de llamada. El sistema se comunica con el transmisor de alarma SwissDotNet tipo SDN-2020-AL. También es un sistema que garantiza el archivo con marca de tiempo de los datos de alarma y absoluciones en aras de la trazabilidad en caso de un problema.

La delimitación de la UdS se realiza mediante un bucle anti-errante incrustado en el chappe y comunica con las pulseras un campo magnético codificado.

#### 4.1. Dispositivos de gestión y comunicación :

- **Estación receptora principal:** También llamada radio HUB, es un dispositivo que es útil para programar, controlar y gestionar la instalación de monitorización. Debe conectarse a otros dispositivos periféricos a través de la interfaz RS485. Ver anexo sus características. Puede tener hasta 32 receptores (área de paso supervisada) y 500 transmisores (pulsera). El principio de uso se basa en el uso de señales eléctricas diferenciales. El receptor detecta la diferencia entre los dos.

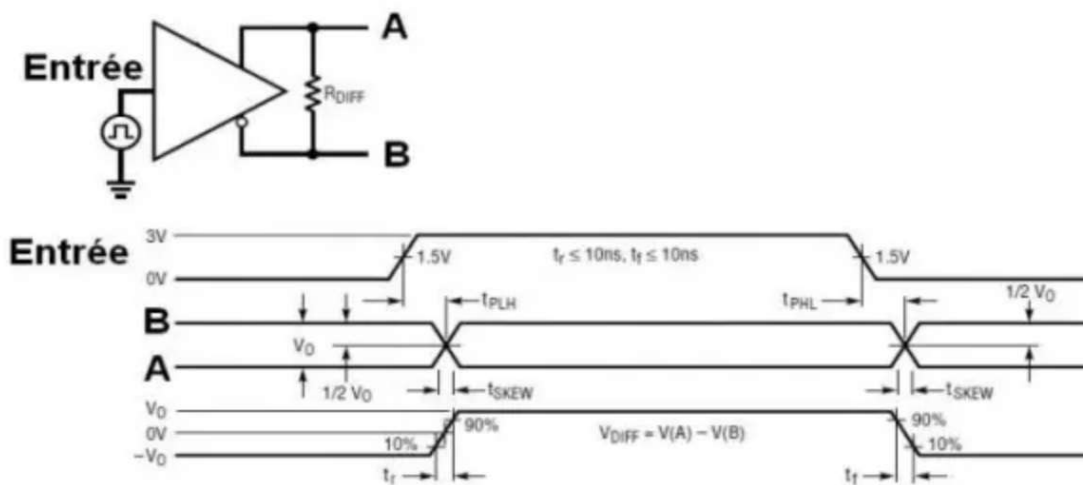


Figure n°26 : Funcionamiento diferencial

Es el producto Wireless R/5301 que hemos elegido utilizar en nuestro caso.



Figure n°27 : Producto Gets Wireless R/5301 utilizado

- **Estación de Recepción Secundaria:** Es un dispositivo que se utiliza para el control y comunicación de las alarmas de la gerencia errante. Utilizamos la misma interfaz RS485 mencionada anteriormente. Estas características también están presentes en el Anexo.
- **Relé receptor:** También llamado repetidor, este receptor estacionario inalámbrico funciona en conexión con la estación receptora principal a través del bus de comunicación RS485. Las llamadas de activación de llamadas se transmiten de un repetidor a otro al HUB de radio. La solución elegida es el dispositivo Gets Wireless R/5202.



*Figure n°28: Producto Gets Wireless R/5202 utilizado*

- **Baliza de detección de personas:** Un controlador que genera un campo magnético codificado identificable por el transmisor de la pulsera cuando se acerca a una antena en bucle. La solución elegida es el dispositivo Gets Wireless R/5505.



*Figure n°29 : producto Gets Wireless R/5505 utilizado*

## 4.2. Emisores de pulseras

- **Transmisor de muñeca – Pacientes:** Transmisor de muñeca equipado con la función de ubicación que detecta automáticamente el campo magnético codificado de una baliza. Véase la ficha técnica que figura en el anexo. El tipo de pulsera utilizada es la Gets Wireless R/5002
- **Transmisor de Pulsera – Acompañamiento:** Esto es lo mismo, pero con una codificación diferente que no activa alarmas al cruzar el área demarcada y que permite cancelar el disparo de una alarma cuando un cuidador está acompañado por un paciente durante un cruce de zona.

GETS Medical Safety Systems Wireless permite la instalación sin cableado. La tecnología utilizada es inalámbrica, pero por razones de seguridad, son sistemas que se comunican en frecuencias especiales y reguladas. Este sistema se gestiona de forma remota y es por eso que se debe implementar un monitoreo constante para garantizar la máxima seguridad. En el caso del Nuevo Hospital Psiquiátrico de Cery, utilizamos un sistema inalámbrico.



*Figure n°30: Dispositivo GETS*

Esta pulsera dota al paciente de total autonomía a la hora de viajar. Las personas autorizadas pueden definir un área en la que la persona puede entrar y salir como desee mientras le niega el acceso a ciertas áreas que podrían comprometer su seguridad. Además, en su propia persona

puede pulsar un botón en esta misma pulsera para llamar a un cuidador. Esta pulsera que sirve como geolocalización le permitirá ser localizado y cuidado.

Con la solución propuesta, la detección de área es lo más fácil posible. Ahora es posible evitar el funcionamiento de un ascensor si un paciente que tiene este tipo de pulsera entra en el área en cuestión.

Además, es posible prohibir el acceso a ciertas áreas dentro de franjas horarias bien definidas. Las alarmas pueden activarse si un paciente se encuentra en un área donde se niega el acceso. Es este tipo de sistema el que se ha elegido a nivel de escaleras y ascensores en NH2. Véase el anexo para otras ubicaciones en el edificio.

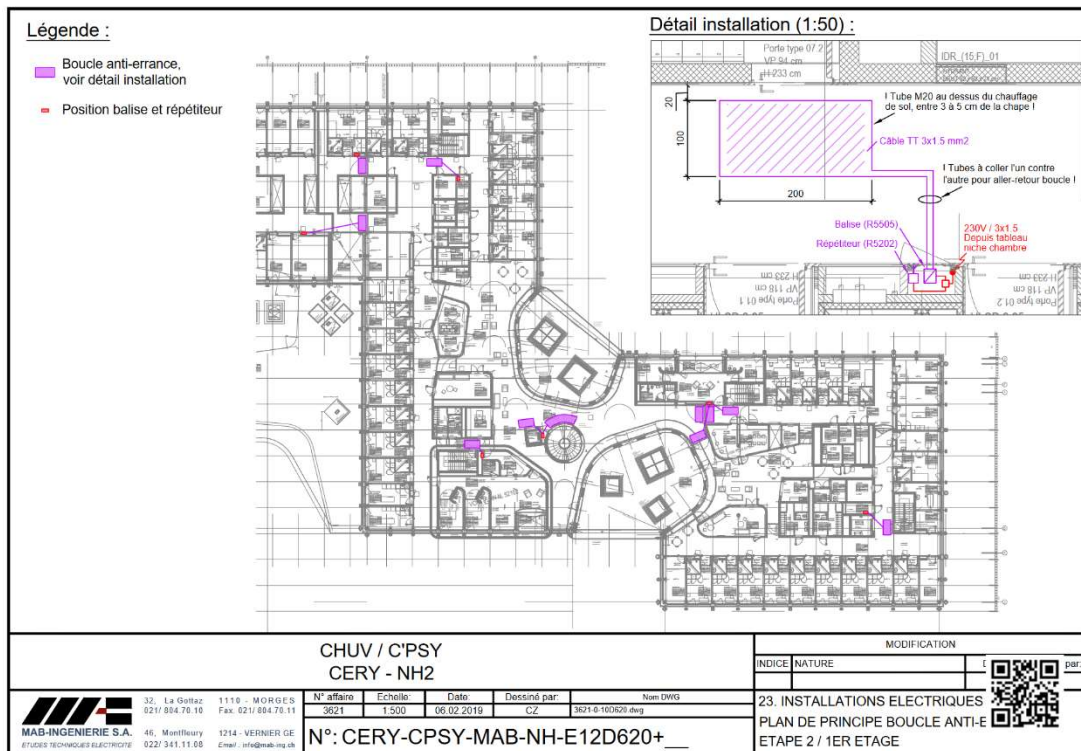


Figure n°31: Localización bucle anti-vagabundeo piso n°1 NH2



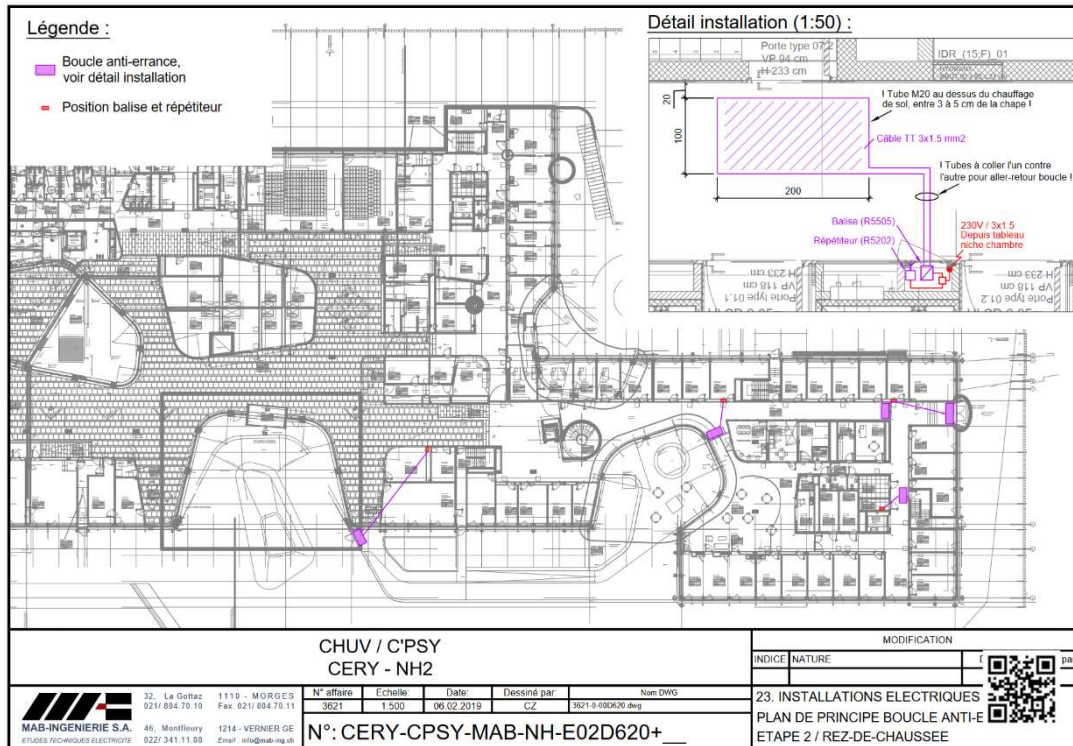


Figure n°31: Localización bucle anti-vagabundo piso n°0 NH2

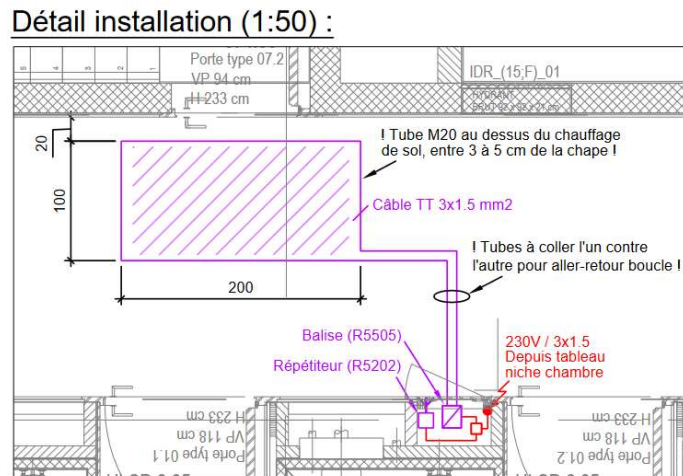


Figure n°32 : Detalle instalación bucle anti-vagabundo

Es un sistema tan fiable como cableado. Se basa en tecnologías cableadas al ofrecer las ventajas de un sistema remoto.

- La monitorización permanente se configura gracias a su sistema live check
- Asegura un funcionamiento permanente y se repara a sí mismo en caso de fallo de la red
- La frecuencia de la gestión es segura
- Las baterías se gestionan de forma remota y las alarmas alertan antes de que se agoten

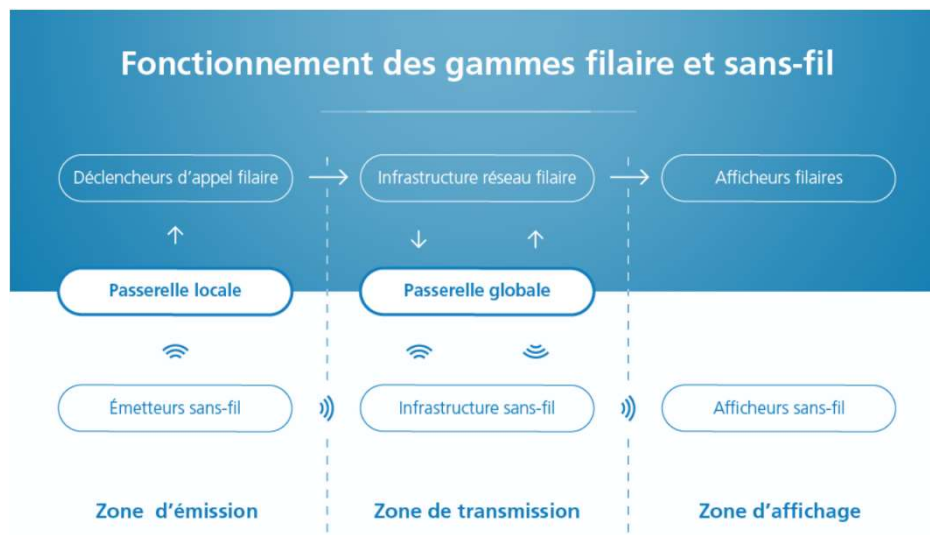


El tipo de medallón materializa la descripción del sistema y corresponde al dispositivo utilizado para una solución Gets MSS Wireless.



Es posible equipar al paciente con un medallón o un brazalete, para brindar las mismas funciones. En ambos casos, estos dispositivos están equipados con una batería de gran duración que permite una gran facilidad de uso. En términos de higiene, este equipo es antibacteriano e impermeable a todas las formas de agua o polvo. Por lo tanto, el paciente no tiene por qué deshacerse de este dispositivo y poner en peligro su seguridad. Todas las alertas y llamadas se pueden realizar desde los teléfonos del personal de enfermería, los servidores de alarmas, los displays de la sala o incluso desde los ordenadores de gestión. En términos generales, es una tecnología que es una ayuda para todos:

- Los pacientes
- Familia de pacientes
- Equipo médico



*Figura n°33 : Funcionamiento general de las gamas alámbricas e inalámbricas*

Con todo, se decidió establecer:

- 2 estaciones principales de recepción
- 3 estaciones de recepción secundaria
- 22 relés de recepción (pasajes a monitorear)
- 22 balizas de detección de personas
- 60 pulseras transmisoras – pacientes
- Pulsera de 15 transmisores – acompañando

### **4.3. Utilización del dispositivo**

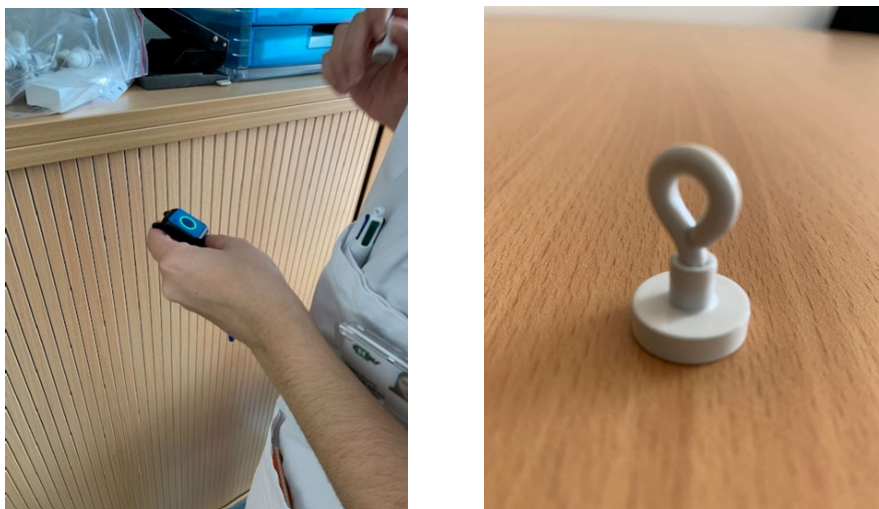
Para el estudio de este sistema, es importante ver su implementación en la realidad y observar su uso concreto en la vida diaria de los pacientes. Pudimos usar este dispositivo en la otra parte del hospital. Tuve la oportunidad de conocer a la Sra. Nute, enfermera del área de vejez avanzada y trastornos psicológicos. Durante nuestra reunión, no pudimos observar ninguna

situación crítica o intentos de fuga, por lo que decidí cuestionar el brazalete yo mismo para probar su efectividad.



*Figura n° 34: Ponerse la pulsera Gets Wireless*

A partir de entonces, me di cuenta de que era difícil mantener este tipo de pulsera para los pacientes que no son capaces de entender su uso para sí mismos y para los demás. Efectivamente las enfermeras me comentaron que en el estado actual de las cosas es complicado mantener estos elementos para los pacientes. Es por esto que es necesario agregar elementos magnéticos, que solo las enfermeras pueden retirar utilizando un pequeño dispositivo magnético provisto para tal fin. La enfermera activa la pulsera en cuestión y asigna el número básico asociado al paciente en cuestión

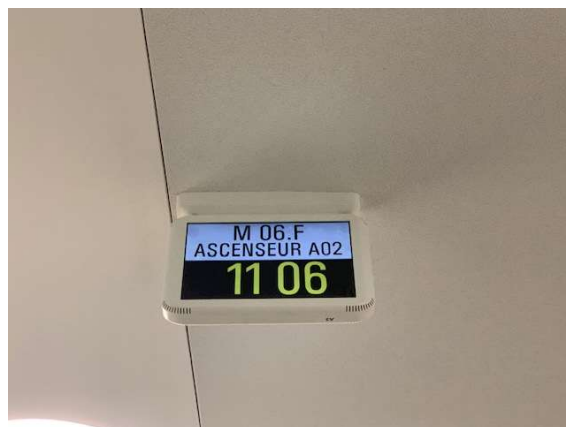


*Figura n°35: Activation du bracelet Gets Wireless*

Entonces bastaba con ir a una zona donde hay bucles anti-vagabundeo para ver las consecuencias. El resultado es definitivo e inmediatamente se lanza una alerta en todo el edificio. Debes saber que en toda esta zona vigilada hay pantallas colgadas del techo que retransmiten la alerta en tiempo real proporcionando información sobre la posición y la baliza detectada. En mi caso, intenté acercarme al ascensor e inmediatamente pudimos ver la siguiente pantalla:

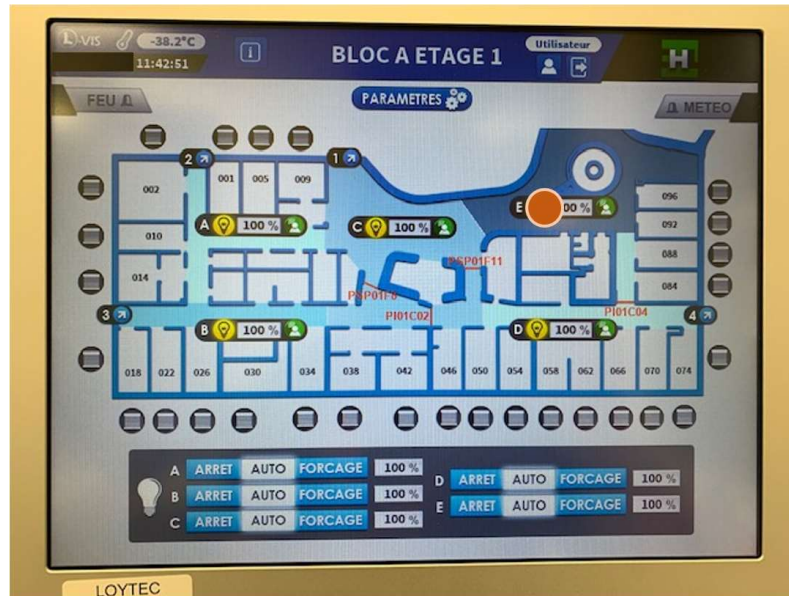
- **M 06.F:** Nombre de mi baliza
- **Ascensor A02:** ubicación de la detección

Este tipo de dispositivos, instalados en todos los pasillos, se utilizan para que todos los cuidadores puedan ver la alerta al mismo tiempo, independientemente de su ubicación en el momento de la alerta. Cada cuidador también tiene un teléfono móvil en el que recibe una alerta al cruzar.



*Figura n° 36: Visualización de alertas en tiempo real en los pasillos*

El puesto de control principal denominado Desk es el lugar de trabajo de todos los cuidadores de la unidad. Es decir, donde todas las alertas también se reciben en tiempo real. Así que también tienen estas pantallas que indican la ubicación y el número de baliza, pero también una pantalla en la que pueden gestionar un montón de cosas como la iluminación o la posición de las persianas pero sobre todo una pantalla en la que es posible ver la ubicación de la alerta.



*Figura n°37: Visualización de alertas en tiempo real en los mostradores*

Sin embargo, a pesar del sistema utilizado, es complicado confiar completamente en él porque algunos pacientes equipados todavía intentan deshacerse de este brazalete. Es por eso que se están llevando a cabo muchas discusiones para mejorar este dispositivo. Por eso es importante mejorar el sistema actual para dar otras perspectivas al sistema de localización actual.



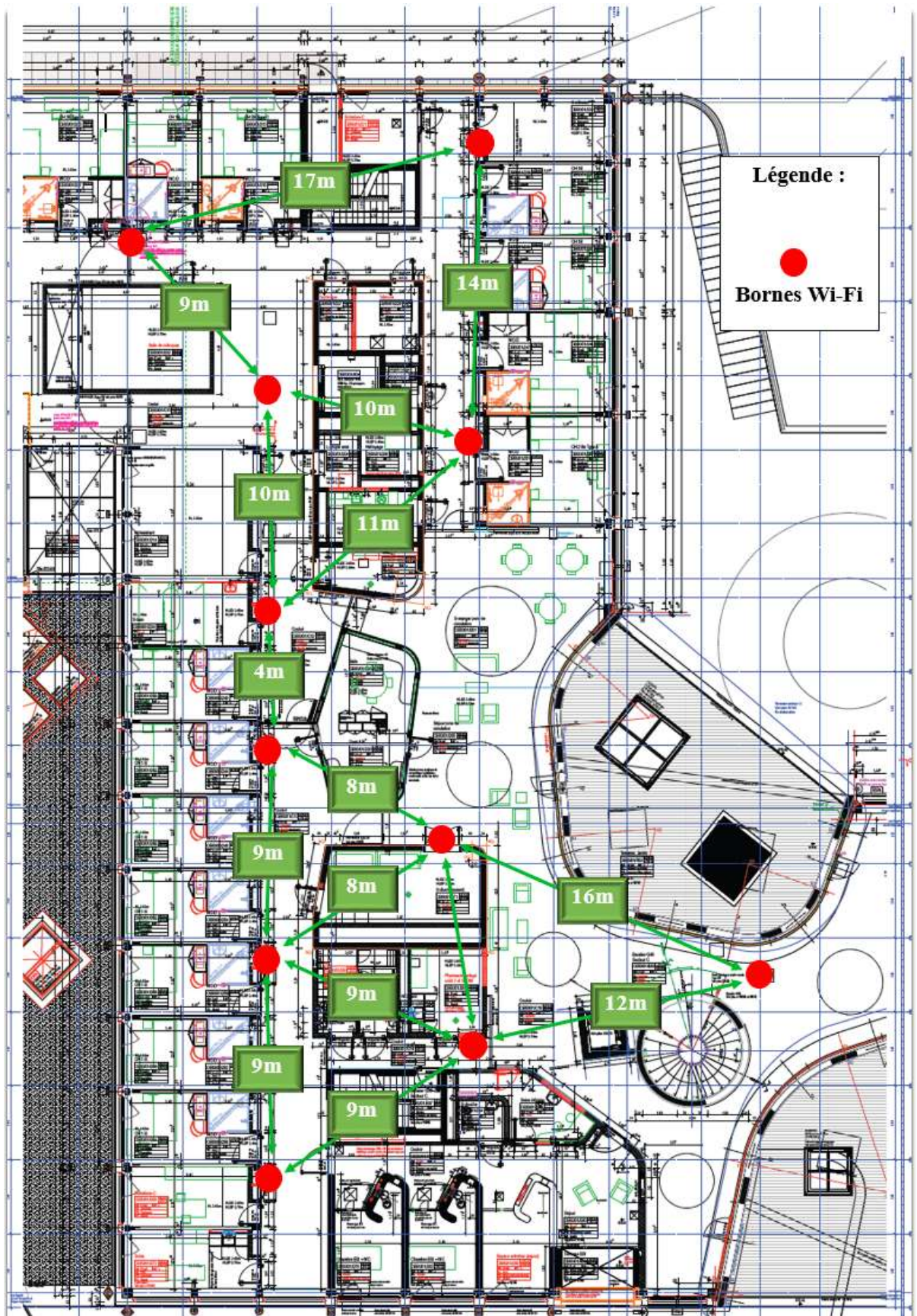
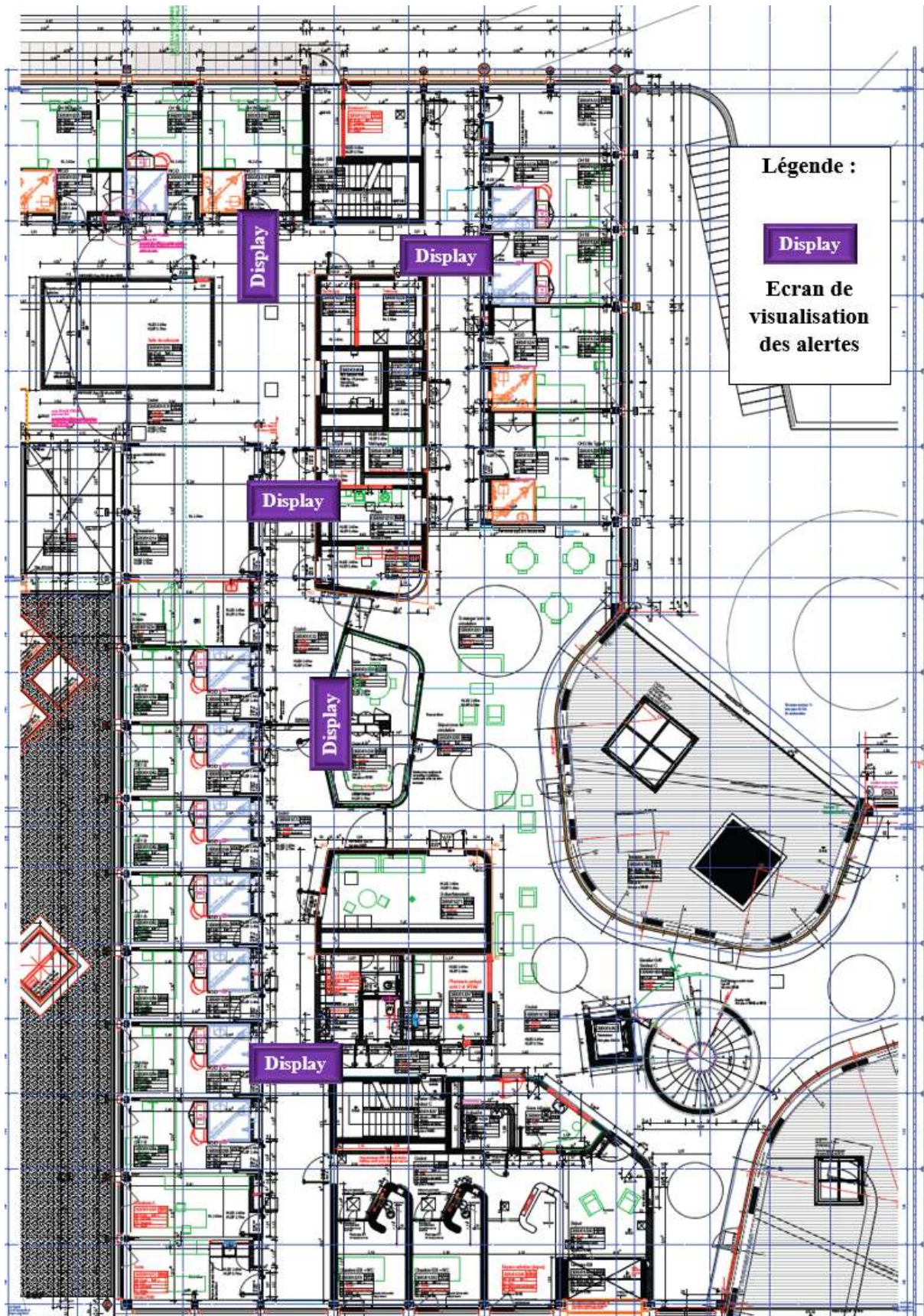


Figura nº38: Ubicación de los puntos de acceso Wi-Fi en el área de estudio (piso 1 zona C)





*Figura n° 39: Ubicación de las pantallas de visualización de alertas*



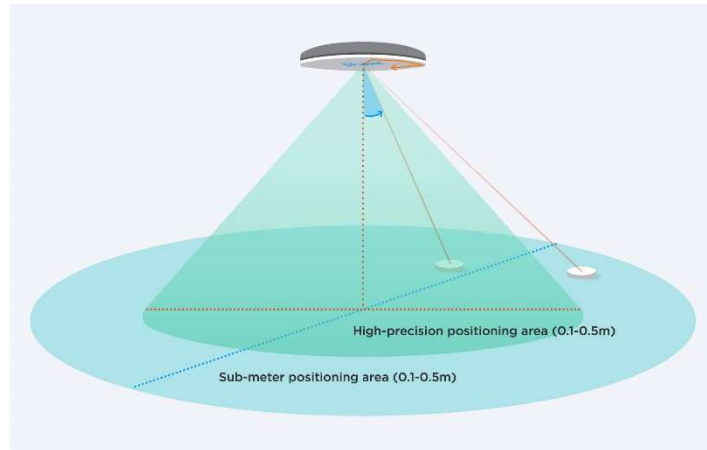
Como podemos ver, ya están previstos muchos relés Wi-Fi en el edificio. Es por eso que en el estado actual de las cosas sería inteligente utilizar este sistema ya planificado y en su lugar y agregar a esto una técnica de localización WPS por punto de acceso. Observamos que todas las balizas están ubicadas a más o menos diez metros, lo que hace que la realización de este dispositivo sea completamente posible. Su precisión bruta es de diez metros, lo que hace que este sistema sea inexacto dado el diseño de los lugares y la escala general. De hecho, el objetivo no es localizar un área precisa, sino una posición precisa. Es por ello que si optamos por este tipo de tecnología, deberíamos añadir el uso del tiempo de vuelo (VoT) que calcula las distancias de las señales recibidas por los diferentes terminales mediante multilateración y da una precisión cercana al medidor. En cuanto a las pantallas, corresponden a las pantallas de visualización de las alertas y están estratégicamente ubicados en el edificio. Como se mencionó anteriormente, proporcionan información sobre la pulsera detectada y el lugar cuando un paciente se acerca a un área de fuga.

#### **4.4. Futuras mejoras**

Esta sigue siendo la solución más adecuada si desea agregar este sistema de geolocalización al sistema existente. Aun así, es importante ver que el mejor sistema sigue siendo un dispositivo basado en Bluetooth llamado BlueIOT. Es una tecnología que utiliza el ángulo de llegada (AoA) y puede alcanzar una precisión de 0,1m, lo que es perfecto para geolocalizar a una persona.

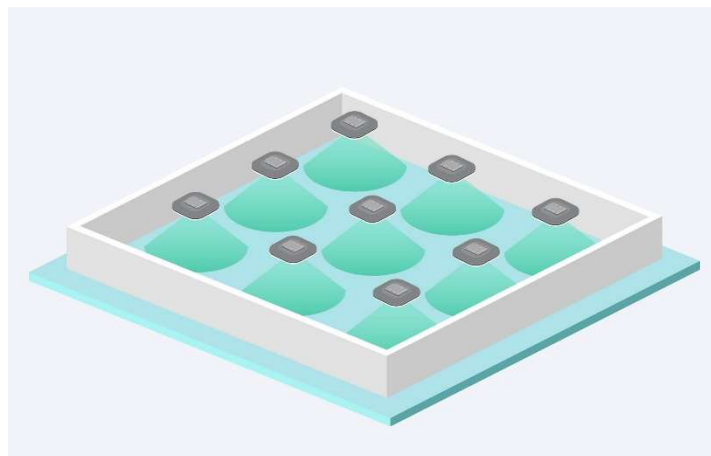
Es interesante porque funciona en 2 situaciones diferentes:

- En una sola zona de anclaje, hablamos de localización bidimensional. Es decir, solo hay un ancla que calcula el ángulo "pitch" de la baliza y obtiene un radio único. Luego, dependiendo de la altura de la baliza, el ancla puede calcular y obtener las coordenadas espaciales de la baliza.



**Figura n° 40: Localización bidimensional en una única zona de anclaje**

- En la localización espacial de gran superficie, con una combinación de varios anclajes, denominada “strapdown”, que permite obtener un mayor espacio de cobertura. Así, varios cálculos del ángulo de trayectoria del ancla mejoran el nivel de precisión.



**Figura n°41 : Localización espacial de área grande**

Así, el objetivo es instalar en este hospital las distintas anclas y dotar a los pacientes que lo necesiten de balizas para que sean identificables. Así que hay conexiones entre etiquetas y anclas. Este dispositivo basado en el uso de Bluetooth luego centraliza los datos y luego los transcribe a una aplicación móvil mediante el uso de una API. Este dispositivo es compatible con varios tipos de balizas y por eso resulta interesante, como pulseras, relojes, balizas o incluso teléfonos móviles. En el caso de usar UWB, solo las balizas UWB son compatibles. El Bluetooth AoA entonces da una precisión de hasta diez centímetros y otro elemento importante

es que el consumo de energía de las balizas sigue siendo muy bajo y por lo tanto otorga una gran autonomía.

Por haberlo comentado con diferentes profesionales, sería un método muy adecuado para su uso en hospitales. Además, los medios económicos suelen ser bajos y por eso es interesante este tipo de sistema económico.

Entonces, hay una API que permite la visualización en tiempo real para mapear el interior de un edificio y rastrear la ubicación de cualquier etiqueta continuamente. Además, es posible registrar los datos para realizar estadísticas sobre movimientos, alertas o incluso sobre los lugares de disparo para detectar las mejoras a realizar en el edificio y el sistema de gestión.

Cada cuidador también puede, además de la ubicación que se muestra en la pantalla de control, usar este sistema en un teléfono inteligente y seguir a la persona deseada en tiempo real. Esto implica costos adicionales porque requiere que cada cuidador esté equipado con un teléfono móvil dedicado a este uso.



**BT1000-w  
Bluetooth Location Tag | Wristband**

**Battery:** rechargeable lithium battery  
**size:** 54.5mm \* 40mm \* 16.5mm  
**Working hours:** 4 - 6 months  
**Working temperature:** -20 - 50°C  
**Waterproof rating:** IP67

- ⊗ Buzzing
- ⊗ Vibration
- ⊗ RFID swipe card
- ⊗ Alarm button

*Figura n°42: Pulsera utilizable para pacientes*

## **Conclusión générale**

La evolución de los estilos de vida y el constante envejecimiento de la población representan verdaderos retos que deben abordarse, ya sea por la simple gestión dentro de un hogar o por el apoyo especializado que ofrecen instituciones como los hospitales. Las necesidades son importantes y más aún en un periodo post-Covid donde fácilmente nos damos cuenta de que el personal de enfermería sufre una importante falta de personal y medios. Los peligros son tales que a veces el seguimiento de los pacientes y la atención asignada no están a la altura de su necesidad.

Es por ello que debemos revisar parcialmente la gestión de los hospitales, su funcionamiento y su relación con los pacientes y su entorno. Este informe de fin de máster tiene como objetivo estudiar la geolocalización de personas en lugares cerrados o abiertos. Se trata de un importante ámbito de mejora al que hay que prestar atención para mejorar la calidad de vida en las instituciones afectadas. Algunas leyes y organizaciones de ética luchan contra los derechos de los pacientes y luchan por ver los intereses de estos sistemas y siguen siendo escépticos sobre su uso adecuado. Por esta razón, todos los procesos que conducen al uso de un sistema de localización deben mejorarse y las cuestiones éticas que dificultan la evolución de estos dispositivos deben resolverse.

Hemos comprobado que hay multitud de tecnologías disponibles, mejorando o surgiendo y se hace difícil saber qué tecnología se adapta al entorno en cuestión. El estudio de todas las posibilidades tiene como objetivo comprender su funcionamiento y su campo de aplicación. Cada situación requiere requisitos especiales como la precisión, el alcance, el número de equipos conectados o la arquitectura de las instalaciones.

En nuestro caso, encontramos que la implantación del bucle anti-errante en el hospital permite la gestión de una zona exterior en la que se controla el acceso. Los cuidadores utilizan este sistema, que está actualizado, pero no proporciona información sobre la ubicación en tiempo real de los pacientes. Es por ello que para una mejor gestión sería interesante desarrollar este aspecto utilizando dispositivos existentes. La ventaja es que estas soluciones son posibles y conciliables porque no son caras y no requieren un trabajo importante.

Finalmente, la mayor parte de los temas se encuentran entre las capacidades extensibles de la tecnología, las necesidades de los cuidadores y el respeto por la privacidad de todos

## Bibliografia

- [1] Nations Unies (2019) « Paix, dignité et égalité sur une planète saine » dans *Nations Unies*  
<<https://www.un.org/fr/global-issues/ageing>> [Consultation : Mai 2022]
- [2] (2022) « Population âgée de 65 et plus » dans *Groupe de la banque mondiale*  
<<https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SP.POP.65UP.TO.ZS>> [Consultation : Mai 2022]
- [3] Bonnet, C. et Cambois, E. et Fontaine, R. (15 Septembre 2021) « Le vieillissement de la population s'accélère en France et dans la plupart des pays développés » dans *Institut National d'études Démographiques*  
<<https://www.ined.fr/fr/actualites/presse/le-vieillissement-de-la-population-sE28099accelere-en-france-et-dans-la-plupart-des-pays-developpés/>> [Consultation : Mai 2022]
- [4] Nations Unies. *Projection de population*  
<<https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Pyramid/900>> [Consultation : Mai 2022]
- [5] United Nations. *World Population Prospects 2022*  
<[https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022\\_summary\\_of\\_results.pdf](https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf)> [Consultation : Mai 2022]
- [6] (2021) « Vieillissement de la population : une adaptation nécessaire » dans *République française, Vie publique*  
<<https://www.vie-publique.fr/en-bref/280168-vieillissement-de-la-population-une-adaptation-necessaire>> [Consultation : Mai 2022]
- [9] Yaël, A. Rédactrice chez Cap Retraite « Evaluer le degré de dépendance (GIR) avec la grille AGGIR » dans *Cap retraite*  
<<https://www.capretraite.fr/aide-a-domicile/perte-dautonomie/grille-aggir/>> [Consultation : Mai 2022]

[10] Hervé, M. (2012), Cairn. Matière à Réflexion. « Notion de fragilité des personnes âgées : apports limites et enjeux d'une démarche préventive » dans *Retraite et Société*, 2012/1 (n°62), pages 174 à 181.

<<https://www.cairn.info/revue-retraite-et-societe1-2012-1-page-174.html>> [Consultation : Mai 2022]

[11] Société française de Gériatrie et Gérologie. (2018) : « *Fragilité des personnes âgées : un programme de dépistage inédit dans le monde* » Rédigé par La SFGG

<<https://sfgg.org/actualites/fragilite-des-personnes-agees-un-programme-de-depistage-inedit-dans-le-monde/>> [Consultation : Mai 2022]

[12] Gérard C. , Michael C. Matière à Réflexion : « Technologies pour le soin, l'autonomie et le lien social des personnes âgées : quoi de neuf ? » dans *Gérontologie et Société*, 2008/3 (vol.31 / n°126), pages 113 à 128.

<<https://www.cairn.info/revue-gerontologie-et-societe1-2008-3-page-113.html>> [Consultation : Mai 2022]

[13] Hôpitaux Universitaires de Genève. Conseil d'éthique clinique (2009). *Système de surveillance électronique de l'errance*.

<[https://www.hug.ch/sites/interhug/files/documents/soigner/ethique/surveillance\\_errance.pdf](https://www.hug.ch/sites/interhug/files/documents/soigner/ethique/surveillance_errance.pdf)> [Consultation : Mai 2022]

[14] Franck. (2020) « Comparatif des différents types de dispositifs anti-errance » dans *LiveStep*. [Consultation : Juin 2022]

<<https://www.livestep.io/2020/07/20/avantages-et-inconvenients-des-differents-types-de-dispositifs-anti-errance/>> [Consultation : Juin 2022]

[15] Timcod. *Geolocalisation indoor / outdoor*.

<<https://www.timcod.fr/solutions/geolocalisation-indoor-outdoor/>> [Consultation : Juin 2022]

[16] Clever Age, architecture et conception. (2015). *Les technologies de géolocalisation*.

<<https://blog.clever-age.com/fr/2015/05/21/les-technologies-de-geolocalisation-indoor/>> [Consultation : Juin 2022]

[18] Inpixon. *Localisation Wi-Fi*.

<[https://www.inpixon-com.translate.goog/technology/standards/wifi?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=fr&\\_x\\_tr\\_hl=fr&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www.inpixon-com.translate.goog/technology/standards/wifi?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=fr&_x_tr_hl=fr&_x_tr_pto=sc)> [Consultation : Juin 2022]

[19] Inpixon. *Systèmes de localisation en temps réel.*

<[https://www.inpixon-com.translate.goog/technology/rtls?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=fr&\\_x\\_tr\\_hl=fr&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www.inpixon-com.translate.goog/technology/rtls?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=fr&_x_tr_hl=fr&_x_tr_pto=sc)> [Consultation : Juin 2022]

[20] Infsoft. *Positionnement intérieur, suivi et navigation intérieure avec Wi-Fi.*

<[https://www.infsoft-com.translate.goog/basics/positioning-technologies/wifi/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=fr&\\_x\\_tr\\_hl=fr&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www.infsoft-com.translate.goog/basics/positioning-technologies/wifi/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=fr&_x_tr_hl=fr&_x_tr_pto=sc)> [Consultation : Juin 2022]

[21] Noodo-wifi. *Qu'est-ce qu'une adresse MAC ?*

<<https://www.noodo-wifi.com/faq/adresse-mac/>> [Consultation : Juin 2022]

[23] Elainnovation. (2020). *Qu'est-ce que le Bluetooth Low Energy ?*

<<https://elainnovation.com/quest-que-le-bluetooth-low-energy/>> [Consultation : Juin 2022]

[24] Elainnovation. *Beacon Bluetooth.*

<<https://elainnovation.com/beacon-bluetooth/>> [Consultation : Juin 2022]

[25] Hippolyte S. (2022). « Définition, utilisation, fonctionnalités : Tout savoir sur les beacons » dans *Meilleure-innovation.*

<<https://www.meilleure-innovation.com/beacon-technologie/>> [Consultation : Juin 2022]

[26] Kontakt.io. (2014). *Guide stratégie Beacon – UUID, majeur, mineur.*

<[https://kontakt-io.translate.goog/blog/beacon-id-strategy-guide-quick-deployment/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=fr&\\_x\\_tr\\_hl=fr&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://kontakt-io.translate.goog/blog/beacon-id-strategy-guide-quick-deployment/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=fr&_x_tr_hl=fr&_x_tr_pto=sc)> [Consultation : Juin 2022]

[27] Journal du net. (2021). *RFID : définition, fonctionnement, lien avec le NFC.*

<<https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-de-l-iot/1440692-rfid-definition-fonctionnement-lien-avec-le-nfc/>> [Consultation : Juin 2022]

- [28] Salmane W. (2021) « La géolocalisation par le champ magnétique terrestre : la technologie pour pallier les zones avec faible signal GPS » dans *HubOne*.  
<<https://www.hubone.fr/oneblog/la-geolocalisation-par-le-champ-magnetique-terrestre-la-technologie-pour-pallier-aux-zones-avec-faible-signal-gps/>> [Consultation : Juin 2022]
- [29] Marc Z., journaliste (2012) « Un smartphone pour se repérer à l'intérieur d'un bâtiment » dans *Futura-sciences*.  
<<https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/technologie-smartphone-reperer-interieur-batiment-40177/>> [Consultation : Juin 2022]
- [30] Indooratlas. *Ambient magnetic field-based indoor location technology*.  
<<http://web.indooratlas.com/web/WhitePaper.pdf>> [Consultation : Juin 2022]
- [31] Axysweb. *Quelques exemples d'API afin de comprendre son fonctionnement*.  
<<https://www.axysweb.com/decouvrir-le-fonctionnement-des-api-grace-a-des-exemples-concrets/>> [Consultation : Juin 2022]
- [32] Charles, (2022). « API Rest : comment ça fonctionne et pourquoi l'utiliser ? » dans *Hubvisory*  
<<https://hubvisory.com/blog/api-rest-comment-ca-fonctionne-et-pourquoi-l-utiliser/>> [Consultation : Juin 2022]
- [33] Joao Diogo A. R. (2016). *Architecture et mise en place de services Web dans un environnement sécurisé grandissant la confidentialité des informations d'un centre de contrôle de qualité externe*. Haute école de gestion Genève.  
<[https://doc.rero.ch/record/278094/files/TDIG\\_Amaral\\_Joao.pdf](https://doc.rero.ch/record/278094/files/TDIG_Amaral_Joao.pdf)> [Consultation : Juin 2022]
- [34] Zozio (2018). *Qu'est-ce que la technologie Ultra Wide Band (UWB) ?*  
<<https://zozio.tech/qu-est-ce-que-la-technologie-ultra-wide-band-uwband/>> [Consultation : Juin 2022]
- [35] Christophe I. (2022) « Qu'est-ce que l'ultra-large bande et comment ça marche ? » dans *TechAcute*.  
<<https://techacute.com/fr/what-is-ultra-wideband-how-does-uwband-work/>> [Consultation : Juin 2022]



- [36] Rubens E. (2021) : « A quoi ça sert et comment ça marche ? » dans *Netxtpit*,  
<<https://www.nextpit.fr/uwb-technologie-fonctionnement>> [Consultation : Juin 2022]
- [37] Alliancy (2018). *Quelles technologies pour la géolocalisation en milieu contraint et l'indoor ?*  
<<https://www.alliancy.fr/lnep/quelles-technologies-pour-la-geolocalisation-en-milieu-contraint-et-lindoor>> [Consultation : Juillet 2022]
- [38] Sciencescope (2020). *Comment fonctionne un GPS ?*  
<<https://scienscope.unige.ch/blog/2020/11/18/comment-fonctionne-un-gps/>> [Consultation : Juillet 2022]
- [39] Blueiot. *Blueiot*  
<[https://www.blueiot.com/rtils-asset-tracking/?utm\\_source=google-ads&utm\\_term=indoor%20location%20system&utm\\_device=c&matchtype=p&utm\\_location=1003213}&creative=593737852274&utm\\_campaign=16962256489&utm\\_agid=136634165678&gclid=Cj0KCQjw8amWBhCYARIsADqZJoWeIViaVi3U5a-btgRrww6oF-2ihwnAkXBK9IPxvg6WK-I1oCSwhP0aAhToEALw\\_wcB](https://www.blueiot.com/rtils-asset-tracking/?utm_source=google-ads&utm_term=indoor%20location%20system&utm_device=c&matchtype=p&utm_location=1003213}&creative=593737852274&utm_campaign=16962256489&utm_agid=136634165678&gclid=Cj0KCQjw8amWBhCYARIsADqZJoWeIViaVi3U5a-btgRrww6oF-2ihwnAkXBK9IPxvg6WK-I1oCSwhP0aAhToEALw_wcB)> [Consultation : Juillet 2022]
- [40] Wikipedia (2022). *Global Positioning system*  
<[https://fr.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](https://fr.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System)> [Consultation : Juillet 2022]
- [41] Att : Swiss Alarm Solutions. *Alarme et visualisation pour appel malade avec GETS*.  
<<https://www.attag.ch/fr/Gesundheitswesen/Schwesternruf-Gets>> [Consultation : Juillet 2022]
- [42] Gets Medical Safety Systems. *Système d'appel malade sans fil*  
<<https://gets.ch/sans-fil/>> [Consultation : Juillet 2022]



## ANEJOS

### Caractéristiques techniques:

Alimentation: 230VAC, avec batterie de secours intégrée, autonomie > 4h.

#### COMMUNICATION:

- porte interface RS 485, bus communication avec relais surveillance passage
- 1 contact par relay (dérangement sur systèmes MCR)

DIMENSIONS: 190x180x40mm (LxHxP)

### *Anejo n°1 : Características de la estación principal de Recepción*

### Caractéristiques techniques:

Alimentation: 230VAC, avec batterie de secours intégrée, autonomie > 4h.

#### GESTION:

- Paramétrage par clavier, voyants lumineux
- Affichage par LCD 2 lignes à 20 caractères
- 500 émetteur d'alarme (bracelets)
- 32 récepteurs (zones de passage surveillées)
- 100 événements

#### COMMUNICATION:

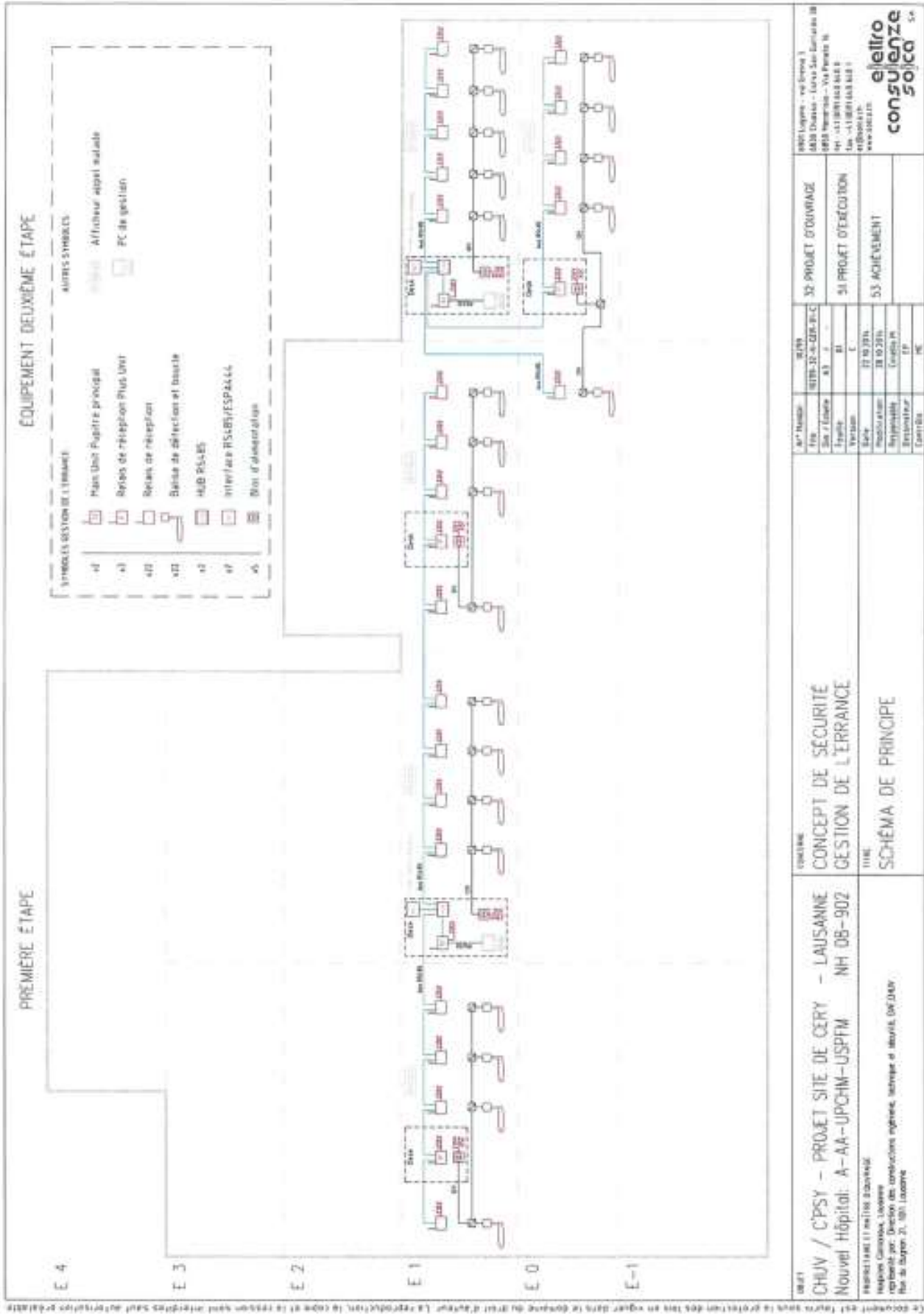
- porte interface RS 485, bus communication avec relais surveillance passage
- porte interface RS 232, interface ordinateur pour la gestion du logiciel
- interface ESPA444, communication avec système appel malade
- 1 contact par relay (dérangement sur systèmes MCR)

DIMENSIONS: 190x180x40mm (LxHxP)

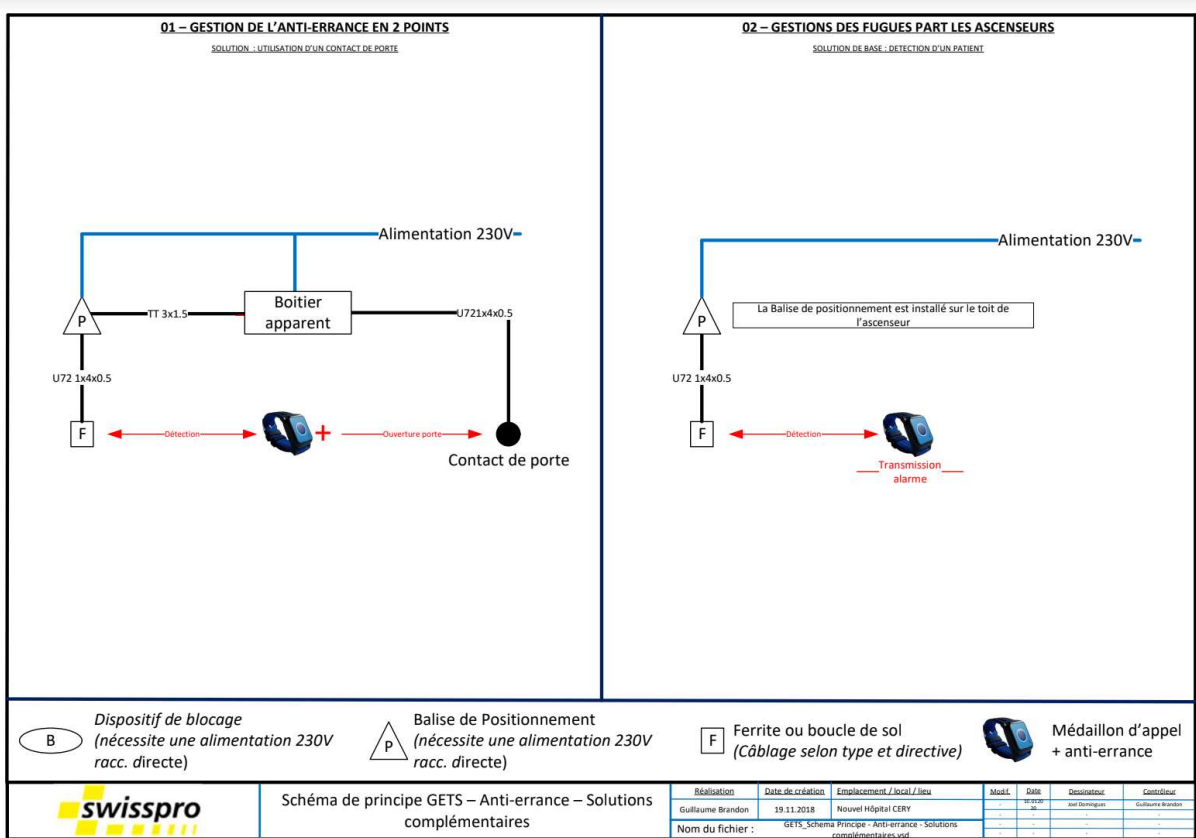
### *Anejo n°2 : Características de la estación secundaria de recepción*

- Alimentation par pile au lithium
- Autonomie de la pile, environ 18 mois
- Vérification quotidienne de la pile
- Classe de protection IP67
- Température admissible de 0°C à 55°C
- Puissance rayonnée 50 µW
- Temps de transmission 1 300 ms
- Couverture minimale en champ libre 250m
- Dimensions 48x42x13,5 mm (HxLxP)
- Poids 22g

### *Anejo n°3 : Características Transmisor pulsera*



Anejo n°4 : Concepto de seguridad Gestión de la deambulaci3n



**Anejon°5 : Diagrama de bloques Gets**

## Fonctionnement Montre GETS et remplacement de la batterie



1	Bouton d'appel
2	Led de signalisation
3	Contact reed (détection par aimant)

### -Allumer le déclencheur d'appels

Appuyer une fois sur le bouton d'appel, la LED clignote une fois en blanc pour confirmer. Pressez deux fois le bouton d'appel dans la même seconde, chaque appui est confirmé par un clignotement de la led en bleu.

Le déclencheur d'appel va ensuite se connecter automatiquement au réseau sans fil, les indications de la LED correspondent alors aux indications de dialogue radio.

### -Quittance d'appel anti-errance ( FUGUE)

Lorsqu'une fugue a eue lieux. Ramener le patient a l'intérieur de l'étage puis quittancer l'appel avec l'aimant sur la Led 3 de la montre jusqu'à l'appel soit quittancé.

### -Eteindre le déclencheur d'appels

Pressez le bouton d'appel jusqu'à ce que la led de signalisation soit allumée continuellement en rouge.

Sans relâcher le bouton, approcher l'aimant du détecteur (marque bleu foncée), la LED clignote une fois en magenta pour confirmer.

## Remplacement de la batterie

La durée de vie des batteries des R/5002 est d'environ deux ans pour une utilisation normale.

Cette durée peut fortement varier en fonction des conditions d'utilisation, notamment lors de l'utilisation d'appels positionnés et / ou de systèmes anti-errance

Lorsque la batterie est faible, le déclencheur d'appel R/5002 envoie un message à la centrale. Il n'est en principe pas nécessaire de remplacer la pile tant qu'un appel "batterie faible" n'a pas été émis.

Les déclencheurs peuvent fonctionner encore environ une semaine avec une batterie faible.

### Remplacement la pile

Pièces de remplacement :

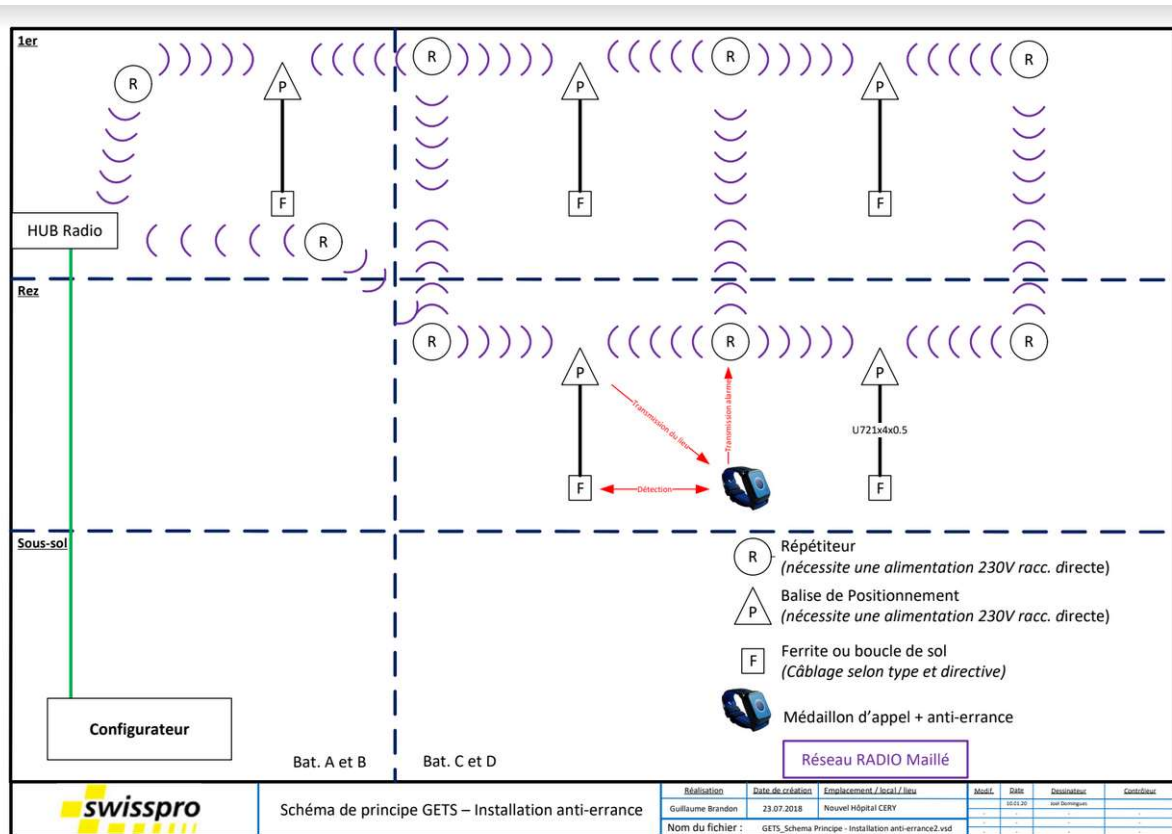
- 1x pile CR2032

Matériel nécessaire



- Outils fournis :

1. Eteignez l'émetteur R/5002
2. Ouvrez le boîtier à l'aide de l'outil fournis
3. Poussez la pile vers l'extérieur
4. Remettez une nouvelle pile dans la montre, en faisant attention au sens de la pile
5. Visser le boîtier
6. Allumer l'émetteur R/5002



Anejo n°8: Diagrama esquemático de Gets: instalación anti-vagabundeo





## Bracelet d'alarme mobile

### Anti-errance - Appel positionné

Cette solution donnera au patient une plus grande autonomie dans ses déplacements. Vous pourrez définir une zone dans laquelle la personne pourra aller et venir à sa convenance tout en lui refusant l'accès à certaines parties de l'établissement. Il pourra faire appel au personnel soignant sur simple pression du bouton d'appel, et il sera alors localisé et pris en charge.

*Certains modèles du bracelet d'alarme mobile peuvent être commandés avec une puce NFC à l'intérieur. Ce chip permet d'utiliser le bracelet d'alarme mobile pour d'autres applications comme : clé pour l'ouverture de portes, et moyen de paiement.*

### Avantages

- Emissions sur des fréquences sécurisées
- Localisation du patient
- Puce NFC
- Surveillance du produit selon la norme VDE 0834
- Transmission bidirectionnelle
- Autonomie de batterie étendue (18 mois)



[www.gets.ch](http://www.gets.ch)

*Anejo n°9: Pulsera de alarma móvil*

Caractéristiques	Informations
Dimensions (longueur/largeur/profondeur)	45 x 30 x 15 mm
Poids	15 g
Portée intérieure/extérieure <sup>1</sup>	25-30 /100m
Consommation (maximum)	30 mA
Tension	3 V DC
Autonomie <sup>2</sup>	18 mois
Couleur	Noir/Bleu
Matière	PC + ABS
Indice de protection IP	IP44
Fixation	Bracelet
Configuration	Clé USB
Fréquences de configuration	868 – 870 Mhz
Puissance d'émission/réception	25 mW et 12 dbm
Température de fonctionnement (min/max)	0 - 50 °C
Température de stockage (min/max)	0 - 50 °C
Humidité relative	Jusqu'à 100%
Altitude d'utilisation maximale	2000m
Pile	CR2032
Modèles	Références
Bracelet d'alarme mobile pour anti-errance avec bouton et bracelet de montre (Type : R/5006) <b>Pas de puce NFC</b>	<b>104382</b>
Déclencheur d'appel mobile pour anti-errance avec bouton et bracelet de montre, NFC Mifare (Type: R/5006.NFC Mifare)	<b>104383</b>
Déclencheur d'appel mobile pour anti-errance avec bouton et bracelet de montre, NFC LEGIC (Type: R/5006.NFC Legic)	<b>104384</b>

1 - Valeurs types, peut varier fortement en fonction du nombre et du type d'obstacles.

2 - Valeur type, varie en fonction de l'utilisation.